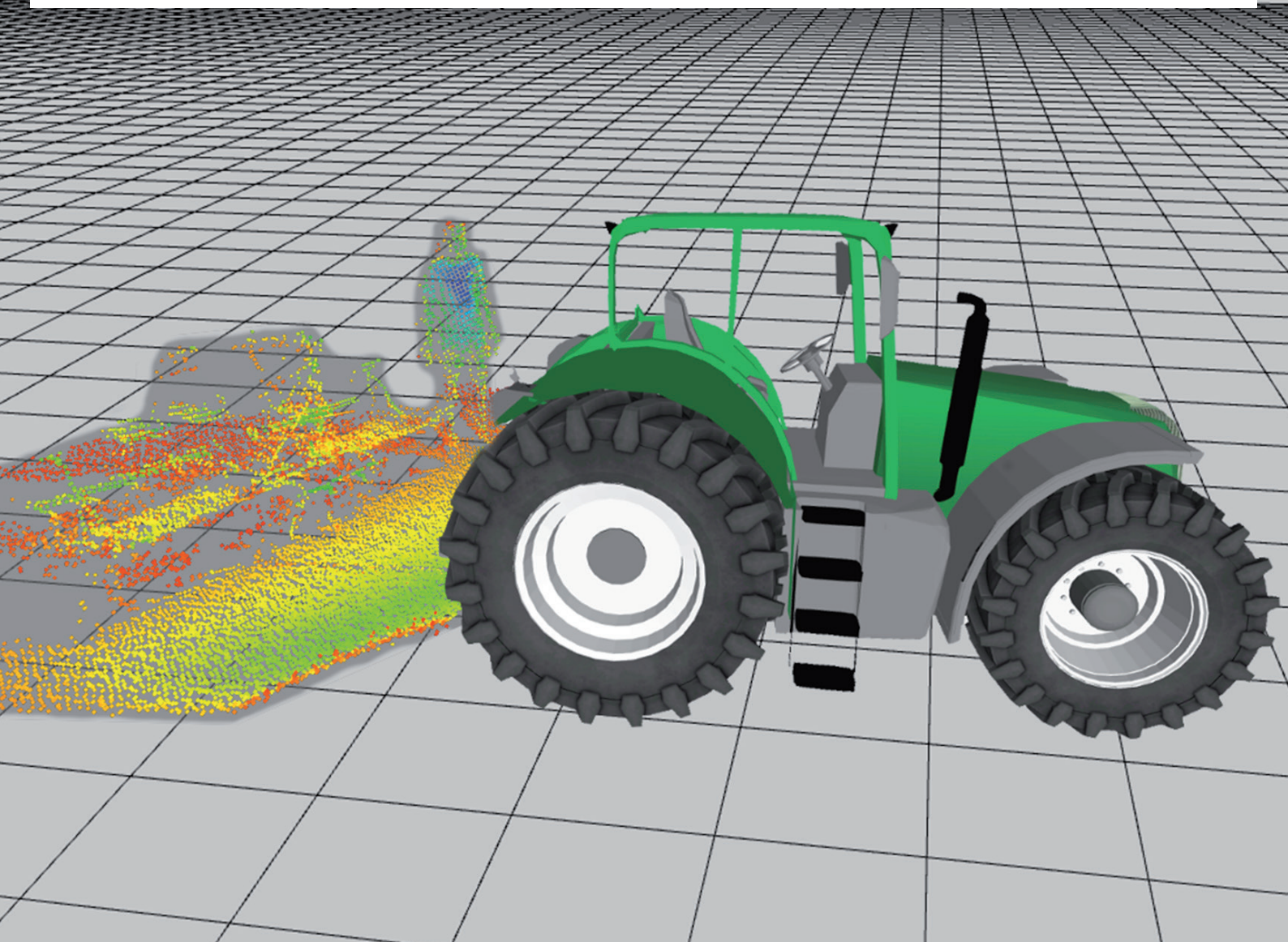




Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung



Innovationstage 2016

Die Zukunft ins Jetzt holen
25. bis 26. Oktober in Bonn

Innovationstage 2016

Die Zukunft ins Jetzt holen
25. bis 26. Oktober in Bonn

Inhalt

- 16 Grußwort**
- 18 Einleitung**
- 20 Sektion 1: Effizienzsteigerung und Ressourcenschonung in der Pflanzenproduktion**
- 20 Echtzeit-Erkennung der Messerschärfe in Landmaschinen (EMiL)
- 24 Neuartige Assistenzsysteme mittels rückwärtsgerichteter Time of Flight Kamera (TOF)
- 28 Verbesserung der Erntequalität eines RMS-Steillagenvollernters durch Implementierung einer dem Ernteprozess unmittelbar nachgelagerten mechanischen Trenn- und Sortiertechnik mit Platzierung dieser Technik auf dem Trägerfahrzeug des RMS-TVE (Raupenmechanisierungssystem-Traubenvollernter) (RMS TVE)
- 32 Weiterentwicklung, Bau und Erprobung optimierter Technik für die Verlegung und Bergung der Tropfschläuche im Kartoffelanbau (Opti-Tropf-Tech)
- 36 Rohstoffscreening mit spektral-optischen Verfahren bei der Getreidelagerung (OptiScreen)
- 41 Elektronischer Beratungsassistent: Entwicklung und Implementierung eines Managementsystems für die Getreideproduktion (E-BAs)
- 44 Erarbeitung biotechnologischer Methoden zur Identifizierung, Erhaltung, Vermehrung und Nutzung selektierter Riegelahorn-Bäume für die Wertholzproduktion (Riegelahorn)
- 47 Verbundprojekt: Einsatz der Hydrothermalen Carbonisierung (HTC) für die nachhaltige Behandlung und Verwertung von Fraktionen des Sanitärsektors im Sinne eines Biochar/Sewchar-Konzepts (CARBOWERT)
- 51 Geschlossenes, rezirkulierendes Bewässerungssystem für den Freilandanbau von Topfpflanzen mit innovativem Wassermanagement (GRS)

- 55 Entwicklung eines rezirkulierenden Bewässerungssystems mit vermindertem phytosanitärem Risiko in Gewächshäusern (AO Gewächshaus)
- 58 Pumpendüngersteuerungsanlage für den Gartenbau
- 61 Machbarkeitsstudie zur Elektroenergieversorgung von Gewächshäusern bei einer volatilen Stromversorgung mit hohem Anteil erneuerbarer Energien (ELGEVOS)

65 Sektion 2: Minimierung des Antibiotikaeinsatzes

- 65 Entwicklung und Einführung eines internetbasierten Fortbildungs- und Datenverwaltungstools zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierhaltung. (VetMAB)
- 70 Entwicklung einer hochwirksamen und biologisch sicheren Phagentechnologie zur Pathogenbekämpfung in der Geflügelzucht (Safephage)
- 74 Entwicklung innovativer bestandsspezifischer Impfstoffe für Geflügel zur vereinfachten Applikation (innoVAK4DART)
- 77 Minimierung des Antibiotikaeinsatzes zu Beginn der Trockenstehperiode durch automatisiertes Trockenstellen in der letzten Laktationsphase (AutoDry)

80 Sektion 3: Tierernährung

- 80 Optimierung der Proteinqualität von Grobfuttermittel für die Wiederkäuerernährung durch Einsatz kondensierter Tannine als Silierzusatz. (TANNISIL)
- 85 Optimierung der Produktion von Methionin in halbtechnischem Maßstab für Fütterungszwecke nach Rili der EU Öko-Verordnung unter Verwendung von *Corynebacterium glutamicum* oder anderen geeigneten Mikroorganismen
- 88 Entwicklung und Bewertung eines optischen Sensorsystems zur Erfassung des Futtermittelfressens und zur bedarfsgerechten automatischen Fütterung von Rindern (Sensor Feeding)

90 **Sektion 4: Nachhaltiger Pflanzenschutz**

- 90 PAM (Pesticide Application Manager): Entscheidungsunterstützung im Pflanzenschutz auf Basis von Gelände-, Maschinen-, Hersteller- und Behördendaten
- 94 M-OVICARD - Entscheidungshilfwerkzeug für den Einsatz von Insektiziden gegen den Traubenwickler im Weinbau
- 97 Aufbau eines webbasierten Pflanzenschutz Informations- und Beratungssystem für das Beratungspersonal im Gartencenter (PsiGa)
- 102 Erarbeitung einer Entscheidungshilfe für landwirtschaftliche Betriebe zum Resistenzmanagement
- 105 Resistenzmanagement für Unkräuter - Diagnoseverfahren zur Detektion der Herbizidresistenz an Unkräutern im Feld, geoinformationsgestützte Dokumentation, Ursachenanalyse und Managementempfehlungen (HerbiResistenz)
- 111 Best-Management Praktiken und nachhaltige Anwendung von Glyphosatherbiziden (BMP-Glyphosat)
- 114 Diagnose der Ursachen von Fungizidresistenzen und Antiresistenzstrategien für den Graufäule-Erreger *Botrytis cinerea* im Beerenobst-Anbau (GraufäuleObstbau)
- 117 Etablierung von Methoden zur Analyse der Resistenz von Schaderregern des Gartenbaus gegen Pflanzenschutzmittel zur Entwicklung eines Resistenzmanagements (RESI-GAB)
- 122 Schutz von Nutzpflanzen vor Bodenschädlingen mittels einer innovativen Attract-and-Kill-Strategie (ATTRACT)
- 125 Entwicklung und Praxistest eines Sägerätes zur nachhaltigen Minderung der Gefährdung des Naturhaushalts und des Anwenders durch Beizstäube
- 128 Ressourcenschonende Saatgutbehandlung mit neuen, preiswerten Elektronenbehandlungsmodulen (ResaatEl)
- 133 Phänotypisierung der Resistenz von Zuckerrübenentypen gegenüber *Cercospora beticola* anhand von bildgebenden Hyperspektral-Messungen (PReBeC)

- 137 Entwicklung einer Resistenzprüfmethode für das Pathosystem Kartoffel / *Rhizoctonia solani* sowie Entwicklung einer Applikationsstrategie eines pilzlichen Antagonisten zur Reduzierung des bodenbürtigen und knollenbürtigen Inokulums
- 140 Entwicklung eines integrierten Pflanzenschutzkonzeptes zur Minimierung des Weizengelbrostes, *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, in Getreidebeständen
- 144 Verbesserte Kontrollmöglichkeiten von *Stemphylium* an Spargel durch eine optimierte Terminierung von Fungizidanwendungen und eine verbesserte Anwendungstechnik (STEM Spargel)
- 148 Pflanzenschutz-Potential des aqua.protect-Verfahrens in der Pflanzenproduktion: Reduktion und Substitution von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere Reduktion von kupferhaltigen Präparaten (aqua.protect-Verfahren)
- 152 Entwicklung eines biotechnologischen Pflanzenschutzmittels zur Bekämpfung von Oomyceten (Biotechoomy)
- 155 Erarbeitung eines hochsensitiven molekularen Verfahrens zur sicheren und schnellen Diagnose der *Rubus stunt* an Himbeeren unter Berücksichtigung potentieller Vektoren und Übertragungswege sowie Aspekten zum Management (*Rubus stunt*)
- 160 Früherkennung von Schadinsekten in Siloanlagen durch akustische Detektion (InsectTap)
- 164 Nützlinge zur Bekämpfung von Motten und Käfern in Getreidelagern mit Langzeitlagerung
- 166 Sektion 5: Tierzucht**
- 166 Etablierung der genomischen Selektion zur Verbesserung von Krankheitsresistenz, Leistung, Verhalten und der genetischen Vielfalt bei der Honigbiene (GeSeBi)
- 169 pigFit - Molekulargenetische und immunologische Analyse der Überlebensfähigkeit und des postnatalen Wachstums von Ferkeln
- 173 Genmarker zur Resistenzzüchtung gegen Pleuropneumonie beim Schwein (PleuroRes)

- 176 Entwicklung eines Anpaarungsprogramms mit zusätzlicher Nutzung genomischer Informationen (gBAP+)
- 179 Entwicklung einer Züchtungsstrategie zur Reduktion des Merkmals Trinkschwäche in der Rasse Braunvieh (Trinkschwäche Braunvieh)
- 182 Entwicklung und Validierung eines Schnelltestsystems zur funktionellen Qualitätsbeurteilung von bovinen Ejakulaten (Spermienbindungstest)
- 184 Zuchtprogramme für Hornlosigkeit beim Milch- und Zweinutzungsrand in Deutschland
- 187 Verbesserung der Haltung von Milchkühen durch Zuchtverfahren auf Futteraufnahme und Stoffwechselstabilität sowie Umweltverträglichkeit bei optimierter Fütterungsintensität und Nutzung von Stoffwechselindikatoren sowie Sensoren im Herdenmanagement (optiKuh)

191 Sektion 6: Tierschutz und nachhaltige Erzeugung tierischer Produkte

- 191 Geflügelhaltung neu strukturiert: Integration von Mast und Eierproduktion bei Einsatz des Zweinutzungshuhns als Maßnahme zum Tierschutz (Integhof)
- 195 Schwanzbeiß-Interventionsprogramm für Aufzuchtferkel (A-SchwIP)
- 198 Entwicklung und Prüfung von innovativen Freilaufabferkelbuchten unter den Aspekten von Verhalten, Gesundheit, Leistungen der Tiere sowie Arbeits- und Betriebswirtschaft (Abferkelbucht 2020)
- 202 Vernetzung vorhandener amtlicher und wirtschaftseigener Daten zu einem treuhänderisch und als Public-Private-Partnership verwalteten Dateninformationssystem zur Verbesserung von Tierwohl und Tiergesundheit beim Schwein (PPP-InfoS)
- 206 Einfluss verschiedener Abferkel- und Aufzuchtssysteme auf Tierwohl, Tiergesundheit und Wirtschaftlichkeit in der Schweinehaltung – ein interdisziplinärer Ansatz (InnoPig)
- 209 Ad libitum Flüssigfütterung tragender Sauen in Gruppenhaltung unter Berücksichtigung automatisierter BodyConditionScore-Bewertung (BCS) und Rückenspeckdicken-Bewertung zur tierindividuellen Regelung der Energieaufnahme mittels Sortierschleuse (SauWohl-Optimierte-Fütterung)

- 213 Definition, Erfassung und Optimierung von Parametern bei der Elektro-
betäubung von Schlachtschweinen unter Tierschutz- und Fleischqualitäts-
aspekten (EPOS)
- 216 AutoS.P.E.G. – Verbundprojekt: Entwicklung eines automatisierten
Meßverfahrens mittels Spektrometer Technik zur Detektion von
geschmacksabnormen Eberfleisch
- 221 Weiterentwicklung eines Markenfleischprogramms zu einer tiergerechteren
Urproduktion unter Berücksichtigung ökonomischer und sozialer Aspekte
(MarkiT)
- 224 Entwicklung einer Dienstleistung zur Verbesserung der Klauengesundheit von
Milchkühen durch Vernetzung und Verdichtung von Daten für das
Tiergesundheitsmanagement (KLAUENfitnet)
- 228 Intelligente LED-Leuchte für die Funktionsbereiche „Fressen“, „Liegen“ und
„Laufen“ in der Milchviehhaltung (I_LED_Milchvieh)
- 233 Entwicklung einer Software für die Bewertung, Planung und zum Nachweis
verschiedener Haltungsstrategien auf die Steigerung des Wohlbefindens von
Milchkühen (CowSoft)
- 237 Erhaltung von Offenlandschaften durch zielgerichtetes Flächen- und
Wildtiermanagement

242 Sektion 7: Verbesserung der gesellschaftlichen Akzeptanz für die Tierhaltung

- 242 Community Supported Agriculture: Entwicklung von innovativen Konzepten
zur Verbesserung der gesellschaftlichen Verankerung der modernen
Tierproduktion
- 245 SocialLab – Nutztierhaltung im Spiegel der Gesellschaft (SocialLab)
- 249 Implementierung eines „Praxis-Campus nachhaltige Nutztierhaltung“
am Landwirtschaftlichen Bildungszentrum Echem
- 254 AniFair – ein Tool zur Bewertung der Tiergerechtheit mit der
Multi-Criteria-Analyse

257 **Sektion 8: Fischerei und Aquakultur**

- 257 Überwindung der Schwierigkeiten bei der Nachzucht des Europäischen Aals (AalPro)
- 260 Anpassung und Weiterentwicklung von innovativen, nicht-invasiven Monitoringsystemen und Auswerteverfahren für die Fischereiforschung (AutoMAT) – Neue, innovative Ansätze zur Rückverfolgbarkeit von Fisch und Fischereiprodukten
- 264 Entwicklung eines praxistauglichen Verfahrens zur Phosphor-Elimination im Ablaufwasser geschlossener Kreislaufanlagen zur Kultivierung aquatischer Organismen (PELIKLA)
- 267 Entwicklung eines mobilen Fischtransportsystems mit integrierter Wasseraufbereitung (FiT)

269 **Sektion 9: Innovative Ansätze in der Weizenzüchtung**

- 269 Zuchtmethodische Grundlagen zur Nutzbarmachung von Heterosis in Weizensorten (ZUCHTWERT)
- 273 CMS Restauration in Weizen: Identifizierung von Donoren für effektive Restoration der Fertilität männlich steriler Linien basierend auf *T. timopheevii* Cytoplasma sowie molekulare Charakterisierung der Weizen P class PPR Genfamilie als Quelle möglicher Restorer-Kandidatengene (RESTORER)
- 276 Entwicklung molekularer Marker für die Resistenz gegen bodenbürtige Viren in Weizen (ReBoVi)
- 279 Identifikation von eng gekoppelten Markern für Braun- und Gelbrostresistenzgene und Erfassung der Virulenz in Freilandpopulationen des Braun- und Gelbrosts (IdMaRo)
- 283 Screening auf *Wheat dwarf virus* (WDV) Resistenz / Toleranz im Weizen-Genpool und Identifikation von QTLs mittels assoziationsgenetischer Verfahren
- 286 Identifizierung und Kartierung von QTL für Resistenz gegenüber der Septoria-Blattdürre (*Septoria tritici*) des Weizens in der Akzession HTRI 1410 (IKRS)
- 289 Gezielte Neuzüchtung von Hochleistungssorten des Winterweizens, welche Verbesserungen in Ertrag, Resistenz, Qualität und Nährstoffeffizienz zeigen, mit Hilfe der Weizen-MAGIC-Population WM-800 (MAGIC WHEAT)

- 292 Integrative Nutzbarmachung der genetischen Diversität bei Winterweizen zur Erhöhung des Kornertrags (GENDIV)
- 296 Sink-Konkurrenz zwischen Bestockung und Wurzelentwicklung beim Weizen (Rootshape)
- 301 Fernerkundliche Beurteilung der Trocken- und Hitzetoleranz von Weizen- genotypen auf Selektionsstandorten mit begleitenden Untersuchungen zu Durchwurzelungstiefe, Wurzelmorphologie und Wasserhaushalt
- 306 Neue allelische Diversität für das ertragsbestimmende Merkmal Halmlänge des Weizens durch gezielte, genspezifische Mutagenese (DIVHA)
- 309 Sequenzierung und Analyse des Weizen-genoms - ein Beitrag Deutschlands zur International Wheat Initiative (WHEATSEQ)

311 Sektion 10: Emissionsminderung in der Nutztierhaltung

- 311 Ermittlung von Emissionsdaten für die Beurteilung der Umweltwirkungen der Nutztierhaltung (EmiDaT)
- 315 Innovationspotenziale für Emissionsminderungen von Treibhausgasen in der Wertschöpfungskette Milch (INNO Mil-CH4)
- 319 Nachhaltige, tier- und umweltgerechte Rinderhaltung durch Minderung von Ammoniakemissionen mit Hilfe eines Ureaseinhibitors (REDUCE)
- 323 Einfluss einer proteinreduzierten Fütterung von Milchkühen bei Einsatz geschützter Aminosäuren auf tierische Leistungen, Tiergesundheit, Stickstoffausscheidungen und den Ausstoß klima- und umweltrelevanter Gase (N-Reduk)
- 326 Emissionsminderung aus Geflügelställen durch kombinierte Abluftreinigung (ALR Huhn)
- 330 Modifizierung und Optimierung von Regeleingangsgrößen in zwangsbelüfteten Stallanlagen der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung
- 332 Entwicklung eines „Tauschwäschers“ zur umweltfreundlichen und energiearmen Haltung von Schweinen
- 337 Filtration

- 340 Optimierung der Abscheidung von Bioaerosolen aus der Abluft eines Schweinestalls durch die Entwicklung einer innovativen automatisierten Prozesssteuerung zur Regulierung der Filterfeuchte in einer dreistufigen Abluftreinigungsanlage
- 344 Entwicklung eines innovativen, nachrüstbaren Moduls zur Luftkonditionierung zur Optimierung der Stallluftqualität in Schweineställen

350 Sektion 11: Entwicklung und Bewertung tiergerechter Haltungssysteme sowie Verbesserung der Tiergesundheit

- 350 Multifunktionale RFID Transponder für das Monitoring des Nutztieres Biene (BeeID)
- 353 Stechmücken-Monitoring in Deutschland (CuliMo)
- 356 Entwicklung eines Bewertungssystems zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Pferdehaltungen als Bestandteil eines Nachhaltigkeitsmanagementsystems („Weihenstephaner Bewertungssystem“)
- 360 Durchtrittbeständigkeit von Ausfachungsbohlen für Pferdeboxen (PferdeTritt)
- 364 Untersuchung der Eignung alternativer Putenherkünfte für ein ökologisches Haltungssystem (Ökoputen)
- 369 YHealth - Gesundheitsmonitoring in der Aufzuchtphase als Grundstein für die nachhaltige und langfristige Verbesserung der Tiergesundheit in Milchviehbetrieben
- 372 Analyse der Lokomotion des Rindes mittels Fluoroskopie und neuartiger Druckmesssysteme zur Modifikation von Klauenpflegemethoden und zur nachhaltigen Optimierung von tierartgerechten Haltungsverfahren (ProKlaue)
- 376 Stressreduzierung beim Melken von Färsen in automatischen Melksystemen durch Training am Phantom-Melkautomaten
- 378 Entwicklung, Erprobung und Bewertung eines Ortungssystems mit Softwareanwendungen für Rinder auf Almen und Weiden basierend auf GPS- und GSM-Technologie (GPS-Weidemanagementsystem)

382 Sektion 12: Lebensmittelsicherheit, Produktinformation und Ressourcenschonung

- 382 Verbundprojekt: Plasma-basierte Dekontamination von trockenen pflanzlichen Produkten zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit (3Plas)
- 387 Entwicklung von automatisierten Analyseverfahren zur Identifizierung und Bewertung von nicht verkehrsfähigen Produkten des virtuellen Lebensmittelmarktes (AAPVL)
- 390 OPDIS - Open Product Data Information System
- 392 Automatisierter Einkaufs- und Entwurfsberater für das Smart Home (AUTES-Home)
- 395 Aufbereitung von Prozesswasser aus der Bioethanolschlempe als Ersatz von Frischwasser (ProWa)
- 400 Ressourcenschonende Produktion und Anwendung mikrobieller Kulturen für Milcherzeugnisse (RESOCULT)



Grußwort

„Die Zukunft ins Jetzt holen“ – wie ist das möglich? Anforderungen, wie die Land- und Ernährungswirtschaft sein soll, gibt es viele: Ressourcenschonend, zum Wohl der Tiere, gleichzeitig für Landwirte praktikabel und lohnend. Ein Patentrezept hierfür gibt es wahrlich nicht – aber engagierte Wissenschaftler und Unternehmer mit Ideen, die Teilaspekte dieses großen Ganzen lösen können. Genau jene Pioniere schaffen es, die Zukunft ins Jetzt zu holen. Sie sind es, denen die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung mit ihrer Expertise im Auftrag des Bundeslandwirtschaftsministeriums seit zehn Jahren als Projektträger im Innovationsprogramm zur Seite steht.

Über 420 richtungsweisende Innovationsprojekte mit einem Fördervolumen von rund 208 Millionen Euro wurden in zehn Jahren auf den Weg gebracht. Beschäftigten sich die ersten Innovationsprojekte mit klassischen Themen der Agrarbranche, zum Beispiel mit Verfahren zur Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes oder der Entwicklung tiergerechter Haltungssysteme, werden heute auch Projekte gefördert, die beispielsweise Backzutaten für Menschen mit Glutenunverträglichkeit, Warngeräte zur Minimierung von Schweinswal-Beifängen, oder Traktor-Assistenzsysteme für die automatische

Erkennung von Menschen und Hindernisse entwickeln. Alle Projekte berücksichtigen gesellschaftspolitische Aspekte wie die Schonung natürlicher Ressourcen, den Tierschutz oder den gesundheitlichen Verbraucherschutz. Die Innovationsförderung bildet damit ein Scharnier zwischen Politik, Wirtschaft und Forschung und sorgt für eine bestmögliche Vernetzung aller Akteure des Innovationsgeschehens.

Es ist bezeichnend, dass bei diesen „Jubiläums-Innovationstagen“ nicht die Rückschau, sondern die Zukunft im Mittelpunkt steht. Gemeinsam mit jenen, die bereits durch Projekte Fortschritt konkret vorangebracht haben, jenen, die für ihre Ideen noch Unterstützung benötigen und allen, die mit ihrem Wissen und ihrer Meinung zum Fortschritt beitragen können, wollen wir die aktuellen Innovationen der Agrar- und Ernährungsbranche diskutieren.

Neben den Projekten aus dem Programm zur Innovationsförderung des BMEL werden auch Vorhaben aus den Innovationsprogrammen der Landwirtschaftlichen Rentenbank sowie aus der Deutschen Innovationspartnerschaft Agrar (DIP) präsentiert. Durch die unterschiedliche Schwerpunktsetzung der Instrumente stehen für eine Vielzahl guter Ideen passende Fördermöglichkeiten zur Verfügung. Sie erhalten während der Tagung Gelegenheit, sich über diese Fördermöglichkeiten näher zu informieren.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Tagung und freue mich darauf, gemeinsam mit Ihnen auch weiterhin die Zukunft ins Jetzt zu holen!



Dr. Hanns-Christoph Eiden

Präsident der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

Einleitung

Die Zukunft ins Jetzt holen - 10 Jahre Programm zur Innovationsförderung

Die Innovationstage 2016 sind „Jubiläumstage“. Seit zehn Jahren gibt es das Programm zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Unter dem Leitmotto „Die Zukunft ins Jetzt holen“ geht es um aktuelle Themen wie zum Beispiel die Verbesserung des Tierwohls durch intelligente LED-Beleuchtung im Milchviehstall oder die Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes im Obstbau mittels einer innovativen Lückenschaltung. Darüber hinaus bieten die Innovationstage Gelegenheit auf die Anfänge der Innovationsförderung zu blicken, Erfahrungen der letzten Jahre auszutauschen und die derzeitigen Entwicklungen auf dem Agrar- und Ernährungssektor zu diskutieren.

Im Jubiläumsjahr präsentiert sich die enorme Themenvielfalt des BMEL-Innovationsprogramms. In zwölf Fachsektionen erfahren die Gäste Wissenswertes aus insgesamt 105 Innovationsprojekten sämtlicher Bereiche des Agrar- und Ernährungssektors. Im Forum „Forschung – Innovation – Produkt“ werden die Ergebnisse einzelner Projekte auf multimediale Weise erlebbar gemacht. Unter anderem können sich die Besucher ein webbasiertes System für die Pflanzenschutzberatung im Gartencenter sowie einen Handscanner zur Bestimmung der Frische und des Hygienestatus von Fleisch ansehen.

Die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Agrar- und Ernährungswirtschaft stärken: Das ist seit zehn Jahren Ziel der Innovationsförderung in Deutschland. Im Fokus stehen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben für marktfähige Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen. Charakteristisch für die Projekte ist die enge Kooperation zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen.

Auf den Innovationstagen 2016 wird deutlich, wie durch gezielte Förderung innovative Lösungen für die Praxis entwickelt und das große Ideenpotenzial der deutschen Agrar- und Ernährungsbranche genutzt werden können. Das Team der Innovationsförderung freut sich über konstruktive Diskussionen und einen ertragreichen Erfahrungsaustausch in Bonn!

Sektion 1: Effizienzsteigerung und Ressourcenschonung in der Pflanzenproduktion

„Echtzeit-Erkennung der Messerschärfe in Landmaschinen (EMiL)“

“Real-time monitoring of cutting blade sharpness in agricultural machinery (EMiL)”

Projektlaufzeit

16.05.2014 bis 15.05.2017

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. O. Hensel, Dipl.-Phys. H. Siebald
Fachgebiet Agrartechnik, Universität Kassel FB 11
Witzenhausen

Verbundpartner

Prof. Dr.-Ing. A. Wenzel, Prof. Dr.-Ing. F. Beneke,
Hochschule Schmalkalden, Fakultät Elektrotechnik
Schmalkalden

Assoziierter Partner:

CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH,
CSE Vorentwicklung
Harsewinkel

Kurzfassung

Projektziel

Schneidprozesse gehören zu den zentralen Zerkleinerungsverfahren der landwirtschaftlichen Erntetechnologie (Gras, Silomais, Stroh u.a.). Üblicherweise werden bei Erntemaschinen die Messerschärfe und damit der Schleifzeitpunkt auf Basis indirekter Parameter wie Treibstoffverbrauch, Motorgeräusch, Häckselqualität etc. abgeleitet. Diese subjektive Beurteilung erfordert viel Erfahrung, ist zudem sehr ungenau in der Aussage, auf welchem Punkt der Verschleißkurve sich die Messer gerade befinden und die Wahrnehmung durch den Fahrer (isoliert durch die Kabine) erfolgt zeitverzögert. Ein zu spätes Schleifen verschlechtert aber die Schnittqualität und erhöht den nötigen Kraftaufwand und somit den Kraftstoffverbrauch der Maschine drastisch. Daher werden heutzutage Landmaschinen häufig „vorsichtshalber“ zu früh geschliffen und unnötiger Aufwand, Kosten und Stillstandszeiten in Kauf genommen werden.

Daher ist es das Ziel des hier vorgestellten Projekts, eine optimale Schnittqualität bei angemessenem Energieaufwand, besser noch bei reduziertem Energiebedarf, durch eine kontinuierliche (online) Überwachung der Messerschärfe während des Ernteprozesses zu erreichen und die durchgeführten Schleifvorgänge auf ein Minimum zu reduzieren.

Realisierung

Basierend auf Voruntersuchungen im Betrieb eines selbstfahrenden Feldhäckslers, der Diskussion mit Personen aus der Praxis und einer analytischen Simulation der dynamischen Kraftsignale im Schneidprozess wurden die Randbedingungen und Anforderungen an ein Messerschärfe-Erkennungssystem definiert und die Hard- und Software für die Entwicklung ausgewählt bzw. konzeptioniert.

Verschiedene selbstfahrende Feldhäckslers (Typ: Claas Jaguar) wurden mit Beschleunigungssensoren (s. Abbildung 1) an der Gegenschneide (1 und 2), am Messertrommelgehäuse (3) und am Kabinenträger (4) ausgestattet und die Signale mit einem in der Kabine platzierten Messsystem erfasst.

Die Messertrommel war mit 2 x 12 v-förmig angeordneten Messern ausgerüstet. Die Messungen erfolgten während mehrerer Feldeinsätze in der Gras-, der GPS- und Maisernte in den Jahren 2014 bis 2016. Einerseits wurde das Verhalten während der Ernte ohne zwischenzeitliches Schleifen der Messer untersucht. Andererseits wurden verschlissene Messer sukzessive geschliffen und nach jedem Schleifen eine vergleichsweise kleine Fläche (1-2 ha) geerntet und das akustische Signal erfasst.

Zur Quantifizierung des aktuellen Messerzustandes und damit als Referenz für die Entwicklung des akustischen Erkennungssystems wurden neben der kontinuierlichen Erfassung des Durchsatzes, zu bestimmten Zeitpunkten Gutproben genommen und der Zustand der Messer optisch erfasst bzw. ein Abdruck der Schnittkante einzelner Messer erstellt.

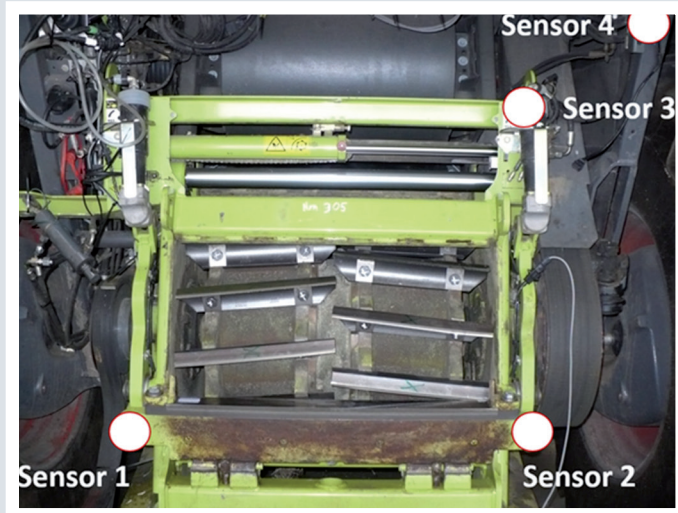


Abb. 1: Sensorpositionen am Schneidaggregat

Die Körperschallsignale wurden im Zeit- und Frequenzbereich ausgewertet. Es wurden verschiedene Verfahren der Klassifizierung der verschiedenen Zustände der Messer untersucht. Dabei wurden einerseits komplexe, rechenintensive Verfahren untersucht, die sehr robust sind und andererseits weniger komplexe Methoden betrachtet, die allerdings nicht stabil gegenüber Parameteränderungen sind. Die Gutproben wurden mit einem Bildanalyse-Verfahren hinsichtlich Schnittkantenqualität untersucht.

Ergebnisse

In Abbildung 2 ist das Zeitsignal der Beschleunigung an der Gegenschneide für eine Umdrehung der Messertrommel dargestellt. Deutlich zu erkennen ist der Eingriff der 12 Messer. Dies entspricht der Auswertung im Frequenzbereich, dass das Signal entsprechend der Simulationsergebnisse durch die Messerfolgefrequenz und deren Vielfache dominiert wird.

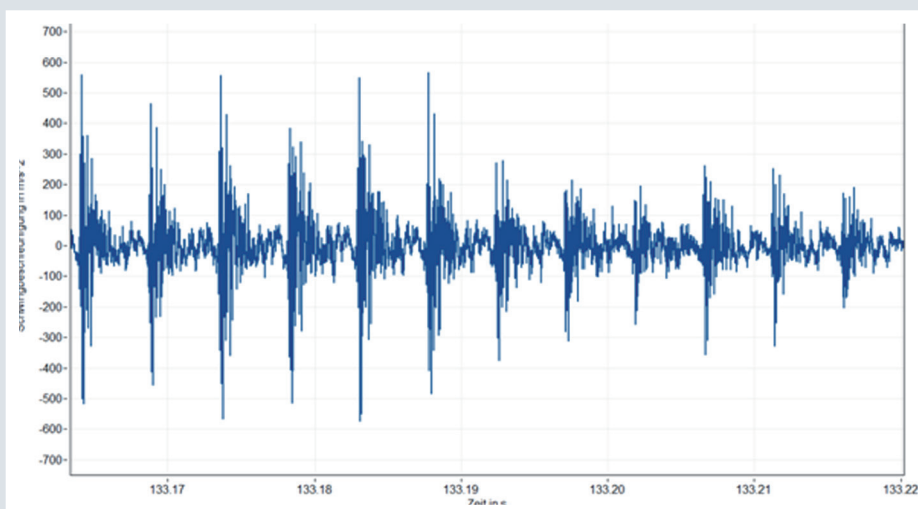


Abb. 2: Zeitsignal der Beschleunigung während einer Trommelumdrehung im Ernteprozess

Abbildung 3 zeigt den Körperschallpegel (blau) während einer Erntefahrt (Weidelgras), aufgetragen über dem kumulativen Durchsatz. Die Linearisierungskurve (rot) zeigt die gemittelte kontinuierliche Zunahme des Schallpegels während der Erntefahrt.

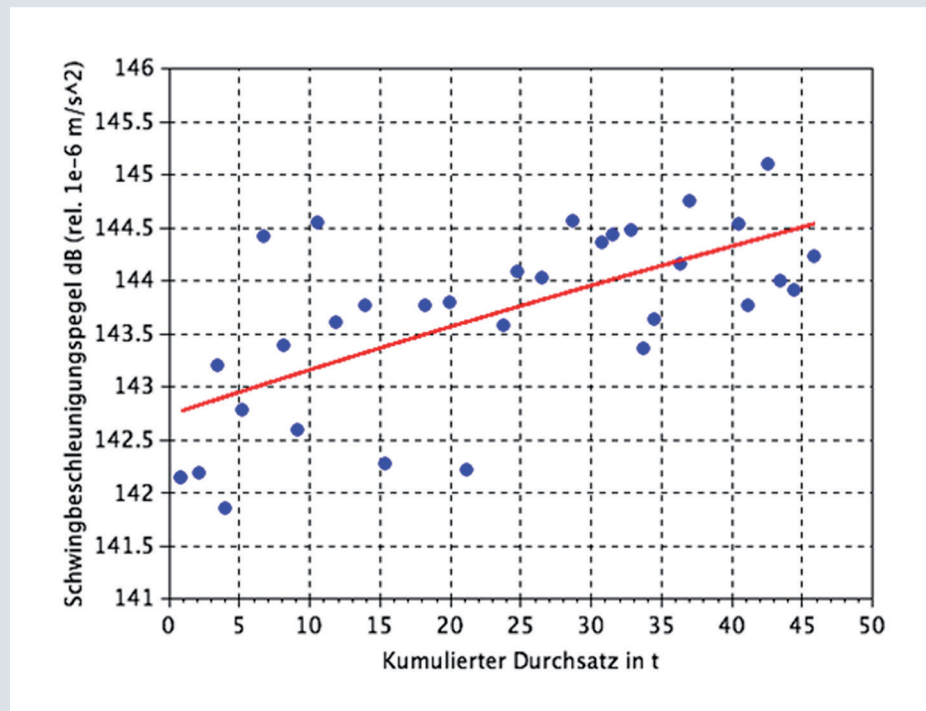


Abb. 3: Körperschallpegel (blau) und Regressionskurve (rot) über dem kumulierten Durchsatz

Die Bildanalyse des Schnittgutes bestätigt eine lineare Abnahme der Schnittqualität, die mit einem kontinuierlichen Verschleiß der Messer korreliert. Untersuchungen mit statistischen Methoden zur Detektionssicherheit zeigen, dass der Zustand von unterschiedlich oft geschliffenen Messern (1 bis 9 Schleifprozesse) mit einer hohen Genauigkeit von 98% erkannt und entsprechend zugeordnet werden.

Es ist geplant, im noch laufenden Projekt, das bisher erarbeitete Know-How in Form eines Funktionsmusters umzusetzen und dieses dann bei Feldeinsätzen zu testen.

(Geplante) Verwertung

Der Bedarf an einer Online-Erkennung der Messerschärfe ist sehr groß, was Betreiber und Hersteller von Feldhäckslern gleichermaßen bestätigen. Ziel ist es (in diesem Projekt), das Potential des akustischen System zu untersuchen. Hierbei ist es von großem Vorteil, dass das System eine Sensorik verwendet, die bereits im Häcksler für die Einstellung der Gegenschneide serienmäßig verbaut und über Jahre im Einsatz ist. Dies bedeutet, die Umsetzung beschränkt sich auf die Hard- und Software zur Signalanalyse und -darstellung.

**„Neuartige Assistenzsysteme mittels rückwärtsgerichteter
Time of Flight Kamera (TOF)“****“Innovative Assistance Systems based on a Backward-Looking
3D-Time of Flight Camera (TOF)”****Projektlaufzeit**

01.04.2014 bis 31.10.2017

Projektkoordinator, Institution

Tobias Blume

TU Braunschweig, Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge,
Braunschweig

Assoziierter Partner

AGCO Fendt, Marktoberdorf

Kurzfassung**Projektziel**

Das übergeordnete Projektziel ist die Konzeptionierung, Realisierung und Erprobung neuartiger Assistenzsysteme für Traktoren und mobile Arbeitsmaschinen auf Basis von 3D Sensorik. Damit einhergehend soll ein größtmögliches Einsatzspektrum der Sensorik für die Bereiche Effizienz, Komfort und Sicherheit umgesetzt werden. Der Time-of-Flight Sensor wurde hierzu am hinteren Teil der Traktorkabine verbaut, um ein dreidimensionales Bild des rückwärtigen Raumes zu erfassen. Auf Basis dieser Daten wurden folgende Applikationen entwickelt ([Blu15]):

- » Erkennung von Personen und Hindernissen hinter dem Fahrzeug, um bei Rangierfahrten die Sicherheit von Mensch und Maschine zu steigern
- » Identifizierung unterschiedlicher Anbaugeräte anhand ihrer Geometrie und Kinematik mit dem Ziel gerätespezifische Einstellungen am Traktor vorzunehmen. Automatisierung des Ankoppelvorgangs von Anbaugeräten unter schwierigen Sichtbedingungen
- » Ermittlung der exakten relativen Lage von gezogenen Anbaugeräten zur optimierten und ressourceneffizienteren Steuerung des Traktors im Zusammenhang mit automatisierten Spurführungssystemen

- » Automatisches und sicheres Rangieren mit Gelenk- und Starrdeichselanhängern durch direkte Vorgabe des Bewegungspfades des Anhängers

Realisierung

Als Versuchsfahrzeug wurde ein Fendt 724 mit einer 3D Time of Flight Kamera (Fotonic E70) sowie einer Recheneinheit (Intel NUC i7) ausgestattet. Die Kommunikation mit dem Versuchsfahrzeug erfolgt über das fahrzeugeigene CAN-Bussystem und eine durch den assoziierten Partner realisierte Schnittstelle.

Die Grundlage aller Applikationen bildet die Auswertung der Sensordaten. Dazu zählt vor allem die Identifizierung und Positionsbestimmung der Anbaugeräte (siehe Abbildung 1). Auf Basis dieser beiden Informationen werden sämtliche Applikationen realisiert.

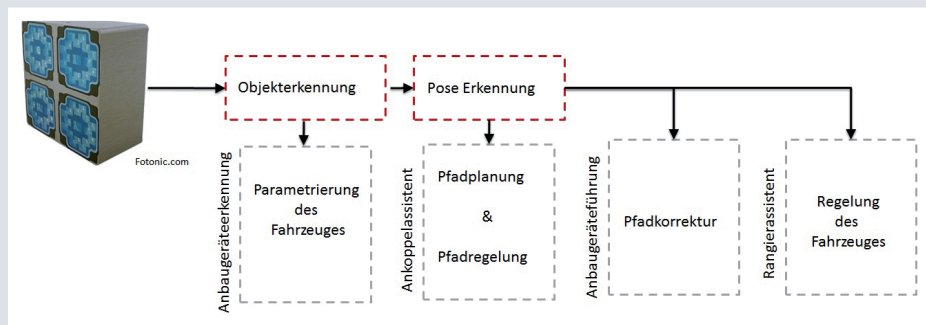


Abb. 1: Globale Systemarchitektur

Objekterkennung

Für die Objekterkennung wird ein globaler Deskriptor, das sogenannte ViewPointFeature-Histogramm (VFH), verwendet. Dieses extrahiert Merkmale aus einer Punktwolke und fügt diese in einem Histogramm zusammen. Dabei werden nicht nur objektspezifische Merkmale extrahiert sondern auch lagespezifische Merkmale (siehe Abbildung 2). D.h., jedes Histogramm enthält nicht nur Information zur Klassifizierung eines Anbaugerätes, sondern auch Informationen über die Position, welche später für die Positionsbestimmung genutzt werden können. Zur Klassifizierung wird das berechnete VFH mit bereits klassifizierten Histogrammen verglichen. Bei einer hohen Übereinstimmung ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass es sich um dasselbe Objekt handelt.

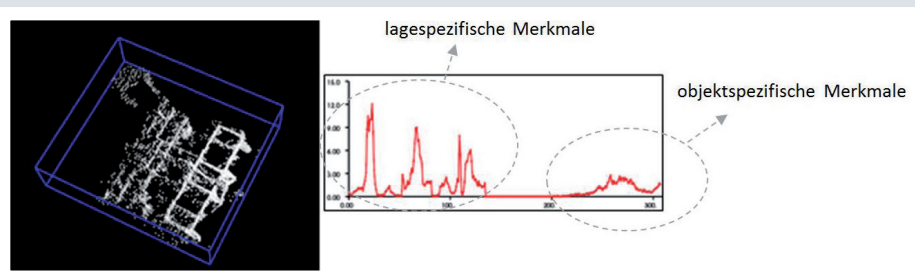


Abb. 2: Links Punktwolke eines Grubbers, rechts ViewPointFeature Histogramm [Blu15]

Positionsbestimmung des Anbaugerätes

Für den Rangierassistenten und den Assistenten für die automatisierte Spurführung ist die grobe Position des Anbaugerätes bereits bekannt, da sich das Anbaugerät im angehängten Zustand befindet. Einzig für den Ankoppelassistent muss das Anbaugerät in der vom Sensor berechneten Punktwolke gefunden werden. Dafür können die lagespezifischen Merkmale des VFH genutzt werden. Für den Abgleich der relativ Position zwischen Fahrzeug und Anbaugerät wurde ein Trackingsystem implementiert. Mit Hilfe der Odometrie (Fahrzeuglenkwinkel und Geschwindigkeit) erfolgt eine kontinuierliche Lageschätzung, die durch die Sensordaten auf Basis eines *Iterative Closest Point Algorithm* (ICP) korrigiert wird.

Fahrzeugregelung

Für die verschiedenen Applikationen wurden entsprechend ihrer Aufgabe Fahrzeugregler aus der Literatur implementiert.

Die Regelung des Gelenk- und Starrdeichselanhängers erfolgt nach dem Prinzip der modellbasierten Regelung, beschrieben von Sklyarenko in [Sk13]. Die Problematik beim Ankoppeln an Anbaugeräte ähnelt der Aufgabe des rückwärtigen Parkvorgangs bei PKW. Aus diesem Grund wurden ein Pfadplanungsalgorithmus von Kochem [Koc05] und ein Pfadregler nach Müller [Mue07] implementiert. Die Regelung für die passive Anbaugeräteführung wird später implementiert. Die Regelung basiert auf einer vereinfachten stabilen Regelung des Rangierassistenten.

Kollisionsassistent

Die Vermeidung von Kollisionen erfolgt durch eine Segmentierung der Sensorsignale. Dabei werden Punkte, die nahe beieinander liegen, gruppiert. Durch das Auslesen des aktuellen Lenkwinkels und der Geschwindigkeit wird der Pfad des Fahrzeuges berechnet. Liegt eine gruppierte Punktwolke mit einer definierten Größe in der Fahrzeugbahn wird der Bediener gewarnt bzw. das Fahrzeug gestoppt.

Ergebnisse

Alle Applikationen konnten erfolgreich auf dem Versuchsfahrzeug umgesetzt werden. Der Betrieb setzt allerdings noch einzuhaltende Randbedingungen bzgl. der Lichtverhältnisse voraus. Für den Rangierassistent wurde ein stabiler Regler implementiert, der es dem Bediener erlaubt, einen Starr- oder Gelenkdeichselanhänger kontrolliert zu steuern. Die Positionsbestimmung für den Ankoppelassistenten, wie in Abbildung 3 dargestellt, erreicht mit weniger als 3cm und 2,5° Versatz die benötigte Genauigkeit zum Ankoppeln von Anbaugeräten. Mit Hilfe der Anbaugeräteerkennung konnten ein Grubber, ein Pflug, und eine Kreiselegge erfolgreich klassifiziert werden. Ausführliche Ergebnisse werden im Rahmen des Projektes zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht.



Abb. 3: Versuchsfahrzeug beim automatisierten Ankoppeln an ein Anbaugerät

(Geplante) Verwertung

In diesem Forschungsprojekt konnte gezeigt werden, dass neue Assistenzsysteme auf Basis von 3D Sensoren realisiert werden können. Um eine industrielle Entwicklung der Applikationen zu ermöglichen, besteht vor allem im Sensorkonzept, das zuverlässig unter allen Umweltbedingungen in der Landwirtschaft funktionieren muss, noch Forschungsbedarf. Vor allem die Lichtempfindlichkeit der Time-of-Flight Kamera ist zum aktuellen Zeitpunkt die größte Herausforderung.

Literatur

[Blu15] Blume, Schattenberg und Frerichs, 73. Internationale Tagung LAND.technik, 2015: Innovative Assistance Systems based on a Backward-Looking 3D-Time of Flight Camera

[Mue07] Müller und Deutscher, Proceedings of the European Control Conference, 2007: Orbital Tracking Control for Car Parking via Control of the Clock Using a Nonlinear Reduced Order Steering-angle Observer

[Koc05] Michael Kochem, VDI-Verlag, 2005: Ein Fahrerassistenzsystem zur Unterstützung des rückwärtigen Parkvorgangs für PKW.

[Sk113] Sklyarenko, Schreiber und Schumacher, Mechatronics (ICM), 2013 IEEE International Conference on, 2013: Maneuvering assistant for truck and trailer combinations with arbitrary trailer hitching

[Gra95] Graef und Jahns, Landtechnik 05/95, 1995: Teilautomatisiertes Geräteankoppeln

„Verbesserung der Erntequalität eines RMS-Steillagenvollernters durch Implementierung einer dem Ernteprozess unmittelbar nachgelagerten mechanischen Trenn- und Sortiertechnik mit Platzierung dieser Technik auf dem Trägerfahrzeug des Raupenmechanisierungssystem-Traubenvollernter (RMS-TVE)“

“Improvement of grape quality of the RMS-steep-slope harvester (RMS-STVE) through the implementation of a mechanical separation and sortation process immediately“

Projektlaufzeit

08.12.15 bis 07.07.2018

Projektkoordinator, Institution

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Mosel (DLR)
Dipl. Oenologe Matthias Porten
Bernkastel-Kues

Verbundpartner

Carl Hoffmann Landmaschinen Fachbetrieb GmbH (Hoffmann)
Dipl.- Wirt. - Ing. (FH) Peter Hoffmann
Dipl. Ing. (FH) Markus Hoffmann
Piesport

Kurzfassung**Projektziel**

Ziel des Projektes ist die Implementierung einer Trenn- und Sortiertechnik auf dem Trägerfahrzeug des RMS-TVE. Durch die unmittelbar nachgeschaltete Aufreinigung des maschinell geernteten Lesegutes soll die Wirtschaftlichkeit des Steillagenweinbaus erhöht und die Qualität des Lesegutes verbessert werden. Das Vorhaben trägt damit zur Sicherung einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Steil- und Terrassenlagen im qualitätsorientierten Weinbau bei.

Realisierung

Die Arbeiten werden zwischen den Projektpartnern aufgeteilt. Das DLR Mosel übernimmt die praktische Durchführung der Versuche im Kelterhaus sowie den Ausbau und die Analyse der Moste und Weine. Weiterhin unterstützt das DLR die Konstruktion des Transportanhängers, die in der Planungshoheit bei der Firma Hoffmann Landmaschinen GmbH liegt. Hierbei steht die Prozessoptimierung der ineinandergreifenden Systeme

me auf dem Hänger im Vordergrund, um im Sinne eines Qualitätssicherungssystems eine ordnungsgemäße und sichere Verarbeitung und Übergabe der Trauben sicherzustellen.

Die Hauptaufgabe der Firma Hoffmann Landmaschinen besteht in der Konstruktion und Fertigung eines Transportanhängers für den RMS-TVE, der zugleich die Trenn- und Sortiertechnik aufnimmt und durch Zwischenbunkersysteme und Verzögerungsstrecken gewährleistet, dass eine schnelle und kontinuierliche Abtrennung von nicht erwünschten Inhaltsstoffen aus dem Traubengut erfolgt. Weiterhin stellt die Firma Hoffmann Landmaschinen den RMS-STVE mit Zugschlepper zur Verfügung, um die Versuchsfahrten durchzuführen. Dadurch soll gewährleistet werden, dass über den Förderzeitraum hinweg eine Verbesserung der Trenn- und Transportfunktion des RMS-TVE-Anhängers erfolgen kann. Die arbeitswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Beurteilung des neuentwickelten Systems erfolgt durch den Projektleiter und die Mitarbeiter des DLR-Mosel.

Die Aufgaben des DLR Mosel umfassen folgende Arbeiten:

- » Vorbereitung der RMS-TVE Lese in den Versuchsanlagen
- » Versuche zur Auswahl der Komponenten der Sortiereinheit, die zum Aufbau auf die Hängereinheit des RMS-TVE geeignet sind
- » Durchführung der Lese und Sortierung mit dem RMS-TVE und der Hängereinheit mit Lesegut unterschiedlicher Belastung
- » Bewertung des Lesegutes von Leseversuchen mit dem RMS-TVE unterschiedlicher Belastung und Sortierqualität durch Bonituren
- » Versuche zur Feststellung der mechanischen Belastung des Lesegutes durch den RMS-TVE und die Sortiereinheit
- » Versuchsweinausbau und analytische sowie sensorische Kontrollen
- » Erprobung der Sortier- und Übergabeeinheiten
- » Erhebung der betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Aspekte
- » Versuchsdokumentation und Auswertung

Mittels HPLC-Analysen wird die Polyphenol-Zusammensetzung der Moste und Weine untersucht. Hierbei werden vor allem folgende Polyphenole gemessen, um unterschiedliche mechanische Belastungen durch die maschinelle Lese und Sortierung gegenüber der Handlese (Kontrolle) zu ermitteln: Tyrosol, Caftaräure, Protocatechussäure, Vanillinsäure, Kaffeesäure und p-Cumarsäure.

Die mechanische Belastung durch die Ernte- und Sortiereinheit wird außerdem durch folgende Parameter bei den drei Fraktionen der Pressung (Vorlauf, Druckstufe bis 0,5 bar, Druckstufe bis 2 bar) analysiert: Absitztrubgehalt, Schleudertrubgehalt, volumetrische Zusammensetzung der Pressfraktionen.

Die Aufgaben der Firma Hoffmann GmbH umfassen folgende Arbeiten:

- » Konstruktion und Fertigung der Lösungsvariante (RMS-Vollernter-Anhänger)
- » Bereitstellung eines RMS-TVE für die Versuchsfahrten mit Zugschlepper
- » Versuchsfahrten mit dem RMS-TVE im Weinberg

Die Firma Hoffmann GmbH konstruiert den RMS-Vollernter-Anhänger mit Aufbauten für eine Sortiereinheit mit Zwischenbunkersystem zur Trauben- und Mostaufnahme. Hierbei sollen alle Übergabesituationen zwischen den einzelnen Sortier-, Trenn-, Bunkersystemen und Transporteinheiten so optimiert werden, dass keine zusätzlichen mechanischen Belastungen für das Lesegut entstehen. Weiterhin sollen Stauungen und damit verbunden Zeitverzögerungen vermieden werden. Darüber hinaus muss sichergestellt werden, dass eine von dem Trenn-, Sortier- und Abtransportsystem unabhängige Arbeitsweise der Ernteeinheit ermöglicht wird. Eine gegenseitige Beeinflussung von Ernte und Sortiereinheit darf nicht erfolgen, damit durch eventuelle Störungen einer Einheit die andere Einheit nicht beeinflusst wird und ein reibungsloses Weiterarbeiten ermöglicht wird. Durch die arbeitsteilige Vorgehensweise soll ein arbeitswirtschaftlicher Vorteil erreicht werden, bei dem sogenannte Leerfahrtzeiten (Vorfahrtzeit zwischen zwei Zeilen, Lesefahrt und Leerbergauffahrt) effektiv für die Sortierung und Übergabe der Trauben genutzt werden können.

Ergebnisse

Bis zu den Innovationstagen 2016 erfolgt die Konstruktion des Anhänger- und Sortiersystems.

(Geplante) Verwertung

Durch die Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen, die durch das Anhängesystem mit Sortiereinheit erreicht werden, kann der RMS-TVE als eine Anbauvariante für das RMS in das nunmehr im Steilhang etablierte Mechanisierungssystem überführt werden. Im Anbaubereich Mosel sind bereits über 95 RMS-Einheiten bei Privatwinzern oder Lohnunternehmen im Einsatz. In anderen deutschen Steilhanggebieten wird diese Technik nun auch breitflächiger eingeführt. Damit kann das Erntesystem in ein bestehendes Mechanisierungsumfeld übernommen werden, das auch im überbetrieblichen Einsatz Erfahrungen mit der Nutzung dieser Technik hat. Damit bestehen keine Barrieren bei der Einführung dieser neuen Technik. Im Gegenteil besteht sogar ein großes Interesse bei den Lohnunternehmern zur Einführung dieser

Technik, da damit ein komplettes Angebot zur Mechanisierung im Steilhang bestehen würde. Die ersten Analysen zeigen, dass mit dem RMS-TVE eine Leistung von 40 - 50 ha möglich sein sollte. Aufgrund der Wegeerschließung könnten von den 3000 ha Steillagen der Mosel ca. 2000 ha mit dem RMS-TVE geerntet werden. Dies wäre mit 40 Maschinen durchführbar und stellt damit 66 % des heutigen RMS-Maschinenbesatzes dar.

„Weiterentwicklung, Bau und Erprobung optimierter Technik für die Verlegung und Bergung der Tropfschläuche im Kartoffelanbau (Opti-Tropf-Tech)“

“Development, construction and testing of optimized technology for burying and lifting of drip tapes in potatoes (Opti-Drip-Tech)”

Projektlaufzeit

01.08.2013 bis 30.09.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Markus Demmel (Projektkoordinator)
Georg Neumaier (Projektbearbeiter)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Freising

Verbundpartner

Kai-Uwe Eisenhut, Reiner Forker
Agrar-Genossenschaft eG Zodel
Neißeau

Hans-Jürgen Hanke, Dr.-Ing. Knut Scheibe
Schöpstal Maschinenbau GmbH
Markersdorf

Kurzfassung**Projektziel**

Ziel ist die Entwicklung und Evaluierung von optimierter, modular aufgebauter Technik zur Reduzierung des Arbeitsaufwands beim Verlegen und Bergen von Tropfschläuchen um den Einsatz von wasser- und energiesparender Tropfbewässerung bei Kartoffeln attraktiver zu machen.

Realisierung

Nach einer umfangreichen Aufnahme und Bewertung der verfügbaren und angewendeten Verlege- und Bergeverfahren werden die Anforderungen an die Technik für eine möglichst weitgehend mechanisierte Verlegung und Bergung unterschiedlicher Tropfschläuche in Zusammenarbeit mit Praktikern in Lastenheften dokumentiert und gemeinsam mit einer Maschinenbaufirma in Pflichtenhefte überführt. Diese sind die Grundlage für die Konzeption und Konstruktion der optimierten Verlege- und Bergetechnik.

Ergebnisse

Die Recherchen haben gezeigt, dass im Kartoffelbau Tropfschläuche derzeit mit unterschiedlichen Zusatzeinrichtungen an Dammformern oder Dammfräsen verlegt werden, wobei im Speziellen die Kuppelstellen der Vornutzung wie auch die exakte Seiten- und Tiefenführung beim Verlegen nach der Dammformung Probleme bereiten.

Ein 6-reihiger Prototyp einer Verlegemaschine für Tropfschläuche wurde konstruiert, gebaut und erprobt. Dieser ist mit drei hydraulisch klappbaren Trommelmagazinen ausgestattet, die je Reihe drei Trommeln aufnehmen können.



Abbildung 1: 6-reihiges Verlegegerät für Tropfschläuche mit hydraulisch absenkbaaren Magazinhaltern

Bei der Entwicklung wurde sehr viel Wert auf eine ergonomisch günstige Bestückung der Magazine gelegt. Durch die einzeln hydraulisch zum Traktor nach oben hin schwenkbaren Magazine wird die Zugänglichkeit zu den innenliegenden Magazinen deutlich erleichtert. Zudem wird der Schwerpunkt der Maschine zum Traktor verlagert. Die Scharkörper, welche einzeln über Parallelogramme am Grundrahmen montiert sind, folgen den Kartoffelreihen geführt durch Führungsbleche, in die sie höhenverstellbar integriert sind. Die einzelnen Scharkörper sind mit einem hydraulischen Be- und Entlastungssystem ausgestattet, damit der Schardruck an die unterschiedlichen Bodenverhältnisse angepasst werden kann. Durch die modulare Bauweise ist es auch möglich die Magazine auf herkömmlichen Häufelgeräten zu installieren.



Abbildung 2: Auf herkömmlichem Häufelgerät installierte hydraulisch klappbare Magazinhalter

Die Bergung der Tropfschläuche erfolgt bis dato 2-phasig. Im ersten Arbeitsschritt werden die Tropfschläuche aus dem Bestand gehoben und wieder abgelegt. In einem zweiten Arbeitsschritt werden sie vom Feldrand aus aufgewickelt. Bei der Neuentwicklung werden die Schläuche in einem Arbeitsgang geborgen. Unterschiedliche Hebe- und Wickeltechniken wurden im praktischen Einsatz getestet, modifiziert und das erfolgversprechendere System weiter optimiert.



Abbildung 3: Funktionsmuster des neuentwickelten Bergesystems

Bei dem entwickelten einreihigen Bergegerät, mit dem sich sowohl Einweg- als auch Mehrwegschläuche aufwickeln lassen, kann die Vorspannung der Schläuche variiert werden, damit der Wickelprozess sowohl auf den Schlauchtyp als auch auf die vorherrschenden Schlauchtemperaturen abgestimmt werden kann.

(Geplante) Verwertung

Bei dem entwickelten einreihigen Bergegerät, mit dem sich sowohl Einweg- als auch Mehrwegschläuche aufwickeln lassen, kann die Vorspannung der Schläuche variiert werden, damit der Wickelprozess sowohl auf den Schlauchtyp als auch auf die vorherrschenden Schlauchtemperaturen abgestimmt werden kann.

„Rohstoffscreening mit spektral-optischen Verfahren bei der Getreidelagerung (OptiScreen)“

“OptiScreen - Base investigation to development a mycotoxin screening sensor system usable in industrial grain sorting”

Projektlaufzeit

01.05.2015 bis 31.04.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr.-Ing. Frank-Jürgen Methner
Technische Universität Berlin
Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie,
Fachgebiet Brauwesen
Berlin

Verbundpartner

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB)
Dr. Antje Fröhling, Dr. Christine Idler, Dr. Oliver Schlüter
Potsdam;

Universität Potsdam (UP-PC)

Prof. Dr. Hans-Gerd Löhmannsröben, Prof. Dr. Michael Kumke,

Institut für Chemie
Physikalische Chemie
Karl-Liebknecht-Str. 24-25
Golm

Unterauftragnehmer:

Laser- und Medizin-Technologie GmbH, Berlin (LMTB)
 Dr. Jürgen Helfmann, Dipl.-Ing. Hans-Joachim Cappius
 Berlin

Industriepartner:

Röber Institut (Röber), Dr. Peter Thoren
 Wutha-Farnroda

LLA Instruments GmbH, (LLA)
 Dr. H. Lucht, Dr. Andrea Karrasch
 Berlin

Airsense Analytics GmbH (Airsense)
 Dr.-Ing. Andreas Walte
 Schwerin

Kurzfassung**Projektziel**

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Rohstoff-Screenings zur Verbesserung der Lagerfähigkeit von Getreide (Braucherste). Neben der dafür notwendigen Entwicklung einer großtechnisch einsetzbaren optisch-spektroskopischen 100%-Detektion von Mykotoxinen mittels kombinierter Fluoreszenz- und Reflexionsspektroskopie an Getreide, die auch bei Getreide-Sortiermaschinen eingesetzt werden soll, ist ein weiteres Ziel, die Detektion vorhandener Pilznester im Silo mittels Headspace-IMS-Analytik zu verbessern.

Realisierung

Das Verfahren der kombinierten Fluoreszenz- und Reflexionsspektroskopie soll genutzt werden, um Ober- und Unterseite der einlagig auf einem Förderband oder über eine Rutsche transportierten Körner per nachgeschaltetem Vereinzeler zu trennen. Die Sensorik soll parallelisiert einsetzbar sein, so dass die Gesamtbreite des Massenstroms durch viele Sensoren abgedeckt wird und damit der Durchsatz skalierbar ist.

Die Sensorik-gesteuerte Abtrennung der kontaminierten Getreidekörner kann so bei der Umlagerung von kontaminierten Silobeständen, eine Verwerfung der Gesamtcharge verhindern und durch Sortierung die Ausbreitung der Pilznester vermeiden.

Eine Online-Aussortierung belasteten Getreides vor der Lagerung oder während einer, durch Messungen mittels bereits verfügbarer Headspace-Sensoren (z.B. CO₂, Headspace-Analyse) ausgelösten, Umlagerung ermöglicht neue vorbeugende und nicht-chemische Maßnahmen zur Qualitätssteigerung sowohl beim Vorratsschutz, als auch zum Schutz der Endverbraucher durch Chargen-spezifische Reduktion toxikologischer Kontaminanten. Insbesondere Mykotoxine können unerkannt z.T. die gesamte Produktionskette durchlaufen und sind bereits in geringen Konzentrationen gesundheitsschädigend für Mensch und Tier.

Zu den Grundlagenuntersuchungen zählen:

- » Aufbau einer Messmethodik für den neuartigen optisch-spektroskopischen Sensor an schnell transportiertem Schüttgut
- » Chemometrie einer kombinierten Messmethodik mit Aufbau einer Metaboliten-Datenbank für IMS-Spektren
- » Verbesserung der IMS-Sensorik zur Messung an großen Behältern

Es werden folgende zur Entwicklung eines Demonstrators benötigte Entwicklungs- und Erprobungsphasen notwendig:

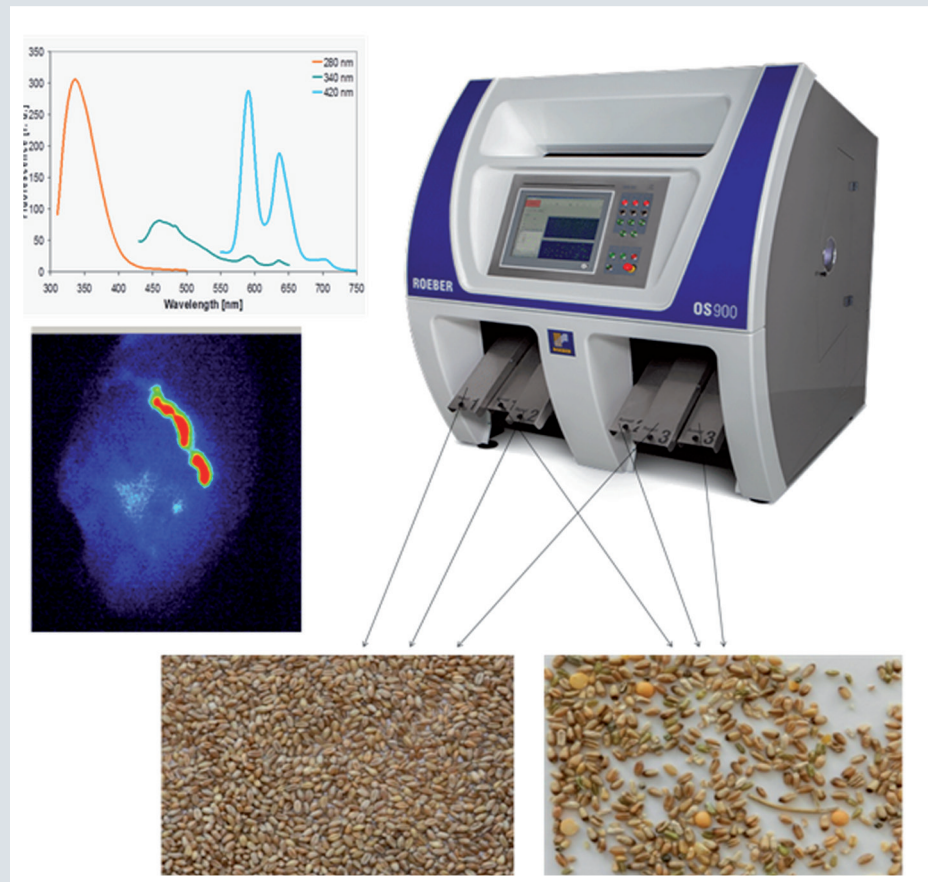
- » Vorversuche zur Kombination verschiedener Methoden der optisch-spektroskopischen Sensorik
- » Integration der Chemometrie in die Sensormodule
- » Lagerungsversuche zur Verifizierung der Umsortierungs-Strategie

Daraus ergeben sich folgende wissenschaftlich-technische Arbeitsziele:

- » optisch-spektroskopische Kombinationssensorik mit integrierter Chemometrie
- » IMS-Sensorik der Gasphase des Headspace großer Lagerbehälter

Ergebnisse

Im Rahmen der bisherigen Arbeiten konnten verschiedene der vorherrschenden Schimmelpilzarten von Gerstenkörnern separiert und identifiziert werden. Im Weiteren konnte die Probenaufbereitung und die Analysemethoden zur Bestimmung der Mycotoxingehalte (z.B.: Desoxynivalenol, Ochratoxin A (OTA), Zearalenon, Aflatoxin B1...) mittels ELISA und HPLC weiterentwickelt bzw. optimiert werden. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Rohstoff- (Wasser-, Extrakt-, Eiweißgehalt, mikrobielle Untersuchungen) und Mycotoxinanalytik ist es möglich bei verschiedenen Feuchtegehalten, Referenz-



gersten mit und ohne nennenswerten Mycotoxingehalten bzw. mit gezielt eingestellter Mykotoxinbelastung für die weitergehenden Forschungsarbeiten der Kooperationspartner bereitzustellen.

Im ersten Ansatz wurden UV/Vis Fluoreszenzspektren von unbelasteten und definiert belasteten Körnern erstellt um mögliche Störgrößen der Matrix (Braugerste) berücksichtigen zu können. Zudem wurden Untersuchungen von Mykotoxin auf Magnesiumsulfat (als indifferenten Träger mit sehr guten Reflexionseigenschaften) bis hin zu künstlich mit verschiedenen Mykotoxinen (Aflatoxin B1, OTA) kontaminierten Getreideproben durchgeführt. Zur Bestimmung von geeigneten Referenz- und Probenwellenlängenpaaren ($\lambda_{ex}/\lambda_{em}$) bzw. von verschiedenen Wellenlängendifferenzen $\Delta\lambda$ wurden (reduzierte) Anregungs-Emissions-Matrizen aufgenommen. Neben den Fluoreszenztechniken wurden Reflexionsmessungen durchgeführt. Zudem erhöht die Kombination der Methoden durch chemometrische Datenaufbereitungsschritte die Identifizierung von Mykotoxin belasteten Getreideproben.

Folgende Kombinationen sind basierend auf den aktuellen Erkenntnissen denkbar:

- » Fluoreszenz + VIS-Reflexion: Pilze erkennen und Mykotoxine quantifizieren/korrigieren
 - Technisch recht aufwändig (VIS/Fluoreszenz nacheinander, da gleiche Spektralbereiche)

- » Fluoreszenz + NIR-Reflexion: Stoffwechselaktivität von Pilzen sowie Mykotoxine erkennen, quantifizieren, korrigieren
 - Parallel möglich, da optisch entkoppelt werden kann

- » Fluoreszenz + VIS- und NIR-Reflexion: Stoffwechselaktivität und Korrektur
 - Technisch sehr hoher Aufwand (VIS/ Fluoreszenz nacheinander da gleiche Spektralbereiche & 2 Detektoren an gleichem Korn in gleicher Lage)

Weitere Schwerpunkte sind der Nachweis von charakteristischen flüchtigen Metaboliten durch eine Headspace-GC-IMS-Laborkopplung und der direkte Nachweis der schwerflüchtigen Mykotoxine nach einfacher Extraktion der Getreideproben durch Thermo-desorption-IMS. In diesem Zusammenhang konnte nach Erhöhung der TD-Temperatur auf 275°C auch 10 pmol Aflatoxin B1 detektiert werden. Das TD-Profil ist sehr schmal und symmetrisch. Nach Ionisation in der APCI-Kammer wird das protonierte Aflatoxin B1 gebildet. Man erkennt aber auch ein Fragmention (m/z 88), das wahrscheinlich durch thermische Zersetzung in der TDE und nachfolgende Ionisation entsteht.

Bei dem Nachweis von charakteristischen flüchtigen Metaboliten mittels einer Headspace-GC-IMS-Laborkopplung konnte unter Verwendung von Modellproben (kontaminierte Agarproben) und speziellen Gerstenmustern mit schimmelpilztypisch belasteten Gasphasen erste Leitsubstanzen in der Gasphase untersucht und identifiziert werden.

(Geplante) Verwertung

Die Verwertung ist bei erfolgreichem Projektabschluss durch die Industriepartner Röber, LLA Instruments und Airsense gesichert. LLA Instruments beabsichtigt, die Sensorik für den Getreide-Massenstrom auf Basis der Projektergebnisse zur Serienreife zu entwickeln und über die Integration in neue Röber-Sortiergeräte zu vermarkten. Beide Firmen sehen eine einvernehmliche Verwertung als realistisch an.

Airsense wird nach erfolgreichem Abschluss des Projekts die IMS-Sensorik zur Serienreife weiterentwickeln und vermarkten. Projektergebnisse werden gemäß den geltenden Richtlinien und Nebenbestimmungen des Förderprogramms auch weiteren Interessenten zur Verfügung gestellt.

„Elektronischer Beratungsassistent: Entwicklung und Implementierung eines Managementsystems für die Getreideproduktion (E-BAs)“

“Electronic Advisory Assistant: Development and implementation of a management system for cereal production (E-BAs)“ ”

Projektlaufzeit

01.09.2014 bis 31.08.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Benno Kleinhenz
ZEPP - Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen
und Programme im Pflanzenschutz
Bad Kreuznach

Verbundpartner

Dr. Manfred Röhrig
ISIP e.V.
Bad Kreuznach

Prof. Dr. Hans-Christian Rodrian
ITB - Institut für Innovation
Transfer und Beratung gemeinnützige GmbH

Kompetenzzentrum Innovative Informationssysteme (IIS)
Bingen

Kurzfassung

Projektziel

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines webbasierten interaktiven Managementsystems zur umfassenden Planung der Bestandesführung in Getreide. Dabei soll der Nutzer in seiner Entscheidungsfindung während der gesamten Anbauphase von der Planung bis zur Ernte in allen Bereichen intuitiv unterstützt und begleitet werden. Vorhandene Entscheidungshilfen, Warndiensthinweise, Monitoringergebnisse und das Basiswissen aus der Literatur am Beispiel Winterweizen werden so miteinander verknüpft, dass die Entscheidungsfindung stärker als bisher dem Leitbild des integrierten Pflanzenschutzes entspricht. Dadurch können relevante Wechselwirkungen berücksichtigt werden.

Als Kernfunktionalität wird ein interaktiver Beratungsassistent entwickelt, der auf der Basis der Daten einzelner georeferenzierter Schläge arbeitet. So stehen bei allen zu tref-

fenden Entscheidungen von der Aussaat bis zur Ernte direkt die benötigten Informationen gebündelt auf einer Plattform zur Verfügung, sodass relevante Wechselwirkungen berücksichtigt und Synergien genutzt werden können. Alle Informationen werden zu einem integrierten ganzheitlichen Managementsystem sinnvoll vereinigt.

In Zukunft kann die erstellte Infrastruktur des Beratungsassistenten auch auf andere Ackerbaukulturen übertragen werden und zusätzlich der Schlagdokumentation dienen.

Realisierung und bisherige Ergebnisse

Das Managementsystem soll sowohl auf Desktopgeräten (z.B. Heimcomputern und Laptops) sowie auch auf mobilen Endgeräten (z.B. Smartphones und Tablets) zur Verfügung stehen. Dabei soll hinsichtlich der Visualisierung und der Bedienung auf allen Ausgabe-geräten eine hohe Wiedererkennungsrates erreicht werden. Die von den Anwendenden eingegebenen und errechneten Datensätze sollen gespeichert werden und zur besseren Entscheidungsfindung und Auswertung im folgenden Jahr erneut zur Verfügung stehen. Auf Basis der Schlagkoordinaten können interpolierte Wetterdaten sowie der vorherrschende Bodentyp dem entsprechenden Standort zugeordnet werden. Bei der ersten Verwendung des Managementsystems ist vorgesehen, Schlagdaten aus dem Vorjahr (wie bisherige Fruchtfolge, Menge und Form der Düngung, Bodenbearbeitung, eingesetzte Pflanzenschutzmittel etc.) einzutragen. Im darauffolgenden Jahr werden diese Daten dann aus dem Vorjahr übernommen. Das vom Managementsystem prognostizierte Auftreten von Krankheiten und Schädlingen wird ebenfalls schlagspezifisch gespeichert und übernommen. Zusätzlich zu den Prognoseergebnissen soll das Managementsystem über eine Hinweisfunktion verfügen, welche einerseits regionale Warndienstinformationen anzeigt, wie auch regionale und jahreszeitabhängige Empfehlungen im Rahmen der guten fachlichen Praxis gibt.

Benachrichtigungen werden dem Anwender in E-BAs über Informationskanäle angezeigt. Informationsquellen, wie die Ergebnisse der Schaderregerprognose, die Benachrichtigungen der Offizialberatung, Ergebnisse aus regionalen Feldbonituren (Monitorings) etc. erhalten ihre eigenen Kanäle, deren Benachrichtigungen in bis zu drei Dringlichkeitsstufen eingeteilt werden. Die Gruppierung in eine Dringlichkeitsstufe wird an die Relevanz der Nachricht für den Nutzer gekoppelt, um sie individuell auf den Nutzer abzustimmen. Des Weiteren wird der elektronische Beratungsassistent über eine Kartenansicht verfügen, auf der die angelegten Schläge, zusammen mit den vom System generierten Benachrichtigungen dargestellt werden. Diese Form der Darstellung verschafft dem Nutzer einen räumlichen Überblick über die aktuelle Befallsituation bzw. Infektionsgefahr und ermöglicht und erlaubt somit eine zielgenauere Maßnahmenplanung und -durchführung.

(Geplante) Verwertung

Ein entscheidendes Problem bei der Prognose von Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschädlingen ist die Quantifizierung des Ausgangsbefalls. In vielen Fällen ist es aber nicht oder nur eingeschränkt möglich diesen Ausgangsbefall festzulegen. Ein Ausgangsbefall kann aber auch geschätzt werden, wenn die Anbaubedingungen bzw. Schlaghistorie genau bekannt sind. In dem hier beschriebenen Projekt, soll eine Methode entwickelt werden, die es ermöglicht den Ausgangsbefall durch Erfassung dieser Daten zu quantifizieren. Eine weitere Methode zur Ermittlung des Ausgangsbefalls ist die Abschätzung des Inokulums auf Basis weiterer Faktoren, die bisher nicht berücksichtigt sind. Dabei ist z. B. bei bodenbürtigen Schadpilzen wie z. B. Fusariumarten die Bodenfeuchte zu nennen. Sind sowohl die Schlaghistorie, der Vorjahresbefall als auch die Bodenfeuchte bekannt, kann das Inokulum sehr genau bestimmt werden.

Am Ende der Projektlaufzeit können Landwirte und Berater im Online-Portal ISIP ein komplettes und komfortables Managementsystem für die Getreideproduktion nutzen. Zusammen mit den bereits vorhandenen Modulen stellt ISIP damit ein bundesweit einmaliges Beratungsangebot dar.

Dieses Angebot wird wie bisher über kostenpflichtige Jahresabonnements vermarktet. Zurzeit sind bereits über 4.300 Abonnenten aus Praxis, Handel und Industrie im Portal regelmäßig aktiv. Bei rund 30.000 landwirtschaftlichen Betrieben über 100 ha in Deutschland wird hier noch ein beträchtliches Wachstum der Nutzerzahlen erwartet. Der Vertrieb der Abonnements erfolgt über die beteiligten Landesanstalten und Landwirtschaftskammern. Auf der Agritechnica 2017 soll das neue Managementsystem der Öffentlichkeit vorgestellt werden.

Die Projektergebnisse können von den Partnern genutzt werden, um für andere Kulturen und/oder Anwendungsfälle ähnliche Module in ISIP zu integrieren.

„Erarbeitung biotechnologischer Methoden zur Identifizierung, Erhaltung, Vermehrung und Nutzung selektierter Riegelahorn-Bäume für die Wertholzproduktion (Riegelahorn)“

“Development of biotechnological methods for the identification, conservation, propagation and use of selected maple trees with wavy grain for timber production”

Projektlaufzeit

01.01.2016 bis 31.12.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Michael Wallbraun
RLP AgroScience
Neustadt an der Weinstraße

Verbundpartner

Dr. Heike Liesebach
Thünen Institut für Forstgenetik
Waldsiedersdorf

Dr. Andreas Meier-Dinkel, Dr. Alwin Janßen
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
Hann. Münden

Imke Hutter, Dr. Carolin Schneider
Institut für Pflanzenkultur e.K.
Soltau

Sonja Merkel
Fa. Reinhold Hummel GmbH und Co KG
Stuttgart

Kurzfassung

Projektziel

Die geriegelte Form des Bergahorns (*Acer pseudoplatanus* L.) ist eines der teuersten Laubhölzer in Mitteleuropa. Im Rahmen dieses Projektes sollen biotechnologische Methoden für die Vermehrung von wertvollem Riegelahorn-Material und für die langfristige Erhaltung genetisch charakterisierter Klone entwickelt werden. Zudem werden Untersuchungen zur Heritabilität und Erkennbarkeit der Riegelung durchgeführt. Ein

weiteres Ziel ist die Aufklärung der Ursachen der Riegelung. Hier sollen Untersuchungen auf genetischer und epigenetischer Ebene und auf Ebene eines Endophyten-/Pathogen-Screenings durchgeführt werden. Darauf aufbauend soll erstmalig eine Untersuchungsmethode für den molekularbiologischen Nachweis der Riegelung am lebenden Baum entwickelt werden. Das bezüglich der Riegelung als positiv erwiesene Pflanzenmaterial soll für die Entwicklung eines effektiven, kommerziell anwendbaren *In-vitro*-Vermehrungsprotokolls mit dem Ziel einer Vermarktung als hochwertiges Vermehrungsgut verwendet werden.

Realisierung

Wertvolle Stämme geriegelten Bergahorns werden jährlich in Deutschland auf zahlreichen Submissionen hoch beboten und verkauft. Der Preis kann von einigen tausend Euro bis zu mehreren zehntausend Euro pro Stamm betragen. Der Begriff Wertholz wird dadurch verständlich. Leider sind diese Individuen als solche nach dem Verkauf auf Submissionen oft verloren, da bisher in Unkenntnis vorhandener Möglichkeiten kein Interesse an der Erhaltung und Nutzung der Reste dieses noch lebenden wertvollen Materials bestand. Durch gärtnerische Methoden (Pfropfung) ist es jedoch möglich, dieses Ursprungsmaterial zu erhalten. Biotechnologische Methoden sollen entwickelt und optimiert werden, um dieses wertvolle Material in größerer Stückzahl zu vermehren und damit langfristig zu sichern (**Generhaltung**). Eine Sammlung von selektierten adulten Riegelhorn-Klonen aus dem gesamten Bundesgebiet soll erstellt werden. Eine zu erarbeitende Methodik zur genetischen Charakterisierung (Fingerprint-Mikrosatelliten) erlaubt dann jederzeit die genetische **Identifizierung einzelner Klone**. Nach entsprechender Prüfung in Feldversuchen und Anerkennung entsprechend dem Forstvermehrungsgutgesetz soll solches Material künftig einer weiteren züchterischen Nutzung sowie einer unmittelbaren Vermarktung zugeführt werden.



Abb. 1: Riegelhornfurnier

Ein weiteres Ziel dieses Projektes ist es, die **Ursachen der Riegelung** im Bergahorn aufzuklären. Da die Ursachen multifaktoriell vermutet werden, sollen die Untersuchungen mehrgleisig auf genetischer und epigenetischer Ebene und auf Ebene eines Endophyten/Pathogen-Screenings durchgeführt werden. Die einmaligen, bereits vorhandenen Riegelhorn-Sammlungen der Projektpartner und die enormen Fortschritte der Hochdurchsatz-Sequenzierungen erlauben auch bei Bergahorn die Strategie der Transkriptomanalyse zu verfolgen, um Unterschiede im geriegelten und nicht geriegelten Bergahorn aufzudecken. Die Riegelung kann erst am geschlagenen Baumstamm sicher identifiziert werden. Daher soll eine Methode für den **molekularen Nachweis**

der Riegelung am lebenden Baum entwickelt werden. Das bezüglich der Riegelung als positiv erwiesene Pflanzenmaterial soll im Rahmen dieses Vorhabens für die Entwicklung eines effektiven, kommerziell anwendbaren *in vitro*-Vermehrungsprotokolls verwendet werden mit dem Ziel einer **Vermarktung als hochwertiges Vermehrungsgut**.

Ergebnisse

Das Projektvorhaben startete Anfang des Jahres. Doch konnten bereits zu Beginn des Projektes aus der Krone eines hochpreisigen Riegelahornstamm Reiser sichergestellt werden, die zur Erhaltung auf Unterlagen gepfropft wurden. Die *In-vitro*-Etablierung des Materials ist angelaufen.

(Geplante) Verwertung

Die Nachfrage von Riegelahorn ist aufgrund der Beliebtheit und der Seltenheit des Holzes sehr groß. Dementsprechend besteht bereits Bedarf für Vermehrungsgut von Riegelahorn, dem aufgrund fehlenden Pflanzenmaterials nicht nachgekommen werden kann. Die Projektpartner verfolgen die Absicht, durch die gesammelten und identifizierten Riegelahorngenotypen und das im Rahmen dieses Projektes zu etablierende Mikrovermehrungsprotokoll die vorhandene Nachfrage zu bedienen. Ziel ist eine Vermarktung von mikrovermehrten und/oder gepfropften Riegelahornen als hochwertiges Vermehrungsgut. Möglichst noch im Rahmen des Projekts sollten deshalb Klonprüfungsversuche angelegt werden, um später die selektierten Klone als geprüftes Vermehrungsgut entsprechend dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) zulassen zu können. Das Ziel einer optimalen und nachhaltigen Wertholzproduktion kann jedoch nicht nur über Rückpflanzung in den natürlichen Standort Wald erreicht werden, sondern auch in einem Anbau in Plantagen. Für den Plantagenanbau werden geeignete Standorte mit guten Boden- und Klimabedingungen ausgewählt und weitere Pflanzabstände als im Wald bieten

jedem Plantagenbaum genügend Standraum, so dass eine direkte Konkurrenz mit anderen Bäumen um Licht, Wasser und Nährstoffe ausgeschlossen werden kann. Auf Wertholzsubmissionen beträgt das durchschnittliche Alter der angebotenen Riegelahornstämme ca. 80 bis über 100 Jahre. Die optimalen Standortbedingungen im Plantagenanbau werden ein besseres und schnelleres Wachstum ermöglichen, so dass erheblich schneller in etwa der Hälfte der oben genannten Zeit geriegelte Stämme geerntet werden können. Die Voraussetzung für einen Anbau in Plantagen ist die Verfügbarkeit von ausreichend Pflanzmaterial. Das in diesem Projektvorhaben angestrebte, effektive *In-vitro*-Vermehrungssystem gibt den beteiligten Unternehmen die Möglichkeit, geprüftes Riegelahorn-Material in ausreichenden Mengen vegetativ zu verklonen, um dieses Marktsegment bedienen zu können.



Abb.2: Von einem Riegelahorn abstammende *in-vitro*-Pflanze

„Verbundprojekt: Einsatz der Hydrothermalen Carbonisierung (HTC) für die nachhaltige Behandlung und Verwertung von Fraktionen des Sanitärsektors im Sinne eines Biochar/Sewchar-Konzepts (CARBOWERT)“

“Hydrothermal Carbonization (HTC) for the Sustainable Treatment and Reuse of Organic Materials from the Sanitation Sector and its Application in the Biochar/Sewchar-Concept (CARBOWERT)”

Projektlaufzeit

01.10.2013 bis 30.04.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Christoph Fühner
Dptm. Umwelt- und Biotechnologisches Zentrum,
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ
Leipzig

Verbundpartner

Dr. Barbara Weiner
Dptm. Technische Umweltchemie
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ
Leipzig

Dr. Elke Schulz
Dptm. Bodenökologie, Helmholtz-Zentrum für
Umweltforschung GmbH – UFZ
Halle

Dipl.-Ing. Andreas Clemens
Forschungsbereich Bioraffinerien
Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ)
Leipzig

Dipl.-Ing. Marc Buttmann
TerraNova Energy GmbH
Düsseldorf

Professor Dr. Michael Bottlinger
 Institut für Angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)
 Hochschule Trier
 Birkenfeld

Dr. Andreas Muskolus
 Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an
 der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP)
 Berlin

Kurzfassung

Projektziel

Gegenstand des Verbundvorhabens CARBOWERT sind die Entwicklung integrierter Verfahren der hydrothermalen Carbonisierung (HTC) kommunaler Klärschlämme und der bodenbezogenen Verwertung so generierter HTC-Biokohlen (HTCB).

Das Projekt orientiert sich an dem Biochar-Konzept, das den Einsatz pyrolytisch carbonisierter Pflanzenbiomasse zur Kohlenstoffsequestrierung und Amelioration von Böden verfolgt. Als konversions- und substratspezifische Variante zielt das sog. Sewchar-Konzept darauf ab, die diesbezüglichen Chancen von Biochar-Systemen mit den Vorteilen des Einsatzes hydrothermalen Verfahren im Sanitärsektor zu verbinden (Abbildung 1).

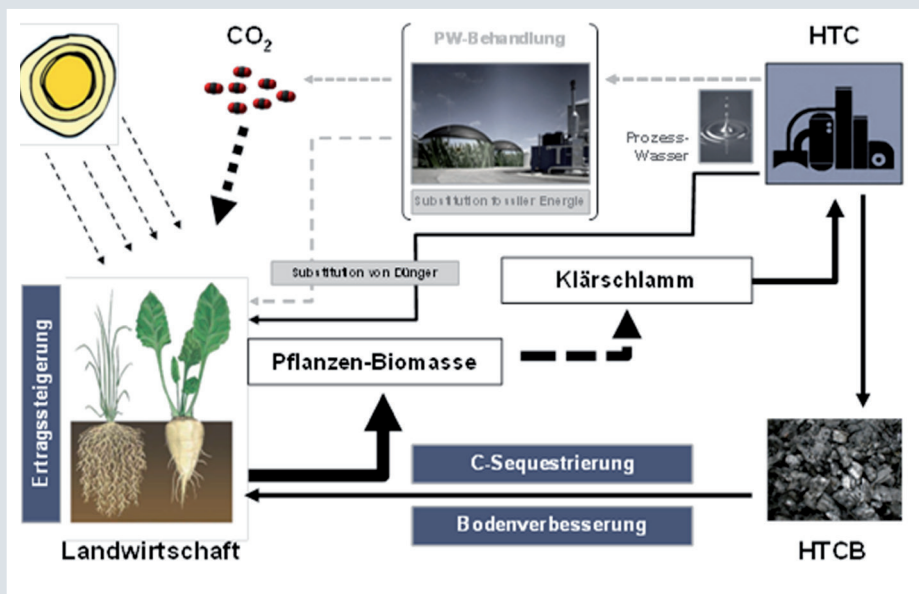


Abb. 1: Das HTC-basierte Sewchar-Konzept der Behandlung und Verwertung kommunaler Klärschlämme.

Da die HTC in Wasser stattfindet, muss Klärschlamm vor seiner thermochemischen Konversion nicht getrocknet werden. Infolge der HTC kann die Biogasausbeute und die mechanische Entwässerbarkeit der Klärschlämme erhöht und damit die energetische Effizienz des Kläranlagenbetriebs verbessert werden. Die verwertungsbezogenen Vorteile HTC-basierter Sewchar-Systeme beziehen sich konzeptionell neben der Kohlenstoffsequestrierung und Bodenverbesserung auf die Eliminierung oder Detoxifizierung substratspezifischer Kontaminanten, wie Humanpathogene, organische und anorganische Schadstoffe. Außerdem verspricht die HTC von Klärschlämmen und der bodenbezogene Einsatz ihrer Biokohlen die Möglichkeit einer nachhaltigen Kreislaufführung abwasserbürtiger Pflanzennährstoffe.

Ziel des CARBOWERT-Konsortiums ist es, die gesamte Prozesskette HTC-basierter Sewchar-Systeme zu untersuchen. Auf Grundlage stofflich-energetischer und ökonomischer Bilanzierungen soll eine Analyse ihrer möglichen Beiträge zum Ressourcen- und Klimaschutz erfolgen.

Realisierung

Abbildung 2 stellt die Struktur des transdisziplinären Verbundvorhabens dar. Die Arbeiten des IfaS und der TerraNova Energy GmbH zielen auf die prozesstechnische Optimierung der HTC ab. Drei Departments des UFZ befassen sich mit spezifischen Aspekten der stofflichen Verwertung von HTCB. Das Dptm. Technische Umweltchemie untersucht primär den Abbau organischer Schadstoffe. Hinsichtlich ihres möglichen Beitrags zum Klimaschutz werden vom Dptm. Bodenökologie Langzeiteffekte von HTC-Sewchars auf die mikrobielle Biomasse und die Emission relevanter Treibhausgase behandelt. Das Umwelt- und Biotechnologische Zentrum (UFZ-UBZ) analysiert die physikochemischen Eigenschaften von HTCB sowie deren Effekte auf den Boden und die Pflanzenentwicklung. Einbezogen in diese Arbeiten sind zwei Feldversuche auf sandigen Böden am Standort des IASP in Brandenburg. Die abschließenden Bilanzierungen sollen durch das DBFZ erfolgen.

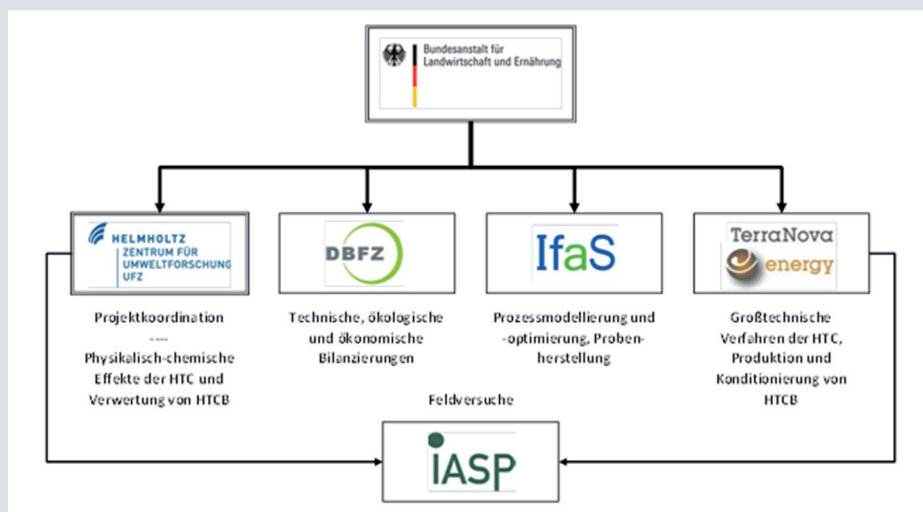


Abb. 2: Projektstruktur des Verbundvorhabens CARBOWERT (DBFZ = Deutsches Biomasseforschungszentrum GmbH, IfaS = Institut für Angewandtes Stoffstrommanagement der Hochschule Trier, IASP = Institut für Angewandte Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität Berlin).

Ergebnisse

In Abhängigkeit von den Konversionsparametern führt die HTC zum Abbau eines breiten Spektrums abwassertypischer organischer Schadstoffe. Von besonderem Interesse hinsichtlich der Diskussion über die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung ist die vollständige Hydrolyse polyacrylamidhaltiger Flockungshilfsmittel, die eine weite Anwendung im Betrieb kommunaler Kläranlagen finden. Grenzen der HTC werden für den Abbau chlorierter Aromaten aufgezeigt. Eine Dechlorierung der betreffenden Verbindungen erfordert eine nachgeschaltete Nassoxydation. Die HTC geht grundsätzlich mit der Abnahme des Anteils mobiler Schwermetalle in der Festphase einher. Durch die Absenkung des pH können Schwermetalle zudem vermehrt in das HTC-Prozesswasser überführt werden.

Bei höheren Temperaturen (> 200 °C) und Prozesszeiten (> 4 h) führt die HTC zur Veränderung verwertungsrelevanter molekularer Strukturen der Ausgangsstoffe. Die C/N-, H/C- und H/O-Verhältnisse sowie der Gehalt flüchtiger organischer Verbindungen korrelieren mit der metabolischen Stabilität. Ungewaschene HTC-Biomasse weisen initial sehr hohe mikrobielle Respirationsraten auf und bedingen eine transiente mikrobielle Stickstoffimmobilisierung. Diese kann angesichts der sehr hohen Gehalte mineralischen Stickstoffs in Klärschlamm und aus diesen hergestellten HTC-Biomasse unter anderem für den Grundwasserschutz von Vorteil sein.

Anders als HTC-Biomasse aus cellulosereichen und nährstoffarmen Biomassen führen HTC-Sewchars zu keinen initialen Beeinträchtigungen des Pflanzenwachstums. Wachstumsstimulationen durch klärschlammbürtige HTC-Biomasse gehen primär auf ihre Düngungseffekte zurück. Die Co-Konversion von Klärschlamm mit Stroh erlaubt eine vermehrte Bindung von Pflanzennährstoffen in und an den HTC-Biomasse. Positive Veränderungen physikalischer Kenngrößen, wie etwa der spezifischen Oberflächen und des Kationenaustauscherkomplexes, im Zuge der HTC von Klärschlamm sowie langfristige Verbesserungen der diesbezüglichen Bodeneigenschaften konnten bisher nicht nachgewiesen werden.

(Geplante) Verwertung

Vorbehaltlich der ausstehenden Projektarbeiten und ungeachtet des offenbar begrenzten Potenzials einer langfristigen Kohlenstoffspeicherung und Amelioration von Böden versprechen HTC-basierte Sewchar-Systeme Vorteile für die Behandlung und bodenbezogene Verwertung von Klärschlämmen. Eine besonders hohe Ressourceneffizienz lassen indes Varianten des Sewchar-Konzepts erwarten, die die direkte hydrothermale Behandlung von Humanexkrementen und Fäkalschlämmen vorsehen. Die HTC gewährleistet eine sichere Hygienisierung und könnte vor allem in Schwellen- und Entwicklungsländern eine Alternative zum Aufbau abwasserbasierter Sanitärsysteme mit ihrer hohen Kostenintensität und geringen stofflichen und energetischen Effizienz darstellen. Für die Benennung der Chancen entsprechender Sewchar-Systeme im In- und Ausland bedarf es allerdings noch der abschließenden ökonomischen und ökologischen Bilanzierungen von CARBOWERT.

„Geschlossenes, rezirkulierendes Bewässerungssystem für den Freilandanbau von Topfpflanzen mit innovativem Wassermanagement (GRS)“

“Closed irrigation system for fieldgrown potplant production with innovative water management”

Projektlaufzeit

27.03.2012 -31.01.2016

Projektkoordinator, Institution

Dipl.-Ing. agr. Gabriele Hack
Landwirtschaftskammer NRW
Bonn

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Vorhabens ist eine Minimierung des Austrages von unerwünschten Stoffen in den Unterboden und das Grundwasser beim Anbau von qualitativ hochwertigen Topfpflanzen. Gleichzeitig soll die Effizienz des Wassereinsatzes durch die Sammlung und Aufbereitung von überschüssigem Bewässerungswasser und des Niederschlagswassers optimiert werden. Weiterhin werden Kennzahlen zur Ermittlung der erforderlichen Dimensionierung und Kombination von Wasserspeicher- und Filteranlagen für weitere Anlagenplanungen geschlossener Systeme erarbeitet.

Zur Erreichung des Projektziels werden Wassermengen, Inhaltsstoffe (Nährstoffe und Pflanzenschutzmittelrückstände) im Wasser kontinuierlich ermittelt und als Stoffströme des Kulturverfahrens bilanziert. In engen Intervallen wird die Wasserqualität ermittelt, um Kriterien für die Bewertung des Rücklaufwassers vor und nach der Aufbereitung zu definieren. Darüber hinaus soll ein Kalkulationsmodell für die erforderlichen Wassermengen und das Wassereinsatzmanagement in einer rezirkulierenden Anlage entwickelt werden.

Realisierung

Von einem Gartenbaubetrieb wurde für die Untersuchungen eine Freilandfläche von ca. 10.000 m² Nettokulturfläche zur Verfügung gestellt. Die Kulturfläche war zum nivellierten Bodenuntergrund hin durch eine Kunststoffolie abgedichtet. Auf dieser Folie wurde eine Schicht mit Lavagestein aufgebracht, Drainrohre für die Wasserableitung eingebettet und mit einem wasserdurchlässigen Kunststoffgewebe abgedeckt. Die Wasserzufuhr für die Pflanzen erfolgte mit einem Gießwagen. Die Mengen des Bewässerungswassers

bzw. die Düngerlösungen, die nicht von den Pflanzen aufgenommen werden konnten, wurden gezielt abgeleitet und in einem Speicherbecken gesammelt. Nach einer Aufbereitung mit Langsam-Sandfiltern wurde das Wasser über ein weiteres Speicherbecken dem Bewässerungskreislauf wieder zugeführt (s. Abb. 1).

Zur Erfassung und Steuerung von Wasserströmen (Gießwasser, Nährlösungen und Niederschläge) im geschlossenen, rezirkulierenden System, wurden in kurzen Zeitintervallen Füllstände in Speicherbecken und Pumpenlaufzeiten aufgezeichnet. Zur Bewertung von Inhaltstoffen (Nährstoffe, Pflanzenschutzmittel) und Wasserqualitäten (z.B. pH-Wert) wurden in 1 - 2-wöchigen Intervallen sowie anlassbezogen Proben aus dem direkten Rücklaufwasser, dem Drainwassersammelbecken und dem Filterwasserbecken entnommen und mit Schnelltest- und Labormethoden analysiert.

Die Messergebnisse sind in die Erstellung eines Kalkulationsmodells für die Dimensionierung eines solchen System eingeflossen.

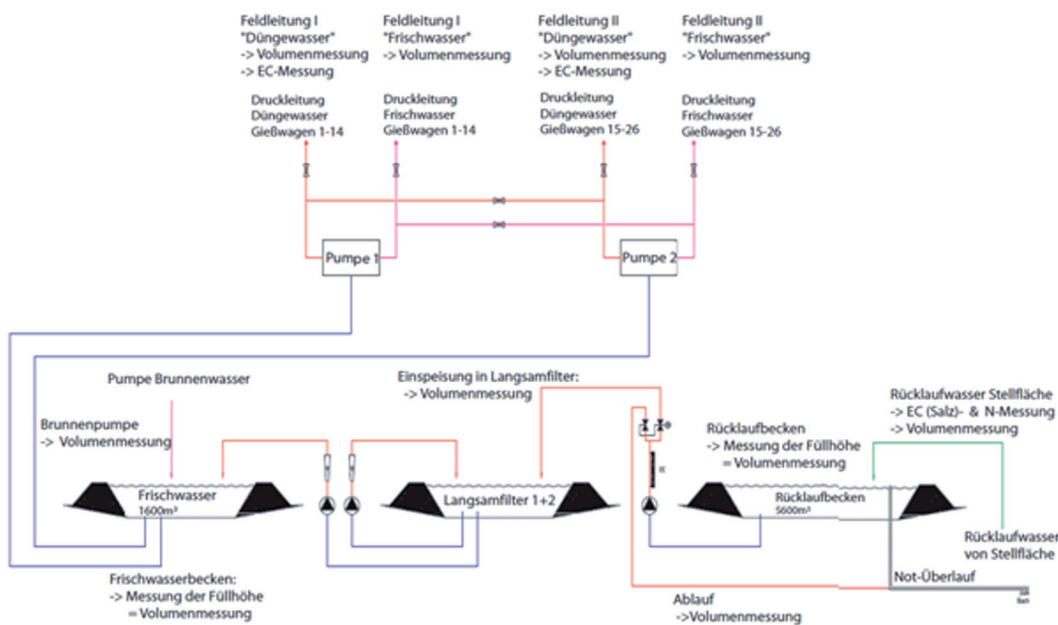


Abb. 1: Anlage- und Messschema des untersuchten geschlossenen, rezirkulierenden Bewässerungssystem

Ergebnisse

Die im geschlossenen, rezirkulierendem System erzeugten Topfpflanzen (Callunen) zeigten qualitativ sowie bei Pflanzengröße und Kulturzeit keinen Unterschied zu Pflanzen die in herkömmlichen, offenen Flächen kultiviert wurden. Eine sichere Kultur ohne erhöhten phytosanitären oder kulturtechnischen Aufwand ist möglich, wenn die Düngestrategie angepasst wird und die Düngerkonzentrationen des wiederverwendeten Wassers bei der Wahl des EC-Wertes des Bewässerungswassers berücksichtigt werden. Die im Rücklaufwasser gefundenen Pflanzenschutzmittelkonzentrationen haben keine Auswirkungen auf Wachstum oder Qualität der kultivierten Pflanzen. Die Entnahme von Brunnenwasser für die Bewässerung ist stark reduziert worden. Für Pflanzenschutzmittel und Stickstoff im Rücklaufwasser kann keine Abbauleistung durch die Passage der Lavaschicht und des Sandfilters in der untersuchten Anlage festgestellt werden. Die Verwendung des Rücklaufwassers (Rückführung in den Bewässerungskreislauf, Abspeicherung im Drainbecken oder Abführen und Versickerung über Vorfluter/Versickerungsmulde) ist mengen-, verbrauchs- und zeitabhängig. Eine gesamte Speicherung der Niederschlags- und Rücklaufmengen stellt sich bei dieser Anlagekonzeption als nicht umsetzbar heraus.

Das erarbeitete Kalkulationsmodell ermöglicht es für wählbare Anlagenkonzepte (Pflanzentopfabstände, Bewässerungstechnik, Niederschlagsverläufe u.a.) die Wasservolumenströme, -bilanzen und erforderliche Dimensionierungen zu ermitteln (s. Abb. 2). Das Projektziel, eine Grundlage für Strategien zur Optimierung der Wassereffizienz bei geschlossenen Freilandkulturflächen zu schaffen und die Erfüllung von Umweltauflagen, die an solche Anlagen gestellt werden, ist erreicht worden.

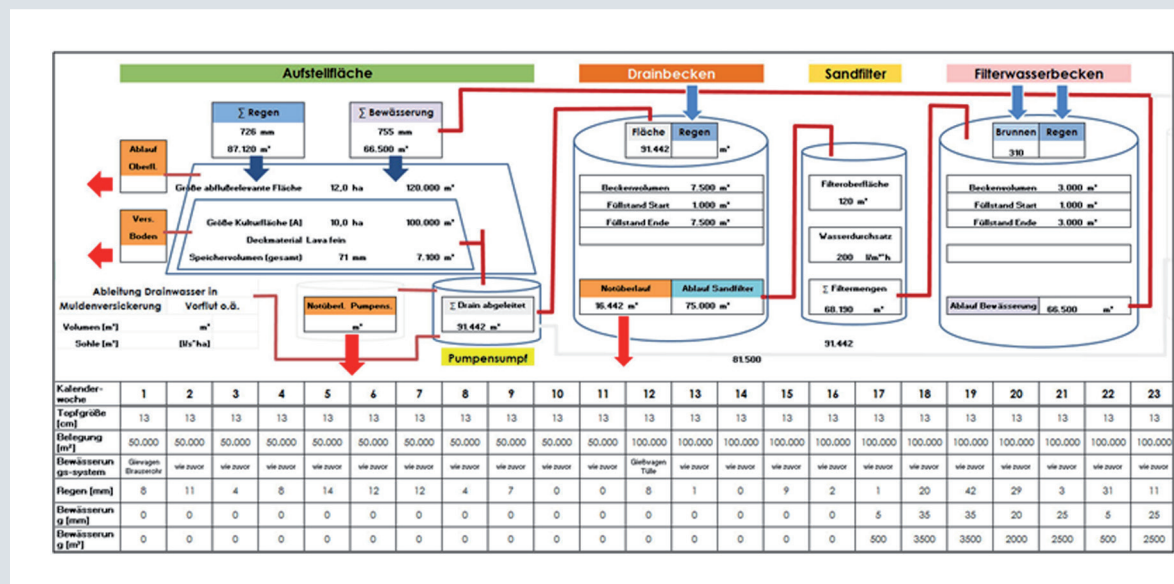


Abb. 2: Beispiel einer Ergebnisausgabe des Kalkulationsmodells für geschlossene, rezirkulierende Bewässerungssysteme

(Geplante) Verwertung

Die Projektergebnisse sind Grundlage für die Beratung der Gartenbaubetriebe hinsichtlich Machbarkeit, Dimensionierung und Investitionsbedarf für Freilandkulturflächen für die Topfpflanzenproduktion. Planungsbüros und Unternehmen erhalten eine Planungshilfe, um die Systemdimensionierung zu optimieren. Mit der vorgesehenen Ergänzung des Kalkulationsmodells für die Bilanzierung der Düngermengen wird es ermöglicht, die Düngung und den Düngereinsatz in diesen Produktionssystemen zu planen. Dazu sind weitere Arbeiten erforderlich.

„Entwicklung eines rezirkulierenden Bewässerungssystems mit vermindertem phytosanitärem Risiko in Gewächshäusern (AO Gewächshaus)“

“Development of a closed-loop irrigation system with reduced phytosanitary risk in greenhouses”

Projektlaufzeit

01.03.2013 bis 30.06.2015

Projektkoordinator, Institution

Dipl.-Ing. Yuan Gao
newtec Umwelttechnik GmbH

Verbundpartner

Prof. Dr. Uwe Schmidt
Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Carmen Büttner
Humboldt-Universität zu Berlin

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Vorhabens war es, ein Desinfektionsverfahren zu entwickeln, welches trotz niedrigem Energie- und Wassereinsatz eine hohe Effizienz gegenüber Bakterien, Pilzen und Viren aufweist. Als Desinfektionsmittel wurde Kaliumhypochlorit eingesetzt. Die Herstellung sollte durch anodische Oxidation direkt vor Ort erfolgen.

Realisierung

Ein durch die Firma newtec Umwelttechnik GmbH entwickeltes, auf anodischer Oxidation basierendes Desinfektionssystem für wässrige Lösungen wurde von der newtec Umwelttechnik GmbH für den Einsatz im rezirkulierenden, hydroponischen Gartenbau modifiziert.

In vergleichenden Anbauversuchen wurden Tomatenpflanzen (cv. Pannovy) mit getrennten Nährlösungskreisläufen auf Fließrinnen (NFT-Verfahren) unter identischen Klima- und Wasserversorgungsbedingungen kultiviert. Zudem wurde vor Ort mit einer Einkammer-Salzelektrolyseanlage (nt-BlueBox mini nt-CLE, newtec Umwelttechnik GmbH, Berlin) eine hypochlorithaltige Desinfektionslösung ($\approx 0,5\%$ KClO) hergestellt und diese mit Hilfe einer Mess-/Dosieranlage (DOSACompact, Dosatron GmbH, Ravensburg) automatisch ins düngerhaltige Gießwasser dosiert.

Der Einfluss der Desinfektionslösung auf Phytopathogene wurde zunächst *in vitro* geprüft. Dabei wurde die Wirksamkeit für pilzliche (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium verticillioides*, *Verticillium dahliae*, *Pythium aphanidermatum*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*), bakterielle (*Xanthomonas campestris pv. campestris*, *Pseudomonas syringae pv. syringae*) und einen viralen (*Pepino mosaic virus*) Krankheitserreger bestimmt.

Im nächsten Schritt wurde am Beispiel des *Pepino mosaic virus* (PepMV) *in vivo* der Einfluss des elektrolytisch hergestellten Kaliumhypochlorits auf die Virusübertragung geprüft.

Ergebnisse

Im Rahmen der Studie wurde der Einfluss der diskontinuierlichen Gießwasserdesinfektion mit elektrolytisch hergestelltem Desinfektionsmittel auf die Entwicklung eines hydroponisch angebauten Tomatenbestandes (cv. Pannovy) geprüft.

Die Ergebnisse der Bonituren zeigen, dass die Tomatenpflanzen mit einer diskontinuierlichen Gießwasserdesinfektion für 90 Min./Woche mit 1 mg freiem Chlor/l ähnliche Wuchshöhen wie die unbehandelten Kontrollpflanzen erreichen. Eine Verdopplung der Desinfektionsmittelkonzentration führte dagegen zu einem Anstieg der Wuchshöhe um etwa 12 cm. Hinsichtlich der Anzahl der ausgebildeten Blätter ergab sich beim Desinfektionsszenario mit 1 mg freiem Chlor/l, im Vergleich zu den beiden anderen Varianten, eine Erhöhung um nahezu 3 Blätter pro Pflanze. Durch das Desinfektionsmittel indizierte Pflanzenschäden wurden nicht festgestellt.

Hinsichtlich der Tomatenerträge wurde im Vergleich zu den unbehandelten Pflanzen durch die wöchentliche Gießwasserdesinfektion mit 1 mg freiem Chlor/l ein Anstieg im Fruchtertrag um ca. 10 % und der Fruchtanzahl um 15 % festgestellt. Im Gegensatz dazu ergab sich beim Desinfektionsszenario mit 2 mg freiem Chlor/l eine ähnliche Ertragsituation wie bei den unbehandelten.

Die Ergebnisse der wöchentlichen Wasseranalysen zeigen, dass der Gehalt am Desinfektionsmittelnebenprodukt Chlorid (Cl⁻) im desinfizierten Gießwasserkreislauf schneller steigt als beim unbehandelten Gießwasser, wobei die Anbauempfehlung zum hydroponischen Tomatenbau auch nach drei Monaten ohne Austausch des rezirkulierenden Wassers unterschritten blieb.

Es wurde außerdem ein Zusammenhang zwischen der Anreicherung von Chlorat in Tomatenfrüchten und der elektrolytischen Gießwasserdesinfektion festgestellt. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass die Richtwerte für Chlorat in Fruchtgemüse stets unterschritten blieben. Eine Anreicherung von unerwünschtem Perchlorat fand nicht statt.

Hinsichtlich der Auswirkung einer diskontinuierlichen Applizierung von elektrolytisch hergestelltem Kaliumhypochlorit auf die Akkumulation von Metaboliten in Tomaten wurde zudem ein signifikanter Anstieg des Gehalts an Lycopin und β -Carotin in den Früchten nachgewiesen.

Neben den Anbauversuchen wurden auch *in vitro*-Versuche zur Wirksamkeit des elektrolytisch hergestellten Desinfektionsmittels auf Phytopathogene durchgeführt. Fünf von sechs pilzlichen, sowie beide bakteriellen Erreger ließen sich vollständig inaktivieren.

Im Anschluss an die Tests unter Laborbedingungen wurde der Einfluss des Desinfektionsverfahrens auf den viralen Krankheitserreger *Pepino mosaic virus* (PepMV) *in vivo* bei Tomatenpflanzen geprüft.

Bei einem Anbauversuch mit einer diskontinuierlichen Applizierung von 0,2 mg freiem Chlor/l (60 Min./Woche) kam es zu keinen Pflanzenschäden und eine Verbreitung von PepMV wurde vollständig verhindert.

Erste Versuche mit den verbreiteten und stabilen Krankheitserregern *Fusarium oxysporum* sowie *Tobacco mosaic virus* zeigten, dass auch die Übertragung dieser Erreger mit dem Gießwasser über das elektrolytische Desinfektionsverfahren verhindert werden kann.

Zudem wurde bei diskontinuierlicher Applizierung (90 Min./Woche) des Desinfektionsmittels ein Rückgang des Algen-/Biofilms im Bewässerungssystem festgestellt, welcher sich mit steigender Dosis verstärkte.

Von großer Bedeutung ist die Implementierung des entwickelten Wasserdesinfektionssystems in großen Gewächshausanlagen unter Praxisbedingungen. Im Rahmen einer projektbegleitenden Studie wurden die in der Praxis angewandten Methoden zur Wasserdesinfektion in Gewächshäusern erfasst. Zudem wurden darin die Vor-/Nachteile der jeweiligen Desinfektionsverfahren aus Sicht der Gewächshausbetreiber aufgezeigt.

(Geplante) Verwertung

Die Technologie muss nun unter kommerziellen Bedingungen getestet werden und ihre Effizienz und Robustheit im praktischen Betrieb unter Beweis stellen. Dabei stehen Faktoren wie die Wasserqualität, Durchflussmenge, Investitionen und Betriebskosten im Vordergrund. Hierzu wird ein von der Deutschen Innovationspartnerschaft Agrar (DIP) gefördertes Anschlussprojekt mit dem Titel: „Praxiseinführung und Optimierung eines innovativen Systems zur elektrolytischen Wasserdesinfektion in Gewächshäusern (SeWiG)“ durchgeführt.

„Pumpendüngersteuerungsanlage für den Gartenbau“

“Pumpregulation for fertilization in horticulture”

Projektlaufzeit

16.10.2015 bis 30.05.2016

Projektkoordinator, Institution

Arnd Ingenwepelt
TGB Technischer Gartenbaubedarf GmbH
Kevelaer

Kurzfassung

Projektziel

Eine optimale Düngung ist für die Produktion qualitativ hochwertiger und just-in-time produzierter Pflanzen essentiell. Ziel des Vorhabens war die Weiterentwicklung einer Pumpendüngersteuerungsanlage für den Gartenbau zur Optimierung der Düngerdosierung. Bisher eingesetzte Verfahren, die auf einer rein mechanischen Regelung basieren, weisen eine hohe Fehleranfälligkeit auf, da auftretende Mengenfehler erst bei größeren Abweichungen korrigiert werden. Darüber hinaus besteht bei diesen Anlagen eine hohe Gefahr der Fehlbedienung, da praktisch jede Person in die Steuerung eingreifen kann. Durch eine Automatisierung der Steuerung sollten die beschriebenen Fehlerquellen der Düngerdosierung beseitigt werden.

Realisierung

Die rein mechanische Steuerung bisheriger Pumpendüngersteuerungsanlagen beruht auf einem zweistufigen Verfahren. In der ersten Stufe wird die mit Dünger versetzte Wassermenge geregelt, wobei der Regler innerhalb einer gewissen Toleranzzone, meist $\pm 5 \text{ m}^3/\text{h}$, nicht einschreitet. Erst bei größeren Abweichungen korrigiert im zweiten Schritt ein EC-Regler auftretende Mengenfehler. Durch Integration einer zu entwickelnden Steuerungssoftware, sollte die Toleranzzone für die mit Dünger versetzte Wassermenge von derzeit ca. $\pm 5 \text{ m}^3/\text{h}$ auf nahezu null reduziert werden. Die Düngerdosierung erfolgt somit zu jedem Zeitpunkt und nicht erst nach Unter- bzw. Überschreitung von vorgegebenen Toleranzwerten. Außerdem sollten durch die Integration von Touchscreens und durch individuell zu vergebende Zugriffsrechte die Bedienung und Sicherheit der Anlagen verbessert werden.

Zur Realisierung des Vorhabens wurde folgendes Pflichtenheft erstellt:

- » Die Schaltschränke sollen einheitlich gebaut werden.
- » Die individuelle Programmierung entfällt.
- » Die Steuerung soll sich für den Kunden mit Hilfe von Touchscreens „selbst erklären“, sodass auch die Fehleranfälligkeit deutlich sinkt.
- » Der Installationsaufwand reduziert sich deutlich.
- » Betriebsintern sollen die Prozesse standardisiert werden können.
- » Die Rechte zur Bewässerung und Düngung können individuell vergeben werden, sodass das Risiko einer falschen Düngung reduziert werden kann.
- » Die neue Pumpensteuerung sollte zudem in der Lage sein, dass die Toleranz, die bisher bei ± 5 cbm pro Stunde lag, auf nahezu 0 reduziert wird.

Ergebnisse

Die neue Anlage arbeitet im Gegensatz zu den bisherigen, marktgängigen Produkten mit stufenlosen Klappankerventilen. Früher wurden hier Mischermotoren mit sehr langen Laufzeiten eingesetzt. Bei der neuen Anlage öffnen sich, je nach Einstellung und Bedarf nacheinander die erforderlichen Klappanker. Die Mischermotoren benötigen bei schwankenden Abnahmemenge eine gewisse Laufzeit um den Fehler zu korrigieren. Ursächlich sind hier beispielsweise die Anzahl der angeschlossenen Gießwagen sowie die Länge der einzelnen Felder. Die Anpasszeit bei den Mischermotoren liegt bei etwa 135 Sekunden. Bei den neuen Klappankerventilen liegt die Anpasszeit bei 10 Millisekunden. In der Praxis wird alle 5 Sekunden die Steuerzeit angepasst. Dies ermöglicht eine praktische Toleranz von nahezu null, sodass dieses wesentliche Ziel erreicht wurde.

Um diese mechanischen Vorgänge steuern zu können, musste eine neue Software geschrieben werden. Diese kann eine Vielzahl von Parametern zeitgleich bearbeiten. Dazu gehören PID-Regler, K-Faktoren der Literzähler, der laufende Wasserdurchfluss, die Düngermengen der einzelnen Klappankerventile, Stammlösungswerte usw.. Die Software wurde zunächst in der Simulation und später in Praxisversuchen getestet und zeigte nach diversen Anpassungen eine fehlerfreie Funktion.

Im Schaltschrank wurde ein neues SPS-System eingebaut. Als weitere Neuerung ist das Touchscreendisplay zu erwähnen, das in älteren Versionen nicht existiert. Es soll dem Nutzer eine intuitive Bedienung ermöglichen und Fehler durch Fehlbedienungen reduzieren. Darüber hinaus können die Zugriffsrechte individuell vergeben werden.

In Zukunft können die Schaltschränke innerhalb gewisser Größen einheitlich gebaut werden. Eine individuelle Programmierung einzelner Schaltschränke entfällt in Zukunft, da die Software in der Lage ist, die individuellen Parameter des Gartenbaubetriebes, wo sie eingesetzt werden sollen, zu berücksichtigen.



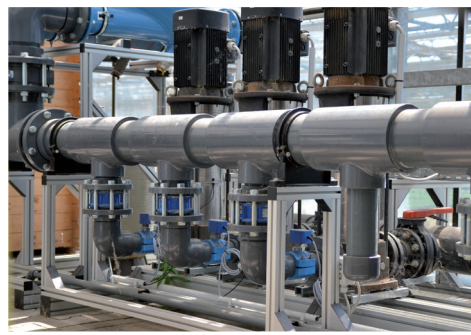
Alte Anlage mit einem Mischventil



Regelmäßiges Pflanzenwachstum: Auf diesem Feld wurden erste Praxistests durchgeführt.



Neue Anlage mit Touchscreenlösung



(Geplante) Verwertung

TGB plant in den kommenden zwei Jahren etwa dreißig Anlagen verkaufen zu können. Derzeit befindet sich kein vergleichbares System auf dem Markt. Darüber hinaus könnte das Steuerungssystem künftig auch in bereits bestehende Anlagen integrier werden. Es ist davon auszugehen, dass die Lösung zu einer Art „Standard“ im Markt werden wird, da sie der bisherigen rein mechanischen Lösung deutlich überlegen ist.

„Machbarkeitsstudie zur Elektroenergieversorgung von Gewächshäusern bei einer volatilen Stromversorgung mit hohem Anteil erneuerbarer Energien (ELGEVOS)“

“Power Supply of Greenhouses in an Electricity System with High Share of Renewable Energy Sources (ELGEVOS)”

Projektlaufzeit

11.05.2015 bis 30.04.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Hans-Peter Kläring
Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau
Großbeeren/Erfurt e.V. (IGZ)

Verbundpartner

Prof. Dr. Uwe Schmidt, Dr. Ingo Schuch
Humboldt-Universität zu Berlin (HU)

Dr. Tundra Margarita Ramírez Jiménez
Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau
Großbeeren/Erfurt e.V. (IGZ)

Dipl.-Ing. Patrick Hochloff, Dipl.-Ing. Britta Zimmermann
Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik
Kassel (IWES)

Kurzfassung

Projektziel

Im ELGEVOS-Verbund (bestehend aus IGZ, HU und Fraunhofer IWES) sollen Konzepte für Gewächshäuser entwickelt werden, die sich auf eine zunehmende Nutzung von erneuerbaren Energien einstellen (Ziel der Bundesregierung: 50 % bis 2030) und der damit einhergehenden Volatilität des Stromangebots bzw. der Strompreise begegnen. Die Lösungsansätze sollen den Energiebedarf von Gewächshausanlagen (v. a. zur Belichtung, Heizung und Kühlung) einbeziehen und dabei den hohen Anforderungen der Pflanzenproduktion gerecht werden.

Realisierung

Am IGZ erfolgt die experimentelle Bestimmung der Auswirkung volatiler Belichtungszeiten auf die Photosynthese, das Wachstum und den Ertrag im Gewächshaus. Zusätzlich werden Szenarien zur Nutzung von Überschüssen der regenerativen Stromproduktion simuliert. Dabei wird die energieintensive Belichtung von Pflanzen mit Ertragsmodellen kombiniert.

An der HU laufen Anbauversuche zur volatilen Heizung und Kühlung im Gewächshaus. Ein weiterer Fokus liegt bei der energetischen Simulation von Gewächshäusern mit elektrisch betriebenen Wärme-/Kälteanlagen sowie thermischer Speicherung in Wasserreservoirs. Die Herausforderung ist dabei die Verknüpfung des Energiesystems mit dem Gewächshaus. Dessen thermisches Regime muss so gesteuert werden, dass ausreichend Wärme/Kälte zur Verfügung steht und eine kurzfristige Unterbrechung über den Speicher abgefangen bzw. eine negative Regelleistung (Stromverbraucher wird zur Wärme-/Kälteerzeugung eingeschaltet) in längerfristige Speicherkapazitäten umgesetzt wird.

Am Fraunhofer IWES werden Konzepte für das Lastmanagement des Stromverbrauchs im Gewächshaus entwickelt. Mit Hilfe von Simulationen werden die Strombeschaffung am Spotmarkt und die Teilnahme am Regelleistungsmarkt kostenoptimiert. Auf diese Weise wird die Flexibilität des Gewächshauses in Kombination mit den elektrischen Verbrauchern und dem thermischen Speicher netzdienlich eingesetzt. Dabei wird sichergestellt, dass die entscheidenden Randbedingungen für die Pflanzen, wie Lufttemperatur und Belichtungszeit, eingehalten werden.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse zeigen, dass eine Verteilung unterschiedlicher Belichtungszeiten über die Nacht keine verringerte über 24 Stunden kumulierte Photosynthese zur Folge hat und dass die Photosynthese nach dem Einschalten der Lampen schnell das entsprechende Niveau der Strahlungsintensität erreicht, jedoch ebenso schnell auf das Niveau der Respiration beim Abschalten der Lampen zurückfällt. Zudem konnte gezeigt werden, dass sich aus der gleichen kumulativen Photosynthese der Varianten „Standardbelichtung“ und „Volatile Belichtung“ eine gleiche Biomasseproduktion und somit ein gleicher Ertrag ergibt (Abb. 1).

Die Untersuchungen im ELGEVOS-Projekt zielen vor allem bei großen Gewächshausanlagen auf die Bereitstellung von sogenannter Regelleistung bzw. Regelenergie ab. Diese Reserve dient dem Netzbetreiber zum Ausgleich von Schwankungen im Stromnetz. Daraus ergäbe sich bei teilnehmenden Gewächshausanlagen ein vermehrtes An-/Abschalten der noch häufig genutzten Hochdruck-Gasentladungslampen und somit eine beschleunigte Lampenalterung. Ein Ansatz der zugrundeliegenden Machbarkeitsstudie setzt daher Licht-emittierende Dioden (LEDs) als Strahlungsquelle für Assimilationslicht im Gewächshaus voraus.

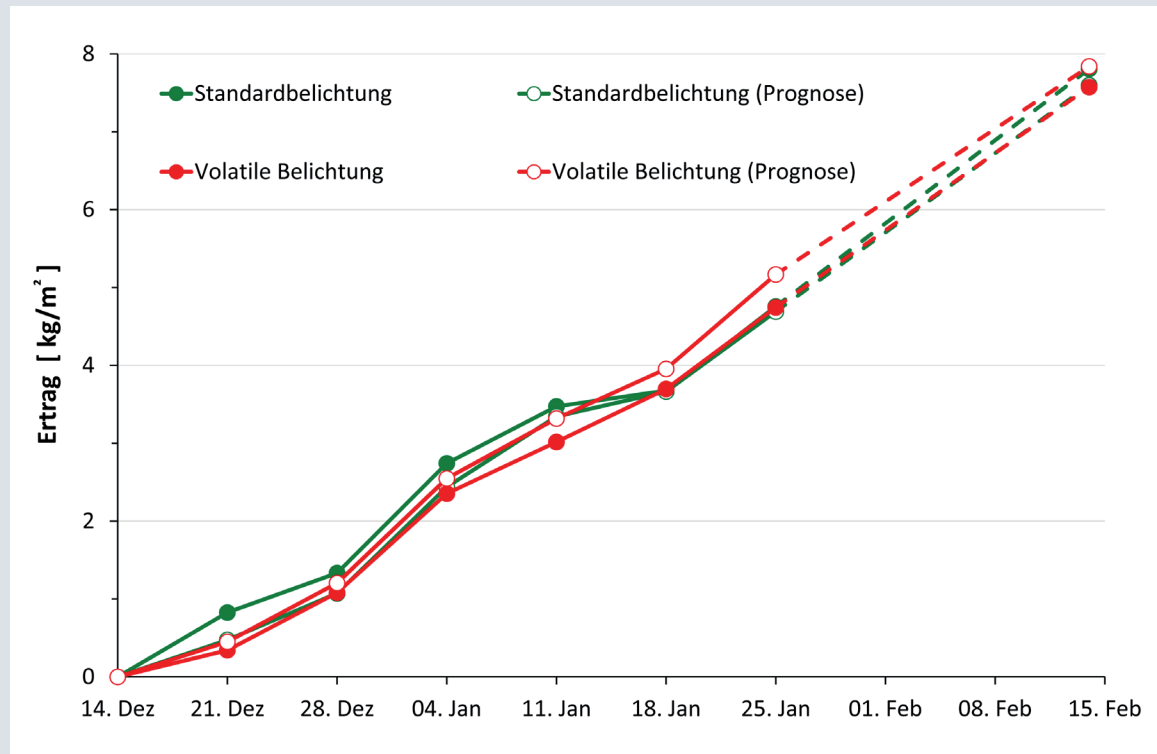


Abb. 1: Tomatenerträge bei Standardbelichtung und volatiler Belichtung. Die unterbrochenen Linien zeigen den Ertragsverlauf, wie er aus der am Versuchsende gemessenen Masse der unreifen Früchte zu erwarten ist.

Weitere Untersuchungsergebnisse betreffen den Strombedarf für Kühl- und Heizwecke in Gewächshausanlagen. Hierzu wurde ein Computermodell entwickelt, mit welchem sich ein Gewächshaus mit solarthermischer Kollektorfläche, elektrischer Kompressions-Wärmepumpe und Widerstandsheizung sowie einem thermischen Speicher ausstatten lässt. Dadurch können unterschiedliche Szenarien zur Abschätzung des Elektroenergiebedarfs simuliert werden. Beim dargestellten Szenario einer 10 ha Gewächshausanlage, wovon ein Viertel der Fläche zugleich als Solarkollektor mit Anbindung an einen thermischen Großspeicher dient, ergibt sich für Kühl- und Heizwecke an etwa 3330 Stunden/Jahr ein Strombedarf ≥ 1 MW und an etwa 350 Stunden/Jahr ein Strombedarf ≥ 5 MW (Abb. 2).

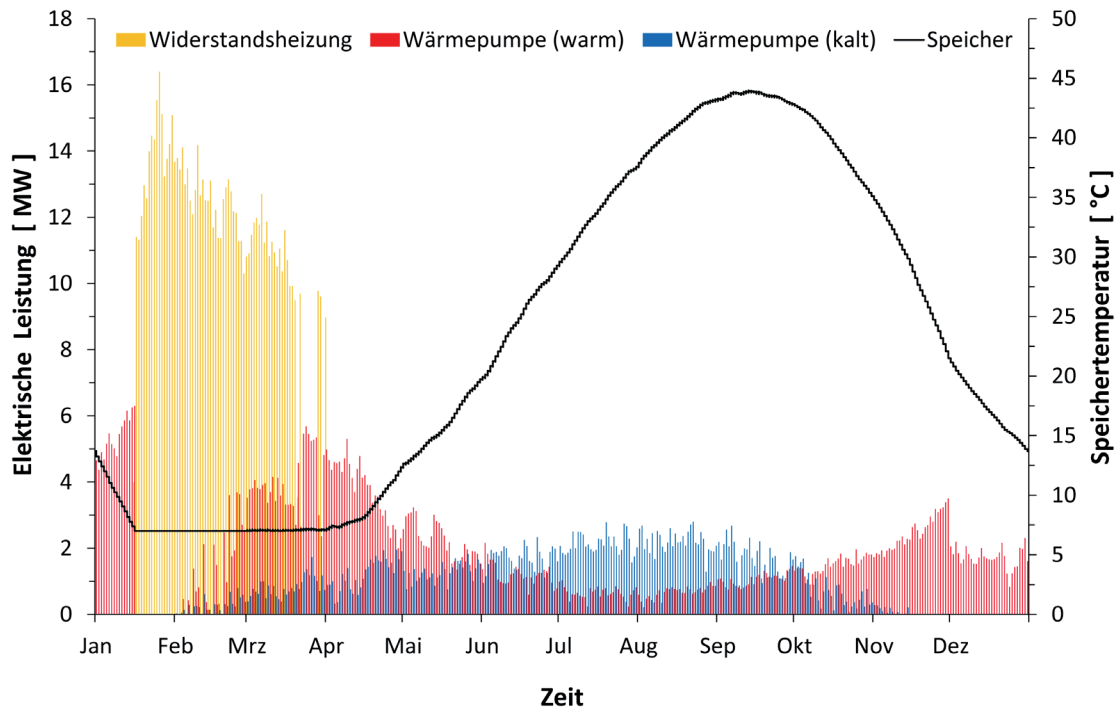


Abb. 2: Computersimulation des Strombedarfs und der Speichertemperatur beim elektrischen Heizen/Kühlen eines 10 ha Gewächshauses mit 25 % Solarkollektorfläche und 150.000 m³ thermischen Speicher.

(Geplante) Verwertung

Die Menge an nicht genutzten Überschüssen bei der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien wird in den kommenden Jahren steigen. Eine Nutzung dieser Überschüsse bietet ein Potential für Gewächshausbetriebe ihre CO₂-Emissionen zu verringern, die Produktivität zu erhöhen und Energiekosten zu senken. Hierzu werden mit ELGEVOS die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen gelegt. Erste Lösungen werden nach dem Projektabschluss zur Validierung ausgereift sein. Ein praktischer Test unter Einbezug von modernen Niedrigenergiegewächshäusern (z. B. mit LEDs, Wärmepumpen und thermischen Speichern) erfordert jedoch Investitionen aufgrund der technischen Ausstattung dieser Gewächshäuser.

Die ELGEVOS-Akteure sind der Auffassung, dass die entwickelten Modellansätze in einer Anwendungssoftware münden sollten, welche die spezifischen Möglichkeiten einer volatilen Energienutzung zur Belichtung, Heizung und Kühlung von Gewächshäusern aufzeigt und zugleich eine ökonomische Bewertung durchführt.

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

Sektion 2: Minimierung des Antibiotikaeinsatzes

„Entwicklung und Einführung eines internetbasierten Fortbildungs- und Datenverwaltungstools zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierhaltung. (VetMAB)“

“Development and implementation of a web based training and information management tool with the objective to reduce the antibiotic use in livestock (VetMAB)”

Projektlaufzeit

01.09.2014 – 28.02.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Antina Lübke-Becker
Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen
Fachbereich Veterinärmedizin
Freie Universität Berlin

Verbundpartner

Dr. Julia Henning, Dr. Jens Kluth
Vetion.de GmbH
Berlin

Dr. Uwe Tiedemann (Präsident), Prof. Dr. Axel Wehrend, Dr. Diane Hebler
Bundestierärztekammer e.V. – Arbeitsgemeinschaft der
Deutschen Tierärztekammern - Akademie für tierärztliche
Fortbildung (ATF), Berlin

Kurzfassung

Projektziel

Ziel ist die Entwicklung eines interaktiven E-Learning-Systems zum verantwortungsvollen Umgang und rationalen Einsatz von Antibiotika im Nutztierbereich. Schwerpunkte sind das Erlernen der Grundlagen bzgl. Entstehung und Selektion von Antibiotikaresistenzen und das Rekapitulieren der spezifischen Eigenschaften von unterschiedlichen antibiotischen Wirkstoffen. Dabei wird auf die Präsentation anschaulicher, interaktiver und innovativer Schulungsmaterialien großen Wert gelegt. Zudem soll ein Datenverwaltungstool entwickelt werden, das teilnehmenden Tierärzten/-innen die Möglichkeit bietet, die individuelle Resistenzsituation der Bakterien zu erfassen, die in den von ihnen betreuten Nutztierbetrieben isoliert wurden.

Während der gesamten Projektlaufzeit wird eine für VetMAB konzipierte Website als Informations- und Kommunikationsforum dienen. Dafür sind umfassende Recherchen zu aktuellen Themen bzgl. des Einsatzes von Antibiotika im Nutztierbereich notwendig, die auch die Grundlage für die Inhalte der Basis- und tierartspezifischen E-Learning-Module inkl. Musterfälle bildet. Diese werden zusammen mit den Verbundpartnern und Fachreferenten entwickelt und ab Beginn des zweiten Förderjahres zunächst als Beta-Version angeboten. Die sich jeweils anschließende Evaluierung durch die Teilnehmer soll die Module optimieren. Zudem soll ein Fragebogen zum Antibiotika-Verordnungsverhalten der Tierärzte entwickelt werden, der einerseits der Selbstkontrolle für die Teilnehmer dient und andererseits zu Studienzwecken ausgewertet werden soll.

Realisierung

Für die Umsetzung eines interaktiven Fortbildungsprogramms basierend auf den aktuellsten Erkenntnissen aus Forschung und Wissenschaft sind nicht nur umfangreiche Recherchen sondern auch erstklassige Referenten wichtige Voraussetzungen. Ein Zusammenspiel aus der Expertise in der Nutztierhaltung praktisch tätiger Veterinärmediziner und anerkannten wissenschaftlichen Empfehlungen zum verantwortungsvollen Einsatz von Antibiotika sollen realisierbare Strategien für die Teilnehmer von VetMAB anbieten. Dabei ist ein zentraler Ansatzpunkt die Gesunderhaltung gesunder Jungtiere, wobei unter anderem die verantwortungsbewusste Tierhaltung und -fütterung eine wichtige Rolle spielen. Außerdem stellt eine zuverlässige Diagnostik von Infektionserkrankungen, Infektionserregern und Resistenzeigenschaften einen weiteren wesentlichen Baustein für die nachhaltige Minimierung von Antibiotika (nicht nur) in der Nutztierhaltung dar. Die Verknüpfung von Grundlagenvermittlung und tierartspezifischen Modulen wurde wie folgt thematisch strukturiert (siehe auch Abb.1):

1. Grundlagenmodul

(Prof. Bäumer – College of Veterinary Medicine North Carolina State University);
TÄ Porbadnik – vetion.de; TÄ Rabold – Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen,
Freie Universität Berlin)

2. Modul – Mastitis

(Prof. Krömker – Hochschule Hannover, Fak. II – Bioverfahrenstechnik – Mikrobiologie)

3. Modul Schwein

– Infektionserkrankungen des Respirations- und Gastrointestinaltrakts
(Dr. Eddicks – Ludwig-Maximilians-Universität München, Tierärztliche Fakultät, Klinik für Schweine)

4. Modul Rind

– Infektionserkrankungen des Respirations- und Gastrointestinaltrakts
(Prof. Müller, Dr. Heckert – Klinik für Kleintiere, Freie Universität Berlin)

5. Modul Geflügel

(Prof. Hafez – Institut für Geflügelkrankheiten, Freie Universität Berlin;
Dr. Popp – Geflügelgesundheitsdienst Stuttgart, Tierseuchenkasse Baden-Württemberg)

5.1. Mastputen

5.2. Masthähnchen

5.3. Legehennen

6. Modul Klauenerkrankungen

(Dr. Nüske – Lehr- und Versuchsgut, Ludwig-Maximilians-Universität München)



Abb. 1: Interaktive E-Learning Module für Veterinärmediziner im Rahmen von VetMAB

Um eine Selbsteinschätzung teilnehmender Veterinärmediziner bezüglich Ihrer Anwendung bzw. Umsetzung der Antibiotika-Leitlinien zu ermöglichen, wurde ein interaktiv-gestalteter Fragebogen entworfen, der in einer Vorher-Nachher-Form, u.a. den Lerneffekt durch die angebotenen Module erfragt. Als Kommunikations- und Informationstool wurde eine Website erarbeitet, die sich in konstanter Überarbeitung und Erweiterung befindet.

Die Voraussetzung für die Entwicklung einer Resistenzdatenbank als ein System zur Erfassung der individuellen Resistenzsituation auf den einzelnen Betrieben ist die Schnittstelle zu Praxisverwaltungsprogrammen sowie die Verknüpfung zu digitalisierten Resistenzdaten von Diagnostiklaboren. Für die Realisierung sind Konzeptionierung und Programmierung einer technischen Plattform sowie intensive Interaktion mit Diagnostiklaboren für die Erstellung eines Interface erforderlich.

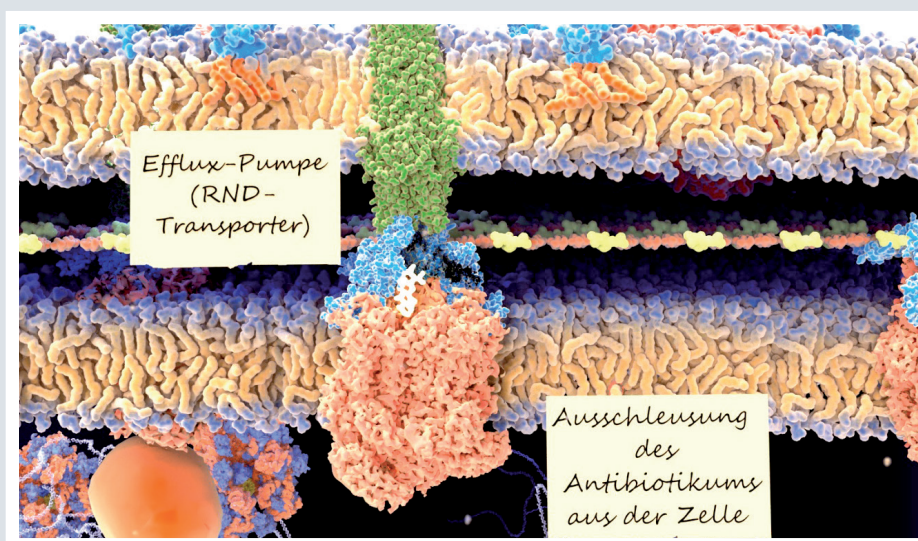


Abb. 2: 3D-Animation als Filmsequenz zur Veranschaulichung der Interaktion zwischen Antibiotika und bakteriellen Zellen, Grundlagenmodul

Ergebnisse

Seit Start des Projektzeitraumes wurden die ersten vier Module (Grundlagenmodul, Mastitis, Schwein und Rind (Respirationstrakt)) von VetMAB online gestellt. Innovativ an der Gestaltung der Module ist neben anschaulichen Präsentationen, die sowohl optisch als auch akustisch vom Referenten vorgetragen werden, die Einbindung unterschiedlichster medialer Features. So greifen 3D-Animationen zur Darstellung der Interaktion zwischen Antibiotika und Bakterien (siehe Abb. 2), praktische Fallvorstellungen, Interviews, Fotos, Grafiken, Akustikdokumente (z.B. von pathologischen Atemgeräuschen), Endoskopie-Videos (z.B. zur Veranschaulichung der Klinik der Laryngitis necroticans des Kalbes), Chatrooms und Betriebsrundgänge praktisch relevante Themen auf, um dem Teilnehmer ein spannendes und ausdrucksstarkes Bild zu vermitteln. Dabei liegt das Augenmerk

stets auf der Minimierung und dem verantwortungsvollen Umgang beim Einsatz von Antibiotika in der Nutztierhaltung.

Insgesamt haben sich 892 Teilnehmer registriert, wobei im Grundlagenmodul 238 Teilnehmer erfolgreich abgeschlossen haben, im Mastitis-Modul 92 und im Schweine-Modul 42 (Stand: 31.05.2016).

(Geplante) Verwertung

Die Teilnahme an den Modulen von VetMAB ist in der Laufzeit der Projektphase kostenfrei; anmelden können sich alle Veterinärmediziner mit einer Approbation ausgestellt in Deutschland. Anschließend werden die Module vom Verbundpartner vetion.de kommerziell genutzt. Die ermittelten Daten bzgl. der Risikowahrnehmung und des Umgangs mit Antibiotika werden anonymisiert wissenschaftlich ausgewertet und publiziert, um auf mögliche Optimierungspotentiale aufmerksam zu machen. Die erarbeiteten Inhalte können außerdem für die Ausbildung von Studierenden und Postgraduierten genutzt werden.

„Entwicklung einer hochwirksamen und biologisch sicheren Phagentechnologie zur Pathogenbekämpfung in der Geflügelzucht (SafePhage)“

“Development of a highly effective and biologically safe phage technology for pathogen control in poultry farming (SafePhage)”

Projektlaufzeit

01.10.2014 bis 30.09.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Stefan Miller
Lisando GmbH
Regensburg

Verbundpartner

Dr. Anja Rothkamp
Vaxxinova GmbH
Münster

Kurzfassung

Projektziel

Salmonella sp. und *Clostridium perfringens* zählen zu häufigen Erregern der sogenannten lebensmittelbedingten Infektionen. Infektionen mit *C. perfringens* verursachen dabei in der industriellen Geflügelzucht einen zusätzlichen geschätzten wirtschaftlichen Schaden von rund 2 Milliarden US-Dollar jährlich. Darüber hinaus steigen die Resistenzen gegenüber klassischen Antibiotika bei Salmonellen dramatisch an; daher sind alternative antimikrobielle Ansätze heute wichtiger denn je. Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines „SafePhage Cocktails“, der ein breites Spektrum an *Salmonella* Serovaren und *C. perfringens* Stämmen in der Geflügelmast adressiert.

Die Phagentherapie, also die Verwendung von bakteriellen Viren zur Bekämpfung von pathogenen Bakterien, hat aufgrund der steigenden Antibiotikaresistenzen in den letzten Jahrzehnten wieder deutlich an Beachtung gewonnen. Hinzu kommt das Verbot bzw. die Einschränkung der Verwendung von Antibiotika in der Tiermast durch die EU. Im Gegensatz zu klassischen Antibiotika ist die Phagentherapie spezifisch gegenüber bestimmten Spezies oder Gattungen und verschont daher die natürliche, bakterielle Flora. Jedoch entwickeln Bakterien auch Resistenzen gegenüber Bakteriophagen und die Replikation der Phagen innerhalb der Bakterien führt durch horizontalen Gentransfer zur Verbreitung dieser Resistenzen.

Die sogenannten „SafePhages“ sind modifizierte Bakteriophagen mit einem defizienten Lyseapparat. Aus diesem Grund werden die infizierten bakteriellen Zellen zwar abgetötet, am Ende des viralen Replikationszyklus jedoch nicht lysiert. Die zusätzliche Verwendung eines „Cocktails“ aus „SafePhages“ mit überlappendem Wirtsspektrum verringert das Risiko der Resistenzbildung deutlich, während die Stabilität und Spezifität der natürlichen Phagen erhalten bleibt.

Realisierung

In einem ersten Schritt konnte eine repräsentative Stammsammlung mit verschiedenen *Salmonella* Serogruppen (B – E) und *C. perfringens* Toxinotypen (A – C) angelegt werden. Diese mit der Geflügelzucht assoziierten Stämme sind die Grundlage für die Isolierung von natürlichen Phagen und Entwicklung dieser Phagen zu sogenannten „SafePhages“ im Labor. Lytische Bakteriophagen konnten aus Zulaufproben von Kläranlagen und Fäkalproben aus der Geflügelzucht zu unterschiedlichen Zeitpunkten und aus unterschiedlichen geographischen Regionen isoliert werden, um eine möglichst große Phagendiversität sicher zu stellen.

Aus den isolierten Phagen wurden die geeignetsten Phagen aufgrund (1) eines breiten Wirtsspektrums, (2) starker lytischer Eigenschaften und (3) der Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Gattungen, ausgewählt. Die Verwendung von verschiedenen Gattungen in einem „SafePhage Cocktail“ ist hierbei besonders wichtig, um das Resistenzrisiko weiter zu vermindern. In zwei Schritten wurde das Wirtsspektrum der einzelnen Phagen analysiert. Dies geschieht in einem Hochdurchsatzverfahren welches das Spektrum der Phagen durch Stempeln auf einen bakteriellen Rasen charakterisiert. Anschließend wurde die Spezifität jedes Bakteriophagen im Bakterienrasen mittels eines Standard Plaque Assays validiert. Da Phagen einer Gattung neben starken Sequenzübereinstimmungen auch ähnliche lytische Eigenschaften aufweisen, ist es mittels *designed multiplex* PCR und shotgun sequencing möglich Phagen zu klassifizieren und deren lytische Eigenschaften zu analysieren.

Die Genome der Bakteriophagen konnten mittels PacBio- oder Illumina-Sequenzierverfahren entschlüsselt werden. Bioinformatische Genomanalysen stellten letztendlich sicher, dass die selektierten Phagen keine lysogenen Elemente, Virulenzfaktoren oder Toxin-codierende Gene tragen. Zudem konnten so die Gene der Lysekassette für die weitere Entwicklung der „SafePhages“ identifiziert werden.

Ergebnisse

Insgesamt konnten aus 38 gesammelten Umweltproben 45 *Salmonella* und 26 *C. perfringens* infizierende lytische Phagen isoliert werden, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Plaquemorphologie und Anreicherungsstrategien ausgewählt wurden. (Bild 1).

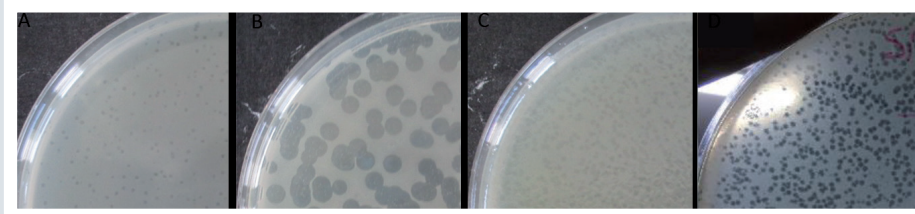


Abb. 1: Plaques isolierter Bakteriophagen nach Isolierung und Aufreinigung. (A) Der Bakteriophage Bsinz20 bildet klare Plaques mit 1-mm Durchmesser auf *Salmonella* Braenderup (Serogroup B). (B) Der Bakteriophage Mbber43G f bildet klare Plaques mit 3-mm Durchmesser auf *Salmonella* Mbandaka (Serogroup C1). (C) Der Bakteriophage PKelh42 bildet klare Plaques mit 1-mm Durchmesser auf *Salmonella* Putten (Serogroup G). (D) Der Bakteriophage F42 bildet klare Plaques mit 2-mm Durchmesser auf *C. perfringens* 42.

Insgesamt konnten aus 38 gesammelten Umweltproben 45 *Salmonella* und 26 *C. perfringens* infizierende lytische Phagen isoliert werden, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Plaquemorphologie und Anreicherungsstrategien ausgewählt wurden.

Die Sammlung der *Salmonella* Phagen besteht aus 19 Phagen mit breitem Wirtsspektrum (33 – 58 % Abdeckung) und 4 Phagen mit sehr breitem Wirtsspektrum, die mehr als 87 % der getesteten Stämme infizieren. Mit Hilfe des *multiplex* PCR Protokolls zur Identifizierung der lytischen Phagen und mittels *shotgun sequencing* konnten die Phagen mit breiten und sehr breiten Wirtsspektrum drei verschiedenen Phagengattungen (T5-ähnliche Phagen, FelixO1-ähnliche Phagen, Viuna-ähnliche Phagen) zugeordnet werden. Durch die Auswahl des Phagens mit dem breitesten Spektrum aus jeder der drei Gattungen, kann somit ein Phagenocktail erstellt werden, der 97 % der getesteten *Salmonella* Stämme abdeckt. Dabei werden 53 % der Stämme von zwei Phagen und 23 % der Stämme von drei Phagen infiziert.

In der Literatur werden für *C. perfringens* nur Phagen mit sehr engem Wirtsspektrum beschrieben, die nur einen bis maximal drei Stämme infizieren können. Durch das beschriebene Verfahren zur Phagenisolierung war es möglich, 15 *C. perfringens* Phagen mit einem breiten Wirtsspektrum von bis zu 26 % der getesteten Stämme zu isolieren. All diese Phagen gehören der Familie der Picovirinae an. Somit ist die Entwicklung eines „SafePhages“ nur mit einem Phagen möglich und die Isolierung weiterer Phagen gegen *C. perfringens* notwendig.

Durch die Genomsequenzierung und Annotierung der vier selektierten Phagen sind die strikten lytischen Eigenschaften und das Fehlen von Genen für Toxine und Virulenzfaktoren garantiert. Die Produktion der „SafePhages“ kann dann in einem Wirt mit einer plasmidkodierten funktionalen Lysekassette, die eine normale Phagenreplikation ermöglicht, durchgeführt werden.

(Geplante) Verwertung

Die hier beschriebene „SafePhage“ Technologie stellt eine effektive Strategie zur Bekämpfung von pathogenen Bakterien in Zeiten der sich kontinuierlich ausbreitenden bakteriellen Resistenzen gegenüber klassischen Antibiotika dar. Die Kombination der Spezifität der natürlichen Phagen mit der „SafePhage“ Technologie erlaubt eine effektive Bekämpfung pathogener Bakterien ohne die natürliche bakterielle Flora anzugreifen. Zudem wird das Risiko für einen horizontalen Gentransfer zwischen pathogenen Stämmen minimiert und somit das Resistenzrisiko weiter verringert. Der entwickelte „SafePhage Cocktail“ gegen *Salmonella* sp und *C. perfringens* bekämpft die zwei wichtigsten Pathogene in der industriellen Geflügelzucht. Als Futterzusatz kann der „SafePhage Cocktail“ die bakterielle Belastung in der Geflügelmast minimieren und somit die wirtschaftlichen Verluste und Infektionen bei Konsumenten reduzieren.

„Entwicklung innovativer bestandsspezifischer Impfstoffe für Geflügel zur vereinfachten Applikation (innoVAK4DART)“

“Development of innovative vaccines for poultry for simplified application (innoVAK4DART)”

Projektlaufzeit

01.05.2014 bis 31.10.2017

Projektkoordinator, Institution

RIPAC-LABOR GmbH
Dr. Marcel Erhard
Potsdam

Verbundpartner

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Klinik für Geflügel
Prof. Dr. Silke Rautenschlein & Dr. Arne Jung
Hannover

Universität Potsdam, Inst. für Chemie, Physikalische Chemie
Prof. Dr. Hans-Gerd Löhmannsröben
Potsdam

Heidemark GmbH, Veterinärlabor
Dr. Ronald Günther
Haldensleben

SMB Services in Molecular Biology GmbH
Dr. Martin Meixner
Berlin

Kurzfassung

Projektziel

Das Verbundprojekt setzt sich zum Ziel, neue Methoden zur Diagnostik geflügelpathogener Erreger zu etablieren und innovative bestandsspezifische Impfstoffe zu entwickeln, welche durch vereinfachte Applikation und optimierte Wirkung den Antibiotikaeinsatz im Geflügelbereich deutlich reduzieren und damit die Entwicklung antibiotikaresistenter Bakterien verlangsamen soll. Dies wird durch die Bündelung der Expertise der beteiligten Verbundpartner in den Bereichen Tierhaltung / Management / Infektionserreger und Infektionszusammenhänge, Diagnostik und Herstellung von bestandsspezifischen

schen Impfstoffen sowie physikalischer und molekulargenetischer Verfahrenstechniken erreicht. Drei Hauptziele stehen hierbei im Mittelpunkt:

- » Schnelle und spezifische Diagnostik potentiell pathogener bakterieller Erreger, inklusive antibiotikaresistenter Bakterien, durch MALDI-TOF MS sowie Aufdeckung epidemiologischer Infektionszusammenhänge
- » Entwicklung neuartiger bestandsspezifischer Impfstoffe durch verschiedene Inaktivierungsmethoden
- » Etablierung von vereinfachten Massen-Applikationsverfahren (Spray/Tränke)

Diese Ziele werden ergänzt durch die Entwicklung zuverlässiger Verfahren zur Erregerisolierung/Erregerdiagnostik und Resistenzbestimmung, sowie schneller und zuverlässiger Verfahren zur Selektion und Charakterisierung potentieller Impfstämme. Dabei bilden die beabsichtigten Teilprojekte eine in sich geschlossene direkte Kette von der hochspezifischen Diagnostik über die molekulargenetische Charakterisierung bis hin zur Herstellung und Verabreichung maßgeschneiderter Impfstoffe.

Die Immunprophylaxe ist ein wesentlicher Bestandteil bei der erfolgreichen Bekämpfung bakterieller Infektionen des Geflügels. Durch den Einsatz optimierter Impfstoffe wird der Einsatz an antimikrobiellen Substanzen reduziert, was letztlich den Selektionsdruck v. a. auf die kommensale Bakterienpopulation erheblich vermindert und so direkt zu einer gesunden mikrobiellen Flora und zur Reduzierung multiresistenter Bakterien in der Geflügelpopulation beiträgt.

Realisierung und Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes konnten bisher verschiedene Arbeitspakete erfolgreich bearbeitet und z. T. abgeschlossen werden. Ein Schwerpunkt dieser Arbeiten ist die detaillierte Erregerdiagnostik von *Ornithobacterium rhinotracheale* (ORT)- und *Bordetella avium*- Infektionen bei Puten. Hier konnten u. a. verschiedene neue Subtypen von ORT mittels Sequenzierung identifiziert und beschrieben werden. Weiterhin wurden neue Inaktivierungsverfahren zur Herstellung von Impfantigenen etabliert. Es ist im Rahmen des Projektes gelungen, unterschiedliche Bakterien speziessicher photobasiert sowie mittels Antimikrobieller Peptide (AMPs) zu inaktivieren. Die entsprechenden „Inaktivimpfstoffe“ wurden zudem teilweise erfolgreich im Feldversuch getestet.

Im weiteren Verlauf des Projektes soll ein besonderes Augenmerk auf neue und möglichst vereinfachte Applikationsverfahren für die o. g. Impfstoffe gelegt werden. Des Weiteren wird zurzeit an der Tierärztlichen Hochschule (TiHo) in Hannover ein Infektionsmodell für *Bordetella avium*- Infektion bei Puten etabliert. Bis zum Ende des Projektes soll die Wirkung der unterschiedlich applizierten inaktivierten Impfstoffe in Challengeversuchen an der TiHo Hannover sowie in weiteren Anwendungsbeobachtungen unter Praxisbedingungen getestet werden.

(Geplante) Verwertung

Nach Projektende sollen die erzielten Ergebnisse bis zu einem neuen Produktionsverfahren von bestandsspezifischen Impfstoffen durch die Firmen weiterentwickelt und anschließend vermarktet bzw. in das firmeneigene Prophylaxekonzept der Heidemark GmbH integriert werden. Das Projekt dient als Einstieg für das RIPAC-LABOR zur Weiterentwicklung der derzeitigen stallspezifischen Impfstoffe. Die zunehmende Nachfrage nach stallspezifischen Impfstoffen als Ersatz für den Antibiotikaeinsatz erfordert Verbesserungen und Weiterentwicklungen, um die derzeitige Marktposition zu sichern und auszubauen. Die Weiterentwicklung der Impfstoffe wird sich dann auf die folgenden Punkte konzentrieren:

- » Verbesserte Verfügbarkeit der Antigene im Impfstoff
- » Erhöhung der Erregeranzahl (Anzahl der Antigene)
- » vereinfachte Applikationsverfahren

Neben der Verbesserung der stallspezifischen Impfstoffe können die Ergebnisse des Projektes zudem zur Entwicklung kommerzieller Impfstoffe genutzt werden.

„Minimierung des Antibiotikaeinsatzes zu Beginn der Trockenstehperiode durch automatisiertes Trockenstellen in der letzten Laktationsphase (AutoDry)“

“Minimizing the use of antibiotics at the beginning of the dry period by automated drying off during the last lactation phase (AutoDry)”

Projektlaufzeit

01.01.2015 bis 31.12.2017

Projektkoordinator, Institution

Projektleitung: AOR Dr. Ute Müller
 Projektbearbeitung: M. Sc. Lisett Marie Martin
 Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn
 Institut für Tierwissenschaften
 Abteilung Physiologie und Hygiene
 Bonn

Verbundpartner

GEA Farm Technologies GmbH
 Dr. Beate Maaßen-Francke
 Bönen

Kurzfassung

Projektziel

Der Umfang des Einsatzes von Antibiotika in der Nutztierhaltung stellt aktuell ein stark diskutiertes Thema dar. Vor allem in Bezug auf die Begünstigung von Resistenzentwicklungen bestimmter Bakterien und deren Übertragung mit der Lebensmittelkette auf den Menschen wird der Problematik eine besondere Brisanz verliehen. In der konventionellen Milchviehhaltung erfolgt das Trockenstellen der Tiere durch ein abruptes Abmelken und häufig eine anschließende prophylaktischen Behandlung des Euters mit einem antibiotischen Injektor, da die Infektionsgefahr bei einem hohen Euterinnendruck zu Beginn der Trockenstehphase stark erhöht ist. Um bei den Tieren, bei denen aus medizinischen Gründen keine gezielte Antibiotikaverabreichung zu diesem Zeitpunkt erforderlich ist, den Einsatz von entsprechenden Präparaten zu reduzieren, wird im Projekt AutoDry ein Software-Modul zur tierschonenden Automatisierung des Trockenstellens entwickelt.

Bisher erfolgt die Melkzeugabnahme nach Milchfluss. Durch die innovative Modifizierung des Melkprozesses ermöglicht AutoDry erstmals eine automatische Abnahme nach einer Sollmilchmenge. So kann bereits vor dem eigentlichen Trockenstellen die Involuti-

on des Drüsengewebes tierschonend und langsam eingeleitet werden. Durch den geringeren intramammären Druck nach dem eigentlichen Beginn der Trockenperiode wird die Gefahr des Auslaufens von Milch reduziert und die Abwehrbarriere des Strichkanals aufrechterhalten. Dies minimiert die Gefahr von Neuinfektionen. Folglich wird ein Verzicht auf antibiotische Trockensteller ermöglicht. Voraussetzung für das Verfahren ist ein gesundes Euter mit physiologisch normalem Zellgehalt und ohne bakteriologischen Nachweis von Mastitiserregern.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wird somit untersucht inwieweit das Verfahren die Involution einleiten und unterstützen kann und welche Auswirkungen dieses Vorgehen auf die Euterkondition hat. Zielsetzung ist es so, langfristig einen Beitrag zur Minimierung des Einsatzes von antibiotikahaltigen Präparaten in der Milchviehhaltung zu leisten und der Gefahr der Entstehung und Übertragung resistenter Bakterien in und mit dem Lebensmittel Milch entgegen zu wirken.

Realisierung

Realisiert wird das Forschungsvorhaben AutoDry durch die Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn und den Projektpartner GEA Farm Technologies GmbH. Die praktische Versuchsdurchführung findet auf der Lehr- und Forschungsstation Frankenforst statt.

Wie bereits in der Zielsetzung formuliert ist die wichtigste Voraussetzung für die Ermöglichung einer früheren Melkzeugabnahme eine gute Eutergesundheit und Zitzenkondition des Einzeltieres. Aus der Milchviehherde der Lehr- und Forschungsstation Frankenforst wurden folglich in der ersten Versuchsphase seitens der Universität Bonn, auf Grundlage historischer Gesundheits- und Leistungsdaten, sowie im Rahmen des Versuches durchgeführter Untersuchungen geeignete Versuchstiere identifiziert. Das benötigte Softwaremodul wurde parallel von dem Projektpartner GEA Farm Technologies GmbH im engen Austausch mit der Universität Bonn entwickelt.

Die Technik wird auf der Lehr- und Forschungsstation Frankenforst installiert und die identifizierten Versuchstiere mit der neuen Abnahme gemolken. Begleitet wird dieses alternative Abnahmeverfahren durch eine engmaschige Gesundheitskontrolle auf Basis von Zellzahlmessungen, bakteriologischen Untersuchungen und Bonitierung der Zitzenkondition.

Die Arbeitshypothese der vorzeitig einsetzenden Euterinvolution durch das AutoDry Verfahren wird mittels Messung des Haptoglobingehaltes im Milchserum und sonografischer Untersuchungen der Strichkanäle (Rückbildungsgeschwindigkeit nach dem Melkvorgang von Strichkanaldurchmesser, -länge, -wanddicke) überprüft.

Zusätzlich wird im Unterauftrag an das Chemische und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart das Auftreten verschiedener Koagulase negativer Staphylokokken (KNS) Spezi- es unter den abweichenden Melkbedingungen untersucht.

Ergebnisse

Die erste Versuchsphase konnte durch Identifizierung geeigneter Versuchstiere auf Grundlage umfassender Gesundheitsuntersuchungen, Erstellung der „User Cases“ als Grundlage für die Entwicklung des Softwaremoduls, Analyse des Spektrums an Koagulase negativen Staphylokokken (KNS) Spezies unter konventionellen Melkbedingungen, Ausformulierung eines notwendigen Tierversuchsantrages und Programmierung des benötigten Software-Tools erfolgreich abgeschlossen werden. Kurzfristig ist nun die Installation der AutoDry-Software auf der Lehr- und Forschungsstation Frankenforst und der Start der Hauptversuchsphase geplant. Ergebnisse zur vorzeitigen Melkzeugabnahme liegen somit noch nicht vor.

(Geplante) Verwertung

Das Softwaremodul bietet die Möglichkeit hochleistende gesunde Milchkühen, begleitet von einer angepassten Fütterung, ohne Antibiotika trockenzustellen. Die Reduktion des starken Euterinnendrucks bei noch hoher Leistung zum Zeitpunkt des Trockenstellens stellt einen erheblichen Beitrag für ein tierfreundliches Trockenstellmanagement dar.

Das Versuchsvorhaben AutoDry kann somit zu einer tierfreundlicheren Milchviehhaltung und einer Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes in Selbiger beitragen.

Sektion 3: Tierernährung

„Optimierung der Proteinqualität von Grobfuttermittel für die Wiederkäuerernährung durch Einsatz kondensierter Tannine als Silierzusatz. (TANNISIL)“

“Improving protein quality of roughages in ruminant nutrition by using silage additives on the basis of condensed tannins. (TANNISIL)“

Projektlaufzeit

17.06.2013 bis 16.06.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie - Abt. 7:
Landwirtschaft, Köllitsch

Verbundpartner

PD Dr. habil. Helmut Schafft

Bundesinstitut für Risikobewertung - Abt. Sicherheit in der Nahrungskette -
Fachgruppe Futtermittel und Futtermittelzusatzstoffe, Berlin

Dr. Bernd Pieper

Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, Wuthenow

Dr. Wolfram Richardt

LKS - Landwirtschaftliche Kommunikations- und Servicegesellschaft mbH,
Lichtenwalde

Kurzfassung**Projektziel**

Während der Silierung findet ein erheblicher mikrobieller Abbau des in der Grünpflanze vorhandenen Reineiweißes (Proteolyse) statt. Durch die damit verbundene Steigerung

des NPN- und die Reduzierung des ruminalen Durchflussprotein-Gehaltes wird der Futterwert der Silagen und deren Einsatzwürdigkeit in der Milchkuhfütterung mehr oder weniger stark beeinflusst. Ziel des Vorhabens war es zu prüfen, ob durch Zusatz von tanninreichen Pflanzenextrakten zum Siliergut die Proteolyse im Gärungsprozess reduziert werden kann. Kondensierte Tannine sind sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die mit Proteinen komplexe Verbindungen eingehen. In der Literatur wird beschrieben, dass der Tannin-Protein-Komplex ruminal geringer abbaubar ist, postruminal aber wieder aufgespalten wird. In Laborsilierungsversuchen und in vitro Studien soll zunächst hinterfragt werden, ob und in welchem Ausmaß die im Pansen nachgewiesene Komplexbildung auch im Silo erfolgt, wenn dem Siliergut ein tanninhaltiges Pflanzenextrakt zugesetzt wird. Zur Verwertung des erwarteten Effektes soll nachfolgend geprüft werden, ob und in welchem Ausmaß ein gerichteter Einfluss auf die Futteraufnahme, die Verdaulichkeit und infolge auf den Fütterungserfolg beim Wiederkäuer nachweisbar ist.

Realisierung



Abb.: Gesamtüberblick des Konsortiums mit den wesentlichen Aufgaben der Partner

Ergebnisse

Silierungsversuche

Die Silierungsversuche zeigten bei Zulage der tanninreichen Pflanzenextrakte Quebracho bzw. Mimosa bis zu 3 % der Trockenmasse (TM) von Luzerne- bzw. Weidelgrassilierungut signifikanten Einfluss auf die analysierten Proteinfractionen der erzeugten Silagen und auf den kalkulierten Durchflussprotein-(UDP) Gehalt (Steigerung um 5-7 %-Punkte ggü. der Kontrolle). Je niedriger der TM-Gehalt des Siliergutes, desto größer war der Effekt. Zur Prüfung von Wechselwirkungen mit Silierzusätzen wurden Silierungsversuche mit Luzerne und Gras durchgeführt. Der alleinige Zusatz von Quebracho bzw. Mimosa zu schwer silierbaren Siliergütern konnte die starke Proteolyse nicht verhindern. Durch den Zusatz von Milchsäurebakterien und gepufferter Ameisensäure blieb ein großer Teil des Durchflussproteins erhalten (UDP ohne Zusatz: 18 %; mit Zusatz: 28 %). Auch die Grassilagen zeigen in Kombination von Quebracho mit Milchsäurebakterien und gepufferter Ameisensäure einen signifikant höheren UDP-Gehalt.



Abb.: Quebrachoextrakt



Abb.: Laborsilos

Bilanzstudien an adulten Hammeln und wachsenden Ziegen

Die Verdaulichkeitsbestimmungen wurden nach standardisiertem Verfahren mit adulten Hammeln an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg durchgeführt. Während in der Grassilage eine signifikante Abnahme in der Verdaulichkeit der organischen Substanz (OS) und im Energiegehalt ermittelt wurde, blieb der Zusatz in der Luzernesilage bei den gleichen Parametern ohne Wirkung. Die Verdaulichkeit des Rohproteins wurde durch den Zusatz in beiden Silagen deutlich reduziert.

Mit einem Stoffwechselfersuch an wachsenden Wiederkäuern (Ziegen) wurde die Verwertung des Futter-Rohproteins bzw. Stickstoffs im Organismus quantifiziert. Auf diese Weise können Informationen über den Verbleib der mit dem Futter aufgenommenen Tannin-Protein-Komplexe im Organismus sowie mögliche Effekte auf den N-Metabolismus der Wiederkäuer gewonnen werden. Auswertbare Ergebnisse lagen beim Einreichen des Abstracts noch nicht vor.



Abb.: Optischer Unterschied des Hammelkots von Tannin- u. Kontrollgruppe

Milchkuhfütterungsversuche

Ein in dem internationalen Schrifttum postulierter negativer Effekt auf die Futteraufnahme bei Wiederkäuern infolge der Zulage tanninhaltiger Pflanzenextrakte wurde mittels eines Akzeptanzversuches am BfR an sechs laktierenden Rindern über einen Zeitraum von insgesamt acht Wochen hinterfragt. Die Untersuchungen zeigten, dass bei einer Zulage von im Mittel 3 % tanninhaltiger Pflanzenextrakte (TM) kein negativer Einfluss auf die Futteraufnahme der Kühe zu verzeichnen war.

In einem Fütterungsversuch mit hochleistenden Milchrindern im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch lag jedoch die ermittelte Futteraufnahme der Kontrollgruppe mit 24,3 kg TM/Tier*d signifikant über der der Versuchsgruppe mit 23,7 kg TM/Tier*d. In der Fütterungen waren 6 kg Luzernesilage (TM) alternativ unbehandelt vs. behandelt (3,8 % Quebracho) eingesetzt worden. Die mittlere tägliche Milchleistung der Kontrollgruppe war mit 36,9 kg Milch gegenüber der Versuchsgruppe mit 36,0 kg Milch ebenfalls signifikant höher ($p \leq 0,01$). Effekte einer effizienteren Proteinversorgung durch die Tanninzulage lassen sich anhand tendenziell niedriger Milchharnstoffgehalte in der Versuchsgruppe vermuten, jedoch statistisch nicht sichern. Dieser Versuch wird aktuell wiederholt.



Abb.: Luzernesilage für Milchkuhfütterungsversuch

In vitro Studien zur Proteolyse

Die Vergleichsuntersuchung zur Schätzung der ruminalen Abbaubarkeit des Rohproteins zwischen der in situ-Referenzmethodik und der in vitro-Labormethodik ergab für die einzelnen Inkubationsmesszeitpunkte übereinstimmende Ergebnisse. Diese Ergebnisse sind Basis der Regressionsanalytik zur Berechnung der Parameter der Abbaubarkeit des Rohproteins und der Ermittlung der UDP-Gehalte.

(Geplante) Verwertung

Über die mögliche Verwendung tanninreicher Pflanzenextrakte in Siliermitteln kann erst nach Vorlage aller Ergebnisse endgültig entschieden werden. Neben den vorliegenden Untersuchungen, sind dafür insbesondere Fragen der Verfügbarkeit und Preiswürdigkeit sowie der Standardisierung und Qualitätssicherung tanninhaltiger Pflanzenextrakte von entscheidender Bedeutung.

Eine standardisierte, einfache und dynamische in vitro-Labormethode zur Schätzung der ruminalen Abbaubarkeit des Rohproteins stellt eine Alternative dar, die als Ergänzung für zeit- und kostenaufwändige in vivo- bzw. in situ-basierte Tierexperimente genutzt werden kann. Zudem bedingt die in vitro-Technik keiner Genehmigung als Tierversuch im klassischen Sinn. Damit besteht die Möglichkeit für neue bzw. speziell behandelte Futtermittel, mit Hilfe eine routinemäßigen in vitro-Labormethode den UDP-Gehalt zu schätzen.

„Optimierung der Produktion von Methionin in halbtechnischem Maßstab für Fütterungszwecke nach Rili der EU Öko-Verordnung unter Verwendung von *Corynebakterium glutamicum* oder anderen geeigneten Mikroorganismen“

“Optimisation of methionin production for feeding by using *Corynebakterium glutamicum* Typ KY 10575 in pilot scale according to EU regulation Nr. 834/2007 and 889/2008”

Projektlaufzeit

01.10.2014 bis 30.11.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Karen Aulrich, Dr. Friedrich Weißmann, Prof. Gerold Rahmann
Thünen Institut für ökologischen Landbau, Trenthorst

Verbundpartner

Dr. Arne Peters
e-nema GmbH, Schwentimental

Kurzfassung

Projektziel

Zur Proteinversorgung mit essentiellen Aminosäuren in der Fütterung von Monogastriern (Hühnern und Schweinen) sind in der kontrolliert biologischen Landwirtschaft zur Zeit Futtermittel aus konventioneller Landwirtschaft unerlässlich. Laut EU-VO 505/2012 soll dieser konventionelle Futtereinsatz ab dem 01.01.2018 nicht mehr zulässig sein. Die schwefelhaltige Aminosäure Methionin steht hierbei besonders im Fokus. Ziel des Projekts ist die biotechnische Produktion eines Methionin-Konzentrats durch Produktion von geeigneten Mikroorganismen in Bioreaktor und anschließende Aufkonzentration.

Realisierung

Im vorgestellten Projekt wurden verschiedene Mikroorganismen auf ihre Eignung als Methioninlieferanten untersucht. Symbionten von entomopathogenen Nematoden (*Xenorhabdus nematophilus* und *Photorhabdus luminescens*) speichern Methionin-reiche Proteine in der Zelle. Außerdem wurden zwei Stämme der Hefe *Cyberlindnera jadinii* untersucht, die laut älteren Literaturangaben hohe Methionin-Konzentrationen intrazellulär lagern. Schließlich wurde eine Mutante des Bakterium *Corynebacterium glutamicum*, welches von der Firma Kyowa (Japan) zur Verfügung gestellt wurde auf die Methionin-Bildung untersucht. Nach Ersatz der Komponenten des Kultivationsmediums durch Komponenten, die den Richtlinien der EU-VO 889/2008 entsprechen, wurde eine

Optimierung der Methioninbildung durch Anpassung des Kultivationsmediums mittels genetischer Algorithmen durchgeführt.

Ergebnisse

Die Methionin-Konzentrationen in gefriergetrockneten Kulturen der Nematodensymbionten *P. luminescens* und *X. nematophilus* lag mit <5 g/kg deutlich unter einer als Futterzusatz benötigten Konzentration. Auch die beiden Stämme des Hefepilzes *C. jardinii* lieferten weniger als 5 g Methionin pro kg Trockenmasse. Im Folgenden wurde daher mit der Mutante von *Corynebacterium glutamicum* gearbeitet, für die eine extrazelluläre Abgabe großer Mengen Methionin in das Kulturmedium beschrieben ist (Reershemius, 2008). Mit dieser Mutante konnten mit dem beschriebenen Minimalmedium nach Fütterung der Bakterien mit Glucose Werte von 30 g/kg Trockenmasse im Bioreaktor erreicht werden. Da das Minimalmedium Komponenten enthält, die den Richtlinien der EU-VO 889/2008 nicht entsprechen, mussten einzelne Komponenten ausgetauscht werden. Für andere Komponenten (z.B. Hydroxybenzoat) konnten keine Ersatzstoffe gefunden werden. Auf das Hydroxybenzoat konnte tatsächlich ohne Minderung der Methionin-Ausbeute verzichtet werden. Es gelang aber nicht, die Glucose durch kostengünstigere Bio-melasse zu ersetzen. Stattdessen wird nun Bio-Glucose eingesetzt. Für die systematische Optimierung des Kulturmediums wurde ein Dünnschichtchromatographie-Verfahren angepasst, das den Vergleich der Methioningehalte in Kulturen innerhalb von 3 Stunden erlaubt. Die genauen Methioninwerte einzelner Kulturen wurden durch HPLC-Analysen bestimmt. Durch die Verwendung genetischer Algorithmen wurden nun insgesamt 108 verschiedene Medienzusammensetzungen in Schüttelkolben untersucht. Die absoluten Methioninwerte im Schüttelkolben sind durchweg geringer als im Bioreaktor, in dem eine zusätzliche Zugabe von Glucose in der exponentiellen Wachstumsphase der Bakterien möglich ist. Im Laufe der Medienoptimierung konnte aber eine Verdoppelung der Methioninkonzentration erzielt werden (Abb. 1). Die Methioninausbeuten der besten Medienzusammensetzung sollen nun im Bioreaktor mit zusätzlicher Gabe von Glucose während der exponentiellen Wachstumsphase untersucht werden.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse des Projekts sollen zunächst dem Verbundpartner e-nema zur Verfügung gestellt werden, der nach Analyse der Wirtschaftlichkeit entweder selbst die Produktion eines mikrobiellen Methioninkonzentrats beginnen soll oder die Technologie an Dritte weitergeben wird.

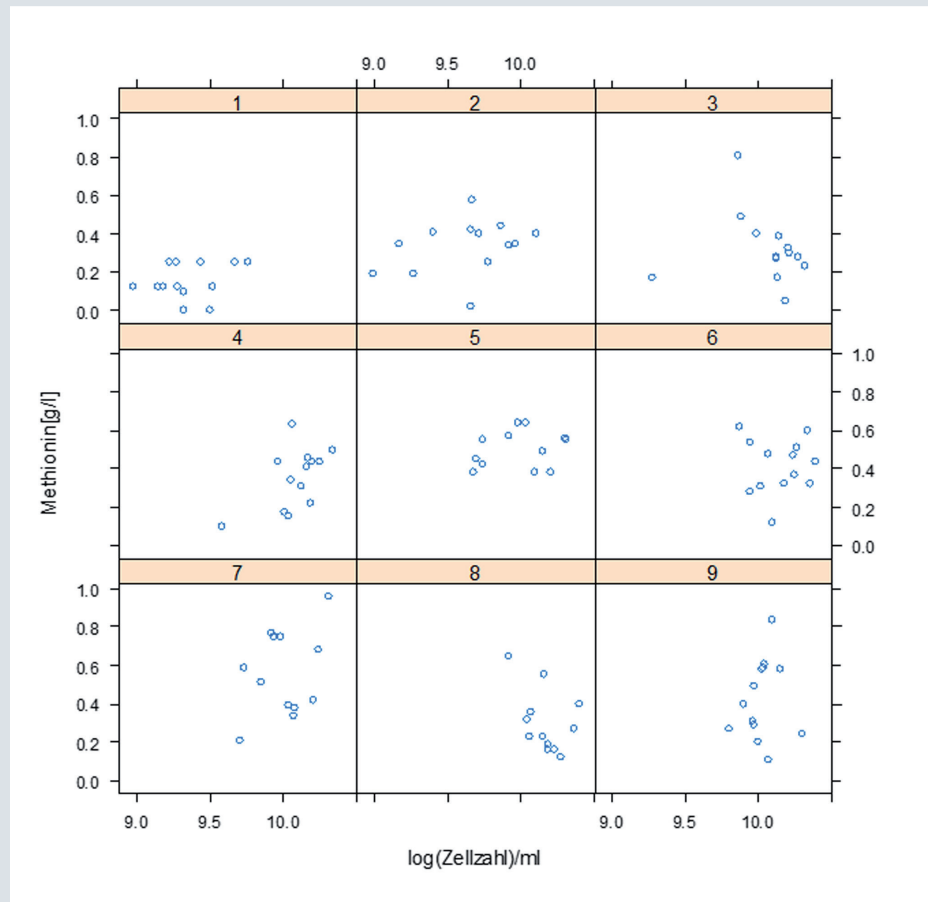


Abb. 1: Beziehung zwischen den beobachteten Konzentrationen von *Corynebacterium glutamicum* und den Methioningehalten in 108 untersuchten Medienzusammensetzungen während der Optimierung mittels genetischer Algorithmen. Die Zahlen 1 bis 9 bezeichnen die 9 Optimierungsschritte („Generationen“). In jeder Generation wurden 12 neue Kompositionen getestet sowie eine einheitliche Medienkomposition.

Literatur

Reershemius, H.K. (2008) Production of L-Methionine with *Corynebacterium glutamicum*.

Dissertation, Fak. Lebenswissenschaften d. technischen Univ. Braunschweig, 147 pp.

„Entwicklung und Bewertung eines optischen Sensorsystems zur Erfassung des Futtermittelsverzehrs und zur bedarfsgerechten automatischen Fütterung von Rindern (Sensor Feeding)“

“Development and evaluation of an optical sensor system to measure the feed intake of cattle and to provide feed according to their requirements (Sensor Feeding)”

Projektlaufzeit

01.12.2013 bis 31.10.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Jan Harms
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Poing-Grub

Verbundpartner

GEA Farm Technologies GmbH
Bönen

Kurzfassung

Projektziel

Der Aufgabenschwerpunkt liegt in der Entwicklung eines Sensor- und Regelsystems, welches Futtermengen am Futtertisch bestimmt und die optimalen Fütterungszeitpunkte des automatischen Fütterungssystems (AFS) berechnet und autonom ausführt. Weiterhin soll der Landwirt durch das System eine Rückmeldung zum Fressverhalten und dem Futterangebot erhalten, um ein entsprechendes Qualitätsmanagement durchführen zu können.

Realisierung

Die Durchführung der Versuche findet auf einem bayerischen Familienbetrieb statt. Der Betrieb hält derzeit 52 Milchkühe der Rasse Fleckvieh, die mit einem MIone der Firma GEA gemolken werden. Das automatische Fütterungssystem des Betriebs (MixFeeder – GEA Mullerup) versorgt neben den Milchkühen sowohl die Trockensteher, das Jungvieh als auch einige Masttiere mehrmals am Tag mit verschiedenen Rationen. Aufgrund der unterschiedlichen Rationen kann in der Datenerhebung auf eine große Bandbreite an Futterkomponenten, Strukturzusammensetzung und unterschiedlichem Fressverhalten der einzelnen Tiergruppen zurückgegriffen werden.

Für die Beurteilung der Interaktion zwischen dem automatischen Fütterungssystem und dem Fressverhalten der Tiere werden verschiedene Daten erhoben. Zum einen werden vorhandene Futtermengen am Futtertisch bei verschiedenen definierten Restmengen zurückgewogen, um einen Rückschluss auf das Fressverhalten ziehen zu können sowie einen Abgleich mit den Sensordaten vorzunehmen. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf den Definitionen der Zustände „Futtertisch fast leer“ und „nachfüttern“ als Grundlage für den autonomen Start des automatischen Fütterungssystems. Zum anderen werden Wetterdaten, Leistungsdaten, Gruppengröße sowie Behandlungen erfasst, um den Einfluss dieser Parameter auf das Fressverhalten untersuchen zu können. Für die Beurteilung des Tierverhaltens werden zusätzlich Videoaufzeichnungen durchgeführt.

Zur Entwicklung des Sensors wird dieser an der Geometrie des MixFeeders und des Stalls ausgelegt und an dem MixFeeder montiert. Zunächst werden Bilddaten aufgenommen und gesammelt, um Optimierungen der Bildverarbeitungsalgorithmen durchführen zu können sowie Daten zum Abgleich mit den Futterrückwiegungen zu erhalten. Später wird die Kamera in das AFS integriert, sodass die Bilddaten von dem System ausgewertet werden und die Fütterungszeitpunkte sowie Fütterungsmengen anhand der Auswertungsergebnisse angepasst werden. Anschließend können neue Fütterungsstrategien durch Veränderung der Fütterungsfrequenz und -menge erprobt und evaluiert werden.

Ergebnisse

Der Einsatz von Kamerasystemen ist aufgrund der Umgebungsbedingungen im Stall mit einem weiten Temperaturfenster, nicht gesicherten Lichtbedingungen sowie einer staubigen und dreckigen Umgebung schwierig. Daher wurden verschiedene 3D-Kameratechnologien evaluiert und im Labor sowie unter Stallbedingungen getestet. Anschließend wurde die beste Technologie ausgewählt, deren Veröffentlichung jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nicht freigegeben wurde.

(Geplante) Verwertung

Das Produkt „Sensor Feeding“ soll bei erfolgreicher Erprobung Bestandteil des Lösungspaketes „Total Solutions“ der GEA im Bereich der Fütterung sein. Aufgrund steigender Bestandsgrößen in Europa und weltweit ist bei automatischen Fütterungssystemen mit steigenden Absatzzahlen zu rechnen. Ferner ist diesbezüglich eine höhere Autonomie der AFS anzustreben, um den Aufwand für den Betrieb eines solchen Systems möglichst zu minimieren. Durch die Entwicklung des Sensors und die Optimierung des Futtermagements werden Arbeitsaufwände und Futterkosten reduziert. Für die Betriebe ergibt sich insgesamt eine höhere Wirtschaftlichkeit.

Aus wissenschaftlicher Sicht wird während des Projektes ein deutlicher Erkenntniszuwachs hinsichtlich des Fressverhaltens und der Fütterungsqualität von automatischen Fütterungssystemen generiert. Zusätzlich werden neue Funktionen im Bereich der Bildverarbeitung erarbeitet.

Sektion 4: Nachhaltiger Pflanzenschutz

„PAM (Pesticide Application Manager): Entscheidungsunterstützung im Pflanzenschutz auf Basis von Gelände-, Maschinen-, Hersteller- und Behördendaten“

“PAM (Pesticide Application Manager): Decision support in crop protection bases on terrain-, machine-, business- and public data”

Projektlaufzeit

01.05.2013 bis 30.04.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Benno Kleinhenz, Martin Scheiber, Christoph Federle
Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und
Programme im Pflanzenschutz (ZEPP)
Bad Kreuznach

Verbundpartner

Johannes Feldhaus
John Deere GmbH & Co. KG, European Technology Innovation Center &
Intelligent Solutions Group
Kaiserslautern

Bernd Hartmann
BASF SE
Limburgerhof

Daniel Martini
 Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)
 Darmstadt

Dr. Burkhard Golla
 Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)
 Institut für Strategien und Folgenabschätzung
 Kleinmachnow

Dr. Manfred Röhrig
 Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion (ISIP) e.V.
 Bad Kreuznach

Kurzfassung

Projektziel

Durch eine Reihe von Vorschriften, Rahmenbedingungen und Anforderungen an Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation ist der Pflanzenschutz eine der informationsintensivsten Maßnahmen in der Pflanzenproduktion überhaupt. Die Planung und Umsetzung von Pflanzenschutzmittelanwendungen, die Einhaltung von Abstandsaufgaben und deren Dokumentation liegen derzeit meist allein in der Zuständigkeit des Fahrers, der die Pflanzenschutzmaßnahme durchführt. Ein großer Teil dieser Tätigkeiten wird hierbei immer noch manuell und ohne Unterstützung durch Informationstechnologie durchgeführt. Dies führt zu einem erhöhten Aufwand in den Betrieben und zu Fehlern.

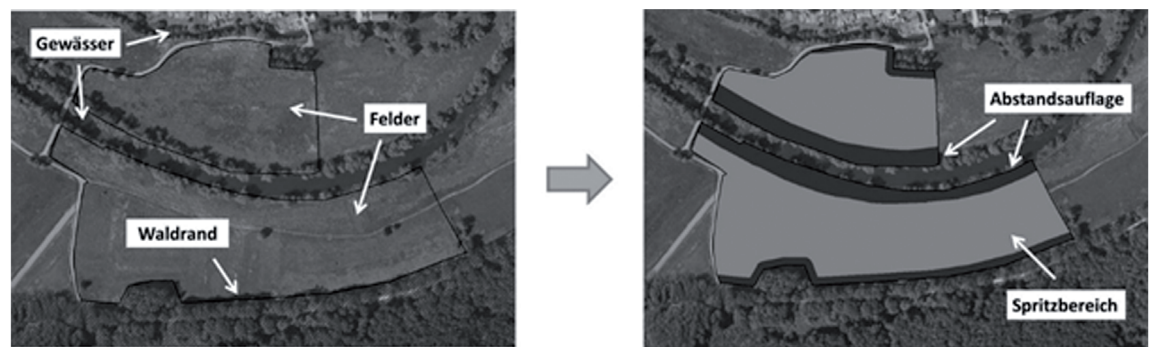


Abb. 1: Erstellung einer Applikationskarte

Im Rahmen des PAM Projektes wird ein internetbasiertes Entscheidungshilfesystem entwickelt, das schlag- und produktspezifisch maschinenlesbare Applikationskarten erstellt, die schützenswerte Bereiche am bzw. im Schlag ausweisen, in denen aufgrund von Abstandsauflagen keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden dürfen. Hierfür werden Informationen aus verschiedenen öffentlichen Datenbanken (u.a. die Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel des BVL) mit Informationen der Pflanzenschutzmittelhersteller und des Landwirts (z. B. zur verwendeten Düsenteknik) kombiniert (Abb. 1).

Realisierung

Das PAM-Entscheidungshilfesystem läuft in einem fünfstufigen Prozess ab (Abb. 2), der die ganze Pflanzenschutzanwendung von der Planung über die Durchführung bis hin zur Dokumentation umfasst. Die Umsetzung erfolgt über Web-Services, die in Farmmanagement-Informationssysteme (FMIS) integriert werden können.

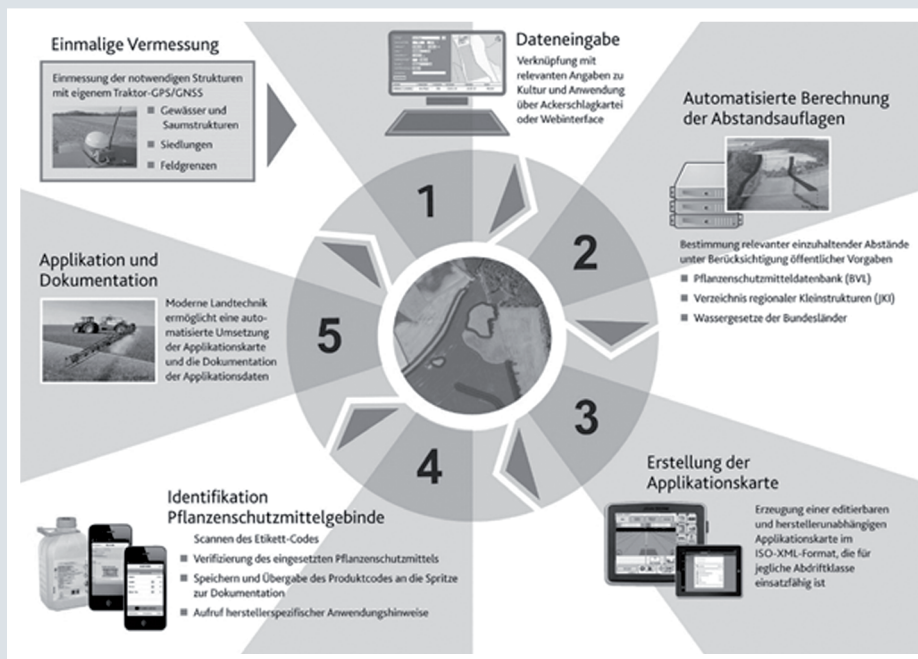


Abb. 2: Pflanzenschutz-Anwendungs-Manager – Entscheidungshilfesystem

Im Rahmen des Projektes wurde das PAM-Entscheidungshilfesystems exemplarisch in zwei gängige FMIS, die BASF Schlagkartei und Landdata Eurosoft, integriert. Zusätzlich erfolgte eine Anbindung an das Portal MyJohnDeere.com.

Die Einbindung in bestehende Datenmanagementsysteme vermeidet beim Landwirt aufwändige Doppelarbeiten bei der Dateneingabe. Bei der standardmäßigen Planung von Pflanzenschutzaufrägen im FMIS kann dann durch den Klick eines Buttons das PAM-Entscheidungshilfesystem abgefragt werden. Der im FMIS generierte Auftrag wird dann

um die einzuhaltenen Schutzzonen ergänzt. Anschließend sind ein direkter Transfer auf das Traktorterminal und der Beginn der Applikation möglich.

Ergebnisse

Insbesondere für die öffentlichen Partner im Projekt war es unabdingbar, dass das PAM-Entscheidungshilfesystem herstellerunabhängig anwendbar ist. Dies wurde durch die Nutzung des offenen ISO-XML Standards (ISO 11783-10) für den Datenaustausch gewährleistet. Im Laufe des Projektes zeigte sich jedoch, dass dieser in der gegenwärtigen Version nicht alle benötigten Datenfelder (Tags) bereithält. Aus diesem Grunde werden zurzeit einige relevante Informationen in herstellereigenen (sog. proprietären) Tags hinterlegt. Dies ist zwar standardkonform, führt jedoch dazu, dass die Terminalsoftware aktualisiert werden muss, um die Informationen korrekt zu interpretieren.

Im Rahmen der durchgeführten Feldtests wurden zunächst Terminals mit einem solchen Softwareupdate ausgestattet. Diese steuerten damit bereits in der Praxis verfügbare Pflanzenschutzspritzen mit Teilbreitenabschaltung an, um die Abstandsaufgaben der ausgewiesenen Schutzzonen einzuhalten. Dies funktionierte in der praktischen Anwendung mit Geräten verschiedener Hersteller einwandfrei.

(Geplante) Verwertung

Der PAM Abstandsservice wurde in Verbindung mit ‚Connected Crop Protection‘ (John Deere/BASF) auf der Agritechnica 2015 mit einer Goldmedaille für Neuheiten ausgezeichnet. Dies hat ISIP veranlasst, mit den Partnern das Projektergebnis zu einem professionellen Produkt weiterzuentwickeln. Das Jahr 2016 wird genutzt, um den Abstandsservice hinsichtlich Robustheit, Performanz und Ausfallsicherheit zu optimieren. Außerdem werden die Bemühungen intensiviert, die im Projekt definierten proprietären Tags durch standardisierte zu ersetzen, so dass zukünftig alle standardkonformen Terminals direkt in der Lage sein werden, die generierten Applikationskarten zu interpretieren. Dies wird durch eine Mitarbeit in der ISOBUS-Projektgruppe 9 „Farm Management Informationssysteme (FMIS)“ der Agricultural Industry Electronics Foundation (AEF)¹ erreicht. Für 2017 sind ein dann produktiver Betrieb und die Integration in weitere Systeme vorgesehen.

1 <http://www.aef-online.org/de/aef-projekte/die-projektgruppen.html>

„M-OVICARD - Entscheidungshilfewerkzeug für den Einsatz von Insektiziden gegen den Traubenwickler im Weinbau“

“M-OVICARD (moth oviposition card) - a decision support system for the application of insecticides against grapevine moths in viticulture”

Projektlaufzeit

01.12.2013 - 30.11.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. C. Hoffmann
 Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau
 Julius Kühn-Institut
 Siebeldingen

Verbundpartner

PD Dr. J. Gross
 Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau
 Julius Kühn Institut
 Dossenheim

Hr. K. Wagner
 Annowatec GmbH
 Karlskron

Kurzfassung

Projektziel

Traubenwickler zählen zu den wichtigsten tierischen Schaderregern im deutschen Weinbau. Der wirtschaftliche Schaden wird durch den Larvenfrass verursacht, welcher die Etablierung von Bakterien und Pilzen begünstigt und zu einem Verlust an Weinqualität führt.

Während auf dem größten Teil der Anbauflächen Pheromone zur Verwirrung der Männchen eingesetzt werden können, müssen auf 40 % der Weinbaufläche bei Bedarf Insektizide eingesetzt werden. Gegen den Einbindigen- (*Eupoecilia ambiguella*) und den Bekreuzten Traubenwickler (*Lobesia botrana*) werden Mittel eingesetzt, welche auf das Eistadium oder frisch geschlüpfte Larven wirken. Für einen Insektizideinsatz im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes, d.h. Insektizideinsatz nur bei Vorliegen von Befall, müssten Winzer zur Befallseinschätzung zeitintensive Ei-Bonituren in ihren Weinbergen durchführen. Da die Eier auf den Reben nur schwer detektierbar sind, bleibt ihnen

momentan in der Praxis häufig nur die Möglichkeit der Prophylaxe. Zur Lösung dieser Problematik fehlt ein geeignetes Entscheidungshilfemittel.

Das M-OVICARD-Projekt erarbeitet die wissenschaftlichen Grundlagen, ein solches Mittel zu schaffen. Ein vom Projektpartner Annowatec GmbH entwickelter flächiger Dispenser soll genutzt werden, um Eiablage-Monitoring-Kärtchen (M-OVICARDS) zu entwickeln. Diese sollen über flüchtige Infochemikalien eine Fern- und Nahlockwirkung begatteter Weibchen hervorrufen. Gleichzeitig soll die Oberflächenstruktur so manipuliert werden, dass die Anforderungen zur Eiablage erfüllt werden. Ziel ist es, ein hochattraktives synthetisches Eiablagesubstrat in Kartenform zu schaffen, mit dem eine Beratungsaussage bezüglich der Notwendigkeit und Terminierung einer Insektizid-Anwendung möglich ist.

Realisierung

Die Idee bei der Realisierung dieses Entscheidungshilfemittels ist es, dem Traubenwickler „duftende“ Eiablage-Oberflächen anzubieten, welche als Eiablagesubstrat attraktiver als die Beerenoberfläche der Traube sind. Dazu wurden nach folgender Methodik die volatilen Bestandteile von Reben untersucht, welche beim Wicklerweibchen einen olfaktorischen Reiz induzieren:

- » Analyse des Duftstoffprofils unterschiedlicher Rebsorten und Nachbildung aus synthetisch gewonnenen Duftstoffen → Gaschromatographie mit gekoppeltem Massenspektrometer (GC-MS)
- » Identifikation von Einzelsubstanzen, welche das Weibchen über Antennen wahrnimmt → Elektroantennographie (EAG)
- » Prüfung der lockenden oder repellenten Wirkung von Duftstoffen und Duftstoffmischungen sowie deren Einfluss auf die Eiablage → 4-Kammer Olfaktometer + Verhaltenssoftware „EthoVisionXT10“

Um die Eiablage-stimulierende Wirkung zu prüfen, wurden die identifizierten Duftstoffe in eine flächige Kunststoff-Matrix eingebracht, auf welcher die Eiablage der Weibchen erfolgen kann. Die Abgaberate der Einzelsubstanzen im Dispenser wurden über Headspace-Sampling und anschließender Thermodesorption gekoppelt mit Gaschromatographie und Flammenionisationsdetektion (GC-FID) quantifiziert.

Neben Einzelsubstanzen können auch Mischungen in den Dispenser eingebracht werden. Es wurden Gemische geprüft, welche sowohl auf dem Duftstoff von *Vitis vinifera* (Weinrebe) als auch dem Duft einer anderen attraktiven Wirtspflanze der Traubenwickler, *Daphne gnidium* (Herbst-Seidelbast), beruhen.

Dispenser, welche unter kontrollierten Bedingungen die Eiablage begünstigen, werden im Anschluss im Weinberg, mittels Geländekäfigen und künstlichem Hervorrufen eines Befalles, auf ihre Lock- als auch Eiablage-stimulierende Wirkung geprüft.

Ergebnisse

Als optisch und taktil ansprechende Eiablageoberfläche konnte eine geprägte Kunststoffolie gefunden werden. Die Wahl einer geeigneten Pigmentierung hat die Entscheidung zur Eiablage auf das Substrat begünstigt. In diese Oberfläche wurde ein flächiges Duftstoff-Abgabesystem eingebracht. Die Karten wurden hinsichtlich ihrer Duftstoff-Abgaberate und biologischen Wirksamkeit auf die Schadinsekten (*L. botrana* und *E. ambiguella*) geprüft.

Das Duftstoffprofil von Beeren gilt als Referenz für das Nahlockprinzip der Traubenwicklerweibchen zur Wirtspflanze und kann mit der Lockwirkung synthetischer Duftstoffe verglichen werden. Im Biotest stellte sich das Stadium „Traubenschluss“ (BBCH 77) der Traube als besonders attraktiv heraus. Es übt die höchste Nahlockwirkung aus und bewirkt parallel eine höhere Ovipositoraktivität als Beeren, welche bereits im Stadium des „Weichwerdens“ (BBCH 85) sind.

Aus dem Duftstoffprofil der Rebe konnten Substanzen identifiziert werden, welche im Einzelnen biologische Wirksamkeit in Bezug auf die Eiablage auf Dispenserprototypen zeigten. Von Weinbeeren konnten Wachsextrakte identifiziert und in synthetischer Form beschafft werden, welche die Eiablage steigern. Diese Extrakte sollen zur Beschichtung der Karten genutzt werden.

(Geplante) Verwertung

Anhand der Motten-Eiablagekarte M-OVICARD soll es jedem Winzer individuell möglich sein, den Zeitpunkt des Auftretens von Traubenwicklern in seinem Weinberg zu erkennen. So lassen sich Insektizideinsätze, sofern diese mit Überschreiten der Schadschwelle überhaupt notwendig sind, genauestens terminieren und Pflanzenschutzmittel einsparen. Zwischen Eiablage und Schlupf der Larven liegt eine geringe Zeitspanne von 5-7 Tagen. Diese Spanne soll mit Hilfe der Karte genauestens eingrenzbar sein, sodass Insektizideinsätze zu dem Zeitpunkt erfolgen können, bei dem der höchste Wirkungsgrad zu erwarten ist.

Die M-OVICARD könnte neben dem Traubenwickler mit Abwandlungen auch auf andere wirtschaftlich bedeutende Wickler-Arten (Tortricidae) angewandt werden. Als Beispiel sind *Cydia pomonella* (Apfelwickler), *Cydia molesta* (Pfersichwickler) und *Adoxophyes orana* (Fruchtschalenwickler) zu nennen.

„Aufbau eines webbasierten Pflanzenschutz Informations- und Beratungssystem für das Beratungspersonal im Gartencenter (PsIGa)“

“Design and implementation of a web-based information- and advisory-system on plant protection for gardencenters (PsIGa)”

Projektlaufzeit

15.02.2013 bis 31.10.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Thomas Hannus, Prof. Dr. Georg Ohmayer
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT)
Freising

Verbundpartner

Dehner GmbH & Co. KG, Rain (15 einzelne Filialen)

Gärtnerei Hartmann OHG, Augsburg

Gartencenter Kiefl KG, Buchendorf/Gauting

Kutter Gartenbau GmbH & Co. KG, Memmingen

Pflanzenmarkt Schlereth, Bad Kissingen

Schwab Baumschule–Gartenmarkt, Ingolstadt

Garten-Center Urgibl, Eglharting

Wagner FLORAPARK GmbH, Wiesloch

Wörner Pflanzenparadies, Standorte Neusäß und Königsbrunn

Kurzfassung

Projektziel

Für das Personal an der Pflanzenschutztheke im Gartencenter wird im Rahmen des dreijährigen Projektes (2013-2016) ein online abrufbares Beratungssystem mit Namen PsIGa, Pflanzenschutz Informations- und Beratungssystem für Gartencenter, entwickelt (www.psigade.de). Dieses webbasierte System unterstützt das Personal im Gartencenter in der Kundenberatung bei Fragen zum Pflanzenschutz (Diagnose, Biologie, Vorbeugung,

Bekämpfung). Am Projekt sind 24 Gartencenter beteiligt, die bereits während der laufenden Projektzeit die Inhalte und Funktionen des kennwortgeschützten Systems erproben konnten. Deren Erfahrungen fließen unmittelbar in das Projekt ein, sodass auf diesem Weg bereits frühzeitig eine größtmögliche Praxisnähe gewährleistet werden kann.

Realisierung

Für die Umsetzung, Bearbeitung als auch Organisation der Inhalte von PsIGa wird das Open Source Content Management System Contao genutzt. Dieses wird durch umfangreiche Datenbankanwendungen mittels PHP/MySQL an die speziellen Bedürfnisse des Informationssystems angepasst.

Der Systementwurf erfolgte zunächst auf Basis der Modellierungssprache UML (Unified Modelling Language), die verschiedene Notationen bietet, um einerseits mit Fach-, andererseits aber auch mit IT-Experten kommunizieren zu können. So wurden beispielsweise für die Definition gewünschter Funktionen Use-Case-Diagramme verwendet und diese weiter durch Visualisierungen der Benutzerschnittstelle des Systems ergänzt. Die weitere Entwicklung des Systemdesigns von PsIGa erfolgte auf der Basis eines Prototyping-Ansatzes. Dabei werden die einzelnen Phasen der Entwicklung (Analyse, Entwurf, Implementierung, Systemeinführung, Testung) in regelmäßigen Zyklen wiederholt und das entworfene System so schrittweise optimiert. Neben dem Frontend für die Systemnutzer wurde so auch ein Backend entwickelt, mit dem bis zum Projektende die weitere Pflege und Neueingabe der Texte und Bilder über einen nutzerfreundlichen, online verfügbaren Editor ermöglicht wird.

Ergebnisse

Insgesamt werden in PsIGa rund 400 Schaderreger mit über 1200 Abbildungen näher vorgestellt. Die einzelnen Krankheiten und Schädlinge werden in Form von Steckbriefen dargestellt, welche neben Hinweisen zur Biologie und Symptomatik auch Maßnahmen zur Vorbeugung und Bekämpfung beinhalten (Abbildung 1). Alle wichtigen Kulturgruppen wurden mit eingebunden (u.a. Obst, Gemüse, Ziergehölze, Stauden). Zur Unterstützung der Beratung können die Informationen auch als zusätzlich verfügbare pdf-Datei, verbunden mit dem eigenen Gartencenter-Logo und den Kontaktdaten zum Berater, ausgedruckt werden.

Um die Recherche möglichst übersichtlich und praxistauglich zu gestalten, erlaubt das System einen bildorientierten Zugang über die „Kultur“, den „Symptomort“ als auch die „Schadursache“. Weitere Filter erleichtern und verfeinern die Diagnose. Ergänzend steht eine erweiterte Suche als auch Volltextsuche zur Verfügung. Alle gezeigten Bilder können zur besseren Visualisierung im Bedarfsfall per Mausklick vergrößert und durchgeblättert werden.



Abb. 1: Einblick in die Diagnose- sowie Schaderregerseite (Screen-Shot) von PsIGa (screen-buchsbaumzünsler.jpg)

Der aktuelle Zulassungsstand für Pflanzenschutzmittel im Haus- und Kleingarten (HuK) für die jeweiligen Schaderreger wird auf der Basis der monatlich aktualisierten Zulassungs-Datenbank des BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) angezeigt. Darüber hinaus werden weitere Informationen zur Zulassung in einer nutzerfreundlichen Tabelle (Abbildung 2) mit zusätzlichen, kundenorientierten Filter- und Sortiermöglichkeiten präsentiert (z.B. Formulierung, Wirkstoff, Resistenzgruppe, Bienengefährlichkeit, Bio-Einstufung).

Gartencenter-Bestand ausschalten (Anzeige der BVL-Gesamtliste) Zurück zur Schadursache

Firma: Alle | Anwendungsbereich: Alle | Formulierung: Alle Reset

Produktname	Wirkstoff(e)	Firma	Anwendungsbereich	Bienengefährdung
Bayer Garten Rosen-Pilzfrei Baymat Plus AF	Tebuconazol, Trifloxystrobin	Bayer CropScience	Freiland, Gewächshaus, Zimmer, Büroräume und Balkone	B4
Bayer Garten Rosen-Pilzfrei Spray Baymat Plus	Tebuconazol, Trifloxystrobin	Bayer CropScience	Freiland, Gewächshaus, Zimmer, Büroräume und Balkone	B4
 <p>Bayer Garten Rosen-Pilzfrei Spray Baymat Plus</p> <p>Wirkstoff(e): Tebuconazol, Trifloxystrobin Firma: Bayer CropScience Bienenschutz: B4 Gewässerschutz: Giftig für Algen, Giftig für Fische und Fischnährtiere, Giftig für höhere Wasserpflanzen Formulierung: Sonstige Flüssigkeiten zur unverdünnten Anwendung Zulassungsende: 31.12.2022 Zugelassen gegen: Rostpilze an Zierpflanzen (Freiland - spritzen) Rostpilze an Zierpflanzen (Gewächshaus - spritzen) Rostpilze an Zierpflanzen (Zimmer, Büroräume und Balkone - spritzen) Zulassungsnummer: 006857-60</p>				
Terrassen und Balkone				
Duaxo Universal Pilz-frei	Difenoconazol	COMPO GmbH	Freiland	B4
Gemüse-Pilzfrei Saprol	Azoxystrobin	Scotts Celtafor GmbH	Freiland, Gewächshaus	B4
Rosen-Pilzfrei Saprol	Triliconazol	Scotts Celtafor GmbH	Freiland	B4

Abb. 2: Tabellarische Darstellung (Screen-Shot) zu den Informationen in PsIGa über zugelassene Pflanzenschutzmittel (screen-pflanzenschutzmitteltabelle.jpg)

Um die Erfahrungen vom Gartencenterpersonal zu bündeln, wurde bei jedem Schaderreger die Rubrik „Eigene Erfahrungen aus der Beratung“ geschaffen. In diesem Feld können die Berater kurze, eigene Freitexte zu den Schaderregern verfassen, die sich optional für alle PsIGa-Gartencenter sichtbar schalten lassen können oder nur für das eigene Unternehmen.

Zusätzlich abrufbar ist eine Statistik-Funktion, die im Ergebnis eine Übersichtstabelle liefert, in der die Diagnosen (u.a. „Top 10“) der letzten Wochen oder in einem frei wählbaren Zeitraum einsehbar sind. Zusätzlich können die Diagnosen in einem Zeitraum aufsummiert - von allen beteiligten Gartencenter oder bezogen auf ein wählbares Bundesland - abgerufen werden. Die Einträge zur Diagnose erfolgen dabei auf der Seite der jeweiligen Schaderreger oder direkt innerhalb des Statistik-Tools.

In der letzten Projektphase wurde darüber hinaus die Anbindung der Gartencenter-Kunden an die Dokumentation der Schadursachen für ihre Fälle realisiert („Falldatenbank“). Ziel dieser Anbindung ist es, im Sinne einer Web 2.0-Anwendung das Wissen der Kunden um Behandlungserfolge zu erfassen und in aggregierter Form wieder in den Beratungsprozess einzuspeisen.

(Geplante) Verwertung

Aus Sicht der Gartencenter ist PsIGa ein wichtiges Instrument in der Kundenkommunikation. Gemeinsam mit den bisherigen 24 Projektpartnern sowie weiteren Interessenten ist daher geplant, PsIGa nach Projektende im Herbst 2016 in eine Genossenschaft (eG) zu überführen. Die vorhandenen Strukturen und Inhalte sollen dabei nicht nur gepflegt, sondern auch weiter entwickelt werden, verbunden mit dem Ziel, das System PsIGa zum neuen Standard in der Pflanzenschutzberatung im Gartencenter zu etablieren.

„Erarbeitung einer Entscheidungshilfe für landwirtschaftliche Betriebe zum Resistenzmanagement (RESMAN-Modell)“

“Development of an online IT - decision support tool for on-farm resistance management (RESMAN-Modell)”

Projektlaufzeit

01.10.2013 bis 31.10.2016

Projektkoordinator, Institution

Herr Dr. D. Roßberg, Frau Dr. P. Marx
Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung
Kleinmachnow

Verbundpartner

Herr U. Helm
HELM-Software
Ladenburg

Kurzfassung

Projektziel

Resistenzen von Schadorganismen gegen Pflanzenschutzmittel sind in der landwirtschaftlichen Praxis ein zunehmendes Problem. Empfehlungen zum Resistenzmanagement umfassen derzeit vor allem anbautechnische Maßnahmen und einen konsequenten Wirkstoffwechsel, der bei der Planung von Pflanzenschutzmittelanwendungen zu berücksichtigen ist. Um jedoch einen für das optimale Resistenzmanagement effektiven Wirkstoffwechsel durchführen zu können, müssen viele Aspekte beachtet werden. Neben wissenschaftlichen Grundlagen sind das vor allem auch Informationen zur individuellen Situation auf dem jeweiligen Schlag.

Ziel des Vorhabens war es, eine benutzerfreundliche Entscheidungshilfe für die gezielte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zur Vermeidung der Resistenzbildung von Schadorganismen in ausgewählten Kulturpflanzen zu erarbeiten. Indem landwirtschaftlichen Betrieben ein nachhaltiges Resistenzmanagement ermöglicht wird, besteht langfristig die Möglichkeit das Auftreten von Resistenzen zu minimieren.

Realisierung

In der landwirtschaftlichen Praxis ist die Verwendung von Schlagkarteien zur Verwaltung und Dokumentation landwirtschaftlicher Maßnahmen bereits seit vielen Jahren üblich. Auf Basis der darin enthaltenen Informationen zur Schlaghistorie können

Maßnahmen zum Resistenzmanagement anwendungs- und schlagspezifisch abgeleitet werden.

Voraussetzung für solche Ableitungen sind jedoch umfassende Kenntnisse und Daten; beispielsweise zu vorhandenen Resistenzen von Schaderregern gegenüber einzelnen Pflanzenschutzmitteln und zur Vermeidung der Resistenzbildung.

Dafür wurden während des Projektes etwa 280 Literaturquellen mit dem Bezug zu Wirkstoffresistenzen im ackerbaulichen Bereich für die drei Wirkstoffbereiche Herbizide, Fungizide und Insektizide ausgewertet. Auf dieser Basis wurden grundlegende Parameter für eine Entscheidungshilfe im Resistenzmanagement erarbeitet. Es folgte eine Klassifizierung der verschiedenen Pflanzenschutzmittel hinsichtlich ihrer Wirkstoffe und den entsprechenden Wirkmechanismen, um im konkreten Einzelfall eine vom Landwirt geplante Pflanzenschutzmittelanwendung zu prüfen und das potentielle Risiko für die Entstehung von Resistenz zu analysieren. Um diese Beurteilung gewährleisten zu können, wurden eine fachliche Bewertung der einzelnen Fakten für die Entstehung von Resistenzen bei unterschiedlichen Wirkstoffen in den Bezug zur Praxis gesetzt und Antworten auf die Frage „Welche resistenzrelevanten Faktoren müssen bei der Entwicklung der Entscheidungshilfe als Parameter einfließen?“ gefunden. Im Ergebnis wurde eine Liste erfassbarer und bewertungsfähiger Einflussfaktoren, die als Parameter für die Entwicklung der Algorithmen dienen, erstellt. Diese Algorithmen wurden von der Firma HELM-Software in bestehende IT-Anwendungen integriert und für die Darstellung auf mobilen Endgeräten aufbereitet. Abschließend wurden von den Projektpartnern die Evaluierung und die Validierung der erstellten Software vorgenommen.

Ergebnisse

Innerhalb des Projekts wurden vom Julius Kühn-Institut fachliche Inhalte zu Pflanzenschutzmittelresistenzen erarbeitet und für eine praktische Nutzung in der Landwirtschaft im Rahmen eines Assistenzsystems durch die Firma HELM-Software aufgearbeitet und bereit gestellt. Die für die Entscheidungshilfe entwickelten Algorithmen ermöglichen eine Bewertung geplanter Herbizid-, Fungizid- oder Insektizid-Anwendungen hinsichtlich ihres Risikos für die Entstehung von Resistenzen. Mittels dieser Algorithmen wird das potentielle Risiko für die Herausbildung einer Resistenz ermittelt. Für die Beschreibung der Höhe des Risikos wurden maximal drei Abstufungen festgelegt: Es besteht ein geringes, mittleres oder hohes Risiko für die Entstehung von Resistenzen bei Anwendung des Wirkstoffes.

HELM-Software bietet klassische PC-Lösungen und online Angebote für mobile Endgeräte für die Landwirtschaft an. Als Ergänzung zur klassischen Ackerschlagkartei wird den Landwirten die Möglichkeit geboten, zusätzliche Informationen zu geplanten Aktivitäten abzurufen. In Zusammenhang mit Anwendungen von Pflanzenschutzmittelanwendungen werden beispielsweise Anwendungsbestimmungen, Hinweise zu in einer Kultur nicht zugelassenen Anwendungen oder auch Abstandsaufgaben angezeigt. In dieses Softwaretool, genannt „AGRIMENTOR“, wurde der Resistenzmanager integriert. Damit hat der Nutzer bereits während der Planung und Plausibilitätskontrolle von

Pflanzenschutzmaßnahmen die Möglichkeit, geplante Maßnahmen in Hinblick auf das Risiko einer möglichen Resistenzentwicklung zu bewerten.

(Geplante) Verwertung

Durch die enge Verzahnung von wissenschaftlichen Grundlagen zu Resistenzentwicklung und praxisrelevanten Aspekten bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln konnte die Entscheidungshilfe zum Resistenzmanagement an die Erfordernisse der Praxis hinsichtlich Praktikabilität und Anwendbarkeit optimal angepasst werden. Der Landwirt erhält durch die bereitgestellten Entscheidungshilfen die Möglichkeit, einen gezielten Wirkstoffwechsel auf seinen Schlägen zu realisieren und damit einen wichtigen Beitrag zum Resistenzmanagement zu leisten. Damit steht eine Methode bereit, die langfristig zur Vermeidung bzw. zum Vermindern des Auftretens von Resistenzen beitragen kann.

Die Bereitstellung von Strategien, um die Resistenzentwicklung gegenüber Pflanzenschutzmittelwirkstoffen von Schadorganismen zu minimieren oder aufzuhalten, ist ein zentrales Ziel in der Politik des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Durch die Erarbeitung von Resistenzmanagementstrategien wird eine Voraussetzung geschaffen, die es ermöglicht, die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu präzisieren und ggf. zu begrenzen und damit die nachhaltige Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu gewährleisten.

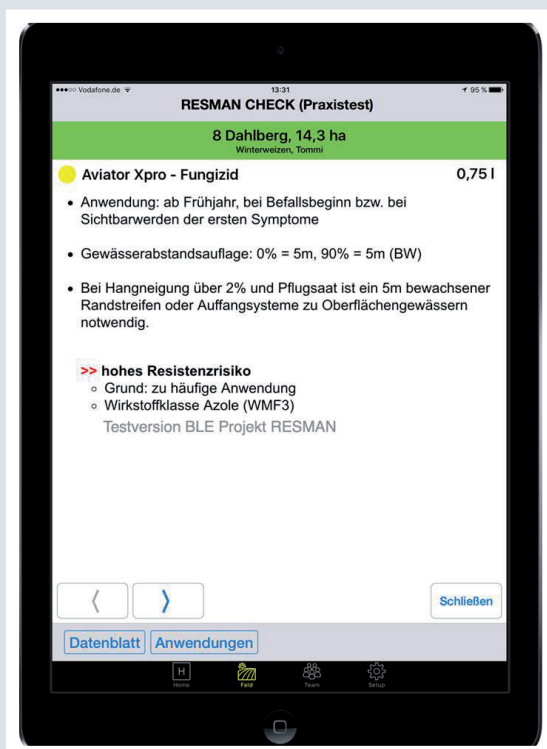


Abb. 1: Geplante Darstellung der Bewertung des Resistenzrisikos am Beispiel einer Fungizidanwendung

„Resistenzmanagement für Unkräuter - Diagnoseverfahren zur Detektion der Herbizidresistenz an Unkräutern im Feld, geoinformationsgestützte Dokumentation, Ursachenanalyse und Managementempfehlungen (HerbiResistenz)“

“Management of Herbicide-resistant Weeds – Detecting Herbicide-resistant Weeds in the Field, GIS-based Documentation, Analysis of Resistance Mechanisms, and Strategies to Overcome Resistance (HerbiResistenz)”

Projektlaufzeit

01.03.2013 bis 29.02.2016

Projektkoordinator, Institution

Universität Hohenheim, Institut für Phytomedizin (360)
 Fachgebiet Herbologie
 Prof. Dr. Roland Gerhards
 Stuttgart

Verbundpartner

IDENTXX GmbH
 Stuttgart

Heinz Walz GmbH
 Effeltrich

Du Pont de Nemours (Deutschland) GmbH
 Neu Isenburg

Kurzfassung

Projektziel

Landwirte und Pflanzenschutzberater berichten immer häufiger, dass Unkräuter Herbizidapplikationen überleben, die normalerweise ausreichen, diese Pflanzen abzutöten. Speziallabore können einen sicheren Befund erstellen, ob und gegen welche Herbizide/Wirkstoffgruppen eine Resistenz vorliegt. Diese Untersuchungen werden meist an den Nachkommen der überlebenden Verdachtspflanzen durchgeführt. In Deutschland ist die Herbizidresistenz derzeit in Populationen von Gemeinem Windhalm (*Apera spica-venti* L. Beauv.) und Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) am stärksten verbreitet (JKI-Informationsblatt Herbizidresistenz, 2009). Durch die herbizidresistenten Unkrautpopulationen entstehen den landwirtschaftlichen Betrieben erhebliche wirtschaftliche Verluste durch Mehrkosten bei der Unkrautbekämpfung und Kornertrags-

verluste von ca. 15% bei einer Populationsdichte von 100 Ungräsern m² (Melander et al. 2008, Weed Res. 48, 48–57).

Diese Verluste sollen mit schnellen und präzisen Diagnoseverfahren vermindert werden. Dabei erkennen landwirtschaftliche Betriebe und Pflanzenschutzberater mit Hilfe der Chlorophyllfluoreszenz-Bildanalyse verdächtige Pflanzen schon im Feld. Die sich anschließenden PCR-Untersuchungen identifizieren dann die molekularen Grundlagen der Resistenz.

Falls eine Herbizidresistenz nachgewiesen wird, können herbizidresistente Pflanzen noch im gleichen Jahr bekämpft und so Ertragsverluste und die Ausbreitung der Resistenz vermindert werden. In mehrjährigen Fruchtfolgeversuchen sollen zudem Strategien zur Vermeidung und Bekämpfung herbizidresistenter Unkrautpopulationen erarbeitet werden. Die im Rahmen des Projektes entwickelten Diagnoseverfahren und Bekämpfungsstrategien sollen in die landwirtschaftliche Beratung integriert werden.

Realisierung

Im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft wurde zunächst ein Prototyp eines mobilen Chlorophyll-Fluoreszenz Bildanalyse-Gerätes durch die Firma Walz entwickelt (vgl. Abb. 1.). Mit diesem als WEED-PAM bezeichneten Gerät ist es möglich, den Stresszustand einer Pflanze innerhalb weniger Minuten festzustellen. Dazu werden auf dem Feld zunächst die Eckdaten wie Unkrautart, Zeitpunkt der Applikation, verwendetes Herbizid, etc. in einen mit dem Sensorsystem verbundenen Laptop eingegeben. Im Anschluss daran werden Verdunklungshauben auf dem Feld verteilt. Unter diesen Hauben befinden sich die zu messenden Unkräuter. Sobald alle Hauben verteilt sind, kann mit der eigentlichen Messreihe begonnen werden. Jede Messhaube ergibt einen Datensatz, welcher unter anderem eine visuelle Darstellung des Stresslevels für jede Pflanze enthält. Diejenigen Pflanzen, die keine Anzeichen für Stress zeigen, also von den Herbiziden nicht negativ beeinflusst sind, werden eingesammelt und zur molekularbiologischen Bestimmung der Herbizidresistenz an das Unternehmen IDENTXX versandt. Dem Unternehmen ist es gelungen, die Nachweise für die Ungrasarten *Alopecurus myosuroides* und *Apera spica-venti* so zu optimieren, dass die bekannten Punktmutationsstellen wie ALS 197 und ALS 574 innerhalb weniger Tage exakt bestimmt werden können. Aus der Kombination der Datensätze der WEED-PAM-Messung und der molekularbiologischen Untersuchung wird es zukünftig möglich sein, gezielte Behandlungsempfehlungen zeitnah auszusprechen. Eine der zentralen Aufgaben der Universität Hohenheim war es, Feldversuche anzulegen mithilfe derer das neue Diagnosesystem unter praxisnahen Bedingungen getestet werden konnte. Durch die Ergebnisse dieser Untersuchungen konnte belegt werden, dass sowohl das gesamte Messprinzip praxistauglich ist als auch die daraus resultierenden Aussagen über den Resistenzstatus der untersuchten Ungräser valide sind. Durch die Mithilfe des Projektpartners DuPont konnte das neu entwickelte Diagnosesystem, welches seit 2014

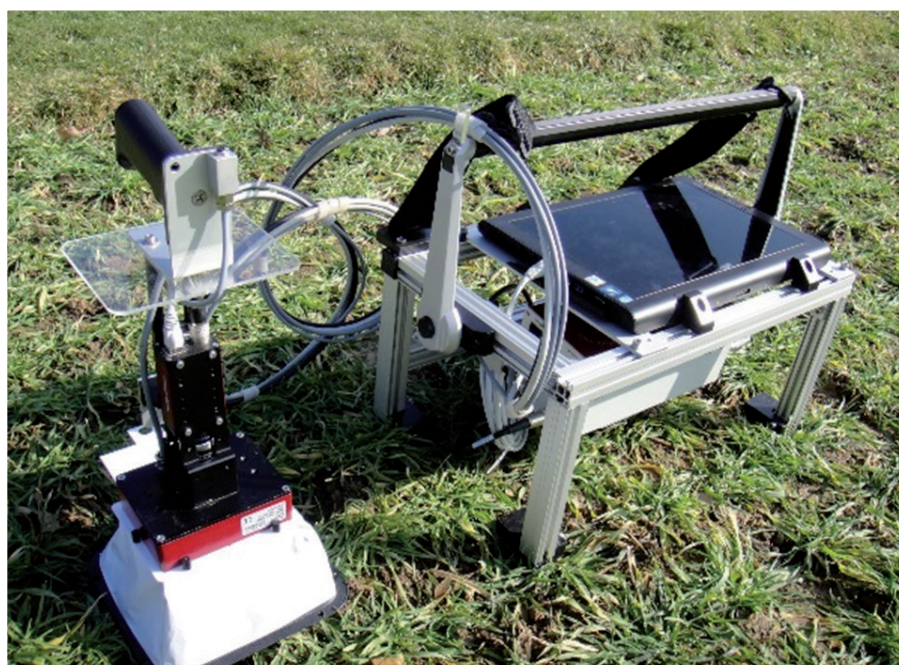


Abb. 1: Prototyp des WEED-PAM-Systems

unter dem eingetragenen Markennamen „QWERT®“ präsentiert wird, einem breiten Publikum vorgestellt werden. Die bei einschlägigen Veranstaltungen geführten Gespräche mit Landwirten, Beratern und Unternehmen haben gezeigt, dass das Thema der schnellen Herbizidresistenzdiagnostik wichtiger denn je ist. Die Praxisrelevanz des QWERT®-Systems ist daher als sehr hoch einzustufen. Im Rahmen des dreijährigen Projektes „HerbiResistenz“ konnte die Marktreife des Systems nicht ganz erreicht werden. Die noch fehlenden Informationen und technischen Anpassungen werden in dem Nachfolgeprojekt „QWERT-System“, welches durch die Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP) gefördert wird, umgesetzt. Mit dem Marktstart des QWERT®-Systems ist im Jahr 2018 zu rechnen.

Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes wurden zahlreiche technische Fortschritte erzielt. Diese Einzelergebnisse mündeten in der Etablierung des QWERT®-Systems. Nachfolgend ist der Aufbau der zentralen Validierungsstudien dargestellt (vgl. Abb. 2).

Über drei Vegetationsperioden wurden an 75 Standorten in Baden-Württemberg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Hessen sensitive und herbizidresistente Populationen von *Alopecurus myosuroides* und *Apera spica-venti* untersucht. Die Pflanzen wurden mit Herbiziden der Wirkstoffgruppen PS2-, ACCase- und ALS-Inhibitoren behandelt. An diesen Pflanzen wurden konventionelle Gewächshaus-Biotests, molekulare Untersuchungen des Zielgens (IDENTXX), Analysen der Metabolisierung des Herbizids (durchgeführt an einigen resistenten bzw. sensitiven Windhalm-Biotypen) und Sensormessungen mit der WEED-PAM durchgeführt. Somit konnten die Aussagen der Sensormessungen

bestätigt und der Mechanismus der Herbizidresistenz aufgeklärt werden. Die Position jeder Probe wurde mit GPS bestimmt, und die Daten der Resistenztests in ein geografisches Informationssystem (GIS) übertragen.



Abb. 2: Schematische Darstellung des QWERT®-Prinzips

In der nachfolgenden Tabelle sind beispielhaft Einzelergebnisse dieser Validierungsstudien wiedergegeben.

Tabelle 1: Vergleich der Klassifikationsergebnisse des QWERT-Resistenztests mit dem Standard-Biotest an ausgewählten Populationen von *Alopecurus myosuroides*.

Population		getestete Herbizide				SNP Häufigkeit in Population
		Atlantis WG®	Broadway®	Traxos®	SNP	
2903-STD	Biotest	S	S	S	-	-
	WeedPAM-Test	S	S	S	-	-
4411	Biotest	RR	RR	RR	Ser197/Leu574/Leu1781	63%/13%/75%
	WeedPAM-Test	RR	RRR	RR	-	-
4414	Biotest	RR	R?	RR	-	-
	WeedPAM-Test	RR	RR	RR	-	-
4447	Biotest	RR	RR	S	Leu574	100%
	WeedPAM-Test	RR	RRR	S	-	-
4449	Biotest	RR	RR	S	-	-
	WeedPAM-Test	RR	R?	S	-	-

(Quelle: Menegat A, Gerhards R (2014) Validation of the Chlorophyll Fluorescence Imaging Method (CFI) for early detection of herbicide resistance in weeds. 26. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, DOI 10.5073/jka.2014.443.005)

Das Hauptaugenmerk der Untersuchung lag auf der Frage, wie gut die durch die WEED-PAM-Messung bestimmte Resistenz-Klassifikation mit der durch den Standard-Biotest ermittelten Werte übereinstimmen. Wie die Tabelle zeigt, konnten alle durch die WEED-PAM-Messung als sensitiv klassifizierten Populationen im Biotest als solche bestätigt werden und zwar unabhängig davon, welche Herbizidklasse eingesetzt wurde. Auch konnten alle resistente Population als solche bestätigt werden. Lediglich bei der Klassifikation des Resistenzgrads (R?, RR oder RRR) gab es Abweichungen. Für den späteren praktischen Einsatz des QWERT®-System spielen diese Unterschiede jedoch keine Rolle, da mit der WEED-PAM Messung primär potentiell resistente Populationen identifiziert werden sollen. Legt man diese Zielsetzung zu Grunde, konnte die WEED-PAM Messung die Populationen stets eindeutig klassifizieren.

(Geplante) Verwertung

Es ist geplant mit der Markteinführung unmittelbar nach dem Ende des Nachfolgeprojektes im Frühjahr 2018 zu beginnen. Die zunächst auf Deutschland begrenzte Startphase soll unter anderem dazu genutzt werden, weitere Erfahrungen zu sammeln. Abschätzungsweise kann im dritten Jahr nach der Markteinführung mit der Internationalisierung in Europa begonnen werden. Aufgrund der Vorteile des QWERT®-Systems, sollte auch ein Absatz im nicht-europäischen Ausland möglich sein. Hierzu müsste das QWERT®-System jedoch auf die in der jeweiligen Region relevanten Unkräuter umgestellt werden. Ob sich dieser Entwicklungsaufwand lohnt, muss zukünftig im Einzelfall geprüft werden. Zu den späteren Nutzern des Systems gehören landwirtschaftliche Betriebe, forschende Firmen auf dem Gebiet der Herbizidentwicklung, freie Berater und öffentliche Forschungseinrichtungen. Für jeden Kundenkreis können unterschiedliche

Nutzungsschwerpunkte formuliert werden. Im Folgenden sind zwei Beispiele exemplarisch dargestellt.

Große landwirtschaftliche Betriebe:

Bei diesem Kundenkreis stehen Ertragssicherheit und effizienter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Vordergrund. Modellrechnung zeigen deutlich, dass sich die Anschaffungskosten einer WEED-PAM bereits durch die Verhinderung eines unkrautbedingten zweijährigen Ertragsverlustes auf einem 100 ha Schlag lohnend auswirken. Für diese Kunden lässt sich der Nutzen des QWERT®-Systems in Abhängigkeit von der Anwendungsfläche direkt berechnen und in Folge dessen einfach darstellen.

Forschende Firmen (Herbizidhersteller):

Nach Aussage verschiedener Herbizidhersteller ist in den kommenden Jahren nicht mit der Zulassung neuer Wirkstoffgruppen zu rechnen. Alle am Markt befindlichen Unternehmen sind daher darauf angewiesen, dass die aktuellen Produkte noch möglichst lange eingesetzt werden können. Mit Hilfe der unternehmenseigenen, regionalen Berater kann das QWERT®-System dazu genutzt werden, dem Landwirt innerhalb kurzer Zeit davon zu überzeugen, unwirksame und daher unnötige Herbizidapplikationen zu unterlassen. In Abhängigkeit des Produktportfolios kann das für einen Herbizidhersteller einen kurzfristigen Umsatzrückgang bedeuten. Wird das QWERT®-System jedoch konsequent weiter eingesetzt, wird der Selektionsdruck auf die resistente Population reduziert, sodass diese mittel- bis langfristig zurückgedrängt wird. Somit kann die vorhandene Herbizidpalette weiterhin eingesetzt werden. Ergänzend hierzu kann das QWERT®-System gezielt als Instrument genutzt werden, um den Blick für die Problemstellung der Herbizidresistenz zu schärfen.

„Best-Management Praktiken und nachhaltige Anwendung von Glyphosatherbiziden (BMP-Glyphosat)“

“Best-Management-Practices and sustainable use of glyphosate in arable farming (BMP-Glyphosat)”

Projektlaufzeit

01.10.2013 bis 30.11.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Horst-Henning Steinmann
Georg-August Universität Göttingen

Verbundpartner

Prof. Dr. Ludwig Theuvsen, Georg-August Universität Göttingen

Prof. Dr. Bärbel Gerowitt, Universität Rostock

Dr. Jean Wagner, Plantalyt GmbH, Hannover

Kurzfassung

Projektziel

Die europäische Wirkstoffzulassung von Glyphosat war bzw. ist mit zahlreichen und teilweise scharf geführten Kontroversen verbunden. Derzeit (Mai 2016) ist der Ausgang des Verfahrens nicht absehbar. Auch nach einer Erteilung der Wirkstoffzulassung wird die Diskussion nicht zu Ende sein, denn die zonalen und nationalen Ausgestaltungen der Mittelzulassungen und Risikominderungsauflagen müssen erteilt oder erneuert werden.

Im Rahmen des Innovationsprojektes „Best-Management-Praktiken und nachhaltige Anwendung von Glyphosatprodukten“ untersuchen Wissenschaftler aus Einrichtungen der Universitäten Göttingen und Rostock Anwendungsmuster von Glyphosatherbiziden sowie Auswirkungen von Glyphosatanwendungen auf Unkrautpopulationen und -gemeinschaften im Ackerbau. Teil des Projektes ist weiterhin die Entwicklung eines Resistenztests, der es ermöglichen soll, auftretende, schwer bekämpfbare Unkrautbiotypen auf das Vorkommen einer Glyphosatresistenz zu testen.

Realisierung

Im Zentrum der Arbeiten stand die Durchführung und Auswertung der Befragung zu unterschiedlichen Anwendungsbereichen von Glyphosat im Ackerbau. Mithilfe verschiedener statistischer Methoden konnte dadurch das Anwendungsverhalten deutscher

Landwirte genauer betrachtet werden. Der Fragebogen beinhaltete Frage-Konstrukte, die eine große Bandbreite möglicher Einflussfaktoren abdecken. Zur Auswertung stehen Antworten von etwa 2026 Landwirten zur Verfügung. Es wurden regressionsanalytische und Clusterungsmethoden angewendet, um weitere Strukturen zu erkennen. Dadurch konnten Betriebstypen identifiziert werden, die sich hinsichtlich Strukturmerkmalen und Glyphosateinsatz deutlich unterscheiden.

In der ökonomischen Arbeitsgruppe wurde die ökonomische Bewertung von Glyphosat bzw. der ökonomischen Auswirkungen eines Glyphosatverzichtes durchgeführt. Hierzu wurde zunächst eine Methodik entwickelt und der Bedarf für gezielte Datenerhebungen abgeschätzt. Zweckmäßig erschien eine ökonomische Betrachtung von exemplarischen Fruchtfolgen der wichtigen Feldfrüchte Raps, Mais und Wintergetreide. Diese Fruchtfolgen wurden anhand der Befragungsergebnisse mit Annahmen zu Glyphosatanwendungen bzw. Alternativmaßnahmen hinterlegt. Weiterhin wurden Experten in ganz Deutschland aufgesucht und nach Einschätzungen, Quantifizierungen und weiteren Anmerkungen zu den Annahmen gefragt. Auf der Grundlage dieser Daten wurden die Fruchtfolgen für einen Projektionszeitraum von 12 Jahren durchgerechnet. Es kamen übliche betriebswirtschaftliche Verfahren zur Anwendung.

Weitere Arbeiten befassten sich mit den Reaktionen von Unkrautpopulationen auf langjährigen bzw. wiederholten Glyphosateinsatz. Dabei sind zwei Reaktionsmuster möglich: (1) innerhalb der Artengemeinschaft verschiebt sich die mengenmäßige Bedeutung einzelner Arten und (2) innerhalb der Population einer Art verschiebt sich die Sensitivität gegenüber dem Wirkstoff. Beides sind Reaktionen auf gleichgerichteten Selektionsdruck.

In einem Monitoring wurden auf Landwirtschaftsbetrieben im Großraum Rostock Flächen mit unterschiedlicher Anwendungshistorie von Glyphosat hinsichtlich ihrer vegetationskundlichen Zusammensetzung untersucht. Weiterhin wurden Feldversuche zur Wirkung von Bodenbearbeitung und Glyphosateinsatz auf die pflanzliche Biodiversität angelegt. Ein anderer Versuch diente der Untersuchung von Anpassungsreaktionen von Populationen an die Glyphosatanwendung.

Ergebnisse

Eine erste Auswertung der Umfrage betrachtete die Verhaltensmuster mit Hilfe eines Strukturgleichungsmodells, das Muster und Interaktionen abbilden kann. Dies war auch mit regionalen Aussagen möglich. Es zeigten sich unterschiedliche Anwendungsmuster zwischen Ost- und Westdeutschland, wobei deutliche Treiber für den Glyphosateinsatz die Art der Bodenbearbeitung und der Arbeitskräftebesatz waren.

Auf Basis der Umfrageergebnisse konnte mithilfe einer Cluster-Analyse ermittelt werden, wie sich Betriebstypen hinsichtlich der Glyphosatanwendungen unterscheiden. Eine Veranschaulichung von sieben verschiedenen Clustern erlaubt einen differenzier-ten Einblick in ackerbauliche Betriebsstrukturen. Die Betriebstypen unterscheiden sich vor allem bezüglich der Wahl zwischen konservierender und wendender Bodenbearbeitung. Analog zu dieser Differenzierung gestaltet sich auch die Intensität der Glyphosat-

anwendungen. Zusätzlich wird sichtbar, dass sich Cluster mit einem höheren Glyphosat-Anwendungsumfang durch einen geringeren Arbeitskräftebesatz, mehr Ackerfläche und/oder einem verstärkten Zwischenfruchtanbau charakterisieren lassen. Des Weiteren geben Betriebsgruppen mit einem intensiveren Glyphosateinsatz eher an, diesen Wirkstoff zum Resistenzmanagement zu benötigen. Die Einschätzungen der befragten Landwirte bezüglich der betriebswirtschaftlichen Bedeutung von Glyphosat variieren je nach Betriebstyp. Mithilfe der Betriebscluster können die wichtigsten Anwendungssituationen von Glyphosatherbiziden im Ackerbau weiter betriebswirtschaftlich analysiert und Szenarien für Folgenabschätzungen gebildet werden.

Die Kosten, die Ackerbaubetrieben bei der Anpassung an einen Verzicht auf Glyphosat entstehen würden, hängen von verschiedenen Rahmenbedingungen ab. Fruchtfolge und Bodenbearbeitungssystem erfordern unterschiedliche Anpassungen. Im günstigsten Fall der Szenarienberechnungen entstehen Betrieben nur moderate Kosten in Höhe von ca. 30 Euro je ha. In ungünstigeren Fällen, wenn das Bodenbearbeitungsregime weitgehend umgestellt werden muss, können die Anpassungskosten auch 50 Euro je ha übersteigen.

(Geplante) Verwertung

Die Projektergebnisse sollen dabei helfen, den Glyphosateinsatz auf das notwendige Maß zu begrenzen. Dazu werden intensive Gespräche mit Behördenvertretern und Beratungseinrichtungen geführt. Für Zulassungs- und Genehmigungsverfahren können die Projektergebnisse flankierende Informationen liefern. Die Erkenntnisse über Unkrautpopulationen helfen bei der Weiterentwicklung von Managementverfahren und bei der Risikoabschätzung der Verfahren.

„Diagnose der Ursachen von Fungizidresistenzen und Antiresistenzstrategien für den Graufäule-Erreger *Botrytis cinerea* im Beerenobst-Anbau (GraufäuleObstbau)“

“Diagnosis of the causes of fungicide resistances, and anti-resistance strategies against the grey mould fungus *Botrytis cinerea* in German soft fruit cultivation (GraufäuleObstbau)”

Projektlaufzeit

01.03.2013 bis 31.05.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Matthias Hahn
TU Kaiserslautern, Fachbereich Biologie
Kaiserslautern

Verbundpartner

Prof. Dr. Roland Weber
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Jork

Alfred-Peter Entrop
Obstbauversuchsring des Alten Landes e.V.
Jork

Daniel Rieger
Belchim Crop Protection
Burgdorf

Dr. Gerd Stammler
BASF
Limburgerhof

Kurzfassung

Projektziel

Die durch den Pilz *Botrytis cinerea* - verursachte Graufäule gehört weltweit zu den bedeutendsten Ursachen von Ernteverlusten bei Obst und Gemüse, und ist in Deutschland insbesondere im Weinbau und Erdbeeranbau von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Zum Schutz vor Graufäule setzen die Landwirte verschiedene Kulturmaßnahmen ein, um den Pilzbefall zu reduzieren. Für den intensiven Beerenobstanbau ist eine wiederholte

Anwendung von Fungiziden unerlässlich, um Qualität und Ertragssicherheit zu gewährleisten. Der Einsatz von Chemikalien ist jedoch sowohl für den Verbraucher als auch für die Umwelt problematisch. In den vergangenen Jahren haben sich weltweit gegen Fungizide resistente Stämme des Erregers ausgebreitet, durch die die Bekämpfung von Graufäule zunehmend schwieriger geworden ist.

Ziel des Projektes war die Ermittlung der Häufigkeit des Auftretens von Fungizidresistenzen in deutschen Beerenobstfeldern in Abhängigkeit von den verwendeten Fungiziden und die Analyse der dafür verantwortlichen Mutationen in *Botrytis*. Aus den gewonnenen Erkenntnissen sollten Strategien entworfen und überprüft werden, durch eine sinnvolle Kombination von Kulturmaßnahmen, reduziertem Einsatz von Fungiziden und unter Einbeziehung von biologischen Pflanzenschutzmitteln eine nachhaltige Bekämpfung von Graufäule und eine Vermeidung des weiteren Anstiegs von Fungizidresistenzen in der Erregerpopulation zu erzielen.

Realisierung

Zur quantitativen Untersuchung der Resistenzhäufigkeiten in kommerziellen und experimentellen Beerenobstfeldern mit bekannter Spritzhistorie wurden optimierte Verfahren zur zeitsparenden parallelen Untersuchung der Fungizidresistenzmuster von jeweils 20 *Botrytis*-Isolaten pro Feld, und deren molekulare Analyse zur Ermittlung der Spezies und der Resistenzmutationen entwickelt. In Versuchsfeldern wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Spritzvarianten und Kulturmaßnahmen auf die Resistenzentwicklung, den Graufäule-Befall und den Ernteertrag überprüft.

Ergebnisse

Ein deutschlandweit durchgeführtes Monitoring hat vorangehende Untersuchungen bestätigt, dass vor allem in intensiv behandelten Beerenobstfeldern die Resistenzhäufigkeiten von *Botrytis* gegenüber alle zugelassenen, spezifisch wirkenden Fungizide sehr hoch sind. Eine wiederholte Behandlung mit Fungiziden der gleichen Wirkstoffklasse führte zu einem besonders starken Anstieg an Resistenzen. Labor- und Freilandversuche zeigten eine eindeutige Beziehung zwischen den Resistenzen des Erregers und dem Verlust der Wirksamkeit der davon betroffenen Fungizide. Eine kritische Beobachtung war der häufige Nachweis von besonders gefährlichen multipel resistenten Pilzstämmen, die ihre Empfindlichkeit gegen mehrere oder sogar alle Fungizide teilweise oder vollständig verloren haben. Diese multiresistenten Stämme zeigten unter Laborbedingungen eine hohe Vitalität. Außerdem zeigte sich, dass das an der Erzeuger gelieferte Pflanzgut häufig bereits mit resistenten *Botrytis*-Stämmen kontaminiert ist. Die Resistenzhäufigkeit der Erregerpopulation steigt in einzelnen Beerenobstfeldern in Abhängigkeit der Behandlungen an, sodass ein Wirkungsverlust ggf. erst im zweiten Jahr der Kultur deutlich wird. Trotz des starken Selektionsdrucks durch die Fungizidbehandlungen zeigt *Botrytis* eine bemerkenswerte genetische Diversität. Von der dominierenden Spezies, *Botrytis cinerea*, kommen verschiedene Genotypen vor, und neben *B. cinerea* wurden in vielen Feldern zwei weitere Arten, *B. pseudocinerea* und die neu entdeckte Art *B. fragariae*, nachgewiesen.

Die Überprüfung von verschiedenen Behandlungsvarianten zeigte, dass eine Reduktion auf drei bis maximal vier zeitlich optimierte Fungizidbehandlungen einen ausreichenden Schutz von Erdbeerbefeldern vor Graufäule gewährleistet. Voraussetzungen dafür sind eine gute Kulturführung und Hygienemaßnahmen, vor allem durch eine regelmäßige Entnahme und Entfernung von befallenen Früchten aus den Anlagen. Bei geringerem Befallsdruck können Fungizide durch biologische Bekämpfungsmaßnahmen ersetzt werden. Erste Ergebnisse aus kommerziellen Beerenobstfeldern in Norddeutschland deuten an, dass die Einhaltung der empfohlenen Maßnahmen die Ausbreitung von Fungizidresistenzen offenbar bremsen und die Resistenzhäufigkeiten in den *Botrytis*-Populationen möglicherweise sogar reduzieren kann.

(Geplante) Verwertung

Die erzielten Erkenntnisse wurden bereits informell und in zwei Informationsveranstaltungen an deutsche Beerenobsterzeuger und Berater weitergegeben, und werden in Kürze in internationalen und nationalen Fachzeitschriften veröffentlicht. Die in dem Projekt etablierten Verfahren für einen raschen Nachweis von Fungizidresistenzen werden interessierten Personen als Serviceleistung angeboten und erlauben eine gezielte Anpassung der Pflanzenschutzmaßnahmen an die bestehende Resistenzsituation.

„Etablierung von Methoden zur Analyse der Resistenz von Schaderregern des Gartenbaus gegen Pflanzenschutzmittel zur Entwicklung eines Resistenzmanagements (RESI-GAB)“

“Establishment of methods for the analyses of resistance of horticultural pests to pesticides for the development of a resistance management (RESI-GAB)”

Projektlaufzeit

15.02.2013 bis 14.02.2016

Projektkoordinator, Institution

Herr Dr. Thieme
BTL Bio-Test Labor GmbH Sagerheide
Thulendorf

Verbundpartner

Herr Dr. Schenke
Julius Kühn-Institut (Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen – JKI),
Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin

Kurzfassung

Projektziel

Die Forderungen und Ansprüche des Handels und der Konsumenten sowie die Umsetzung der durch die Politik zum Schutz des Verbrauchers geforderten Reduzierung der Risiken von registrierten Wirkstoffen führte im Gartenbau zu Minderwirkungen und Selektion auf Resistenzen von Schaderregern. Deshalb war das Wissen um Insektizidresistenzen und die methodische Unsicherheiten zur Bestimmung von Resistenzen zu verbessern.

Realisierung

Mit diesem Projekt wurden Daten als Grundlage für ein Resistenzmanagement von tierischen Schaderregern des Gartenbaus erarbeitet, durch:

- » Schaffung methodischer Sicherheit von Resistenztests im Labor für ausgewählte Wirkstoffe bzw. Formulierungen unter verschiedenen Bedingungen (Applikationstechnik, Lagerung und Temperatur),
- » Entwicklung neuer Bioassays,

- » Analyse der Wirkstoffe für die Validierung der Bioassays und Vergleichbarkeit mit Praxisapplikationen,
- » Testung der Resistenzsituation bedeutsamer Schaderreger gegen Insektizide/Akari-zide, mit Tiermaterial aus den Gartenbaubetrieben verschiedener Bundesländer,
- » Untersuchungen zur Stabilität von Resistenz über mehrerer Generationen von Schaderregern,
- » Beratung mit kooperierenden Praxispartnern (E Götte, Hamburg; Dr. Schmidt, Rostock; Dr. Köhler, Dresden Pillnitz; P. Detzel, Herxheim) zur Schaderregerauswahl, den Erkenntnissen und Konsequenzen der Untersuchungen für das Resistenzmanagement,
- » Verifizierung der Laborversuchsergebnisse und gemeinsame Versuche zur Demonstration des Resistenzmanagements.

Ergebnisse

Das Einsammeln von Schaderregern in Praxisbetrieben erfolgte in Betrieben, die Probleme bei der Bekämpfung von Schaderregern hatten. Zur Gewinnung standardisierter und gesunder Altersstufen der Schaderreger wurden diese im Labor/Gewächshaus an geeigneten Pflanzen vermehrt: Spinnmilben (*Tetranychus urticae*) und Thripse (*Frankliniella occidentalis* und *Thrips tabaci*) an *Vicia faba*, Weiße Fliegen (*Bemisia tabaci* und *Trialeurodes vaporariorum*) an Fuchsien oder Tabak, die Blattläuse *Aphis frangulae gossypii* an Chrysanthemen oder Kürbis und *Myzus persicae* an Kürbis, Paprika oder Kartoffel.

Zur Beurteilung der Wirksamkeit der im Gartenbau eingesetzten PSM wurden unterschiedliche Testmethoden eingesetzt. Für die Bewertung der einzelnen Methoden wurden die zu testenden Produkte in verschiedenen Dosierungen ausgebracht.

Um Fehlinterpretationen der Versuchsergebnisse zu vermeiden, wurden die Gehalte der Wirkstoffe analysiert, die durch Tauchen, Besprühen oder Beschichten auf Pflanzen, Pflanzenteile, Schaderreger oder Glasflächen aufgetragen wurden. Dafür wurden die Arbeitsabläufe standardisiert, Geräteeinstellungen und Laborbedingungen festgelegt. Bei Bedarf wurde die Stabilität der Beläge unter verschiedenen Lagerbedingungen ermittelt. Die Ergebnisse zeigen z.B. die unterschiedliche Anlagerung von Wirkstoffen an Blattscheiben verschiedener Pflanzenarten nach dem Tauchen (Abb. 1) in PSM-Brühe. Für die Herstellung eines gewünschten Wirkstoffbelages muss dies bei der Berechnung der Brühekonzentration berücksichtigt werden.

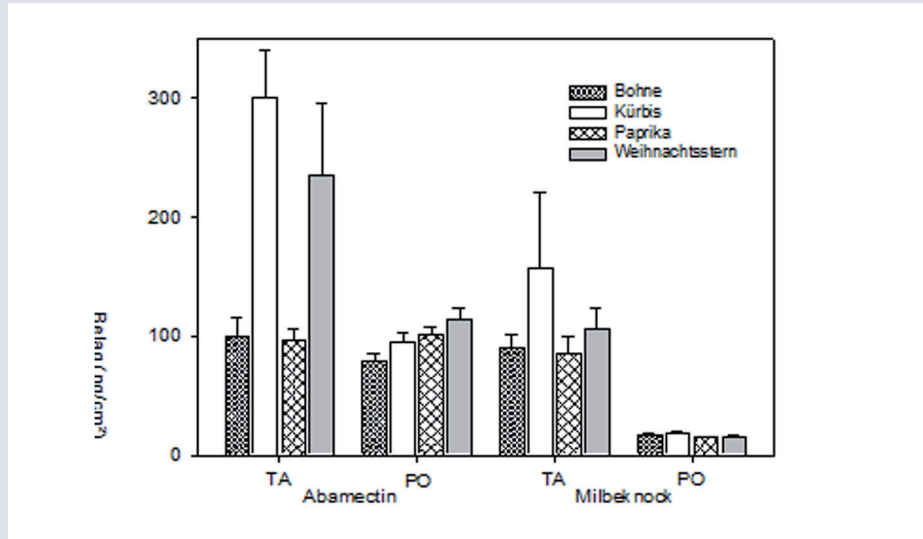


Abb. 1: Anlagerung von PSM-Wirkstoffen an Blattscheiben durch Tauchen (TA) in Mittelbrühe bzw. Besprühen im Potter Tower (PO) (n=4)

In Gewächshausversuchen wurde der Einfluss ausgewählter Applikationsparameter, auf die Verteilung und den Verbleib der PSM untersucht. Das Ziel jeder PSM-Anwendung ist eine optimale Anlagerung der Wirkstoffe an die Pflanzen und eine homogene Verteilung im ganzen Bestand. Dies ist aber nicht immer gegeben. So zeigt z.B. die Applikation von Mospilan SG auf Schnittrosen nach 2 Tagen eine gegenüber den Fiederblättern eine signifikant geringere Anlagerung von Acetamiprid an den äußeren Blütenblättern. In den inneren Blütenblättern waren nur Spuren des Wirkstoffes nachweisbar (Abb. 2). Die sich im Inneren geschlossener Blüten aufhaltenden Thripse lassen sich dadurch nicht bekämpfen.

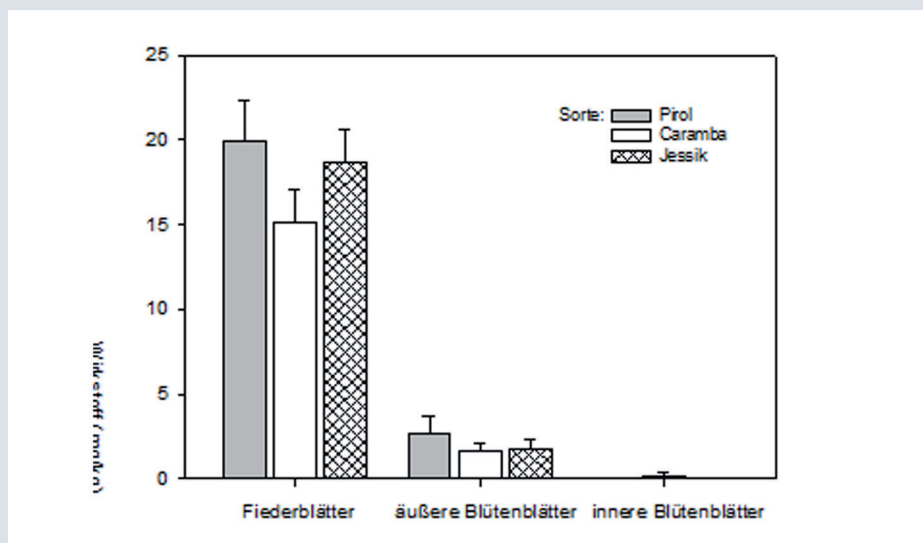


Abb. 2: Acetamiprid in Schnittrosen nach Spritzapplikation im Gewächshaus 2 Tage nach Applikation (n=3)

Die Interpretation der Ergebnisse bereitet Schwierigkeiten, wenn von verzögert wirkenden PSM im Test nur deren Anfangswirkung ermittelt werden kann. Diese – oft geringen – Wirkungsgrade könnten teilweise als Minderwirkung fehlinterpretiert werden. Die Entwicklung eines zusätzlichen Ganzpflanzentests, für einen deutlich längeren Testzeitraum, bedarf wiederum der Standardisierung, erschwert aber auch die schnelle Beratung im Resistenzmanagement.

Die eingetragenen Schaderreger-Herkünfte wurden mit Bioassays auf Sensitivität gegen Insektizide/Akarizide getestet (Tab. 1). Unter Berücksichtigung des MoA der verschiedenen Wirkstoffe wurden auch unterschiedliche Entwicklungsstadien analysiert.

Tab. 1: Anzahl der analysierten Schaderreger-Herkünfte (H), der durchgeführten Bioassays (T), der Nachweise von Minderwirkung (MW) bzw. multipler Minderwirkung (mMW) gegen die getesteten Pflanzenschutzmittel (Kontrollmortalität $\leq 20\%$)

Schaderreger	H (n)	T (n)	MW (n)	mMW (n)	mMW (%)
Thripse	37	209	31	22	59
Blattläuse	19	115	18	9	47
Spinnmilben	13	110	12	12	85
Weißer Fliegen	10	45	10	8	80
Gesamt	79	479	71	51	72

Während in den Bioassays die Mortalität der Tiere bei Exposition gegen 100% Feldaufwand getestet wurde, gelangt in der Praxis oft deutlich weniger auf die Oberfläche des Pflanzenmaterials. Die Entscheidung, ob eine Minderwirkung auf Resistenz zurückzuführen ist, wird durch die unterschiedlichen in der Literatur existierenden Definitionen erschwert.

Die Ursachen einer Resistenz können sehr verschieden sein: (1) Verhaltensänderungen, (2) reduziertes Eindringen der Insektizide in den Tierkörper, (3) metabolischer Abbau des Wirkstoffs sowie (4) Veränderungen am Zielmolekül. Für (3) und (4) wurden verschiedene Resistenzmechanismen identifiziert, die entweder mit molekularbiologischen Methoden oder biochemisch nachweisbar sind, die aber für das bearbeitete Vorhaben nicht geplant waren.

Die Auswertungen der Bioassays werden dadurch erschwert, dass ein Tier mehrere Resistenzmechanismen besitzen kann. Deren Identifizierung ist für zukünftige Arbeiten zwingend erforderlich.

(Geplante) Verwertung

Die erarbeiteten Methoden werden in der Praxis geprüft und der Pflanzenschutzberatung zur Verfügung gestellt. Für die Anwendung der entwickelten Methoden können spezifische, auf den Eigenschaften der PSM basierende Vorschläge für die günstigste Applikationsmethode und über einzuhaltende Versuchsbedingungen gemacht werden. Das ist eine Voraussetzung für die Erarbeitung von reproduzierbaren Erkenntnissen in den Praxisbetrieben und für eine bundesweit einheitliche Beurteilung der Resistenzsituation. Der Projektnehmer beabsichtigt die Funktion eines Referenzlabors im Rahmen des Resistenzmanagements zu übernehmen und wird nach Abschluss des Projektes eine Akkreditierung anstreben.

„Schutz von Nutzpflanzen vor Bodenschädlingen mittels einer innovativen Attract-and-Kill-Strategie (ATTRACT)“**“Protection of crops from soil-borne insect pests with a novel attract and kill strategy (ATTRACT)”****Projektlaufzeit**

01.02.2013 bis 31.10.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Anant Patel
Fachhochschule Bielefeld

Verbundpartner

Prof. Dr. Stefan Vidal
Georg-August-Universität Göttingen

BIOCARE GmbH
Einbeck

Trifolio-M GmbH
Lahnau

Kurzfassung**Projektziel**

Das BMEL-geförderte Verbundprojekt „ATTRACT“ strebt die Entwicklung neuartiger Formulierungen und Pflanzenschutzmaßnahmen zur Bekämpfung bodenbürtiger Schädlinge an. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Drahtwurmbekämpfung im konventionellen und ökologischen Kartoffelanbau gelegt. Im Rahmen einer sogenannten Attract-and-Kill-Strategie wird ausgenutzt, dass viele Schadinsekten, darunter Drahtwürmer, CO₂ zur Lokalisierung ihres Wirtes nutzen. Insbesondere bei der Bekämpfung von Bodenschädlingen bietet die Kombination eines Insektizids mit der attraktiven Wirkung von CO₂ ökologische und ökonomische Vorteile. Durch gezielte Anlockung mit nachfolgender Abtötung der Larven können chemische Insektizidapplikationen ersetzt sowie der Pflanzenschutzmittelaufwand minimiert und Umwelt und Gesundheit der Anwender und Verbraucher geschützt werden.

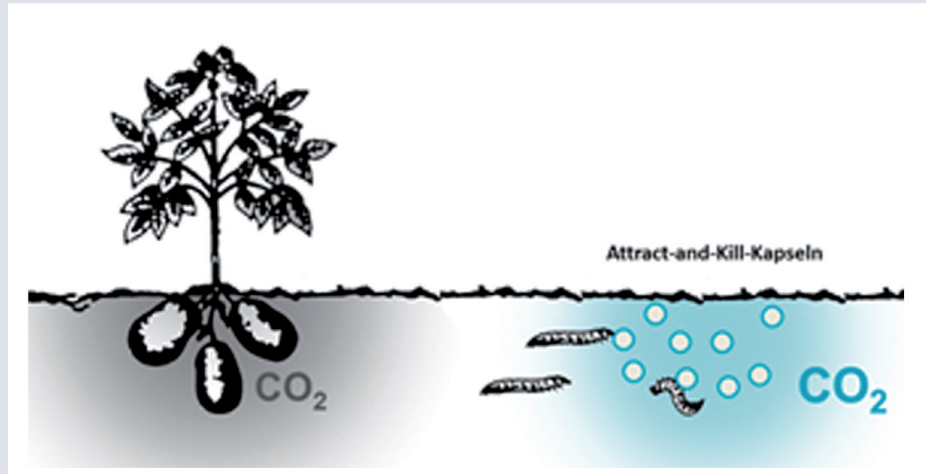


Abb. 1: Larven bestimmter Bodenschädlinge nutzen einen von den Wurzeln ausgehenden CO₂-Gradienten um ihre Wirtspflanze zu lokalisieren. Bei der Attract-and-Kill-Strategie wird dieses natürliche Verhalten der Schädlinge ausgenutzt, um sie gezielt anzulocken und abzutöten.

Realisierung

In diesem Projekt werden neuartige Co-Formulierungen (Kapseln, Granula) auf Basis von CO₂-emittierenden Quellen und einer insektenabtötenden Komponente entwickelt. Als auf Drahtwürmer attraktiv wirkende CO₂-Quelle dient Bäckerhefe und ein Depot mit einer Kohlenstoffquelle. Die insektenabtötende Wirkung wird durch einen Pflanzenextrakt aus dem Neembaum erreicht. Alternativ wird der Einsatz eines Nutzpilzes als Kill-Komponente untersucht. Die neuen Formulierungen werden in Wirksamkeitstests im Labor, Gewächshaus und Feld charakterisiert und optimiert.

Ergebnisse

Die neuartigen Köderformulierungen wurden in Laborversuchen hinsichtlich einer möglichst langen CO₂-Freisetzung im Boden entwickelt. Dabei konnte die Ausbildung von signifikanten CO₂-Gradienten für verschiedene Bodentypen und -parameter nachgewiesen werden. Zur Erhöhung der Lagerfähigkeit wurden die Kapseln auf einen geringen Restwassergehalt (Wasseraktivität <0,2) getrocknet. Die Produktion und die Trocknung der Kapseln wurden in den technischen Maßstab transferiert. Die Wirksamkeit der Formulierungen hinsichtlich CO₂-Freisetzung und Schadensreduktion an Kartoffeln mit dem Neemextrakt als Kill-Komponente konnte in Labor- und Feldversuchen erfolgreich nachgewiesen werden. In abschließenden Feldversuchen in 2016 wird auch als alternative Kill-Komponente ein aus einem Drahtwurm isolierter Nutzpilz getestet.

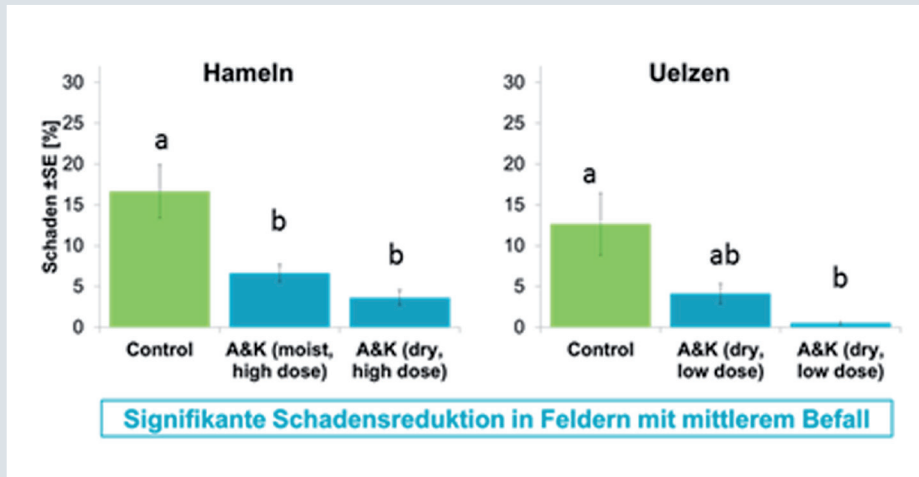


Abb. 2: Drahtwurmschaden an Kartoffeln in zwei Feldern in Deutschland (Hameln und Uelzen). High dose = 13.2 kg/ha; low dose = 0.6 kg/ha Azadirachtin A. Testdesign: 4 Reihen à 7 m, Ernte der zwei mittleren Reihen, 8 Wiederholungen, randomisiertes Blockdesign. Bonitur: EPP0 (Schaden %), Ernte von 100 Knollen/Plot

(Geplante) Verwertung

Die erarbeiteten Methoden und Technologien für die Kapselproduktion wurden im Rahmen des Technologietransfers bereits in den Pilotmaßstab übertragen. Für 2016 hat die Firma BIO CARE für die Attract-and-Kill-Formulierung, die den Nutzpilz als Kill-Komponente nutzt, für eine geringe Kartoffelanbaufläche (max 1.000 ha) eine Zulassung nach Art. 53 erreicht.

„Entwicklung und Praxistest eines Sägerätes zur nachhaltigen Minderung der Gefährdung des Naturhaushalts und des Anwenders durch Beizstäube (Beizstäube Sägeräte)“

“Development and field test of a pneumatic seeder for a sustainable reduction of risk to the ecosystem and the user by dust of seed dressings (Beizstäube Sägeräte)”

Projektlaufzeit

01.10.2014 bis 30.09.2017

Projektkoordinator, Institution

Dirk Rautmann, Christoph Kämpfer, Jan-Philip Pohl, Dr. Dieter von Hörsten
Julius Kühn-Institut (JKI)
Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz
Braunschweig

Verbundpartner

Volker Schanzenbach,
Kverneland Group Soest GmbH,
Soest

Kurzfassung

Projektziel

Im Jahr 2008 kam es in der Region des Oberrheingrabens und in Teilen Bayerns zu einem großen Bienensterben. Die darauf folgenden Untersuchungen zeigten, dass von gebeiztem Saatgut eine erhebliche Gefährdung für den Naturhaushalt und den Anwender ausgehen kann. Bis 2008 wurde die Beizung als unkritisches und hoch effektives Verfahren betrachtet, da der Wirkstoff mit der Saat abgelegt und in den Boden eingearbeitet wird. Besonders kritisch sind jedoch die durch Abrieb entstehenden Stäube des Beizmittels, wenn sie über das pneumatische Fördersystem der Sägeräte in die Umwelt abgegeben werden. Es bestand daher Handlungsbedarf, um die Beizung weiterhin sicher und zuverlässig nutzen zu können. Technische Verbesserungen hinsichtlich der Abdriftreduzierung von Beizstäuben wurden in den vergangenen Jahren bei Einzelkornsägeräten mit Saugluftsystem durchgeführt. Diese Gerätetypen haben damals maßgeblich zu der Situation in Süddeutschland beigetragen. Allerdings besteht auch bei der Aussaat von gebeiztem Saatgut mit Universalsägeräten, die mit Druckluftsystemen arbeiten, die Gefahr, dass Beizstaub unbeabsichtigt freigesetzt wird.

Ziel des Projektes ist es daher, ein pneumatisches Universalsäugerät weiterzuentwickeln, um die Abdrift von Beizstäuben durch technische Maßnahmen auf ein Minimum zu reduzieren.

Realisierung

Bislang lag der Fokus für Staubabdriftmessungen auf Einzelkornsäugeräten mit Saugluftsystem. Da nur wenige Daten zu Universalsäugeräten mit Druckluftsystemen vorliegen, stellte der Industriepartner in der ersten Phase des Projektes ein am Markt erhältliches Säugerät mit 3 m Arbeitsbreite zur Verfügung. An dieser Maschine erfolgten erste Tests, um grundsätzliche Aussagen zur Entstehung, Freisetzung und Abdrift von Beizstaub treffen zu können.

Um die Abriebfestigkeit bzw. die Entstehung von Staub bei Verwendung unterschiedlicher Beizmittel bewerten zu können, wurde der Heubachttest als inzwischen etablierte Standardmethode genutzt. Hiermit lassen sich Aussagen darüber treffen, wieviel Beizstaub entsteht, wenn eine definierte Menge Saatgut mechanisch beansprucht wird. Für die Versuche wurden auf eine einheitliche Charge Weizen verschiedene Beizmittelkombinationen appliziert und diese hinsichtlich ihres Abriebs untersucht.

Um die Gleichmäßigkeit des Staubtransportes im Säugerät zu prüfen, wurde in einem ersten Schritt die Luftgeschwindigkeit vor den Säscharen gemessen. Im nächsten Schritt wurde dem Fördersystem des Säugerätes ein Aerosol zugesetzt, um zu prüfen, ob Staubpartikel ausschließlich an den Scharen entweichen oder ob es weitere Austrittsstellen gibt. Im Anschluss erfolgten erste Versuche im Freiland unter praxisnahen Bedingungen nach den Methoden des JKI zur Messung von Staubabdrift. Hierbei wurde dem Fördersystem über einen Partikeldispersierier ein Tracer zugesetzt, der fluorometrisch leicht zu messen ist und im Saatgut enthaltenen Beizstaub simulieren soll. Im weiteren Projektverlauf sollen die Anwenderkontamination beim Befüllen und Arbeiten mit dem Säugerät untersucht werden.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse zur Abriebfestigkeit verschiedener Saatgutbeizrezepturen bestätigen weitestgehend die bisherigen Erkenntnisse aus der Literatur. Eine gute Vorreinigung von Saatgut ist sehr wichtig, um Staubpartikel bereits vor der Applikation des Beizmittels zu entfernen, da sie sonst mit Beizmittel kontaminiert werden. Weiterhin kann die Verwendung von Klebern bei der Beizung die Abriebfestigkeit gegenüber Varianten ohne Kleberzugabe verbessern. Eine Verschlechterung tritt ein, wenn die Beizung mit mehreren Produkten durchgeführt, wird ohne einen Kleber zu verwenden.

Bei der Untersuchung des Säugerätes hinsichtlich Staubfreisetzung hat sich gezeigt, dass die Luftgeschwindigkeiten an den Schlauchenden vor den Scharen an einigen Schläuchen abfallen. Die Untersuchung mit Aerosolzusatz zeigt, dass eine Teilmenge des zugesetzten Aerosols nicht über die Schare abgeleitet wird, sondern durch unerwünschten Leckagen des Fördersystems austritt. Diese Beobachtung konnte im Rahmen der Freilandversuche mit Tracer bestätigt werden und erklärt die reduzierte Luftgeschwin-

digkeit. Der Hauptteil der zugesetzten Aerosolmenge tritt jedoch bodennah durch die Öffnungen der Schare aus.

Erste Messungen im Freiland haben ergeben, dass bereits beim Einsatz des unmodifizierten Sägerätes nur eine geringe Abdrift entsteht.

(Geplante) Verwertung

Im weiteren Projektverlauf werden auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse technische Verbesserungen vom Industriepartner erarbeitet und Modifikationen am Sägerät durchgeführt, um die Entstehung, Freisetzung und Abdrift von Beizstaub weiter zu verringern. In Bezug auf die Entstehung von Beizstaub werden die einzelnen Baugruppen des Sägerätes näher untersucht und konstruktiv angepasst, um eine schonendere Förderung zu ermöglichen. Bezüglich der Freisetzung kann eine Verbesserung durch Abdichten von unerwünschten Leckagestellen herbeigeführt werden. Damit würde sich der Staubaustritt unter normalen Betriebsbedingungen auf die Säschare reduzieren, was eine gezielte Modifikation dieser Baugruppe bezüglich der Staubablage in den Boden ermöglichen würde. Eine Verbesserung in diesem Bereich wäre dann leicht auf andere Maschinentypen anzuwenden und kann auch als Nachrüstsatz konzipiert werden. Hiermit wäre eine Verbesserung der am Markt befindlichen Sätechnik möglich, was die Belastung des Naturhaushalts nachhaltig verringern würde.

„Ressourcenschonende Saatgutbehandlung mit neuen, preiswerten Elektronenbehandlungsmodulen (ResaatEL)“**“Resource-saving seed treatment with new, inexpensive electron treatment modules (ResaatEL)”****Projektlaufzeit**

01.10.2013 bis 30.04.2017

Projektkoordinator, Institution

Frank-Holm Rögner (Abteilungsleiter Elektronenstrahl-Prozesse)
Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl-
und Plasmatechnik
Dresden

Verbundpartner

Glatt Ingenieurtechnik GmbH
Weimar

Nordkorn Saaten GmbH
Güstrow

BayWa AG
München

Kurzfassung**Projektziel**

Die Versorgung der wachsenden Bevölkerung mit gesunden Nahrungsmitteln ist eine enorme Herausforderung, deren Lösung sehr früh in der Produktionskette beginnt. Neben bekannten und etablierten chemischen Beizmitteln existiert ein weiteres Verfahren zur effektiven Abtötung schädlicher Pathogene wie Pilz und Bakterien. Dieses umweltfreundliche, rein physikalische Verfahren zur Desinfektion von Saatgut basiert auf der bioziden Wirkung von beschleunigten Elektronen.

Ziel des Projektes ist es, für die Elektronenbehandlung einen breiteren Marktzugang zu schaffen und die Technologie für einen größeren Anwenderkreis interessant zu machen. Im Mittelpunkt steht daher die Entwicklung eines Grundkonzeptes für preiswerte und modulare Elektronenbehandlungseinheiten für die effektive, ressourcenschonende und umweltfreundliche Saatgutbehandlung. Dabei sollen bekannte Defizite behoben und

bestehende Hemmnisse durch die Schaffung nutzerfreundlicher und flexibler Lösungen beseitigt werden.

Realisierung

Die bis zum Projektbeginn für die Behandlung von Saatgut eingesetzten Elektronenerzeuger nutzen geheizte Glühkathoden, aus denen Elektronen extrahiert und in einem angelegten elektrischen Feld mit einer Potentialdifferenz von bis zu einigen 100 kV beschleunigt werden (Abbildung 1). Nachteilig beim Bandstrahler ist, dass wegen der hohen Arbeitstemperatur der langgestreckten Glühkathoden erhebliche Leistungsverluste durch Wärmeabstrahlung auftreten und konstruktiv aufwändige Maßnahmen zur Fixierung der Kathoden in definierter Position erforderlich sind.



Abb. 1: FEP-Bandstrahler

Da der Einstieg in diese komplexe und aufwändige Technik für den Endanwender, insbesondere für kleine und mittelständige Unternehmen, eine sehr hohe Hürde darstellt, wurde am Fraunhofer FEP ein neues Quellenkonzept entwickelt, das die bisher traditionell verwendeten, aufwändigen Strahlerzeugungssysteme auf Basis von Glühkathoden durch kompakte, wartungsarme und preiswerte Kaltkathodenstrahler ersetzt. Mit dem neuen physikalischen Wirkprinzip der Elektronenemission werden, wie im Folgenden kurz dargelegt, die wirtschaftlichen und technischen Nachteile der bisher genutzten Strahlquellen überwunden.

Kaltkathoden-Elektronenstrahlquellen ermöglichen das Erzeugen eines Elektronenstrahls ohne geheizte Teile. Die Elektronenemission erfolgt hierbei durch den Beschuss einer auf negativem Potential befindlichen, kalten Kathodenfläche mit Ionen.

Für die neue Generation von Elektronenstrahlquellen wurden folgende Verbesserungen angestrebt und erfolgreich realisiert:

1. Halbierung der Investitionskosten durch Prinzip bedingte Vereinfachung aller Komponenten
2. Bessere Homogenität/Modulierbarkeit der lateralen Dosisleistung auch in kompakten Quellen
3. Signifikante Senkung der durch Wärmeabstrahlung verursachten Leistungsverluste
4. Flexiblere Geometrie des Strahlaustrittsfensters, insbesondere für die allseitige Behandlung
5. Einfachere Hochspannungsversorgung

Durch die erfolgreiche Realisierung einer solchen Elektronenquelle entstand ein innovatives Werkzeug zur effektiven Saatgutbehandlung bei optimaler Ausnutzung der eingespeisten Energie. Diese Ressourceneffizienz wird durch die Formung der Kaltkathodenquelle in Ringform erreicht (Abbildung 2).

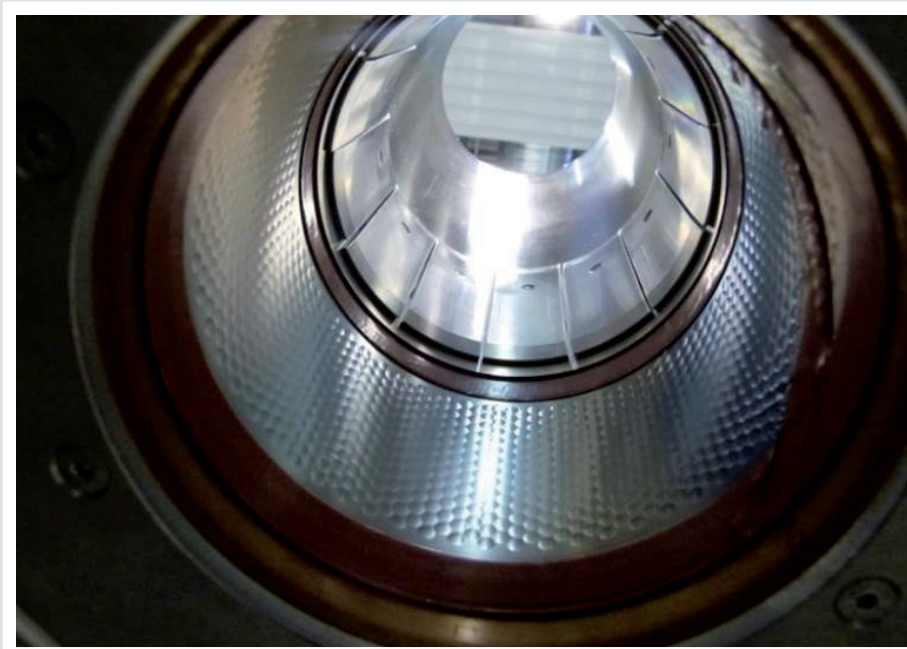


Abb. 2: Innenansicht der FEP-Ringquelle

Ergebnisse

Eine erste Laboranlage mit einem inneren Durchmesser von 120 mm sollte im Rahmen der ersten Projekthälfte entwickelt, erprobt und für die Saatgutbehandlung genutzt werden. Die entwickelte Quelle emittiert Elektronen mit Energien von bis zu 150 keV bei einem Strahlstrom von bis zu 100 mA.

In ausführlichen Versuchen wurde die Grundlage zum Bau einer leistungsstarken, kompakten und modularen Ringquelle gelegt. Das emittierte Plasma ist in Abhängigkeit vom Strom, welcher über Drahtanoden das Plasma versorgt, in Druckbereichen von circa 1 bis 5 Pa stabil (Abbildung 3). Die emittierte Stromdichte ist ausreichend hoch um frei fallendes Saatgut sicher mit der erforderlichen Elektronendosis von 12 kGy zu behandeln.

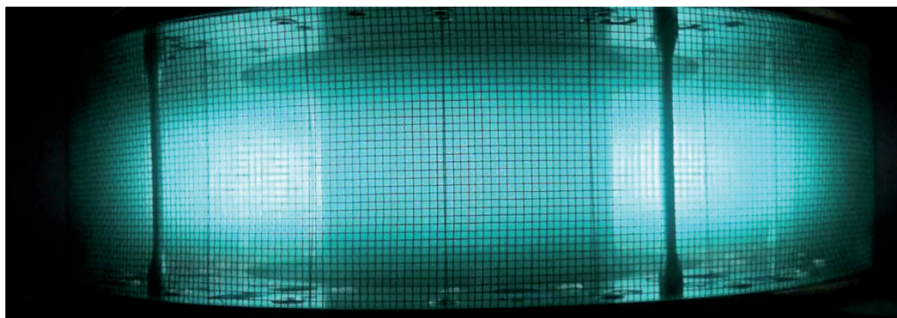


Abb. 3: Homogenes Plasma in FEP-Ringquelle

Am Fraunhofer FEP wurde mit der Laboranlage ein Entwicklungs- und Erprobungszentrum zur Elektronenbehandlung von Saatgut aufgebaut. Die entwickelte Laboranlage mit einem Durchsatz von bis zu 2 Tonnen Getreide pro Stunde. Sie erlaubt neben der etablierten Behandlung von Getreide erstmals auch die effiziente Behandlung von Feinsämereien, Mais und Sprossensamen.

Ferner ist die Laboranlage mit einem Beschichtungsmodul ausgerüstet. Diese Komponente ermöglicht die Beschichtung des Saatgutes nach dem Behandlungsprozess mit biologischen Wirk- und Nährstoffen, um etwaige Wirkungslücken gegen Bodenpathogene zu schließen.

Nach erfolgreicher Erprobung der Laboranlage erfolgte am FEP in der 2. Projekthälfte die Planung der Demonstrationsanlage gemeinsam mit den Projektpartnern. Unter Berücksichtigung aller Anforderungen des Marktes wurde eine Maschine mit einem Gesamtdurchsatz von bis zu 8 Tonnen Getreide pro Stunde konzipiert, die sich in alle üblichen, bestehenden Produktionsketten integrieren lässt. Ferner wurde das Ziel formuliert, die neue besonders kompakte Maschine mobil zu gestalten. Dabei werden u. a. die

Vorteile verfolgt, die Maschine in Produktionslinien potentieller Kunden zu erproben und das System auf Messen, Fachkongressen und Feldtagen zu präsentieren.

Durch Verwendung innovativer Komponenten, die Entwicklung eines neuen Isolations-systems für die hochspannungsführende Kathode und die Weiterentwicklung des Kühl-konzeptes für die Elektronenaustrittsfenster entstand ein Konzept für eine Demon-strationsanlage, die vollständig in einen umgebauten Kastenwagen integriert werden kann (Abbildung 4).

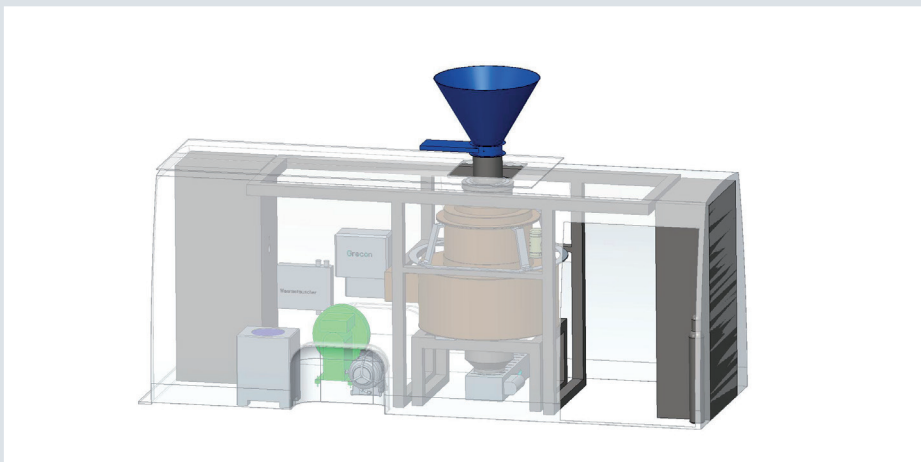


Abb. 4: Konzept der mobilen Demonstrationsanlage

„Phänotypisierung der Resistenz von Zuckerrüben genotypen gegenüber *Cercospora beticola* anhand von bildgebenden Hyperspektral-Messungen (PReBeC)“

“Phenotyping the resistance of sugar beet genotypes to *Cercospora beticola* by using hyper-spectral imaging (PReBeC)”

Projektlaufzeit

01.02.2013 bis 31.07.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Erich-Christian Oerke

INRES – Phytomedizin, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn,
Bonn

Verbundpartner

Dr. Werner Beyer

KWS SAAT SE

Einbeck

Kurzfassung

Projektziel

Die Nutzung krankheitsresistenter Sorten ist eine der wichtigsten Bekämpfungsstrategien gegen die *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit der Zuckerrübe. Die Resistenzreaktion von Genotypen von *Beta vulgaris* gegenüber *Cercospora beticola* soll anhand von Reflexionsmessungen mit abbildenden Hyperspektralsensoren erfasst werden. Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen sollen zeigen, dass verschiedene Resistenzreaktionen bzw. -formen der Zuckerrüben genotypen mit dem optischen Sensorsystem differenziert werden können. Eine objektivierte Phänotypisierung von Genotypen mit unterschiedlichen Resistenzquellen soll einen Beitrag für die Züchtung krankheitsresistenter Zuckerrüben leisten. Das nicht-invasive, computergestützte Verfahren soll dazu beitragen, die Effizienz der Abläufe in der Pflanzenzüchtung auf die Krankheitsresistenz zu erhöhen. Die Etablierung von Sensorsystemen zur Charakterisierung des Pathogenbefalls von Pflanzen soll mittelfristig eine Automatisierung der Screening-Systeme auf Krankheitsresistenzen ermöglichen.

Realisierung

In Felduntersuchungen von KWS SAAT SE wurden Befallsparameter zur Resistenz der Zuckerrüben-Genotypen erhoben, die der Auswahl von Genotypen mit unterschiedlicher Feldresistenz für die hyperspektralen Messungen durch INRES-Phytomedizin

und der Validierung der Messergebnisse unter kontrollierten Bedingungen dienten. Der Verlauf der *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit an verschiedenen Zuchtlinien wurde nach einmaliger Inokulation unter Gewächshausbedingungen unter Einbeziehung epidemiologischer Parameter – Inkubationsphase, Anzahl und Größe von Blattflecken, Sporulation (-srate) des Pathogens – quantitativ und qualitativ erfasst und in Zeitreihenexperimenten unter Laborbedingungen die spektralen Veränderungen der Rübenblätter in der Pathogenese gemessen. Dazu wurden hyperspektrale Mess-Plattformen für wiederholte Messungen auf den Skalenebenen Blatt und Gewebe etabliert und für die von KWS SAAT SE selektierten Genotypen genutzt. Die erarbeiteten hyper-spektralen Messparameter zur Differenzierung von unterschiedlichen Typen von Blattflecken wurden Resistenzeigenschaften der Zuchtlinien zugeordnet und an anderen Genotypen mit ähnlichen Resistenzeigenschaften auf ihre Aussagefähigkeit hin überprüft. Die Unterschiede zwischen den Zuckerrüben-Genotypen in der Symptomausprägung und Krankheitsentwicklung (Phänotyp) wurden mit Resistenztypen bzw. entsprechenden Resistenzgenen (Genotyp) verknüpft.

Ergebnisse

Die von KWS SAAT SE unter Feldbedingungen auf ihre Resistenzeigenschaften gegenüber *C. beticola* geprüften Genotypen wurden unter kontrollierten Bedingungen mit dem Krankheitserreger inokuliert, anschließend wurde die Krankheitsentwicklung visuell und mit einem hyperspektralen Sensorsystem erfasst. Bei sehr ähnlichen Inkubationszeiten und Befallshäufigkeiten wiesen die resistenteren Zuckerrüben-Genotypen kleinere Blattläsionen auf. Es traten keine Genotyp-spezifischen *Cercospora*-Blattflecken auf, jedoch traten die Läsionstypen an den Zuchtlinien mit unterschiedlichen Häufigkeiten auf. Auf resistenteren Genotypen war der Anteil von Läsionen mit niedrigem Verhältnis von dunklerem Rand zu hellerem Zentrum größer als bei anfälligeren Genotypen, auf denen Läsionstypen mit großem Zentrum dominierten (Abb. 1).

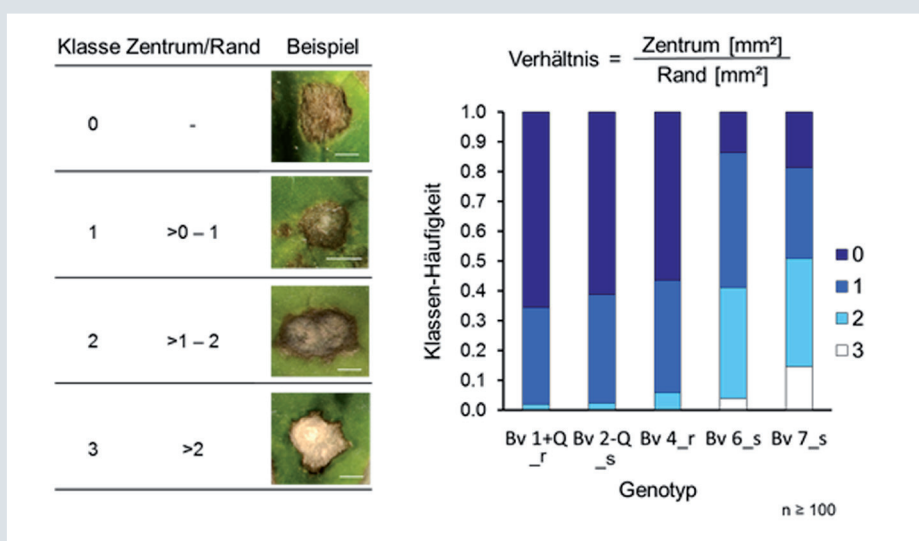


Abb. 1: Klassifizierung der *Cercospora*-Blattflecken anhand des Flächenverhältnisses zwischen Zentrum und Rand (links) und Häufigkeit der Blattfleckenklassen auf fünf *Beta vulgaris*-Genotypen unterschiedlicher Anfälligkeit gegenüber *C. beticola* (r = resistent, s = anfällig; rechts)

Die hyperspektralen Reflektionsmessungen erlaubten eine genauere Charakterisierung bzw. Segmentierung der Blattflecken in drei Bereiche, den dunkleren Rand, ein helleres Zentrum und einen Übergangsbereich, die spektral gut differenzierbar sind. Auf den resistentesten Genotypen konnten Läsionen ohne charakteristisches graues Zentrum erfasst werden (Abb. 2). Diese Segmentierung spiegelte sich auch bei der Sporulationsrate (= Sporenbildung pro Symptomfläche) von *C. beticola* auf den *Beta vulgaris*-Genotypen wider. Die Sporulation wurde nach einer zweitägigen Inkubation bei 100% RH gemessen und war weitgehend auf die Zentren der Blattflecken begrenzt. Die Sporulation von *C. beticola* in den Läsionen konnte auf den Genotypen hyperspektral nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ erfasst werden. Die spektralen Unterschiede zwischen dem Gewebe ohne und mit Sporulation konnten als Proxy für die Sporulation von *C. beticola* auf Rübengenotypen mit unterschiedlicher Krankheitsresistenz etabliert werden (Abb. 3).

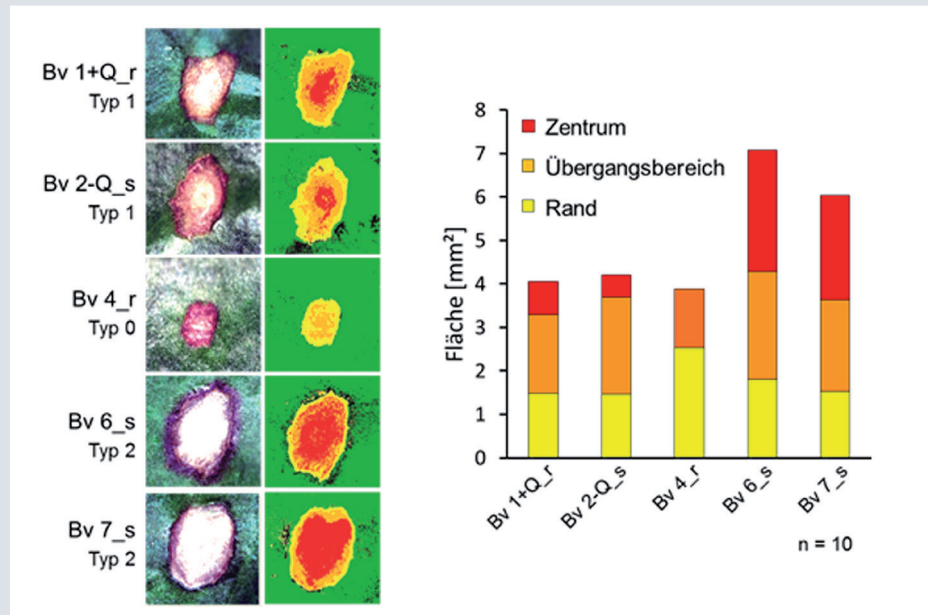


Abb. 2: Klassifizierung (links) und Quantifizierung (rechts) der *Cercospora*-Blattfleckenbereiche auf *Beta vulgaris*-Genotypen unterschiedlicher Anfälligkeit anhand der spektralen Reflektionseigenschaften (links außen RGB-Bild, daneben Ergebnis der überwachten Klassifikation)

Moderne Auswertungsverfahren der Spektren aus der Informatik bzw. des Maschinellen Lernens ermöglichen die Auswertung der großen Anzahl der komplexen Reflexionsspektren und helfen bei deren Interpretation.

Die Messung der Transmission kann weitergehende spektrale Informationen über das Wirt-Pathogen-System und dessen Variabilität in Abhängigkeit des Wirtgenotyps liefern, der sehr komplexe Messaufbau ist aber für Routinemessungen kaum geeignet.

(Geplante) Verwertung

Das an *Cercospora*-Blattflecken der Zuckerrübe erarbeitete Messverfahren soll der praktischen Pflanzenzüchtung ein innovatives Werkzeug zur Objektivierung und Automatisierung der Erfassung von Resistenzunterschieden im Zuchtmaterial zur Verfügung stellen. Das Verfahren ermöglicht es, auch geringere Resistenzunterschiede zwischen Genotypen unter kontrollierten Bedingungen reproduzierbar zu erfassen, dadurch dem Züchter Informationen über die an der Resistenz beteiligten Mechanismen zu liefern und die Entscheidungsfindung im Züchtungsprogramm zu objektivieren.

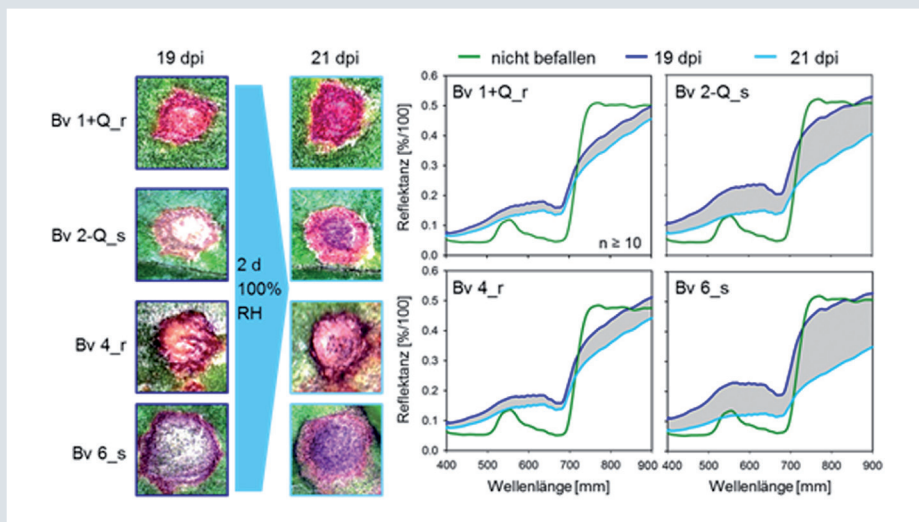


Abb. 3: Erfassung der Sporulation von *C. beticola* auf *Beta vulgaris*-Genotypen unterschiedlicher Anfälligkeit anhand der spektralen Eigenschaften der Blattflecken vor bzw. nach Induktion der Sporulation. Links RGB-Bilder der Blattflecken, rechts Spektren der Blattflecken

Hyperspektralmessungen sind im Feldeinsatz sehr aufwändig und in dieser Form in der züchterischen Praxis kaum realisierbar, doch bieten sich mit den technischen Möglichkeiten hervorragende Ansatzpunkte für ein tieferes Verständnis der Wirt-Parasit-Interaktion und der detaillierten Beschreibung der Zuchtlinien.

Die an Zuckerrüben erarbeiteten Ergebnisse sollten auch auf andere Wirt-Pathogen-Systeme übertragbar sein und helfen, den Fortschritt in der Resistenzzüchtung auch bei anderen Nutzpflanzen zu unterstützen.

„Entwicklung einer Resistenzprüfmethode für das Pathosystem Kartoffel / *Rhizoctonia solani* sowie Entwicklung einer Applikationsstrategie eines pilzlichen Antagonisten zur Reduzierung des bodenbürtigen und knollenbürtigen Inokulums (*Rhizoctonia*)“

“development of a resistance breeding method for the host pathogen system potato / *Rhizoctonia solani* and the development of an application strategy for a fungal antagonist for the reduction of the soilborne and tuberborne inoculums (*Rhizoctonia*)”

Projektlaufzeit

01.02.2013 – 30.06.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. C. Bulich

Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e.V. (GFPI)

Bonn

Verbundpartner

Dr. Rita Grosch

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau

Großbeeren/Erfurt e.V. (IGZ)

Großbeeren

Dr. Kerstin Lindner

Julius Kühn-Institut (JKI)

Braunschweig

Kurzfassung

Projektziel

Qualitätsmängel der Kartoffel infolge eines Befalls mit *Rhizoctonia solani* gehören zu den häufigsten Ursachen für eine Ablehnung von Produktionschargen durch den Handel und die Verarbeitungsindustrie. Die unzureichende Wirksamkeit von verfügbaren Bekämpfungsmaßnahmen erfordert die Entwicklung neuer Strategien, wie dem Anbau von resistenten Sorten. Derzeit gibt es jedoch keine Informationen zur Resistenz gegen *R. solani* in marktfähigen Sorten/Genpool der Kartoffel. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung einer Resistenzprüfmethode, deren Bereitstellung der Züchtung erstmals erlaubt, das Resistenzpotential in marktfähigen Sorten bzw. im Genpool der Kartoffel gegenüber *R. solani* zu prüfen. Dazu sollen Merkmale der Kartoffel aufgefunden werden, die mit dem Merkmal Resistenz im Feld korrelieren und so ein Screening von Sorten auf

Rhizoctonia-Resistenz in kurzer Zeit erlauben, um dieses Merkmal in zukünftige Züchtungsprogramme aufzunehmen.

Realisierung

In Feldversuchen wurde zunächst die Anfälligkeit von zahlreichen Sorten wiederholt mit und ohne Inokulation von *R. solani* auf verschiedenen Standorten untersucht, um Sorten mit signifikant unterschiedlicher Anfälligkeit für in vivo Versuche unter kontrollierten Bedingungen zu selektieren.

Zur Charakterisierung der Reaktion der Kartoffel gegenüber *R. solani* wurde zunächst ein Pflanzsystem etabliert, welches sicher stellt, dass keine latenten Infektionen der Kartoffel mit Erregern vorliegen, um allein die Reaktion der Kartoffel auf *R. solani* ermitteln zu können. Die Auswahl von geeigneten Abwehrgenen erfolgte zunächst anhand einer Sorte, die mit *R. solani* inokuliert wurde. Neben den abwehrelevanten Genen für die Pathogenesis Related Proteins *PR-1*, *PR-2* (1,3- β -Glucanase), *PR-3* (Chitinase) und *PR-10* wurden die Gene für Proteinaseinhibitor II (*PI2*), Phenylalanin-Ammonium-Lyase (*PAL*) sowie Glutathion-S-transferase (*GST*) in die Expressionsanalysen einbezogen.

Eine wichtige Rolle bei der Reaktion der Pflanze auf biotischen Stress nehmen auch sekundäre Pflanzenmetabolite ein. Daher wurden ausgewählte pflanzliche Sekundärmetabolite (Flavonoide, Carotinoide, Alkaloide) in Wurzel und Spross in einer vergleichenden Analyse unter Einbeziehung von Sorten mit unterschiedlicher Anfälligkeit charakterisiert.

Ergebnisse

Im Ergebnis der Feldversuche konnten zwei Sorten mit unterschiedlicher Anfälligkeit für die weiteren Untersuchungen ausgewählt werden.

Die Expression der ausgewählten Abwehrgene wurde unter kontrollierten Bedingungen an zwei Sorten mit unterschiedlicher Feldresistenz gegenüber *R. solani* wiederholt vor und nach der Erregerinokulation im Wurzel- und Sprossgewebe analysiert. Eine signifikant höhere Expression der Abwehrgene *PAL*, *PR-2* und *PR-3* wurde in der weniger empfindlichen Sorte festgestellt.

Die Analysen der Sekundärmetabolite wiesen signifikante Unterschiede bei Vergleich der Sorten auf. Signifikant höhere Gehalte an Chlorogensäuren sowie den Flavonoiden Rutin und Nicotiflorine wurden in den Sprossen der weniger empfindlichen Sorte nachgewiesen. Im Carotinoidgehalt zeigten sich ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Sorten. Vor Inokulation wies die weniger empfindliche Sorte in den Wurzeln geringere Gehalte an β -Carotin, Lutein und Neoxanthin im Vergleich zur stärker empfindlichen Sorte. Infolge der *R. solani*-Inokulation stieg jedoch der Gehalt der Carotinoide in der weniger empfindlichen Sorte an, wohingegen ein Abfall in der stärker empfindlichen Sorte festgestellt wurde. Bezüglich der Gehalte an den Alkaloiden α -Chaconin und α -Solanin wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sorten in Sprossen und Wurzeln festgestellt. Interessanterweise wiesen inokulierte Wurzeln der weniger empfindlichen

Sorte einen signifikant erhöhten Alkaloidgehalt im Vergleich zu nicht mit dem Erreger inokulierten Wurzeln auf. In der stärker empfindlichen Sorte wurde kein signifikanter Einfluss der Inokulation auf den Alkaloidgehalt festgestellt.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse können den Züchtern ermöglichen, mit einfach anzuwendenden, verlässlichen Methoden (Resistenzprüfmethode bzw. ein Pathogenitätstest) Züchtungsmaterial auf Rhizoctonia-Resistenz zu prüfen. Dies ist die Voraussetzung für eine effiziente Selektion von Sortenkandidaten.

Die Züchtung von widerstandsfähigen Sorten könnte so erheblich beschleunigt werden. Es ist zu erwarten, dass solche Sorten angesichts der bisher unbefriedigenden Bekämpfungssituation von der Praxis verstärkt nachgefragt werden. Daraus ergibt sich ein erheblicher Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Kartoffelzüchtung und -produktion. Resistente Sorten sind hierzu die wichtigsten Betriebsmittel. Für die Züchtungsunternehmen wird ein deutlicher Wettbewerbsvorteil mit positiver Umsatz- und Gewinnentwicklung erwartet.

„Entwicklung eines integrierten Pflanzenschutzkonzeptes zur Minimierung des Weizen gelbrostes, *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, in Getreidebeständen (Gelbrost)„

“Integrated pest management strategy to minimize stripe rust of wheat, *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, in cereal crops (Gelbrost)”

Projektlaufzeit

01.04.2013 bis 14.02.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Kerstin Flatht
Julius Kühn-Institut (JKI)
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland
Außenstelle Kleinmachnow
Kleinmachnow

Verbundpartner

Dr. Bettina Klocke
Julius Kühn-Institut (JKI)
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Strategien und Folgenabschätzung
Kleinmachnow

Prof. Dr. Klaus Pillen
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Naturwissenschaftliche Fakultät III
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Professur für Pflanzenzüchtung
Halle (Saale)

Dr. Ralf Schachschneider, Dr. Martin Kirchhoff
Nordsaat Saatzucht GmbH, Saatzucht Langenstein
Langenstein

Unterauftrag:

Dr. Friedrich G. Felsenstein
EpiLogic GmbH
Agrarbiologische Forschung und Beratung
Freising

Kurzfassung

Projektziel

Weizengelbrost, verursacht durch den Pilz *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, gehört weltweit zu den wichtigsten Getreidepathogenen und kann zu erheblichen Ertragsausfällen führen. Der Erreger befällt neben Weizen und Triticale mitunter auch Roggen und Gerste. Die Anpassung der Gelbrostpopulation an bisher wirksame rassenspezifische Resistenzen verbreiteter angebauter Weizen- und Triticalesorten erforderte einen verstärkten Fungizideinsatz.

Die Projektziele definieren sich wie folgt:

1. Analyse der deutschen Weizengelbrostpopulationen hinsichtlich der vorkommenden Virulenzen und Pathotypen sowie deren Diversität und Komplexität.
2. Überprüfung der Sensitivitätseigenschaften der Gelbrostpopulation gegenüber fungiziden Wirkstoffen, die häufig zur Bekämpfung des Weizengelbrostes eingesetzt werden.
3. Identifikation rassenspezifischer Resistenzgene in neuem Weizenzuchtmaterial mit wirksamer Gelbrostresistenz.
4. Phänotypische und molekulare Analyse der Adultpflanzenresistenz ausgewählter Weizenlinien mittels QTL-Kartierung.

Realisierung

Für die Analyse der deutschen Gelbrostpopulationen erhielt das JKI in den Jahren 2013 bis 2015 insgesamt 1004 gelbrostbefallene Blattproben, von denen 63% (637 Proben) auf anfälligen Weizensorten vermehrt werden konnten. Eine für die wichtigsten deutschen Anbauggebiete repräsentative Stichprobe wurde mit Hilfe eines 35 Linien umfassenden Differenzialsortiments im Ganzpflanzentest analysiert.

Zur Überprüfung der Sensitivitätseigenschaften der Gelbrostpopulation gegenüber fungiziden Wirkstoffen wurde ein miniaturisiertes Testsystem mit Blattsegmenten auf Benzimidazol-Agar entwickelt. Die Sensitivitätsanalysen einer repräsentativen Stichprobe von Gelbrost-Isolaten wurden mit Strobilurinen, Carboxamiden und Azolen durchgeführt.

Die Identifikation rassenspezifischer Resistenzgene erfolgte mit Hilfe eines Isolatesortimentes und der Analyse von 30 resistenten Winterweizensorten im Keimlingsstadium.

Für die phänotypische Analyse der Adultpflanzenresistenz wurden vier Kreuzungspopulationen an drei Standorten über zwei Jahre mit Gelbrost inokuliert und hinsichtlich ihrer Gelbrostresistenz bewertet. Für die molekulare Analyse wurde die DNA der

Nachkommen aus den vier Kreuzungspopulationen extrahiert und mittels des Infinium Weizen 15k iSELECT SNP-Chips analysiert.

Ergebnisse

Für die Analyse der deutschen Gelbrostpopulation wurden insgesamt 298 Isolate untersucht. Diese konnten sieben (2013), fünf (2014) bzw. vier (2015) Rassen zugeordnet werden. Die Rasse „Warrior“ dominierte in allen drei Versuchsjahren; sie breitet sich seit 2011 in Europa aus.

Die Sensitivitätsanalysen hinsichtlich fungizidresistenter Gelbrostisolate erfolgte mit 60 Isolaten aus den Jahren 2013 und 2014 mit jeweils einem ausgewählten Vertreter der Wirkstoffgruppen der Strobilurine, Azole und Carboxamide mit entsprechenden Wirkstoffkonzentrationsreihen. Die Ergebnisse zeigen, dass gegenüber den verschiedenen Wirkstoffgruppen bisher keine (Strobilurine, Carboxamide) bzw. nur relativ geringe Sensitivitätsanpassungen (Azole) zu beobachten sind.

Für die Identifikation rassenspezifischer Gelbrost-Resistenzgene wurden Winterweizensorten mit einem neu entwickelten Isolatesortiment analysiert. Von 46 Winterweizensorten, die in der Beschreibenden Bundessortenliste des Bundessortenamtes (BSL 2015) mit Ausprägungsstufen von 1 bis 2 eingestuft sind, wurden 33 Sorten ausgewählt. Unter diesen Sorten mit wirksamer Adultpflanzenresistenz befinden sich auch die resistenten Eltern der vier untersuchten Kreuzungspopulationen. Die Analyse ergab, dass nur ein geringer Anteil der Sorten vollresistent war. Der überwiegende Anteil der getesteten feldresistenten Sorten wies im Keimlingstest eine mäßig wirksame rassenspezifische Resistenz auf.

Für die phänotypische und molekulare Analyse standen vier Kreuzungspopulationen von sechs Eltern mit jeweils 69 bis 97 Nachkommen zur Verfügung. In den Feldtests ergab sich bei jeder Population das gesamte Boniturspektrum von 1 bis 9. Die phänotypische Häufigkeitsverteilung war für eine Population normalverteilt, für zwei Populationen in Richtung Resistenz und für die letzte Populationen in Richtung Anfälligkeit verschoben.

Die Genotypisierung der Kreuzungspopulationen ergab bei 13.006 untersuchten Weizen-SNPs 7.109 informative SNPs. Damit wurden mit Hilfe der genetischen Ähnlichkeit (GS) nach DICE eine Hauptkomponentenanalyse erstellt. Die ersten beiden Hauptkomponenten trennten bereits die vier Populationen. Die vier untersuchten DH-Populationen sind danach genetisch verschieden und könnten unterschiedliche Resistenzgene gegen Gelbrost tragen. Zur Lokalisation von Adultpflanzenresistenzgenen wurde eine Assoziationskartierung durchgeführt. Dabei fanden sich 24 Marker-Trait-Assoziationen (MTAs), die über sechs Umwelten signifikant sind.

(Geplante) Verwertung

Weizen ist in Deutschland mit ca. drei Millionen Hektar Anbaufläche die wichtigste landwirtschaftliche Kulturart. Die Analyse des Wirt-Pathogen-Systems Weizen/Gelb-

rost, sowohl von phytopathologischer als auch von züchterischer Seite, führt zu einer Verbesserung des Resistenzmanagements beim Einsatz fungizider Wirkstoffe und zu gesünderen Weizensorten. Diese können im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes zielgerichtet zur Reduzierung des Fungizideinsatzes eingesetzt werden. Die identifizierten und lokalisierten Resistenzgene können markergestützt in neue Weizensorten eingelagert werden, was zu einer erheblichen Verkürzung des Zuchtprozesses führt. Sorten mit dauerhafter Resistenz sind vor Gelbrostepidemien, die durch das Auftreten neuer Pathotypen ausgelöst werden könnten, geschützt, und weisen eine höhere Ertragsstabilität und Qualität auf. Die im Rahmen des Projektes erzielten wissenschaftlichen Erkenntnisse sind sowohl für die Pflanzenzüchtung als auch für die landwirtschaftliche Beratung und Praxis von besonderem Wert.

Das im Rahmen des Projektes neu entwickelte Testverfahren zur Überprüfung der Fungizidsensitivität ermöglicht erstmals Prognosen über das Nutzen/Risiko-Potenzial der zur Gelbrostbekämpfung eingesetzten Getreidefungizide.

„Verbesserte Kontrollmöglichkeiten von *Stemphylium* an Spargel durch eine optimierte Terminierung von Fungizidanwendungen und eine verbesserte Anwendungstechnik (STEM Spargel)“

“Improved control of *Stemphylium* in asparagus by means of optimized termination of fungicides and improved spraying technique”

Projektlaufzeit

01.04.2013 bis 31.07.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Norbert Laun
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz
Neustadt a. d. Weinstraße

Verbundpartner

Dr. Alexandra Wichura
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Pflanzenschutzamt
Hannover

Kurzfassung

Projektziel

Projektteil 1: Anwendungstechnik

- » Optimierung verschiedener technischer Parameter (Düsen, Abstand, etc.) mit den Zielen einer
 - gleichmäßigen Belagsausbildung
 - Begrenzung der Verluste und
 - sicheren biologischen Wirkung

*Projektteil 2: Prognose von *Stemphylium**

- » Identifikation der im Feld prävalenten *Stemphylium*-Art/-en mittels molekularer Marker
- » Erarbeitung von Entwicklungsparametern für *Stemphylium in vitro*
- » Ermittlung der relevanten Infektionsphasen durch Fangpflanzen im Bestand

- » Erarbeitung einer Befalls-Verlust-Korrelation in Freilandversuchen
- » Modellentwicklung, Validierung und Implementierung des Modells in ISIP

Realisierung

Projektteil 1:

Anhand von Belagsmessungen im Freiland konnten Anwendungsparameter für eine gute Applikationsqualität bei hoher Schlagkraft ermittelt werden. Verglichen wurden mit einer horizontalen Applikation von oben vor allem unterschiedlich bestückte vertikale Applikationsgestänge, darunter neu am Markt verfügbare Kunststoffgestänge. Hierzu wurden die etablierten Techniken des Projektunterstützers Syngenta agro mit einer fluorimetrischen Erfassung von abgewaschenen Tracerbelägen eingesetzt und aus dem breiten Produktportfolio der Projektunterstützers Lechler AG geeignete Düsen ausgewählt.

Die Bodensedimente wurden analog zu den Blattbelägen anhand von Messstreifen zwischen den Reihen ermittelt.

Zur Ermittlung der biologischen Wirkung wurden Feldversuche mit natürlicher Befallsentwicklung angelegt.

Projektteil 2:

Durch den Projektunterstützer BASF wurden molekularbiologische Marker für verschiedene *Stemphylium*-Arten entwickelt und bundesweit gesammelte mit *Stemphylium* befallene Feldproben von Spargel untersucht.

Die Charakterisierung der Temperaturreaktion verschiedener Stämme erfolgte *in vitro* anhand von Myzelwachstum, Keimrate und Keimschlauchwachstum sowie der Infektionseffizienz.

Askosporen- und der Konidienflug von *Stemphylium* wurden an verschiedenen Standorten überwacht. Mit Hilfe von Fangpflanzen wurden die Infektionsphasen im Feld erfasst.

Zur Erhebung der Befalls-Verlust-Korrelation wurden in drei Freilandversuchen in Junganlagen unterschiedliche Befallsstufen mit *Stemphylium* durch steigende Pflanzenschutzintensitäten generiert. Anhand der Auswertung der Ertragsdaten im Folgejahr sollte ein Rückschluss auf den relevanten Pflanzenschutzzeitraums erfolgen.

Alle erarbeiteten Parameter dienten als Grundlage für ein Prognosemodell, das zusammen mit der ZEPP entwickelt wurde. Eine erste Validierung erfolgte 2016.

Ergebnisse

Projektteil 1:

Die Belagsbildung zeigte klare Vorteile vertikal ausgerichteter Pflanzenschutzgestänge gegenüber horizontal ausgerichteten Gestängen. Für eine gleichmäßige und sichere Belagsbildung waren Wassermengen von maximal 800 l/ha, eine Vorwinkelung der Düsen um 15° zur Fahrtrichtung, der Einsatz grobtropfiger Injektordüsen und insbesondere asymmetrischer Randdüsen unten und oben empfehlenswert.

Die Bodenverluste bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln in Spargel lagen bei horizontaler Applikation über 50 %. Sie konnten mit vertikalen Trägern, dem Einsatz von Randdüsen und einem verringerten Abstand von der Reihe bis unter 10 % reduziert werden.

Die Versuche zur biologischen Wirkung ließen aufgrund von fehlendem Befall (2015), Mischbefall mit Spargelrost (2014) und guter Wirkung aller eingesetzten Verfahren (2013) keine vergleichende Bewertung der Verfahren zu.

Als Gestänge eigneten sich zwei neu am Markt verfügbare Kunststoffträger sehr gut für eine Bestückung moderner Pflanzenschutzspritzen für Spargel. Der größere Kunststoffträger, Tecnomat Precijet, könnte anstelle bisher verwendeter Stahlträger eingesetzt werden. Er bietet Möglichkeiten einer sehr variablen und flexiblen Düsenanordnung und einer Gewichtersparnis. Der kleinere, Tecnomat Baguette Interface, kann in großen Gestängebreiten eingesetzt werden und reduziert aufgrund seines geringen Gewichts von nur 2,5 kg die Gestängebelastung erheblich. Dadurch können weitaus größere Arbeitsbreiten (bis über 20 m) und eine deutlich erhöhte Schlagkraft als bisher ermöglicht werden.

(Geplante) Verwertung

Projektteil 1:

Die ermittelten Techniken für eine optimierte Pflanzenschutztechnik in Spargel können unproblematisch in Kombination mit bestehenden und gängigen Geräten eingesetzt werden. Eine technisch saubere, verlustarme und termingerechte Pflanzenschutzapplikation ist Grundvoraussetzung für einen Pflanzenschutz Einsatz nach Prognose.

Projektteil 2:

Als Erregerart wurde in Deutschland *Stemphylium vesicarium* identifiziert. Es gab keine Hinweise auf Mischinfektionen mit anderen Arten (Graf et al., 2016). Während die Keimung der Askosporen und Konidien von *S. vesicarium*-Stämmen aus Spargel in einem sehr breiten Temperaturbereich von 5-30 °C stattfand, konnten für das Keimschlauchwachstum blattnässeabhängige Temperaturoptima ermittelt werden. Das schnellste Myzelwachstum war bei einer Temperatur von 25 °C zu beobachten. Die Inkubationszeit betrug unter Laborbedingungen (21 °C, 95 % RLF) nur 3-5 Tage.

Fangpflanzenversuche zeigten, dass die frühen Infektionen durch Askosporen für die epidemische Entwicklung im Bestand weniger relevant waren, als die durch Konidien verursachten im späteren Jahresverlauf. In den Ertragsversuchen wurde ein maximaler Ertragsverlust von 16 % ermittelt.

Das Modell SIMSTEM wurde im Juni 2016 als Beraterversion unter www.ISIP.de eingestellt.

SIMSTEM soll Beratern und Anbauern in Zukunft über www.isip.de zur Verfügung stehen und über eine standortspezifische Individualprognose eine effiziente Terminierung der Fungizidmaßnahmen in Spargel ermöglichen.

Literatur

Graf, S., Bohlen-Janßen, H., Miessner, H., Wichura, A., Stammler, G. (2016). Differentiation of *Stemphylium vesicarium* from *Stemphylium botryosum* as causal agent of the purple spot disease on asparagus in Germany. *European Journal of Plant Pathology* 144(2): 411-418

Laun, N., Deyerling, S., Henser, U., Meyer, B., Luckhard, J., Wohlhauser, R., Wolf, S. Heinkel, R. (2016): Verbesserte Anwendungstechnik für eine erfolgreiche Kontrolle von *Stemphylium* an Spargel, Gemüse (im Druck)

„Pflanzenschutz-Potential des aqua.protect-Verfahrens in der Pflanzenproduktion: Reduktion und Substitution von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere Reduktion von kupferhaltigen Präparaten (aqua.protect-Verfahren)“

“Capacity of the aqua.protect treatment for plant production: reduction and substitution of pesticides, in particular reduction of copper-containing compounds (aqua.protect treatment)”

Projektlaufzeit

01.08.2013 bis 30.09.2016

Projektkoordinator, Institution

PD Dr. Ulrich Schaffrath

Institut für Biologie III (Pflanzenphysiologie), RWTH Aachen University Aachen

Verbundpartner

PD Dr. Ulrike Steiner

INRES Phytomedizin, Universität Bonn, Bonn

Dr. Annegret Schmitt

Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Julius Kühn-Institut, Darmstadt

Dr. Andreas Kortekamp

Institut für Phytomedizin, DLR Rheinpfalz, Neustadt

Dr. Marcel Thieron

ARGUS monitoring, Alsdorf

Dr. Ulf Kausch

aquagroup AG, Weiden

Kurzfassung

Projektziel

Im Rahmen dieses Projekts wird das Potential des ECA-Produkts ‚aqua.protect‘ und eines auf dessen Anwendung spezifisch adaptierten Prognosesystems im Hinblick auf einen nachhaltigen und möglichst umweltverträglichen Pflanzenschutz untersucht und bewertet. Im Bereich der Lebensmittelindustrie werden durch elektrochemische Aktivierung (ECA) hergestellte Lösungen, die keine bedenklichen Rückstände hinterlassen, bereits erfolgreich zur Oberflächendesinfektion eingesetzt. Auf Basis dieses Verfahrens

soll nun das aqua.protect-Verfahren ebenso Eingang in die Landwirtschaft finden. Hiermit wird angestrebt, die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln, die u.U. negative Auswirkungen auf Gesundheit oder Umwelt haben können, herabzusetzen. Im Einklang mit dem Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (2013) wird insbesondere das Potential von aqua.protect als Alternative zu Kupferpräparaten, die im ökologischen Landbau derzeit noch sehr wichtige Pflanzenschutzmittel gegen pilzliche Krankheitserreger darstellen, validiert. .

Realisierung

Zur Realisierung des Projekts wurde ein Konsortium aus vier öffentlichen Instituten mit komplementären Expertisen aus der grundlagen- bzw. anwendungsorientierten Phytomedizin und zwei Unternehmen gebildet, die gemeinsam das aqua.protect-Verfahren anbieten. Zunächst wurde die Wirksamkeit des aqua.protect-Verfahrens gegenüber verschiedenen Schadpilzen und Oomyceten in Labor- und Gewächshausversuchen nachgewiesen. Es folgten detailliertere mikroskopische und histochemische Untersuchungen zur Wirkweise und zum Wirkungsmechanismus des Produkts. Mithilfe von *in vitro*-Tests wurde evaluiert, inwiefern eine Mischung von aqua.protect mit anderen Pflanzenschutz- und Netzmitteln bzw. Blattdüngern ohne Wirkungsverlust möglich ist. Die Anwendung im Freiland wurde in verschiedenen Kulturen, mit einem Schwerpunkt auf Kartoffel, Rebe und Apfel, an verschiedenen, über ganz Deutschland verteilten Standorten untersucht. Parallel zu den Feldversuchen erfolgte die Entwicklung einer auf die speziellen Wirkungseigenschaften von aqua.protect zugeschnittenen Prognose-Software, die dem Anwender die zeitgenaue Applikation von aqua.protect ermöglichen soll. Die aus den Feldversuchen erhaltenen Daten sollen weiterhin zur Optimierung des Prognosemodells eingesetzt werden.

Ergebnisse

Unter kontrollierten Labor- und Gewächshausbedingungen wirkte die Behandlung mit aqua.protect in zahlreichen Kulturpflanzen deutlich befallsmindernd auf ein breites Spektrum von Krankheitserregern, welches sowohl Oomyceten, Echte Mehltau-Pilze und Rost-Pilze als auch verschiedene Blattfleckenerreger umfasste. Die mikroskopische Analyse von Laborproben ergab, dass die Wirksamkeit von aqua.protect wahrscheinlich auf mehreren Effekten beruht, die je nach Pathosystem eine unterschiedlich große Rolle spielen. So wurde beobachtet, dass aqua.protect *in vitro* und auf Pflanzenoberflächen die Keimung von Sporen und das Wachstum erster Infektionsstrukturen der Krankheitserreger hemmte. Des Weiteren wurde beobachtet, dass auch die epidemiologisch relevante Sporulation vorhandener Befallsstellen durch die Applikation deutlich reduziert werden konnte. Hinzu kam eine physikalische Wirkung in Zusammenhang mit dem Aufbringen des Produkts. Insgesamt bewirkten diese Effekte, dass weniger infektiöses Pilzmaterial auf den Pflanzenoberflächen vorhanden war (siehe Abbildung 1). In Klimakammerversuchen, bei denen aqua.protect zu verschiedenen Zeitpunkten appliziert wurde, zeigt sich die beste Wirksamkeit bei Anwendung zu frühen Zeitpunkten nach einer Infektion.

Rostsporenlager von *P. hordei* auf Gerste



vor Behandlung...



...nach Behandlung mit aqua.protect

Abb. 1: Uredosporenlager des Braunrosts *Puccinia hordei* auf Gerste vor und nach einer aqua.protect-Behandlung. Die Fotos wurden ca. 1 Woche nach Inokulation der Pflanzen mit einem digitalen Mikroskop aufgenommen. Die obere Abbildung zeigt die Oberfläche eines inokulierten Gerstenblatts, auf dem neben den Uredosporenlagern auch viele, einzelne Uredosporen zu erkennen sind. Die untere Abbildung zeigt dieselbe Blattstelle direkt nach Behandlung mit aqua.protect. Hier zeigte es sich, dass sowohl die Uredosporen in den Sori wie auch auf der Blattoberfläche nahezu vollständig verschwunden waren.

Unter Freilandbedingungen wurde eine gute Wirksamkeit von aqua.protect gegenüber Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) auf Apfel und Echtem Mehltau (*Erysiphe uncinular*) auf Rebe bestätigt. Dabei erwies sich die alleinige Gabe von aqua.protect, vor allem bei ungünstiger Wetterlage (da es keinen beständigen Spritzbelag ausbildet), zwar als weniger wirkungsvoll als herkömmliche Pflanzenschutzmittel, es konnte aber in kombinierten, abwechselnden Behandlungen mit z.B. Kupfer- oder Schwefelpräparaten diese gleichwertig ersetzen. In *in vitro*-Tests erwies sich aqua.protect im Einzelfall mischbar mit anderen Pflanzenschutz- oder Haftmitteln, so dass hier eine weitere Möglichkeit zur Wirkungsoptimierung gegeben ist.

Entscheidend für die Anwendung von aqua.protect ist die Entwicklung einer Prognosesoftware, welche die besonderen Eigenschaften von aqua.protect im Vergleich zu anderen Pflanzenschutzmitteln berücksichtigt. Diese ermöglicht dem Anwender die zeitgenaue Behandlung der Kultur in Abhängigkeit vom Infektionsrisiko und der Wirkweise des aqua.protect-Verfahrens. Das Expertensystem ermöglicht derzeit eine Vorhersage der Infektionsrisiken gegenüber Apfelschorf und zwei wichtigen Kartoffelkrankheiten (*Phytophthora infestans* und *Alternaria solani*), und wird in der Anbausaison 2016 zum ersten Mal in vollem Umfang in der Praxis eingesetzt.

(Geplante) Verwertung

Durch die Forschungsarbeiten im Rahmen des Projekts konnten wertvolle Kenntnisse zu den Einsatzmöglichkeiten des aqua.protect-Verfahrens und den Besonderheiten bei seiner Anwendung erarbeitet werden. Diese Untersuchungen trafen bereits auf ein großes Interesse in den öffentlichen Medien und wurden auch in einem Fachzeitschrift-Artikel aufgegriffen. Nach Abschluss der Arbeiten sind weitere Publikationen zu den Ergebnissen und zusammenfassende Artikel geplant.

Die beteiligten Firmen wollen das aqua.protect-Verfahren mit dem Ziel der baldigen Markteinführung zulassen. Hierzu sollen die administrativen Schritte zeitnah und in Zusammenarbeit mit einem weiteren, für den Vertrieb zuständigen Unternehmen, eingeleitet werden. In erster Linie wird der Einsatz im ökologischen Landbau angestrebt, in dem aqua.protect und das neu entwickelte Prognosesystem einen wertvollen Beitrag zur Reduktion von Kupferfungiziden und somit zu einer nachhaltigen, modernen Landwirtschaft, leisten können.

„Entwicklung eines biotechnologischen Pflanzenschutzmittels zur Bekämpfung von Oomyceten (Biotechnoomy)“**“Development of a biotechnological plant protection agent for the control of oomycetes (Biotechnoomy)”****Projektlaufzeit**

01.03.2013 bis 29.02.2016

Projektkoordinator, InstitutionDr. Stefan Kunz
Bio-Protect GmbH
Konstanz**Kurzfassung****Projektziel**

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens war die Erarbeitung der Grundlagen zur Entwicklung eines biotechnologischen Fungizids auf Basis von antagonistischen Mikroorganismen, das gegen Erreger aus der Gruppe der Oomyceten eingesetzt werden kann. Erster Zielorganismus war *Phytophthora infestans*, der Erreger der Braunfäule an Tomate und der Kraut und Knollenfäule an Kartoffel. Weitere Zielorganismen waren falsche Mehlaupilze an Weinreben und in diversen Gemüsekulturen. Ein wirksames biologisches Präparat zum Einsatz gegen Oomyceten wird sowohl zur Kupferreduktion in diesen Kulturen beitragen als auch den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel reduzieren und damit zur Schonung der natürlichen Ressourcen (Boden und Wasserhaushalt) und zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen der in der Landwirtschaft mit dem Pflanzenschutz beschäftigten Personen beitragen.

Realisierung

Im Rahmen des Projektes sollten vorhandene Bakterien- und Hefestämme mit bekannter antagonistischer Wirkung zu einem praxistauglichen Produkt weiterentwickelt werden. Nach der Artbestimmung der Isolate und Literaturstudien wurden 9 Mikroorganismen (7 Bakterienstämme und 2 Hefestämme) für die weitere Bearbeitung im Projekt ausgewählt. Dabei wurde sowohl die Wirksamkeit *in vivo* als auch die Datenlage zur Toxizität und Pathogenität berücksichtigt. Die Stämme wurden auf wirtschaftliche Produzierbarkeit (Fermentation, Downstream processing) geprüft und geeignete Formulierungen wurden entwickelt.

Die einzelnen Produktionsschritte (Medienzusammensetzung, Fermentationsverfahren, down-stream processing) wurden mit einem Biotest auf Wirkungsverstärkung bzw. Wirkungsverlust überprüft. Der Biotest wurde mit Sporangien von *P. infestans* an Tomatenblattscheiben durchgeführt. Durch die Bearbeitung von 9 unterschiedlichen Mikroorganismen sollte herausgefunden werden, ob es allgemeine wirksamkeitsfördernde Prozessfaktoren gibt, oder ob diese stammspezifisch sind. Ausgewählte Testpräparate wurden in Gewächshaus- und Freilandversuchen auf ihre Wirksamkeit gegen falschen Mehltau der Weinrebe und Gurke sowie gegen Kraut- und Knollenfäule an Kartoffel geprüft.

Ergebnisse

Für die ausgewählten 9 Mikroorganismenstämme wurden die Wachstumsbedingungen (Temperatur, pH, Medium) optimiert. Letztendlich wurden für 7 der 9 Stämme geeignete Produktionsmedien festgelegt. Testpräparate wurden mit Fermentation in optimierten Medien im Laborfermenter und anschließendem down-stream processing und Formulierung für 6 Stämme (4 Bakterien und 2 Hefen) hergestellt.

Die Überprüfung der Wirksamkeit während der Optimierungsschritte in der Produktion hat sich bewährt. Das Produktionsmedium hatte nicht nur Einfluss auf die Zellausbeute und die Haltbarkeit der Zellen, sondern auch auf die Wirksamkeit. Bei 4 Stämmen hatte Melasse einen positiven Effekt auf Haltbarkeit und Wirksamkeit, so dass diese Stämme in Melasse fermentiert wurden. Es zeigte sich, dass die Wirksamkeit der Stämme von vielen Faktoren abhängt, so dass sich multifaktorielle Versuchsdesigns ergaben. Die Optimierung des Produktionsverfahrens war letztendlich stammspezifisch.

Zum Projektende lagen für 5 der 9 Stämme formulierte, lagerstabile Testpräparate vor, wovon sich besonders der Hefestamm 2H13 und das Bakterium JKI-BI-6432 für weitere Untersuchungen und die Verwertung anbieten.

Mehrere Produktionschargen des Hefestammes 2H13 verbesserten im Tomatenblattscheibentest die Wirksamkeit von niedrigen Kupferdosierungen gegen *P. infestans* deutlich. Die Kombination 2H13 mit 0,01% Cuprocin progress hatte eine vergleichbare Wirksamkeit wie die höhere Kupferdosis (0,1% Cuprocin progress).

Im Pathosystem *P. cubensis*/Gurke wurden mehrere Versuche durchgeführt. Die niedrige Kupferdosis von 0,01% Cuprocin progress hatte jeweils einen Wirkungsgrad von unter 50%. Mit 3 verschiedenen Chargen 2H13 wurde in Kombination mit der geringen Kupferdosis jeweils eine höhere Wirksamkeit erreicht (70-95%). Im Pathosystem *P. viticola*/Weinrebe wurde die Wirksamkeit einer geringen Dosis Kocide Opti durch die Zugabe eines Testpräparates von 2H13 erhöht.

Bei JKI-BI-6432 zeigte sich im Tomatenblattscheibentest eine dosisabhängige Wirkung bei mehreren Produktionschargen. Die standardmäßig eingesetzten $1E+8$ cfu/ml waren für die gute Wirkung meist notwendig. Auch der zellfreie Kulturüberstand verhinderte die Sporangienbildung durch *P. infestans* auf den inokulierten Blattscheiben. Dies deutet

auf die Bildung wirksamer Metabolite während des Wachstums hin. Da die beiden getesteten Produktionschargen durch Gefriertrocknung von zentrifugierten Zellen gewonnen wurden, also nach Abtrennen des Kulturüberstandes, ist zu vermuten, dass die wachsenden Zellen auch eine antagonistische Wirkung haben oder die wirksamen Metabolite auch auf der Pflanzenoberfläche gebildet werden. Ein formuliertes Testpräparat von JKI-BI-6432 reduzierte auch den Befall von *P. cubensis* an Gurke und *P. viticola* an Topfreben in Klimakammerversuchen jeweils signifikant.

(Geplante) Verwertung

Formulierte Testpräparate des Hefestammes 2H13 wirkten in Kombination mit reduzierten Kupfermengen gegen alle drei geprüften Oomyceten. Der Einsatz von 2H13 als Zusatz zu Kupferpräparaten könnte die bisher eingesetzte Kupfermenge bei der Bekämpfung von Oomyceten um bis zu 90 % verringern, ohne dabei die Wirksamkeit zu reduzieren. Nach dem Scale-up des Produktionsverfahrens in den großtechnischen Maßstab wird die Aufnahme in die Liste der Zusatzstoffe für Pflanzenschutzmittel beim BVL angestrebt.

Zu einem Kupferersatzpräparat soll der Bakterienstamm JKI-BI-6432 weiterentwickelt werden, der in bisherigen Versuchen eine hohe antagonistische Eigenwirkung gegen die Oomyceten gezeigt hat. Hier sind noch weitere Verbesserungen beim Produktionsverfahren und ebenfalls das Scale-up der Produktion notwendig. Aufgrund der guten Eigenwirkung muss hier eine Zulassung als Pflanzenschutzmittelwirkstoff in der EU angestrebt werden.

„Erarbeitung eines hochsensitiven molekularen Verfahrens zur sicheren und schnellen Diagnose der *Rubus stunt* an Himbeeren unter Berücksichtigung potentieller Vektoren und Übertragungswege sowie Aspekten zum Management (*Rubus stunt*)“

“Development of a highly sensitive molecular method for diagnosis of *Rubus stunt* phytoplasma in raspberries, considering aspects of vector biology, modes of transmission and management strategies (*Rubus stunt*)”

Projektlaufzeit

01.03.2013 bis 31.12.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Annette Reineke
Hochschule Geisenheim, Institut für Phytomedizin
Geisenheim

Verbundpartner

Dr. Frank Brändle
IDENTXX GmbH
Stuttgart

Kraege Beerenpflanzen GmbH & Co.KG
Telgte

Kurzfassung

Projektziel

Die *Rubus* Stauche (engl. *Rubus stunt*) ist eine der ökonomisch wichtigsten Phytoplasmen an Himbeeren und anderen Beerenobstfrüchten der Gattung *Rubus*. Ertragsausfälle bis zu 100 % sind bekannt (Petuschke, Beerenobsttagung März 2009, LVWO Weinsberg). Von den Beerenobstfrüchten gelten insbesondere Himbeeren als Kultur mit einer hohen Wertschöpfung. Aus Praxisbetrieben und von Beratern gab es in den letzten Jahren verstärkt Hinweise hinsichtlich einer Zunahme der *Rubus stunt*-Problematik und dem daraus resultierenden dringenden Forschungsbedarf (Beerenobstberatertagung Grünberg 2009 und 2010, Fachgruppe Obstbau). Derzeitige Ansätze zur Kontrolle der *Rubus stunt* setzen zum einen auf eine Applikation von Insektiziden gegen potentielle Vektoren sowie auf die Vermehrung von befallsfreiem Pflanzgut. Dabei sind potentielle Übertragungswege sowie das Artenspektrum und die Phänologie möglicher Vektoren bislang unbekannt; zudem wird eine sichere Diagnose durch eine mangelnde Sensitivität

der wenigen zur Verfügung stehenden Diagnoseverfahren erschwert. Die Entwicklung gezielter und termingenauer Bekämpfungsansätze ist somit dringend notwendig.

Im Rahmen des Projektes soll eine hoch-sensitive und schnelle molekulare Methode zur Diagnose von Erreger(n) der Rubus stunt und verwandten Rubus-Arten an Himbeeren erarbeitet werden. Des Weiteren sollen detaillierte Untersuchungen zur Epidemiologie dieser Phytoplasmose, zum Artenspektrum potentieller Vektoren und deren Phänologie sowie zu weiteren möglichen Übertragungswegen als Ansatzpunkt für die Entwicklung gezielter Bekämpfungsmaßnahmen in Kombination mit einer frühzeitigen Diagnostik durchgeführt werden.

Realisierung und Ergebnisse

Im Rahmen der bisherigen Projektlaufzeit wurden mehrere Teilprojekte bearbeitet. Von diesen können die Erarbeitung eines molekularen Diagnoseverfahrens für Rubus stunt und die Auswahl eines geeigneten schnellen und effizienten Protokolls zur Extraktion von Phytoplasmen-DNA aus unterschiedlichem Gewebe, sowie die Untersuchungen zur Identifikation potentieller Vektoren der Rubus stunt als weitestgehend abgeschlossen betrachtet werden. Nachfolgend sind die wichtigsten Schritte der Realisierung und Ergebnisse dieser Teilprojekte dargestellt.

1. Erarbeitung einer Diagnosemethode

Für die Entwicklung neuer molekularer Marker wurden unter anderem die Loci *secY*-map und *uvrB*-*degV* herangezogen. Sequenzen beider Loci sind für den Erreger der Rubus stunt beschrieben (GenBank Acc. No. AM397300 und AM384898 für *secY*-map, sowie AM396426 für *uvrB*-*degV*). Anhand dieser Sequenzdaten wurden durch die Hochschule Geisenheim TaqMan® Sonden entwickelt und getestet. Ihr Einsatz zur Erzeugung von Fluoreszenzsignalen in der Real-Time-PCR (qPCR) gilt als äußerst sensitives Verfahren („gold standard“) in der Diagnose von Phytopathogenen (Palacio-Bielsa et al. 2009; Pelletier et al. 2009; Schaad and Frederick 2002). Durch den Einsatz von verschiedenen markierten TaqMan® Sonden ist es zudem möglich, mehrere Gensequenzen simultan zu detektieren. Diese Technik wurde in diesem Fall dazu genutzt, um Teilbereiche der 18S rDNA von Rubus zu detektieren (Oberhänsli et al. (2011)). Neben der nun möglichen Routinetestung wurde dieses neu entwickelte qPCR-Nachweissystem von der IDENTXX GmbH als Referenznachweis für die erfolgreiche Entwicklung des LAMP-Assays (Loop-Mediated Isothermal Amplification, Notomi et al. 2000) verwendet. Bei einem LAMP-Assay werden vier Primer mit sechs definierten Zielsequenzen auf dem DNA-Template eingesetzt, von denen jeweils zwei in der ersten Phase der Amplifikation einen Loop bilden, der durch „selfpriming“ die eigentliche exponentielle Amplifikation startet. Neben der hohen Spezifität durch den Einsatz vier verschiedener Primer bietet die LAMP-Methode außerdem den Vorteil, dass sie isothermal durchgeführt wird. Daher kann mit Hilfe eines mobilen Thermoblocks dieser molekulare Nachweis potentiell auch außerhalb eines Speziallabors durchgeführt werden. Mit dem neu etablierten LAMP-Assay ist nun die Möglichkeit gegeben, den Erreger direkt im Freiland oder Gewächshaus nachzuwei-

sen. Die hierfür notwendigen Reihenuntersuchungen unter praxisnahen Bedingungen dauern derzeit noch an.

2. Probenahme und Aufarbeitung

Durch die Hochschule Geisenheim konnte unter Verwendung von Bioreba extraction bags in Kombination mit einem DNA-Extraktionsprotokoll auf Basis eines CTAB-Puffers eine schnelle und preiswerte Extraktionsmethode mit hoher DNA-Ausbeute etabliert werden, um Phytoplasmen DNA aus Himbeer- und Brombeerblättern zu isolieren. Parallel dazu wurde durch die IDENTXX GmbH die Eignung weiterer DNA-Extraktionsverfahren überprüft. Als Vergleich diente hierbei die bei der IDENTXX GmbH etablierte Standard DNA-Extraktionsmethode auf der Basis von magnetic beads. Bei der Überprüfung der PickPen-Methode (Sunrise Science Products) zeigte sich, dass eine Gewinnung von Rubus stunt Erbgut möglich ist. Der Anwender ist jedoch gezwungen, die Extraktion in mehreren aufeinander folgenden Schritten durchzuführen. Zudem müssen die laborüblichen kleinen Reaktionsgefäße benutzt werden. Daher wurde die Wahrscheinlichkeit, dass diese Methode breit im Freiland oder Gewächshaus eingesetzt wird, als gering eingestuft. Ein LFD-Extraktions-Kit wurde ebenfalls getestet und gleichfalls als methodisch aufwendig eingestuft. Ergänzend zu diesen beiden Methoden hat die IDENTXX GmbH eine neue Schnellextraktionsmethode entwickelt. Diese als QUIXX-Extraktion bezeichnete Methode besteht aus einem Reaktionsgefäß (> 5 ml) mit Schraubdeckel in dem zwei Stahlkugeln und spezielle Extraktionslösung vorgelegt sind. Der eigentliche Extraktionsvorgang wird wie folgt durchgeführt: Das Probenmaterial wird in das Gefäß gegeben und nach dem Verschließen kurz geschüttelt. Wie zahlreiche Versuchsreihen gezeigt haben, kann der so erhaltene Rohextrakt direkt für die Detektion von Rubus stunt mittels der qPCR- und LAMP-Methode eingesetzt werden. Mit der QUIXX Methode der Firma IDENTXX GmbH und dem modifizierten CTAB-Verfahren der Hochschule Geisenheim stehen nunmehr zwei Methoden zur Auswahl, die großes Potential bieten, um nicht nur im Labor Anwendung zu finden, sondern darüber hinaus auch für einen Einsatz unter Feldbedingungen modifiziert werden zu können. Mit einem solchen modifizierten Extraktionsprotokoll wäre es dann zukünftig für den Produzenten möglich, selbst DNA-Extraktionen durchzuführen. Diese Proben könnten anschließend mit dem entwickelten LAMP Assay mittels batteriebetriebenen Thermoblock direkt im Feld hinsichtlich des Vorkommens von Phytoplasmen analysiert werden. Im Falle eines positiven Nachweises kann der Rohextrakt ergänzend per Post in das Labor der IDENTXX GmbH geschickt werden, wo mit dem entwickelten TaqMan® Assay eine genauere Bestimmung des Phytoplasmentyps vorgenommen werden kann.

3. Vektoren

Innerhalb der bisherigen Projektlaufzeit wurden in den Versuchsjahren 2014 und 2015 potentielle Vektoren der Rubus stunt (insbesondere Insekten mit stechend-saugenden Mundwerkzeugen) mittels modifiziertem Laubsauger zu unterschiedlichen Zeitpunkten an 5 (2014) bzw. 4 (2015) Standorten verteilt über ganz Deutschland (Oberkirch (nur 2014), Telgte, Geisenheim, Winterros und Heuchlingen) gesammelt. Im Jahr 2014 wurden 1250

Insekten der Ordnung Hemiptera gefangen aus denen 387 DNA-Extrakte hergestellt wurden, die mittels dem entwickelten Multiplex TaqMan® Real-Time PCR Assay auf das Vorkommen von Phytoplasmen hin untersucht wurden. Neun der 387 Individuen (gefangen an 3 verschiedenen Standorten), die zu den Zikaden der Gattungen *Macrosteles* und *Euscelidius* gehörten, waren positiv hinsichtlich des Vorkommens von Phytoplasmen. Insgesamt ergab der molekulare Nachweis, dass diese Tiere zwar Phytoplasmen in sich trugen, die aber nicht zu der Gruppe der Elm Yellows Phytoplasmen zugeordnet werden konnten, zu der auch der Phytoplasmenstamm *Candidatus Phytoplasma rubi* gehört. Besonders interessant ist hierbei, dass nur 2 Individuen der bisher als Rubus stunt-Vektor bekannten Himbeermaskenzikade *Macropsis fuscula* gefangen wurden, die beide negativ auf Phytoplasmen DNA getestet wurden. Eine genauere Bestimmung des Phytoplasmenstammes der positiv getesteten Insekten steht noch aus. Die Fänge des Jahres 2015 befinden sich derzeit ebenfalls noch in Bearbeitung.

4. Sortenanfälligkeit und Verteilung von Phytoplasmen in der Pflanze

Nach Etablierung des sog. Verfahrens des „Anplattens“ zur Übertragung von Phytoplasmen von infizierten auf nicht-infizierte Himbeerpflanzen (Verwachsung der Phloemströme beider Pflanzen zur Übertragung der sich im Phloem befindenden Phytoplasmen) wurden im Versuchsjahr 2015 Himbeerpflanzen von 4 verschiedenen Sorten künstlich mit Phytoplasmen infiziert. Mit Hilfe des entwickelten Multiplex TaqMan Real-Time PCR Assays werden derzeit in bestimmten Abständen Blätter unterschiedlicher Blattetagen und damit unterschiedlichen Alters hinsichtlich der Effizienz der Übertragung, der Anfälligkeit der Sorten und der Verteilung der Phytoplasmen in der Pflanze untersucht. Insgesamt befinden sich derzeit jeweils 15 Pflanzen der Sorten ‘Tulameen’, ‘Glen Ample’, ‘Autumn Bliss’ und ‘Polka’ in einem insektensicheren Zelt im Freiland. Eine erste Aussage zu den o.g. Aspekten ist bis Ende der Projektlaufzeit zu erwarten.

Bis dahin werden auch Informationen über die Eignung der Hitzetherapie zur Eliminierung der Phytoplasmen aus infizierten Pflanzen sowie die Validierung der Rubus stunt Diagnosemethode unter Praxisbedingungen vorliegen.

(Geplante) Verwertung

Nach dem Projektabschluss werden im Betrieb Kraege Beerenpflanzen Kenntnisse über die Anfälligkeit von Sorten gegenüber Rubus stunt, evtl. geeignete Vermehrungsverfahren zur Erzeugung befallsfreier Jungpflanzen und Nachweismethoden zum Screening der Mutterpflanzen bzw. zum frühzeitigem Screening der Jungpflanzen hinsichtlich Rubus stunt zur Verfügung stehen. Es ist davon auszugehen, dass für das Unternehmen in Summe ein direkter Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Himbeervermehrungsbetrieben entsteht.

Im Rahmen des Projektes wurden innovative Nachweissysteme zur Detektion des Erregers der Rubus stunt entwickelt. In Abhängigkeit des Validierungserfolgs können diese Systeme entweder als volles (DNA-Extraktion + LAMP-Nachweis) oder als halbes (DNA-Extraktion + qPCR-Service) on-site Testsystem angeboten werden. Unabhängig davon

wird in jedem Fall die Möglichkeit bestehen, den Rubus stunt Erreger als kompletten analytischen Service durch die IDENTXX GmbH detektieren zu lassen.

Literatur

Notomi T, Okayama H, Masabuchi H, Yonekawa T, Watanabe K, Amino N, Hase T, 2000. Loop-mediated isothermal amplification of DNA. *Nucleic Acids Res.* 28, e63.

Palacio-Bielsa A, Cambra MA, Lopez MM, 2009. PCR detection and identification of plant-pathogenic bacteria: Updated review of protocols (1989-2007). *J. Plant Pathol.* 91, 249-297.

Pelletier C, Salar P, Gillet J, Cloquemin G, Very P, Foissac X, Malembic-Maher S, 2009. Triplex real-time PCR assay for sensitive and simultaneous detection of grapevine phytoplasmas of the 16SrV and 16SrXII-A groups with an endogenous analytical control. *Vitis* 48, 87-95.

Schaad NW, Frederick RD, 2002. Real-time PCR and its application for rapid plant disease diagnostics. *Can. J. Plant Pathol.-Rev. Can. Phytopathol.* 24, 250-258.

„Früherkennung von Schadinsekten in Siloanlagen durch akustische Detektion (InsectTap)“

“Early detection of insect pests in silos by acoustics methods (InsectTap)”

Projektlaufzeit

01.09.2014 bis 31.10.2017

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Oliver Hensel, Dr. Sascha Kirchner
Fachgebiet Agrartechnik
Universität Kassel FB 11
Witzenhausen

Verbundpartner

Dr. Cornel Adler, Dr. Christina Müller-Blenkle
Julius-Kühn-Institut
Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz
Berlin

Ralf Meyer
WEDA Dammann & Westerkamp GmbH
Lutten

Dr. Peter Peyerl
MEODAT GmbH
Ilmenau

Kurzfassung

Projektziel

In Deutschland tragen Getreide, Ölfrüchte und Körnerleguminosen sowohl in Form von Marktfrüchten als auch als betriebseigene Futtermittel erheblich zum Erfolg der landwirtschaftlichen Betriebe bei. Gerade deshalb ist die Vermeidung von Ertragsverlusten durch Lagerschädlinge wichtig für die deutsche Landwirtschaft. Dies gilt neben dem inländischen Verbrauch auch für die Werterhaltung der Partien beim internationalen Handel. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung und Etablierung eines akustischen Messsystems zur Früherkennung von Schädlingen in modernen Getreidelagern, mit dessen Hilfe einerseits eine Reduktion prophylaktischer Maßnahmen und andererseits eine rechtzeitige und differenzierte Bekämpfung und somit eine Verringerung der Lagerverluste und der Einsatz von Insektizid-Wirkstoffen ermöglicht wird. Dabei handelt

sich es um ein akustisches System, was gegenüber anderen Methoden eine frühzeitigere und globalere Detektion möglich machen sollte. Das zu entwickelnde System besteht aus der Sensorik zur Erfassung der Geräuschumgebung, der Hardware zur Aufzeichnung der Signale, der Analysesoftware.

Realisierung

Als Grundlage wurden artspezifische Frequenzmuster aller relevanten Lagerschädlingen unter Laborbedingungen bestimmt. Diese Frequenzmuster wurden analysiert und die wesentlichen Parameter zur akustischen Unterscheidung der verschiedenen Lagerschädlinge abgeleitet. Des Weiteren wurden 300 Frequenzspektren pro Art von 16 Lagerschädlingsarten erstellt und geeignete Klassifikationsverfahren hinsichtlich ihrer Analysegeschwindigkeit und -genauigkeit verglichen. Frequenzspektren der typischen Nebengeräuschquellen (z.B. Elevatoren, Schneckenförderer, Radlader und Schlepper) im Umfeld von Siloanlagen wurden ermittelt und die spezifischen akustischen Eigenschaften der Lagergüter (Getreide und Körnerleguminosen) erfasst. Anhand der aus diesen Untersuchungen gewonnen Parameter wurde ein Funktionsmuster eines automatischen Messsystems entwickelt und steht für den Versuchseinsatz zur Verfügung. Für die standardisierten Tests des Funktionsmusters unter Versuchsbedingungen wurde ein „künstlicher Schädling“ entwickelt. Das Ziel ist hier, die erzeugten Frequenzmuster von Lagerschädlingen möglichst naturgetreu zu simulieren und damit das entwickelte Messsystem zu testen.

Ergebnisse

Das für die Erfassung und Unterscheidung von Lagerschädlingen relevante Frequenzmuster liegt im Bereich von 500-3000 Hz (Abb. 1).

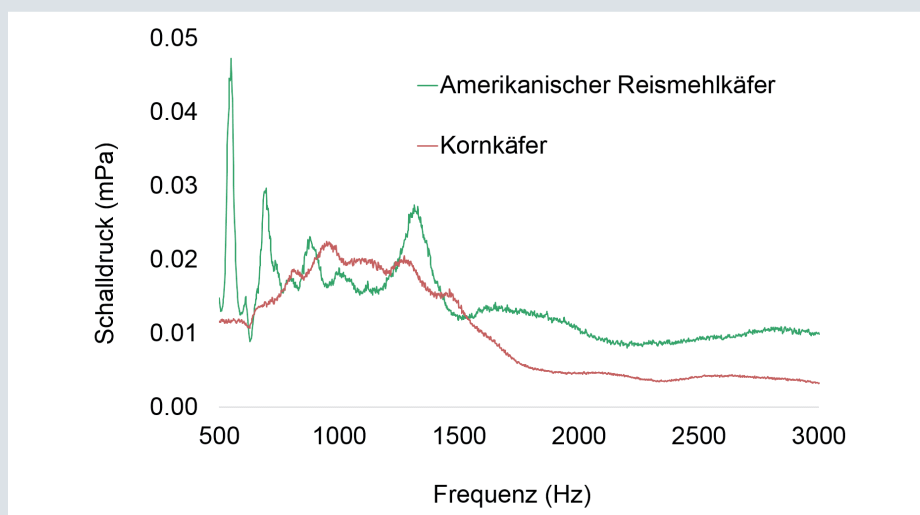


Abb. 1: Frequenzmuster von dem Amerikanischen Reismehlkäfer (grün) und dem Kornkäfer (rot); es zeigen sich deutliche Unterschiede in der Frequenzanteilen

Die Ergebnisse zeigen, dass die akustische Schädlingsdetektion bei Getreide mit großen, runden Körnern einfacher möglich ist als bei kleinen, länglichen Körnern. Bei den untersuchten Getreidearten liegt die höchste Dämpfung bei Nackthafer und die geringste bei Mais vor. Die Schallübertragung in Getreidekörnern nimmt mit steigender Frequenz stark ab. Mit Orientierung am erzeugten spezifischen Frequenzmuster der Zielspezies sollten nach Möglichkeit niedrige Frequenzen für die Detektion gewählt werden, um möglichst große Volumina mit nur einem Sensor überwachen zu können.

Lauter Störfrequenzanteile im kritischen Frequenzbereich (500-3000 Hz) konnten bei allen Maschinen gemessen werden. Hierdurch ist die Möglichkeit der Eliminierung der Nebengeräusche durch Filterung stark eingeschränkt. Um Überlagerungen von Lager-schädlings- und Maschinengeräusche zu vermeiden, werden in dem Funktionsmuster mittels einer Lautstärkenmessung nur Messdaten unterhalb eines festgelegten Nebengeräuschspegels weiter analysiert. Durch die hohe akustische Dämpfung des Getreides verlieren die Nebengeräusche im Inneren des Silos an Problematik.

Unter Versuchsbedingungen konnte eine in hohem Maße robuste Klassifizierungsleistung gezeigt werden. Die Ergebnisse zeigen gemittelt über alle Arten eine Genauigkeit der Klassifizierung von 90,2 % mit einem 95 %-Konfidenzintervall von 85,9 % bis 93,6 % (Tab. 1).

Tab. 1: Anzahl der analysierten Schaderreger-Herkünfte (H), der durchgeführten Bio-assays (T), der Nachweise von Minderwirkung (MW) bzw. multipler Minderwirkung (mMW) gegen die getesteten Pflanzenschutzmittel (Kontrollmortalität $\leq 20\%$)

Lagerschädling	richtig-positive Rate	richtig-negative Rate	Genauigkeit
Messungen ohne Schädling	1.00	1.00	1.00
<i>Gibbium psylloides</i>	1.00	1.00	1.00
<i>Sitophilus granarius</i>	1.00	1.00	1.00
<i>Tribolium confusum</i>	1.00	1.00	1.00
<i>Tribolium castaneum</i>	1.00	1.00	1.00
<i>Trogoderma sternale</i>	1.00	1.00	1.00
<i>Carpophilus dimidiatus</i>	1.00	1.00	1.00
<i>Dinoderus bifoveolatus</i>	1.00	0.99	1.00
<i>Dinoderus porcellus</i>	1.00	0.97	0.99
<i>Prostephanus truncatus</i>	0.93	1.00	0.97

Lagerschädling	richtig-positive Rate	richtig-negative Rate	Genauigkeit
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	0.93	0.97	0.95
<i>Alphitobius diaperinus</i>	0.87	1.00	0.93
<i>Sitophilus zeamais</i>	0.87	1.00	0.93
<i>Latheticus oryzae</i>	0.80	1.00	0.90
<i>Sitophilus oryzae</i>	0.73	0.99	0.86
<i>Tenebrio molitor</i>	0.67	0.99	0.83
<i>Cryptolestes turcicus</i>	0.53	1.00	0.76

Unter anderen erreichten die wichtigen Lagerschädlinge Amerikanischer Reismehlkäfer (*Tribolium confusum*) und der Kornkäfer (*Sitophilus granarius*) mit jeweils 100 % die höchste Erkennungsgenauigkeit. Die niedrigste Erkennungsgenauigkeit von 76,4 % liegt bei dem Türkischen Leistenkopflattkäfer (*Cryptolestes turcicus*) vor.

(Geplante) Verwertung

Die vollständige Umsetzung eines erweiterbaren Basismoduls zur Erkennung von Lagerschädlingen wird mit den Partnern MEODAT und WEDA für 2017 angestrebt.

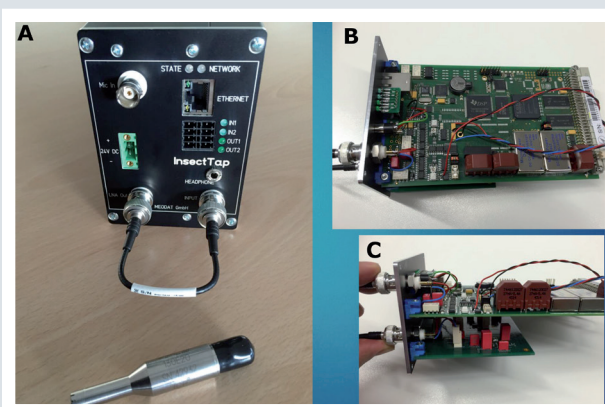


Abb.2: Funktionsmuster Messsystem InsectTap (A: Außenansicht mit Mikrophon, B,C: Aufbau der elektronischen Baugruppen zur Geräuscherfassung und digitalen Signalverarbeitung)

Es ist geplant, ein Funktionsmuster (Abb. 2) am Stand der Firma WEDA als Neuheit auf der Fachmesse EuroTier im November 2016 oder auf der Agritechnica im November 2017 zu präsentieren. Des Weiteren wurden die Beiträge „Robuste Klassifizierung von Lagerschädlingen anhand ihrer Geräuschschnatur - Grundlage für die Umsetzung eines akustischen Detektionsverfahrens“

und „Akustische Früherkennung von Schadinsekten in Vorräten (InsectTap)“ in das Tagungsprogramm zur 60. Deutsche Pflanzenschutztagung (DPG) aufgenommen.

„Nützlinge zur Bekämpfung von Motten und Käfern in Getreidelagern mit Langzeitlagerung (NOEL)“

“Beneficial organisms for the biological control of moths and beetles in long-time storage (NOEL)”

Projektlaufzeit

01.10.2013 bis 01.10.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Bernd Wührer
AMW Nützlinge GmbH
Pfungstadt

Verbundpartner

Solène Juillet
AMW Nützlinge GmbH

Sabine Prozell
Biologische Beratung Ltd.

Dr. Matthias Schöller
Biologische Beratung Ltd.

Dr. Johannes Steidle
Universität Hohenheim

Steffi Niedermayer
Universität Hohenheim

Kurzfassung

Projektziel

In Europa zählen die Dörrobstmotte *Plodia interpunctella* und der Kornkäfer *Sitophilus granarius* zu den wichtigsten Schädlingen in gelagerten Produkten. Eine Möglichkeit der Bekämpfung dieser Vorratsschädlinge ist der Einsatz ihrer natürlichen Gegenspieler. Die Freilassung von Nützlingen ist eine Alternative, um den Einsatz von Insektiziden im Lager zu reduzieren und wird bereits seit mehr als 10 Jahren erfolgreich in Haushalten, im Einzelhandel und landwirtschaftlichen Getreidelagern durchgeführt. Das Ziel dieses Projekts ist die wirtschaftliche Optimierung und Anpassung dieses Verfahrens an die Bedingungen in großen Lagern mit 10jähriger Langzeitlagerung.

Realisierung

Grundlage für die biologische Bekämpfung ist eine umfangreiche Kenntnis der Phänologie der Schädlinge. Im Rahmen des Projektes wurde das Auftreten der Dörrobstmotte in verschiedenen Getreidelagern mit unterschiedlichen Techniken untersucht, u.a. mit Klebefallen für Raupen und Imagines, Verpuppungshilfen für Raupen, Getreideproben aus verschiedenen Tiefen sowie Pheromonfallen für die Imagines. Die Phänologie der Kornkäfer wurde über mehrere Monate unter freilandähnlichen Bedingungen mit vorgegebenen Startpopulationen untersucht.

Wertvolle Informationen zur Bekämpfungsstrategie liefert auch ein Monitoring der Parasitoide. Damit lässt sich die Ausbreitung der im Labor gezüchteten Nützlinge nach der Freilassung oder die Etablierung von Nützlingen überwachen. Für das Kornkäfermonitoring wurden verschiedene Fallensysteme auf ihre Sensibilität gegenüber den Käfern untersucht. Getestet wurden Becherfallen, Siebdeckelfallen und Probetraps.

Basierend auf den ermittelten Daten zur Phänologie der Dörrobstmotte sowie Laborversuchen zur Auswahl und Charakterisierung geeigneter Gegenspieler und dem Monitoring werden zwei Schlupfwespen wiederholt freigelassen: *Trichogramma evanescens* *euproctidis* zur Bekämpfung der Eier sowie *Habrobracon hebetor* zur Bekämpfung der Larven der Dörrobstmotte. Die zur Bekämpfung des Kornkäfers eingesetzte Parasitoide *Lariophagus distinguendus* wird mit Hilfe der neu entwickelten Hohenheimer Box freigelassen. Um eine hohe Parasitierungsrate zu gewährleisten, wurden verschiedene *L. distinguendus*-Stämme auf ihre Parasitierungsleistung unter verschiedenen Temperaturbedingungen getestet.

Ergebnisse

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Dörrobstmotte mehr als eine Generation pro Jahr durchläuft. Die Kombination beider Nützlinge *Trichogramma evanescens* und *Bracon hebetor* ermöglicht eine deutliche Reduzierung des Mottenbefalls, um diesen während des gesamten Jahres auf niedrigem Niveau zu halten. Seit 2014 sind die beiden Schlupfwespen mit verschiedenen Strategien in mehreren Langzeitlagern im Einsatz. Mit Hilfe der Hohenheimer Box ist eine kontinuierliche Zucht und Freilassung von *L. distinguendus* vor Ort über mehrere Monate möglich. Seit dem Einsatz der Box konnte in einem Lager, in dem mehrere Jahre hintereinander aufgrund von Kornkäferbefall Begasungen durchgeführt wurden auf erneute Begasung verzichtet werden.

(Geplante) Verwertung

Geplant ist die Massenzucht und kommerzielle Vermehrung der Nützlinge, um die Anwendung von Insektiziden im Langzeitlager zu minimieren und möglichst auf Begasungen zu verzichten. Durch die gewonnenen Kenntnisse zur Phänologie der Motten kann das Monitoringsystem in BLE-Lagern optimiert und eine Bekämpfungsschwelle für Nützlings- und/oder Insektizid-Einsatz ermittelt werden. Im Bereich Kornkäferbekämpfung ist ein sensibleres Monitoring mit Hilfe von Becherfallen und Probetraps möglich. Die Hohenheimer Zuchtbox ermöglicht einen unkomplizierten und lang andauernden (präventiven) Einsatz der Lagererzwespen. Spezielle ausgewählte Wespenstämme garantieren dabei den größtmöglichen Parasitierungserfolg.

Sektion 5: Tierzucht

„Etablierung der genomischen Selektion zur Verbesserung von Krankheitsresistenz, Leistung, Verhalten und der genetischen Vielfalt bei der Honigbiene (GeSeBi)“

“Establishment of genomic selection to improve disease resistance, productivity, behaviour and genetic diversity in the honey bee (GeSeBi)”

Projektlaufzeit

01.04.2015 bis 31.03.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Kaspar Bienefeld
Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V.
Hohen Neuendorf

Verbundpartner

Dr. Katrin Juling
Eurofins Medigenomix GmbH
Ebersberg

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Vorhabens ist die Etablierung der bei anderen Tierarten zur Verbesserung von Zuchtmerkmalen eingesetzte und als zukunftsweisend eingeschätzte genomische Selektion bei der Honigbiene. Im Vordergrund steht die Resistenz gegenüber der Varroa Milbe, aber auch andere, von der Imkerschaft erwünschte Volkseigenschaften, wie Honigertrag, Sanftmut und Schwarmneigung und der Erhalt der genetischen Vielfalt innerhalb der Carnica Rasse werden beachtet. Bei der Etablierung der genomischen Selektion sollen die reproduktionsbiologischen und genetischen Besonderheiten dieser Spezies, besonders der maternal beeinflusste (Königinnen) Phänotyp berücksichtigt werden. Neben der Modellentwicklung und des Designs eines alle Selektionsmerkmale abdeckenden SNP

(single nucleotide polymorphisms)-Chips wird auch die praxistaugliche Implementierung in die Bienenzucht untersucht und vorangetrieben.

Realisierung

Als Datengrundlage für die Entwicklung des SNP-Chips wurden 60 Drohnen (11 *Apis mellifera mellifera* aus Norwegen, Dänemark, Schweiz und Österreich und 49 *Apis mellifera carnica* aus Slowenien (12), Österreich (6) und aus Deutschland (31)) gesammelt. Die Drohnen stammten aus verschiedenen Regionen dieser Länder und aus nicht verwandten, rassetypischen Völkern. Eurofins Medigenomix optimierte eine Methode zur Extraktion genomischer DNA aus dem Flugmuskelgewebe der Drohnen für die DNA-Sequenzierung. Insgesamt konnten 4.970.950 SNPs identifiziert und einem primären Filterschritt unterzogen werden. Die SNP-Qualität lag bei > 98 %. Bei der Auswahl für den 120.000 SNP-Chip wurden Ergebnisse aus dem Vorprojekt MOVA, Ergebnisse von Literatur- und Datenbankrecherchen nach relevanten Genen und weitere Auswahlkriterien, wie beispielsweise die Lage des SNPs in relevanten Promotorregionen, in die Auswahlberechnungen aufgenommen. Zusätzlich zum Versand leistungsgeprüfter Königinnen wurde auch ein Protokoll zur Probensammlung und Versand von (haploider) Drohnenbrut erstellt, über die der Genotyp der (oft wertvollen und damit für den Versuch nicht verfügbaren) Königinnen dargestellt werden kann. In unseren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass der DNA-Degradierungsgrad mit der Larvenentwicklung zunimmt. Deshalb soll bei Verwendung von Drohnenmaterial in der Lernstichprobe auf die Drohneneier zurückgegriffen werden. Die entsprechende Anzahl der Drohneneier, welche das Erbgut der Königin fehlerfrei repräsentiert, wurde simuliert und die Ergebnisse bei der Probensammlung für 2016 berücksichtigt. Eine Optimierung der DNA-Gewinnung aus den oben beschriebenen Geweben sowie aus dem Puppenhäutchen (Exuviae) der Königinnen wurde ebenfalls zu Beginn des Projektes vorgenommen. Um das Generationsintervall zu verkürzen und damit den Zuchtfortschritt zu erhöhen, soll das beim Schlupf der Königin verfügbare Puppenhäutchen zukünftig zur nicht-letalen DNA-Gewinnung genutzt werden.

Bisherige Ergebnisse

- » Die DNA-Extraktion für die SNP-Chip Validierung (nicht-letale und letale Präparationen) wurde optimiert.
- » Aus den Sequenzierungsdaten von 60 Drohnen konnten 4.970.950 SNPs identifiziert werden.
- » Unter Berücksichtigung von Vorarbeiten im Projekt MOVA und aktuellen Literaturdaten konnte ein (besonders die Varroa Resistenz berücksichtigender) 120.000 SNP Chip entwickelt werden.

- » Ermittlung der optimalen Zusammensetzung einer Stichprobe aus den geprüften Völkern, der den Genotyp der jeweiligen Königinnen repräsentiert.
- » Beginn der Probenziehung für die SNP Validierung.

(Geplante) Verwertung

Der 120K-SNP-Chip befindet sich derzeit in der Produktion. Eine Verwertung der wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse ist in der zweiten Projektphase geplant. Die Voraussetzung hierfür bildet die Auswertung der Lernstichprobe. Aus diesen Informationen soll durch Auswahl der SNPs mit den größten Effekten ein ca. 5.000 bis 15.000 SNPs umfassender „low-cost“-SNP-Chip (Züchter-Array für die genomische Selektion) entwickelt werden, der von Eurofins Medigenomix vermarktet werden soll. Auf dem „low-cost“-SNP-Chip sollen alle im Laufe des Projektes herausgestellten wissenschaftlichen Erkenntnisse einfließen..



Abb. 1: Frisch geschlüpfte Königin der Rasse *A. m. carnica*. Aus den in den Königinnenzellen verbliebenen Puppenhäutchen konnte DNA in vergleichbar guter Qualität und Quantität gewonnen werden. Abschließende Tests mit dem SNP Chip stehen aber noch aus.

„pigFit - Molekulargenetische und immunologische Analyse der Überlebensfähigkeit und des postnatalen Wachstums von Ferkeln“

“pigFit – Molecular genetic and immunological analysis of piglet survival and postnatal growth”

Projektlaufzeit

01.10.14 bis 31.09.17

Projektkoordinator, Institution

Dr. Christine Große-Brinkhaus
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Institut für Tierwissenschaften
Bonn

Verbundpartner

Dr. Hubert Henne
BHZP (Bundes Hybrid Zucht Programm) GmbH
Dahlemburg-Ellringen

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Projektes pigFit ist die genetische Verbesserung der Überlebensfähigkeit und des Gesundheits- und Immunstatus von Ferkeln und heranwachsenden Schweinen. Die gesamte Studie lässt sich in drei Teilprojekte unterteilen (TP I – III). Ziel von TP I ist die Entwicklung von genombasierten Methoden zur genetischen Verbesserung der Merkmale „individuelles Geburtsgewicht“ und „Überlebensfähigkeit von Ferkeln“. In TP II soll der „Gesundheitsstatus“ und die „Überlebensfähigkeit von Ferkeln und heranwachsenden Schweinen“ durch Immunprofiling charakterisiert werden. Die genetische Fundierung der erfassten Phänotypen soll aufgeklärt werden, um anschließend mit Werkzeugen der genomischen Selektion die Vitalität und Robustheit von Schweinen züchterisch zu verbessern. In TP III werden die Ergebnisse aus TP I und TP II in Form eines Exaktversuches verifiziert. Im Folgenden wird über die derzeit bearbeiteten Teilprojekte TP I und TP II berichtet.

Realisierung

TP I

Das Ziel der quantitativen Analyse innerhalb des ersten Teilprojektes (TP I) ist es, die Überlebensfähigkeit von Ferkeln der Deutschen Landrasse (LR) und der Rasse Edelschwein (LW) zu verbessern. In einem ersten Schritt wurden Varianzkomponenten

für die Merkmale „Totgeburt (SB)“ sowie für das „individuelle Geburtsgewicht (BW)“ in 32.627 LW und 38.042 LR Ferkeln unter Anwendung eines bivariaten Tiermodells mit dem Programm ASReml geschätzt. Die Berechnungen erfolgten mit einem Threshold-Modell unter Anwendung eines generalisierten gemischten Modelles (GLMM) und einer Logit-Link Funktion. Zusätzlich wurden Varianzkomponenten für Reproduktionsmerkmale für 3.476 LW und 2.602 LR Muttersauen in einem univariaten Tiermodell geschätzt. Zukünftig soll zusätzlich eine multivariate Analyse der Überlebensfähigkeit von Ferkeln bis zum Absetzen durchgeführt werden sowie die Eignung der genomischen Selektion (GS) für die Verbesserung dieser Merkmale untersucht werden. Außerdem soll eine genomweite Assoziationsstudie (GWAS) genauere Informationen über den genetischen Einfluss auf die Merkmale der Überlebensfähigkeit liefern.

TP II

Zur Charakterisierung des Gesundheits- und Immunstatus von heranwachsenden Schweinen und Sauen werden im Laufe des Projektes insgesamt 1.500 Blutproben gesammelt. Es wird Blut von 500 Sauen der Mutterlinien LR und LW zu einem nahen Zeitpunkt nach der Geburt sowie von 1.000 männlichen und weiblichen Ferkeln in der 5.-7. Lebenswoche genommen. Dafür werden Vollgeschwister aus Würfen mit 2 bis 4 togeborenen Ferkeln ausgewählt. Neben dem Blut der ausgewählten Ferkel, werden deren Geburtsgewicht und das Gewicht zum Zeitpunkt der Blutentnahme erfasst. Außerdem werden alle Tiere genotypisiert. Die Bestimmung des großen Blutbildes und des Haptoglobins ist von allen 1.500 Proben innerhalb des Projektes vorgesehen. Für die weitere Charakterisierung des Gesundheits- und Immunstatus ist die Cytokin-Bestimmung (IL-1beta, IL-4, IL-6, IL-8/CXCL8, IL-10, IL-12, TNF-alpha, IFN-gamma) mittels porcinen Multiplex Kits für alle Blutproben geplant.

Ergebnisse

Die Merkmalerfassung in TP I und TP II ist noch nicht abgeschlossen. Aus diesem Grund sind die im Folgenden genannten Ergebnisse als vorläufig zu betrachten.

TP I

Die geschätzten Heritabilitäten (h^2) lagen für das Merkmal SB bei 0,06 (LR) und 0,05 (LW). Für BW wurden Erblichkeiten von 0,15 in LR und 0,14 in LW ermittelt. Die Merkmale wiesen sowohl negative genetische als auch phänotypische Korrelationen von -0,57 (LR) und -0,40 (LW) bzw. -0,19 (LR) und -0,21 (LW) auf, die darauf hinweisen, dass Ferkel mit geringeren Geburtsgewichten einer höheren Wahrscheinlichkeit unterliegen, tot geboren zu werden. Die Heritabilitäten für die Reproduktionsmerkmale der Sauen, wie Anzahl lebend geborener Ferkel, lagen im niedrigen bis mittleren Bereich.

TP II

Neugeborene Ferkel werden stark von dem Immunstatus der Mutter geprägt, da sie über das Colostrum mit Immunparametern versorgt werden. Erste Hinweise auf die Entwicklung der erlernten Immunität bei heranwachsenden Ferkeln liefern die Konzentrationen von neutrophilen Granulozyten und Lymphozyten aus dem großen Blutbild. Abbildung 1 zeigt Boxplots dieser Konzentrationen in den untersuchten Mutterras-

sen, jeweils für die Sau, weibliche und männliche Ferkel. Die Ergebnisse zeigen, dass, wie bereits aus der Literatur bekannt, Sauen um die Geburt ein neutrophiles Blutbild zeigen. Dabei wiesen LR-Sauen Neutrophilkonzentrationen von durchschnittlich 57,46% ($\pm 7,80\%$) und LW-Sauen von 52,00% ($\pm 8,80\%$) auf. Die Lymphozytkonzentrationen lagen mit 32,61% ($\pm 6,55\%$) für die LR-Sauen und 38,90% ($\pm 8,27\%$) für die LW-Sauen unter den Neutrophilkonzentrationen. Sowohl weibliche als auch männliche Ferkel wiesen in der LR-Population mit durchschnittlich 44,08% ($\pm 7,31\%$) bzw. 52,18% ($\pm 9,35\%$) geringere Konzentrationen der neutrophilen Granulozyten auf. Auch in der LW-Population zeigten weibliche und männliche Ferkel mit durchschnittlich 39,37% ($\pm 10,53\%$) und 40,66% ($\pm 9,38\%$) niedrigere Neutrophilkonzentrationen. Die Konzentrationen der Lymphozyten lagen bei weiblichen und männlichen Ferkeln im Durchschnitt mit 49,04% ($\pm 7,93\%$) bzw. 41,13% ($\pm 9,03\%$) in der LR-Population und 54,84% ($\pm 9,58\%$) bzw. 53,56% ($\pm 8,69\%$) in der LW-Population über den Lymphozytkonzentrationen der Sauen.

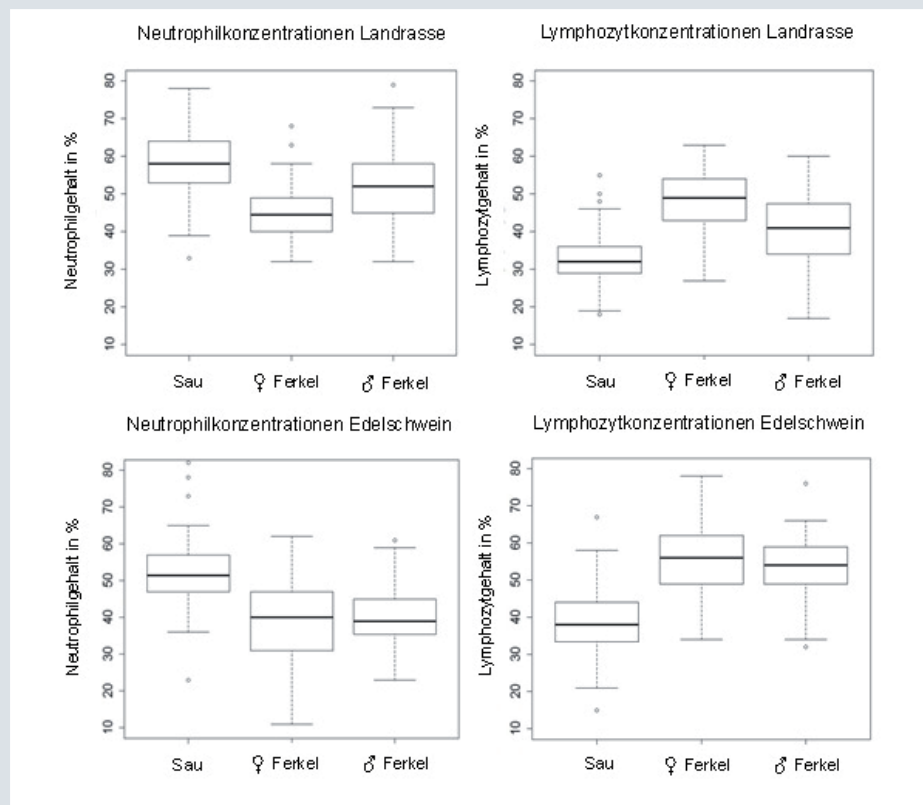


Abb. 1: Konzentrationen ausgewählter Blutparameter von Sauen und Ferkeln der Landrasse ($N=241$, $N_{\text{Sau}}=99$, $N_{\text{♀ Ferkel}}=63$, $N_{\text{♂ Ferkel}}=79$) und Edelschwein ($N=204$, $N_{\text{Sau}}=89$, $N_{\text{♀ Ferkel}}=52$, $N_{\text{♂ Ferkel}}=65$) Populationen

(Geplante) Verwertung

Aufgrund der hohen Umweltbeeinflussung von Gesundheitsmerkmalen ist eine genetische Analyse dieser Merkmale komplex. Die im Versuch integrierten Schweinebestände werden durch das Unternehmen BHZP einschließlich der beteiligten Betriebsleiter sowie der beauftragten Tierärzte sehr intensiv betreut, so dass ein konstant hoher Gesundheitsstatus in diesen Nukleusbetrieben erreicht wird. Unter diesen Voraussetzungen scheint eine genetische Bearbeitung der Vitalität und Gesundheit von Schweinen möglich zu sein. Aus diesen Gründen werden die wissenschaftlich-technischen Erfolgsaussichten aller Teilprojekte zusammengefasst als gut eingeschätzt.

**„Genmarker zur Resistenzzüchtung gegen Pleuropneumonie beim Schwein“
(PleuroRes)**

**“Genetic markers for resistance to pleuropneumonia in swine”
(PleuroRes)**

Projektlaufzeit

12.03.2015 bis 28.02.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Dr. habil. Gerald Reiner
Klinikum Veterinärmedizin, Justus-Liebig-Universität
Gießen

Verbundpartner

Prof. Dr. Karl-Heinz Waldmann
Klinik für kleine Klautiere, Stiftung Tierärztliche Hochschule
Hannover

Prof. Dr. Hans-Rudolf Fries
Lehrstuhl für Tierzucht, Technische Universität München
Freising

Dr. Inga Schiefler
Förderverein Bioökonomieforschung e.V. (FBF)
Bonn

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Vorhabens ist die Identifikation von Markern/SNPs zur Verwendung in der klassischen und genomischen Zuchtwertschätzung für eine nachhaltige Steigerung der Tiergesundheit, des Wohlbefindens, der Verbrauchersicherheit und der Produktionseffizienz.

Dieses Ziel soll durch die Entwicklung von Markern zur tierzüchterischen Selektion krankheitsresistenter Schweine erreicht werden. Das Vorhaben richtet sich gezielt gegen die Pleuropneumonie, eine durch Infektionen mit *Actinobacillus pleuropneumoniae* (App) hervorgerufene Erkrankung des Respirationstrakts. Sie ist von erheblicher Bedeutung in Deutschland und weltweit. Zusätzliche Ziele werden hinsichtlich der Beschreibung der Variabilität des Schweinengenoms sowie des Kenntniszuwachses molekularer Abwehr- und Pathogenesemechanismen verfolgt.

Realisierung

Die Realisation soll in drei Teilprojekten (TP) erfolgen.

TP 1: Infektion und Phänotypisierung segregierender kommerzieller Schweine: In TP1 werden vom Partner FBF zwanzig nicht direkt verwandte Würfe der segregierenden Population ausgewählt. Am Standort Tierärztliche Hochschule Hannover werden 150 Ferkel aus diesen Würfen standardisiert infiziert sowie präzise und umfassend phänotypisiert (AG Waldmann/Höltig; AG Valentin-Weigand; IVD, Hannover). Hierzu werden klinische (klinische Untersuchung, Sonographie, Radiologie), pathologisch-anatomische und -histologische sowie mikrobiologische Verfahren entsprechend der Vorversuche aus FUGATO angewandt. Alle phänotypischen Untersuchungen werden im Wesentlichen von Frau Dr. Höltig durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse werden in bewährter Weise indexiert. Alle Schweine werden bezüglich ihrer Resistenz/Empfindlichkeit charakterisiert und rangiert. So lassen sich Extremgruppen unterschiedlichen Grades definieren.

TP 2: Genomische Sequenzierung: Mit fortschreitender Infektion und Phänotypisierung der Versuchstiere (TP1, AG Waldmann) wird DNA in NGS-Qualität präpariert. Nach Abschluss der Infektionsversuche (TP1) und Sequenzierung der empfindlichsten und resistentesten Ferkel (AG Fries), werden die Bioinformatik und Assoziationsstudien in enger Kooperation der AG Fries und Reiner, im Wesentlichen durch die beantragte halbe Stelle (1/2 TVL13) durchgeführt. Die Sequenzierung führt zu hoher Markerdichte, deren Assoziation mit den phänotypischen Merkmalen, zur Identifikation der an den Resistenzunterschieden hauptbeteiligten Genvarianten. Annotation (AG Fries/Reiner) und Abgleich mit funktionellen, positionellen und regulatorischen Daten der Vorversuche, lassen eine erhebliche Erweiterung des Kenntnisstandes bezüglich App-Pathogenese und Abwehrmechanismen, bzw. Realisation der Resistenzunterschiede erwarten.

TP 3: Resistenzmarker im Feld: Für die SNPs mit der engsten Assoziation werden Screening-Verfahren mit hohem Durchsatz entwickelt (Pyrosequenzierung) und im Feld überprüft. Hierzu dienen 10 im Vorfeld bereits identifizierte Betriebe mit App-Problematik, die umfassend hinsichtlich betrieblicher Faktoren und vorhandener Krankheitserreger (Serologie, Bakteriologische Untersuchung und PCR-Analysen) charakterisiert wurden (AG Waldmann). Zur Gleichschaltung der Umwelteffekte werden dabei je Betrieb 10 gesunde/gering erkrankte und 10 stark erkrankte/verendete Ferkel, jeweils aus den gleichen Buchten (d.h. mit gleichem genetischem und Haltungs-Hintergrund) klinisch, pathologisch und mikrobiologisch charakterisiert (AG Waldmann). Assoziationen mit den etablierten SNP-Genotypen werden berechnet (AG Reiner). Ergänzend werden die Genfrequenzen der Marker-SNPs an Besamungsebern verschiedener Rassen und Populationen bestimmt (AG Reiner).

Ergebnisse

Vom FBF wurden die teilnehmenden Betriebe ausgewählt und mobilisiert und die Zusammenarbeit erfolgreich vereinbart. Anpaarungspläne wurden erstellt, Abferkeln, Absetzen und Transport erfolgreich organisiert. Infektionen und Phänotypisierung wur-

den erfolgreich begonnen. Ein Teil der Tiere konnte allerdings aufgrund einer Infektion im Herkunftsbetrieb für den Versuch nicht verwendet werden. Hieraus ergibt sich eine Verzögerung der Bereitstellung der Phänotypen, die jedoch kostenneutral aufgefangen werden kann. Diese Problematik wird inzwischen durch geeignete Umstellungen während der Eingliederungszeit der Schweine beherrscht. Die Proben der verwertbaren, phänotypisierten Tiere wurden wie geplant asserviert und zum Projektpartner JLU verbracht. Die eigentlichen Arbeiten an der TUM waren bislang noch nicht anvisiert. In Zusammenarbeit zwischen TUM und JLU wurden die Voraussetzungen zur Durchführung der genomischen Sequenzierungsarbeiten einschließlich aller notwendigen bioinformatischen Teilschritte auf das Projekt angepasst. Die Asservierung von Proben der phänotypisierten Schweine zur DNA-Isolation und deren Vorbereitung zur Sequenzierung sind angelaufen.

Das Verbundprojekt PleuroRes soll neue Möglichkeiten schaffen, den Einsatz von Antibiotika in der Schweineproduktion zu minimieren und das Tierwohl zu verbessern. Unter diesem Aspekt konnte ein großes Interesse der Öffentlichkeit am Verbundprojekt generiert werden.

(Geplante) Verwertung

Sollte die Etablierung eines Testsystems zur Selektion von Schweinen mit einer genetisch bedingten, reduzierten Anfälligkeit gegenüber einer *Actinobacillus-pleuropneumoniae*-Infektion gelingen, würde sich daraus nicht nur die Möglichkeit einer positiven Beeinflussung von Tierwohl und Tiergesundheit, sondern auch ein Wettbewerbsvorteil für die am Projekt beteiligten Schweinezuchtorganisationen ergeben. Die bereits in den Vorversuchen erkennbare Segregation der Resistenz/Empfindlichkeit gegenüber App lässt durch den gezielten Einsatz der funktionellen Marker erwarten, dass die klinischen und pathologischen Folgen einer App-Infektion sowie die Erreger-Ausscheidung und die Übertragung zwischen Betrieben erheblich abgesenkt werden, ganz im Sinne eines verbesserten Tierwohls, eines minimierten Antibiotikaeinsatzes und einer gesteigerten Produktionseffizienz.

„Entwicklung eines Anpaarungsprogramms mit zusätzlicher Nutzung genomischer Informationen (gBAP+)“**“Development of a mating program with considering additional genomic information (gBAP+)”****Projektlaufzeit**

05.09.2014 – 31.08.2017

Projektkoordinator, Institution

Friedrich Reinhardt
Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V.
Verden

Verbundpartner

Inga Schiefler
Förderverein Bioökonomieforschung e.V.
Bonn

Kurzfassung**Projektziel**

Ziel des Projektes ist ein fachlich fundiertes und bedienerfreundliches (web-gestütztes) Anpaarungsprogramm (gBAP+), das alle verfügbaren züchterisch maßgeblichen Informationen zu optimalen Selektions- bzw. Anpaarungsentscheidungen kombiniert. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei auf dem zusätzlichen Nutzen der genomischen Information, um beispielsweise Erbfehler zu vermeiden und positive Varianten wie die Hornlosigkeit in der Population anzureichern.

Realisierung

Mitarbeiter aus verschiedenen Zuchtverbänden, des vit sowie FBF wurden als Teilnehmer der Kundenintegrationsveranstaltungen (KI) benannt. Die KI dienen der Absprache neuer geplanter Funktionalitäten von gBAP+ und zum Review bereits umgesetzter Funktionalitäten, um das Programm möglichst nah an den Bedürfnissen der Zuchtpraxis auszurichten.

Es wurde bereits ein Prototyp des Web-gestützten Anpaarungsprogramms gBAP+ programmiert und für die Mitglieder der KI zu Testzwecken zur Verfügung gestellt. Dieser Prototyp wird agil entwickelt, enthält jedoch noch nicht alle geplanten Funktionalitäten. Das Programm kann nun sukzessive verbessert und erweitert werden. Die

laufend weiterentwickelten, aktuellen Versionen werden dann für die KI-Mitglieder zum begleitenden Testen freigeschaltet.

Ergebnisse

Die Datenbanken im vit wurden erweitert, um entsprechende Informationen an das Programm gBAP+ online bereitzustellen zu können. Als wichtigste Erweiterungen in der Genom-Datenbank sind die Speicherung von Trägertieren von „Speziellen genetischen Eigenschaften“ (Haplotypen-Information, kausale SNP, Trägerstatus) und Kennwerten für die zu erwartende Genotypenstreuung in der Merkmalsausprägung innerhalb potentieller Nachkommengruppen (Vollgeschwister) bei gezielter Anpaarung zu nennen. Entsprechende Schnittstellen zur Web-gestützten Anwendung gBAP+ wurden eingerichtet. Der gBAP+ Anwender hat somit alle benötigten Informationen online zu den Tieren seines Verbandes auf jeweils neuestem Stand im autorisierten Direktzugriff. Sofern neue Informationen (Merkmale, Eigenschaften) für gBAP+ relevant werden, können die Datenhaltung und Datenschnittstellen jederzeit erweitert werden.

Zudem wurden Untersuchungen zur Detektion von Erbfehlern anhand des dt. Holstein Genotypenpools (Stand Dez. 2015: ca. 180.000 typ. Tiere) und phänotypischer Beobachtungen zur Embryonal- und Kälbersterblichkeit durchgeführt. Hier wurde in Zusammenarbeit mit einem anderen Projekt (InGeniR) und Projektpartnern (Master-rind, TU München, TiHo Hannover) ein neuer rezessiver Erbfehler bei Holsteinrindern (CD: Cholesterin-Defizit) entdeckt, im Erbgang nachgewiesen und seine physiologischen Auswirkungen beschrieben. Die routinemäßige Vorhersage und Veröffentlichung von Trägertieren über Anzeigen in der Genom-Datenbank wurden eingerichtet. Auch die Berücksichtigung bei Anpaarungsentscheidungen (Verhinderung der Anpaarung von potentiellen Trägertieren) in gBAP+ ist bereits realisiert. Gleiches gilt für bereits früher schon bekannte Erbfehler in der Holsteinzucht.

Außerdem wurden Vorarbeiten zur Entwicklung und Ableitung eines Index zur Zusammenfassung und wirtschaftlichen Gewichtung von positiven (z.B. Hornstatus, Kaseinvarianten) und negativen genetischen Eigenschaften (Erbfehlern) durchgeführt. Dieser Index soll die „Genetische Bürde“ eines Zuchttieres bezüglich all seiner Erbfehler aber auch seiner speziellen positiven Eigenschaften in einer Population zusammenfassen. Die einzelnen Eigenschaften sind hierbei entsprechend ihrer wirtschaftlichen Bedeutung sowie der Auswirkung auf das Tierwohl gewichtet.

(Geplante) Verwertung

Aufgrund der Bereitschaft und des Interesses der Zuchtverbände aktiv an der Entwicklung des Programmes (via Kundenintegrationsveranstaltungen) mitzuarbeiten, sind die Erfolgsaussichten, dass das genomische Anpaarungsprogramm nach Projektabschluss in der Zuchtpraxis eingesetzt wird, sehr gut. Die Zuchtverbände haben ein optimales Werkzeug für Selektionsentscheidungen und die Auswahl geeigneter Paarungspartner zur Erzeugung der nächsten Zuchtgeneration.

Das Web-gestützte Anpaarungsprogramm **gBAP+** ist so konzipiert, dass jederzeit neue Tools zusätzlich implementiert werden können, sobald neue wissenschaftliche Erkenntnisse bekannt sind, oder neue Anforderungen aus der Zuchtpraxis formuliert werden. Nach Abschluss des Projektes wird das Programm den aktuellen Erfordernissen und den zukünftigen wissenschaftlichen Erkenntnissen entsprechend kontinuierlich angepasst und weiterentwickelt.

**„Entwicklung einer Züchtungsstrategie zur Reduktion des Merkmals
Trinkschwäche in der Rasse Braunvieh (Trinkschwäche Braunvieh“**

**“Breeding strategies to minimize the occurrence of calf’s weak suckling ability
in Brown Swiss (Brown Swiss suckling ability)“ ”**

Projektlaufzeit

11.05.2015 bis 30.06.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Inga Schiefler
Förderverein Bioökonomieforschung e.V. (FBF)
Bonn

Verbundpartner

Prof. Dr. Jörn Bennewitz
Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Genetik und Züchtung land-
wirtschaftlicher Nutztiere der Universität Hohenheim

Kurzfassung

Projektziel

Eine ausreichende Kolostrumaufnahme unmittelbar nach der Geburt ist für neugeborene Kälber notwendig, um die passive Immunisierung zu gewährleisten. In der Rasse Braunvieh zeigen neugeborene Kälber in vielen Fällen einen mangelnden Saugreflex und sind somit nicht in der Lage, das lebenswichtige Kolostrum, welches die passive lakto-gene Immunisierung in den ersten Tagen sicherstellt, aufzunehmen. Die Folgen sind vermehrte Krankheiten und eine verspätete Entwicklung sowie erhöhte Mortalitäten. In diesem Vorhaben werden umfangreiche genetische Analysen zum Merkmal Trinkschwäche beim Braunvieh durchgeführt, um innovative DNA-basierte Züchtungsstrategien zur Eliminierung dieses Problems in der gesamten deutschen Braunviehzucht zu entwickeln, zu validieren und in die Zucht-routine zu implementieren. Auf diese Weise wird ein züchterischer und damit langfristiger und nachhaltiger Beitrag zur Reduktion der Trinkschwäche in der Population geleistet und dadurch sowohl das Tierwohl verbessert, als auch der Fortbestand der Rasse im Zuchtgebiet gesichert.

Realisierung

Auf ca. 200 ausgewählten Betrieben in Baden-Württemberg wird das Merkmal über einen Zeitraum von einem Jahr mittels eines Fragebogens bei jedem neugeborenen Braunvieh-Kalb erfasst (ca. 8000 Kälber). Ferner werden Abfragen zum Geburtsverlauf, Entwicklungsstatus des Kalbes, Geschlecht und weitere Merkmale des Trinkverhaltens

gemacht. Weitere notwendige Angaben zur Abstammung (Vater und Mutter) und Parität der Mutter werden einbezogen. Von jedem Kalb und teilweise von der zugehörigen Mutter wird eine Gewebeprobe aus dem Ohr entnommen und gesammelt. Kälber mit möglichst deutlicher Merkmalsausprägung werden genotypisiert und zehn unverwandte Kälber mit extremer Ausprägung werden sequenziert.

Folgende Schritte werden im Projekt verfolgt:

- » präzise Erfassung der Trinkschwäche neugeborener Kälber der Rasse Braunvieh auf den landwirtschaftlichen Betrieben,
- » die Schätzung genetischer Parameter (Heritabilitäten, genetische Korrelationen) des Merkmals,
- » die Kartierung von merkmalsassoziierten Genvarianten und
- » die Entwicklung und Implementierung eines effizienten Zuchtverfahrens gegen dieses unerwünschte Merkmal.

In Abhängigkeit von der genetischen Architektur des Merkmals wird eine dazu passende DNA-basierte Selektionsmethode entwickelt. Sollte es sich herausstellen, dass nur einige wenige Gene bis hin zu einem Gen an der Merkmalsausprägung beteiligt sind, so wird eine Gen-basierte Selektions- und, in Abhängigkeit vom Erbgang des Gens, Anpaarungsstrategie erarbeitet. Sollte es sich jedoch herausstellen, dass es ein typisches quantitatives Merkmal ist, welches durch viele Gene beeinflusst wird, so wird eine genomische Selektionsmethode favorisiert. In diesem Fall bilden die genotypisierten und phänotypisierten Tiere eine erste Lernstichprobe, die zur Schätzung der Markereffekte mit genomischen Modellen herangezogen werden kann.

Ergebnisse

Die Datenerfassung auf den landwirtschaftlichen Betrieben wird seit Juli 2015 umgesetzt. Die bisher ermittelte Inzidenz von Kälbern mit mangelndem Saugreflex liegt zwischen 6,5 und 10 % und damit im erwarteten Bereich. Weiterhin sind die Betriebe bereits anhand von Betriebsfragebögen charakterisiert und die Arbeiten zur Genotypisierung der Kälber wurden begonnen.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse des Projektes sollen im Zuchtprogramm der im FBF angeschlossenen Rinderzucht- und besamungsorganisationen für die Rasse Braunvieh umgesetzt werden (u.a. Allgäuer Herdebuchgesellschaft, Besamungsstation Greifenberg, Rinderbesamungsgenossenschaft Memmingen, Weilheimer Zuchtverbände, Rinderunion Baden-Württemberg, Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter). Dies kann entweder durch die Entwicklung eines Gentests für das Merkmal Trinkschwäche oder aber im Falle eines quantitativen Merkmals über die genomische Selektion erfolgen. Der

FBF stellt somit eine Umsetzung der Projektergebnisse in der gesamten deutschen und auch österreichischen Braunviehzucht sicher.

Die Züchter werden durch Beiträge in den einschlägigen Züchterzeitschriften, auf den regelmäßig stattfindenden Züchtersammlungen und Workshops sowie im direkten Gespräch mit den zuständigen Rechenstellen und Zuchtverbänden über die Möglichkeit, gegen dieses Merkmale zu züchten, aufgeklärt.

„Entwicklung und Validierung eines Schnelltestsystems zur funktionellen Qualitätsbeurteilung von bovinen Ejakulaten (Spermienbindungstest)“**“Development and validation of a quick quality test for bovine ejaculates (sperm binding test)”****Projektlaufzeit**

01.06.2015 bis 31.12.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Inga Schiefler
Förderverein Bioökonomieforschung e.V. (FBF)
Bonn

Kurzfassung**Projektziel**

Ziel der Studie ist es, ein kommerzielles Schnelltestsystem zur funktionellen Qualitätsbeurteilung von Ejakulaten und zur Prognose der Fertilität von Bullen zu etablieren und zu validieren.

In der deutschen Milchrinderzucht werden ca. 4,3 Mio. Erstbesamungen pro Jahr mit Hilfe von künstlicher Besamung durchgeführt (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V., 2015). Zur Produktion dieser Besamungsportionen werden in Deutschland in ca. 20 kommerziellen Besamungsstationen Bullen gehalten und Ejakulate dieser Bullen gewonnen. Die Besamungsstationen kontrollieren im Rahmen ihrer Qualitätssicherung, ob die Ejakulate für die künstliche Besamung in Milchviehbetrieben eingesetzt werden können. Der derzeitige Standard zur Qualitätssicherung sieht vor, die Ejakulate mikroskopisch zu untersuchen und festzustellen, ob die Spermien lebensfähig sind, eine vorgegebene Vorwärtsbeweglichkeit und eine gewöhnliche Gestalt aufweisen (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V., 2006). Des Weiteren wird geprüft, wie viele Spermien in jedem Ejakulat enthalten sind. Wie zahlreiche Studien gezeigt haben, sind diese Kriterien nicht ausreichend, um die Fertilität eines Bullen prognostisch zu beurteilen. Auch Bullen, die hinsichtlich dieser Kriterien sehr gut abschneiden, können schlechte Befruchtungsraten vorweisen (Kölle, et al., 2011). Bisher fehlt ein funktioneller Test zur Qualitätsbeurteilung von Spermien. Der in diesem Projekt bearbeitete Schnelltest, der die Bindungskapazität von Spermien im Eileiter charakterisiert, schließt diese Lücke: Er ist der erste funktionelle Test zur Beurteilung der Befruchtungsfähigkeit von Spermien. Die experimentelle Entwicklung des Schnelltestsystems kann einerseits einen wichtigen Beitrag zur besseren Bewertung der Ejakulate in der Besamungsstation leisten und andererseits den Milchproduzenten mit höherer Wahrscheinlichkeit eine erfolgreiche

Besamung garantieren. Zusätzlich kann in erheblichem Maß dazu beigetragen werden, Frühaborte und ähnliche Fruchtbarkeitsstörungen, die mit der Tauglichkeit der Spermien zur Befruchtung in Zusammenhang stehen, zu reduzieren und leistet somit einen Beitrag zum Staatsziel Tierschutz.

Realisierung

Kölle (2011) entwickelte einen Spermien-Bindungs-Assay auf einem Objektträger, der die Bindung der Spermien am Eileiterepithel imitiert. Im Projekt soll dieser Test nun für den praktischen Einsatz in Besamungsstationen optimiert werden. Folgende Arbeitsschritte werden bearbeitet:

- » Auswahl und Erprobung von verschiedenen Trägern zur Optimierung des Spermien-Bindungs-Assays
- » Verfahrensoptimierung (Optimierung der Beschichtung und Stabilisierung des Zuckers)
- » Laborvalidierung (Test des Assays in einer randomisierten Doppelblindstudie anhand von hoch, mäßig und gering fertilen Individuen)
- » Feldversuch (Einsatz in deutschen Besamungsstationen, Korrelation mit Standard-Laboruntersuchungen und Fertilitätsdaten)

Ergebnisse

Im bisherigen Projektverlauf konnten verschiedene Trägermaterialien (Glasobjektträger und Filtermembranen) und Zuckermoleküle getestet und für die weitere Entwicklung ausgewählt werden. Für das spätere Auszählen der gebundenen Spermien wurden außerdem verschiedene Farbstoffe und FärbeprozEDUREN getestet. Die nächsten Projektschritte umfassen die weitere Laborvalidierung und schließlich den Feldtest.

(Geplante) Verwertung

Mit dem Bindungs-Assay ist es erstmals möglich, frühzeitig und gezielt eine prognostische Aussage über die Fertilität von Bullen zu erstellen. Die Stärke des Assays liegt dabei insbesondere darin, dass die Qualität jedes einzelnen Ejakulats beurteilt werden kann, so dass auch individuelle, z.B. in Abhängigkeit von Gesundheitszustand und Klima auftretende Schwankungen, identifiziert und dokumentiert werden. Auch die individualspezifischen Unterschiede nach dem Tiefgefrieren bzw. nach Anwendung verschiedener Tiefgefrierverfahren bzw. der Vitrifikation können effizient charakterisiert werden. Der Test bietet erstmals die Möglichkeit, auch individualspezifisch den optimalen Samenverdünner für den besten Besamungserfolg zu ermitteln. Ziel nach einer erfolgreichen Etablierung des Schnelltests ist die Anwendung in den deutschen Zucht- und Besamungsstationen.

„Zuchtprogramme für Hornlosigkeit beim Milch- und Zweinutzungsrind in Deutschland“**“Breeding for polledness in dairy and dual purpose cattle in Germany”****Projektlaufzeit**

01.05.2015 bis 31.10.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Hermann H. Swalve
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaft
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU)
Halle (Saale)

Verbundpartner

Prof. Dr. Sven König
Professur für Tierzucht (TZKS)
Universität Kassel-Witzenhausen

Kurzfassung**Projektziel**

Invasive zootechnische Eingriffe wie bspw. das routinemäßige Enthornen junger Kälber zur Vermeidung von Verletzungsrisiken von Mensch und Tier geraten in der aktuellen gesamtgesellschaftlichen Debatte um Tierwohl und Tierschutz zunehmend in die Kritik. Durch einen gezielten Umzüchtungsprozess auf Hornlosigkeit in den behorneten Milchvieh- und Zweinutzungspopulationen in der deutschen Rinderzucht könnte perspektivisch auf das schmerzhafte Enthornen verzichtet werden.

Ziel ist die Erstellung einer Leitlinie für Holstein- und Fleckviehzuchtverbände, um einen Umzüchtungsprozess auf Hornlosigkeit zur Vermeidung der Enthornung von Kälbern im Sinne des Tierschutzes in diesen beiden Populationen ohne Verlust in den relevanten Produktionsmerkmalen und funktionalen Merkmalen sowie dem Erhalt der genetischen Diversität realisieren zu können. Es sollen Empfehlungen für die Umsetzung eines Zuchtprogramms auf genetische Hornlosigkeit mit den damit verbundenen Modifikationen in der Zuchtzieldefinition (Konzipierung eines neuen Gesamtzuchtwerthes unter Berücksichtigung des Tierschutzes in einem zukunftsweisenden Zuchtziel) gegeben werden.

Realisierung

Auf Basis von Assoziationsstudien auf quantitativ-genetischer und molekulargenetischer Ebene, werden Wechselwirkungen auf genetischer Ebene (genetische Korrelationen) zwischen dem Merkmal Hornlosigkeit und den züchterisch relevanten Produktionsmerkmalen sowie funktionalen Merkmalen der Tiergesundheit evaluiert. Die niedrige Frequenz des, die phänotypische Hornlosigkeit bestimmenden, dominanten „Polled“-Allels lässt antagonistische Beziehungen zu relevanten Merkmalen im Zuchtziel vermuten. Die Kenntnis der genetischen Korrelationen bildet daher die notwendige Grundlage für die Entwicklung züchterischer Strategien für den angestrebten Umzüchtungsprozess. Zudem liegt weiterer Fokus auf dem Erhalt der genetischen Diversität und der Kontrolle der Inzuchtentwicklung in den betrachteten Populationen. Geeignete züchterische Strategien in diesem Sinne werden mittels stochastischer und deterministischer Simulationsstudien zur Zuchtplanung unter Berücksichtigung der erfassten genetischen Korrelationen und der genetischen Diversität auf Zuchtprogramm- sowie Betriebsebene, praxisnah abgebildet und evaluiert.

Die Datengrundlage für die Assoziationsstudien bilden umfängliche phänotypische Daten aus den Testherdenprogrammen von Zuchtverbänden der alten und neuen Bundesländer für die Holsteinpopulation. Aus der Fleckviehpopulation konnte aufgrund der bereits seit längerem bestehenden Anstrengungen zur Intensivierung der Hornloszucht in Kooperation mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Betriebe identifiziert werden, die bereits über mehrere Generationen hornlose Besamungsbullen einsetzen und so eine umfangreiche phänotypische Datenbasis bilden. Neben den phänotypischen Daten stehen in Kooperation mit dem VIT (Holstein) und dem LfL (Fleckvieh) zudem genotypische Daten für Besamungsbullen und teilweise auch für Kühe zur Verfügung.

Ergebnisse

Am zuvor beschriebenen phänotypischen Datenmaterial aus den Holstein- und Fleckviehpopulationen wurden genetisch statistische Analysen zur Bestimmung der Merkmalswechselwirkungen durchgeführt. Die geschätzte Heritabilität für das Merkmal phänotypische Hornlosigkeit (binär codiert) lag in verschiedenen statistischen Modellen im hohen Bereich zwischen 0,8 und 1,0. Die Heritabilitäten für die weiteren analysierten Leistungs- und funktionalen Merkmale lagen im Bereich bekannter Literaturwerte. Die Werte für die genetischen Korrelationen zeigen geringgradig antagonistische Beziehungen zwischen dem Merkmal Hornlosigkeit und den weiteren berücksichtigten Merkmalen.

Für die Durchführung von stochastischen Simulationen wurde ein neuer Simulationsansatz unter Nutzung frei verfügbarer Simulationssoftware und der Programmiersprachen R und Fortran entwickelt. In Simulationen über einen Zeitraum von 25 Generationen zeigte sich ein zu erwartender effizienterer Selektionseffekt für Hornlosigkeit bei aktiver Selektion auf der Bullenseite. Eine vollständige Fixierung des hornlos Allels ist bei der Struktur der heutigen Rinderzuchtprogramme in den Rassen Holstein und Fleckvieh nur bei bevorzugter Selektion und breitem Einsatz homozygot hornloser Bul-

len in 25 Generationen erreichbar. Bei sehr intensiver Selektion auf Basis des derzeitigen noch begrenzten Hornloszuchtpools ist aber in diesem Zusammenhang mit negativen Auswirkungen auf das Zuchtwertniveau in den Leistungsmerkmalen zu rechnen. Eine zusätzliche aktive Selektion hornloser weiblicher Tiere in den Praxisbetrieben führte in den Simulationen lediglich zu einer geringfügig schnelleren Allelfrequenzsteigerung und verstärkten antagonistischen Wirkungen auf die Leistungs-Zuchtwerte. Weitergehende Simulationen konnten das Potential des Einsatzes von Reproduktionstechnologien in Verbindung mit einem Nukleuszucht-Ansatz für eine schnelle Steigerung des hornlos Allels in Zuchtpopulationen aufzeigen. Die Bandbreite an evaluierten Simulationsszenarien bildet eine gute Basis für praktikable Entscheidungshilfen für zukünftige Zuchtstrategien.

Die Ergebnisse für die Assoziationsstudien auf molekular-genetischer Ebene und die deterministischen Zuchtplanungsrechnungen stehen noch aus.

Geplante Verwertung

Die geplante Ergebnisverwertung manifestiert sich in der konkreten Verankerung des Tierschutzes in ein zukunftsweisendes Zuchtziel für Milch- und Zweinutzungsrunder unter Berücksichtigung von Funktionalität, Gesundheit und genetischer Diversität. So soll ein Gesamtzuchtwert, der nicht nur die Merkmale der konventionellen Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung berücksichtigt, sondern erstmals „neue Merkmale“ insbesondere der Tiergesundheit und die Bedeutung des Hornlosstatus entsprechend gewichtet, konzipiert werden.

Sowohl auf der Ebene der Zuchtverbände als auch auf der Ebene der Einzelbetriebe werden konkrete Empfehlungen in Form von Entscheidungshilfen (Leitfäden) auf Basis der Projektergebnisse für die Zuchtplanung gegeben. Dieser konkrete Beitrag für den Tierschutz wird zur Verbesserung der Akzeptanz der Milchkuhhaltung in der Gesellschaft beitragen und steht im Einklang mit den Interessen des Verbrauchers. Zudem bieten die Projektergebnisse Einblick in den Ablauf eines konkreten Umzüchtungsprozesses hin zur Hornlosigkeit in den betrachteten Populationen insbesondere in der Einschätzung der notwendigen Zeithorizonte. Dies ist unerlässliche Grundlage für weitergehende Entscheidungen zur Förderung einer Zucht auf Hornlosigkeit auf der politischen Ebene.

**„Verbesserung der Haltung von Milchkühen durch Zuchtverfahren auf Fut-
teraufnahme und Stoffwechselstabilität sowie Umweltverträglichkeit bei
optimierter Fütterungsintensität und Nutzung von Stoffwechselindikatoren
sowie Sensoren im Herdenmanagement (optiKuh)“**

**“Improvement of dairy farming by breeding strategies for feed intake, metab-
olism, and environmental sustainability under conditions of optimized feeding
intensity and utilization of metabolism indicators and sensors in herd manage-
ment (optiKuh)”**

Projektlaufzeit

01.09.2014 bis 31.12.2017

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Hubert Spiekers
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Poing-Grub

Verbundpartner

Dr. Thomas Jilg
Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft,
Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Fach-
bereich Versuchs- und Lehrgangswesen, Rindviehhaltung
Aulendorf

PD Dr. Björn Kuhla
FBN-Dummerstorf, Leibniz-Institut für Nutztierbiologie, Institut für
Ernährungsphysiologie
Dummerstorf

Prof. Dr. Hermann Swalve, Dr. Diana Sorg
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU), Institut für Agrar-und
Ernährungswissenschaften (AEW) Naturwissenschaftliche Fakultät III
Halle/Saale

Prof. Dr. Georg Thaller
Universität Kiel, (CAU) Institut für Tierzucht und Tierhaltung
Kiel

Dr. Thomas Ettle
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung
und Futterwirtschaft
Poing-Grub

Dr. Christian Koch
Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung Hofgut Neumühle
Münchweiler an der Alsenz

LD Uwe Mohr
Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf
Weidenbach

Dr. Ulrich Meyer
Institut für Tierernährung, Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Bundesfor-
schungsinstitut für Tiergesundheit
Braunschweig

Dr. Martin Pries, Dr. Sebastian Hoppe
Landwirtschaftskammer NRW, Fachbereich Tierproduktion, VBZL Haus
Riswick
Kleve

Dr. Bernd Losand
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklen-
burg-Vorpommern (LFA-MW), Institut für Tierproduktion
Dummerstorf

Dr. Inga Schiefler
Förderverein-Bioökonomieforschung e.V. (FBF)
Bonn

Heiko Güldenpfennig
RinderAllianz GmbH
Woldegk

Dr. Stephan Hartwig
Landeskontrollverband für Leistungs- und Qualitätsprüfung,
Mecklenburg-Vorpommern e.V. (LKV-MV)
Güstrow

Dr. Eckhard Stamer
TiDa Tier und Daten GmbH
Westensee/Brux

Dr. Torsten Steppin, Timo Stiebeling
Zoetis Deutschland GmbH
Berlin

Kurzfassung

Projektziel

Insgesamt 15 Projektpartner aus Universitäten, Forschungseinrichtungen des Bundes und der Länder sowie Wirtschaftsunternehmen haben sich zusammengeschlossen, um gemeinsam aktuelle Zukunftsfragen in der Milchkühhaltung zu bearbeiten:

- » Wie muss Futter für Milchkühe beschaffen sein, damit sie genau so viel fressen, wie sie für Milchleistung und guter Gesundheit benötigen?
- » Mit welcher Sensortechnik können wir von außen feststellen, wie die Versorgung der Kuh tatsächlich ist?
- » Wie können Kühe mit robustem Stoffwechsel und guter Futteraufnahme „gezüchtet“ werden?
- » Wie können Umweltbelastungen durch Effizienz und Verminderung von Methanemissionen reduziert werden?

Realisierung

Es werden kombinierte Fütterungs- und Zuchtversuche (fächerübergreifende Untersuchungen in 12 Versuchsbetrieben) an ca. 1.500 Milchkühen mit Erfassung der Futteraufnahme und Energiesaldo beim Einzeltier (Trockenstehzeit, Laktation) über 2 Jahre oder 100 Laktationstage durchgeführt:

- » Rassen: Deutsch-Holstein und Fleckvieh
- » Grobfutterqualität: 6,5 MJ NEL/kg Trockenmasse (TM) und 6,1 MJ NEL/kg TM
- » Kraftfutteraufwand: 250 g/kg energiekorrigierte Milch (ECM) und 150 g/kg ECM
- » Genotypisierung der Tiere
- » Blut- und Harnproben an definierten Laktationstagen (Stoffwechselfparameter)

- » Erfassung der Spektraldaten der Milch und Validierung der Kalibrationsgleichungen aus OptiMIR
- » Bestimmung der Methanbildung (mobile Lasermesstechnik, Respirationsskammer)
- » Ermittlung von Zuchtwerten (Selektion auf Futtermittelverwertung, Energiesalden und Stoffwechselstabilität)
- » Anwendung und Anpassung des TKI (Transition Kuh Index)
- » Einsatz von Pansenboli (pH-Wert-Messung) und „Wiederkauhalftern“

Die erhobenen Daten werden in einer zentralen Forschungsdatenbank zusammengefasst.

Ergebnisse

Da es sich um Langzeitfütterungsversuche handelt, wird 2017 mit den ersten Ergebnissen gerechnet. Die Versuche laufen nach Plan. Zwischen den Versuchsgruppen und den Einzeltieren zeigen sich merkliche Unterschiede in Futtermittelverwertung und Leistung.

(Geplante) Verwertung

Kernanliegen des Vorhabens ist die Implementierung der angedachten Innovationen in die Praxis (Abb. 1). Die Ergebnisse aus den Fütterungsversuchen sollen hierzu auch betriebswirtschaftlich bewertet werden. Die Ergebnisse sollen ebenfalls im DLG-Ausschuss Milch- und Rindfleischherstellung sowie beim Forum Spitzenbetriebe Milchviehhaltung in Hohenroda zur Diskussion gestellt werden. Die Umsetzung im Züchtungsbereich ist durch den Förderverein-Bioökonomieforschung e.V. (FBF) und die Arbeitsgemeinschaft Süddeutscher Rinderzucht- und Besamungsorganisationen (ASR) vorgesehen. Eingebunden werden hierbei auch die Gremien der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. (DGFZ; v. a. Genetisch-Statistischer Ausschuss).

Im Bereich Futter und Fütterung werden die Ergebnisse in die Arbeit des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE sowie den Arbeitskreis Futter und Fütterung der DLG eingebracht. Auf Basis der Ergebnisse sollen konkrete Empfehlungen für die Beratung abgeleitet werden. Die Umsetzung in der Beratung wird über die beteiligten Wirtschaftspartner aus Zucht, Milchkontrolle, Mischfutterindustrie, Tiergesundheit und der Beratung der beteiligten Landwirtschaftskammern und Landesanstalten gewährleistet.

Möglich ist die enge Verzahnung in der Umsetzung durch die enge personelle Vernetzung der im Vorhaben eingebundenen Institutionen. Weitere Informationen www.optikuh.de.

Sektion 6: Tierschutz und nachhaltige Erzeugung tierischer Produkte

„Geflügelhaltung neu strukturiert: Integration von Mast und Eierproduktion bei Einsatz des Zweinutzungshuhns als Maßnahme zum Tierschutz (Integhof)“

“Integration of broiler and egg production by using a dual-purpose genotype: ways to improve animal welfare (Integhof)”

Projektlaufzeit

12.06.2015 bis 31.07.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Silke Rautenschlein
Klinik für Geflügel,
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Verbundpartner

Dr. B. Spindler, Dr. J. Schulz, Prof. Dr. N. Kemper
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie,
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Dr. A. Campe, Prof. Dr. L. Kreienbrock
Institut für Biometrie, Epidemiologie und Informationsverarbeitung,
Stiftung Tierärztlichen Hochschule Hannover

Prof. Dr. C. Kehrenberg
Institut für Lebensmittelqualität und -sicherheit, Stiftung Tierärztliche
Hochschule Hannover

Dr. C. Sürle
Lehr- und Forschungsgut Ruthe, Stiftung Tierärztliche Hochschule
Hannover

Dr. N. Langkabel, Prof. Dr. R. Fries
Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene, Abteilung Fleischhygiene,
FB Veterinärmedizin, FU Berlin

Prof. Dr. Lüppo Ellerbroek
Bundesinstitut für Risikobewertung, Fachgruppe 42 Lebensmittelhygiene
und Sicherheitskonzepte, Berlin

Prof. Dr. H. M. Hafez
Institut für Geflügelkrankheiten, FB Veterinärmedizin, FU Berlin

Prof. Dr. J. Plendl
Institut für Veterinär-Anatomie, FB Veterinärmedizin, FU Berlin

Prof. Dr. J. Zentek
Institut für Tierernährung, FB Veterinärmedizin, FU Berlin

Dr. L. Schrader, Dr. J. Berk
Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Celle

Dr. S. Janisch
Department für Nutztierwissenschaften, Produktkunde-Qualität tierischer
Erzeugnisse, Universität Göttingen

Prof. Dr. O. Musshoff
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Universität
Göttingen

Dr. G. Das, Prof. Dr. M. Gauly
Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), Institut Ernährungsphysiologie,
Dummerstorf

Prof. Dr. M. Grashorn
AG Geflügelwissenschaften, FG Populationsgenomik bei Landwirtschaftli-
chen Nutztieren, Universität Hohenheim, Stuttgart

PD Dr. E. Mundt
Boehringer-Ingelheim, Veterinary Research Center, Hannover

Dr. W. Icken, Prof. Dr. R. Preisinger
Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven

Heidkamp, B., T. Gritzka
Big Dutchman International GmbH, Vechta

Assoziierte Partner:
Dr. I. Christoph-Schulz
Thünen-Institut für Marktanalyse, Braunschweig

Kurzfassung

Projektziel

Ziel der Untersuchungen ist es, die Machbarkeit des Einsatzes eines Zweinutzungshuhns sowohl für die Mast als auch für die Eierproduktion unter Haltungsbedingungen, die dem Tier angepasst sind, aus der Sicht des Tier-, Verbraucher- sowie Umweltschutzes und der Wirtschaftlichkeit zu testen.

Realisierung

Das Gesamtprojekt gliedert sich in einen experimentellen Ansatz (Arbeitsblock 1), einen praxisnahen Ansatz (Arbeitsblock 2) und die Synthese (Arbeitsblock 3). In Arbeitsblock 1 werden dezentral an unterschiedlichen Forschungseinrichtungen Fragestellungen zur Tiergesundheit und -hygiene, Leistung, Fütterung und Wirtschaftlichkeit sowie zum Tierverhalten unter experimentellen Bedingungen untersucht, die besondere Abschirmung der Tiere, oder auch besondere technische Voraussetzungen erfordern, welche nicht unter feldnahen Bedingungen umgesetzt werden können. Im Arbeitsblock 2 werden diese Fragestellungen weiterführend auf einem landwirtschaftlichen Betrieb bei gemeinsamer Haltung von männlichen Tieren zur Mast und bei Legehennen untersucht. Damit soll die Praxistauglichkeit des Zweinutzungshuhnes in Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Tiergesundheit und Tierwohl unter den Bedingungen eines landwirtschaftlichen Betriebes interdisziplinär getestet werden. Im Arbeitsblock 3 werden in Zusammenarbeit aller Projektpartner Empfehlungen zur Haltung des Zweinutzungshuhnes für die Praxis entwickelt sowie auch Vorschläge zur Vermarktung und Verbesserung der Akzeptanz durch Gesellschaft und Verbraucher erarbeitet.

Ergebnisse

Mit Beginn des Projektes wurden dezentral an den unterschiedlichen Forschungseinrichtungen Tiere der Linien Lohmann Dual (Zweinutzungshuhn) sowie je nach Fragestellung Lohmann Brown Plus oder auch Ross 308 eingestallt, um unter anderem Fragestellungen zur Tiergesundheit und zum Tierverhalten, Leistung und Fleischqualität

sowie Fütterungsaspekten zu untersuchen. Weiterhin wurde auf dem Lehr- und Forschungsgut der Legehennenstall neu konzipiert und ein Aufzuchtstall sowie zwei Abteile mit Voliersystemen, mit und ohne Wintergarten, installiert. Im Oktober 2015 wurden Junghennen der Linien Lohmann Dual und Lohmann Brown Plus im Legehennenstall sowie Hähne der jeweiligen Genotypen im Maststall eingestallt. Die Leistungsdaten sowie Parameter zum Tierverhalten und Tiergesundheit werden regelmäßig erhoben. Erste Ergebnisse aus beiden Arbeitsblöcken zeigen, dass es Unterschiede zwischen den verschiedenen Genotypen gibt in Bezug auf die Futteraufnahme und -verwertung, Lege- und Mastleistung, Tiergesundheits- und Verhaltensparameter. Diese bilden die Grundlage für weitere Anpassungen in der Futterzusammensetzung und den Haltungsbedingungen für die Zweinutzungstiere für nachfolgend geplante Durchgänge sowohl im experimentellen als auch praxisnahen Arbeitsblock, um die Wirtschaftlichkeit aber auch die Produktqualität weiter zu verbessern. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass ein umfangreiches Marketing sowie ein Umdenken des Verbrauchers notwendig sein wird, um die Produkte des Zweinutzungshuhnes am Markt zu positionieren.

(Geplante) Verwertung

Durch eine Zusammenführung der Ergebnisse dieser strukturierten Studie „Integhof“ mit einem experimentellen Ansatz in Kombination mit einer feldnahen Untersuchung sollen praxisrelevante Empfehlungen für die Haltung von Zweinutzungshühnern herausgegeben werden. Das Projekt wird zeigen, in welchen Bereichen das genetische Potential der Zweinutzungstiere genutzt werden kann, um Tiergesundheit und Tierwohl zu optimieren und dabei auch die wirtschaftliche Balance zu halten. Der Einsatz des Zweinutzungshuhns zusammen mit der veränderten Haltungsumwelt (Aufzucht und Haltung von männlichen und weiblichen Tieren auf einem Betrieb in unterschiedlichen Stallabteilungen – „Integhof“) wird einen Einfluss auf die Entwicklung der Abwehr gegenüber Erkrankungen haben und möglicherweise auch neue Ansätze für die Entwicklung von Prophylaxemaßnahmen aufzeigen. Es wird ein Konzept entwickelt werden, welches aus Tiergesundheits-, Tierwohl-, Umwelt-, Verbraucher- und auch ökonomischer Sicht eine tragbare Alternative zu den bisherigen Haltungsansätzen für Mast- und Legehühner darstellt. Somit soll den momentan in der Gesellschaft diskutierten Kritikpunkten an der kommerziellen Geflügelhaltung, wie das Töten von männlichen Eintagsküken, Schnabelbehandlung der Legehennen, zu schnelle Mast der Broiler sowie Stressbelastungen der Tiere durch Haltung und Transport begegnet und diese reduziert bzw. ausgeräumt werden.

„Schwanzbeiß-Interventionsprogramm für Aufzuchtferkel (A-SchwIP)“

“Tail biting intervention programme for weaner piglets (A-SchwIP)”

Projektlaufzeit

01.07.2015 bis 30.06.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Sabine Dippel

Institut für Tierschutz und Tierhaltung im Friedrich-Loeffler-Institut
Celle

Kurzfassung

Projektziel

Aktuelle Untersuchungen haben gezeigt, dass bei nicht kupierten Schweinen Schwanzbeissen insbesondere in der Phase nach dem Absetzen auftritt. Da Schweine, bei denen schon einmal Schwanzbeissen auftrat, ein erhöhtes Risiko haben, wirkt sich Schwanzbeissen in der Aufzucht auch auf das weitere Leben der Tiere aus. Gleichzeitig ist die Vorbeugung von Schwanzbeissen schwierig, da es multifaktoriell verursacht wird. Derzeit ist das Kupieren der Schwanzspitzen bei Ferkeln als vorbeugende Maßnahme weit verbreitet, jedoch tritt auch bei kupierten Tieren auf einigen Betrieben gehäuft Schwanzbeissen auf.

Schwanzbeissen bei Schweinen ist stets mit Verletzungen und daher mit Schmerzen, Leiden und produktiven Einbußen verbunden. Aus diesem Grund ist Vorbeugung die langfristig sinnvollste Maßnahme gegen Schwanzbeissen und hierbei aufgrund der Multifaktorialität eine betriebsindividuelle Reduzierung von Risiken die zielführendste Vorbeuge-Methode.

Ziel dieses Projektes ist daher die Entwicklung und Validierung einer Management-Hilfe, die durch betriebsindividuelle Risikoanalyse als Teil eines umfassenden Beratungs-Konzeptes (A-SchwIP) Betriebe bei der Reduzierung von Schwanzbeissen in der Aufzucht unterstützt. Dies gilt sowohl für Betriebe mit unkupierten als auch mit kupierten Ferkeln, wobei bei letzteren langfristig die Notwendigkeit des Schwanz-Kupierens minimiert werden soll. Wichtigstes Werkzeug zur Risikoanalyse wird eine Software sein, die in automatisch erstellten betriebsindividuellen Berichten, Hinweise auf möglichst zielführende Lösungen, basierend auf aktuellem Wissen aus Wissenschaft und Praxis, gibt. Diese Vorschläge bilden dann die Grundlage für ein Beratungsgespräch, in dem der/dem TierhalterIn Wissen für eigenmotivierte Interventionsplanung vermittelt wird. Grundsätzlich soll A-SchwIP Stärken und Schwächen des Betriebes hinsichtlich des Risikos für Schwanzbeissen in der Aufzucht hervorheben, so dass anschließend in den schwachen

Ergebnisse

In der Expertenbefragung gewichteten WissenschaftlerInnen, LandwirtInnen, BeraterInnen, TierärztInnen und NGOs 113 Faktoren bezüglich ihrer relativen Wirkungsstärke hinsichtlich Schwanzbeißen bei Aufzuchtferkeln. Von insgesamt 117 begonnenen Fragebögen waren 61 für die Auswertung geeignet (bis zum Ende ausgefüllt und < 50 % Fehlwerte). Von den 61 berücksichtigten Experten waren 16 Personen WissenschaftlerInnen, neun landwirtschaftliche BeraterInnen, fünf LandwirtInnen, je vier AmtsveterinärInnen oder praktische VeterinärInnen und drei WirtschaftsvertreterInnen. Die anderen Teilnehmer haben als Beruf „Sonstiges“ oder Kombinationen aus den genannten Berufen angegeben. Die stärksten Gewichtungen erhielten Faktoren aus den Bereichen Beschäftigung, Liegekomfort und zuverlässige Versorgung mit Futter und Wasser.

(Geplante) Verwertung

Das Vorhaben wird zu acht Ergebnissen führen, die Projektintern oder -extern den jeweiligen Zielgruppen verfügbar gemacht werden. Das erste Ergebnis ist das A-SchwIP Beratungskonzept inklusive der Software (Beta-Version), das für die projektinternen Betriebserhebungen benutzt wird. Es wird in 24 Schulungen an bis zu 144 BeraterInnen und TierärztInnen weitergegeben, sowie im Rahmen von Kooperationen an wissenschaftliche KollegInnen aus dem Ausland. Die Zwischenergebnisse aus der ersten und zweiten Erhebungsrunde, sowie die Gesamt-Ergebnisse bezüglich des Effekts von A-SchwIP auf Schwanzverletzungen und Risikofaktoren für Schwanzbeißen in der Aufzucht werden in Artikeln in Fachzeitschriften oder in Vorträgen auf Stakeholder-Veranstaltungen publiziert. Die Gesamt-Ergebnisse werden zusätzlich als Manuskripte zur Publikation in internationalen wissenschaftlichen Zeitschriften mit Gutachtersystem eingereicht. Am Ende des Projektes wird das A-SchwIP inklusive der überarbeiteten Software (Alpha-Version) mit einer virtuellen Schulung auf einer Plattform im Internet frei zur Verfügung gestellt.

Entwicklung und Prüfung von innovativen Freilaufabferkelbuchten unter den Aspekten von Verhalten, Gesundheit, Leistungen der Tiere sowie Arbeits- und Betriebswirtschaft (Abferkelbucht 2020)

Development and investigation of innovative free farrowing pens for sows under the aspects of behaviour, health, performance, labour and economy (Abferkelbucht 2020)

Projektlaufzeit

27.05.2015 bis 14.05.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Steffen Hoy
 Justus-Liebig-Universität Gießen
 Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
 AG Tierhaltung und Haltungsbiologie

Verbundpartner

WEDA Damman & Westerkamp GmbH, Ralf Meyer, Goldenstedt

En-Sta GmbH, Carl Horstmann, Bechkum

Kurzfassung

Projektziel

Aufgrund der politischen Diskussion über die Nachteile der seit etwa 40 Jahren global üblichen Haltung von ferkelführenden Sauen im Kastenstand (KS), ist das Ziel des Projektes, die Konzipierung und Untersuchung einer freien Abferkelbucht (FAB), da ein arttypisches Verhalten der Sau wie bspw. der Nestbau in einem KS kaum ausführbar ist. In einer FAB hat die Sau mehr Bewegungsfläche und ein arttypisches Verhalten ist möglich. Die Unfallverhütungsvorschrift Tierhaltung (VSG 4.1), Stand 1. Januar 2000 in der Fassung vom 27. Mai 2008, schreibt in § 11 eine Arretierungsmöglichkeit der Muttersau beim Fangen oder der Behandlung von Ferkeln sowie der Sau vor.

Sowohl die Ansprüche des Tieres als auch die des Menschen sollten in einer FAB vereint werden. Hierfür wurde ein Kompetenznetzwerk mit einer Forschungseinrichtung, zwei Landtechnik-Unternehmen, einem Berater und einem Landwirtschaftszentrum geschaffen, welches verschiedene Varianten einer innovativen FAB entwickelte. Im Projekt sollen sowohl die Daten zu Gesundheit, Leistungen, Arbeits- und Betriebswirtschaft in den Freilaufbuchten im Vergleich zu traditionellen KS als auch die Praxistauglichkeit der

Systeme geprüft und mögliche Verbesserungen im Verlauf der Untersuchung durchgeführt werden.

Realisierung

In einem Ende Juni 2015 geführten Planungsgespräch wurden die Umsetzung des Vorhabens und die Einordnung der Buchten in zwei Abferkelställen des Eichhofes besprochen. Zur Konzipierung der beiden Prototypen fanden Besprechungen mit den Unternehmen WEDA und En-Sta statt.

Die Buchten der Firma En-Sta (Abb. 1) wurden in der KW 46 (2015) auf dem LWZ Eichhof eingebaut und sind jeweils ca. 6 m² groß. Dabei sind der Trog sowie das Ferkelnest zum Gang hin angeordnet. Der Sau steht bei geöffnetem Gatter ein Bewegungsradius von 1,70 m zur Verfügung. Die Seitenwände zur angrenzenden Bucht und das Gatter sind 1,10 m hoch. Die Buchtenwände zum Futtergang betragen 50 cm Höhe und ermöglichen ein erleichtertes Einblicken und Eintreten in die Bucht. Über die 90 cm breite Tür ist ein gutes Einstellen der Sau möglich. Das Gatter ist für ein erleichtertes Einstellen am Trog zu öffnen und über dem Ferkelnest an der Buchtenwand arretierbar. Für eine kurzfristige Fixierung der Sau wird der hintere Holm an die Wand umgeschwenkt, so dass die Sau sich dann quer zum Gang am Trog befindet. Der Sau steht im fixierten Bereich eine 90 cm breite sowie ca. 2,10 m lange Fläche zur Verfügung. Dieser Prototyp wurde zweimal eingebaut, wobei eine Bucht spiegelverkehrt zur anderen steht.



Abb. 1: Prototyp der Fa. En-Sta (Blick vom Futtergang aus)

Es wurden zwei Prototypen der Firma WEDA entwickelt. Die erste Bucht (Abb. 2) misst insgesamt ca. 6,10 m². Der Sau steht zur freien Bewegung ein Radius von etwa 1,80 m zu. Auch hier sind Trog und Ferkelnest vom Futtergang aus einsehbar. Die Buchtenwände am Gang haben ebenfalls eine Höhe von 50 cm, die Trennwände zur Nebenbucht 1,15 m. Durch eine 58 cm breite Tür erfolgt der Saueneintrieb. Zwischen der Buchtentür und dem Absperrgatter der Sau befindet sich ein kleiner Gang, in welchem Prestarter-Tröge für die Ferkel platziert werden können. Die Tür am Gatter ist einzeln schwenkbar, sodass man in den Bereich der Sau eintreten kann, aber auch als Gesamtes beweglich, sodass die Sau beim Eintreten in den Bereich direkt am Futtertrog quer zum Gang fixiert werden kann. Ihr steht dann eine Fläche von 56 cm Breite sowie etwa 1,70 m Länge zur



Verfügung.

Abb. 2: Prototyp 1 der Fa. WEDA (Blick vom Futtergang aus)

Die andere Bucht der Firma WEDA (Abb. 3) ist ca. 5,94 m² groß. Auch hier ist vom Futtergang aus das Ferkelnest einsehbar. Das Gatter kann vor Betreten der Bucht geöffnet und die Sau an der hinteren Wand längs zum Gang fixiert werden. Der Stand hat eine Länge von 1,90 m und ist 75 cm breit. Der Bewegungsradius der Sau beträgt ebenfalls ca. 1,80 m. Die Höhe der Buchtenwand am Ferkelnest beträgt 50 cm. Die Seitenwände im Bereich der Sau sind 1,15 m hoch. Das Tor ist mit einem Schnellschnappschluss versehen, der mittig einrastet, so dass ein Gegendrücken durch die Sau zum Verschließen des Tors führt. Dies ist der einzige Buchtentyp, bei welchem man direkt vom Futtergang aus in den Bereich der Sau eintreten kann. Die beiden Buchten von WEDA wurden in der KW 43 (2015) auf dem Eichhof eingebaut.

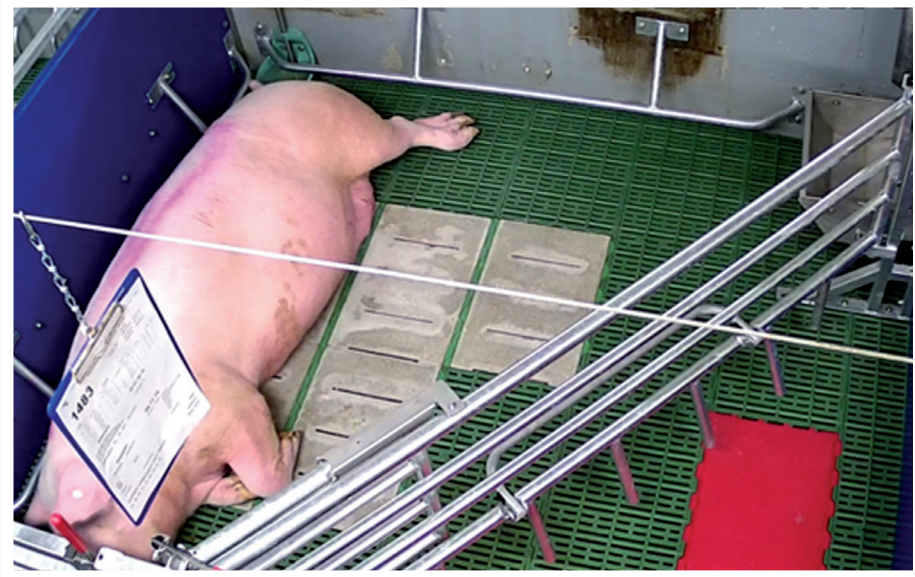


Abb. 3: Prototyp 2 der Fa. WEDA (Blick vom Futtergang aus)

Ergebnisse

Es wurden bisher acht Durchgänge durchgeführt. Dabei wurden in den freien Abferkelbuchten bisher je Firma acht Tiere beobachtet, die Leistungsdaten der Sauen sowie der Ferkel aufgezeichnet und mit den Referenztieren im KS (122 Tiere) verglichen. Die insgesamt 1.457 geborenen Ferkel teilen sich in 220 in den FAB und 1.237 in den KS auf. In den KS war die Zahl der gesamtgeborenen sowie lebendgeborenen Ferkel tendenziell größer als in den FAB. Die Ferkelerdrückungsverluste waren in den FAB tendenziell höher.

In den FAB besteht ein erhöhter Arbeitsaufwand (der momentan noch nicht quantifiziert werden kann), da zur Bewirtschaftung die Buchten betreten werden müssen, um Kot oder Futterreste entfernen zu können. Bisher halten die Tiere sich und ihre Buchten recht gut sauber. Zwei der Sauen wiesen eine besonders starke Mütterlichkeit auf, sodass sie für Behandlungen an den Ferkeln/der Sau fixiert werden mussten. Dabei zeigte sich die zwingende Notwendigkeit, gem. Unfallverhütungsvorschrift der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft, eine Möglichkeit der zeitlichen Fixierung zu haben. Insbesondere da der Betrieb ein Ausbildungsbetrieb ist und Auszubildende mit den Sauen umgehen müssen, ist dieser Schutzmechanismus (für die Beschäftigten) unerlässlich.

(Geplante) Verwertung

Die Untersuchung wird im Hinblick auf die Diskussion über die mögliche Einführung von Bewegungsbuchten und freien Abferkelbuchten in die Praxis durchgeführt. Dabei sollen sowohl arbeits- und betriebswirtschaftliche Ergebnisse als auch Daten zu den Leistungen der Tiere und den Ferkelverlusten ausgewertet werden. Die Ergebnisse werden für Publikationen verwertet. Des Weiteren werden die Firmen über die Ergebnisse informiert und können diese für Weiterentwicklungen nutzen.

„Vernetzung vorhandener amtlicher und wirtschaftseigener Daten zu einem treuhänderisch und als Public-Private-Partnership verwalteten Dateninformationssystem zur Verbesserung von Tierwohl und Tiergesundheit beim Schwein (PPP-InfoS)“

“Cross-linking existing official and private (business-owned) data for creating a trusted third party administered Data Information System as Public-Private-Partnership tool for improving the welfare and health of pig herds (PPP-InfoS)”

Projektlaufzeit

01.04.2015 bis 31.03.2018

Projektkoordinator, Institution

Administrative Projektkoordination:

Dr. Kay Nadine Knöll, BALVI GmbH

Wissenschaftliche Projektkoordination:

Prof. Dr. Diana Meemken, Institut für Lebensmittelqualität und –sicherheit, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Verbundpartner

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Außenstelle für Epidemiologie, Thomas Kornhoff

Institut für Lebensmittelqualität und –sicherheit, Franziska Nienhaus

Institut für Biometrie, Epidemiologie und Informationsverarbeitung,

Anna-Maria Wendt

BALVI GmbH, Lübeck, Dr. Kay Nadine Knöll

QS Qualität und Sicherheit GmbH, Bonn, Thomas May, Robert Römer, Sabrina Heß

Kurzfassung

Projektziel

Entlang der Lebensmittelkette werden bereits an unterschiedlichen Stellen Daten erhoben, die Informationen zu Tiergesundheit und Tierwohl liefern können.

Im Rahmen des Projektes „PPP-InfoS“ sollen vorhandene amtliche und wirtschaftseigene Daten zu einem treuhänderisch und als Public-Private-Partnership verwalteten

Dateninformationssystem zur Verbesserung von Tiergesundheit und Tierwohl beim Schwein vernetzt werden. Dieses Dateninformationssystem soll durch die Optimierung der Kontrollabläufe von amtlicher Seite sowie in der wirtschaftseigenen Qualitätssicherung, aber auch durch Aggregation von Daten zur Eigenkontrolle und über ein Benchmarking der Landwirte zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess der Tiergesundheit beitragen. Zukünftig soll zudem eine Datenlage, die für repräsentative, wissenschaftliche Forschung geeignet und wertvoll ist, geschaffen werden.

Realisierung

Das Projekt „PPP-InfoS“ ist in sechs eng miteinander verzahnte Arbeitspakete (AP) untergliedert, in denen die Projektpartner in verschiedenen Arbeitsgruppen zusammenarbeiten.

Zunächst geht es in AP 1 um die Identifizierung und Analyse von Datenquellen bei den am Projekt beteiligten Datenlieferanten. Hierzu wird mittels Literaturrecherche und Expertenbefragungen eine Liste von möglichen Indikatoren erstellt, die Tiergesundheit/Tierwohl anzeigen können. Zur Identifizierung der Datenlage und der Datenflüsse wurde ein Fragebogen entwickelt, mit Hilfe dessen zehn Landwirte, eine Erzeugergemeinschaft, drei Schlachthöfe, die QS Qualität und Sicherheit GmbH und zwei Veterinärämter befragt wurden. Die Ergebnisse der Befragung geben Auskunft über die Datenverfügbarkeit und die Möglichkeiten der Zusammenführung der einzelnen Indikatoren. Durch die Projektbeteiligten wurde auf Grundlage der Befragungsergebnisse entschieden, welche Indikatoren im weiteren Projektverlauf genutzt werden sollen. Die Entscheidung basiert auf fachlichen und technischen Eigenschaften der vorliegenden Daten.

Das AP 2 umfasst die Auswahl von Variablen und die Planung der Auswertungen. Dabei geht es vor allem darum, in welcher Form die Daten zur Verfügung stehen müssen, um in eine Auswertung integriert werden zu können und eine Vergleichbarkeit herstellen zu können. Im weiteren Verlauf werden reale Daten aus der gesamten Lebensmittelkette von 20 landwirtschaftlichen Betrieben zusammengeführt. Anhand dieser „Echtdaten“ werden die Auswertungs- und Darstellungsmöglichkeiten getestet, sowie die Aussagekraft routinemäßig erfasster und abrufbarer Daten bewertet. Die hier auftretenden technischen und datenschutzrechtlichen Einschränkungen fließen in die Konzeption des Dateninformationssystems ein.

Kernaufgabe des AP 3 ist die Konzeption der Systemarchitektur des DIS, sowie des technischen Datenschutz- und Datensicherheitskonzepts. Eine zentrale Anforderung hierbei ist, ein Berechtigungssystem zu entwerfen, welches auf der einen Seite den hohen Datenschutzerfordernungen genügt und auf der anderen Seite eine gewinnbringende Vernetzung von Daten unterschiedlicher Eigentümer erlaubt.

In einem 4. Arbeitspaket werden Konzepte für die notwendigen Kommunikations- und Auswertungsdienste erarbeitet.

In AP 5 wird exemplarisch ein Fachdienst für die Auswertung der Daten technisch umgesetzt. Weiterhin soll ein Fachdienst zur Demonstration des Zugriffs auf die Daten erstellt werden (Demonstrator). Während der gesamten Projektlaufzeit werden Anwendungsfälle entwickelt und durch Experten sowie assoziierte Projektpartner validiert. Ziel ist das Nutzbarmachen dieser Anwendungsfälle und Auswertungsmöglichkeiten in dem Demonstrator für die verschiedenen Beteiligten der Lebensmittelkette.

Schließlich wird in einem 6. Arbeitspaket die Nutzbarkeit der generierten Informationen überprüft. Es wird außerdem analysiert, ob es möglich ist, aus bestimmten Daten und deren Verarbeitung konkrete Handlungsanweisungen zur Verbesserung der Tiergesundheit/ des Tierwohls zu konzipieren.

Ergebnisse

Es gibt unterschiedlichste Ansätze, Tiergesundheit/ Tierwohl zu beschreiben und zu messen, aus diesem Grund wurde eine projektinterne Definition erarbeitet. Diese beschreibt Tiergesundheit als ein semiquantitatives Phänomen. Messbar ist der physische Aspekt der Tiergesundheit, der mit dem mentalen und sozialen Aspekt in Wechselwirkung stehen kann.

Mittels Literaturrecherche und Expertenbefragungen wurden Indikatoren mit Bezug auf Tiergesundheit/ Tierwohl bei Mastschweinen zusammengetragen.

Mithilfe eines zuvor entwickelten und validierten Fragebogens wurden zehn Landwirte, drei Schlachthöfe, zwei Veterinärämter, eine Erzeugergemeinschaft sowie die QS-Qualität und Sicherheit GmbH zur Datenlage und Datenflüssen befragt. Zudem wurden telefonische Interviews mit einer Tierkörperbeseitigungsanlage und dem Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (HI-Tier) geführt.

Es zeigte sich, dass vor allem auf der landwirtschaftlichen Ebene unterschiedliche Informationen erfasst werden und eine Vielzahl verschiedener Informationssysteme zum Einsatz kommt. Durch die gewonnene Übersicht konnten für das Projekt PPP-InfoS relevante Indikatoren mit Bezug auf die Tiergesundheit/ das Tierwohl ausgewählt werden. Die Anforderungen an diese Indikatoren sind eine routinemäßige und im Idealfall elektronische Erfassung. Sie umfassen Informationen aus den landwirtschaftlichen Betrieben (Mortalitätsraten), Informationen aus den Schlachtunternehmen und den amtlichen Fleischuntersuchungsstellen (Befunde der Schlachttieruntersuchung, Befunde der Fleischuntersuchung, Schlachtgewicht), Informationen aus dem QS-Salmonellen- und QS-Antibiotikamonitoring und dem HI-Tier-System (Therapiehäufigkeit) sowie Informationen aus den Veterinärämtern (Tierschutzverstöße).

Durch die bisherigen Interviews und Gespräche konnten außerdem erste Anwendungsfälle für das Informationssystem PPP-InfoS erarbeitet werden. Diese werden im Projektverlauf durch weitere Auswertungsmöglichkeiten ergänzt.

(Geplante) Verwertung

Auf Basis der Projektergebnisse soll ein praxistaugliches, kommerzielles Softwareprodukt entstehen. Sowohl Landwirte als auch privatwirtschaftliche Unternehmen und die behördliche Überwachung sollen von diesem Softwareprodukt profitieren. Zudem entsteht mit der Zeit in diesem System eine Datenlage, die für repräsentative, wissenschaftliche Forschung sehr geeignet ist.

Einfluss verschiedener Abferkel- und Aufzuchtssysteme auf Tierwohl, Tiergesundheit und Wirtschaftlichkeit in der Schweinehaltung – ein interdisziplinärer Ansatz (InnoPig)

Influence of different farrowing and rearing systems on animal welfare, animal health and economy in pig farming – an interdisciplinary approach (InnoPig)

Projektlaufzeit

03.07.2015 bis 02.07.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Joachim Krieter
 Institut für Tierzucht und Tierhaltung,
 Christian-Albrechts-Universität Kiel

Verbundpartner

Georg-August-Universität, Göttingen
 Stiftung Tierärztliche Hochschule, Hannover
 Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg
 Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Rendsburg
 Big Dutchman International GmbH, Vechta-Calveslage
 Alfons Greten Betonwerke GmbH, Essen (Oldenburg) ISN-Projekt GmbH,
 Damme

Kurzfassung

Projektziel

Tierschutz und Tierwohl stehen zunehmend im Fokus von Politik und Gesellschaft. Wichtige Forderungen sind die Unversehrtheit der Nutztiere und die Bewegungsfreiheit in allen Haltungsabschnitten. Bei den laktierenden Sauen überwiegt die Aufstallung im Ferkelschutzkorb. Die eingeschränkte Bewegungsfreiheit verhindert das Nestbauverhalten vor der Geburt und beeinträchtigt den frühen Kontakt mit den Ferkeln. Im Verbundprojekt werden die Gruppenabferkelsysteme und Bewegungsbuchten mit der konventionellen Einzelhaltung verglichen. Die Bewegungsbuchten unterscheiden sich im Platzangebot und in der Raumgestaltung. Weiterhin werden die Effekte der verschiedenen Abferkelsysteme in den Stufen Aufzucht und Mast analysiert, wobei zwischen der einphasigen „Aufzucht“ (Verbleib im Abferkelabteil), der einphasigen „Aufzucht und Mast“ und dem zweimaligen Umstallen („Aufzucht“ und „Mast“) unterschieden wird. Die Bewertung der geprüften Verfahren orientiert sich an den Kriterien Tiergesundheit, Tierverhalten, Leistung und Wirtschaftlichkeit.

Realisierung

Die Untersuchungen werden auf zwei Standorten durchgeführt: Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein und Versuchsstation für Schweinezucht und -haltung Wehnen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (s. Abbildung 1). Im LVZ Futterkamp (400 Sauen) werden die säugenden Sauen in Ferkelschutzkörben (16 Buchten), Bewegungsbuchten ohne Fixierung (16 Buchten mit variierendem Platzangebot, Funktionsbereichen und Nestbaumaterial) und in Gruppenhaltung (20 Buchten mit verschiedenen Buchtengrößen und Böden) aufgestellt. Das Gruppenhaltungssystem wird in Anlehnung an das Konzept von Big Dutchman neu eingerichtet. Die Ferkel verbleiben nach dem Absetzen in ihren jeweiligen Versuchsgruppen und werden entweder zweiphasig (konventionell: getrennte Ferkelaufzucht und Mast) gemästet oder in einem „wean-to-finish“ Abteil gehalten (ca. 8 kg Absetzgewicht, 120 kg Mastendgewicht). Bei der Hälfte der Tiere einer Versuchsgruppe werden die Schwänze nicht gekürzt.

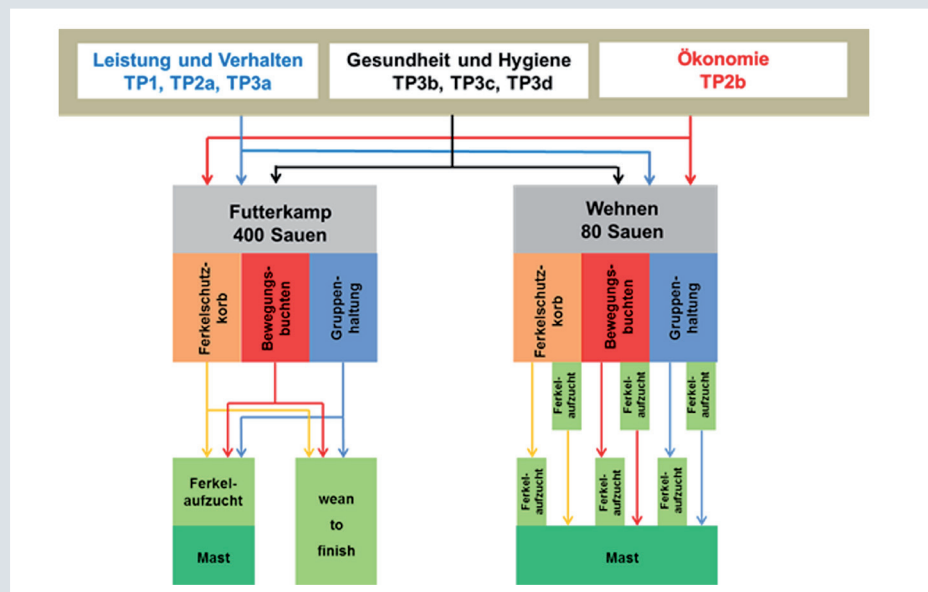


Abb. 1: Forschungsbereiche, Versuchsstandorte und Haltungssysteme

Auf der Versuchsstation Wehnen werden ca. 80 produktive Sauen gehalten. Neben den vorhandenen konventionellen Abferkelbuchten (12 Buchten) werden zwei verschiedene Abferkelsysteme eingerichtet: 12 Bewegungsbuchten und zwei Gruppenhaltungsabteile mit je sechs Sauen, so dass u.a. das Angebot von Nestbaumaterial variiert werden kann. Als weitere Besonderheit sollen die neuen Bewegungsbuchten und auch die Abteile der Gruppenhaltung für die Ferkelaufzucht bis 30 kg genutzt werden, so dass in der Aufzuchtphase jegliches Umstellen und der Transport entfallen. Auch in Wehnen wird bei einem Teil der Tiere auf die Amputation der Schwänze verzichtet. Auf den Versuchsstandorten sind neben einer Testphase bei Projektbeginn (eine Abferkelperiode) acht Durchgänge geplant.

Ergebnisse

Am 7. September 2015 fand das Kick-Off-Treffen der Projektpartner in Hannover statt, bei dem die wesentlichen Eckpunkte zur Aufgabenverteilung und zur Zeitplanung festgelegt wurden. In nachfolgenden Arbeitstreffen wurde die Datenerfassung (u.a. Merkmale, Frequenz, Bonituren) besprochen und die entsprechenden Zuständigkeiten vereinbart. Parallel wurden die Umbauten in Futterkamp und Wehnen geplant, die notwendigen Bauanträge und Tierversuchsanträge eingereicht. Zeitgleich wurde ein Datenbanksystem eingerichtet, in das die Daten aller Teilprojekte abgelegt werden können. In Futterkamp sind die Umbauten abgeschlossen und die Testphase wurde wie geplant - insbesondere für die Gruppenabferkelung - im ersten Quartal 2016 durchgeführt. Die eigentliche Versuchsphase hat in Futterkamp im zweiten Quartal 2016 begonnen, in Wehnen startet die Testphase zeitversetzt im Mai 2016, im Anschluss folgt die Versuchsphase.

(Geplante) Verwertung

Das Verbundvorhaben vergleicht verschiedene Abferkelsysteme und untersucht deren Einfluss auf die nachgelagerte Ferkelaufzucht und Mast. Das Projekt liefert somit wichtige Impulse für die Entwicklung innovativer Haltungsverfahren. Die enge Kooperation mit Big Dutchman und dem Bodenhersteller Alfons Greten Betonwerk gewährleistet die Implementierung der erfolgreichen Alternativen in die Konzeption neuer Haltungssysteme. Gleichzeitig profitieren auch andere Stalleinrichter von den Ergebnissen für die Weiterentwicklung ihrer Haltungsverfahren. Somit tragen die Resultate des Forschungsvorhabens auch zur nationalen Standort- und Arbeitsplatzsicherung bei und stärken die deutsche Stallbauindustrie im internationalen Wettbewerb in der Entwicklung tierfreundlicher Systeme. Die Einbindung der Landwirtschaftskammern Niedersachsen und Schleswig-Holstein und der ISN-Projekt GmbH garantiert den unmittelbaren Wissenstransfer in die landwirtschaftlichen Betriebe. In einschlägigen Fachzeitschriften, Fachvorträgen und Schulungen werden die Ergebnisse einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Gleichzeitig liefert das Forschungsvorhaben auch Entscheidungshilfen für künftige Investitionen in nachhaltige Haltungssysteme, die eine Brücke zwischen dem wirtschaftlichen Erfolg und den gesellschaftlichen Anforderungen schlagen. Die gewonnenen Erkenntnisse unterstützen daher die deutschen Schweinehalter im internationalen Wettbewerb. Letztlich profitiert auch die Wissenschaft von dem Forschungsvorhaben. Publikationen in referierten Zeitschriften stärken die beteiligten Institute bei der zunehmend europäisch ausgerichteten Einwerbung von Drittmitteln. Darüber hinaus ergänzen die innovativen Forschungsinhalte des Projektes das Lehrangebot an den jeweiligen Einrichtungen.

„Ad libitum Flüssigfütterung tragender Sauen in Gruppenhaltung unter Berücksichtigung automatisierter BodyConditionScore-Bewertung (BCS) und Rückenspeckdicken-Bewertung zur tierindividuellen Regelung der Energieaufnahme mittels Sortierschleuse (SauWohl-Optimierte-Fütterung)“

“Ad libitum liquid feeding of gestating sows housed in groups based on fully automated body condition scoring (BCS) and backfat thickness assessment by a sorting system for sow-individual adjustment of the energy uptake (Sow-Welfare-Optimized-Feeding)”

Projektlaufzeit

09.04.2015 bis 31.03.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Richard Hölscher, Hölscher + Leuschner GmbH + Co. KG, Emsbüren

Verbundpartner

Institut für Tierernährung der Tierärztlichen Hochschule Hannover

Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

JSR Hybrid Deutschland GmbH, Ahaus

Kurzfassung

Projektziel

In Hinblick auf eine geplante *ad libitum*-Flüssigfütterung tragender Sauen in Gruppenhaltung soll die Eignung verschiedener Ganzpflanzen-Silagen (Weizen, Roggen) als Bestandteil einer grundfutterreichen Ration näher eruiert werden. Dabei sollen die Sauen kontinuierlich über eine Sortierschleuse in Konditionsklassen eingeteilt werden (Gewicht, Body condition score (BCS), Rückenspeckdicke (RSD)) und ihrem Ernährungszustand entsprechend Zugang zu einem eher energieärmeren (=grundfutterreichen) oder energiereicheren (=grundfutterärmeren) Mischfutter (angeboten in flüssiger Form) erhalten.

Realisierung

Um die Eignung der verschiedenen Ganzpflanzensilagen (GPS) zu testen, wurden entsprechende Untersuchungen zur scheinbaren Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe, der Akzeptanz bei den Sauen und zur maximalen Trockensubstanzaufnahme (u.a. in Abhängigkeit von der Art des Angebots) durchgeführt.

Vier tragende Jungsauen (Genetik JSR) wurden einzeln aufgestellt, um die Futteraufnahme sowie die Kotqualität in ihrer individuellen Variation näher prüfen zu können.

Für die Verdaulichkeitsstudien wurde zunächst die Futterverdaulichkeit eines pelletierten Alleinfutters für tragende Sauen ermittelt, um dieses in einem weiteren Durchgang gemeinsam mit einer Ganzpflanzensilage vermischt, anzubieten. Dabei kamen zur Bestimmung der Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe der Weizen-GPS (=W-GPS) 1,5 kg ursprüngliche Substanz (uS) Kraftfutter (1,35 kg TS) + 2,5 kg uS W-GPS (1,034 kg TS) + 4,5 l Wasser zum Einsatz. In der Verdaulichkeitsstudie zur Roggen-GPS (=R-GPS) wurden 1,5 kg uS Kraftfutter (1,35 kg TS) + 2,4 kg uS R-GPS (0,861 kg TS) + 4 l Wasser mit einem TS-Gehalt der Gesamtration von jeweils 28 % eingesetzt. Das ursprüngliche Ziel, Kraftfutter und GPS zu gleichen Teilen der TS anzubieten, wurde vermutlich aufgrund der ganz erheblichen Masse der Ration nicht ganz erreicht. Im Differenzverfahren wurden anschließend die Verdaulichkeitswerte für die verschiedenen Roh Nährstoffe der jeweiligen GPS kalkuliert.

Zur Bestimmung der maximalen Futteraufnahme der Weizen-GPS wurde den Sauen nur morgens Kraftfutter (1,33 kg) angeboten. Danach erfolgte mehrmals täglich die Vorlage der W-GPS, sodass anhand der Rückwaagen am nächsten Tag die insgesamt aufgenommene Menge an W-GPS je Sau und Tag ermittelt werden konnte. Um die angestrebte Flüssigfütterung zu simulieren, wurde die W-GPS außerdem mit Kraftfutter vermischt und mit unterschiedlichen TS-Gehalten der Ration angeboten (17 %, 20 %).

Ergebnisse

Die Weizen- und Roggen-GPS wurden zur Angewöhnung als Zulage von 250g uS / Sau / Tag zusätzlich zu einer Kraftfuttermenge von 3,2 kg uS angeboten. Die spontane Akzeptanz der Silagen war sehr gut, diese Zulagen wurden von allen Schweinen vollständig aufgenommen. Die GPS-Kraftfutter-Wasser-Mischung ergab einen Brei, der von den Sauen besser angenommen wurde als eine eher trockenere/halbfeuchte Ration.

Die Ganzpflanzensilagen hatten auch sichtbare Auswirkungen auf die Kotmenge und -qualität. Der abgesetzte Kot (größere Kotmasse!) war geformt und weich (Kotscore von 1,5 bis 2), allerdings auch „brüchig“. Der Kot zerfiel bei leichter Manipulation, sodass in einer Spaltenboden-Haltung ein sauberer Boden zu erwarten ist.

Bei ausschließlichem Angebot von Kraftfutter variierte die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz um $75,5 \pm 1,78$ %. Bei Reduktion der Kraftfuttermenge auf 1,5 kg und einem Angebot von 2,5 kg uS W-GPS bzw. R-GPS je Tier und Tag ergaben sich bei Auswertung als Differenzversuch Verdaulichkeitswerte von fast 60 % für die orga-

nische Substanz der beiden Getreide-Silagen (siehe Tab. 1). Bei Anwendung der alten „Nehring’schen Formel“¹ ($y = 92 - 1,68 x$) wäre rein kalkulatorisch eine Verdaulichkeit von gut 57 % (W-GPS) und 54 % (R-GPS) zu erwarten gewesen, d. h. die Ergebnisse folgen auch in etwa den früher erkannten Gesetzmäßigkeiten zum Einfluss des Rfa-Gehaltes auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz beim Schwein.

Tab. 1: Anzahl der analysierten Schaderreger-Herkünfte (H), der durchgeführten Bioassays (T), der Nachweise von Minderwirkung (MW) bzw. multipler Minderwirkung (mMW) gegen die getesteten Pflanzenschutzmittel (Kontrollmortalität $\leq 20\%$)

MW \pm s	VQ-TS (%)	VQ-oS (%)	VQ-Rp (%)	VQ-KH (%) ³⁾
W-GPS ¹⁾	58,4 \pm 5,14	59,1 \pm 4,90	63,3 \pm 5,70	59,3 \pm 5,62
R-GPS ²⁾	57,3 \pm 6,65	58,4 \pm 7,58	69,0 \pm 5,71	56,6 \pm 6,67

1) Rfa: 21,4 % der TS 2) Rfa: 21,6 % der TS 3) Summe von Rfa + NFE

Bei drei der vier Sauen hat sich die Futteraufnahme bei TS-Gehalten von 17 bzw. 20% nicht signifikant von der Futteraufnahme während des zweiten Versuchs mit einem 28 %-igen TS-Gehalt der Ration unterschieden. Eine Sau hingegen fraß das Flüssigfutter mit 20 % TS-Gehalt nur schlecht (bis zu 80 % Rückwaage). Die Ration mit 17 % TS-Gehalt wurde hingegen mit einer TS-Aufnahme von ca. 1,74 kg pro Tag etwas besser aufgenommen (2,38 kg TS/Tag vorgelegt).

Zur maximalen Futteraufnahme der W-GPS konnten individuelle Aufnahmen von 3,68 kg bis 5,58 kg pro Tier und Tag zusätzlich zu dem ergänzenden Basisfutter (1,33 kg) ermittelt werden. Die Silage wurde bei separatem ad libitum-Angebot aber leider auch vermehrt als „Beschäftigungsmaterial“ genutzt und teilweise weit in der Box verstreut, sodass bei einem Einsatz in der Praxis ein vermehrter Eintrag in die Gülle bedacht werden sollte.

(Geplante) Verwertung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen zum Einsatz von Weizen- bzw. Roggen-GPS war eine gute Aufnahme des silierten Materials zu beobachten, die bei ad libitum-Angebot eine erhebliche Einsparmöglichkeit an Kraftfutter erwarten lässt. Anhand der Kalkulation der scheinbaren Verdaulichkeit der Rohnährstoffe im Differenzverfahren konnte eine scheinbare oS-Verdaulichkeit beider Silagen von fast 60 % und eine scheinbare Rp-Verdaulichkeit von 60-63 % ermittelt werden. Verglichen mit Werten von HOHMEIER (2015) zum Einsatz von Maissilage bei Endmast-Schweinen erreichte die scheinbare Rp-Verdaulichkeit sogar leicht höhere Werte (VQ-Rp Maissilage: 27-30 %). Der Einsatz einer Weizen- bzw. Roggen-GPS im Rahmen der *ad libitum*-Fütterung von tragenden Sauen scheint im Hinblick auf die scheinbare Verdaulichkeit somit in jedem Falle praxisrelevant.

1 Zur Vorhersage/Schätzung der Verdaulichkeit

Wie Untersuchungen im Rahmen des Projektes zur Präferenz verschiedener Silagen (Mais-GPS, Weizen-GPS, Zuckerrübenpressschnitzel-Silage) bei tragenden Sauen aber erkennen lassen, ist mit dem Angebot von Maissilage die höchste Gesamt-TS-Aufnahme zu erreichen. Bisherige Erfahrungen und Ergebnisse sprechen insgesamt dafür, dass diese Ganzpflanzen-Silagemassen auch tatsächlich eine *ad libitum*-Fütterung tragender Sauen ermöglichen, und zwar ohne die Gefahr einer zu hohen TS-Aufnahme, die eine Verfettung der Sauen zur Folge hätte. Die bisherigen Erkenntnisse und Ergebnisse stützen also die dem Projekt zugrunde liegende Arbeitshypothese.

Die näheren Untersuchungen zur Weizen- und Roggen-GPS wurden nicht zuletzt durchgeführt, um im Falle einer massiven Belastung der Maissilage (Fusarientoxine!) auch noch Alternativen für dieses Fütterungskonzept zur Verfügung zu haben.

„Definition, Erfassung und Optimierung von Parametern bei der Elektrobetäubung von Schlachtschweinen unter Tierschutz- und Fleischqualitätsaspekten (EPOS)“

“Definition, recording and optimization of parameters for electrical stunning of slaughter pigs under aspects of animal welfare and meat quality (EPOS)”

Projektlaufzeit

01.09.2015 bis 31.08.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Michael Marahrens

Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Tierschutz und Tierhaltung (ITT),
Celle

Verbundpartner

EGO Schlachthof Georgsmarienhütte GmbH & Co. KG, Georgsmarienhütte

Freund Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Paderborn

Meat Processing Systems (MPS) Germany GmbH, Biedenkopf

MV Fleisch GmbH, Bremen

Kurzfassung

Projektziel

Im Vorhaben EPOS („Elektrobetäubungsparameteroptimierung bei Schweinen“) zur Optimierung der manuellen und vollautomatischen Elektrobetäubung von Schweinen soll durch Modifikation der elektrischen Betäubungsparameter der nachteilige Einfluss dieser Betäubungsmethode auf die Fleischqualität begrenzt und durch die gleichzeitige Erhebung tierbasierter Indikatoren sichergestellt werden, dass die rechtlichen und fachlichen Anforderungen an eine tierschutzgerechte Betäubung hinsichtlich Effizienz und Wirkungsdauer erfüllt sind. Durch die Untersuchung der applizierten Ladungsmenge (Produkt aus Stromstärke und Stromflussdauer) in Verbindung mit tierbasierten Indikatoren soll diese Messgröße als möglicher Schlüsselparameter im Sinne der VO (EG) Nr. 1099/2009 bewertet werden. Mittels Definition von Grenzwerten und deren technischer Umsetzung in der Weiterentwicklung von Transformatoren nun u.a. mit unterer Ladungsmengenbegrenzung bei gleichzeitiger Verbesserung der Elektrodenausführung sowie möglicherweise der Fleischqualität wird das Verfahren der Elektrobetäubung standardisiert.

Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Bewertung und nötigenfalls das Aufzeigen von Möglichkeiten zur Reduzierung der effizienzrelevanten Tierbelastung in den der Betäubung vorangeschalteten Prozessstufen (Zutrieb, Vereinzeln, Zuführung zur Betäubung). Durch die Ausweitung der geplanten Untersuchungen auf die vollautomatische Elektrobetäubung kann die derzeit ausstehende wissenschaftliche Bewertung der bei diesem Verfahren eingesetzten Betäubungsparameter, die formal nicht den Anforderungen der Tierschutz-Schlachtverordnung entsprechen, hinsichtlich einer tierschutzgerechten effektiven Betäubung erfolgen. Somit ist das Vorhaben geeignet, um Erfahrungen zur Zweckmäßigkeit der deutschlandweit bisher lediglich mit Ausnahmegenehmigung eingesetzten vollautomatischen Elektrobetäubung zu sammeln und gegebenenfalls die wissenschaftliche Begründung zur Anpassung der Tierschutz-Schlachtverordnung an den Stand des Wissens und der Technik zu liefern.

Realisierung

Das dreijährige Projekt, das im September 2015 startete, gliedert sich in sechs Arbeitspakete (AP). Im AP 1 erfolgt eine finale Planung der Datenerfassung sowie eine Status quo-Erhebung an zwei Schlachthöfen (jeweils manuelle bzw. vollautomatische Elektrobetäubung/Midas-Anlage). Im AP 2 wird die Stromapplikation (Elektrodenform, -ansatz) verbessert, in AP 3 erfolgen dann eine Anpassung der elektrischen Betäubungsparameter sowie eine Definition von Grenzwerten zur applizierten Ladungsmenge. Im AP 4 werden die veränderte Elektrodenausführung sowie der modifizierte Transformator mit Ladungsmengenbegrenzung unter Praxisbedingungen eingesetzt. Im AP 5 erfolgt eine zweite Feldstudie speziell zur vollautomatischen Elektrobetäubung in drei Praxisbetrieben, die bei Nachweis der Betäubungseffizienz unter Anwendung der von der Tierschutz-Schlachtverordnung abweichenden Betäubungsparameter ggf. die wissenschaftliche Begründung für eine Anpassung der Tierschutz-Schlachtverordnung hervorbringt. Im AP 6 erfolgt schließlich die finale Auswertung und Präsentation sowie Publikation der Ergebnisse.

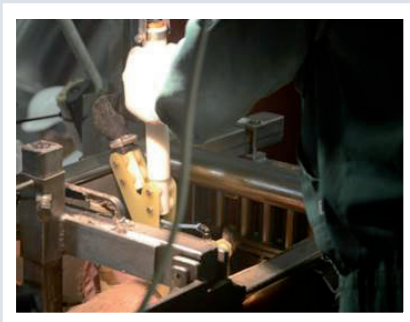


Abb. 1: manuelle Elektrobetäubung



Abb. 2: vollautomatische Elektrobetäubung am Beispiel der Midas-Anlage

Ergebnisse (Stand: Ende Mai 2016)

Die im AP 1 vorgesehene Auswahl der tierwohlrelevanten Parameter, der technischen Messwerte und der Daten zum Schlachtablauf sowie der Parameter zur Fleischqualität, die in den Untersuchungen im Rahmen des Projektes EPOS erhoben werden sollen, ist abgeschlossen. Die dafür jeweils erforderliche Messtechnik wurde für den Einsatz im Schlachtbetrieb getestet und aufgestellt. Die für die Untersuchungen optimalen Messlokalisationen wurden jeweils vor Ort bestimmt, vorbereitet und eingerichtet. Die für die manuelle Elektrobetäubung eingesetzten Betäubungstransformatoren wurden zur Verbesserung der Messergebnisse und zur Detektion von Störsignalen im Praxisbetrieb (unter Feldbedingungen) in der technischen Abteilung des FLI unter Laborbedingungen untersucht. Notwendige technische Anpassungen bei der eingesetzten Messtechnik wurden erfolgreich umgesetzt.

Die Status quo-Erhebungen sowohl im Schlachthof mit manueller Elektrobetäubung als auch im Betrieb mit vollautomatischer Midas-Anlage sind abgeschlossen.

Im Schlachthof mit manueller Elektrobetäubung wurden zur Reduzierung der Tierzahl pro Zeiteinheit und Betäubungsfalle mit dem Ziel einer Verringerung der Einzeltierbelastung im Zutrieb zwei Betäubungsfällen bei gleichbleibender Gesamtschlachtleistung unter wissenschaftlicher Begleitung installiert und in den Betriebsablauf eingebunden. Optimierungen u.a. im Zutrieb und in der Vereinzelung mit dem Ziel einer Reduzierung der Tierbelastung sind in der Bearbeitung und Umsetzung in beiden Schlachtbetrieben.

(Geplante) Verwertung

Das Projektvorhaben schafft eine wissenschaftlich basierte Optimierung der Elektrobetäubung, sowohl anlagentechnisch als auch parameterbasiert, und führt gegebenenfalls zu einer Definition eines neuen Schlüsselparameters im Sinne der VO (EG) Nr. 1099/2009 mit entsprechenden Grenzwerten. Durch die applizierte effektive Ladungsmenge wird den Behörden im Rahmen der amtlichen Überwachung sowie den Produzenten zur Erstellung und Einhaltung der vorgeschriebenen Standardarbeitsanweisungen ein weiterer Schlüsselparameter zur Verfügung gestellt, der darüber hinaus zu einer weitergehenden Standardisierung der Elektrobetäubung führt. Die technische Umsetzung von Grenzwerten dieses möglicherweise neuen Parameters in Form der Überarbeitung von elektrischen Transformatoren, nun mit Ladungsmengenbegrenzung, führt wie auch die Weiterentwicklung und Verbesserung der Elektrodenformen und des Elektrodenansatzes, zu einer verstärkten wirtschaftlichen Innovationskraft, die durch die beteiligten Unternehmen aus dem Bereich der Schlachttechnik genutzt werden kann. Durch die geplante zweite Feldstudie zum Ende des Projektes auf drei Praxisbetrieben mit vollautomatischer Elektrobetäubung erfolgt gegebenenfalls die wissenschaftliche Begründung für eine Anpassung der Tierschutz-Schlachtverordnung.

„AutoS.P.E.G. – Verbundprojekt: Entwicklung eines automatisierten Meßverfahrens mittels Spektrometer Technik zur Detektion von geschmacksabnormen Eberfleisch“

“Development of an automatic measuring method by spectrometry technique for the detection of abnormal taste of boar meat (AutoS.P.E.G.)”

Projektlaufzeit

01.11.2014 bis 30.11.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. med. vet. Martina Oetjen
Leitung Konzernqualitätsmanagement und Veterinärwesen
Westfleisch SCE mbH
Münster

Verbundpartner

Frank Schmidt
Leiter Entwicklung und Standardisierung
Banss GmbH
Biedenkopf

Barbara und Bernd Erdmann
Ingenieurbüro Erdmann
Grimma

Prof. Dr. Matthias Upmann
Fachbereich Life Science Technologies
Institut für Lebensmitteltechnologie
Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Lemgo

Prof. Dr. Joachim Krieter
Institut für Tierzucht und Tierhaltung
Christian-Albrechts-Universität
Kiel

Kurzfassung

Projektziel

Im Rahmen der Verbesserung von Tierschutzaspekten in der Schweinehaltung kommt dem Verzicht auf nicht-kurative Eingriffe am Tier, wie z.B. der Kastration von männlichen Ferkeln, eine zentrale Bedeutung zu. In ersten Schritten wurde 2011 durch die „Brüsseler Erklärung“, neben der kurzfristigen Umsetzung der Schmerzlinderung bei der Ferkelkastration, das Ziel eines Endes der betäubungslosen Kastration für das Jahr 2018 explizit formuliert und unterzeichnet (Brüssel, 2011). Die Umsetzung dieses Tierschutzziels wurde zwischenzeitlich auch durch den Deutschen Bundestag gesetzlich fixiert, sodass nach § 21 Abs. 1 TierSchG die betäubungslose Kastration männlicher Ferkel in Deutschland mit Ablauf des 31. Dezember 2018 nicht mehr zulässig ist.

Bisherige technische Entwicklungen, auf Basis chemischer Analysen oder optischer Messverfahren, konnten bisher keinen für die Praxis anwendbaren Lösungsansatz hervorbringen. Allerdings ist es aufgrund der bereits genannten Aspekte unabdingbar, eine technische Lösung für eine zuverlässige, objektive Bewertung der Schlachtkörper hinsichtlich der „Geruchsabweichung“ zu erforschen sowie eine praxistaugliche Anwendung für den Schlachtprozess zu entwickeln und zu etablieren.

Deshalb ist das Ziel auf Basis spektroskopischer Messverfahren ein Prozessanalyzesystem zu erforschen und eine Pilotanlage zu entwickeln, die es ermöglicht, signifikante Ebergeruchsauffälligkeiten direkt an der Schlachtlinie zu ermitteln. Im Vergleich zum derzeit genutzten Prüfverfahren (sensorische Prüfung) bietet das zu entwickelnde Messsystem folgende Vorteile:

- » Keine subjektive Einflussnahme der Sensoriker auf die Beurteilung der Schlachtkörper, z.B. durch Gewöhnungseffekte
- » Objektive Feststellung unerwünschter Substanzen, welche Geruchsabweichungen verursachen (vorbeugender Verbraucherschutz)
- » Vollständige Produkterfassung durch kontinuierliche Messung an der Schlachtlinie
- » Hohe Analysegeschwindigkeit bei hoher Reproduzierbarkeit durch Kopplung der Analysetechnik mit Industrierobotertechnik
- » Ergebnisablage, Rückverfolgbarkeit sowie Datentransfer zum Lieferanten im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses
- » Keine Probenvorbereitung oder Erhitzen des Fleisches notwendig
- » Verbesserung der Arbeitsplatzqualität durch Verringerung unangenehmer Gerüche

- » Vermeidung eines negativen Images für deutsches Schweinefleisch durch z.B. falsche Beurteilung von Geruchsauffälligkeiten
- » Einsatzmöglichkeiten zur Ebergeruchserkennung an der Schlachtlinie in der fleischverarbeitenden Industrie

Die Projektziele beinhalten umfangreiche Untersuchungen und Entwicklungsarbeiten zu den Themen optische Sensoren, Spektralphotometer und deren Prozesseinsatz sowie Steuersoftwaresysteme und Kopplung mit Industrierobotern. Basis der Entwicklungsarbeiten sind hochauflösende spektroskopische Untersuchungen der Zusammenhänge zwischen den Inhaltsstoffen Skatol, Indol und Androstenon, die u.a. für eine geschlechtsspezifische Geruchsabweichung des Fleisches verantwortlich sind. In einer zweiten Betrachtung werden diese Zusammenhänge durch Informationen aus der AutoFom-Analytik (Klassifizierung der Schlachttiere), zur Herkunft und Genetik der Tiere, zu sensorischen Bewertungen durch Testpersonen und zu chemischen Nachweisen geruchsaktiver Stoffe und der analysierten Fettsäurezusammensetzung ergänzt. Diese komplexen Informationen sollen über eine multivariate Datenmodellierung in einer übergeordneten Prozesssoftware zu einem Ausschleusungskriterium der geruchsauffälligen Tierhälften führen.

Das Verbundvorhaben, getragen von drei Wirtschaftspartnern aus unterschiedlichen Branchen sowie mit wissenschaftlicher Unterstützung zweier Hochschulen, hat das vorrangige Ziel, eine neue Technologie zu erforschen und eine Pilotanlage unter Berücksichtigung der Praxisbedingungen zu entwickeln, die eine objektive und reproduzierbare Einstufung von Ebern hinsichtlich des „Geruchs“ sicherstellt. Mittelfristig kann durch diesen neuen methodischen und technischen Ansatz gewährleistet werden, dass in Deutschland die Umsetzung der Ebermast flächendeckend vollzogen werden kann. Dies ist allerdings nur in einem größeren Umfang möglich, wenn Fleisch erzeugende Unternehmen sicherstellen, dass Fleisch von geruchsabweichenden Tieren nicht zu negativen Assoziationen hinsichtlich des Geruchs beim Groß- und Endverbraucher führt. Aufgrund der deutlichen Belastungen der Sensoriker bei der derzeitigen Methode ist langfristig dafür zu sorgen, dass diese Einschätzung durch automatisierte Technik übernommen wird.

Objektive und somit reproduzierbare Messergebnisse hinsichtlich Geruchsabweichung von Eberfleisch sind bedeutend für die Produktqualität sowie für die Lebensmittelsicherheit in Bezug auf die Genusstauglichkeit.

Realisierung

Das Projekt untergliedert sich insgesamt in 14 Arbeitspakete. Für die Realisierung ist ein Zeitraum von insgesamt 25 Monaten angesetzt. Die Arbeitspakete gliedern sich wie folgt:

- » AP 1: Auswahl und Optimierung der Spektralphotometertechnik / Systemkonfiguration

- » AP 2: Entwicklung eines Sondensystems für die großflächige Messung an Schlachtkörpern
- » AP 3: Konstruktion und Abmusterung des Sondensystems am Roboter
- » AP 4: Konstruktive Erarbeitung der Gesamtsystemgestaltung des Messsystems
- » AP 5: Erarbeitung eines Softwarekonzeptes zur Integration der Prozessanalytik in die Schlachtlinie
- » AP 6: Bau und Abmusterung der Gesamtkonstruktion
- » AP 7: Test und Optimierung der Software an der Schlachtlinie
- » AP 8: Schulung des Panels und Analyse der Proben
- » AP 9: Einsatz des Messsystems im Großversuch
- » AP 10: Validierung, Überprüfung bestimmter Einflussgrößen und Festlegung der Sensitivitätsgrenze der Analyse
- » AP 11: Erarbeitung von Kalibriermodellen
- » AP 12: Optimierung der Software bezüglich Systemsteuerung
- » AP 13: Erarbeitung von der technischen Dokumentation
- » AP 14: Vorbereitung des Verfahrens zur Unterstützung der Entscheidung bzgl. Fleisch entsprechend der VO (EG) Nr. 854/2004

Forschungsbedarf besteht vor allem in Bezug auf die Spektrometerkonfiguration der drei Stoffe Androstenon, Skatol und Indol. Im Proof of Principle wurde ermittelt, dass für die Entwicklung ein bereits verfügbares Spektrometer eingesetzt werden kann. Weiterentwicklungsbedarf des vorhandenen Spektrometers besteht im Hinblick auf die Messgeschwindigkeit sowie die Umgebungsanforderungen im Schlachthof. Des Weiteren ist das Messsystem zur Anbringung an einen Roboterarm anzupassen und beide Systeme hinsichtlich einer ineinander greifenden Steuerung zu verschmelzen.

Bisherige Forschungsarbeiten zeigten auf, dass Skatol, Indol und Androstenon unter Laborbedingungen aufwendig und kostenintensiv zu bestimmen sind. Allerdings konnten diese Methoden nicht praxistauglich weiterentwickelt werden. Deshalb stellt die Testung des Systems unter Praxisbedingungen einen wesentlichen Schritt des Verbundprojektes dar.

Gemäß der VO (EG) 854/2004 bewirkt ein „ausgeprägter“ Geschlechtsgeruch bei der amtlichen Fleischuntersuchung eine Beurteilung des Fleisches als genussuntauglich. Aufgrund dessen soll zusätzlich geprüft werden, inwieweit das Messsystem zur Unterstützung der amtlichen Fleischuntersuchung sowie einer Vereinheitlichung der Beurteilung „ausgeprägter Geschlechtsgeruch“ eingesetzt werden kann.

Ergebnisse

Ausgehend vom Stand der Technik wurden Diodenarrayspektrometer auf ihre Einsatzmöglichkeiten für eine Detektion spektraler Prozesse untersucht. Erste Voruntersuchungen zur Eignung der Messtechnik verliefen erfolgreich und konnten mit den erhofften Messergebnissen abgeschlossen werden. Diesbezüglich besteht Forschungs- und Entwicklungsbedarf in Bezug auf die spektrale Auflösung, Empfindlichkeit, Rauschparameter, Wellenlängengenauigkeit und Langzeitstabilität. Diese Aspekte sind nach derzeitigem Stand des Projektes als umsetzbar einzustufen. Die automatische Hinführung des Messgeräts zum Schlachtkörper ist erfolgreich umgesetzt worden. Als mögliche Schwierigkeit könnte hier die Einpassung des Gesamtsystems in den Prozessablauf der Schlachtung gesehen werden. Nach bisherigen Erfahrungen im Rahmen des Proof of Principle sowie Beginn des Hauptversuches stufen die Verbundpartner die wissenschaftlichen und technischen Erfolgsaussichten als gut ein.

(Geplante) Verwertung

Jährlich werden in Deutschland ca. 59 Mio. Schweine (Stand 2013) geschlachtet, von denen spätestens ab 1.1.2019 (gemäß der gesetzlichen Vorgaben zum Verbot der betäubungslosen Kastration männlicher Ferkel) fast 50 % intakte Eber sein werden. Um mögliche Belastungen mit Ebergeruch bei den Schlachtkörpern von intakten Ebern, deren Anteil auf 3 bis 5 % geschätzt wird, und damit negative Auswirkungen auf den Fleischverzehr zu vermeiden, ist es dringend notwendig, geruchsauffällige Schlachtkörper direkt am Schlachtband mit hoher Sicherheit zu erkennen und je nach Grad der Belastung einer alternativen Verwertung zuzuführen.

Mit einer erfolgreichen Durchführung des Entwicklungsprojektes sowie der anschließend noch notwendigen Weiterentwicklung der Pilotanlage zu einem marktfähigen Produkt, steht den Schweine schlachtenden Betrieben ein neuartiges Qualitätssicherungssystem zur Verfügung, welches den Grad der Geruchsabweichung objektiv einstuft, validiert und dokumentiert.

Weiterhin soll sichergestellt werden, dass die Vorgaben von Lebensmittelstandards bzw. des Lebensmitteleinzelhandels sowie von Drittlandsmärkten eingehalten werden. Das Projekt endet jedoch nicht bei der Dokumentation, sondern soll den Herstellern auch ermöglichen, die Produktion nebst Qualitätsbeurteilung transparenter zu gestalten. Hierdurch wird eine Erhaltung sowie ggf. eine Steigerung der Akzeptanz von deutschem Schweinefleisch bei Verbrauchern erwartet. Hierzu soll den späteren Anwendern ein System zur Verfügung gestellt werden, mit welchem sie jederzeit Qualitätsinformationen zu ihrem Stück Fleisch abrufen können. Fernziel einer solchen Entwicklung ist die Erforschung statistisch abgesicherter Ergebnisse zur gezielten Identifikation und Reduktion von geruchsauffälligen Tieren im landwirtschaftlichen Betrieb.

„Weiterentwicklung eines Markenfleischprogramms zu einer tiergerechteren Urproduktion unter Berücksichtigung ökonomischer und sozialer Aspekte (MarkiT)“

“Advancement of a branded meat program towards enhanced husbandry standards, taking into account economic and social aspects (MarkiT)”

Projektlaufzeit

15.02.2014-31.01.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Martin Hamer

Grenzüberschreitende Integrierte Qualitätssicherung e. V. (GIQS)
Kleve

Verbundpartner

Prof. Dr. Brigitte Petersen, Dr. Julia Steinhoff-Wagner

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, Abteilung Präventives Gesundheitsmanagement, Bonn

Dr. Birgit Schulze-Ehlers, M.Sc. Nina Purwins

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Marketing für Agrarprodukte und Lebensmittel, Arbeitsgruppe Food Chain Management, Göttingen

Dr. Achim Münster, Dr. Lisa Kruse

Vermarktungsgemeinschaft für Zucht- und Nutztvieh eG (ZNVG),
Neumünster

Sandra Erdmann

Fleischwerk EDEKA Nord-GmbH (EDEKA), Lüttow-Vallhun

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Verbundvorhabens „MarkiT“ ist es, ein bestehendes Markenfleischprogramm dahingehend weiterzuentwickeln, dass Tierwohlleistungen der gesamten Wertschöpfungskette und die Bereitschaft der Verbraucher, diese zu honorieren, bei der Festlegung von Kundenspezifikationen und Produktionsrichtlinien gleichermaßen berücksichtigt werden.

Realisierung

Zunächst wurden konkrete Maßnahmen der Umstellung der Schweineproduktion und Kriterien der Auditierung von Lieferbetrieben innerhalb der Produktionsrichtlinien definiert, deren Umsetzung in Pilotbetrieben erprobt werden soll.

Als Basis für die Auswahl geeigneter Tierwohlmaßnahmen für das Programm-Upgrade dienen zwei Befragungen der Universität Göttingen (bzw. Kiel), mit deren Hilfe die Verbraucherakzeptanz und Zahlungsbereitschaft einerseits, sowie die Akzeptanz und Kompensationsanforderungen der Landwirte andererseits, erhoben wurden. Die Verbraucherbefragung wurde im August und September 2015 in Form von persönlichen, computergestützten Interviews in insgesamt 10 Edeka-Märkten in Norddeutschland durchgeführt (736 auswertbare Fragebögen). Der experimentelle Aufbau der Studie erlaubt sowohl die intra- als auch die intersubjektbezogene Analyse der Wirkung von Informationen zum Tierwohl-Upgrade.

Zum anderen erfolgte eine Online-Befragung der ZNVG-Landwirte im September/Oktober 2015 (65 auswertbare Fragebögen, Rücklauf rund 55 %). Die Teilnahmebereitschaft der Landwirte an dem erweiterten Markenfleischprogramm, bei dem im Vergleich zu anderen Tierwohlprogrammen alle Maßnahmen verpflichtend sind, wurde in zwei Wellen auf unterschiedliche Weise abgefragt.

Das Team der Universität Bonn widmete sich der Entwicklung eines Konzeptes zur Erweiterung bestehender Audits und Serviceleistungen der Erzeugergemeinschaft innerhalb des überbetrieblichen Gesundheitsmanagements. Dabei sind organisatorische Voraussetzungen für ein zusätzliches MRSA- ESBL Monitoring und Hygiene Monitoring festgelegt worden. Die ermittelten zusätzlichen Investitionskosten zur Ergänzung des überbetrieblichen Gesundheits- und Risikomanagementsystems fließen später ebenso in eine Kosten-Nutzen-Analyse ein, wie die geschätzten betriebsindividuellen Investitionskosten der Tierhalter im Zuge der Veränderung ihrer Haltungs- und Produktionssysteme.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Verbraucherbefragung zeigen zunächst eine hohe bildgestützte Bekanntheit des deutschen (97%) bzw. EU-Bio-Siegels (50%), gegenüber einer nur geringen Bekanntheit des Tierschutzlabels des deutschen Tierschutzbundes (Einstiegsstufe: 10%; Premiumstufe: 11%) sowie des Logos des Initiative Tierwohl (9%), das zum Zeitpunkt der Befragung kaum beworben wurde und insofern mit hoher Wahrscheinlichkeit zufällig ausgewählt wurde. Das Experiment verweist auf eine hohe Präferenz der befragten Kunden bezüglich regional erzeugten Schweinefleischs. Das Informations-Treatment für das Tierwohl-Upgrade des Markenfleisch-Programms bewirkt eine höhere Kaufbereitschaft für Schweineschnitzel für diese Marke. Die „Einführung“ des Tierwohl-Upgrades führt dabei nicht zu einer Verminderung der Nachfrage nach Bio- oder mit dem Tierschutzlabel des deutschen Tierschutzbundes gekennzeichneten Produkten. Vielmehr findet eine Abwanderung der Regio-Käufer zu dem neuen Tierwohl-Markenfleischprogramm statt.

Die Befragung der Landwirte zeigt deutlich, dass Maßnahmen, die nicht kurzfristig reversibel sind und Investitionen oder Änderungen im Betriebsablauf notwendig machen, von allen kritisch bewertet werden. Der Verzicht auf Eingriffe am Tier wird mit Blick auf das Tierwohl von allen Befragten äußerst kritisch gesehen. Mithilfe einer logistischen Regression kann gezeigt werden, dass sich die Landwirte, die sich zur Teilnahme als Pilotbetrieb bereit erklärten, insbesondere durch eine proaktive Einstellung, und nicht durch eine positivere Bewertung der Einzelmaßnahmen, von den Unentschlossenen unterscheiden.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf Basis verschiedener Probenahmeszenarien zeigen, dass bei einer überbetrieblichen Organisation von Audit- und Untersuchungsmaßnahmen die Grenzkosten für Landwirte, Fachberater und die tierärztliche Bestandsbetreuung bei der Berücksichtigung weiterer Parameter zur Einstufung des Gesundheitsstatus von Betrieben am geringsten sind. Dabei wurde festgestellt, dass es bei Erweiterung der Koordinationsleistung der Erzeugergemeinschaft zur Reduktion der Personalkosten kommt. Personalkosten machen den überwiegenden Anteil von Kosten bei Audits und Monitoring Maßnahmen aus. Darüber hinaus lassen sich bezüglich des vorgeschlagenen Organisationsmodells Investitionen in überbetrieblich koordinierte Informations- und Kommunikationssysteme über mehrere Jahre abschreiben. Ein Konzeptvorschlag zur Verbesserung des einzelbetrieblichen Hygienemanagements durch Schulungen von Landwirten und Beratern bei der Ermittlung des Reinigungserfolges von Ställen und Durchführung von Eigenkontrollen zur Senkung des Infektionsrisikos ergänzen den Umstellungsprozess in der Primärproduktion. Auch diese Maßnahmen fließen später in die Gesamtkostenberechnung des Veränderungsprozesses der Aufgabenverteilung innerhalb des Markenfleischprogrammes ein.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse zu Verbrauchereinstellungen und Treibern der Zahlungsbereitschaft sowie der Akzeptanz in der Landwirtschaft werden in mehreren Fachartikeln publiziert. Die Ergebnisse der Befragungen lassen insgesamt positive Impulse für die Differenzierung im Fleischmarkt erwarten und bieten Potenzial Anreize für eine breitere Durchsetzung von Tierwohl-Anforderungen in Fleisch-Wertschöpfungsketten zu setzen.

Die Erfahrungen der Umsetzung der Veränderungsmaßnahmen kommen auch Beratern anderer Erzeugergemeinschaften zu Gute, z.B. durch eine Erweiterung des Schulungsangebotes der EQA oder an Partner der Forschungs- und Entwicklungsplattform SmartPork.



„Entwicklung einer Dienstleistung zur Verbesserung der Klauengesundheit von Milchkühen durch Vernetzung und Verdichtung von Daten für das Tiergesundheitsmanagement (KLAUENfitnet)“

“Developing a service to improve the claw health of dairy cows by networking and aggregating animal and environmental data (KLAUENfitnet)“

Projektlaufzeit

15.03.2015 bis 28.02.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Folkert Onken, Dr. Britta Behr
 Deutscher Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen e.V.
 Bonn

Verbundpartner

Prof. Dr. Kerstin E. Müller
 Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin,
 Klinik für Klautiere, Berlin

Prof. Dr. Wolfgang Büscher, Dr. Susanne Plattes
 Universität Bonn, Institut für Landtechnik, Bonn

Dr. Werner Feucker
 dsp Agrosoft/ Data Service Paretz GmbH, Ketzin, Havel

Lothar Weber
 Lemmer-Fullwood GmbH, Lohmar

Dr. Jürgen Duda
 Rinderdatenverbund, EDV-Entwicklungs- und Vertriebs GmbH, München

Dr. Reinhard Reents
 Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V., Verden

Kurzfassung

Projektziel

Ein erfolgreiches Klauengesundheitsmanagement muss den Ausbruch von Krankheit entweder gänzlich verhindern, oder ein Eingreifen im Frühstadium ermöglichen, wenn die größtmögliche Chance auf Heilung besteht. Dafür müssen viele Faktoren, die den Ge-

sundheitsstatus der Klauen beeinflussen, im Auge behalten werden, was für die Betriebe eine große Herausforderung darstellt. Zwar sind die Einflussfaktoren beschreibende Daten in großem Maße auf den Betrieben vorhanden, sie werden jedoch wenig verknüpft und praxisrelevant ausgewertet. KLAUENfitnet hat es sich zur Aufgabe gemacht, Milchvieh haltende Betriebe durch die Entwicklung eines digitalen Betriebshelfers zur Überwachung und Verbesserung der Klauengesundheit dabei zu unterstützen, faktenbasierte und frühzeitige Managemententscheidungen für eine bessere Klauengesundheit zu treffen. Es werden relevante Tier- und Umweltdaten aus unterschiedlichen Quellen über das sogenannte DLQ-Datenportal standardisiert und vernetzt, mit dem Ziel, sie auf ihre Aussagekraft für eine betriebsspezifische Lahmheitsfrüherkennung sowie Schwachstellen- und Risikoanalyse für die Klauengesundheit hin zu überprüfen (Abb. 1).

Realisierung

Folgende klauengesundheitlich relevante Datenpakete von voraussichtlich insgesamt 2.200 laktierenden Kühen (Holstein-Friesian und Simmentaler Fleckvieh) aus sieben Versuchsbetrieben (vier Großbetriebe aus Brandenburg und Sachsen, drei bayerische Betriebe) gehen automatisiert in die Auswertungen ein:

- » Schrittzahl und Liegedauer der Einzeltiere, gemessen durch Differenzial-Präzisionspedometer (DPP) der Lemmer-Fullwood GmbH
- » beim Klauenschnitt erhobene Krankheitsbefunde und durchgeführte therapeutische Maßnahmen, digital dokumentiert mit der Dokumentationssoftware KLAUE der dsp Agrosoft GmbH
- » verschiedene Auswertungen aus der Milchleistungs- und Milchgüteprüfung und weitere Diagnose- und Reproduktionsdaten aus Herdenmanagementprogrammen und den Datenbanken der Landeskontrollverbände
- » der tagesbezogene Temperature Humidity Index von regionalen Wetterstationen

Über einen Versuchszeitraum von sechs Monaten werden auf den Betrieben zusätzlich die unten aufgeführten Tierbonitierungen an den laktierenden Tiere durchgeführt, deren Ergebnisse der Validierung des digitalen Helfers hinsichtlich seiner Aussagekraft zur Früherkennung von Klauenproblemen dienen.

- » Visuelle Lahmheitsbewertungen nach Sprecher et al., 1997
- » Beurteilung der Körperkondition (BCS)
- » Milking Parlour Walks zur Überwachung des Dermatitis digitalis-Status der Herde

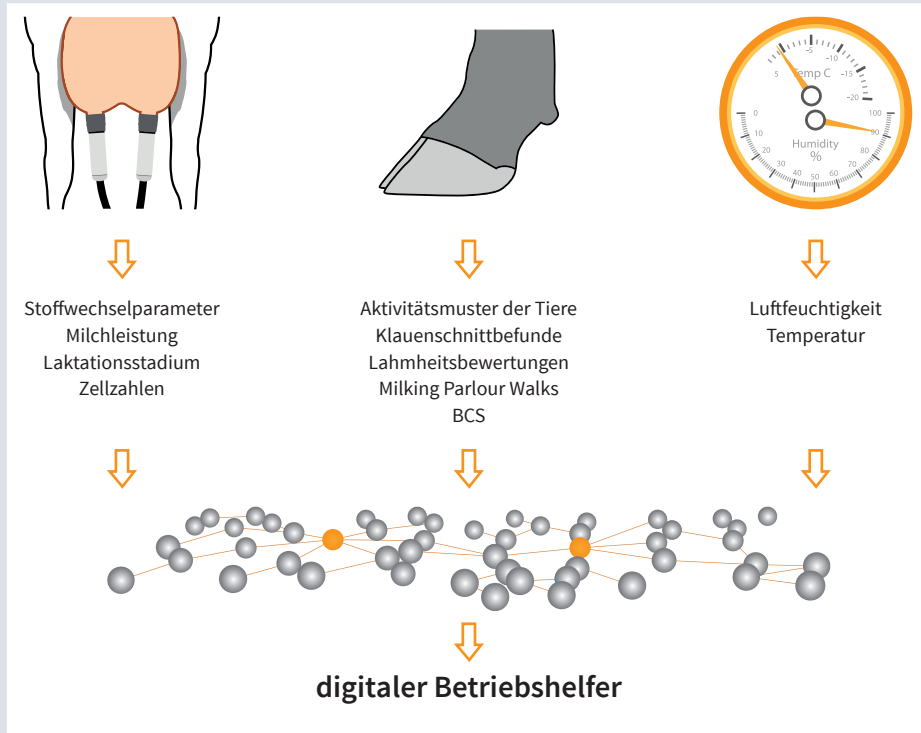


Abb. 1: Für die Klauengesundheit relevante Tier- und Umweltdaten werden vernetzt und analysiert

Ein wichtiger Bestandteil des Projekts ist die automatisierte und kontinuierliche Zusammenführung der Datenpakete aus den verschiedenen Betriebsbereichen. Für diese Aufgabe wird das DLQ-Datenportal, eine Datenaustauschplattform für die standardisierte Datenkommunikation, weiterentwickelt und um die notwendigen Schnittstellen, Anwendungen und Protokolle ergänzt. Das hierbei zugrunde liegende Agricultural Data Element Dictionary als Verzeichnis der zu übertragenden Daten wird überarbeitet (DD 2.0).

Aus den erfassten und gebündelten Massendaten sollen die komplexen Zusammenhänge, die bei der Entstehung von Klauenerkrankungen eine Rolle spielen, verdichtet werden, indem mittels Algorithmen Muster und Korrelationen erkannt werden. Diese werden veterinärmedizinisch und agrarwissenschaftlich auf ihre Aussagekraft im Sinne der Klauengesundheit interpretiert werden.

Ergebnisse

Im ersten Projektjahr wurden die klauengesundheitlich relevanten Datenpakete ausgewählt und der nationale Klauendiagnoseschlüssel im Zentralen Tiergesundheitsschlüssel RIND (ZTGS RIND) in Anlehnung an den internationalen Diagnoseschlüssel des International Committee for Animal Recording (ICAR) aktualisiert und erweitert. Des Weiteren wurde eine Projektversion der Dokumentationssoftware KLAUE zur Befunderhebung nach dem neuen Schlüssel entwickelt. Die für die automatisierte Annahme und Zu-

sammenführung der Daten aus den verschiedenen Quellen notwendigen Schnittstellen wurden programmiert und implementiert und die bis dato erhobenen Daten auf einer MYSQL-Datenbank gebündelt.

Die Datenerfassung auf den Betrieben befindet sich im Abschluss. Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurden insgesamt 3.764 Befunderhebungen während des Klauenschnitts (pro Betrieb gehen zwei Herdenschnitte in die Auswertungen ein), 29.543 Lahmheitsbewertungen, 12.312 BCS und 4.359 Milking Parlour Walk Erhebungen durchgeführt und einzeltierbezogen mit den oben beschriebenen automatisiert erhobenen Daten zusammengeführt.

(Geplante) Verwertung

Auf Basis der Projektergebnisse soll den Milchviehhaltern ein digitaler Helfer in Form eines elektronischen Auswertungstools zur besseren Überwachung der Klauengesundheit zur Verfügung gestellt und auf Grundlage der überregionalen Datenerfassung ein zentrales Benchmarking-System für horizontale Betriebsvergleiche entwickelt werden.

Die damit einhergehende Weiterentwicklung des DLQ-Datenportals ermöglicht eine effiziente und automatisierte Datenkommunikation in der Nutztierhaltung. Darüber hinaus kann die Datenflut des Precision Livestock Farming gebündelt und dem Herdenmanagement anwenderfreundlich zur Verfügung gestellt werden. Die entwickelten Datenauswertungs- und Analyse-Tools dienen der anwenderfreundlichen Produktentwicklung der Projektpartner und können an die bereits bestehenden Datenplattformen der Landeskontrollverbände sowie deren Rechenstellen angeschlossen werden, die allen 49.000 MLP-Betrieben mit 3.7 Mio. Kühen schon jetzt den Zugriff auf betriebsindividuelle Daten erlauben.

Weitere Informationen finden Sie auf der Projekthomepage www.klauenfitnet.de.

Literatur

Sprecher D.J., Hoesteler D.E., Kaneene J.B., (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47: 1179-87.

„Intelligente LED-Leuchte für die Funktionsbereiche „Fressen“, „Liegen“ und „Laufen“ in der Milchviehhaltung (I_LED_Milchvieh)“

“Intelligent LED light for the functional areas „feeding“, „lying“ and „activity“ in dairy husbandry (I_LED_Milchvieh)”

Projektlaufzeit

08.08.2014 bis 31.07.2017

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Eva Schwenzfeier-Hellkamp
Fachhochschule Bielefeld, Fachbereich Ingenieurwissenschaften
und Mathematik

Verbundpartner

Prof. Dr. Klaus Reiter
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Freising

Andreas Pelzer
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen,
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse,
Bad Sassendorf

Boris Perović & Nicolas Tillet
DeLaval Services GmbH, Glinde

Prof. Dr. Georg Fischer
FAU Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Technische Elektronik

Kurzfassung

Projektziel

Licht fördert sowohl beim Menschen als auch bei der Kuh Wohlbefinden, Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Zur Optimierung der Beleuchtung in Milchviehställen bietet die Verwendung von LED-Technologie viele Vorzüge. Die spektrale Zusammensetzung des Lichts kann durch die Kombination geeigneter LEDs an das Sehvermögen der Kuh angepasst werden. Der blaue Anteil des Lichtspektrums besitzt den größten Effekt auf den circadianen Rhythmus, der für die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit der Tiere sehr wichtig ist. Durch die Verwendung von LED-Leuchten ergibt sich ein Einsparpotenzial gegenüber herkömmlichen Stalllampen durch einen geringeren Energieverbrauch und eine deutlich längere Lebensdauer der Leuchten.

Ziel des geförderten Projekts ist die Entwicklung einer LED-Leuchte für die Milchviehhaltung, welche optimal an die Bedürfnisse der Kuh angepasst ist, ohne die Anforderungen des Landwirts zu vernachlässigen. Die Auswirkungen der optimierten Beleuchtung auf das Verhalten der Tiere werden im Praxisversuch untersucht. Dabei wird das Verhalten der Tiere bei Natriumdampfbeleuchtung mit dem Verhalten bei LED-Beleuchtung verglichen.

Realisierung

Zu Beginn des Forschungsvorhabens wurde ein Fragebogen zur Beleuchtungssituation in Milchviehställen an Milchviehhalter verschickt und ausgewertet. Ein reges Interesse an der Optimierung der Beleuchtung konnte festgestellt werden und die Ansprüche der Landwirte an die Leuchte wurden herausgearbeitet und flossen in die Leuchtenplanung mit ein.

Eine Demonstratorleuchte wurde entwickelt und optimiert. Hierbei wurde insbesondere Wert auf die Auswahl geeigneter LEDs gelegt. Zur Überprüfung der gewünschten Leuchtenparameter wurden verschiedenste Messungen durchgeführt. Diese umfassten z.B. die Messung des Lichtstroms und des gesamten Lichtspektrums in einer Ulbricht-Kugel sowie die Verifizierung der Ergebnisse durch die Vermessung der Leuchte in einem Nahfeldgoniometer. Zusätzlich wurde die Lichtstärkeverteilungskurve (LVK) aufgenommen und als Grundlage für die lichttechnische Simulation des Versuchsstalls verwendet. Der Bau der Kleinserie der Basisleuchte (Abbildung 1) wurde abgeschlossen und es standen 13 LED-Leuchten für die Testinstallation zur Verfügung, welche im Versuchsstall auf Haus Düsse unter Berücksichtigung der vorher durchgeführten lichttechnischen Simulation des Stalls installiert wurden.



Abb. 1: Basis-LED-Leuchte mit weißen und blauen LEDs

Parallel wurden Erfassungsmedien zur Überwachung des Tierverhaltens im Versuchsstall installiert. Da die Versuchsphase zunächst mit der Bestandsbeleuchtung (Natriumdampfleuchten) als Referenzwert durchgeführt werden sollte, wurde die vorhandene Beleuchtungsanlage gewartet und lichttechnisch vermessen. Dazu wurden eine ausgewählte Natriumdampfleuchte im Labor und die Beleuchtungsstärke der kompletten Beleuchtungsanlage in einem eigens hierfür entwickelten Messraster gemessen. Im letzten Quartal 2015 wurde mit der Erfassung des Tierwohls begonnen und die installierte LED-Beleuchtung lichttechnisch im Stall vermessen. Anhand der Analyse verschiedener Verhaltensparameter der Tiere wird die Wirkung des Lichts auf das Verhalten der Tiere erfasst. Aktivitäts- und Ruhephasen werden mit Hilfe von ALT-Pedometerdaten (Abbildung 2 b) ermittelt. Genaue Beobachtungen zur Orientierung der Kühe im Stall, zum Sozialverhalten und zu weiteren Verhaltensweisen wie Futteraufnahme sind durch Kameraüberwachung während der Versuchsphasen möglich (Abbildung 2 a). Die Erfassung der Verhaltensweisen erfolgte ebenfalls in einem Kontrollversuch unter Natriumdampf-Beleuchtung, um Unterschiede in beiden Beleuchtungssituationen feststellen zu können. Weiterführend wurden Konzepte zur Präsenzerfassung erarbeitet und mithilfe eines Paarvergleichs bewertet.

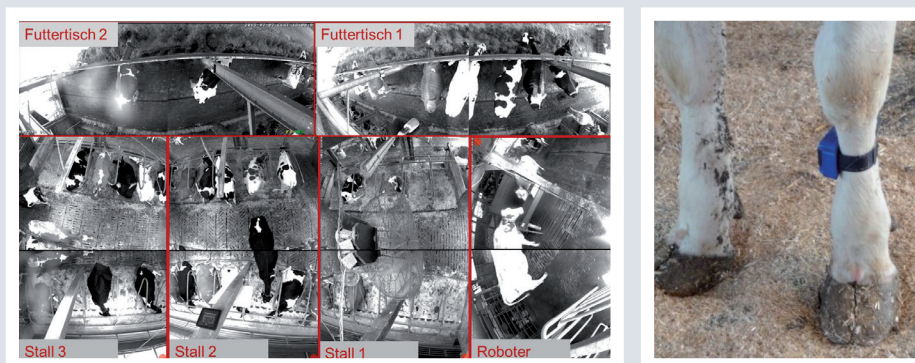


Abb. 2: (a) Kameraaufnahmen des Videoüberwachungssystems. Sechs Überwachungskameras erfassen den kompletten Stall und zeichnen durchgehend das Verhalten der Tiere auf. (b) ALT-Pedometer am Bein eines Fokustieres. Aufgezeichnet wird die Aktivität, das Liegen und die Temperatur (= ALT)

Ergebnisse

Der Bau einer Basisleuchte wurde erfolgreich fertiggestellt und eine Serienproduktion für die Installation im Teststall gefertigt. In Labormessungen wurden die angestrebten Zielwerte der Leuchte von der Basisleuchte eingehalten. Wie geplant, konnten vergleichbare Beleuchtungsstärken zwischen der Alt- und Neubeleuchtung im Stall erreicht werden. Die LED-Beleuchtung erzielte zudem eine verbesserte Gleichmäßigkeit (Abbildung 3). Es zeigte sich, dass sowohl aus technischen als auch aus wirtschaftlichen Gründen eine in eine Steuerung integrierte externe Tag- und Nachtschaltung sowie Tageslichterkennung zu bevorzugen ist. Als beste Lösung für die Präsenzerfassung des Landwirts und weiterer Personen im Stall wird ein intelligentes Konzept mit zwei Lichtschranken pro Eingang bewertet.



Abb. 3: Versuchsstall mit ursprünglicher Natriumdampfbeleuchtung (links) und neuer LED-Beleuchtung (rechts)

Das Verhalten der Tiere wurde bei LED- im Vergleich zu Natriumdampf-Beleuchtung erfasst. In Abbildung 4 ist die mittlere Liegedauer pro Tier und Tag (in Stunden) von 15 Fokustieren in den Versuchsphasen Natriumdampf 1, LED und Natriumdampf 2 dargestellt. Es handelt sich um eine verbundene Stichprobe, alle Fokustiere durchlaufen den gesamten Versuchszeitraum. Mit höheren Laktationstagen und steigender Trächtigkeit ist zu erwarten, dass die Liegedauer im Versuchsverlauf ansteigt. Dennoch ist ein deutlicher Anstieg zwischen der ersten Natriumdampf-Beleuchtungsphase und der LED-Phase zu sehen, jedoch nicht zwischen der LED- und der zweiten Natriumdampf-Phase. Dieser Anstieg ist nicht allein auf die beschriebenen Effekte zurückzuführen, sondern vermutlich durch die Lichtwirkung entstanden. Die erhöhte Liegedauer wirkt sich positiv auf die Milchbildung aus und ist ein Anzeichen für erhöhtes Tierwohl.

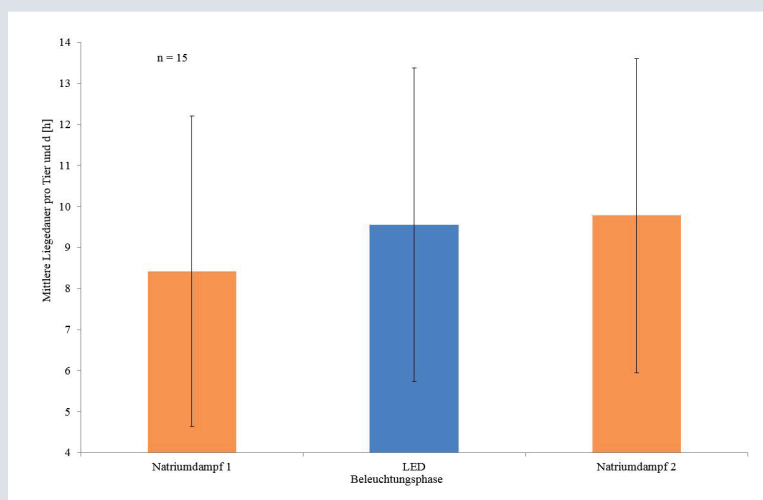


Abb. 4: Mittlere Liegedauer pro Tier und Tag in Stunden. Dargestellt ist der Mittelwert der Liegedauer aus den Pedometerdaten über 15 Fokustiere in den drei Versuchsphasen.

(Geplante) Verwertung

Die Basis-Variante der LED-Leuchte ist im Versuchsstall auf Haus Düsse in Betrieb und wird dort öffentlichkeitswirksam präsentiert. DeLaval vertreibt die Leuchte und konnte bereits mehrere Betriebe mit dieser ausstatten. In der weiteren Projektlaufzeit werden die Premium- und die Deluxe-Variante der Leuchte im Versuchsbetrieb erprobt und weiter entwickelt. Auf verschiedenen Tagungen (Nutztierethologie Freiburg, LICHT 2016) und Messen (EuroTier) werden sowohl die Leuchte als auch die Projektergebnisse der Öffentlichkeit vorgestellt. Ziel ist, eine für den Landwirt effiziente und langlebige LED-Leuchte zur Verfügung zu stellen, die optimal an die Bedürfnisse von Mensch und Rind angepasst ist.

„Entwicklung einer Software für die Bewertung, Planung und zum Nachweis verschiedener Handlungsstrategien auf die Steigerung des Wohlbefindens von Milchkühen (CowSoft)“

“Development of a software for the evaluation, planning and for the evidence of different housing conditions to the increase of welfare of dairy cows (CowSoft)”

Projektlaufzeit

01.02.2015 bis 31.01.2018

Projektkoordinator, Institution

Projektleiter: Prof. Dr. Wolfgang Büscher
 Projektbearbeiterin: M. Sc. Maren Krämer
 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
 Institut für Landtechnik, Abteilung Verfahrenstechnik
 in der Tierischen Erzeugung
 Bonn

Verbundpartner

Prof. Dr. Lutz Plümer
 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
 Institut für Geodäsie und Geoinformation, Abteilung Geoinformation
 Bonn

AOR Dr. Ute Müller
 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
 Institut für Tierwissenschaften, Abteilung Physiologie und Hygiene
 Bonn

GEA Farm Technologies GmbH
 Jan Onne Bosman, Dr. Susanne Klimpel
 Boenen

Kurzfassung

Projektziel

Bei der Planung von Milchviehställen stehen seit vielen Jahren die Kriterien Kosten und Arbeitswirtschaft im Vordergrund. In den letzten 20 Jahren findet zusätzlich der Aspekt der Stressvermeidung für Milchkühe Beachtung. Angestrebt wird ein hohes Maß an Kuhkomfort. Aktuell wird auch von den Tierhaltern diskutiert, wie das Wohlbefinden

der Kühe als Entscheidungskriterium bei der Stallplanung mit einbezogen werden kann. Unter Wohlbefinden werden allgemein die Aspekte zusammengefasst, die zur Gesunderhaltung der Tiere beitragen. Zukünftige Aufgabe der Stallplaner ist es, das Tierwohl in diesen Interessen-Kompromiss mit einem höheren Stellenwert zu integrieren. Erschwerend kommt hinzu, dass der Einfluss verschiedener Stallbau-Ausführungsvarianten auf das Wohlbefinden von Kühen nicht objektiv ermittelt wurde.

Im Rahmen des Forschungsprojektes soll daher mit Hilfe von innovativen Sensoren und intelligenten Analysemethoden ein objektiver Zugang zu inneren Zuständen der Tiere ermöglicht werden. Als Methode zur Beurteilung von Belastungen bei Tieren, wird die Herzratenvariabilität (HRV) mit gleichzeitiger Verhaltensbeobachtung mit Hilfe des Lokalisierungssystems CowView herangezogen.

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsprojektes ist es, gemeinsam mit den Projektpartnern ein Modell zur Bewertung des Tierwohl-Status (Wohlfühlindex) bei verschiedenen Haltungsformen/-strategien zu erstellen. In empirischen Untersuchungen im Versuchskuhstall an der Lehr- und Forschungsstation Frankenforst der Universität Bonn (in Vinxel bei Königswinter) soll ein erster ‚Wohlfühlindex‘ entwickelt und validiert werden. Dieses Modell soll einen Beitrag zur Verbesserung der Produktionssysteme in der Milchviehhaltung leisten und langfristig für Stallplanungs- und Beratungszwecke verwendet werden.

Realisierung

Erster Schritt in der Realisierung des Projektes bestand aus einer Literaturanalyse mit dem Ziel, den aktuellen Stand des Wissens an Indikatorsystemen zur Beurteilung des Wohlbefindens von Milchkühen zusammenzustellen und im Hinblick auf die Umsetzbarkeit in dem Versuchskuhstall der Lehr- und Forschungsstation Frankenforst der Universität Bonn zu prüfen.

Durch den Uni-Projektpartner werden verschiedene Sensoren bezüglich ihrer Verwendbarkeit für die Messung von Tierverhalten vergleichend geprüft. Kriterien für die Sensorauswahl sind Robustheit, Genauigkeit, Qualität, Zuverlässigkeit und Akzeptanz durch das Tier. Insbesondere werden Systeme zur Pulsmessung (POLAR RS800CX N Science), Beschleunigungssensoren, und ein Positionierungssystem (GEA CowView) eingesetzt und validiert.

Modelle für die Kombination der Sensordaten und die gemeinsame Interpretation werden anhand ihrer Eignung für die Analyse einer kontinuierlichen Beobachtungsreihe und der Prädiktionsgüte der Reaktion der Tiere auf veränderte Haltungsbedingungen miteinander verglichen.

Vor Beginn der Messreihenuntersuchungen erfolgte eine detaillierte Planung von unterschiedlichen Haltungsstrategien zur praktischen Versuchsdurchführung. Das

experimentelle Design sieht vor, dass die Versuchs-Milchviehherde, der Rasse Holstein Friesian, bestehend aus 60 Tieren in zwei homogene Gruppen mit gleicher Haltungsumwelt aufgeteilt wird.

Pro Haltungsfaktor sollen die Untersuchungen nach dem in Tabelle 1 dargestellten Prinzip ablaufen.

Tab. 1: Experimentelles Design

Woche	Phase	Beschreibung
1	Vorphase 1	Eingewöhnung der ausgewählten Tiere an zusätzliche Sensoren, Ermittlung der Basisdaten
2-4	Untersuchungsblock 1	Anwendung einer bestimmten Handlungsstrategie für Tiergruppe 1
5	Vorphase 2	Gruppenwechsel und erneute Eingewöhnung
6-8	Untersuchungsblock 2	Anwendung einer bestimmten Handlungsstrategie für Tiergruppe 2
9	Nachbereitung	Rückbau und Auswertung

Ergebnisse

Die erste Phase des Projektes, welche einen kritischen Vergleich verschiedener Systeme zur Bewertung des Tierwohls sowie die Inbetriebnahme der installierten Sensorik im Versuchsstall zum Ziel hatte, konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Des Weiteren wurden einzelne Sensoren validiert sowie verschiedene Sensoren miteinander synchronisiert. Störquellen im und rund um den Versuchsstall, welche die Datenerhebung negativ beeinflussten, wurden beseitigt. Erste Testdaten konnten durch Ausstattung von Einzeltieren mit Sensoren und gleichzeitiger Beobachtung erhoben werden.

Darüber hinaus wurden Handlungsstrategien zur praktischen Versuchsdurchführung im Detail erarbeitet und geplant.

(Geplante) Verwertung

Die Beurteilung von Handlungsstrategien mit Hilfe des Wohlfühlindex stellt die wesentliche Grundlage für den Prototyp einer Software zur Planung von Milchvieh-Stallanlagen dar. Damit ist es erstmalig möglich, bereits bei der Planung einer Anlage Handlungs- bzw. Aufstallungsvarianten auch im Hinblick auf ihren jeweiligen Anteil am Tierwohl in den Entscheidungsprozess zu integrieren und nicht nur aus finanzieller oder technischer Sicht.

Das entwickelte Werkzeug soll einen Beitrag zur Verbesserung der Produktionssysteme in der Milchviehhaltung leisten. Langfristig werden positive Effekte auf die Gesundheit und Langlebigkeit der Milchkühe erwartet.

„Erhaltung von Offenlandschaften durch zielgerichtetes Flächen- und Wildtiermanagement“

“Conservation of valuable habitats through strategic open land and wildlife management”

Projektlaufzeit

01.07.2014. bis 30.06.2019

Projektkoordinator, Institution

Dipl.-Forstw. Marcus Meißner
Institut für Wildbiologie Göttingen und Dresden e.V. / Göttingen

Verbundpartner

Prof. Dr. Isselstein
Abt. Graslandwissenschaft,
Dep. für Nutzpflanzenwissenschaften der Universität Göttingen

Prof. Dr. Niko Balkenhol
Abt. Wildtierwissenschaft, Büsgen-Institut der Universität Göttingen

Prof. Dr. Dr. Sven Herzog
Dozentur für Wildökologie und Jagdwirtschaft der Universität Dresden

Autoren: M. Meißner, F. Riesch, L. Richter, C. Raab

Kurzfassung

Projektziel

Offene und halboffene Landschaften unterschiedlicher Größe und Ausprägung sind ein wichtiges Merkmal der mitteleuropäischen Kulturlandschaft. Ihre über lange Zeit konstante Nutzung und Gestaltung durch den Menschen ist eine wichtige Basis der heute in der Kulturlandschaft vorhandenen biologischen Vielfalt. Aufgrund gravierender Veränderungen in der Landnutzung hat der Erhalt extensiv genutzter Offenlandlebensräume massiv an Bedeutung gewonnen. Sie beinhalten zahlreiche seltene, streng geschützte Lebensraumtypen und sind Rückzugsräume für viele gefährdete Arten. Um die betreffenden Pflanzengesellschaften und den offenen Charakter der Flächen zu erhalten, ist ein laufender Entzug von Biomasse durch Nutzung oder regelmäßige Pflegeeingriffe erforderlich. Großflächige Schutz- und Managementkonzepte sind daher meist aufwändig und kostenintensiv. Als ein in ökologischer Hinsicht zielführendes Instrument hat sich die extensive Beweidung mit robusten Rassen verschiedener Nutztierarten etabliert.

Das System ist jedoch auch mit einigen Nachteilen behaftet und nicht auf allen Flächen realisierbar. Das gestalterische Potential wildlebender heimischer Huftiere wurde bisher kaum berücksichtigt.

Im Rahmen des Projektes soll geklärt werden, welchen Beitrag autochthone, freilebende Rothirschvorkommen zum Erhalt extensiv genutzter und ökologisch wertvoller Offenlandlebensräume der Kulturlandschaft leisten können. Aufgabe ist es, das System „Rothirschbeweidung“ zu analysieren und zu bewerten um den Zielerreichungsgrad sowie seine Anwendbarkeit im Offenlandmanagement zu überprüfen und so einige der für eine Umsetzung relevanten Wissensdefizite zu beseitigen.

Realisierung

Als Projektgebiet wurde der von der US-Armee genutzte Truppenübungsplatz Grafenwöhr / Bayern ausgewählt. Der dort vorhandene Rothirschbestand nutzt aufgrund eines zielgerichteten Wildtiermanagements intensiv die offenen Teile des Lebensraumes. Über den Projektzeitraum werden die Vegetationsentwicklung, das Raum-Zeit-Verhalten der Rothirsche sowie die diesbezüglichen Wechselbeziehungen in zwei Teillebensräumen mit unterschiedlichen standörtlichen Voraussetzungen und Vegetationstypen untersucht. Zur Erfassung des Raum-Zeit-Verhaltens wurden in beiden Flächen Rothirsche beider Geschlechter mit GPS-Halsbandsendern versehen (Abb. 1).



Abb. 1: Rothirsch mit GPS-Sender im Juli 2015.

Zusätzlich wurden in den von den Tieren vorrangig frequentierten Bereichen die vorhandenen Vegetationsgesellschaften erfasst. Deren Artenzusammensetzung, räumliche Verteilung und jahreszeitlicher Zustand sind bestimmende Größen für die Nahrungsattraktivität. In Anbetracht der nur begrenzten Zugänglichkeit der Aufnahmeflächen

sollen Satelliten- und Drohnen-gestützte multispektrale Fernerkundungsdaten genutzt werden, um flächenhafte Vegetationsinformationen mit regelmäßiger Wiederkehr zu generieren.

Darüber hinaus werden in zwei verschiedenen Vegetationsgesellschaften (Europäische Heiden und Flachlandmähwiesen) auf insgesamt 10 Testflächen mehrmals in der Vegetationsperiode die Fraßeinwirkung auf die Vegetation sowie Wechselwirkungen zusätzlicher Pflegemaßnahmen (Feuer, Mahd) mit der Beweidung durch Rothirsche untersucht (Abb.2).



Abb. 2: Ein Rudel Rothirsche auf einer der Versuchsflächen im März 2016.

Ergebnisse

Da sich das Projekt zurzeit in der Phase der Datenaufnahmen befindet, sind noch keine belastbaren Ergebnisse verfügbar, jedoch erste Tendenzen erkennbar. Bis zum April 2016 wurden 33 Tiere besendert. Bisher erreichten acht der weiblichen Tiere eine Senderlaufzeit von mehr als zehn Monaten (Stichtag 8.6.2016). Die bisher genutzten Streifgebietsflächen liegen im Mittel bei 320 ha (Local-Convex-Hull / LoCoH) auf Basis von 95% der vorliegenden Ortungen. Vorrangig genutzt wurden hingegen nur rund 59 ha (50% der Ortungen, Anteil mit der höchsten Dichte). Die Dimension der Lebensraumnutzung entspricht damit der auf Basis einer vorausgegangenen Studie zu erwartenden Größenordnung (vgl. MEIßNER et al. 2013). Anders als in der regulär genutzten Kulturlandschaft präferieren die besenderten Tiere auf dem Truppenübungsplatz stark die offenen Bereiche des Lebensraumes. Im Mittel entfallen nur ca. 35% der Ortungen auf Waldflächen. Ein Grund hierfür ist neben der weitgehenden Störungsfreiheit ein dem jahreszeitlichen Energiebedarf entsprechendes Nahrungsangebot, das durch Pflegemaßnahmen im Offenland in Form von Mähen, Mulchen oder Brennen (kontrolliert oder aufgrund militärischer Aktivität) gefördert wird. Sie haben nicht nur Einfluss auf die Vegetationseigenschaften, sondern erhöhen auch die Attraktivität der Nahrungsflächen. Insbesondere die Mahd der Wiesen fördert das Nachwachsen der Vegetation (Abb. 3) und verbessert damit das Futterangebot.

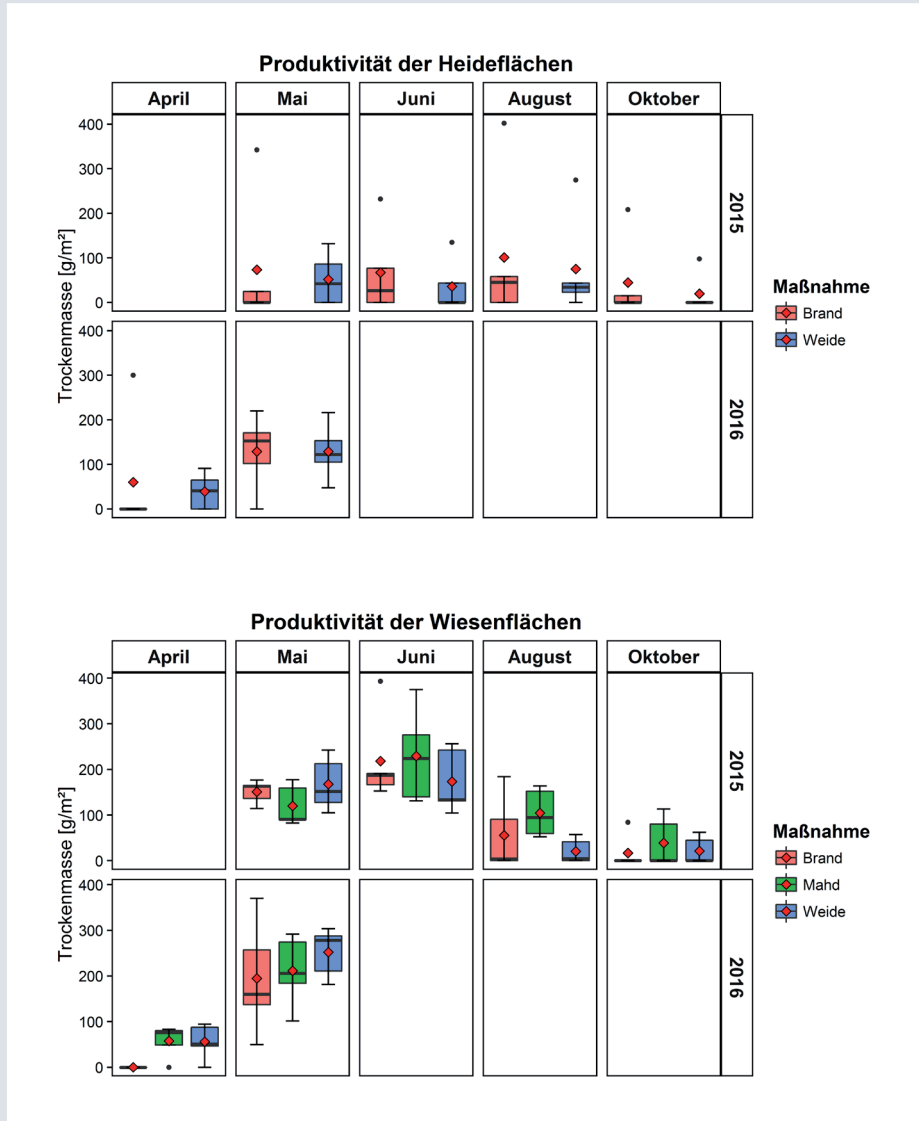


Abb. 3: Zuwachs an pflanzlicher Biomasse auf Versuchsflächen in den Vegetationstypen Europäische Heiden und Flachlandmähwiesen zwischen den einzelnen Aufnahmetermi-
nen.

Außerdem verbessert sich im neuen Aufwuchs die Futterqualität im Vergleich zu nicht gemähten Flächen (z.B. durch einen höheren Rohproteingehalt, siehe Abb. 4). Die erhöhte Quantität und Qualität des Nahrungsangebots führt zu einer gesteigerten Beweidung durch die Hirsche. Die Nahrungsqualität ab August ist gerade für die weiblichen Tiere von besonderer Bedeutung, da sie mit nachlassender Laktation Reserven für den Winter aufbauen können. Im Zuge der täglichen oder jahreszeitlichen Veränderungen der Lebensraumnutzung werden jedoch auch andere Bereiche und Vegetationsgesellschaften frequentiert. So weisen die ersten Ergebnisse darauf hin, dass die Versuchsflächen im Lebensraumtyp Europäische Heide nur im Winter intensiv beweidet werden.

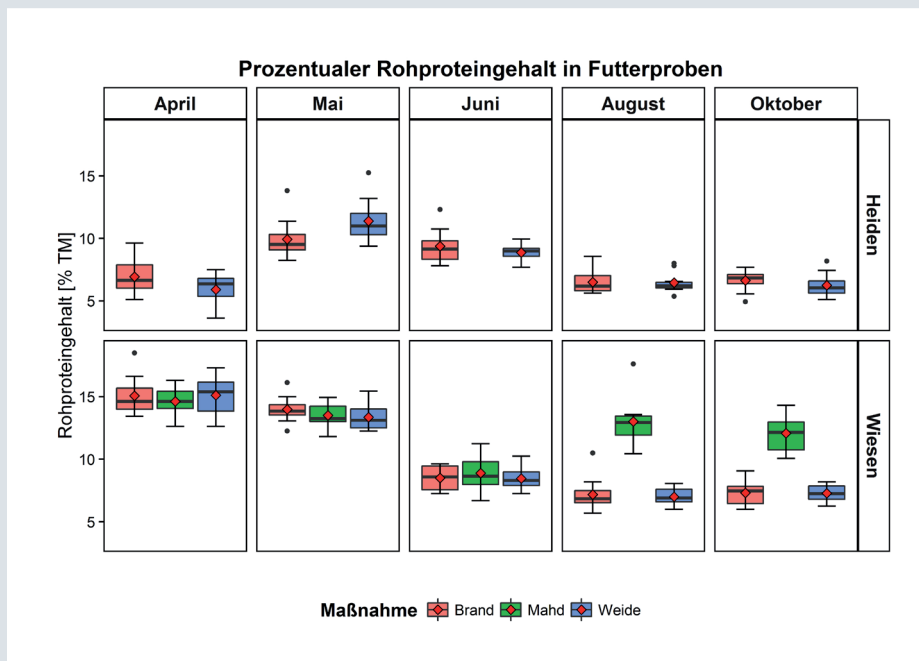


Abb.4: Prozentualer Rohproteingehalt an der Trockenmasse (TM) der bei jedem Aufnahmeterrn in 2015 in beiden Vegetationsgesellschaften gewonnenen Futterproben.

Der Rohproteingehalt der Heidevegetation entspricht zum Ende der Vegetationsperiode dem der nicht jährlich gemähten jedoch intensiv beweideten Versuchsfächen der Flachlandmähwiesen. Heidevegetation ist damit im Winter vergleichsweise attraktiv. Rothirsche nutzen die vorhandenen Vegetationstypen zu unterschiedlichen Jahreszeiten. Die bisherigen Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine Beweidung mit freilebenden Rothirschen durch steuernde Pflegemaßnahmen räumlich gelenkt und im Jahresverlauf ein großräumiger Beweidungseffekt erreicht werden kann.

(Geplante) Verwertung

Das Vorgehen liefert eine umfangreiche Datengrundlage zu Habitatnutzung und Habitatgestaltung von Rothirschen im Offenland und erlaubt so eine umfassende Analyse und Bewertung des Beweidungssystems sowie ergänzender Steuerungsinstrumente. Abschließend sollen konkrete Handlungsempfehlungen erarbeitet und bei entsprechender Ergebnislage ein konzeptioneller Rahmen für die praktische Umsetzung in anderen Lebensräumen entwickelt werden.

Quellenverzeichnis

MEISNER, M., REINECKE, H. & HERZOG, S. (2013): Vom Wald ins Offenland – der Rothirsch auf dem Truppenübungsplatz Grafenwöhr: Raum-Zeit-Verhalten, Lebensraumnutzung, Management. Verlag Frank Forçaon, Ahnatal, 151 S., ISBN 978-3-940232-07-6.

Sektion 7: Verbesserung der gesellschaftlichen Akzeptanz für die Tierhaltung

„Community Supported Agriculture: Entwicklung von innovativen Konzepten zur Verbesserung der gesellschaftlichen Verankerung der modernen Tierproduktion“

“Community Supported Agriculture: Development of an Innovative Concept for an Improved Social Acceptance of Modern Livestock Farming”

Projektlaufzeit

01.03.2015 bis 28.02.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Ludwig Theuvsen
Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung –
Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness,
Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Verbreitung von Konzepten einer „Community Supported Agriculture“ (CSA) empirisch zu untersuchen sowie innovative CSA-Ansätze zu entwickeln, die a) der Gesellschaft die Möglichkeit geben, sich aktiv der Landwirtschaft anzunähern und ihre Produktionsverfahren kennenzulernen, b) den landwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bedingungen in Deutschland Rechnung tragen und c) für das gesellschaftlich besonders umstrittene Feld der Nutztierhaltung geeignet sind. Das Vorhaben leistet damit einen Beitrag zu einer sozial nachhaltigen, mit weniger

gesellschaftlichen Konflikten konfrontierten Nutztierhaltung und verbessert das soziale Umfeld im ländlichen Raum. Mit CSA wird eine innovative Handlungsoption präsentiert, die ggf. durch geeignete (agrar-)politische Maßnahmen zu begleiten ist.

Realisierung

Abbildung 1 zeigt die Grundstruktur des Projektes. Die im Arbeitspaket (AP) 1 veranschlagte Entwicklung eines konzeptionellen Rahmens zur Beschreibung der verschiedenen Formen von CSA ist abgeschlossen. Die empirische Vermessung von CSA in Deutschland und anderen Ländern (AP 2) ist nahezu abgeschlossen. Die vorbereitende Literaturanalyse sowie die Konzipierung einer Erhebung zur Verbreitung und Erscheinungsform von CSA in Deutschland wurden bereits durchgeführt. Die Durchführung und Auswertung der Ergebnisse der empirischen Erhebung folgen im Laufe der kommenden Monate. AP 3, die Analyse der Rahmenbedingungen von CSA in Deutschland, wurde mit der Identifikation der strukturellen und standörtlichen Voraussetzungen für CSA begonnen.

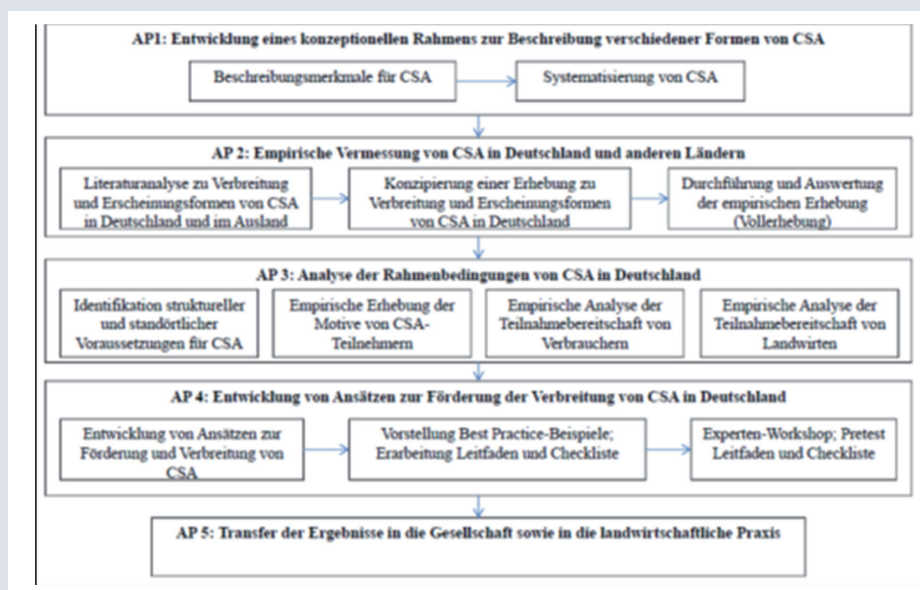


Abb. 1: Projektgrundstruktur

Ergebnisse

Deutschlandweit sind Alternative Lebensmittelnetzwerke wie CSA, Urban Farming und ähnliche Graswurzelbewegungen in unterschiedlichen Erscheinungsformen verbreitet. Die Beteiligung von Verbrauchern am physischen Ertrag der landwirtschaftlichen bzw. gärtnerischen Produktion eint die Konzepte. Der Umfang der Beteiligung der Verbraucher an der Finanzierung, Organisation und Durchführung der landwirtschaftlichen bzw. gärtnerischen Tätigkeiten kann als Unterscheidungsmerkmal herangezogen werden.

Die Unterscheidung verschiedener Alternativer Lebensmittelnetzwerke kann anhand des Integrationsgrades der Konsumenten in die Produktion sowie die Zweckgebundenheit der Zahlungen, die entweder für ein definiertes Produkt oder zur Finanzierung der gesamten Produktion geleistet werden, erfolgen. Abbildung 2 zeigt die schematische Abgrenzung verschiedener Alternativer Lebensmittelnetzwerke.

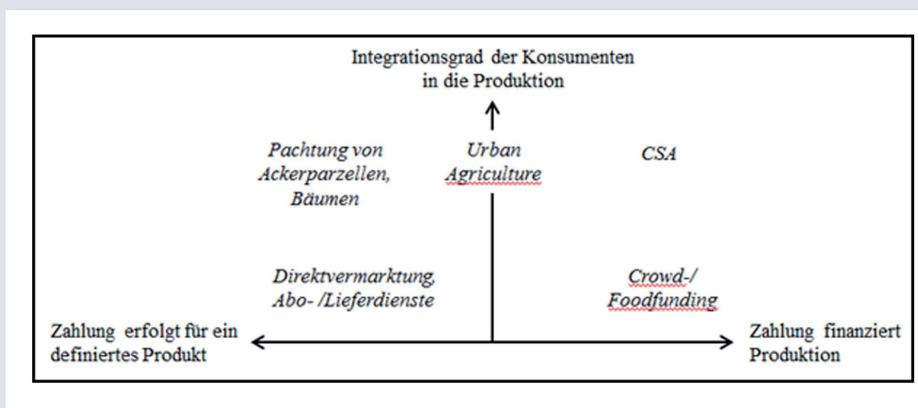


Abb. 2: Abgrenzung verschiedener Alternativer Lebensmittelnetzwerke

Nach bisherigen Untersuchungen existieren in Deutschland etwa 145 Initiativen, die dem CSA-Konzept zugerechnet werden können. Einen genaueren Einblick in die gegenwärtige Verbreitung des CSA-Konzeptes und insbesondere die Ausgestaltung derselbigen werden im Laufe des kommenden Jahres durch die empirische Vermessung von CSA erwartet.

(Geplante) Verwertung

Das Projektthema zeichnet sich durch eine hohe Aktualität aus; zudem sind die wissenschaftlichen Erkenntnisse zur CSA in Deutschland bislang äußerst gering. Mit diesem Projekt kann daher ein wesentlicher Beitrag zur wissenschaftlichen Bearbeitung eines bisher kaum untersuchten Themenfeldes gewährleistet werden. Im wissenschaftlichen Austausch im Rahmen der besuchten Tagungen konnte die Relevanz des Themenbereiches sowohl für die Agrarwissenschaften als auch für die Sozialpsychologie bestätigt werden.

Das Forschungsvorhaben ist auf die Entwicklung und Umsetzung von Konzepten zur Förderung der Teilnahmebereitschaft von Landwirten und Verbrauchern in Deutschland an CSA-Projekten ausgerichtet. Durch Workshops mit Landwirten, landwirtschaftlichen Beratern sowie gesellschaftlichen Multiplikatoren wie Journalisten oder Bloggern werden die Ergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis und die Gesellschaft transferiert. Ein Leitfaden sowie Checklisten werden entwickelt, um Landwirten, deren Beratern sowie interessierten Verbrauchern Hilfestellung bei der Entwicklung, Implementierung und öffentlichkeitswirksamen Kommunikation von CSA-Konzepten zu bieten. Das Projekt leistet daher einen wichtigen Beitrag zur Wahrung und Verbesserung der gesellschaftlichen Akzeptanz der Landwirtschaft.

„SocialLab – Nutztierhaltung im Spiegel der Gesellschaft (SocialLab)“**“SocialLab – Society’s perception of animal husbandry (SocialLab)”****Projektlaufzeit**

01.03.2015 bis 30.04.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Inken Christoph-Schulz
Thünen-Institut für Marktanalyse
Braunschweig

Verbundpartner

Prof. Dr. Marcus Mergenthaler
Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft
Soest

Prof. Dr. Peter Kenning
Heinrich-Heine-Universität, Lehrstuhl für BWL, insb. Marketing
Düsseldorf

Prof. Dr. Jörg Luy
Privates Forschungs- und Beratungsinstitut für angewandte Ethik
und Tierschutz INSTET gGmbH
Berlin

Prof. Dr. Monika Hartmann
Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn, Professur
für Marktforschung der Agrar- und Ernährungswirtschaft
Bonn

Prof. Dr. Jutta Roosen
Technische Universität München, Professur für Marketing
und Konsumforschung
Freising

Prof. Dr. Achim Spiller
Georg-August-Universität Göttingen, Department für Agrarökonomie und
Rurale Entwicklung, Abteilung Marketing für Lebensmittel
und Agrarprodukte
Göttingen

Assoziierter Partner
Prof. Dr. Lucia Reisch
Zeppelin-Universität, Gastprofessur für Konsumverhalten
und Verbraucherpolitik
Friedrichshafen

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Projektes ist, die gesellschaftliche Kritik gegenüber der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung differenziert zu analysieren. Außerdem sollen Wege aufgezeigt werden, wie die Nutztierhaltung aus Sicht unterschiedlicher gesellschaftlicher Gruppen (Verbraucher, Bürger, Landwirte, Handel, NGOs) langfristig verbessert werden kann.

Während der Projektlaufzeit kann die Kluft zwischen den verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen nicht geschlossen werden. Im Rahmen des Projektes soll jedoch das Fundament für eine Nutztierhaltung, die von den unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen (besser) akzeptiert wird, bereitet werden.

Realisierung

Das Projekt besteht aus zwölf Teilprojekten und untersucht folgende Fragestellungen:

- » Welche grundlegenden Wirkungszusammenhänge führen zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Tierhaltungsverfahren?
- » Wie kann die gesellschaftliche Wahrnehmung der Nutztierhaltung am Beispiel der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung beschrieben werden und welche Ansprüche an moderne Tierhaltungsverfahren hat die Gesellschaft?
- » Wie positionieren sich unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen (Verbraucher, Landwirte), wenn sie aufeinander treffen und gemeinsam diskutieren?
- » Wie stellen Medien und NGOs die landwirtschaftliche Nutztierhaltung dar?
- » Wie wirken unterschiedliche Darstellungsvarianten der Tierhaltungsverfahren auf die Wahrnehmung (Priming und Framing)?

- » Wie kann die Vertrauenswürdigkeit von Organisationen erklärt werden?
- » Welche Möglichkeiten und Grenzen bieten Label als Verbraucherinformation?
- » Wie bewerten Landwirte die Tierschutzstandards und gibt es Diskrepanzen zwischen geäußelter Einstellung und Verhalten (Attitude Behavior Gap)?
- » Wie bewertet der Handel die Tierschutzstandards und welche Anreize für den Absatz von Produkten mit höheren Tierschutzstandards bestehen?
- » Welche Kaufmotive und Zahlungsbereitschaft gibt es für Produkte, die mithilfe höherer Tierschutzstandards erzeugt werden?
- » Welche Zielkonflikte bestehen hinsichtlich der Ansprüche von Verbrauchern und Gesellschaft an die Nutztierhaltung, und wie kann mit diesen Zielkonflikten umgegangen werden?
- » Wie bewerten die unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen konkrete Beispiele innovativer Tierhaltungsverfahren?

Aufgrund der Komplexität des Themas finden jeweils unterschiedliche Methoden Anwendung. Dabei stellen Gruppendiskussionen oder Einzelinterviews häufig den ersten Schritt dar. Sie liefern tiefgehende Erkenntnisse, da die beteiligten Personen intensiv nach ihren Ansichten befragt und die dahinterliegenden Motive identifiziert werden können. Basierend auf den dabei erlangten Erkenntnissen werden schriftliche Befragungen durchgeführt. Ziel ist hier, mithilfe unterschiedlichster Analysen Rückschlüsse auf die deutsche Gesellschaft oder auch die Landwirte zu ziehen sowie spezifische Gruppen zu identifizieren. In anderen Arbeitspaketen werden z. B. Einkaufsdaten analysiert oder Experimente durchgeführt. Außerdem finden sowohl Medien- und Inhaltsanalysen als auch bildgebende Verfahren Anwendung. Letztere messen Veränderungen in der Sauerstoffsättigung des Blutes in bestimmten Gehirnregionen und lassen Rückschlüsse auf deren Aktivität während bestimmter kognitiver Aktivitäten zu.

Um keine relevanten Aspekte zu vernachlässigen und den Kontakt zur landwirtschaftlichen Praxis wie auch zu gesellschaftlichen Gruppen zu vertiefen, begleitet ein Expertenbeirat das Projekt. In diesem Beirat kommen berufsständische landwirtschaftliche Interessenvertretungen, der Einzelhandel, NGOs sowie Vertreter des BMEL zu Wort.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse werden in Kürze vorliegen.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse sollen helfen, sowohl die Aktivitäten der Marktteilnehmer als auch die Gestaltungsmaßnahmen der Politik entsprechend auszurichten und Spannungen zwischen den verschiedenen Akteuren spürbar zu reduzieren.

Neben dem direkten Nutzen, den andere Fachkonsortien durch das Feedback zur gesellschaftlichen Wahrnehmung ihrer Forschungsansätze erhalten, werden Wissenschaft und Politik mit einem gemeinsamen Bericht zur „Gesellschaftlichen Wahrnehmung der deutschen Nutztierhaltung“ über den Zustand der gesellschaftlichen Wahrnehmung der Nutztierhaltung informiert. Dieser Bericht soll erstmals im Laufe des Projektes veröffentlicht werden und könnte nach einigen Jahren wiederholt werden, um eventuelle Veränderungen der Wahrnehmungen, Einstellungen etc. gegenüber der Nutztierhaltung im Zeitablauf aufzuzeigen. Sämtliche Forschungsergebnisse werden überdies in Form von Publikationen und durch Präsentationen auf Konferenzen, Fachtagungen etc. vorgestellt. Aufgrund des interdisziplinären und umfassenden Ansatzes bietet das Vorhaben zum einen eine fundierte Grundlage für die Konzeption künftiger Forschungsansätze bzw. Forschungsförderinstrumente, zum anderen aber auch die Basis für Politikoptionen.

Handel und Produzenten profitieren durch die veröffentlichten Ergebnisse ebenso wie durch ihre Einbeziehung in den wissenschaftlichen Beirat und die Einbindung in den Diskussionsprozess. Sie sind dadurch besser in der Lage, auf die Wünsche und Erwartungen der gesellschaftlichen Gruppen einzugehen, lernen Vorurteile sowie Argumentationen dieser Gruppen kennen und können neue zielgruppenspezifische Produkte oder Haltungsbedingungen etablieren. Dadurch profitiert auch der Verbraucher, da es ihm ermöglicht wird, Produkte zu erwerben, die gemäß seinen Erwartungen erzeugt wurden. Außerdem profitiert er durch zielgruppenspezifische Informationen.

Unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen profitieren durch die gleichberechtigte Einbeziehung ihrer Interessenvertretungen. Dadurch können die unterschiedlichen Wünsche, Erwartungen etc. besser in den wissenschaftlichen und den unternehmerischen Forschungsprozess integriert werden.

**„Implementierung eines „Praxis-Campus nachhaltige Nutztierhaltung“
am Landwirtschaftlichen Bildungszentrum Echem„**

**“Implementation of a “practice-campus sustainable livestock husbandry”
on the agricultural educational center Echem”**

Projektlaufzeit

01.10.2014 bis 30.09.2018

Projektkoordinator, Institution

Martina Wojahn
Landwirtschaftliches Bildungszentrum Echem der Landwirtschaftskammer
Echem, Niedersachsen

Kurzfassung

Projektziel

Das Landwirtschaftliche Bildungszentrum (LBZ) Echem der Landwirtschaftskammer Niedersachsen bietet einwöchige Lehrgänge zur Rinder- und Schweinehaltung im Rahmen der überbetrieblichen Ausbildung für Auszubildende im Beruf Landwirt/in an. Zudem führt es zahlreiche Weiterbildungen für Landwirte im Fachgebiet Tierhaltung durch. Ein drittes Aufgabengebiet des Bildungszentrums ist die Verbraucherbildung und Öffentlichkeitsarbeit zu moderner Landwirtschaft.

Die Implementierung des „Praxis-Campus nachhaltige Nutztierhaltung“ im LBZ hat zum Ziel, landwirtschaftliche Unternehmen für eine artgerechtere Nutztierhaltung zu sensibilisieren und ihnen Kenntnisse und Fähigkeiten für tiergerechteres Management auf dem eigenen Betrieb zu vermitteln. Zum anderen sollen Verbraucher zielgruppenorientiert über landwirtschaftliche Wirtschaftsweisen informiert werden. Die gesellschaftliche Akzeptanz für die Nutztierhaltung zu verbessern sowie die Nachfrage nach Produkten mit besonderen Tierschutzlabeln zu verstärken, ist ebenfalls Ziel des Praxis-Campus.

Realisierung

Die Umsetzung des Projektes wird durch mehrere Projektbausteine gesichert:

- » Errichtung von Besucherplattformen und überdachten Besuchergängen in den Lehrwerkstätten Rind und Schwein
- » Einrichtung eines bundesweiten Arbeitskreises „Tierwohl“, besetzt mit Vertretern anderer landwirtschaftlicher Bildungsinstitutionen

- » Erarbeitung eines neuen didaktischen Ansatzes zur Vermittlung von Tierwohlaspekten in Zusammenarbeit mit dem AK Tierwohl. Pilothafte Umsetzung in der Überbetrieblichen Ausbildung als Teil der Ausbildung zum Landwirt/zur Landwirtin.
- » Entwicklung eines Besucherlenkungssystems/Lehrpfades für landwirtschaftliche Betriebe am Beispiel des LBZ-Praxisbetriebes
- » Umgestaltung eines leerstehenden Raumes zu einer „Kreativwerkstatt Landwirtschaft“ für die Arbeit mit Kindern und Jugendlichen
- » Konzeption neuer Bildungsangebote in den Schwerpunkten landnutzungsbezogene „Berufsgruppen“, „Verbraucher“ und „Landwirte“, Abstimmung im AK Tierwohl
- » Erarbeitung eines Leitfadens zur Konzeption von Bildungsangeboten zur Thematik Tierwohl
- » Evaluierung der durchgeführten Pilotprojekte und ggf. Anpassung

Ergebnisse

Besucherplattformen und Besuchergänge

Im Rahmen der Modernisierung und Erweiterung der Lehrwerkstätten Rind und Schwein wurden Besuchergänge und Besucherräume gebaut, die genutzt werden, um Gästen direkte Einblicke in die tierische Produktion zu ermöglichen.



Abb. 1: Schüler blicken in Abferkelabteil

Arbeitskreis Tierwohl

Dieser Arbeitskreis hat seine Arbeit im Herbst 2015 mit der Gründung einer Lenkungsgruppe aufgenommen. Vertreten sind Mitarbeiter der Landesanstalt für Schweinezucht Boxberg, Baden-Württemberg, des Haus Düsse, Nordrhein-Westfalen und des LBZ Echem, Niedersachsen. Bei einem ersten Treffen im November 2015 in Echem standen die Klärung von Definitionen im Themenkomplex Tierwohl und Tiergerechtigkeit im Vordergrund. Zudem wurden inhaltliche Schwerpunkte zukünftiger Weiterbildungen der Ausbilder an den Lehranstalten zum Tierwohl erarbeitet.

Überarbeitung der Unterrichtsinhalte in der überbetrieblichen Ausbildung zum Thema Schweinehaltung

Zur Etablierung der Überbetrieblichen Ausbildung zum Thema Schweinehaltung erstellte das LBZ unter maßgeblicher Mitwirkung des Praxis-Campus neue Unterrichtspläne, in denen das Thema Tierwohl in besonderem Maße berücksichtigt wurde. Die erste praktische Ausbildungseinheit der Lehrgangswache beschäftigt sich nun vordergründig mit dem natürlichen Tierverhalten, der Sensibilisierung für Tiersignale und dem tiergerechten Umgang mit Schweinen.



Abb. 2: richtiger Umgang mit Schweinen

Besucherlenkungssystem

Um Besuchergruppen verschiedenen Alters Informationen zur Tierhaltung mit einem Schwerpunkt auf Tierwohlfragen zu vermitteln, wird ein Lehrpfad auf dem Betriebsgelände erstellt und durch eine Broschüre ergänzt. Die grafische Gestaltung der Schautafeln sowie ein ansprechendes Layout wurden bereits entwickelt. Darüber hinaus produziert der Praxis-Campus elf Kurzfilme zur Veranschaulichung moderner Tierhaltung.

Erste Drehbücher sind bereits abgestimmt. Die Fertigstellung des gesamten Besucherlenkungssystems ist für Ende 2016 vorgesehen.

Bildungsangebote für Kinder und Erwachsene

Bestehende Bildungsangebote, Führungen und Events werden im Hinblick auf die Ziele des Praxis-Campus weiterentwickelt. Zudem werden neue Angebote für Kinder, Jugendliche und Erwachsene konzipiert, beispielsweise Angebote für Kitas, oder Projektstage für die 8.-10. Klasse zum Thema artgerechte Nutztierhaltung.



Abb. 3: Bildungsangebot für Grundschüler

Kreativ-Werkstatt Landwirtschaft

Ein bestehendes Gebäude wird zu einem Multifunktionsraum umgebaut, in dem auch eine Kreativwerkstatt Landwirtschaft untergebracht sein wird. Hier sollen mit Kindergruppen pädagogische Einheiten zum Thema Tierhaltung durchgeführt werden.

(Geplante) Verwertung

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Das Projekt ist während der Projektlaufzeit nicht auf die Erzielung monetärer Erlöse ausgerichtet. Aus der Durchführung der in der Projektphase erarbeiteten Bildungsangebote sollen anschließend Einnahmen generiert werden.

Die im Rahmen des Praxis-Campus durchgeführte Bildungsarbeit wird außerdem langfristig dazu führen, dass Landwirte die Nutztierhaltung tierwohlorientierter ausrichten und somit die gesellschaftliche Akzeptanz für die Tierhaltung steigern kann. Damit werden auch aus ökonomischer Sicht Sicherheiten für landwirtschaftliche Betriebe geschaffen.

Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Die Ergebnisse werden einer breiten Öffentlichkeit, aber insbesondere auch den entsprechenden und vergleichbaren Bildungsträgern deutschlandweit angeboten und verfügbar gemacht.

Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Die Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Institutionen (Hochschulen, Forschungsinstitute) wird über den Projektverlauf auf- und ausgebaut. Die im Projekt geschaffenen Grundlagen sollen nach Abschluss fortgeführt, die geweckte Nachfrage nach Bildungsangeboten und Öffentlichkeitsarbeit soll weiterhin gedeckt werden.

„AniFair – ein Tool zur Bewertung der Tiergerechtheit mit der Multi-Criteria-Analyse“

“Development of an assessment tool based on the multicriteria analysis for the evaluation of animal welfare (AniFair)”

Projektlaufzeit

01.04.2015 bis 31.05.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Joachim Krieter (Projektleitung)
 Institut für Tierzucht und Tierhaltung, CAU Kiel
 Kiel

Verbundpartner

Prof. Dr. Dr. Christian Henning
 Institut für Agrarökonomie, CAU Kiel
 Kiel

Kurzfassung

Projektziel

Tierwohl ist in den letzten Jahren Gegenstand einer sehr emotional geführten öffentlichen und politischen Diskussion geworden. Um diese Diskussion zu objektivieren, ist es ein wissenschaftliches Anliegen geworden, eine objektive Erfassung zu realisieren. Hierzu wurden bereits verschiedene Methoden entwickelt, welche insbesondere darauf fokussiert waren, zuverlässige und praktikable Indikatoren zu identifizieren. Im Sinne einer objektiven Erfassung und Vergleichbarkeit zwischen Betrieben und insbesondere für Fernziele wie Zertifizierungsprogramme ist es aber nötig, die einzelnen Indikatoren zu einem allgemeinen Bewertungsscore zusammenzufassen. Die Welfare Quality® Tierwohlbeurteilungsprotokolle nutzen dazu erstmalig Methoden der Multi-Criteria Analyse (MCA-Methoden). Dies ist als besonders vielversprechend anzusehen, da die speziellen Herausforderungen einer Tierwohlbeurteilung, wie verschiedene Messskalen der Indikatoren, die sinnvolle Gewichtung der verschiedenen Indikatoren und Wechselwirkungen (Kompensation) zwischen den Indikatoren, kontrolliert werden können. Allerdings wurde die Aggregation zu einem Gesamtscore von Welfare Quality® stark kritisiert, da nur die Meinung sehr weniger Experten für die Gewichtungsentscheidung herangezogen wurde. Außerdem sind die angewendeten Methoden teilweise undurchsichtig und nicht logisch nachvollziehbar und insbesondere unflexibel, d.h. starr, auf die veröffentlichten Welfare Quality® Protokolle abgestimmt. Um das Aggregationssystem zu nutzen, ist eine Änderung der Protokolle somit nicht möglich. Dass eine solche Änderung aber

notwendig ist, konnte in Studien gezeigt werden, die belegen, dass einige der enthaltenen Indikatoren nicht zuverlässig erfasst werden können und somit eine Abänderung und Anpassung bestehender bzw. teilweise auch die Einbeziehung besser geeigneter Indikatoren notwendig ist. Ziel des Projekts ist es daher, ein flexibles und nachvollziehbares Aggregationssystem zu entwickeln, welches das Potential hat, einen breiten Anwenderkreis zu finden und so die Lücke im Sinne der objektiven Tierwohlerfassung zu schließen.

Realisierung

Im Arbeitspaket 1 werden die gesellschaftliche Präferenzen und die gesellschaftliche Akzeptanz von Tierhaltungssystemen empirisch für unterschiedliche Gesellschaftsgruppen ermittelt und analysiert. Zentral ist dabei die empirische Schätzung von politischen Beliefs, d.h. naiven Vorstellungen individueller Gesellschaftsmitglieder, wie spezielle Komponenten der Tierhaltung auf das Tierwohlbefinden wirken (z.B. Dimensionen wie Stallbau, Fütterung, Tiergesundheitsaspekte). Die ermittelten politischen Beliefs sind dabei auch zentraler Input für das zweite Arbeitspaket. Entscheidungen für die Multi-Criteria Analyse werden so nicht auf Basis weniger Expertenmeinungen getroffen, was sich positiv auf die Akzeptanz auswirken wird. Im zweiten Arbeitspaket wird auf Basis der Ergebnisse des ersten Arbeitspaketes ein flexibles Aggregationstool entwickelt, welches dem breiten Anwenderkreis zur Verfügung stehen wird.

Ergebnisse

Die im Welfare Quality® Animal Welfare Assessment Protokoll für Mastschweine (AWAP) genutzten Aggregationsverfahren wurden nachvollzogen und modellhaft auf Datenmaterial, welches aus eigenen Vorarbeiten des durch das BMEL finanzierten Projekts „Aufbau eines marktgerechten Tierwohlprogramms in der Schweinefleischkette“ (FKZ: 2816806711) zur Verfügung standen, angewendet. Dabei stellte sich heraus, dass einige der im AWAP genutzten Formeln fehlerhaft sind und demzufolge Überarbeitung benötigen. Eine detaillierte Überprüfung, wie die Gesamtauswertung im AWAP entwickelt wurde, zeigte Schwachstellen auf, was besonders interessant für die Entwicklung des eigenen Aggregationssystems ist, um diese Fehlerquellen zu umgehen. Andererseits konnten so auch geeignete und gute Methoden identifiziert werden, welche im vorliegenden Projekt übernommen werden können.

In einer ersten Studie zur Anwendung von MCA-Methoden wurde mit kovarianzbasierten Strukturgleichungsmodellen die Bedeutung der Indikatoren des AWAP für die Gesamtbeurteilung des Tierwohls untersucht. Hierbei stellte sich heraus, dass die Anforderung der Einfachwertung der Indikatoren weder auf der Ebene der Subkriterien noch auf der Ebene der Hauptkriterien erfüllt ist. Dies zeigt, dass die im AWAP angewendeten MCA-Methoden nicht fehlerfrei sind und der dringenden Überarbeitung bedürfen und eine entsprechende Anpassung der Methoden für ein Aggregationssystem notwendig ist.

Im nächsten Schritt wird die Umsetzung in das zu entwickelnde Aggregationssystem erfolgen.

(Geplante) Verwertung

Die neu gewonnenen Erkenntnisse über die MCA-Methoden wurden bereits auf andere Fragestellungen im Bereich Tierhaltung übertragen. So wurde beispielsweise im Rahmen eines anderen Projekts mit Hilfe des Softwareprogramms „SmartPLS“ überprüft, inwiefern sich bestimmte Verhaltenstests eignen, um auf die Muttereigenschaften von Sauen zurückzuschließen.

Die Erkenntnisse in Bezug auf das AWAP sind von großem wissenschaftlichem Interesse, da Ziel des AWAP eine stetige Weiterentwicklung und Verbesserung des Systems ist. Die in diesem Projekt bereits gewonnenen Erkenntnisse tragen direkt dazu bei. Gesamtziel des Projekts ist es, ein flexibles Softwaretool (AniFair) für die Aggregation der Messgrößen zu entwickeln, das unabhängig vom eigentlichen Beurteilungssystem eine konsistente Beurteilung des Tierwohls ermöglicht.

Nach den Bekanntmachungen ist mit einem breiten Anwenderkreis zu rechnen (z.B. Auswahl von landwirtschaftlichen Betrieben in Tierwohlprogrammen, Entscheidungshilfen bei der öffentlichen Investitionsförderung, Schulungsmaßnahmen, Zertifizierungsprogramme).

Sektion 8: Fischerei und Aquakultur

„Überwindung der Schwierigkeiten bei der Nachzucht des Europäischen Aals (AalPro)“

“Overcoming the difficulties of European eel reproduction (AalPro)”

Projektlaufzeit

01.02.2014 bis 31.01.2017

Projektkoordinator, Institution

PD Dr. Reinhold Hanel

Thünen-Institut für Fischereiökologie, Hamburg

Verbundpartner

Prof. Dr. Myron Peck

Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Universität Hamburg

Dr. Sebastian Lippemeier

BlueBioTech GmbH, Büsum

Andreas Spranger

Kunststoff-Spranger GmbH, Plauen

Kurzfassung

Projektziel

Der Europäische Aal (*Anguilla anguilla*) wird als gefährdet eingestuft und die aktuelle Nutzung des Bestandes gilt als nicht nachhaltig. Trotz jahrelanger Bemühungen ist es bis heute nicht möglich, den Europäischen Aal in Gefangenschaft zu vermehren. Die Aalproduktion in Aquakultur beruht daher ausschließlich auf Wildfängen von Jungaalen und trägt nicht zu einer Reduzierung des Fischereidrucks bei. Die Entwicklung einer

erfolgreichen Methode zur künstlichen Reproduktion von Aalen kann dazu beitragen, den Wildbestand des Aals von einer fischereilichen Nutzung zu entlasten und damit die Wiederaufbaubemühungen des Bestandes zu unterstützen. Um das Erreichen zu können, müssen aber noch grundlegende Schwierigkeiten bei der Nachzucht von Aalen überwunden werden. Bei diesen Schwierigkeiten handelt es sich unter anderem um die verringerte Qualität der Eier von hormonell gereiften Aalen und damit einhergehend um geringen Befruchtungserfolg, hohe Eisterblichkeit und reduzierte Larvenqualität. Darüber hinaus wurde bis heute noch kein geeignetes Futtermittel für die Aallarven gefunden.

Ziel dieses Verbundprojektes ist es, die künstliche Vermehrung des Europäischen Aals in Deutschland voranzutreiben und ein Verfahren zur künstlichen Erbrütung und Aufzucht von Larven des Europäischen Aals zu entwickeln. Dabei sollen am Thünen-Institut für Fischereiökologie standardisierte Bedingungen zur Bereitstellung von fressfähigen Larven etabliert werden und in Kooperation mit dem Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg und der Firma BlueBioTech GmbH die Entwicklung von geeigneten Futtermitteln für Aallarven vorangetrieben werden.



Abb. 1: Laichreifes Aalweibchen mit reifem Männchen. Die Weibchen können Längen von über einem Meter erreichen, während die Männchen deutlich kleiner bleiben.

Realisierung

Der Reifungsprozess weiblicher und männlicher Aale wird durch die Gabe von Hormonen gesteuert. Zur Optimierung dieses Verfahrens werden die Auswirkungen unterschiedlicher Hormone auf den Reifungsprozess und die Eiqualität untersucht. Darüber hinaus werden verschiedene Befruchtungsmethoden erprobt und der Effekt unterschiedlicher Hälterungsbedingungen auf die Eientwicklung, den Schlupferfolg und das

Larvenüberleben untersucht. Die Arbeiten umfassen außerdem eine Optimierung der Hälterungsbedingungen für die Elterntiere. Die Hälterungseinrichtungen für Elterntiere, Eier und Larven werden in Zusammenarbeit mit der Firma Kunststoff-Spranger GmbH aus Plauen entwickelt und den Bedürfnissen entsprechend optimiert.

Als Futtermittel für die Aallarven soll im Rahmen dieses Projekts erstmals die Eignung von gelatinösem Plankton und künstlich hergestelltem Meeresschnee überprüft werden. Bei Meeresschnee handelt es sich um größtenteils abgestorbenes, konglomeriertes Material, das in allen Ozeanen zu finden ist. Untersuchungen an Aallarven aus dem Laichgebiet legen den Verdacht nahe, dass gelatinöses Plankton (allen voran Appendicularien) und Meeresschnee von zentraler Bedeutung für deren Ernährung ist. Durch die Aufzucht verschiedener Planktonorganismen im Labor und die Entwicklung von künstlichem Meeresschnee soll untersucht werden, ob sich dieses Material auch als Futter für Aallarven in Gefangenschaft eignet.

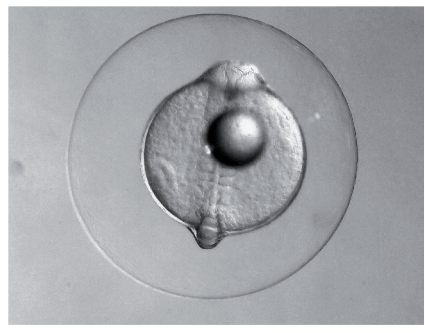


Abb. 2: 24 Stunden nach der Befruchtung ist der Embryo bereits gut zu erkennen.

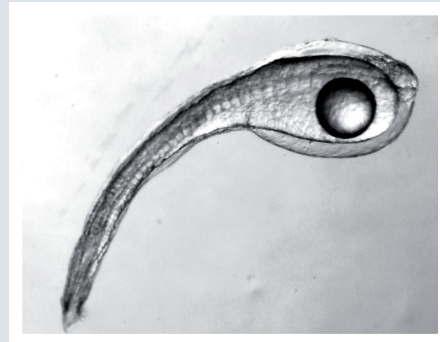


Abb. 3: Die Aallarven schlüpfen etwa 48 Stunden nach der Befruchtung.

Ergebnisse

Die Reifung der Aalweibchen und Aalmännchen wird erfolgreich durchgeführt. Der Anteil gereifter Weibchen konnte im bisherigen Projektverlauf von 47% auf 80% gesteigert werden und die Mortalität während des Reifungsprozesses auf unter 10% gesenkt werden. Der Befruchtungserfolg liegt aktuell bei 20% und auch der erfolgreiche Schlupf von Larven konnte bereits beobachtet werden. Deren maximal erreichte Überlebensdauer lag bisher bei 18 Tagen; zu diesem Zeitpunkt sind die Larven fressfähig und auf die Zugabe von Nahrung angewiesen. Die Zucht gelatinöser Planktonorganismen unter Laborbedingungen und die Herstellung von Meeresschnee wird erfolgreich durchgeführt und kontinuierlich verbessert.

(Geplante) Verwertung

Die in diesem Projekt erlangten Ergebnisse sollen in begutachteten wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht werden und als Basis für zukünftige, weiterführende Arbeiten in internationalen Kooperationen genutzt werden.

„Anpassung und Weiterentwicklung von innovativen, nicht-invasiven Monitoringsystemen und Auswerteverfahren für die Fischereiforschung (AutoMAT) – Neue, innovative Ansätze zur Rückverfolgbarkeit von Fisch und Fischereiprodukten“

“Development of an innovative non-invasive monitoring and evaluation process in the research of fishery (AutoMAT) – New and innovative approaches to improve traceability of fish and fisheries products”

Projektlaufzeit

01.07.2013 bis 31.12.2015

Projektkoordinator, Institution

PD Dr. Reinhold Hanel
Thünen-Institut für Fischereiökologie, Hamburg

Verbundpartner

Ute Schröder
Max Rubner-Institut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch,
Hamburg

Dr. Hermann Rüggeberg, Dr. Olav Grundmann
Impetus GmbH & Co. Bioscience KG, Bremerhaven

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Projektes war es, möglichst alle wirtschaftlich wichtigen Fischarten des Ostatlantiks vor Westafrika genetisch zu charakterisieren, um eine öffentliche Referenzdatenbank zu entwickeln. Mit einer solchen Datenbank lassen sich Fische und Fischereiprodukte durch einen genetischen Abgleich eindeutig ihrer Art und idealerweise auch Herkunft zuordnen. Sie dient somit der Rückverfolgbarkeit von Fischereiprodukten und liefert damit einen wichtigen Beitrag sowohl zur Eindämmung illegaler Fischerei als auch zum Verbraucherschutz.

Zudem sollte exemplarisch für den Gelbflossenthunfisch untersucht werden, inwieweit sich durch Genomvergleiche mittels eines Next-Generation-Sequencing-Verfahrens genetisch sehr ähnliche Bestände, vor allem von Wanderfischarten, besser als bisher voneinander unterscheiden lassen. Basierend auf den gewonnenen Daten soll zukünftig ein genetischer Test zur Herkunftsbestimmung entwickelt werden.

Realisierung

Die Probensammlung des Thünen-Instituts für Fischereiökologie, welche bereits vor Projektbeginn mehr als 300 Arten umfasste, wurde im Rahmen von Probenahme-Reisen nach Gambia, an die Elfenbeinküste und zu den Kapverden signifikant erweitert. Zusätzliche Proben wurden durch eine bilaterale Kooperation mit der Université Mohammed V in Rabat entlang der gesamten marokkanischen Atlantikküste gesammelt.

Jede Sequenz wurde vor Einstellen in die Datenbank eingehend auf Fehler überprüft, sowohl durch die Inspektion der Chromatogramme und den Abgleich mit bestehenden Datenbanken als auch den Ausschluss von Stop-Codons, Insertionen und Deletionen. Die Referenzdatenbank wird am Thünen-Institut gehostet und ist unter www.aquagene.org öffentlich zugänglich. Die Datenbank basiert auf Open Source Software, wodurch eine langfristige, anbieterunabhängige Betreuung gesichert ist. Ebenso ist auch eine beliebige Erweiterung der Datenbank auf andere Herkunftsregionen leicht realisierbar.

Die Next-Generation-Sequenzierung von Gelbflossenthunfischen (*Thunnus albacares*) erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis der Universität Oslo. Angestrebt wurden genomische Vergleiche von mindestens sechs Individuen aus drei Fanggebieten. Durch erfolgreiche internationale Kooperationen standen insgesamt jedoch 42 Individuen aus 8 Meeresregionen zur Verfügung. Durch Sequenzierung der Genome auf einer Illumina HiSeq 2500 Plattform konnte im Mittel eine 9-fache Abdeckung pro Basenposition über alle Proben erreicht werden. Insgesamt konnten mit den Daten ca. 37 Millionen SNPs identifiziert werden. Nach strikter Filterung blieben 3,8 Millionen SNPs zum Populationsvergleich.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 882 Individuen von 488 Arten aus 112 Familien bearbeitet. Für den Großteil der Arten wurden 2 oder mehr Individuen sequenziert.

Parallel dazu wurde auf Basis von CMS TYPO3 die öffentlich nutzbare Referenzdatenbank AquaGene (www.aquagene.org) entwickelt, die im März 2016 online geschaltet wurde (Abb. 1). Dafür wurde ein spezielles Paket von PHP-Extbase-Erweiterungen in Form des AquaGene-Managers konzipiert und entwickelt. Dieser beinhaltet neben der Server-seitigen Backend-Verwaltung der umfassenden Klassifikationsdaten und der Integration und Anpassung des verwendeten C++-Alignment-Algorithmus auf einem dezidierten Linux-Knoten zusätzlich die Ausgabemodule und HTML- und JavaScript-Templates für das darauf aufbauende Web-Portal. Die Datenbank enthält zu jeder Probe auch ein gesichertes Foto des entsprechenden Fisches sowie die Information zum Fanggebiet. Weiterführende Informationen lassen sich durch die Verlinkung mit Wikipedia.org, FishBase.org und Google-Bildersuche abrufen.

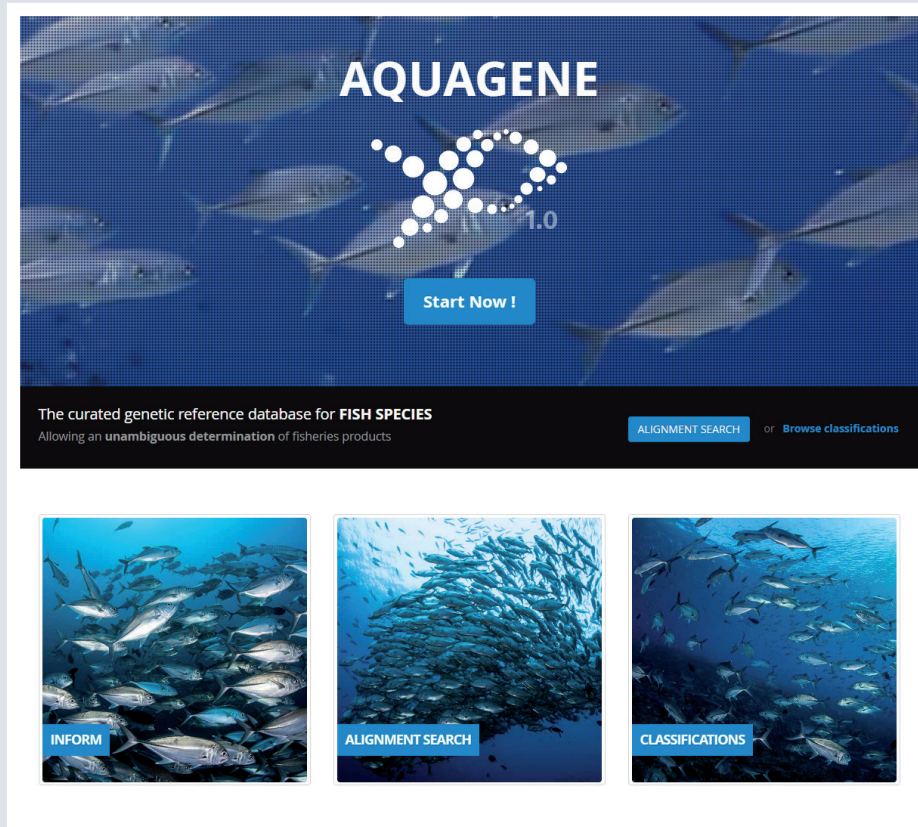


Abb. 1: Startseite von www.aquagene.org

Nach Analyse der Gesamtgenome der Gelbflossenthunfische konnten mittels Fst-Ausreißer-Analyse 40 SNPs als Marker identifiziert werden, die mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Herkunftsnachweis nach Atlantik und Pazifik/Indischer Ozean erlauben. Es gibt Hinweise auf eine dritte unterscheidbare „Population“ im Bereich der Arabischen See. Eine entsprechende Publikation dazu in einer international renommierten Fachzeitschrift ist derzeit in Ausarbeitung

(Geplante) Verwertung

Der zentrale Ostatlantik vor Westafrika gehört zu den wichtigsten Fanggebieten für Fische des europäischen und deutschen Marktes. Die steigende Nachfrage nach Fischereiprodukten und der weltweite Handel von Fisch machen eine Kontrolle zunehmend schwierig. Molekulargenetische Methoden sind unverzichtbar für den Nachweis der Arten und die Bestimmung der Herkunft importierter Fischereiprodukte, insbesondere bei verarbeiteten Erzeugnissen, die morphologisch nicht eindeutig zu bestimmen sind. Die genetische Charakterisierung der wichtigsten Fischarten des Ostatlantiks und die Entwicklung einer Referenzdatenbank sind dafür ein wichtiges Hilfsmittel. Im Vergleich zu bestehenden Datenbanken, wie Genbank oder BOLD, ist die im Rahmen des Projektes entwickelte Datenbank kuratiert und basiert auf mehreren Genen, so dass die Artbestimmung sicher und zudem eine Trennung nahe verwandter Arten möglich sind. Ein

Abgleich zwischen Probe und Datenbank erfolgt hierbei durch Hochladen der Proben-DNA-Sequenz (entweder COI, CYB, MY6 oder RHOD1) auf der Webseite www.aquagene.org. Durch die Implementierung eines schnellen Such-Algorithmus haben Kontrollstellen, wie Lebensmittelüberwachungsbehörden, in Zukunft ein zuverlässiges Werkzeug zur Hand, mit dem sie effektiv die Art und teilweise auch Herkunft einer Probe bestimmen können. Aufgrund der vorhandenen Serverkapazitäten und Verwendung von Open-Source Software können zukünftig auch Fische und Wirbellose aus anderen Meeresregionen erfasst werden. Die Identifizierung von SNPs zur Populationsunterscheidung beim Gelbflossen-Thun zeigt, dass atlantische und pazifische Populationen dieser Wanderfischart zwar nur schwach differenziert sind, sich aber dennoch anhand weniger SNPs unterscheiden lassen. Zukünftig lässt sich deren Herkunft daher genauer eingrenzen.

„Entwicklung eines praxistauglichen Verfahrens zur Phosphor-Elimination im Ablaufwasser geschlossener Kreislaufanlagen zur Kultivierung aquatischer Organismen (PELIKLA)“

“Development of a practical operation for phosphorus elimination from the discharge water of closed recirculation aquaculture systems”

Projektlaufzeit

01.11.2013 bis 31.10.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Andreas Müller-Belecke
Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow
Potsdam

Verbundpartner

Carsten Kühn
Institut für Fischerei
Rostock

Andreas Spranger
Kunststoff-Spranger GmbH
Plauen

Kurzfassung

Projektziel

Die Kultivierung aquatischer Organismen in Kreislaufanlagen weist Potenzial zur nachhaltigen Steigerung der Aquakulturerzeugung in Deutschland auf und stößt auf zunehmendes Interesse. Im Haltungswasser von Kreislaufanlagen reichert sich Phosphor an, der über das interne Wasseraufbereitungssystem im Gegensatz zu N-Verbindungen nicht hinreichend abgebaut werden kann. Damit einhergehend kann das Ablaufwasser von Kreislaufanlagen Phosphorkonzentrationen oberhalb gesetzlicher Grenzwerte für die Rückführung in den Vorfluter aufweisen. Abwasserabgaben können zur Erhöhung der Gestehungskosten führen. Einleitungsgenehmigungen werden ggf. nicht erteilt. Beide Aspekte bremsen in Deutschland den Einsatz von Kreislaufanlagen. Die Zielsetzung des Forschungsvorhabens bestand in der Entwicklung und Erprobung eines praxistauglichen Verfahrens zur Elimination von Phosphor (P) aus dem Ablaufwasser von Kreislaufanlagen. Das Verfahrensprinzip der Phosphorfällung wurde an die in Kreislaufanlagen vorherrschenden Bedingungen angepasst. Ein für den Praktiker einfach zu bedienendes,

kompaktes Anlagenmodul, das ohne großen Aufwand auch in bereits bestehende Kreislaufanlagen integriert werden kann, wurde angestrebt.

Realisierung

Die Aufgaben des Institutes für Binnenfischerei e.V. (IfB) umschlossen die Bilanzierung des Phosphorkreislaufes in einer Kreislaufanlage für die Aufzucht von Zandern (*Sander lucioperca*). Im IfB-Labor erfolgte die Überprüfung der Effizienz verschiedener Fäll- und Flockungsmittel am Ablaufwasser der am IfB im halbtechnischen Maßstab betriebenen Kreislaufanlage. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde in Kooperation mit dem Unternehmen Kunststoff-Spranger GmbH ein kompaktes Modul zur Phosphorelimination für eine nachträgliche Integration in Kreislaufanlagen entwickelt. Das fertiggestellte P-Modul wurde in einer Kreislaufanlage des Institutes für Fischerei, Rostock am Standort Hohen Wangelin im Praxismaßstab hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit, Bedienbarkeit und Störanfälligkeit getestet.

Ergebnisse

Die Kombination von Eisen(III)chlorid und Calciumhydroxid als Fäll- und Flockungsmittel stellte sich in den Laboruntersuchungen mit Blick auf Eliminationsleistung und Umweltauswirkungen als am besten geeignet heraus. Das auf dieser Basis für die Praxis entwickelte, im automatischen Batchbetrieb arbeitende P-Modul verfügt über einen 500 l fassenden Reaktionsbehälter (Abb. 1a/b). Bereits nach halbstündiger Sedimentationszeit konnten knapp 90 % des Phosphors gefällt werden (Tab. 1).

Nach Optimierung der Betriebsparameter (Fäll- und Flockungsmittelzudosierung und -mischung, Sedimentationszeit) erlaubte das 500 l-Kompaktmodul die Reduzierung der Phosphoremission aus dem Ablaufwasser einer Kreislaufanlage für eine Jahresfischereizugung von rund 25 t um 95 % auf P-Konzentrationen im Ablaufwasser von 0,5 mg/l (Tab. 2).

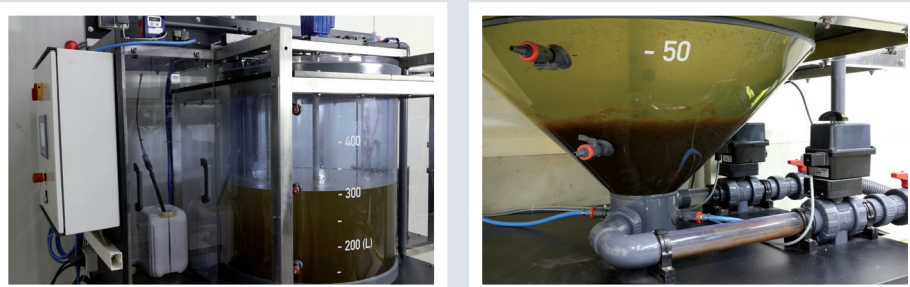


Abb.: 1a/b: P-Modul, 500 l Reaktor- und ca. 50 l Sedimentationstrichtervolumen

Tab. 1: Einfluss der Sedimentationszeit auf das Phosphoreliminationsvermögen des entwickelten P-Moduls

Sedimentationszeit	Wdh. n	P _{ges} vor mg ⁺ l ⁻¹ (SD)	P _{ges} nach mg ⁺ l ⁻¹ (SD)	P _{ges} Elimination %
30 min	10	7,96 (4,52)	0,92 (0,78)	88,4
45 min			0,89 (0,80)	88,8
60 min			0,87 (0,79)	89,1

Tab. 2: Einfluss von Varianten der Einmischung von Fäll-/flockungsmitteln und Inbewegunghaltung während der Flockungsphase auf die P_{ges}-Elimination

	Wdh. n	P _{ges} vor mg ⁺ l ⁻¹ (SD)	P _{ges} nach mg ⁺ l ⁻¹ (SD)	P _{ges} Elimination %
Zulaufhydraulik + Rührwerk + Druckluft 1 bar	11	8,13 (2,76)	0,8 (0,58)	90,2
Zulaufhydraulik + Druckluft 2 bar	4	10,27 (8,7)	0,48 (0,33)	95,3
nur Zulaufhydraulik	5	11,52 (6,51)	1,88 (0,28)	83,7

(Geplante) Verwertung

Das P-Modul kann zu einer nachhaltigen Intensivierung der Fischerzeugung in Deutschland und zu einer Erhöhung des Selbstversorgungsgrades mit fischereilichen Erzeugnissen beitragen. Die von intensiven Haltungssystemen ausgehenden Emissionen können weiter reduziert werden, bereits während des Genehmigungsverfahrens auferlegte Mindestanforderungen an maximale P-Konzentrationen für die Einleitung von Abwasser können vom Anlagenbetreiber eingehalten werden.

„Entwicklung eines mobilen Fischtransportsystems mit integrierter Wasseraufbereitung (FiT)“

“Development of a mobile fish transport system with integrated water treatment (FiT)”

Projektlaufzeit

23.10.16 – 14.10.18

Projektkoordinator, Institution

Dr. Matthew Slater
Alfred-Wegener-Institut
Helmholtz Zentrum für Polar- und Meeresforschung
Bremerhaven

Verbundpartner

Andreas Zordel
Zordel Fischhandels GmbH
Neuenbürg

Dr. Henner Neuhaus
Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) - Institut für Fische und Fischereierzeugnisse Cuxhaven (IFF)
Cuxhaven

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Projektes FiT ist es, durch die spezifische Verwendung moderner und kompakter Wasseraufbereitungstechnik die Wasserwasserqualität während des Lebendfischtransportes zu verbessern und dadurch einen schonenderen und wirtschaftlicheren Transport unter Berücksichtigung der Lebensmittelsicherheit und -qualität zu ermöglichen.

Realisierung

Zu Beginn des Projektes wurde ein Fragebogen entwickelt, um die Datengrundlage zu den aktuell durchgeführten Transporten zu erweitern und Kontakt zu Fischzuchtunternehmen herzustellen. Um reale Basisdaten für die Systementwicklung aufnehmen zu können werden zudem einige Fischtransporte wissenschaftlich begleitet und die zeitlichen Verläufe der Wasserparameter und das Verhalten der transportierten Fische protokolliert. Unter kontrollierten Bedingungen werden in einem Versuchstransportsystem im Zentrum für Aquakulturforschung hierfür verschiedene Transportszenarien

erprobt und deren Auswirkung auf die Wasserqualität und die Fische untersucht. Für die Versuche werden Filterkomponenten variiert um die optimale Filterkombination zu ermitteln. Dies erfolgt durch sukzessiven Ersatz / Austausch oder die Ergänzung von Filterkomponenten gemeinsam mit dem Projektpartner Zordel Fischhandels GmbH.

Die gesamte Entwicklung wird wissenschaftlich durch das AWI und die Lebensmittelsicherheit durch das LAVES-IFF begleitet, wodurch sich ein deutlich verbessertes Verständnis für das Wohlbefinden der Fische (welches eine erhebliche Auswirkung auf die Qualität des Endproduktes haben kann) während und nach dem Transport ergibt. Über die Stressantwort der Tiere auf die Transportbedingungen mit den jetzigen Methoden und einem Vergleich dieser Werte in dem zu entwickelnden System, soll eine Verbesserung der Transportbedingung nachgewiesen werden. Ziel ist es niedrigere Stressantworten im neuen Transportsystem zu erhalten. Dieses soll im Projekt mit „Basisstresswerten“ beim normalem Transport durch Messungen der gängigen Parameter zur Stressbewertung, Cortisol, Glukose-Level, Gesamtplasmaprotein und ggf. Cholesteroll sowie Hämatokrit, geschehen. Diese werden dann mit der Stressantwort im neuen, verbesserten System verglichen. Der Basiswert gilt für das Projekt als Grenzwert, der nicht überschritten werden soll.

Ebenso kann anhand der aufgenommenen Wasserparameter und der vorkommenden Stickstoffverbindungen, sowie der Bestimmung der Gesamtkeimzahl, die Wasserqualität beurteilt und ebenfalls verglichen werden. Auch eine verbesserte Wasserqualität bei einer gleichbleibenden Transportmenge ist ein deutlicher Erfolgsnachweis von dem ein erhöhtes Wohlbefinden der Tiere abzuleiten ist. Aus diesem Erkenntnisgewinn sollen neue wissenschaftlich gestützte Empfehlungen für den zukünftigen Fischtransport abgeleitet werden, die eine deutliche Verbesserung des Tierwohls sowie der Lebensmittelsicherheit und -qualität gewährleisten können.

Ergebnisse

Das Projekt befindet sich noch in einer frühen Phase und die ersten Ergebnisse aus den Fragebögen werden aktuell ausgewertet. Aus den Antworten lässt sich bisher ableiten, dass vor Allem die eigenen Erfahrungen der Betriebe den Umgang und die Vorgehensweise beim Transport mit Fischen festlegen.

(Geplante) Verwertung

Am Ende des Projektes soll ein technisch zuverlässiges und robustes, weitestgehend auf Tierwohl und Transporteffizienz getestetes Transportsystem mit integrierter Wasseraufbereitung für den Lebendfischtransport zur Verfügung stehen. Die kompakte Wasseraufbereitung soll sowohl das Tierwohl und die Produktqualität (Fleischqualität) während und nach dem Transport, als auch die kommerzielle Rentabilität des Transportes durch eine erhöhte Transportdichte und -dauer verbessern.

Sektion 9: Innovative Ansätze in der Weizenzüchtung

„Zuchtmethodische Grundlagen zur Nutzbarmachung von Heterosis in Weizensorten (ZUCHTWERT)“

“Breeding methodology for exploitation of heterosis in wheat (ZUCHTWERT)”

Projektlaufzeit

01.09.2014 bis 31.08.2017

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Jochen C. Reif (wissenschaftlicher Koordinator)
Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK),
Stadt Seeland

Dr. Ralf Schachschneider (wirtschaftlicher Koordinator)
Nordsaat Saatzucht GmbH, Langenstein

Dr. Tanja Gerjets (administrativer Koordinator)
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPi),
Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Verbundpartner

Dr. Uwe Scholz
Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK),
Stadt Seeland

Dr. Friedrich Longin
Landessaatzuchtanstalt, Universität Hohenheim, Stuttgart

Dr. Vilson Mirdita
Bayer Crop Science AG, Monheim
Dr. Jost Dörnte, Deutsche Saatveredelung
AG, Lippstadt

Dr. Erhard Ebmeyer, KWS LOCHOW GmbH, Bergen

Dr. Johannes Schacht, Limagrain GmbH, Edemissen

Norbert Starck, Pflanzenzucht Oberlimpurg, Schwäbisch Hall

Dr. Stefan Kontowski, Pflanzenzucht W. von Borries-Eckendorf GmbH & Co.
KG, Leopoldshöhe

Hilmar Cöster, RAGT 2n, Wernigerode-Silstedt

Dr. Ralf Horbach, Saatzucht Bauer GmbH & Co. KG, Obertraubling

Dr. Jens Weyen, Saatzucht Josef Breun GmbH & Co. KG, Herzogenaurach

Dr. Carsten Reinbrecht, Saatzucht Streng-Engelen GmbH & Co. KG,
Uffenheim

Dr. Hubert Kempf, Secobra Saatzucht GmbH, Moosburg

Dr. Andreas Jacobi, Strube Research GmbH & Co. KG, Söllingen

Dr. Ebrahim Kazman, Thomas Zschäckel, Syngenta Seeds GmbH, Bad
Salzflen

Dr. Martin Ganal, TraitGenetics GmbH, Stadt Seeland

Kurzfassung

Projektziel

Das Projekt hat das Ziel, die zuchtmethodischen Grundlagen für die systematische Nutzung der Heterosis bei der Hybridzüchtung in Weizen zu legen. Das betrifft die Bildung von heterotischen Gruppen mit hoher Kombinationsfähigkeit, Vorhersagemodelle für die Hybridleistung und die Nutzung rekurrenter genomischer Selektion.

Realisierung

Das Projekt vereint Partner aus Wissenschaft und Industrie mit weltweit einzigartigem Know-how, genetischem Material und Technologie in der Hybridzüchtung. Das Vorhaben ist in vier Arbeitspakete (AP) gegliedert. In AP 1 werden Elternlinien untersucht, die

an die deutschen Anbaubedingungen angepasst sind. Mit diesen werden ca. 3.500 Hybriden in einem balanciert unvollständigen faktoriellen Design in speziellen Kreuzungsblöcken erzeugt. Die Hybriden werden zusammen mit ihren Elternlinien in mehrortigen und mehrjährigen Feldversuchen auf ihre Leistungsmerkmale geprüft. Die Elternlinien werden mit hochdichten Markerassays untersucht. Auf der Grundlage der genomischen und phänotypischen Daten werden Hybridvorhersagemodelle entwickelt, mittels derer heterotische Gruppen im adaptierten Elitematerial identifiziert werden sollen. In AP 2 wird die Suche nach viel versprechenden heterotischen Gruppen auf exotisches Material ausgeweitet. Aus über 2.000 genetischen Ressourcen werden ca. 300 Linien für die Erzeugung von Hybridkombinationen selektiert. Die Hybriden und ihre Elternlinien werden analog zu AP 1 untersucht, um aus diesen Daten Hybridvorhersagemodelle zur Identifizierung heterotischer Gruppen in nicht-adaptierten Weizenlinien zu entwickeln. Komplementiert werden diese Aktivitäten durch AP 3, in dem Verfahren zur beschleunigten Entwicklung und Verbesserung von heterotischen Gruppen durch reziproke rekurrente genomische Selektion erarbeitet werden. Um die großen Datenmengen des Projekts verarbeiten zu können, wird in AP 4 ein Wheat Data Warehouse weiterentwickelt und den Partnern zur Verfügung gestellt.

Ergebnisse

AP 1: In der ersten Phase des Projekts wurde ausreichend Saatgut für ca. 2.000 Hybriden produziert. Diese werden nun mit ihren Elternlinien und Vergleichssorten in Feldversuchen an mehreren Standorten über zwei Jahre sowohl in Ertragsparzellen als auch in Beobachtungspartzen evaluiert. Parallel hierzu laufen die umfangreichen Vorarbeiten für die Produktion des Hybridsaatguts der zweiten Serie.

Die Elternlinien der ersten Serie sind mit einem 15k SNP Chip genotypisiert worden. Diese molekularen Daten wurden zum einem mit populationsgenetischen Verfahren analysiert. Zum anderen sind neue Algorithmen entwickelt und implementiert worden, um anhand der 15k SNP Daten eine Subpopulation von 40 Linien für eine hochdichte Sequenzierung zu selektieren. Weiterhin wurden bestehende genomische Selektionsansätze weiterentwickelt, um Dominanzeffekte präziser zu schätzen. Es wurden genomische Selektionsverfahren implementiert, um neben Additiv- und Dominanzeffekten ebenfalls epistatische Effekte schätzen zu können, und so eine präzisere Schätzung von Dominanzeffekten ermöglichen.

AP2: In einer ersten Phase wurden ca. 400 Hybriden produziert, bei denen jeweils eine Elterlinie eine genetische Ressourcen ist. Die Hybriden werden nun mit ihren Elternlinien und Vergleichssorten in Feldversuchen an mehreren Standorten über zwei Jahre in Ertrags- und Beobachtungspartzen evaluiert. Parallel hierzu laufen umfangreiche Vorarbeiten für die Produktion des Hybridsaatguts der weiteren Serien. In AP 2 wurden die Elternlinien ebenfalls mit einem 15k SNP Chip genotypisiert und die molekularen Daten mit populationsgenetischen Verfahren analysiert. Zusätzlich ist eine Subpopulation von 56 Linien für eine hochdichte Sequenzierung selektiert worden.

Im Projekt werden genomische Selektionsansätze genutzt, um heterotische Gruppen zu identifizieren. Es wurde ein dreistufiges Verfahren zur Identifizierung von heterotischen Gruppen im Weizen entwickelt (Zhao et al. 2015, Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America 112:15624-15629). Dieses Verfahren wurde mit einem weiteren Ansatz basierend auf molekularen Distanzmaßen komplementiert, der eine Voreinteilung genetischer Ressourcen in divergente Pools ermöglicht (Boeven et al. 2016, Theoretical and Applied Genetics DOI 10.1007/s00122-016-2699-x).

AP-3: Die reziproke rekurrente Selektion ist eine viel versprechende Möglichkeit um heterotische Gruppen zu entwickeln. Nach vier Zyklen wurde die reziproke rekurrente genomische Selektion abgeschlossen. Im Folgenden werden nun Genotypen fixiert, um sie im Anschluss auf ihre Hybridleistung in Feldversuchen zu testen.

AP-4: Für die Schaffung von nachhaltigen Strukturen bei gleichzeitiger Reduzierung des Aufwandes wird als Operativdatenbank das kommerzielle Laborinformationsmanagementsystems Limsophy der Firma AAC Infotray verwendet. Die bisher generierten Daten wurden in die Operativdatenbanken importiert und stehen allen Projektpartnern zur Verfügung.

(Geplante) Verwertung

Im ZUCHTWERT-Projekt sollen die zuchtmethodischen Grundlagen für die Hybridzüchtung im Weizen gelegt werden. Die Daten und wissenschaftlichen Ergebnisse stehen allen Partnern zur Verfügung und werden maßgeblich in den Aufbau firmenspezifischer Programme zur Hybridweizenzüchtung einfließen. Mittelfristig besteht das Potential, dass im Projekt evaluierte oder konzipierte Hybriden amtlich geprüft, als Sorten zugelassen und verwertet werden. In AP 1 werden dabei die Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Hybridweizenzüchtung, basierend auf adaptiertem Elitezuchtmaterial, geschaffen. Die Detektion heterotischer Gruppen und die Entwicklung von genomischen Vorhersagemodellen zu deren Identifikation sind entscheidend, um mit vorwettbewerblicher Forschung den wirtschaftlichen Erfolg von Weizenhybriden zu unterstützen. In AP 2 werden heterotische Gruppen zwischen adaptierten und exotischen Weizenlinien gesucht. Die gesteigerte Diversität mündet in eine verbesserte Übertragbarkeit der genomischen Vorhersagemodelle. Dies wiederum ist wichtig, um heterotische Gruppen durch die Erweiterung der genetischen Basis gezielt weiterzuentwickeln. In AP 3 wird ein Proof-of-Concept für die Entwicklung heterotischer Gruppen durch reziproke rekurrente genomische Selektion durchgeführt. So entsteht ein wertvolles und notwendiges Werkzeug für die Hybridweizenzüchtung. In AP 4 wird die Struktur eines Wheat Data Warehouse für Weizenhybriden weiterentwickelt und allen Züchtungspartnern zur Verfügung gestellt. Das Wheat Data Warehouse ist bedeutend für die sachgerechte Speicherung und Verfügbarkeit der phänotypischen und genotypischen Daten für weitere Analysen.

„CMS Restauration in Weizen: Identifizierung von Donoren für effektive Restauration der Fertilität männlich steriler Linien basierend auf *T. timopheevii*-Cytoplasma sowie molekulare Charakterisierung der Weizen P class PPR Genfamilie als Quelle möglicher Restorer-Kandidatengene (RESTORER)“

“Identification of donors for effective restoration of male sterility based on cytoplasm of *T. timopheevii* and molecular characterization of P class PPR gene family as source of candidate genes for restoration (RESTORER)”

Projektlaufzeit

01.07.2014 bis 30.06.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Lorenz Hartl
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL),
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising

Verbundpartner

Dr. Nils Stein
Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK),
Stadt Seeland

Dr. Erhard Ebmeyer
KWS LOCHOW GmbH, Bergen

Dr. Stefan Kontowski
W. von Borries-Eckendorf GmbH & Co. KG, Leopoldshöhe

Dr. Ralf Horbach
Saatzucht Bauer GmbH & Co KG, Niedertraubling

Dr. Carsten Reinbrecht
Saatzucht Streng-Engelen GmbH & Co. KG, Uffenheim

Dr. Gunhild Leckband
German Seed Alliance GmbH, Köln

Dr. Tanja Gerjets
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPI),
Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Kurzfassung

Projektziel

Für die wirtschaftlich bedeutende Kulturart Weizen soll unter Verwendung der cytoplasmatisch männlichen Sterilität (CMS) die Hybridzüchtung ohne den Einsatz chemischer Gametozide ermöglicht werden. Das in diesem Projekt genutzte, umweltstabile CMS-System, basiert auf Mutterlinien mit *Triticum timopheevii*-Cytoplasma, welches zur Pollensterilität führt und die Mutterpflanzen einer Fremdbefruchtung zugänglich macht. Erste Erkenntnisse der molekularen Mechanismen legen nahe, dass diese Sterilität auf einer Expression defekter, mitochondrialer Gene beruht, die zum Abbruch der Pollenreifung führt. Durch kernkodierte Restorer Gene (*Rf*-Gene) kann die Fertilität jedoch wieder hergestellt werden. Die bisher identifizierten Restorer Gene können die Fertilität allerdings nicht vollständig wiederherstellen.

Ziel des Arbeitspaketes 1 des RESTORER-Projektes ist die Identifizierung, Beschreibung und genetische Kartierung effizienter *Rf*-Gene zur Wiederherstellung der Fertilität im *T. timopheevii*-CMS-System. Durch die Entwicklung molekularer Marker, soll es ermöglicht werden, wirkungsvolle *Rf*-Gene in Hochleistungssorten zu pyramidisieren, um die komplette Restauration der Fertilität in den Hybriden zu erzielen. Im Arbeitspaket 2 wird die genetische Diversität der wichtigsten Restorer-Kandidatengenfamilie, die nach heutigem Kenntnisstand für die Fertilitätsrestauration in Frage kommt, anhand eines Genom-basierten Ansatzes erfasst.

Realisierung

Zur Identifizierung von Donoren für eine effektive Restauration wird das an der LfL vorhandene *T. timopheevii*-CMS-System verwendet. In Zusammenarbeit mit den Züchtungsunternehmen werden adaptierte, nicht-adaptierte, exotische und synthetische Sommer- und Winterweizenlinien hinsichtlich ihrer Restaurationsfähigkeit untersucht. Neben Substitutions- und Translokationslinien mit *T. timopheevii*-Kerngenomanteilen sind die Prüflinien möglichst divers zusammengesetzt, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, neue bisher unbekannte Restorerlinien zu identifizieren.

Die CMS-Linien werden mit den Vaterlinien bestäubt. Die Einkörnigkeit der F1-Hybridpflanzen wird als Maß für die Restaurationsfähigkeit der ausgewählten Vaterlinien im Gewächshaus und anschließend im mehrortigen Freilandversuch quantitativ erfasst. Von Vaterlinien mit guter Restaurationsfähigkeit werden Kartierungspopulationen zur Lokalisierung der verantwortlichen *Rf*-Gene erstellt. Für die kartierten Gene sollen molekulare Marker für eine Marker-gestützte Selektion entwickelt werden, um die Pyramidisierung effizienter *Rf*-Gene zu ermöglichen.

Zur Charakterisierung der PPR Genfamilie, die als Kandidatengene für die Fertilitätsrestauration im Fokus der Untersuchungen steht, liegen mit den aktuellen genomischen Ressourcen neue Möglichkeiten für eine Genom-weite Charakterisierung im diversen Weizenmaterial vor. Mit Hilfe sogenannter „target enrichment“ oder „exome capture“ Re-Sequenzierung ist es möglich, die Diversität gesamter Genfamilien in Spezies zu be-

schreiben. Für Weizen wird ein PPR Genfamilien-spezifisches „target enrichment“ Probenet entwickelt, mit dem die PPR Genfamilie in Weizenlinien mit oder ohne Restaurationsfähigkeit gegenüber dem *T. timopheevii*-CMS-System re-sequenziert werden kann.

Ergebnisse

Im ersten Projektjahr wurden zusammen mit den fünf beteiligten Züchtungsunternehmen unter den 405 geprüften Linien 16% Restorer identifiziert. Viele Hybriden zeigten deutliche Spitzensterilität. Die Hybriden mit den besten Einkörnungsraten werden in der folgenden Saison an fünf Standorten im Freiland geprüft. Dazu erfolgt derzeit die Produktion von ausreichend F1-Saatgut. Die restaurierenden Vaterlinien stammen aus verschiedenen europäischen und außereuropäischen Ländern. Ihre Abstammung lässt unterschiedliche Restorer Gene erwarten.

Mit Hilfe eines an der LfL entwickelten SNP-Markers für das *Rf3*-Gen wird aktuell die erste Selektion der 64 restaurierenden Vaterlinien aller beteiligten Züchtungsunternehmen vorgenommen. Für die an der LfL identifizierten sechs Restorerlinien sind die Ergebnisse bereits generiert. Vier enthalten das *Rf3*-Gen und zwei könnten neue Restorer Gene enthalten. Da das *Rf3*-Gen bereits kartiert wurde, liegt der Fokus des RESTORER-Projektes auf der Identifizierung und Kartierung weiterer Restorer Gene. Die fünf Züchtungsunternehmen prüfen derzeit entsprechend ihrer betrieblichen Gegebenheiten weitere Vaterlinien auf Restaurationsseignung im Gewächshaus bzw. im Freiland.

Für die Charakterisierung der PPR Genfamilie in Weizen wurde nach Assemblierung der aus Weizen und verwandten Spezies verfügbaren DNA Sequenzinformation für 26.197 Genmodelle ein *target enrichment* Assay mit 60.000 genspezifischen Probenets (7,2 Mbp target) entwickelt. Für drei Weizengenotypen mit unterschiedlich ausgeprägtem Restaurationsvermögen wurden Re-Sequenzierungsdaten erhoben und assembliert.

(Geplante) Verwertung

Die Übertragung der Ergebnisse des Projektes in die unternehmenseigenen Zuchtprogramme lässt sich in zwei Schritten darstellen. Der erste Schritt ist die Überführung der Restorer Gene aus z.T. exotischen Herkünften in adaptiertes Zuchtmaterial. Der zweite Schritt ist die Entwicklung von Hochleistungssorten mit den generierten Informationen für die züchterische Nutzung des CMS-Hybridsystems. Neben der Entwicklung der beiden Elternlinien im CMS-Hybridsystem müssen auch die besten Kombinationen zur Erzeugung von verbesserten Hybridsorten selektiert werden. Die Entwicklung neuer Sorten kann 8-10 Jahre beanspruchen.

„Entwicklung molekularer Marker für die Resistenz gegen bodenbürtige Viren in Weizen (ReBoVi)“**“Identification of molecular markers for soil borne virus resistance in wheat (ReBoVi)”****Projektlaufzeit**

09.09.2014 bis 30.09.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Tanja Gerjets
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPI),
Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Verbundpartner

Prof. Dr. Frank Ordon
Julius Kühn-Institut, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz,
Quedlinburg

Michael Koch
Deutsche Saatveredelung AG, Lippstadt

Jutta Förster, Dr. Stephan Schie
SAATEN-UNION BIOTEC GmbH, Leopoldshöhe

Dr. Erhard Ebmeyer
KWS LOCHOW GMBH, Bergen

Dr. Ebrahim Kazman
Syngenta Seeds GmbH, Oschersleben

Dr. Ute Kastirr
Julius Kühn-Institut, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik,
Quedlinburg

Kurzfassung**Projektziel**

In weiten Teilen Europas, Asiens und Amerikas verursachen die Furoviren *Soil-borne cereal mosaic virus* (SBCMV) und *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV) sowie das Bymovirus *Wheat spindle streak mosaic virus* (WSSMV) erhebliche Ertragsverluste in

Winterweizen. Eine Bekämpfung des bodenbürtigen Vektors *Polymyxa graminis* Led. ist nicht möglich. Die einzige Möglichkeit, Befall und Ertragsverluste durch diese Viren zu vermeiden, besteht somit im Anbau resistenter Sorten. Ziel des Projektes ist es daher 1) die WSSMV/SBCMV-Resistenz in DH Linien durch Nutzung von Hochdurchsatztechniken wie dem 90k iSelect Chip und Genotypisierung durch Sequenzierung (GBS) zu kartieren, 2) entsprechende Genomregionen mit Markern abzusättigen und Marker zu entwickeln, die eine effektive markergestützte Selektion erlauben, und 3) Erkenntnisse darüber zu gewinnen, ob diese Resistenzen in Weizen mit in Gerste bereits isolierten Virusresistenzgenen des Translations-Initiationskomplexes oder einer Proteindisulfid-isomerase co-lokalisieren.

Realisierung

Um obengenannte Ziele zu realisieren, stehen für die Arbeiten insgesamt 286 (143 + 143) DH-Linien der Kreuzungen Fanion (r) x Prevert (s) und Goncourt (s) x Cordiale (r), zur Verfügung. Im Weiteren werden 51 Genotypen genutzt, anhand derer der diagnostische Wert der entwickelten Marker geprüft wird.

Die Erfassung der Resistenz erfolgt einerseits im Gewächshaus in Topfversuchen durch Inokulation mit den Furovirusisolaten SBWMV-NY und SBCMV-Walternienburg sowie andererseits in einem Feldversuch in den USA (WSSMV) und an je drei Feldversuchsstandorten in Frankreich und Deutschland. An den Versuchsstandorten Gödnitz in Deutschland (D) und Lucay in Frankreich (F) wurden sowohl SBCMV als auch WSSMV nachgewiesen. An den Standorten Schleesen (D) und Pray (F) kommt ausschließlich das WSSMV vor, während der Standort Heddesheim mit dem SBWMV-N und das Feld in Vatan (F) mit SBCMV kontaminiert ist. Für die Kartierung der Resistenzen werden der 90 K iSelect Chip sowie Genotyping by Sequencing (GBS) genutzt. SNP-Marker, für die eine Kopplung mit einem der Resistenzgene nachgewiesen ist, werden anschließend in einfach zu handhabende KASP-Marker umgewandelt.

Ergebnisse

Die Infektionsrate im Gewächshaus mit SBWMV lag bei 70-80%, während die Inokulation mit SBCMV zu 50% erfolgreich war. Derzeit wird versucht durch Optimierung der Bodenfeuchte und der Temperatur eine höhere Infektionsrate zu erreichen. Die im Boden europäischer Standorte vorliegenden WSSMV Isolate führten in den Feldversuchen zu keiner Infektion, während in den USA am Standort Cornell auswertbare Ergebnisse gewonnen werden konnten und für die genetische Analyse verwendet wurden. Weiterhin konnten verlässliche phänotypische Daten für den SBCMV-Befall in Vatan und Lucay sowie den SBWMV-N-Befall in Heddesheim gewonnen werden. Bei der visuellen Bonitur von Symptomen der DH-Population Fanion (resistent) x Prevert (anfällig) am Versuchsstandort Vatan (hohes SBCMV-Vorkommen) konnten 57 resistente und 75 anfällige DH Linien (X^2 1r:1s = 2,45) festgestellt werden, so dass von einem einzelnen Gen, das zu SBCMV-Resistenz in Fanion führt, ausgegangen werden kann.

Die am Standort Cornell ebenfalls durchgeführte Bonitur von DH-Linien der gleichen Kreuzung zeigte eine Spaltung von 68 resistenten und 64 anfälligen Linien gegenüber

WSSMV (X^2 1r:1s= 0,12), so dass auch hier von einer 1r:1s Spaltung ausgegangen werden kann. Die in Heddesheim mittels ELISA erhobenen Befalls-Daten für SBWMV-N deuten mit 39 resistenten und 104 anfälligen Genotypen der FxP Population nicht auf eine monogen bedingte Resistenz hin. Die Ergebnisse aus dem Jahr 2015 haben außerdem gezeigt, dass der zuvor als resistent bewertete Elter der zweiten DH-Population Cordiale keine wirksame Resistenz besitzt. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass die Resistenz von Cordiale, die dieses Jahr aufgrund geringerer Wirksamkeit nicht zur Ausprägung kam, lediglich auf dem *Sbm2* Gen beruht.

Die DH-Population aus Fanion x Prevert wurde mit Hilfe des 90K iSelect-Arrays analysiert. Von den für die Genotypisierung verwendeten 81587 SNP-Markern waren 6890 polymorph. Die so erhobenen genotypischen Daten wurden gemeinsam mit den phänotypischen Daten zur SBCMV Resistenz (Standort Vatan) und der WSSMV Resistenz (Standort Cornell) für die Berechnung von Marker-Merkmalsskopplungen genutzt.

Die SBCMV Resistenz der Sorte Fanion konnte auf dem langen Arm von Chromosom 5D lokalisiert werden, während die WSSMV-Resistenz auf Chromosom 2D kartiert wurde. Weiterhin wurden fünf Kandidatengene, die im Zusammenhang mit der Resistenz gegen Bymoviren in Pflanzen bekannt sind (eif4E, eifso4E, eif4G, eifso4G und PDIL), für die Entwicklung spezifischer Primer genutzt und die PCR-Produkte der vier Elternlinien sequenziert. Von den getesteten 72 Primerpaaren erwiesen sich 36 als spezifisch für die gesuchten Loci. Diese wurden auf Basis von Sanger-Sequenzierungen ebenfalls resequenziert.

(Geplante) Verwertung

Entsprechende molekulare Marker für Resistenzen gegen bodenbürtige Viren erlauben die effektive Selektion auf Virusresistenz in den beteiligten Züchtungsunternehmen in einem relativ frühen Entwicklungsstadium der Pflanze unabhängig von Auftreten der Viren, welches in erheblichem Maße von den klimatischen Bedingungen in den Herbst- und Wintermonaten beeinflusst wird. Es kann somit eine effektive Selektion auf Resistenz gegen bodenbürtige Viren durchgeführt werden, welche bei einer Ausbreitung der Befallsflächen von erheblicher Bedeutung sein wird, da entsprechende Ertragsverluste nicht durch chemische Bekämpfungsmaßnahmen verhindert werden können.

„Identifikation von eng gekoppelten Markern für Braun- und Gelbrostresistenzgene und Erfassung der Virulenz in Freilandpopulationen des Braun- und Gelbrosts (IdMaRo)“

“Identification of closely linked markers for wheat leaf and stripe rust resistance genes and virulence monitoring of wheat leaf and stripe rusts (IdMaRo)”

Projektlaufzeit

01.08.2014 bis 31.07.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Tanja Gerjets

Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPI),
Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Verbundpartner

Prof. Dr. Frank Ordon

Julius Kühn-Institut, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz,
Quedlinburg

Prof. Dr. Jens Leon

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für
Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES), Bonn

Dr. Johannes Schacht, Anne Starke

Limagrain GmbH, Edemissen

Hilmar Cöster

RAGT 2n, Silstedt

Dr. Stefan Streng

Saatzucht Streng-Engelen GmbH & Co. KG/Pflanzenzucht Saka GmbH & Co.
KG, Uffenheim

Dr. Hubert Kempf

SECOBRA Saatzeit GmbH, Moosburg

Dr. Erhard Ebmeyer
KWS LOCHOW GMBH, Bergen

Dr. Ravi Singh
International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico,
Mexico

Kurzfassung

Projektziel

Braunrost und Gelbrost gehören zu den bedeutendsten Blattpathogenen des Weizens und können Ertragsverluste bis zu 60% verursachen. Ziel des vorliegenden Projektes ist es, für verschiedene *Lr*- und *Yr*-Gene molekulare Marker zu entwickeln und diese zu verifizieren. Zudem sollen Erkenntnisse über die Virulenz der in Deutschland und überregional vorkommenden Braunrost- und Gelbrostpopulation gewonnen werden, um so wirksame Resistenzgene in doppelhaploiden (DH)-Linien zu pyramidisieren.

Realisierung

JKI

Um einen Überblick über deutschlandweit vorhandene Virulenzen in der Braun- und Gelbrostpopulation zu gewinnen, d.h. möglichst komplementäre Gene kombinieren zu können, werden 41 Thatcher-nahe isogene Linien (NILs) und 15 Avocet NILs, in welchen einzelne definierte Resistenzgene vorliegen, deutschlandweit an 5 Züchterstandorten und Standorten des CIMMYT in Feldversuchen untersucht. Diese Versuche erfolgen über mehrere Jahre, um etwaige Veränderungen der Virulenz innerhalb der Braun- und Gelbrostpopulation nachweisen zu können. Um eng gekoppelte molekulare Marker für verschiedene *Lr*- und *Yr*-Gene zu entwickeln, werden die NILs sowie die Ausgangssorten Thatcher und Avocet mit Hilfe des 90k iSelect Chips (TraitGenetics, Gatersleben) genotypisiert. In den chromosomalen Bereichen, in welchen *Lr*- bzw. *Yr*-Gene lokalisiert sind, sind gehäuft Polymorphismen zwischen der Ausgangssorte und der entsprechenden nahe isogenen Linie (NIL) zu erwarten. Basierend auf den Ergebnissen der Virulenzanalysen werden Kreuzungen zwischen ausgewählten NILs mit *Lr*- bzw. *Yr*-Genen durchgeführt, welche sich in ihrer Wirkung ergänzen, z.B. (*Lr*-A x *Lr*-B) x (*Lr*-C x *Lr*-D). Aus den F1-Pflanzen werden doppelhaploide (DH) Pflanzen erstellt. Die Selektion pyramidierter Linien erfolgt mittels der durch das JKI auf Basis der 90k-Analysen entwickelten molekularen Marker. DH-Linien, welche jeweils zwei Resistenzgene homozygot tragen, werden erneut gekreuzt und es werden wiederum durch die beteiligten Züchtungsunternehmen DH-Linien erstellt, welche mit den entsprechenden molekularen Markern auf dreifach und vierfach Kombinationen analysiert werden.

INRES

Um einen Überblick über die Virulenz von Braunrost in modernen Kultursorten sowie synthetisch hergestellte Weizensorten zu gewinnen, werden zur genetischen Analyse der Braunrostresistenz in der untersuchten Population B22 (Kreuzung Batis x Syn022L) die Eltern Batis und Syn022L, sowie die Referenzgenotypen Zentos und Syn086L, mit dem multivirulenten Braunrostisolat 77WxR inokuliert. Des Weiteren werden die 250 AB-Linien der Population B22 mit dem 15k iSelect Chip von TraitGenetics genotypisiert. Auf Grund von Vorversuchen dieser Population mit dem Isolat 77WxR wird von einem Hauptgen ausgegangen. Die genotypischen Daten sollen dazu dienen, eng an die Resistenzregion für Braunrost gekoppelte Marker zu entwickeln. Neben der genotypischen Basis sollen im Weiteren an zwei bzw. drei verschiedenen Standorten über drei Jahre phänotypische Daten gesammelt werden, die dann im Verlauf des Projekts gemeinsam mit den genotypischen Daten für eine QTL-Analyse verwendet werden können. Auch die Entwicklung von nahe isogenen Linien (NILs) soll für eine weitere Feinkartierung genutzt werden. Hierfür ist bereits eine BC3-Population vorhanden, die im Rahmen des Projekts mit einer resistenztragenden Linie rückgekreuzt wird und im Anschluss daran für die Pyramidisierung in DH-Linien zur Verfügung steht.

Ergebnisse

JKI

In Feldversuchen an mehreren Standorten in Deutschland und in Mexiko wurden NILs mit den Gelbrostresistenzen (*Yr*) *Yr5*, *Yr8*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr26* und *Yr27* als wirksam identifiziert. Um zu prüfen, wie sich die Gelbrostpopulation zusammensetzt, wurde diese anhand von Einzelsporisolationen untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass Warrior-Rassen die Gelbrostpopulation dominieren und damit zu den hohen Befallswerten der letzten Jahre führten. Als effektive Braunrostresistenzen konnten *Lr9*, *Lr19*, *Lr25*, *Lr29* identifiziert werden. Erstmals trat 2015 stärkerer Befall der NIL mit *Lr24* auf. Um Marker für *Lr*- und *Yr*-Gene zu entwickeln, wurden die rekurrenten Eltern sowie die entsprechenden NILs mit Hilfe des 90k iSelect Chips genotypisiert. Mit Hilfe dieser SNP-Marker, von denen zahlreiche bereits kartiert sind, wurden zunächst für die NILs mit wirksamen Resistenzgenen Marker in den entsprechenden chromosomalen Regionen identifiziert, die für eine KASP-Markerableitung genutzt werden. Regionen für die Resistenzgene *Yr5*, *Yr10*, *Yr15* sowie *Lr9*, *Lr25* oder *Lr34* konnten auf weniger als 1cM und wenige SNP Marker eingegrenzt werden, während bei anderen Resistenzträgern SNPs in einer größeren bzw. mehreren Regionen des Zielchromosoms identifiziert wurden, z.B. bei *Yr8*, *Yr15*, *Yr26*, *Yr27*, *Lr19* und *Lr29*. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden NILs, die effektive Resistenzen besitzen zur Pyramidisierung gekreuzt und bei den beteiligten Züchtern DH-Linien erstellt.

INRES

Die Analyse mit dem Braunrostisolat 77WxR ergab eine starke Resistenz für den synthetischen Elter Syn022L, wohingegen Batis und Zentos, als auch Syn086L eine starke Anfälligkeit gegenüber dem Isolat aufwiesen. Daraus lässt sich schließen, dass der synthetische Elter Syn022L ein R-Gen trägt, welches mit einem Avirulenzgen vom Pathogen

positiv interagiert und damit die Resistenzreaktion auslöst. Im Gegensatz dazu tragen die Kultursorten Batis und Zentos, sowie die synthetische Akzession Syn086L kein funktionelles R-Gen für die Avirulenz und positive Resistenzinteraktion vom Braunrostisolat 77WxR. Die phänotypischen Daten von den Feldversuchen im ersten Jahr zeigen für einige Linien der AB-Population eine Feldresistenz, sodass für dieses Material nicht nur eine Resistenz im Keimlingsstadium besteht. Die Rückkreuzung der vorhandenen BC3-Genotypen wurde erfolgreich durchgeführt und wird nun im weiteren Verlauf nochmals mit dem rekurrenten Elter Batis rückgekreuzt.

(Geplante) Verwertung

Das vorliegende Projekt kann durch die Entwicklung molekularer Marker und die zukünftige Verfügbarkeit von Genotypen mit pyramidierten Resistenzen einen wertvollen Beitrag für die Resistenzzüchtung leisten, da mit Hilfe der entwickelten Marker Resistenzgene besser im Zuchtmaterial lokalisiert und verfolgt und durch die Pyramidierung hochresistente Sorten entwickelt werden können.

„Screening auf *Wheat dwarf virus* (WDV) Resistenz / Toleranz im Weizen-Genpool und Identifikation von QTLs mittels assoziationsgenetischer Verfahren“

“Screening for *Wheat dwarf virus* (WDV) tolerance / resistance in wheat accessions and identification of QTL by genome-wide association studies”

Projektlaufzeit

01.08.2014 bis 30.09.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Tanja Gerjets
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPI),
Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Verbundpartner

Britta Ruckwied; Dr. Antje Habekuss; Prof. Dr. Frank Ordon
Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen,
Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Quedlinburg

Dr. Ebrahim Kazman
Syngenta Seeds GmbH, Oschersleben/Bode

Mike Taylor
Limagrain GmbH, Peine-Rosenthal

Hilmar Cöster
RAGT 2n, Wernigerode-Silstedt

Dr. Stefan Streng
Saatzucht Streng-Engelen GmbH & Co. KG, Uffenheim

Dr. Andreas Jacobi
Strube Research GmbH & Co. KG, Söllingen

Kurzfassung

Projektziel

Bedingt durch den Klimawandel gewinnen insektenübertragene Viren wie das *Wheat dwarf virus* (WDV) zunehmend an Bedeutung. Das Projekt hat daher zum Ziel, ein Weizensortiment (*Triticum aestivum*) bestehend aus Genbankakzessionen und Zuchtmaterial, sowie verwandten Arten, z.B. *T. monococcum*, *T. dicoccum*, *Thinopyrum intermedium*

und entsprechende Kreuzungsprodukte mit *T. aestivum* auf WDV-Toleranz zu untersuchen, virustolerante Genotypen als Ausgangsmaterial für die Weizenzüchtung zu selektieren und mittels genomweiter Assoziationsstudien Genomregionen zu identifizieren, welche an der Ausprägung einer WDV-Toleranz beteiligt sind, um langfristig eine markergestützte Selektion zu ermöglichen.

Realisierung

In einem mehrjährigen Resistenzscreening werden Weizengenotypen künstlich mit virustragenden Zikaden der Art *Psammotettix alienus* inokuliert bzw. in einem Feldversuch in Žabčice (Tschechien) angebaut, um unter natürlichem Befallsdruck WDV-tolerante Weizengenotypen zu identifizieren. Es werden die Virusextinktion (DAS-ELISA), eine Symptombonitur, der Zeitpunkt des Ährenschiebens, die relative Wuchshöhe und die relativen Ertragsparameter, d.h. die Leistung der infizierten Variante im Vergleich zur nicht-infizierten Kontrollvariante erfasst. Parallel werden diese Genotypen bei den Projektpartnern angebaut, um eine phänotypische Charakterisierung und Kreuzungen von WDV-toleranten/resistenten Genotypen mit Hochleistungssorten und anschließender Erstellung von DH-Populationen bzw. SSD-Nachkommenschaften durchzuführen. Es wird ein Subset von 250 toleranten und anfälligen Akzessionen ausgewählt und mit dem 90k iSelect Chip (Trait Genetics, Gatersleben) genotypisiert. Aus den gewonnenen Daten sollen Marker-Merkmal Assoziationen für die WDV-Toleranz/Resistenz mittels genomweiten Assoziationsstudien (GWAS) detektiert werden. Entsprechende SNP-Marker werden in CAPS oder KASPar-Marker konvertiert, welche dann in DH-Populationen bzw. SSD-Nachkommenschaften verifiziert werden.

Ergebnisse

Im ersten Versuchsjahr sind von 255 getesteten Weizengenotypen zwei *T. boeoticum*, zwei *T. speltoides*, zwei *T. vavilovii* und eine *T. timopheevii* Akzession nach der künstlichen Inokulation virusfrei geblieben. Es lagen bis zu 12 Genotypen je nach untersuchtem Ertragsparameter im Bereich der Ertragsleistung des partiell resistenten Standards Vekni, wobei eine *Triticum aestivum* Sorte sich als der beste Genotyp erwies. Im Vergleich zum anfälligen Standard Hybnos, der im Test 2014/15 eine durchschnittliche Infektionsrate von 68% aufwies, hatte diese Sorte eine durchschnittliche Infektionsrate von 11%. Die relative Wuchshöhe betrug 70% im Vergleich zur nicht infizierten Kontrolle, die Zahl ährentragender Halme pro Pflanze 76%, das relative Korngewicht pro Pflanze und die Tausendkornmasse erreichten 100%. Mit dieser Sorte werden derzeit Kreuzungen bei den Züchtungspartnern durchgeführt.

Anhand der phänotypischen Daten 2014/15 basierend auf Gazezelttest, Feldtest in Žabčice (Tschechien) und Gewächshaustests wurden 24 Genotypen selektiert, die in den genannten phänotypischen Daten im Bereich des partiell resistenten Standards Vekni lagen. Diese werden in der Vegetationsperiode 2015/16 nochmals in zweifacher Wiederholung im Gazezelt getestet. Außerdem befinden sich zurzeit 240 weitere Weizengenotypen im ersten Jahr des Resistenzscreenings.

(Geplante) Verwertung

Für eine züchterische Nutzung ist die Entwicklung molekularer Marker aufgrund der schwierigen Handhabbarkeit der Vektoren im praktischen Zuchtbetrieb eine grundsätzliche Voraussetzung. Die Verfügbarkeit eng gekoppelter Marker erlaubt die Verfolgung der WDV-Resistenz/Toleranz im Zuchtgang unabhängig von aufwendigen Infektionsversuchen mit virusübertragenden Zikaden. Die im Rahmen dieses Projektes erarbeiteten Ergebnisse sind direkt im Züchtungsprozess nutzbar. Durch die Züchtung WDV-toleranter Winterweizensorten kann dem durch den Klimawandel zu erwartenden erhöhten Virusbefall und damit verbundenen Ertragsausfällen in der Zukunft entgegen gewirkt werden. Der Einsatz von Insektiziden zur Vektorbekämpfung kann mittelfristig eingeschränkt werden.

„Identifizierung und Kartierung von QTL für Resistenz gegenüber der Septoria- Blattdürre (*Septoria tritici*) des Weizens in der Akzession HTRI 1410 (IKRS),“

“Identification and mapping of QTL for *Septoria tritici* resistance in the winter wheat accession HTRI 1410 (IKRS)”

Projektlaufzeit

01.09.2014 bis 31.08.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Tanja Gerjets
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPI),
Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Verbundpartner

Prof. Dr. Frank Ordon, Dr. Doris Kopahnke, Frances Karlstedt
Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Resistenzforschung und
Stresstoleranz, Quedlinburg

Dr. Andreas Jacobi
Strube Research GmbH & Co. KG, Söllingen

Kurzfassung

Projektziel

Ziel dieses Projektes ist es durch genetische Analysen und der Entwicklung molekularer Marker die *Zymoseptoria*-Resistenz aus der Genbankakzession HTRI 1410 zu erschließen und züchterisch nutzbar zu machen, um damit die genetische Basis der *Zymoseptoria tritici*-Resistenz in Weizen zu erweitern.

Realisierung

Zur Ermittlung des Resistenzverhaltens der DH-Population HTRI 1410 x anfällige Sorten gegen *Zymoseptoria tritici* wurden Resistenzprüfungen im Feld auf den Versuchstandorten in Quedlinburg, Söllingen und Mallersdorf durchgeführt. Für die künstliche Feldinfektion wurde eine Konidiensuspension aus verschiedenen *Zymoseptoria tritici*-Isolaten mit einer Konzentration von 1x10⁶ Sporen/ml hergestellt. Die zweimalige Sprühinokulation an den Versuchstandorten erfolgte ab Ende Mai im BBCH-Stadium 39-55. Nach Sichtbarwerden der ersten Befallssymptome wurden Symptombonituren ab Mitte Juni in Abständen von je einer Woche durchgeführt. Dabei wurde der prozentuale Befall mit Nekrosen und Chlorosen erfasst.



Neben den Resistenzprüfungen im Feld werden Versuche unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt werden. Parallel zu der Phänotypisierung wurde die DH-Population mit dem 90k iSelect Chip genotypisiert.

Ergebnisse

Zwischen den einzelnen Versuchsstandorten traten statistisch signifikante Unterschiede im Befall auf ($p < 0,0001$). Mit Ausnahme des Standortes Quedlinburg konnten signifikante Unterschiede zwischen den DH-Linien nachgewiesen werden. Die Auswertung der phänotypischen Daten zeigte eine rechtsschiefe Verteilung für alle Standorte. Aufgrund der ungünstigen Witterung nach der künstlichen Infektion aufgrund anhaltender Frühsommertrockenheit sowie dem massiven Befall mit Gelbrost (*Puccinia striiformis*) an allen Versuchsstandorten zeigten die DH-Linien an den Standorten Quedlinburg (Sachsen-Anhalt) und Söllingen (Niedersachsen) einen geringen *Zymoseptoria tritici*-Befall. Hohe Niederschlagswerte und ein sich dadurch ergebendes feuchteres Mikroklima im Bestand führten am Standort Mallersdorf (Niederbayern) zu einem höheren Befall mit *Zymoseptoria tritici*.

Die zur Verfügung stehenden genotypischen Daten (81587 SNPs) wurden für die Kartierung der gesamten Population genutzt. Von diesen waren zwischen den anfälligen Eltern 6174 monomorph, welche gleichzeitig einen Polymorphismus zu HTRI 1410 zeigten. Basierend auf diesen Markern wurde eine genetische Karte für die gesamte Population erstellt, welche eine erste QTL-Kartierung über alle Linien ermöglicht.

Um die Population für die QTL-Kartierung zu vergrößern, wurden weitere DH-Linien erstellt. Im September 2014 wurden Kreuzungen mit dem resistenten Elter HTRI 1410 und dem anfälligen Elter Solitär durchgeführt und die Kreuzungskörner wurden an den Projektpartner Strube zur DH-Linienerstellung abgegeben. 120 weitere DH-Linien konnten so entwickelt werden, sodass Saatgut der vergrößerten Population zur Aussaat im Herbst 2016 bereits zur Verfügung stehen wird.

(Geplante) Verwertung

Die Arbeiten zur Erfassung der Resistenzreaktion werden wichtige Informationen über die Vererbung und das Wirkungsspektrum der Resistenz aus HTRI 1410 ergeben, die in Resistenzzüchtungsprogramme einfließen. Strube Research arbeitet bislang nicht mit künstlichen Infektionen bei *Zymoseptoria tritici*, sodass mit Hilfe des Projektes eine

zusätzliche Methode etabliert und in zukünftige Züchtungsarbeiten aufgenommen werden kann. Die Ergebnisse der Markeranalysen und Kartierungen werden zu einem dem wissenschaftlichen Partner für weitere Forschungsarbeiten zur Zymoseptoria-Resistenz in Weizen zur Verfügung stehen, zum anderen ermöglichen sie dem beteiligten Züchtungsunternehmen die markergestützte Nutzung der Resistenz aus HTRI 1410.

„Gezielte Neuzüchtung von Hochleistungssorten des Winterweizens, welche Verbesserungen in Ertrag, Resistenz, Qualität und Nährstoffeffizienz zeigen, mit Hilfe der Weizen-MAGIC-Population WM-800 (MAGIC WHEAT)“

“Targeted breeding of winter wheat elite cultivars, improved in yield, pathogen resistance, quality and nutrient efficiency by means of the MAGIC-WHEAT population WM-800 (MAGIC WHEAT)”

Projektlaufzeit

01.03.2015 bis 29.02.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Klaus Pillen
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Professur für
Pflanzenzüchtung, Halle

Verbundpartner

Dr. M. Ebrahim Kazman
Syngenta Seeds GmbH, Oschersleben/Bode

Hilmar Cöster
RAGT 2n, Silstedt

Dr. Hubert Kempf
Secobra Saatzucht GmbH, Moosburg

Dr. Erhard Ebmeyer
KWS Lochow GmbH, Bergen

Dr. Tanja Gerjets
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPI),
Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Kurzfassung

Projektziel

Der Weizen ist die bedeutendste Kulturpflanze Europas. In Jahr 2011 wurden in Europa auf 26,1 Mio. ha 140,0 Mio. t Winterweizen geerntet. Das Ziel von MAGIC WHEAT ist die Neuzüchtung von Eliteweizensorten, die eine Verbesserung der Komplexen Ertrag, Qualität, Pathogenresistenz und Nährstoffeffizienz aufweisen. Neben phänotypischer Selektion auf den Züchterstandorten liegt der Schwerpunkt der Arbeit in der Detektion

von positiven QTLs (Quantitative trait loci) für Ertrag, ertragsbildende Komponenten, Krankheitsresistenzen und Qualität unter reduzierter Stickstoffgabe.

Realisierung

Die MAGIC-WHEAT (multiparent advanced generation inter-cross) Population WM-800 wurde durch die gezielte Kreuzung von 8 Weizensorten mit hoher wirtschaftlicher Bedeutung für Deutschland entwickelt. Eine höhere Anzahl an paternalen Allelen und eine größere Anzahl an Rekombination ermöglichen eine hochpräzise Detektion von QTLs mit hoher statistischer Power im Gegensatz zu biparentalen Kreuzungen.

In einem Verbundprojekt, bestehend aus der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU), den vier Weizenzüchtunternehmen Syngenta, RAGT, Secobra und KWS sowie der Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen wird die WM-800 als Kartierungspopulation mit neuesten molekularen Werkzeugen und Methoden untersucht. In mehrortigen und mehrjährigen Parzellenversuchen werden die phänotypischen Daten in Kooperation mit den Züchtern erhoben. Die genetischen Daten aller WM-800 Genotypen sowie der Eltern werden mit dem 15k Illumina SNP Chip erhoben. Die gewonnenen Daten werden anschließend vom Partner MLU in genomweiten Assoziationsstudien (GWAS) verrechnet. Interessante und vielversprechende SNP-Kandidaten können in der markergestützten Selektion (MAS) ihre weitere Anwendung finden.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse zum Merkmal Pflanzenhöhe aus dem Jahr 2015 liegen bereits vor. Im Mittel lag die Pflanzenhöhe der WM-800 bei 76,4 cm (Abbildung 1, rote Linie).

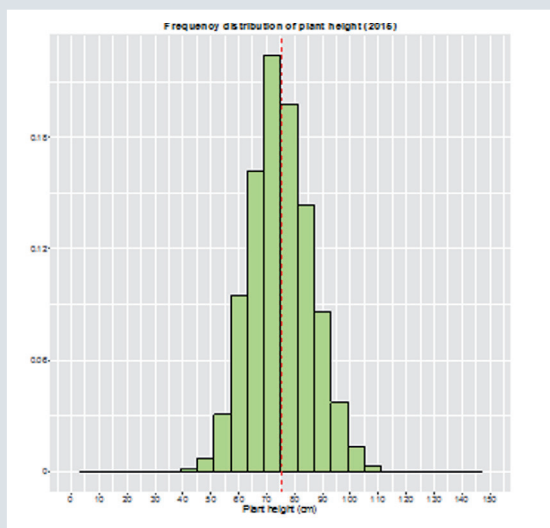


Abb.: 1: Häufigkeitsverteilung des Merkmals Pflanzenhöhe im Jahr 2015 in 918 WM 800 Linien.

Die Genotypdaten der polymorphen SNP Marker und das Merkmal Pflanzenhöhe der WM-800 Linien wurden gemeinsam in einer GWAS verwendet, um QTLs zu lokalisieren, die an der Regulation des Merkmals beteiligt sind. Insgesamt konnten 17 Marker-Trait-Assoziationen für Pflanzenhöhe detektiert werden, darunter auch die auf dem 15k Illumina chip ausgewiesenen SNP Marker TG0010a und TG0011a für die Rht-Gene (reduced height) auf Chromosom 4B und 4D sowie weitere, interessante genomische Regionen, z.B. auf Chromosom 6A.

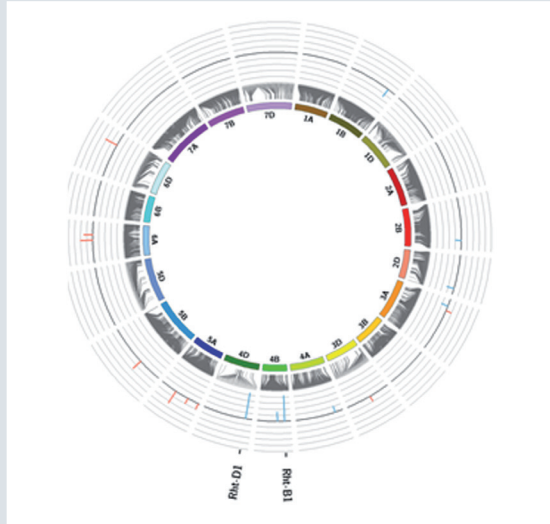


Abb.: 2: Abbildung 2: QTLs für das Merkmal Pflanzhöhe (Jahr 2015) in der MAGIC Population WM-800. Insgesamt wurden 17 QTLs detektiert. SNPs, die mit einer geringeren Pflanzlänge assoziiert sind, sind mit blauen Balken dargestellt. SNPs, welche die Pflanzlänge erhöhen sind in rot dargestellt. Die Höhe des Balkens beschreibt die Größe des QTL-Effektes.

Verwertung

Für eine Bestätigung der Ergebnisse der Assoziationskartierung wird die Pflanzhöhe im Jahr 2016 ein weiteres Mal erhoben und anschließend als Mittelwert aus den Daten von 2015 und 2016 in eine zweite GWAS Studie verrechnet. Die gewonnenen Ergebnisse werden den Züchtern zu Verfügung gestellt und dienen als Information zur Selektion von möglicherweise neuen, bisher unerkannten Genen, welche die Pflanzhöhe determinieren.

„Integrative Nutzbarmachung der genetischen Diversität bei Winterweizen zur Erhöhung des Kornertrags (GENDIV)“

“Integrative utilization of genetic diversity for grain yield improvement in winter wheat (GENDIV)”

Projektlaufzeit

03.09.2014 bis 31.12.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Tanja Gerjets
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V., Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Verbundpartner

Dr. Nils Stein
Leibniz-Institut für Planzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK),
Abteilung Genbank, Genomik Genetischer Ressourcen, Stadt Seeland

Dr. Jens Keilwagen
Julius Kühn Institut (JKI), Institut für die Sicherheit biotechnologischer Verfahren bei Pflanzen, Quedlinburg

beteiligte Wirtschaftspartner:
KWS LOCHOW GmbH (KWS), Dr. Erhard Ebmeyer, Bergen

Limagrain GmbH (LG), Dr. Johannes Schacht, Edemissen

Saatzucht Streng – Engelen GmbH & Co.KG (SSE), Dr. Stefan Streng,
Uffenheim

Saatzucht Breun GmbH (SB), Dr. Ludwig Ramgraber, Dr. Jens Weyen, Dr. Anja Hanemann, Herzogenaurach

Kurzfassung

Projektziel

Ziel des Projektes ist die integrative Nutzbarmachung der genetischen Diversität bei Winterweizen zur Erhöhung des Kornertrags. Dafür sollen genetische Variationen im Bereich der Source-/Sink-Leistung genutzt werden, die in der einmaligen Sammlung der Bundeszentralen *ex situ*-Genbank aufbewahrt werden, aber für die Weizenzüchtung bis-

her unzugänglich waren. Durch die Nutzung der natürlich vorkommenden genetischen Variationen wird dem Verlust von genetischer Diversität in den Hochleistungssorten entgegengewirkt. Es sind daher positive Effekte für das komplexe Merkmal Kornertrag zu erwarten. Durch einen integrativen Ansatz werden kontrastierende Genotypen umfassend charakterisiert, um günstige Allel-Kombinationen von Merkmalskomponenten für Kornertrag zu identifizieren und in die praktische Züchtung zu überführen. Damit unterstützt das Projekt die Ziele des „Programms für die Innovationsförderung“ in den Punkten nachhaltige Agrar- und Ernährungswirtschaft, Schonung natürlicher Ressourcen, Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit, Stärkung der wirtschaftlichen Innovationskraft und Schaffung bzw. Sicherung von Arbeitsplätzen.

Realisierung

Das Projekt setzt sich aus drei Arbeitspaketen (AP) zusammen. Im AP 1 erfolgt der Aufbau und die Phänotypisierung von ca. 280 kontrastierenden Winterweizen-Linien [ausgewählt basierend auf den normalisierten Merkmalen Blühzeitpunkt (NRP FTi), Pflanzenhöhe (NRP PH) und Tausendkorngewicht (NRP TGW)]. Im AP 2 werden 96 selektierte Linien umfassend molekular charakterisiert. Zur Erfassung der genetischen Struktur und Diversität werden neueste Anreicherungs-, Genotypisierungs-, und Sequenzierungsmethoden eingesetzt. Im AP 3 werden die Sequenzinformationen ausgewertet, um vielversprechende Linien mit vorteilhaften Allel-Kombinationen für die Zuchtprogramme der Wirtschaftspartner auszuwählen.

Für das Projekt wurden gemeinsam mit den beteiligten Züchtern 200 Winterweizen-Akzessionen und Linien (25 Winterweizen-Akzessionen aus 8 kontrastierenden phänotypischen Gruppen, Abb.1) aus der Genbank in Gatersleben ausgewählt und um 8 Vergleichssorten des Bundessortenamtes sowie 72 Hochleistungssorten/Stämme der beteiligten Züchter ergänzt (insgesamt = 280 Akzessionen/Linien). Die genetischen Ressourcen wurden vor Projektbeginn über zwei Einzelsamenvermehrungen aufgereinigt. Ab Herbst 2014 erfolgte ein Vermehrungsschritt bei Partner Limagrain mit ersten Bonituren, um ausreichend Saatgut für nachfolgende Ertragsprüfungen zu erhalten. Ab 2015 werden standardisierte Ertragsprüfungen an zwei Standorten in Deutschland (KWS, LG) mit jeweils zwei Wiederholungen durchgeführt. Ab 2016 erfolgt zusätzlich der Beobachtungsanbau zur Erfassung von z.B. Krankheitsbefall, Zeitpunkt des Ährenschiebens an 2 weiteren Standorten in Deutschland bei SB und SSE.

Im AP 2 werden 96 Winterweizen-Linien umfangreich molekularbiologisch charakterisiert. Diese Teil-Kollektion bestehend aus 96 Linien wird sich wie folgt zusammensetzen: jeweils ca. 9 Linien pro kontrastierender Gruppe (siehe Abb.1) (9 Genotypen x 8 Gruppen = 72), 8 Vergleichssorten des Bundessortenamtes sowie ca. 16 Hochleistungssorten/Stämme der beteiligten Züchter. Die Proben werden Target enrichment (whole genome exome capture, 4x capture) Sequenzierung auf Illumina HiSeq2500 sequenziert. Die ermittelten SNPs werden zu genomweiten assoziationsgenetischen Analysen eingesetzt. Bei signifikanten Korrelationen zu phänotypischen Daten (Boniturdaten Kornertrag) sollen anschliessend bis zu 10 vielversprechende Loci/Kandidatengene (alle drei Homologe) in den 96 Linien resequenziert werden.

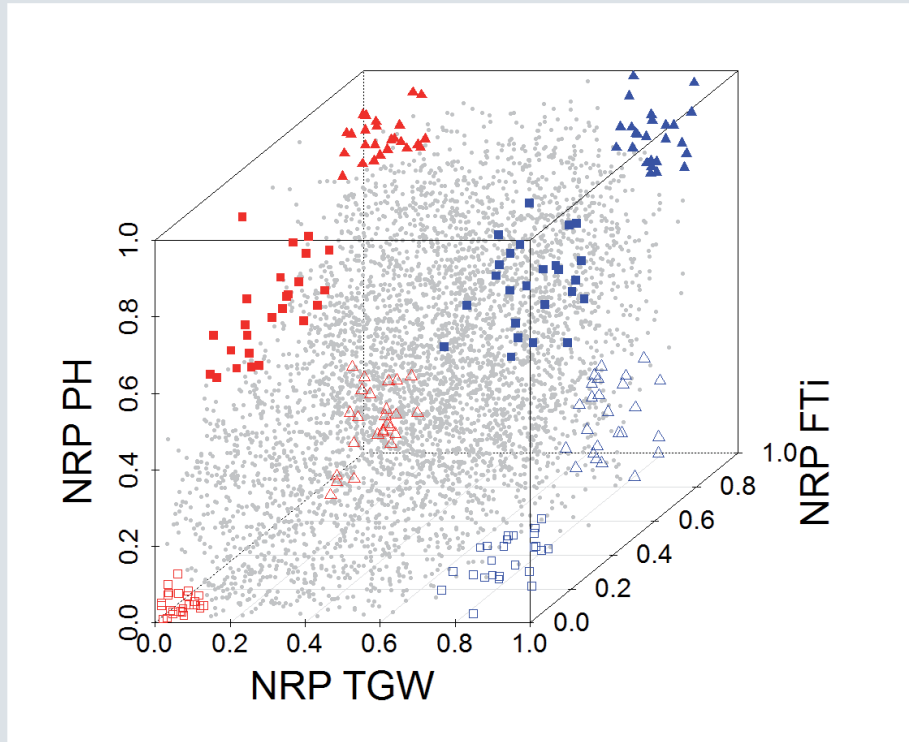


Abb.: 1: Multi-Merkmalsoptimierung nach Keilwagen et al. 2014 für die gesamte Winterweizenkollektion der IPK Genbank basierend auf normalisierten Merkmalen Blühzeitpunkt (NRP FTi), Pflanzenhöhe (NRP PH) und Tausendkorngewicht (NRP TGW). Acht kontrastierende Gruppen sind hervorgehoben: Blau = TGW, rot = niedriges TGW; leere Symbole = geringe PH, gefüllte Symbole = große PH; Quadrat = frühe FTi, Dreieck = späte FTi. Besonders interessant Akzessionen mit hohem TGW, frühes FTi, geringe PH (blaue, ungefüllte Quadrate).

Im AP 3 finden alle Datenauswertungen statt. Zunächst werden erhaltene Rohdaten (kurze Sequenzstücke, ca. 2 x 100 bp) mittels neuester bioinformatischer Software auf einem Hochleistungsserver auf die Referenzsequenz(en) projiziert (mapping). Eine besondere Herausforderung ergibt sich aufgrund der Genomstruktur des Weizens (allohexaploid, $2n = 6x = 42$, BBAADD), was dazu führt, dass fast alle Gene in mehreren, sehr ähnlichen Kopien vorliegen. Ziel ist es, robuste homologe Gensequenzen für möglichst viele Gene zu erhalten (Identifizierung der Gensequenz für die Genome A, B und D). Um Assoziationsstudien mit phänotypischen Merkmalen aus Ertragsprüfungen durchführen zu können, werden anschließend Sequenzbereiche identifiziert, die sich zwischen den 96 Winterweizen-Linien unterscheiden. Dies können u.a. SNPs, Insertionen oder auch Deletionen sein. SNPs werden anschließend mit öffentlich verfügbaren Daten für Weizen und andere Modellorganismen kombiniert zur Identifikation von Kandidatengenomen für Kornertrags-Parameter.

Ergebnisse

- » 96 Genotypen aus der Gesamtgruppe von 280 wurden ausgewählt
- » DNA wurde von 314 Genotypen extrahiert
- » Exome Capture Hybridisierungen wurden für 72 Proben durchgeführt in Form von 8-Fach Pools
- » Exome Capture Sequenzierungen wurden für 72 Proben durchgeführt
- » Rohdatenanalyse für diese Proben wird ggw. durchgeführt
- » Saatgut wurde in 2015 bei LG gewonnen für die Ertragsprüfungen in 2016 an je einem Standort der Partner LG und KWS

(Geplante) Verwertung

Mit dem Projekt GENDIV soll die Nutzbarmachung PGR für die praktische Pflanzenzüchtung am Beispiel des Kornertrages bei Winterweizen aufgezeigt werden. Die Sequenzierung der Exome von PGR als auch der Hochleistungsarten werden u.a. Aufschluss über die existierende Diversität verschiedener Loci für Kornertrags-Parameter geben. Dadurch erhalten die Züchter erstmals umfangreiche Sequenz- und Diversitätsinformationen für ihre Sorten – im Vergleich zu PGR. Die Marker-Merkmal-Assoziationen werden zu Bereichen im Weizengenom führen, die Kandidatengene für Kornertragsparameter enthalten und anschließend näher für die Pflanzenzüchtung charakterisiert werden können. Die Nutzung dieser Information in prädiktiven Ansätzen wird die Züchtung neuer Weizensorten für das komplexe Merkmal Kornertrag beschleunigen. Somit sind neben mehreren direkten Ergebnissen für die Züchtung neuer Winter-Weizensorten auch indirekte Effekte zu erwarten, wie die Nutzung dieser Vorgehensweise für andere Kulturpflanzen und Merkmale sowie die Übertragung der Resultate auf andere Getreidearten. Die erwarteten Resultate werden auch eine breite wissenschaftliche Anschlussfähigkeit aufweisen.

„Sink-Konkurrenz zwischen Bestockung und Wurzelentwicklung beim Weizen (Rootshape)“

“Sink-competition between branching and root development in wheat (Rootshape)”

Projektlaufzeit

01.06.2015 bis 31.05.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Tanja Gerjets
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPI),
Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Verbundpartner

Prof. Dr. Nicolaus von Wirén, Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung (IPK), Gatersleben

Dr. Andreas Jacobi, Strube Research GmbH & Co. KG, Söllingen

Kurzfassung

Projektziel

Bei den derzeit verfügbaren Methoden zur Selektion ertragreicherer Weizenlinien bleibt die Rolle der Wurzel weitgehend unberücksichtigt. Das Projekt „Rootshape“ befasst sich in diesem Zusammenhang mit der Konkurrenz zwischen Wurzel und Spross um Nährstoffe und gebildete Assimilate während der Bestockungsphase. Da einerseits die Entwicklung neuer Seitentriebe beim Weizen mit der Bildung von Adventivwurzeln gekoppelt ist, andererseits dadurch aber eine erhöhte Sink-Konkurrenz um gebildete Assimilate entsteht, hat das geplante Projekt zum Ziel, den Zusammenhang zwischen Bestockungsneigung und Wurzelentwicklung aufzuklären und dieses Wissen für die Pflanzenzüchtung nutzbar zu machen. Dabei soll untersucht werden, welche Rolle die Wurzelentwicklung bei unterschiedlicher Bestockungsneigung für eine weitere Steigerung im Ertragspotential von Weizen spielt, und ob Sprossmerkmale Aussagen über die Wurzelarchitektur zulassen, die der Selektion von Elitelinien mit günstigen Wurzelfunktionen dienlich sind (Abb. 1).

Realisierung

Zur Verwirklichung der Projektziele werden in Feld- und Gewächshausversuchen Sommerweizen Genotypen mit unterschiedlicher Bestockungsneigung selektiert. Dabei werden Genotypen, die sich in ihrem Bestockungspotential unterscheiden bezüglich

ihrer Wurzelentwicklung untersucht. Anschließend wird die Interaktion von Faktoren untersucht die Bestockung und Wurzelentwicklung regulieren und die Sink-Konkurrenz von Spross und Wurzel steuern. Weiterhin werden Umwelteffekte berücksichtigt die das Bestockungspotential maßgeblich beeinflussen (Abb. 1).

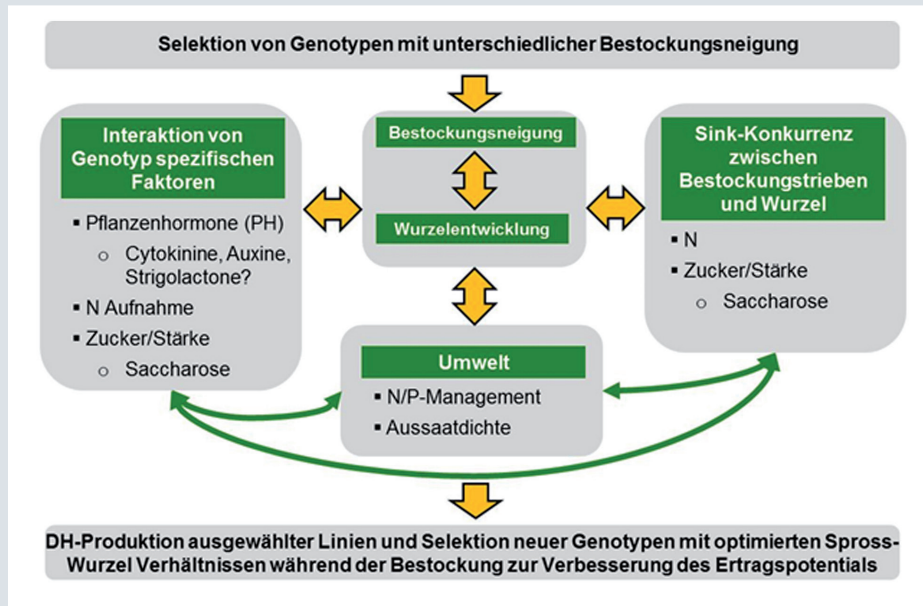


Abb. 1.: Ziele und Analysen bei der Aufklärung des Zusammenhangs von Bestockung und Wurzelentwicklung zur Etablierung neuer Selektionsmerkmale und Marker für Weizenzüchtung

Ergebnisse

Untersuchungen zum Zusammenhang von Bestockungsneigung und Wurzelentwicklung setzten Material mit unterschiedlicher Bestockungsneigung oder Wurzelentwicklung voraus. Da die Wurzel zur Untersuchung als Selektionsmerkmal im Feld schlecht zugänglich ist, wurde die Bestockungsneigung der Genotypen unter Feldbedingungen als Kriterium für die Auswahl der zu untersuchenden Sorten genutzt. Hierzu wurden bereits im Jahr 2014 Genotypen mit unterschiedlicher Bestockungsneigung vorselektiert. In 2015 wurden diese dann weiter charakterisiert und selektiert. Dabei wurden die spezifische Bestockungsneigung und der Einfluss der Aussaatstärke (100 Körner/m² und 350 Körner/m²) auf die Bestockung untersucht (Abb. 2).

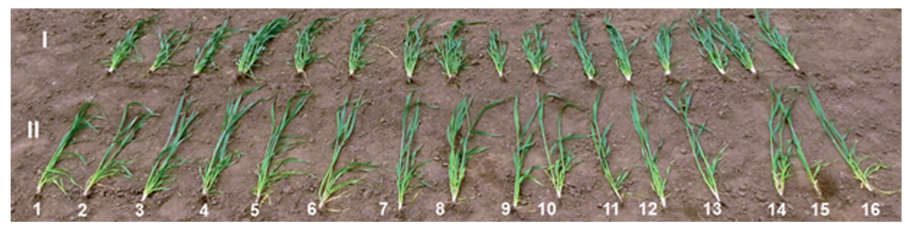


Abb. 2: Schwach (9-16) und stark (1-8) bestockende Sommerweizengenotypen bei einer Aussaatstärke von 100 keimfähigen Körnern m² (I) und 350 keimfähigen Körnern m² (II)

Erste Ergebnisse aus 2015 zeigten, dass sich die Genotypen zwar in ihrer Bestockungsneigung unterscheiden, aber auch dass es innerhalb eines Genotyps eine hohe Plastizität im Merkmal Bestockung gibt (Abb. 3).

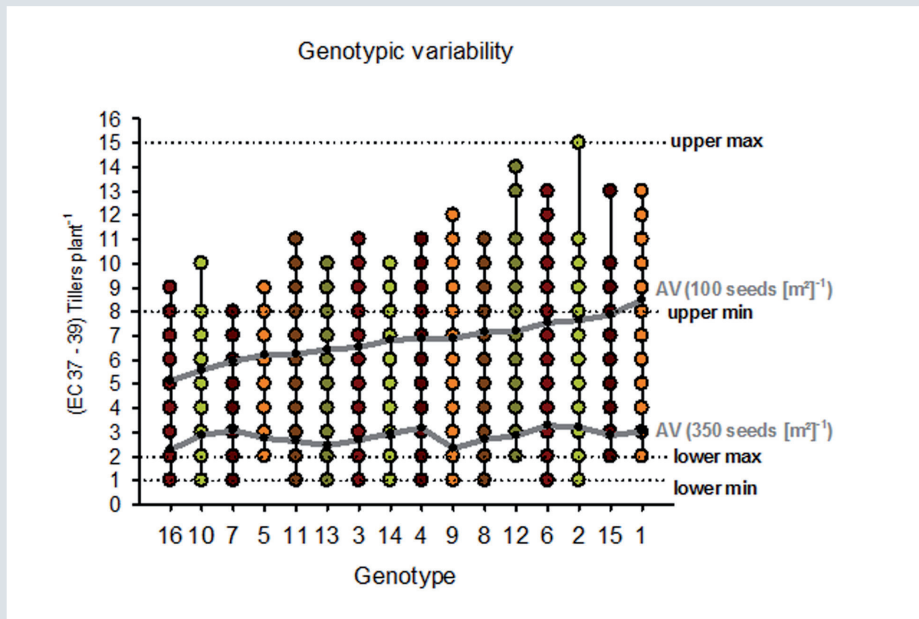


Abb.3: Variabilität in der Seitentriebbildung bei Aussaatstärken von 100 oder 350 keimfähigen Körnern m⁻² bei EC 37-39

Neben der phänotypischen Selektion beschäftigt sich das Projekt mit der hormonellen Regulation der Sprossbildung und der Rolle genotypischer Unterschiede im Pflanzenhormonprofil auf die Bestockungsneigung der Pflanzen. Dazu wurden aus dem Feldversuch 2015, der Spross von einem eher stark (Genotyp 2) und einem eher schwach (Genotyp 9) bestockenden Genotyp zu EC 30 geerntet. Es zeigte sich, dass die Aussaatstärke einen deutlichen Effekt auf die Bestockungsneigung der untersuchten Genotypen hat. Die hohe Aussaatstärke (350 Körner/m²) zeigte drei Bestockungstriebe, während bei der niedrigen Aussaatstärke (100 Körner/m²) etwa die doppelte Anzahl Bestockungstriebe bestimmt werden konnte (Abb. 4). Zwischen den Genotypen zeigte die als stark bestockend eingestufte Sorte unter beiden Aussaatstärken mehr Seitentriebe, als die eher schwach bestockende Sorte (Abb. 4). Es zeigte sich aber auch, dass die gebildete Biomasse der Bestockungstriebe abhängig von deren Anzahl ist. Der Genotyp mit der stärkeren Bestockungsneigung hatte ein geringeres Gewicht der Einzel-Triebe. Die N-Aufnahme der Triebe innerhalb eines Genotyps bei unterschiedlicher Aussaatstärke war dagegen gleich hoch und unabhängig von der Anzahl der Bestockungstriebe aber abhängig von deren Biomasse (Abb. 4). Bezogen auf die Regulation der Bestockung durch Pflanzenhormone hatte der Genotyp mit geringer Bestockungsneigung eine höhere Auxin-Konzentration im Spross (Abb. 5). Zudem beeinflusste die Aussaatstärke das Verhältnis zwischen aktiven und weniger Cytokinin (CK) zueinander (Abb. 6). Die ersten Daten legen nahe, dass Aussaatstärke und Genotyp einen Einfluss auf die Bestockung haben. Dabei kommt

den Pflanzenhormonen (PH) eine wahrscheinliche Rolle zur Charakterisierung von Genotypen mit unterschiedlicher Bestockungsneigung zu. Für die weiteren Untersuchungen stellt sich außerdem die Frage, ob die Sprossarchitektur und die PH-Konzentrationen im Spross Aussagen zu einem Genotyp-spezifischem Spross/Wurzel-Verhältnis, der Wurzelmorphologie, der Wurzelaktivität und der Assimilat-Konkurrenz zulassen.

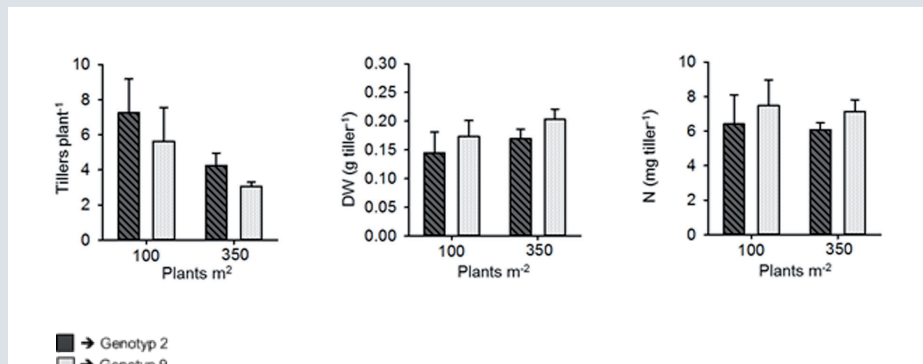


Abb. 4: Bestockungsgrad, Trockengewicht (DW) und N-Aufnahme pro Trieb in Abhängigkeit von der Aussaatstärke 100 oder 350 Körner/m² und dem Genotyp.

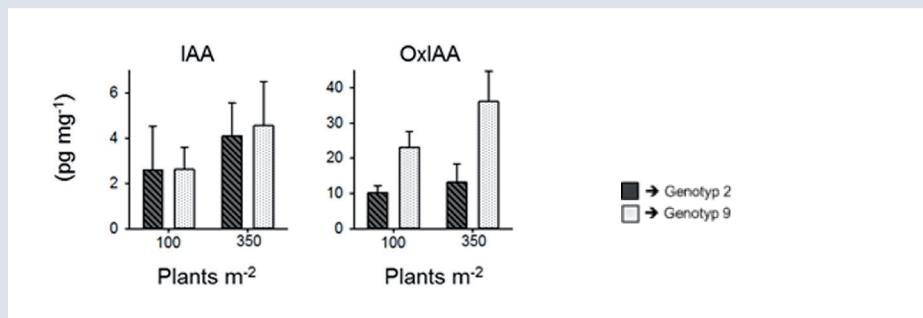


Abb. 5: Auxin-Konzentrationen in Abhängigkeit von Aussaatstärke und Genotyp.

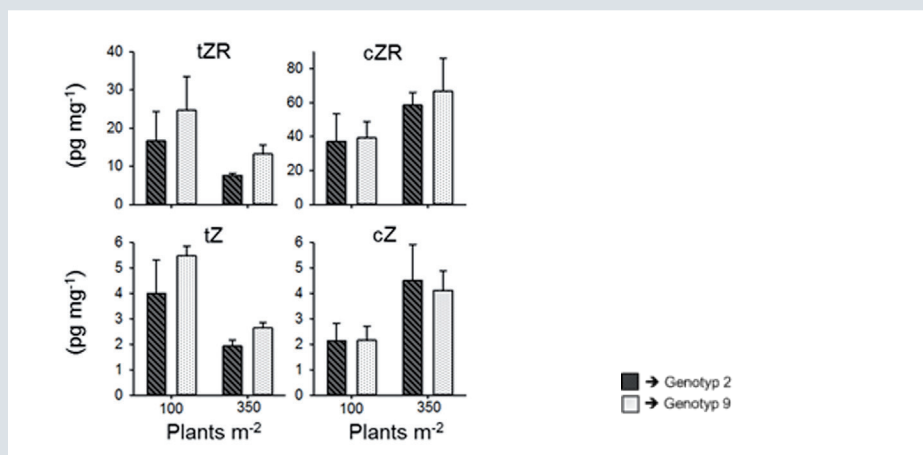


Abb. 6: Die Konzentrationen von „hoch“ und „wenig“ aktiven CK (tZ cZ) im Spross sind abhängig vom Bestockungsgrad.

(Geplante) Verwertung

Die geplanten Versuche und Analysen dienen der Etablierung neuer Methoden und der Erweiterung von Wissen in der Grundlagenforschung (I), der angewandten Züchtungsforschung (II) sowie dem Fortschritt in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (III).

(I) Für die Grundlagenforschung können mittels der erzielten Ergebnisse Hypothesen zur Aussagekraft von Hormon-, Metabolit- und Nährstoffprofilen für die Wurzel- und Sprossarchitektur und ggf. die Nährstoffeffizienz bei verschiedenen Weizenlinien überprüft werden. Die Versuche werden zur Etablierung neuer Methoden führen, die für die Analyse von Wurzelmorphologie und Wurzel-Wurzel- bzw. Wurzel-Spross-Interaktionen von Bedeutung sein können und das Wissen um diese Zusammenhänge erweitern.

(II) Mit dem Projekt wird das wichtigste Ziel in der Weizenzüchtung verfolgt, die Steigerung von Ertrag und Ertragsstabilität. Für die Züchtungsforschung können aus den angelegten Versuchen neue Strategien und Kriterien abgeleitet werden, die die Selektion von Weizenlinien mit optimierten Spross- und Wurzelmerkmalen erleichtern. Die Identifizierung neu abgeleiteter physiologischer und genetischer Marker kann direkt in den Züchtungsprozess integriert werden und soll die Entwicklung neuer Sorten mit höherem Ertragspotential beschleunigen.

(III) Für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion erweitert sich das Spektrum verfügbarer Weizenlinien um solche, die eine gesteigerte Effizienz bzgl. der Nutzung von Wasser und Nährstoffen (Düngung) aufweisen. Damit erhöht sich das Potential für einen wirtschaftlich interessanten und nachhaltigen Anbau sowie die unternehmerische Sicherheit durch eine verbesserte Leistungsstabilität unter veränderten Klima- und Anbaubedingungen.

„Fernerkundliche Beurteilung der Trocken- und Hitzetoleranz von Weizengenotypen auf Selektionsstandorten mit begleitenden Untersuchungen zu Durchwurzelungstiefe, Wurzelmorphologie und Wasserhaushalt (Phaenokopter)“

“Remote sensing assessment of drought and heat tolerance of wheat genotypes at selection sites with accompanying studies on rooting depth, root morphology and water balance (Phaenokopter)”

Projektlaufzeit

01.10.2014 – 30.05.2018

Projektkoordinator, Institution

Dipl.-Inform. Martin Kraft
Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig

Verbundpartner

Dr. Siegfried Schittenhelm, Dr. Lorenz Kottmann, Dr. Susanne Schroetter
Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde,
Braunschweig

M. Sc. Tina Langkamp, Dipl.-Ing. Heiko Neeland
Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig

M. Sc. Katja Matschiner
Strube Research GmbH & Co. KG, Söllingen

Kurzfassung

Projektziel

Welche Kriterien können bei der Züchtung trocken- und hitzetoleranter Weizensorten helfen? Lassen sich solche Kriterien mit Multikopter-gestützter Fernerkundung bestimmen? Zeichnen sich trocken-tolerante Genotypen durch besondere Eigenschaften des Wurzelsystems aus? Im Rahmen einer Kooperation des Thünen-Instituts für Agrartechnologie, dem Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde des Julius Kühn-Instituts sowie Strube Research werden im Projekt „Phaenokopter“ Antworten auf diese Fragen gesucht.

Ziele des Projekts sind neue Erkenntnisse und Verfahren für die Züchtung leistungsfähiger Weizensorten mit einer verbesserten Anpassung an Trocken- und Hitzestress. In dem Projekt wird untersucht, wie zuverlässig sich die Trockentoleranz unterschiedlicher Genotypen mithilfe Multikopter-gestützter Sensortechniken im Hochdurchsatz beurteilen lässt. Im Projekt wird des Weiteren nach Antworten auf die Fragen, ob trocken-toler-

rante Genotypen besondere physiologische und phänologische Merkmale aufweisen und welche Wurzeigenschaften mit einer erhöhten Trockentoleranz einhergehen, gesucht. Sofern im Projekt signifikante Zusammenhänge zwischen der Wurzelentwicklung und oberirdisch gemessenen Pflanzeigenschaften gefunden werden, können sich daraus neue Möglichkeiten zur indirekten Selektion auf Wurzeigenschaften ergeben.

Realisierung

Auf drei Selektionsstandorten mit unterschiedlicher Neigung zu Trockenstress (Söllingen, NI; Warmse, NI; Siestedt, ST) werden 120 Weizengenotypen internationaler Herkunft sowie 150 Zuchtstämme angebaut. Die Flächen werden regelmäßig mit einem Multikopter befliegen, welcher mit Thermal-, Farb- und Nahinfrarotkameras ausgestattet ist. In einer Rain-out Shelter Anlage (Braunschweig, NI), die kontrollierte Trockenstressbedingungen ermöglicht, wird ein Kernsortiment von 16 Genotypen durch phänologische, physiologische und agronomische Merkmale genauer charakterisiert. Die Rain-out Shelter Versuche werden ebenfalls regelmäßig mit dem Multikopter befliegen.

An den Selektionsstandorten Söllingen und Warmse werden zusätzlich umfangreiche Untersuchungen der Wurzelentwicklung verschiedener Genotypen unter laufender Beobachtung des Bodenwassergehaltes durchgeführt. Hierfür werden Bohrkerns mittels Rammkernsondierung zu den Zeitpunkten Blüte und Vollreife entnommen. Wurzelanzahl und Wurzeltiefgang werden anhand der Bruchkernmethode ermittelt. An einem Teil der Proben wird im Labor nach Separierung der Wurzeln die Wurzellängendichte durch Bildanalyse mittels WinRHIZO bestimmt (Abbildung 1).

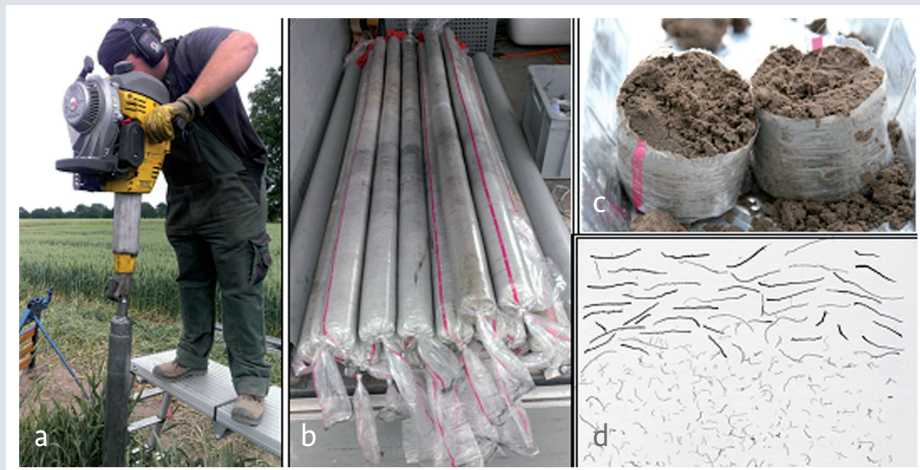


Abb. 1: (a) Probenahme mit einem Bohrhämmer; (b) Entnommene Bohrkerns; (c) Durchführung der Bruchkernmethode; (d) Scan der separierten Wurzeln mittels WinRHIZO.

In einem weiteren Versuch wird die Hitzetoleranz von 32 Weizengenotypen untersucht. Dazu wird in einem Folientunnel Hitzestress während der Kornfüllung erzeugt und gleichzeitig eine ausreichende Wasserversorgung sichergestellt, um die Hitzestresseffekte ohne überlagerte Trockenstresseffekte untersuchen zu können. Neben agronomi-

schen, phänologischen und physiologischen Merkmalen werden zusätzliche Inhaltsstoffanalysen (Prolingehalt, lösliche Zucker) durchgeführt.

Ergebnisse

Der am Thünen-Institut entwickelte „ThünoCopter“ ist ein Multikopter, der mit einem Mehr-Kamera-System, einer SWIR-Kamera und einer Thermal-Kamera ausgestattet werden kann (Abbildung 2a). Das Mehr-Kamera-System beinhaltet einen RGB-, 650nm-, 850nm- und 975nm-Kanal. Mithilfe der Reflexion der Pflanzenbestände in diesen Bereichen (Abbildung 2b) lassen sich verschiedene Vegetationsindizes berechnen. Im Versuchsjahr 2015 konnte anhand der Bestandestemperatur aus Thermal-Bildern und meteorologischen Kenngrößen der Crop Water Stress Index (CWSI) berechnet werden. Der CWSI war mit der maximalen Wurzellänge signifikant korreliert, sowie mit dem Kornertrag an allen drei Selektionsstandorten (Abbildung 3).

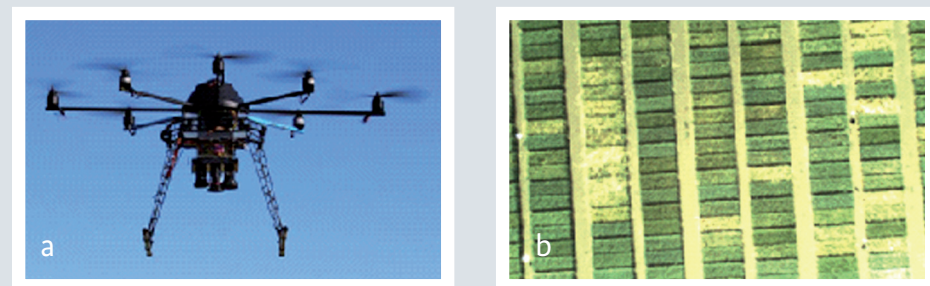


Abb. 2: (a) „ThünoCopter“ mit Multi-Sensor-Kamera zur fernerkundlichen Erfassung der spektralen Reflexion im RGB- und NIR-Bereich; (b) Aufnahme der Versuchsfläche mit dem RGB-Kanal am Standort Söllingen.

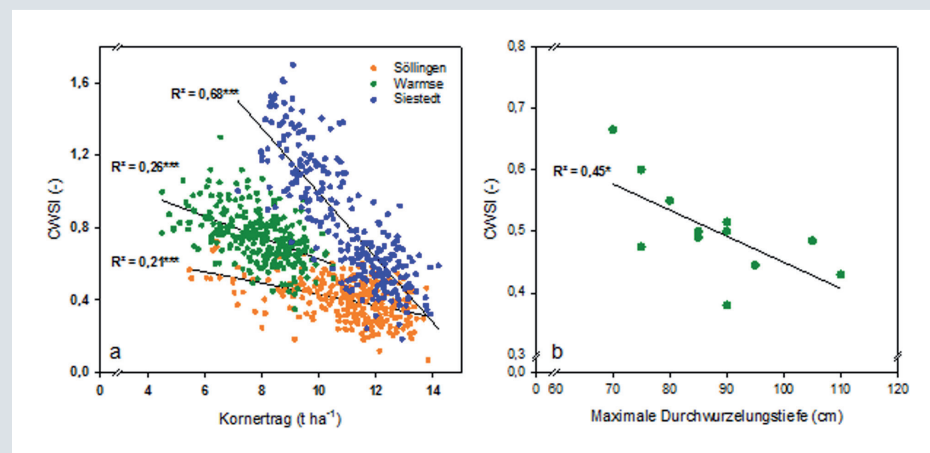


Abb. 3: (a) Beziehung zwischen Crop Water Stress Index (CWSI) und Kornertrag an den Standorten Söllingen, Warmse und Siestedt (n=274, Mittelwerte aus je 3 Wiederholungen); (b) Beziehung zwischen CWSI und der maximalen Durchwurzelungstiefe am Standort Warmse (n=12, Mittelwerte aus je zwei Wiederholungen). * und ***: Signifikant für p<0,05 und p<0,001.

Im ersten Versuchsjahr wurde das Wurzelsystem von 12 Genotypen am Standort Warmse (lehmgiger Sand, 35 Bodenpunkte) untersucht. Hier zeigte sich eine enge Korrelation zwischen der einfach und schnell durchführbaren Bruchkernmethode und der sehr arbeitsintensiven Analyse der Wurzellängendichte mittels Separierung und Bildanalyse ($R^2=0,75^{**}$, nicht dargestellt). Mithilfe der Bruchkernmethode ist somit eine schnelle Beurteilung des Wurzelsystems ohne aufwändige Probenaufbereitung möglich.

Die untersuchten Genotypen zeigten signifikante Unterschiede hinsichtlich Durchwurzelungsintensität und Wurzeltiefgang (Abbildung 4). Nach der Blüte nahm die Durchwurzelungsintensität im Oberboden bei allen Genotypen deutlich ab. Einige Genotypen zeichneten sich jedoch durch eine Zunahme der Durchwurzelungsintensität in tieferen Bodenschichten während der Kornfüllungsphase aus (nicht dargestellt).

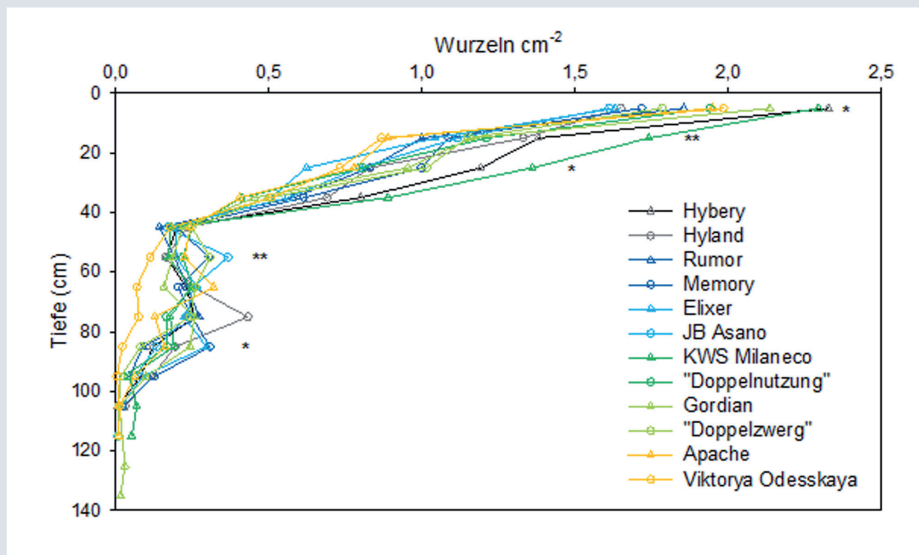


Abb. 4: Anzahl der Wurzeln cm^{-2} verschiedenerer Genotypen in Abhängigkeit von der Bodentiefe. Dargestellt sind die Ergebnisse der Bruchkernmethode. * und **: Signifikante Unterschiede für $p < 0,05$ und $p < 0,01$. „Doppelnutzung“ und „Doppelzwerg“ sind Zuchtstämme von Strube Research.

Ein besonderes Interesse liegt im vorliegenden Projekt auf der Frage, welche Beziehungen zwischen Wurzelmerkmalen und Kornertrag bestehen. Es zeigte sich, dass ein vergleichsweise dichtes Wurzelsystem in tieferen Bodenschichten mit einem hohen Kornertrag einhergeht, wohingegen die Wurzeldichte im Oberboden im vorliegenden Versuch keinen Einfluss auf dem Kornertrag hat (Abbildung 5).

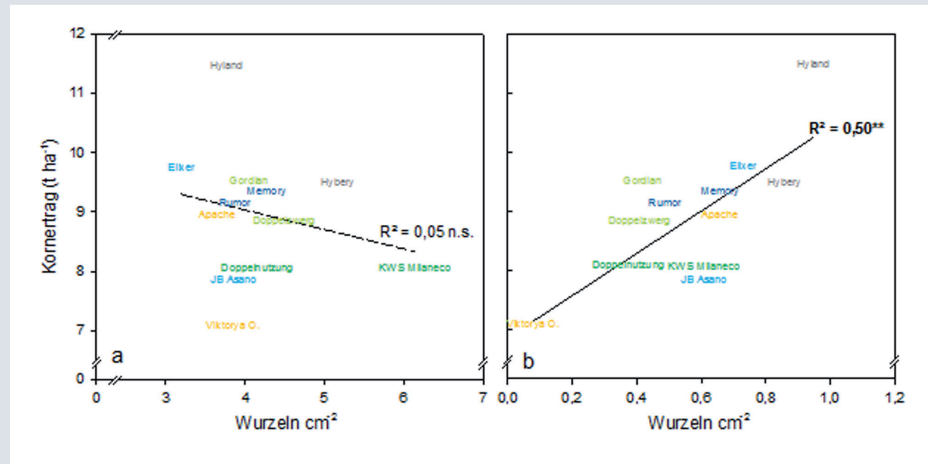


Abb. 5: Beziehung zwischen dem Korntrag und der Anzahl der Wurzeln cm⁻² in den Bodentiefen 0-30 cm (a) und 60-90 cm (b) (n=12). **: Signifikant für p<0,01; n.s.: nicht signifikant.

(Geplante) Verwertung

Die im Projekt entwickelten und evaluierten fernerkundlichen Messverfahren können in der Züchtung sowie im pflanzenbaulichen Versuchswesen eingesetzt werden, um den Züchtungsfortschritt zu beschleunigen und somit einen Beitrag zur Steigerung der Ertragsleistung und Ertragsicherheit leisten zu können. Erste Ergebnisse deuten an, dass Zusammenhänge zwischen Wurzelmerkmalen und fernerkundlich gemessenen Merkmalen vorliegen. Wenn sich dieser Befund erhärtet, können auch die für Trocken- und Hitzetoleranz sehr bedeutenden Wurzelmerkmale im Selektionsprozess berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass aufgrund des vielfältigen Genotypensortiments und der vielen verschiedenen Umwelten auch grundlegende Erkenntnisse über die Hintergründe von Hitze- und Trockentoleranz gewonnen werden, welche in der praktischen Züchtungsarbeit angewandt werden können.

„Neue allelische Diversität für das ertragsbestimmende Merkmal Halmlänge des Weizens durch gezielte, genspezifische Mutagenese (DIVHA)“

“Novel allelic diversity of the yield-determining trait stalk length via site-directed mutagenesis in wheat (DIVHA)”

Projektlaufzeit

01.06.2015 bis 31.05.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Tanja Gerjets
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPI),
Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen, Bonn

Verbundpartner

Dr. Jochen Kumlehn, Dr. Thorsten Schnurbusch
Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK
Gatersleben), Seeland/OT Gatersleben

Dr. Andreas Jacobi
Strube Research GmbH & Co. KG, Söllingen

Dr. Edgar Müller
Südwestdeutsche Saatzucht GmbH & Co. KG, Rastatt

Kurzfassung

Projektziel

Vorrangiges Ziel der Weizenzüchtung ist die Erhöhung von Ertrag und Ertragsstabilität. Das vorgeschlagene Vorhaben ist auf die Erhöhung der Standfestigkeit und des damit assoziierten Ertragspotentials durch Schaffung neuer allelischer Diversität solcher Verzweigungsgene gerichtet, die bei Weizen noch nicht als Modifikatoren der Pflanzenarchitektur erschlossen sind. Halmverkürzungen haben im Zuge der ‘Grünen Revolution’ bei allen bedeutenden Getreidearten dazu beigetragen, die Erträge drastisch zu erhöhen und zu stabilisieren. Durch Halmverkürzung steht ein erhöhter Anteil der Assimilate zur Kornbildung zur Verfügung, was sich in erhöhter Anzahl fertiler Blütchen pro Ähre und erhöhter Tausendkornmasse widerspiegelt. Soll die in aktuellen Sorten erreichte Kornmasse pro Ähre unter Berücksichtigung unterschiedlicher Standorte und Bewirtschaftungssysteme weiter übertroffen werden, wird eine prinzipiell standfestere, nuanciert optimierbare Pflanzenarchitektur benötigt, die über die Erhöhung der allelischen Diversität Halmlänge-bestimmender Gene erzielt werden könnte. Jeweils spezifische

Erfordernisse bezüglich Halmlänge ergeben sich insbesondere auch für Bestäuber- und Mutterlinien bei der Hybridzüchtung.

Realisierung

Die Orthologen der bei Gerste und Reis für Halmverkürzungen verantwortlichen Gene *BRI1* bzw. *SD1* sollen bei Weizen unter Anwendung von Designer-Endonukleasen einer gezielten Diversifizierung unterzogen werden. Diese Methodik gestattet es an jedem chromosomalen Lokus der Wahl exklusiv zielgenspezifische Mutationen zu bewirken. Nach genetischer Fixierung der induzierten Mutationen mittels Haploidentechnologie bzw. Selbstung ist vorgesehen, die in der resultierenden Mutantenpopulation repräsentierte genetische Diversität umfassend auf molekularer und phänotypischer Ebene zu analysieren und bezüglich züchterischen Nutzungspotenzials zu validieren.

Ergebnisse

Die von den beteiligten Züchterhäusern Strube Research und Südwestdeutsche Saatzucht ausgewählten und bereitgestellten Weizen-Linien werden am IPK im Gewächshaus gestaffelt angezogen, um sie bzgl. Eignung zur Haploidenherstellung mittels Weizen-Mais-Kreuzungen zu testen. Damit soll geklärt werden, mit welchen dieser Linien die später vorgesehene Bestäubung mit Endonuklease-transgenem Mais eine Chance auf Erfolg hat. Als Kandidatengene für die Beeinflussung der Halmlänge des Weizens wurden dessen Orthologe des *BRASSINOSTEROID INSENSITIVE 1 (Bri1)*-Gens aus Gerste und des *SEMIDWARF1 (Sd1)*-Gens aus Reis ausgewählt. Für beide Gene sind anhand der verfügbaren Daten des Referenzgenoms (cv. ‚Chinese Spring‘) Orthologe des Weizens auf allen drei Teilgenomen (A, B und D) identifiziert worden. Die den gefundenen Teilsequenzen zugeordneten BAC-Contigs wurden mithilfe der Software CloneManager und MegAlign assembliert. Um Sequenzlücken zu schließen wurden die Abschnitte zwischen den Contigs per Testung von 37 (*Bri1*) bzw. 12 (*Sd1*) Primerkombinationen amplifiziert, TA-kloniert und anschließend sequenziert. Eine weitere Komplettierung der Weizen-Homöologe beider Gene erfolgte durch Abgleich der zwischenzeitlich verfügbaren Weizen-Sequenzen mit den genomischen Daten von Trägern einzelner Weizenteilgenome (*Aegilops tauschii*, *Triticum urartu* und *T. monococcum*). Anhand der gewonnenen Sequenzdaten konnten für beide Gene ausreichend große Anteile der jeweils drei Weizen-Homöologe aus der für den gRNA/Cas9-induzierten knock-out (KO) vorgesehenen Modell-Weizenlinie ‚Bobwhite‘ amplifiziert werden. Unter Verwendung dieser Sequenzen ist es uns auch möglich die jeweils drei unterschiedlichen Homöologe unabhängig voneinander zu amplifizieren, was eine essentielle Voraussetzung für die spätere Zuordnung generierter Mutationen darstellt. Des Weiteren wurden bereits für den KO beider Gene geeignete Zielmotive der Linie ‚Bobwhite‘ identifiziert, die über alle 3 Teilgenome 100% konserviert sind, sodass pro Gen einheitliche gRNAs verwendet werden können und der erforderliche Transformationsaufwand die geplante Größenordnung nicht überschreiten wird. Expressionseinheiten für Zielgen-spezifische gRNAs und Cas9 wurden konstruiert und in Getreide-kompatible Transformationsvektoren übertragen und mit der Herstellung transgener Pflanzen von Weizen und Mais begonnen.

(Geplante) Verwertung

Für den akademischen Partner ergibt sich aus dem beantragten Projekt, seine international führende Position bezüglich der Anwendung von Designer-Endonukleasen bei Kulturpflanzen zu festigen und anhand nützlicher Beispiele auszubauen. Das im Projekt verfolgte, neuartige Prinzip der Generierung allelischer Diversität in bislang unerreichter Größenordnung verspricht international viel beachtete Publikationen und ein hohes Maß an wissenschaftlicher Reputation. Die neuartigen Prinzipien werden wiederum Grundlage experimenteller Ansätze für weitere merkmalsbestimmende Gene sein und damit zur langfristigen Beschleunigung des Züchtungsfortschritts bei diversen Kulturpflanzen beitragen. Die Ergebnisse des Projektes werden die internationale Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Züchter in beträchtlichem Maße stärken. Durch die Verfügbarkeit neuer ertragreicherer bzw. ertragsstabilerer Weizensorten wird die Marktposition gefestigt und ausgebaut sowie eine entsprechende Umsatzentwicklung erreicht. Als Ergebnis des hier vorgeschlagenen Projektes wird eine Kollektion von Weizen-Linien mit neuer Diversität des Merkmals Halmlänge erwartet, die aufgrund des z.T. verwendeten Elite-Hintergrundes unmittelbar für die Sortenentwicklung verwendet werden kann. Die durch neue Variabilität abgedeckte Spannweite der Halmlänge sollte es nicht nur gestatten, neue Sorten mit standort- und nutzungsspezifisch optimiertem Korn-Stroh-Verhältnis sondern auch mit bislang nicht möglicher Korn-Tragfähigkeit zu entwickeln. Von ganz besonderem Interesse ist die unmittelbare Anwendung gezielter Halmlängen-Modifikationen in den bestehenden und zukünftigen Hybridweizenzuchtprogrammen. Da eine Übertragbarkeit der im Projekt geschaffenen neuartigen Allele zwischen unterschiedlichen Weizenlinien möglich ist und die internationale Konkurrenz bislang über keine gleichwertige alternative Lösung verfügt, ergibt sich für die beteiligten Züchter die ökonomisch sehr attraktive Option der Auslizenzierung.

„Sequenzierung und Analyse des Weizengenoms - ein Beitrag Deutschlands zur International Wheat Initiative (WHEATSEQ)“

“Sequencing and Analysis of the Wheat Genome - Contribution of Germany to the International Wheat Initiative (WHEATSEQ)”

Projektlaufzeit

02.10.2015 bis 30.09.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Klaus Mayer
Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)
Neuherberg,

Verbundpartner

Dr. Nils Stein
Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK)
Stadt Seeland

Kurzfassung

Projektziel

Mit diesem Projekt wird ein wichtiger und kritischer Beitrag zur Entschlüsselung des riesigen und äußerst komplexen Weizengenoms im Rahmen und in Koordination mit einer internationalen Initiative generiert. Weizen ist agrarökonomisch sowohl weltweit als auch für Deutschland von herausragender Bedeutung. Ein Großteil der dreifachen Ertragssteigerung seit den 1950er Jahren ist auf Züchtung zurückzuführen. Um weitere quantitative und qualitative Verbesserungen sicherzustellen sind Hochdurchsatzmethoden die sich auf genomische Daten stützen eine essentielle Grundlage. Aufgrund der Größe und Komplexität des Weizengenoms konnte diese Grundlage bisher noch nicht erarbeitet werden. Internationale Initiativen als auch technische Durchbrüche erlauben es aber nun, dieses Ziel in kurzer Zeit zu erreichen, in Form einer whole genome shotgun Sequenzierung des gesamten Weizengenoms auf Basis reiner short-read Sequenzier-Technologie. Über 14,5 Gbp des geschätzt 17 Gbp großen Weizengenoms wurden dank eines innovativen und proprietären Ansatzes der Firma NRGene Inc., Israel, erfolgreich assembliert und mit Hilfe von Hi-C Daten linear in alle 21 Chromosomen verankert.

Im Projekt WHEATSEQ sollen nun derselben Strategie folgend die Chromosomen eines gesamten weiteren Weizen-Haplotypen sequenziert werden. Hierbei wird es sich um

einen Weizengenotyp mit besonderer Bedeutung für die deutsche Weizenzüchtung im speziellen und für die internationale Weizenzüchtung im Allgemeinen handeln. Die lineare physikalische Verankerung des Assemblies erfolgt mit Hi-C, einer Methode zur Unterstützung des scaffolding und der Anordnung der chromosomalen Sequenzinformation welche am IPK bereits für Gerste erfolgreich etabliert wurde.

Realisierung

Die bioinformatische Analyse und Auswertung aller im Projekt erzeugter genomischer Daten stellt eine kritische Komponente in der Entschlüsselung jedes Genoms dar. Im Rahmen des Projekts befassen sich Arbeitspakete daher mit der Vorhersage und funktionellen Annotation von Genen, der Identifizierung von repetitiven Elementen als auch mit der vergleichenden Analyse der neu gewonnenen Genominformationen. Dies umfasst auch den Vergleich mit zusätzlichen, in gemeinsam koordinierten Projekten hergestellten Genomsequenzen von weiteren Weizengenotypen. Qualitativ hochwertige strukturelle und funktionelle Analysen der Gene sind ein wesentliches „Produkt“ eines Genomprojektes und eine entscheidende Grundlage für die nachgeordnete An- und Verwendung eines Nutzpflanzengenoms in der genomorientierten Forschung und Züchtung. Für die Schnittstelle zur angewandten Forschung und Züchtung werden alle primären Genomdaten und abgeleitete Annotationsdaten in einer dedizierten Genomdatenbank strukturiert abgelegt und in standardisierten Austauschformaten zur freien Verwendung im akademischen und kommerziellen Sektor verfügbar gemacht. Nutzer aus dem akademischen bzw. kommerziellen Sektor sollen so mit einer Datenressource und einer Informationsinfrastruktur versorgt werden, die die anschließende Nutzung für z.B. Markergenerierung im genomischen Stil, Haplotypanalysen, Genisolierung, oder die Analyse der allelischen Diversität einzelner Loci ermöglichen und die möglichst effiziente Umsetzung und Nutzbarmachung der hochkomplexen Genominformation in die translationale Anwendung sichern sollen.

(Geplante) Verwertung

Das Projekt WHEATSEQ wird der praktischen Weizenzüchtung in Deutschland, zusätzlich zu der Referenzsequenz des weniger leistungsfähigen Modellweizens (Chinese Spring), eine Referenzsequenz eines Genotyps liefern, der für die Stammbäume mitteleuropäischer Hochleistungssorten von erheblicher Bedeutung ist. Dies liefert unmittelbar wichtige Genomsequenzinformationen, die sich direkt in die praktische Züchtung durch Marker-gestützte Selektion oder genomische Selektion umsetzen lassen. Die Daten bilden ausserdem eine erheblich verbesserte Datenanknüpfungsbasis für sämtliche in der Weizen-Initiative des BMEL geförderten und im Rahmen von ProWeizen koordinierten Projekte. Die Daten werden zudem unmittelbar nach Veröffentlichung von einer Vielzahl verschiedener Wissenschaftler für ihre Forschung genutzt werden können.

Sektion 10: Emissionsminderung in der Nutztierhaltung

„Ermittlung von Emissionsdaten für die Beurteilung der Umweltwirkungen der Nutztierhaltung (EmiDaT)“

“Investigation of emission data for environmental impact assessment of animal husbandry (EmiDaT)”

Projektlaufzeit

01.10.2014 bis 30.09.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Brigitte Eurich-Menden
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) e.V.,
Darmstadt

Verbundpartner

KTBL in Verbindung mit einem Projektbeirat und einer KTBL Arbeitsgruppe

Kurzfassung

Projektziel

In dem bundesweiten Projekt „Ermittlung von Emissionsdaten für die Beurteilung der Umweltwirkungen der Nutztierhaltung“ werden Emissionsdaten für Milchvieh-, Mastschweine- und Geflügelställe in verschiedenen Regionen Deutschlands ermittelt. Im Fokus der Untersuchungen stehen Ammoniakemissionen, es werden darüber hinaus auch Methan-, Staub- und Geruchsemissionen ermittelt. Die Emissionsdaten werden zur Verbesserung der Emissionsberichterstattung im Rahmen nationaler und internationaler Regelungen zur Luftreinhaltung und zum Klimaschutz benötigt. Durch die Erhebung der Emissionsdaten soll außerdem eine Beurteilung des Emissionsverhaltens und der Umweltwirkung neuartiger innovativer Haltungsverfahren ermöglicht werden, um deren Verbreitung und Akzeptanz in der Praxis zu steigern. Außerdem erlaubt

der Vergleich der Umweltwirkung der verschiedenen untersuchten Haltungssystemen Vorschläge für Minderungsmaßnahmen abzuleiten. Die Emissionsermittlung erfolgt anhand von festgelegten Messprotokollen sowie der Validierung und Etablierung von Messstandards für zukünftige Vorhaben. Durch die Verwendung von einheitlichen Standards wird die zukünftige Vergleichbarkeit von Emissionsdaten ermöglicht. Die systematische Bearbeitung der Emissionsermittlung aus der Tierhaltung schließt außerdem lange bestehende Wissenslücken und erlaubt das Ableiten von aktuellen, tierarten- und haltungssystemspezifischen Emissionsfaktoren.

Realisierung

Im ersten Teil des Projekts werden die Emissionen an freigelüfteten Milchviehställen ermittelt. Später folgen auch Emissionsmessungen an Schweine- und Geflügelställen.

Für den Bereich Milchvieh wurden Liegeboxenlaufställe mit vier unterschiedlichen Haltungsverfahren ausgewählt: Laufgang perforiert ohne Güllekeller, Laufgang perforiert mit Güllekeller, Laufgang planbefestigt, und Laufgang planbefestigt mit Weidehaltung. Die Auswahl der Haltungsverfahren repräsentiert einerseits die gegenwärtig relevanten und verbreiteten Haltungsverfahren, darüber hinaus werden auch zukunftsfähige Haltungsverfahren mit erhöhten Tierwohlaspekten (z.B. durch Weidegang) berücksichtigt.

An jeweils vier Praxisställen eines Haltungsverfahrens werden die Messungen durchgeführt. Das Messprogramm je Standort sieht sechs einwöchige Emissionsmessperioden innerhalb eines Jahres vor. Die Messungen erfolgen gemäß dem KTBL-Messprotokoll für offene Stallsysteme in Anlehnung an das europäisch abgestimmte VERA-Protokoll.

Die Ammoniak- und Methanmessungen erfolgen kontinuierlich mit FTIR-Messgeräten; Staub- und Geruchsproben werden in regelmäßigen Abständen über den Tag gesammelt. Parallel zu den Emissionsmessungen werden zahlreiche Managementparameter erhoben, außerdem werden Futter- und Güllezusammensetzung analysiert. An jedem Standort werden die Klimadaten innerhalb und außerhalb des Stallgebäudes kontinuierlich über das gesamte Jahr hinweg aufgezeichnet. Für die Messungen an den verschiedenen Standorten werden fachlich qualifizierte Messbüros oder Messdienstleister beauftragt, die Auswertung der Messdaten und weitergehende Bearbeitung der Ergebnisse erfolgt am KTBL. Die Messungen an den ersten beiden Standorten in Süddeutschland beginnen im Juni/Juli 2016, die weiteren Milchviehställe folgen sukzessive.

Ergebnisse

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt (05/2016) liegen noch keine Messergebnisse vor. Von ca. 80 Betriebsmeldungen wurden 25 besichtigt und bisher 8 ausgewählt. Die ausgewählten Betriebe sind in Tabelle 1 dargestellt. Kriterien für die Auswahl waren:

- » Stallgestaltung: Liegeboxenlaufstall ohne Einstreu in den Laufbereichen, Querlüftung mit Windnetzen, Curtains etc.

- » Räumliche Lage: Gute Anströmbarkeit, keine Strömungsbarrieren, keine Emissionsquellen in der unmittelbaren Nähe (Hintergrundbelastung).
- » Alter und Größe: Um zeitgemäße Betriebe zu messen, wurden maximal 10 Jahre alte Ställe mit ca. 90-200 Tierplätzen gesucht.

Tab. 1: Übersicht über die derzeit (05/16) ausgewählten Liegeboxenlaufställe für Milchkühe

Betrieb	1	2	3	4	5	6	7	8
Laufflächen	plan	Spalten	plan	Spalten	plan	plan	Spalten	Spalten
Güllelager	außen	außen	außen	außen	außen	außen	Keller	Keller
Anzahl Tiere	96	150	90	80	180	140	120	150
Melksystem	Melkstand	Roboter	Melkstand	Roboter	Roboter	Roboter	Roboter	Roboter
Entmischung	Schieber	Roboter	Schieber	Schieber	Schieber	Schieber	Roboter	Roboter
Bundesland	BaWü	BaWü	BY	BY	BY	RLP	RLP	NRW

(Geplante) Verwertung

Durch das Projekt wird nicht nur die Datengrundlage zu Emissionen aus der Tierhaltung verbessert, sondern auch die fachliche und methodische Kompetenz zur Ermittlung solcher Daten. Für die Bearbeitung der nationalen Emissionsinventare stehen zukünftig aktuelle und abgesicherte Emissionsfaktoren zur Verfügung, die eine verbesserte und qualitätsgesicherte Aussage hinsichtlich der Emissionen aus dem Bereich Landwirtschaft ermöglichen.

Die abgeleiteten Emissionsfaktoren und die Erkenntnisse aus dem Projekt werden in verschiedenen KTBL-Produkten als Teil des Wissenstransfers in die Öffentlichkeit getragen. Durch das Projekt wird höchste Transparenz bei der Verwendung und Ableitung von Emissionsfaktoren auch gegenüber der EU/IPCC bei der Emissionsberichterstattung bzw. national bei der Verwendung in Genehmigungsverfahren hergestellt.

Die im Rahmen des Projekts erhobenen Daten werden außerdem in einer Emissionsdatenbank bereitgestellt und für zukünftige Auswertungen nutzbar gemacht. Die Entwicklung dieser Datenbank dient verschiedenen Nutzergruppen (Landwirten, Gutachtern, Genehmigungsbehörden, Wissenschaft etc.), um entsprechende Abfragen durchzuführen und ermöglicht die Nutzung bzw. Verknüpfung mit den anderen Online-Anwendungen des KTBL.

„Innovationspotenziale für Emissionsminderungen von Treibhausgasen in der Wertschöpfungskette Milch (INNO Mil-CH4)“

“Innovation capabilities for the reduction of greenhouse gas emissions in the milk supply chain (INNO Mil-CH4)”

Projektlaufzeit

15.12.2013 bis 14.03.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr.-Ing. Werner Berg

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Potsdam

Verbundpartner

Barbara Göschl

Danone GmbH Deutschland, Haar

PD Dr. habil. Cornelia C. Metges

Leibniz-Institut für Nutztierbiologie, Dummerstorf

Kurzfassung

Projektziel

Das Vorhaben soll zu einem besseren Verständnis der produktbezogenen Treibhausgasemissionen der Milchproduktion beitragen und eine Grundlage zur effizienten Steuerung der Reduzierung von Treibhausgasemissionen der Milchproduktion bilden. Das Verbundvorhaben verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz, der mit der Erzeugung der Futtermittel beginnt, seinen Schwerpunkt in der Gestaltung der Futtermitteln hat und die Emissionen aus den Exkrementen mit einschließt. Der Zusammenhang zwischen der Fütterung der Milchrinder und der Freisetzung von Treibhausgasen wird sowohl experimentell als auch anhand von Daten landwirtschaftlicher Betriebe untersucht. Für verschiedene Regionen in Deutschland sollen standortangepasste Möglichkeiten der Emissionsminderung aufgezeigt werden. Der Innovationsansatz des Projekts wird auch mit externen Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie Entscheidungsträgern diskutiert, um weitere innovative technologische Ansätze aufzunehmen.

Realisierung

Aufbauend auf den aus bislang bekannten Ergebnissen zum Einfluss verschiedener Futtermittel auf die Methanfreisetzung aus der Verdauung von Milchkühen erfolgen Fütterungsexperimente, in denen unterschiedliche Rationstypen untersucht werden. Die Futtermitteltypen sind grassilagebetont (GS) oder maissilagebetont (MS) und erhal-

ten einen Zusatz an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Form von Leinsaat (L) oder nicht. Die Methanfreisetzung aus der Verdauung der Milchkühe wird in Respirationsskammern gemessen. Daran schließt sich die Ermittlung des Methanbildungspotenzials der Exkremente sowie die Messung gasförmiger Emissionen während der Lagerung der Exkremente im Labormaßstab an. Darüber hinaus umfassen die experimentellen Arbeiten die Analyse der Fettsäuremuster der Milch. Hier werden einerseits mögliche Effekte der unterschiedlichen Rationstypen auf die Milchfettsäuren analysiert und andererseits zwei verschiedene Methoden der Fettsäurebestimmung miteinander verglichen. Des Weiteren erfolgen Analysen ausgewählter landwirtschaftlicher Betriebe hinsichtlich ihrer mit der Milcherzeugung verbundenen Treibhausgasemissionen. Diese Emissionen werden anhand bekannter Schätzgleichungen (Kirchgessner et al., 2011) mit betriebsspezifischen Daten zur Zusammensetzung der Futtermittelerzeugung kalkuliert.

Ergebnisse

Der Fütterungsversuch in den Respirationsskammern des FBN hat gezeigt, dass eine maissilagebetonte Ration (Anteil der Maissilage 45% Trockensubstanz (TS)) im Vergleich zu einer grassilagebetonten Ration (Anteil der Grassilage 36% TS) die Methanfreisetzung bezogen auf die ermolzene Milch um 13,5% vermindern kann (Abb. 1). Dabei waren die TS-Aufnahme je Tier und Tag und demzufolge auch die Milchleistung je Tier und Tag bei den grassilagebetonten Rationen um etwa 17% geringer als bei den maissilagebetonten. Der Zusatz von Leinsaat zu den beiden Rationen reduzierte die Methanemission um durchschnittlich 12%. Darüber hinaus hatte der Zusatz von Leinsaat einen erhöhten Anteil an ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Milch zur Folge. Zugleich war der Anteil an gesättigten Milchfettsäuren herabgesetzt. Der Fettgehalt der Milch insgesamt blieb unverändert.

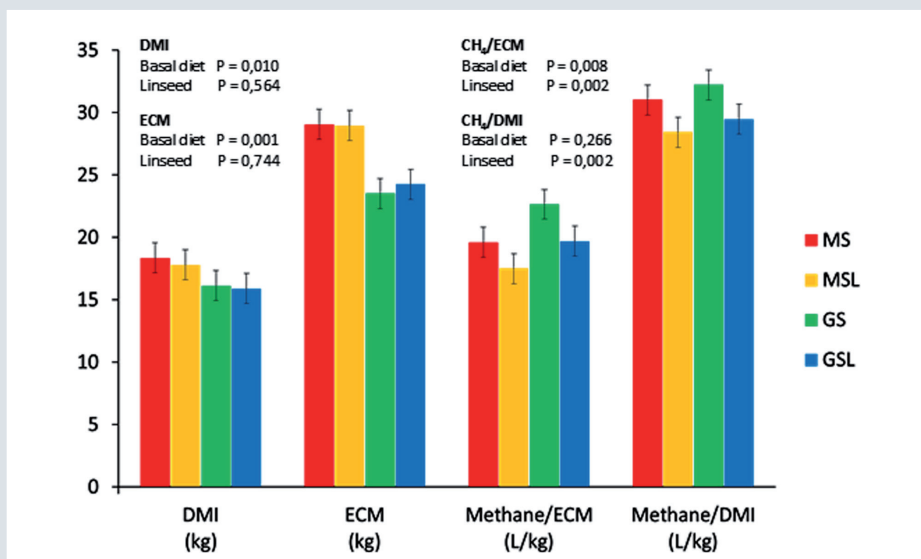


Abb. 1: Leistungsdaten (DMI: Trockenmasseaufnahme je Tier und Tag; ECM: energiekorrigierte Milchmenge je Kuh und Tag) und Methanemissionen aus der Verdauung von Milchkühen für 4 verschiedene Futtermittelerzeugnisse (MS: maissilagebetont; MSL: MS + Leinsaat; GS: grassilagebetont; GSL: GS + Leinsaat)

Die Tierbestände der 21 untersuchten Betriebe lagen im Mittel bei 28 (Region Mitte), 54 (Region Süd) und 266 (Region Nord) Milchkühen je Betrieb (plus Nachzucht). Neben der Größe unterschieden sich die Betriebe weiterhin durch die Rinderrasse (Nord: Deutsch-Holstein, Mitte & Süd: Fleckvieh) und die Milchleistung (Nord: 7970, Mitte: 7460, Süd: 7560 kg ECM Kuh-1 Jahr-1). Die Zusammensetzung der Futterrationen war dagegen relativ ähnlich. Lediglich in der Region Mitte war standortbedingt im Mittel der Rationen der Anteil von Grassilage mit 18,3% TS geringer als in den beiden anderen Regionen (Nord: 32,2% TS, Süd: 39,3% TS) und der Anteil von Maissilage mit 38,0% TS höher (Nord: 27,5% TS, Süd: 21,4% TS). Die für die Berechnung der Methanemission benutzten Rohnährstoffe der Futterrationen (Gehalt an: Rohfaser, Rohprotein, stickstofffreien Extraktionsstoffen, Rohfett) zeigten dennoch keine Unterschiede zwischen den Regionen. Dementsprechend ist in den kalkulierten, spezifischen Methanemissionen vor allem ihre Abhängigkeit von der Milchleistung zu erkennen (Abb. 2).

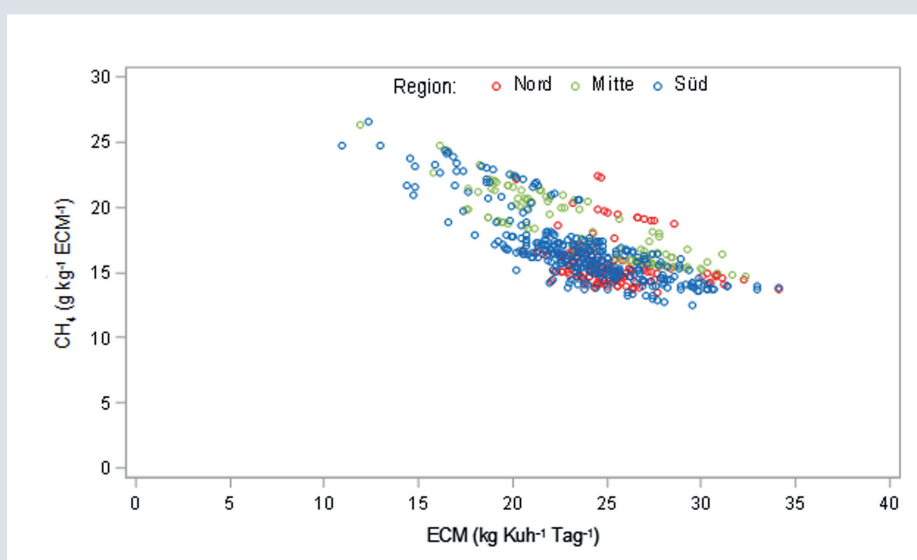


Abb. 2: Methanemissionen aus der Verdauung von Milchkühen, kalkuliert anhand der Fütterungsdaten der Untersuchungsbetriebe (eine Ration je Betrieb und Monat) in den drei Regionen, dargestellt in Abhängigkeit von der Milchleistung (ECM: energiekorrigierte Milch)

(Geplante) Verwertung

Die Projektergebnisse tragen dazu bei, zukünftig die Methanemissionen von Wiederkäuern besser abschätzen zu können als bisher. Sowohl die gewonnenen Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen der Gestaltung von Futterrationen und Methanfreisetzungen als auch die Ergebnisse zur Korrelation von Methanfreisetzung aus der Verdauung und dem Fettsäuremuster der Milch können Emissionsmessungen an Tierhaltungsanlagen, wenn auch nicht vollständig ersetzen, so doch sinnvoll ergänzen und die Zuverlässigkeit der Informationen erhöhen.

Bei weiteren Bestrebungen den CO₂-Fußabdruck von Milchprodukten zu verbessern steht die Primärproduktion der Milch im Fokus, da auf sie der Großteil der THG-Emissionen der Endprodukte zurück geht. Die Projektergebnisse zu den THG-Emissionen aus dem Futteranbau sowie aus der Verdauung und den Exkrementen der Milchkühe fließen in die Fütterungsberatung für Milchproduzenten ein und finden unmittelbare Anwendung auf Betrieben der Milchproduktion. Wenn verstärktes Augenmerk auf die Fütterung der Milchkühe gelegt wird, sind über die Möglichkeit THG-Emissionen zu senken hinaus auch positive Effekte auf die Milchqualität, die Tiergesundheit und die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe zu erwarten.

„Nachhaltige, tier- und umweltgerechte Rinderhaltung durch Minderung von Ammoniakemissionen mit Hilfe eines Ureaseinhibitors (REDUCE)“

“Sustainable, animal and environmental friendly cattle husbandry due to ammonia mitigation utilising urease inhibitors (REDUCE)”

Projektlaufzeit

26.05.2015 bis 31.05.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Eberhard Hartung
Christian-Albrechts-Universität, Institut für Landwirtschaftliche
Verfahrenstechnik, Kiel

Verbundpartner

Dr. Carola Schuster
SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH, Lutherstadt Wittenberg

Kurzfassung

Projektziel

Vor dem Hintergrund der hohen Ammoniakemissionen, der vorgesehenen Verschärfung der NEC-Richtlinie und der Tierhaltung als Hauptverursacher von Emissionen, gewinnt die Testung und Überführung von innovativen Lösungen zur Vermeidung verstärkt an Bedeutung. In diesen Rahmen ordnet sich die Zielsetzung des Forschungsprojektes „REDUCE- Nachhaltige, tier- und umweltgerechte Rinderhaltung durch Minderung von Ammoniakemissionen mit Hilfe eines Ureaseinhibitors“ ein. Das Forschungsprojekt REDUCE soll eine praxistaugliche, gut zu kontrollierende Maßnahme (Ureaseinhibitor) zur Minderung von Ammoniakemissionen mit nachgewiesenem Emissionsminderungseffekt und positiver Umweltwirkung für unterschiedliche Haltungssysteme für Rinder bis zur Markteinführung auf den Weg bringen.

Realisierung

Um die Verwendung eines Ureaseinhibitors zur nachhaltigen Minderung der Ammoniakemissionen aus freibelüfteten Milchviehställen für die Praxis nutzbar zu machen, sind die nachfolgenden Arbeitspakete in dem Projekt REDUCE zu bearbeiten:

- » Syntheseoptimierung des Ureaseinhibitors;
- » Entwicklung einer marktfähigen Wirkstoffapplikationslösung;

- » Entwicklung und Test praxistauglicher Applikationstechnik;
- » Emissionsmessungen unter Laborbedingungen und unter Praxisbedingungen in zwei freibelüfteten Milchviehställen zur Bestimmung der Inhibitorwirkung;
- » Untersuchungen bzgl. Wirkstoffstabilität und Wirkungsdauer des Inhibitors in Flüssigmist;
- » Untersuchungen zur Biogasbildung aus der Vermischung von Flüssigmist und Inhibitor;
- » Schaffung der Grundlagen zur Zulassung des Ureaseinhibitors.

Ergebnisse

Für die Applikation im Tierstall wird davon ausgegangen, dass ein Ureaseinhibitor in Form einer flüssigen Wirkstoffformulierung eingesetzt werden sollte, die mit Wasser mischbar auch bei niedrigen Temperaturen anwendbar ist. Aus einem Vorratsbehälter sollte die Wirkstoffformulierung täglich z.B. in das bei der Entmistung genutzte Reinigungswasser dosiert werden. Im Rahmen der Entwicklung einer entsprechenden flüssigen Wirkstoffformulierung werden gegenwärtig unter Nutzung von üblichen Lösungsmitteln, Fettsäureestern und Tensiden unterschiedliche Muster hergestellt und erprobt.

Neben den Anforderungen, die an eine Ureaseinhibitor-Formulierung bei der praktischen Anwendung im Tierstall gestellt werden, sollte die entsprechende Wirkstoffformulierung auch das Gülle-Management nicht negativ beeinflussen. Dies wird im Arbeitspaket Untersuchungen zur Biogasbildung aus der Vermischung von Flüssigmist und Inhibitor untersucht und bei der weiteren Entwicklung von Wirkstoffformulierungen berücksichtigt. Erste, vorläufige Ergebnisse zum Einfluss des Ureaseinhibitors K in Mischung mit verschiedenen Lösungsmitteln auf die Höhe der Biogas- bzw. Methanproduktion wurden im Hohenheimer Biogasertragstest (HBT) nach Helffrich und Oechsner (2003) ermittelt. Je Substrat (Cellulose bzw. Rinderflüssigmist) erfolgten zwei Versuchsdurchläufe mit je 5 bzw. 6 Wiederholungen je Behandlung (Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht der Versuchsdurchführung im Hohenheimer Biogasertragstest
(UI: Ureaseinhibitor, LSG: Lösungsmittel, TKN: Total Kjeldahl Nitrogen)

Versuchsvariante	Behandlung		LSG-Konzentration [%]
	UI-Konzentration [% von TKN]	Lösungsmittel (LSG)	
Rinderflüssigmist mit Inhibitor K (Substrat: Flüssigmist) oder Klärschlamm mit Inhibitor K (Substrat: Cellulose)	Kein Inhibitor	Wasser	
		LSG 1	1
			3
		LSG2	1
			3
		LSG 3	1
	3		
	0.1 (Standardkonzentration)	Wasser	
		LSG 1	1
			3
		LSG2	1
			3
		LSG 3	1
	3		
	10 (Überdosierung)	Wasser	
		LSG 1	1
			3
		LSG2	1
3			
LSG 3		1	
	3		

Bei der Verwendung von Wasser als Lösungsmittel (Referenz) konnte kein Einfluss des Ureaseinhibitors K auf die Biogas- bzw. Methanproduktion in der Standardkonzentration (0.1% von TKN) und in der Überdosierung (10 % von TKN) bei beiden Substraten (Flüssigmist/Cellulose) festgestellt werden. In der Standardkonzentration wies der Ureaseinhibitor K bei beiden Substraten in Kombination mit den drei getesteten Lösungsmitteln (LSG 1 bis LSG 3) ebenfalls keinen Einfluss auf die spezifische Biogasproduktion bzw. Methanproduktion auf. Jedoch hat Ureaseinhibitor K in Kombination mit Lösungsmittel 1 bei Überdosierung einen - unerwartet - starken Anstieg der spezifischen Biogas- bzw. Methanproduktion bei beiden Substraten zur Folge. Im Gegensatz dazu zeigt Ureaseinhibitor K in Kombination mit Lösungsmittel 3 bei Überdosierung am Anfang des Versuchszeitraumes eine hemmende Wirkung auf die spezifische Biogas- bzw. Methanproduktion bei beiden Substraten. In Kombination mit Lösungsmittel 2 besitzt der Inhibitor bei Überdosierung keinen Einfluss bei beiden Substraten. Da mindestens zwei der verwendeten Lösungsmittel unerwartete Einflüsse auf die spezifische Biogas- bzw. Methanproduktion zeigten, ist (ergänzend zum Arbeitsplan) eine Untersuchung zur spezifischen alleinigen Eigengasproduktion der drei eingesetzten Lösungsmittel durchgeführt worden. Die Ergebnisse hierzu befinden sich noch in der Auswertung.

In ersten Untersuchungen zur Stabilität des Ureaseinhibitors in zwei unterschiedlichen Rindergüllen wurde bei einer Temperatur von 20 °C ein kontinuierlicher, rascher Abbau des Wirkstoffs innerhalb von 8 Tagen nachgewiesen.

(Geplante) Verwertung

Ausgehend von den im Projekt erzielten Ergebnissen, wird die Entwicklung und Vermarktung eines konkreten Produktes, welches im Nutztierstall appliziert werden kann und die Ammoniakemissionen wesentlich vermindert, angestrebt.

Gegenwärtig wird davon ausgegangen, dass eine Anwendung eines Ureaseinhibitors im Tierstall nur möglich ist, wenn eine entsprechende Zulassung vorliegt. Die Schaffung der Grundlagen für eine solche Zulassung ist gegenwärtig aufgrund der Unklarheiten bezüglich des anzuwendenden Zulassungsverfahrens noch erschwert.

Der wirtschaftliche Erfolg eines zu entwickelnden Produktes wird sowohl von den konkreten, politischen Rahmenbedingungen als auch von der tatsächlichen, ökonomischen Situation in der Tierhaltung beeinflusst werden. Auf dieser Basis werden die zu realisierenden Vorteile durch eine Reduktion der Höhe der Ammoniakemissionen, eine Verbesserung des Stallklimas und die Erhöhung des Nährstoffwertes des Flüssigmistes in Abhängigkeit von den zu erwartenden Kosten der Ureaseinhibitor-Wirkstoffformulierung und der entsprechenden Applikationstechnik im Vergleich zu alternativen Maßnahmen zu beurteilen sein.

Das Projekt wird Erkenntnisse zur Wirkung einer Ureaseinhibitor-Wirkstoffformulierung im Nutztierstall sowie zur Quantifizierung der damit verbundenen Minderung von Ammoniakemissionen liefern. Damit werden Resultate vorliegen, die die Auswirkung des Ureaseinhibitoreinsatzes auf Umwelt und Stallklima beschreiben und bemessen. Es wird davon ausgegangen, dass der effiziente Einsatz eines Ureaseinhibitors wesentlich zur Minderung von Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung und damit zur Verringerung des nationalen NH₃-Emissionsinventars beiträgt.

Einfluss einer proteinreduzierten Fütterung von Milchkühen bei Einsatz geschützter Aminosäuren auf tierische Leistungen, Tiergesundheit, Stickstoffausscheidungen und den Ausstoß klima- und umweltrelevanter Gase (N-Reduk)

Influence of a protein reduced diet supplemented with rumen-protected amino acids on dairy performance, health and nitrogen excretion of dairy cows and the production of greenhouse and other environmental relevant gases (N-Reduk)

Projektlaufzeit

15.08.2014 bis 14.10.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Martin Pries

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Münster

Verbundpartner

Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum

Institut für Tierwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn

Prof. Dr. Wolfgang Büscher

Institut für Landtechnik, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Dr. Michael Baum

Agravis Futtermittel GmbH, 48115 Münster

Dr. Pius Zinner

AgriFirm Deutschland GmbH, 41460 Neuss.

Kurzfassung

Projektziel

Die Landwirtschaft ist mit einem Anteil von ca. 95% Hauptverursacher der Ammoniak-Emissionen. Landesweit wurden 2014 rund 700.000 t NH₃ emittiert. Davon stammen 40% aus der Rinderhaltung, 18% aus der Schweinehaltung, 9% aus der Geflügelhaltung, 21% Mineraldüngeranwendung und 9% Vergärung von Energie-Pflanzen (Thünen-Report 2016). Der von der NEC-Richtlinie vorgegebene, ab 2010 geltende Grenzwert von 550.000 t kann von Deutschland nicht eingehalten werden. Von einer Verminderung der

Emissionen kann derzeit keine Rede sein. Im Gegenteil, die neusten Berechnungen prognostizieren für 2020 unter Einbeziehung aller Emissionsquellen ein Emissionsniveau in Höhe von 1990.

Es muss also deutlich mehr für eine Reduzierung der Emissionen getan werden. Bereits bekannte Minderungsmaßnahmen müssen verstärkt durchgesetzt werden. Es müssen aber auch neue Strategien hinzukommen.

Im Rahmen des N-Reduk-Verbundprojekts, das von der Rentenbank, durch die BLE gefördert wird, untersuchen wir unter anderem den Einfluss von Pansen-stabilen Aminosäuren bei reduziertem Rohproteinanteil in der Futtermittelration auf die Emissionen von Ammoniak (NH₃), Lachgas (N₂O), Methan (CH₄) und Kohlendioxid (CO₂) auf Herdenbasis in einem offenen Boxenlaufstall.

Realisierung

Der Versuchsstall auf der Versuchsstation Haus Riswick in Kleve ist in idealer Weise dazu geeignet, Emissionen von bis zu 3 Versuchsgruppen à 48 Tiere parallel zu untersuchen. Somit können Fütterungsversuche mit Versuchs- und Kontrollgruppen unter identischen räumlichen und klimatischen Verhältnissen stattfinden. Dabei werden individuell für jedes Tier Daten, wie Tiergewicht, tägliche Futteraufnahme und Milchleistung erhoben. Emissionsdaten lassen sich somit nicht nur auf die Tierzahl beziehen sondern auch auf Leistungsparameter, was für die Beurteilung von Minderungsmaßnahmen entscheidend sein kann.

Der N-Reduk-Fütterungsversuch gliedert sich in 3 Abschnitte à 120 Tage. Dabei werden Rationen mit unterschiedlichen XP- und nXP-Gehalten (160/160, 140/160, 140/140 g/kg TM) mit und ohne Zusatz geschützter Aminosäuren gefüttert. Parallel hierzu werden die Gas-Emissionen aus dem Stall kontinuierlich ermittelt, um das Minderungspotential dieser Fütterungsmaßnahmen zu quantifizieren.

Zur Bestimmung der Gas-Emissionen aus dem Stall werden die Konzentrationen der Gase CO₂, CH₄, NH₃ und N₂O in der Stallluft quasi kontinuierlich nach der photoakustischen Spektroskopie mit Hilfe eines Multigasmonitors (INOVA, LumaSense) bestimmt. Zur Bestimmung der Emissionsraten müssen die Gaskonzentrationen mit der Luftwechselrate multipliziert werden.

Die Bestimmung der Luftwechselrate stellt in offenen, freibelüfteten Ställen eine besondere Herausforderung dar. Im Gegensatz zu zwangsbelüfteten Schweine- oder Geflügelställen kann sie nicht durch direkte Messungen (z.B. mittels Messventilatoren im Abluftkanal) erfasst werden. In frei gelüfteten Ställen nutzt man zur Bestimmung der Luftwechselraten eine indirekte Methode. Dabei bedient man sich eines Gases, das in bekannter Menge im Stall freigesetzt wird. Die gemessene Konzentration dieses Gases ist dann in Abhängigkeit der ausgegasteten Menge reziprok-proportional zur Luftwechselrate im Stall. Bei der Tracergas-Methode wird in der Regel SF₆ entweder kontinuierlich oder periodisch (Abklingmethode) im Stall freigesetzt. Im N-Reduk-Projekt wird hierfür das

CO₂ genutzt, das von den Tieren im Stall freigesetzt wird. Die freigesetzte CO₂-Menge lässt sich sehr genau anhand tierspezifischer Daten kalkulieren und mit Hilfe eines Multigasmonitors exakt messen. Man erspart sich somit bei der CO₂-Bilanzmethode das teure und sehr aufwendig zu dosierende und zu messende SF₆, das darüber hinaus noch überaus klimaschädlich ist.

Ergebnisse

Die im N-Reduk-Projekt mit der CO₂-Bilanzmethode kalkulierten Luftwechselraten korrelieren sehr gut mit den über eine Klimastation außerhalb des Stalls gemessenen Luftgeschwindigkeiten. Die Bestimmung der CH₄-, NH₃- und N₂O-Emissionen aus dem Stall steht somit auf einer soliden Grundlage. Sie ist allerdings aus gebäudetechnischen Gründen nur dann möglich, wenn der Stall aus westlichen Richtungen angeströmt wird. Außerdem müssen die Melkzeiten, zu denen die Tiere den Stall verlassen, unberücksichtigt bleiben. Von den erhobenen Daten können somit zwar nur rund 20% für die Bestimmung der Emissionsraten herangezogen werden, für die Bestimmung des fütterungsbedingten Minderungspotentials stehen aber noch ausreichend viele Daten zur Verfügung.

Die erste Messergebnisse zeigen eine sehr gute Übereinstimmung der Höhe der CH₄- und NH₃-Emissionen mit den aus der Literatur bekannten Daten. Bezüglich des Einflusses der Fütterung auf die Höhe der NH₃- und CH₄-Emissionsraten lassen sich erste vorläufige Ergebnisse präsentieren. Ein Zusammenhang mit den Daten der Milchleistungsprüfung (MLP) wird deutlich.

Die Emissionen von N₂O liegen im untersuchten Boxenlaufstall auf einem sehr niedrigen Niveau. Sie sind im Vergleich zu anderen N-Emissionen in der Landwirtschaft ohne Bedeutung. Fütterungsbedingte Unterschiede lassen sich für N₂O nicht erkennen.

(Geplante) Verwertung

Das deutsche Proteinbewertungssystem beim Wiederkäuer berücksichtigt derzeit die Größen nutzbares Rohprotein am Duodenum (nXP) sowie die ruminale N-Bilanz (RNB). Der Anteil der Aminosäuren am nXP sowie die Absorption und Verwertung der Aminosäuren im Stoffwechsel sind auf der Bedarfsseite bisher lediglich durch konstante Größen berücksichtigt. So soll mit dem N-Reduk-Projekt ein Beitrag zur Weiterentwicklung des Proteinbewertungssystems geleistet werden.

Ferner wird das Potenzial zur Senkung der N-Ausscheidungen durch eine verringerte Proteinzufuhr aufgezeigt. Rechnerisch kann etwa die Proteinmenge aus einem kg Sojaextraktionsschrot je Kuh und Tag eingespart werden. Eine verringerte N-Ausscheidung lässt verringerte N-Emissionen erwarten. Die gewonnenen Daten zeigen das Potential hierfür. Des Weiteren soll geprüft werden, welche ökonomischen Auswirkungen mit der beschriebenen Vorgehensweise verbunden sind. Für die beteiligten Futtermittelunternehmen liefert das Projekt Informationen, um neue Konzepte für die Produktion von N-reduzierten Milchleistungsfuttern zu entwickeln.

Da der Einfluss der Fütterung auf Stoffwechselerkrankungen ebenfalls untersucht wird, deckt der Versuchsansatz auch Aspekte der Diskussion um das Tierwohl ab.

„Emissionsminderung aus Geflügelställen durch kombinierte Abluftreinigung (ALR Huhn)“**“Reduction of poultry housing emissions by combined exhaust air treatment”****Projektlaufzeit**

01.11.2014 bis 30.09.2017

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Wolfgang Büscher, (Projektbearbeiterin: M. Sc. Carolina Strohmaier)
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Institut für Landtechnik (ILT)
Bonn

Verbundpartner

Big Dutchman International GmbH
Vechta

Kurzfassung**Projektziel**

Die Anforderungen, Ammoniak-, Staub-, Bioaerosol- und Geruchsemissionen in der Geflügelhaltung zu mindern, ist technisch bislang nicht zufriedenstellend gelöst und kann nur über mehrstufige Systeme gewährleistet werden, bei denen verschiedene Baugruppen miteinander kombiniert werden (HAHNE, J. 2012). Die Kombination unterschiedlicher Filterstufen zur Reduzierung von Ammoniak, Staub und Geruch ist bei der Abluftreinigung für die Geflügelhaltung derzeit nicht bekannt. In diesem Forschungsprojekt soll daher eine praxistaugliche Abluftreinigungsanlage für den Geflügelbereich basierend auf vorhandenen Baugruppen entwickelt werden.

Realisierung

Die Baugruppen für einen Geflügelwäscher stehen mit dem Staubabscheider *StuffNix*, und dem Nasswäscher *MagixX-B* bereits zur Verfügung. Eine biologische Stufe wurde bisher noch nicht entwickelt. Im Forschungsvorhaben soll das Abluftreinigungssystem mittels eines Biofilters um eine dritte funktionale Stufe erweitert werden, mit dem Ziel, am Ende ein funktionssicheres, zertifizierbares System zu erhalten. Die Geruchsstoff-Zusammensetzung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Funktion der biologischen Reinigungsstufe. Dieser Zusammenhang soll untersucht werden und dazu beitragen, die Geruchsabscheidung in der Geflügelhaltung wesentlich zu verbessern.

Wichtig für die spätere Akzeptanz der Technik ist es, den Arbeitsmehraufwand für den Tierhalter sowie die zusätzlichen Kosten möglichst gering zu halten. Das System sollte so gestaltet sein, dass es für den Kunden einfach zu bedienen, warten und ggf. zu reinigen ist.

Der *StuffNix*-Staubabscheider arbeitet nach dem Fliehkraftprinzip. Das heißt, durch eine starke Richtungsänderung der Abluft in den V-förmigen Filterkammern wird der Staub abgeschieden und sammelt sich dann vor und hinter der Filterwand.

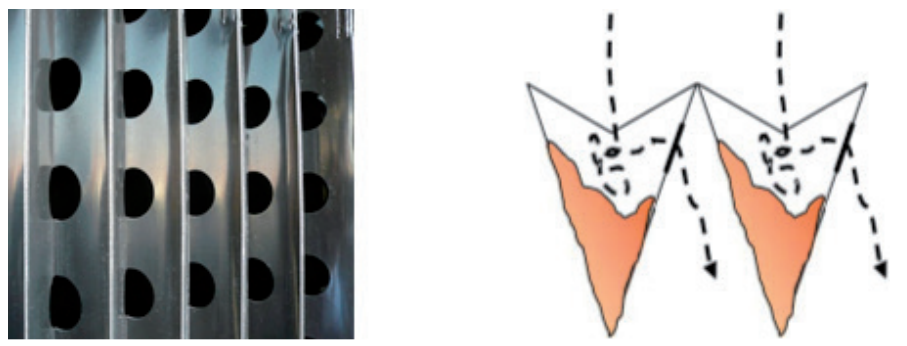


Abb. 1: Prinzip der Fliehkraftabscheidung mit dem StuffNix

Die nun vorgereinigte Luft gelangt anschließend in den MagixX-B, einen modularen, einstufigen chemischen Nasswäscher. Die Filterwand besteht aus einem Gitterfüllkörper aus Kunststoff. Das mit hochkonzentrierter Schwefelsäure auf einen pH-Wert von 3,3 angesäuerte Prozesswasser wird kontinuierlich über die Füllkörperwände verrieselt, dadurch kann Ammoniak aus der Stallabluft im Wasser als Ammoniumsulfat gebunden werden. Des Weiteren wird die Filterwand von der Vorderseite bedüst, damit sich dort eventuell ansammelnder Staub abgewaschen wird.



Abb. 2: Nasswäschereinheit als 2. Reinigungsstufe

Die biologische Stufe wird an zwei verschiedenen Standorten auf verschiedene Weise mit den vorhandenen Baugruppen kombiniert: An einem Legehennenstall in Dülmen findet

eine Teilstrombehandlung der Abluft statt. Hier werden Papierpads als Biofiltermaterial erprobt. Die Abluft eines Masthähnchenstalls in Ahlhorn wird mittels einer Anlage gereinigt, bei der in der biologischen Stufe eine Wurzelholzschüttung zum Einsatz kommt.

Ergebnisse

Im Rahmen von Vorversuchen fanden Staubmessungen zur Klärung der Frage statt, welchen Wirkungsgrad der eingesetzte Abluft-Reinigungs-Filter StuffNix in den vorhandenen Stallgebäuden in Dülmen erreicht. Hierbei zeigte sich, dass sich der Gesamtstaubgehalt der Luft zwischen 44 und 67 % mindern ließ (vgl. Abb. 3). Verschiedene Einflüsse wie Luftvolumenstrom, Luftfeuchtigkeit und Sauberkeit des Filters sollen in weiteren Untersuchungen genauer betrachtet werden, um die Reinigungsleistung des StuffNix noch weiter zu steigern.

Mit Hilfe einer Geruchsmusteranalyse sollen für die nächsten Bearbeitungsschritte der biologischen Reinigungsstufen die Geflügel-spezifischen Komponenten in der Stallabluft bestimmt werden. Sind die ‚Leitkomponenten‘ bekannt, soll gezielt auf die mikrobiologischen Zusammenhänge Einfluss genommen werden.

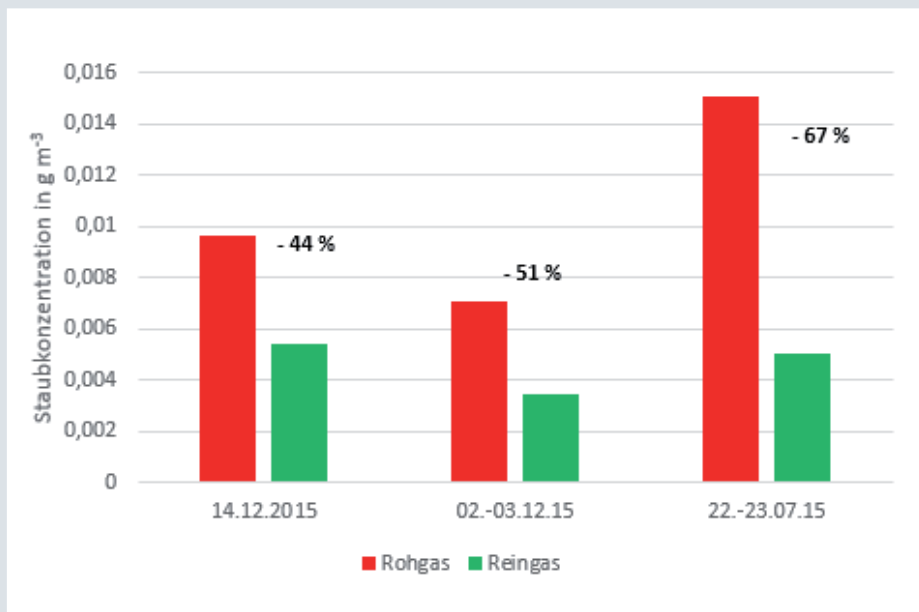


Abb. 3: Roh- und reingasseitige Staubkonzentrationen im Untersuchungsbetrieb „Dülmen“, gemessen mittels Gravimetriesammlern

(Geplante) Verwertung

Die wissenschaftlichen Ergebnisse wurden und werden für Publikationen, Vorträge und weitergehende Untersuchungen zur Umweltrelevanz von Geflügelställen verwendet.

Die Abluftreinigungstechnik wird in Zukunft eine wichtige Rolle in Stallbau-Genehmigungsverfahren in der Geflügelhaltung spielen. Sollte eine deutliche Reduzierung von Ammoniak, Staub und auch Geruch durch die kombinierte Abluftreinigung zu erzielen sein, stünde eine funktionsfähige Technik für zukünftige Genehmigungsverfahren zur Verfügung.

Literatur

HAHNE, J. (2012): Abluftreinigung für die Geflügelhaltung - bislang nur ein Teilerfolg: Landtechnik 67, S. 208-211

„Modifizierung und Optimierung von Regeleingangsgrößen in zwangsbelüfteten Stallanlagen der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung“**“Modification and optimization of controller settings in agricultural livestock stables with forced aeration”****Projektlaufzeit**

19.01.2015 bis 30.06.2016

Projektkoordinator, Institution

Klaus Bachmann

Sächsisches Landeskuratorium Ländlicher Raum e.V., Nebelschütz

Verbundpartner

PD Dr. Werner Frosch

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle

Horst Schierbaum

MÖLLER GmbH, Diepholz

Steffen Rolf-Werner Mueller

Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck

Kurzfassung**Projektziel**

Die Steuerung von Ventilatoren in modernen Tierhaltungsanlagen unterliegt heute mehreren Regeleingangsgrößen. Diese sind die Lufttemperatur, die relative Luftfeuchte, der Unterdruck und der Kohlenstoffdioxidgehalt. Aus Langzeitmessungen in der Praxis geht hervor, dass diese Parameter unzureichend sind, um die Richtwerte der wesentlichen physikalischen Parameter bzw. umweltrelevanter Gase lt. Vorgaben einzuhalten. Besonders unter Winterbedingungen kann dies zu verminderter Futteraufnahme und damit zu Leistungsdepressionen führen. Ziel der Untersuchungen soll es sein, die Komplexität der Regeleingangsgrößen besonders unter dem Aspekt der Ammoniak-Konzentrationen darzustellen und Regelfunktionen zu optimieren.

Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes soll eine Regelung erprobt und in die Praxis umgesetzt werden, mit deren Hilfe eine kombinierte Regelung, die neben der Stallinnentemperatur und der relativen Luftfeuchte auch die Tier- und Umweltbelastungen der Luft in die Bewertung einbezieht. Zusätzlich soll über das Management des Klimacomputers abgesichert wer-

den, dass es zu keiner dauerhaften Überhöhung der Schadgaskonzentrationen kommen kann. Gleichzeitig wäre über die Datenaufzeichnung eine ständige Kontrolle über die Belastungen möglich (Qualitätssicherungsprogramm-QS sowie der Initiative-Tierwohl). Durch diese Mehrkomponentenerfassung kann die Lüftung effektiver dem Bedarf der Tiere angepasst und somit eine optimale Gestaltung der Stallklimaparameter ermöglicht werden.

(Geplante) Verwertung

Der breite Einsatz von Klimaregelsystemen gestützt durch die Verarbeitung der Ammoniakkonzentrationen, in Verbindung mit der Feuchtekonzentration der Stallluft, ermöglicht eine wesentliche technologische Verbesserung des Klimamanagements in zwangsbelüfteten Stallanlagen.

Es ist mit einer Reduzierung der Energieverbräuche, des Ausstoßes von umweltbelastenden Gasen, wie auch mit einer Verbesserung der Tiergesundheit zu rechnen. Des Weiteren tritt eine Modifikation der Arbeitsplatzbedingungen für den Betreiber hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung ein. Der innovative Kern betrifft insbesondere den Ansatz, mit kostengünstigen Technologien ein Optimum an Ressourcenschonung, Hygiene und Tiergesundheit zu erreichen.

In vielen Stallanlagen könnte diese Technologie installiert werden. Auch eine nachträgliche Umrüstung auf ein solches System in bestehende Anlagen wäre in vielen Fällen möglich und würde einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung der Initiative-Tierwohl leisten.

„Entwicklung eines „Tauschwäschers“ zur umweltfreundlichen und energiearmen Haltung von Schweinen“

“Development of an “exchange washer“ for environmental-friendly and energy-efficient pig husbandry”

Projektlaufzeit

01.04.2013 bis 31.07.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. agr. habil. Wolfgang Büscher

(Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. agr. Manuel S. Krommweh)

Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

Bonn,

Lehrstuhl für Verfahrenstechnik in der Tierischen Erzeugung

Verbundpartner

Dipl.-Ing. (FH) Johann Schönhammer, Dipl.-Ing. (FH) Martin Schönhammer

Schönhammer Wärmetauscher und Lüftungstechnik GmbH, Mengkofen

Kurzfassung

Projektziel

Ziel dieses Forschungsprojekts ist die Entwicklung einer einstufigen Anlagentechnologie zur Reduzierung von Emissionen bei gleichzeitiger Wärmeübertragung von der Abluft auf die Zuluft. Dazu wurde ein rekuperativer Luft-Luft-Wärmetauscher in einen Rieseltbettreaktor integriert, um somit Synergieeffekte schaffen und nutzen zu können:

- » Rückgewinnung von thermischer Energie durch Übertragung auf die Zuluft zur Einsparung von Heizenergie im Stall und damit Schonung fossiler Energieträger;
- » Reinigung der Abluft von Staub, Ammoniak und Geruch (gemäß den aktuellen Prüfanforderungen der DLG) im Sinne des Umwelt- und Anwohnerschutzes;
- » Minderung der Gesamtkosten für die Abluftreinigung durch Einsparung von Heizkosten zur Akzeptanzsteigerung der oftmals unvermeidlichen Abluftreinigungstechnik.

Die Entwicklungsidee des so genannten Tauschwäschers ist patentrechtlich geschützt (Patent No. EP1815902).

Realisierung

Grundsätzlich gibt es drei mögliche Einbausituationen, durch die ein Wärmetauschermodul (im Folgenden: WT-Modul) in einen Rieselbettreaktor integriert werden kann (Abbildung 1). Zur Erfassung der energetischen Vorgänge im Tauschwäscher wurde zunächst ein Tauschwäscher-Prüfstand entwickelt, an dem Vorversuche in kleintechnischem Maßstab mit unbelasteter Luft durchgeführt wurden (siehe KROMMWEH und BÜSCHER, 2015). Des Weiteren wurde eine Versuchsanlage auf einem landwirtschaftlichen Betrieb eingerichtet, um den Tauschwäscher auch unter Praxisbedingungen zu testen (Teilstrombehandlung). Bei dem Rieselbettreaktor handelt es sich um ein zertifiziertes System der Fa. RIMU. Die WT-Module wurden von der Fa. Schönhammer entwickelt und gefertigt. Ein elementares Ziel der Untersuchungen war die Fragestellung, bei welcher Einbausituation des WT-Moduls die höchste Zulufterwärmung und Heizleistung erzielt werden kann. Darüber hinaus sollte der Einfluss des Waschwassers auf die Wärmeübertragungsvorgänge ermittelt werden. Die folgenden Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die Untersuchungen an der Versuchsanlage.

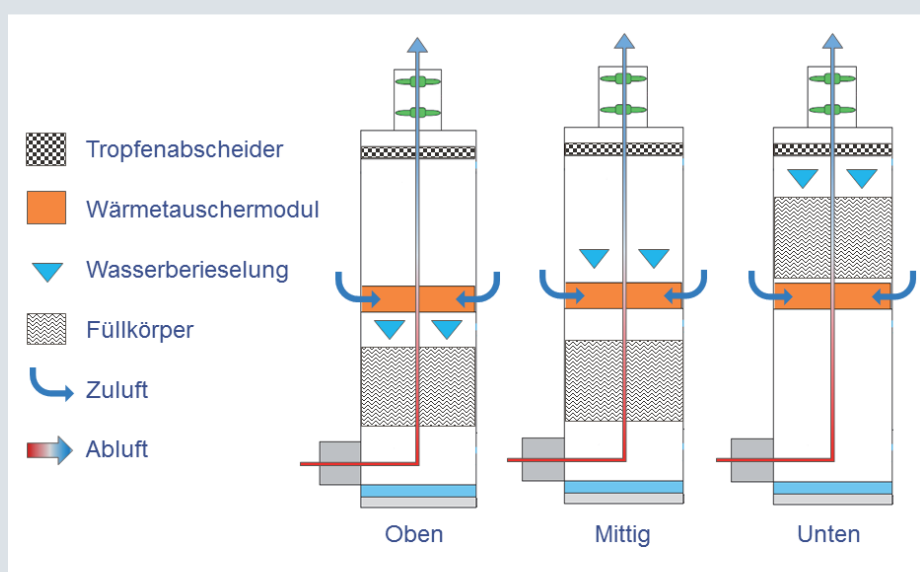


Abb. 1: Die drei möglichen und untersuchten Einbausituationen für den Tauschwäscher-Prüfstand und die Versuchsanlage

Während der ersten Wintermessung wurde das WT-Modul 1 in den o. g. Einbausituationen in einem Zeitraum von jeweils zwei Wochen untersucht. Auf Grundlage der Ergebnisse dieser Messperiode wurde für den folgenden Winter ein optimiertes WT-Modul 2 konstruiert. Detailangaben zu beiden WT-Modulen können Tabelle 1 entnommen werden.

Tab. 1: Technische Daten zu den unter Praxisbedingungen getesteten Wärmetauschermodulen

	Wärmetauscher 1	Wärmetauscher 2
Maße (L x B x H) in mm	2.300 x 1.100 x 600	
Wärmetauschergesamt volumen in m ³	1,518	
Spezifische Wärmetauscheroberfläche in m ² m ⁻³	46,11	135,66
Gesamte Wärmetauscheroberfläche in m ²	70	205,93
Material	Polyvinylchlorid, Polypropylen	Polyvinylchlorid
Folienstärke in mm	1	0,6
Oberflächengeometrie zuluftseitig; Luftströmung	glatt; laminar	gewendelt; turbulent
Oberflächengeometrie abluftseitig; Luftströmung	glatt und gewendelt; turbulent	gewendelt; turbulent

Ergebnisse

Der Vergleich der Einbausituationen des WT-Moduls 1 ließ die höchste Heizleistung bei mittig angeordnetem WT-Modul erkennen. Die Heizleistung der Varianten mit oben bzw. unten angeordnetem WT-Modul lag 1,5 – 2 kW niedriger (Abbildung 2). Die Temperaturänderungszahl der drei Varianten rangierte im gesamten Untersuchungszeitraum zwischen 0,25 und 0,38.

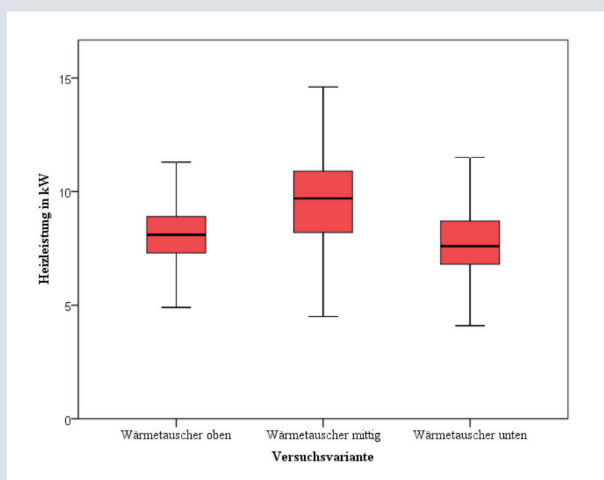


Abb. 2: Vergleich der Heizleistungen des Wärmetauschermoduls 1 bei unterschiedlichen Einbausituationen an der Versuchsanlage (im Außentemperaturbereich von -3 °C bis +3 °C)

Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurde die folgende Wintermessung (12/2015 – 03/2016) ausschließlich mit der Einbausituation „WT-Modul mittig“ durchgeführt. Mit dem optimierten WT-Modul 2 konnten deutlich höhere Temperaturänderungszahlen von durchschnittlich 0,58 erzielt werden (vgl. Abbildung 3). Dies ist v. a. auf die reduzierte Folienstärke (erhöhter Wärmeübergang) sowie einer veränderten Oberflächengeometrie (um den Faktor 2,9 vergrößert; erhöhte Luftturbulenzen; längere Verweilzeit der Luft im WT-Modul; vgl. Tabelle 1) zurückzuführen. Dies geht zuluftseitig allerdings mit einem unverkennbar erhöhten Druckwiderstand einher. Die Heizleistung Q_{lag} lag bei konstantem Luftvolumenstrom \dot{V} im Mittel bei 7,1 kW ($\dot{Q}_{\text{max}} = 21,0 \text{ kW}$; $\dot{V}_{\text{Zuluft}} = 2.255 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$; $\dot{V} = 2.763 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$).

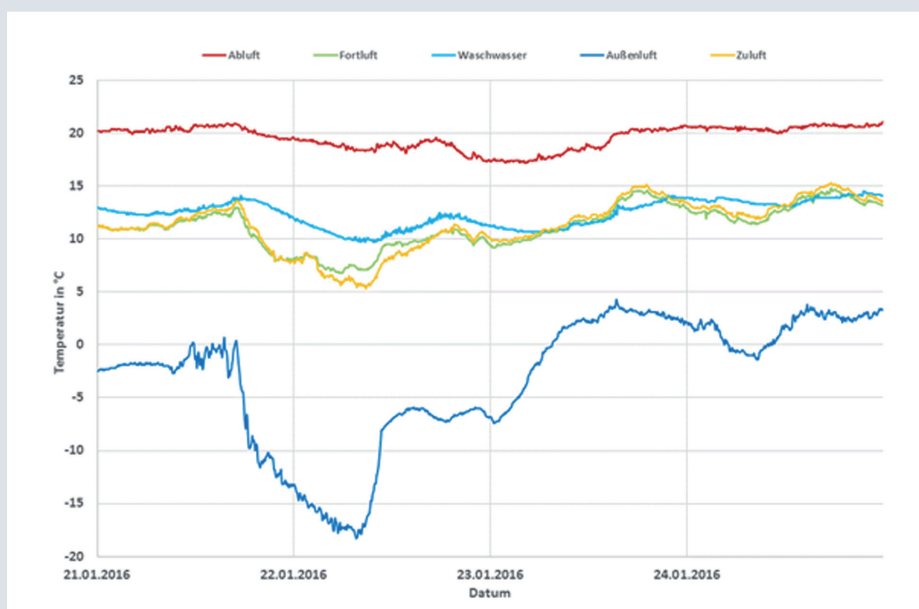


Abb. 3: Temperaturverläufe im Winter; Praxismessungen an der Tauschwäscher-Versuchsanlage (21. – 24. Januar 2016; Wärmetauschermodul 2)

Insgesamt zeigten die Untersuchungen, dass die Zulufterwärmung durch das WT-Modul wesentlich von Außenluft- und Waschwassertemperatur abhängig ist. Die kühle Außenluft wird durch die Passage des WT-Moduls maximal bis zum Temperaturniveau des Waschwassers erwärmt. Bei Außentemperaturen unterhalb der Waschwassertemperatur gilt: Je niedriger die Außentemperatur, desto größer die Zulufterwärmung und umso höher die Heizleistung (vgl. Abbildung 3); bei Außentemperaturen oberhalb der Waschwassertemperatur werden Kühleffekte erkennbar (Abbildung 4).

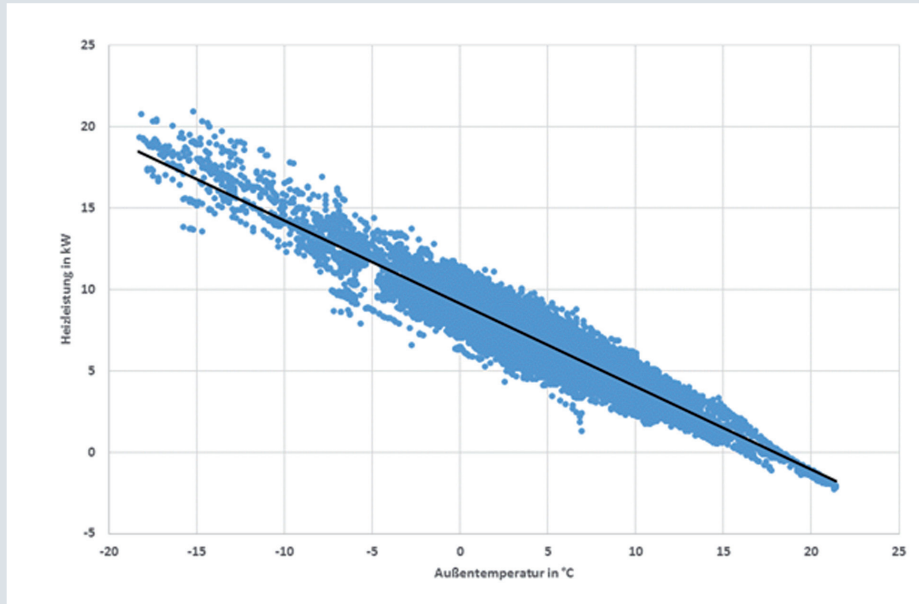


Abb. 4: Heizleistung des Wärmetauscher-Moduls 2 im Praxiseinsatz in Abhängigkeit der Außentemperatur ($y = 0,5101x + 9,1357$; $R^2 = 0,8943$; Versuchszeitraum 12/2015 – 03/2016)

(Geplante) Verwertung

Die veränderte Rechtslage in einzelnen Bundesländern zur Genehmigungsfähigkeit von Schweineställen („Filtererlass“) lässt in Zukunft eine erhöhte Nachfrage nach Abluftreinigungsanlagen erwarten. Durch die erfolgreiche Produktentwicklung des Tauschwärschers wird die Rückgewinnung thermischer Energie von der warmen Abluft und des Waschwassers auf die kühle Außenluft ermöglicht. Dadurch ergibt sich für den Landwirt der Vorteil, dass die Gesamtkosten für die Abluftreinigung durch gleichzeitige Einsparung von Heizenergie in einer kombinierten Anlagentechnik gemindert werden können.

Eine mögliche Beeinflussung der Abluftreinigung durch die Wärmerückgewinnung könnte Gegenstand weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen sein. Die aktuellen Erkenntnisse lassen nicht erwarten, dass sich durch diese Kombination eine verminderte Abscheideleistung des zertifizierten Rieselbettreaktors ergibt.

Literatur

KROMMWEH, M. S.; W. BÜSCHER (2015): Nutzung von Synergieeffekten in der Abluftreinigung durch Integration eines Luft-Luft-Wärmetauschers. In: 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. 8. – 10. September 2015 in Freising. KTBL-Tagungsband. Hg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt. S. 352 – 357

„Integration von Zu- und Umluftfiltern in der Schweinehaltung zur Reduzierung der Belastung mit Krankheitserregern (Filtration)“

“Development of air filtration systems that reduce air-borne pathogens in pig husbandry facilities (Filtration)”

Projektlaufzeit

01.08.2014 bis 31.07.2017

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Uwe Truyen
Institut für Tierhygiene und Öffentliches Veterinärwesen,
Universität Leipzig

Verbundpartner

Reventa GmbH, Horstmar

Kurzfassung

Projektziel

Im Rahmen einer Fall/Kontrollstudie werden 3 verschiedene Luftfiltersysteme (Zuluft-Filterdecke, Zuluft-Filtermodul, Umluft-Filtermodul) entwickelt und unter Praxisbedingungen hinsichtlich des Einflusses auf die Stallluftqualität, Tiergesundheit bzw. Leistungsparameter der Tiere validiert.

Realisierung

Es wurden vier Filter-Prototypen (Filter 1 – 4) entwickelt und im Labor-Filterprüfstand auf die Reduktion ausgewählter Pathogene im Luftstrom getestet. Equines Arteritis Virus (EAV) diente als Surrogat für das wichtige Schweinepathogen Porzines Reproduktives und Respiratorisches Syndrom-Virus (PRRSV), so dass alle 4 Filter vorab mit EAV getestet wurden. Darüber hinaus wurden Versuche mit PRRSV, Bovines Enterovirus-1 (BEV-1), *Staphylococcus (S.) aureus*, und *Actinobacillus pleuropneumoniae* (APP) durchgeführt. Je Mikroorganismus und Filter-Prototyp wurden 5 Messungen durchgeführt. Filter 1 und 2 bestanden aus je einem Vor- und einem Hauptfilter, Filter 3 und 4 waren einteilig. In definierten Zeitabständen wurden aus den jeweiligen Filterbestandteilen Proben entnommen und mikrobiologisch untersucht, um eine Aussage über die Überlebensfähigkeit der Keime im Filterkuchen treffen zu können. Basierend auf den Laborergebnissen sowie wirtschaftlichen Überlegungen wurden die Filter für den Einbau im Stall ausgewählt und im Juli 2015 in 3 baugleichen Stallanlagen eingebaut. Ein vierter baugleicher Stall ohne Luftfiltration dient als Referenzstall. Jeder Stall wird mit maximal 960 Tieren belegt. Über eine Laufzeit von mindestens 3 Mastdurchgängen pro Stall (Messperiode

07/2015 – 01/2017) werden Parameter zur Beurteilung der Stallklimaqualität (CO_2 , NH_3 , Staubgehalt, Luftfeuchte, Temperatur) erhoben sowie die mikrobiologische Belastung der Stallluft (Lebendkeimzahl, Methicillin-resistente *S. aureus* (MRSA), Escherichia coli, coliforme Keime) gemessen. Ein Jahr nach Einbau der Filtersysteme werden die Filtereinsätze beprobt und mikrobiologisch (Kultur, real-time RT-PCR) untersucht. Pro Stall werden fünfzehn Tiere beim Einstellen und vor dem Schlachten für den serologischen Nachweis von Antikörpern gegen PRRSV, Influenza A Virus (H1N1, H3N2) und APP geblutet. Parallel hierzu erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Schweinegesundheitsdienst Sachsen die Beurteilung der Schlachtkörper v.a. im Hinblick auf Atemwegserkrankungen.

Ergebnisse

Im Filterprüfstand wurden unterschiedliche Abscheideraten für die einzelnen Pathogene erzielt (Tabelle 1). Filter 3 setzte sich während des Laufs im Filterprüfstand zu und wurde aufgrund dessen nach der EAV-Testreihe nicht weiter verwendet. Filter 2 fiel aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus der Studie.

Tab. 1: Reduktion der Pathogen-Konzentration durch verschiedene Luftfilter-Prototypen im Filterprüfstand

Prototyp	Reduktion (%)			
	EAV	PRRSV	<i>S. aureus</i>	APP
Filter 1	97,5	98,0	98,6	95,2
Filter 2	97,5	nicht getestet	99,1	nicht getestet
Filter 3	96,0	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet
Filter 4	98,7	92,0	99,9	99,9

Die Tests mit BEV-1 waren durch die geringe Widerstandsfähigkeit des Virus gegenüber Austrocknung erschwert, weshalb hier eine real-time RT-PCR zum Nachweis von Virus-DNA durchgeführt wurde. Virus-DNA war in allen Filteranteilen nachweisbar; die Reduktion betrug ca. 1 \log_{10} -Stufe. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass infektiöse Partikel von allen getesteten Viren und Bakterien den Filter (n Abhängigkeit vom Filtermaterial mehr oder weniger durchdringen).

S. aureus zeigte die höchste Widerstandsfähigkeit im Filtermaterial. Bis 8 Wochen nach dem Versuch waren vermehrungsfähige Bakterien im Vorfilter von Filter 2 nachweisbar; im Hauptfilter bis 4 Wochen nach dem Versuch. Die Menge an überlebensfähigen Bakterien nahm mit der Zeit graduell ab und wies nach 7 d Lagerung eine Reduktion um ca. 2 \log_{10} -Stufen in beiden Filteranteilen auf. In Filter 4 war der Keim bis 7 Wochen nach Versuchsende überlebensfähig. PRRSV und APP blieben in Filter 2 und 4 bis 24 h nach Versuchsende infektiös.

In Abhängigkeit von der Dauer des Leerstands während der Umbauphase ergab sich ein Luftkeimgehalt (Nullwert) von 100 – 10.000 Kolonie-bildenden-Einheiten (KbE)/m³ in den 4 Ställen. MRSA, coliforme Keime und *E. coli* waren am Tag 0 nicht nachweisbar. Die aerobe Lebendkeimzahl stieg innerhalb der ersten 2 Wochen auf >100.000 KbE/m³ an und variierte nur geringfügig an den einzelnen 6 Messpunkten. Nach ca. 6 Wochen blieb die aerobe Lebendkeimzahl in allen Ställen bei ca. 1.000.000 KbE/m³. Der Gehalt an MRSA erreichte an einzelnen Messpunkten Werte von >120.000 KbE/m³. *Escherichia coli* und coliforme Keime wurden unregelmäßig in den Luftkeimsammelproben nachgewiesen und lagen überwiegend <100 KbE/m³.

Vorsichtig beurteilt lässt sich nach 2 Mastdurchgängen eine Tendenz zu niedrigeren Werten hinsichtlich Luftkeimgehalt und Staubpartikelbelastung durch das Umluft-Filtermodul erkennen. Die statistische Prüfung erfolgt am Ende der Versuchsphase. Die Auswertung der Schlachtbefunde sowie serologischen Untersuchungen steht noch aus.

(Geplante) Verwertung

Ein wesentlicher Faktor für die Erhaltung der Tiergesundheit ist die Vermeidung des Eintrages von Krankheitserregern in die Tierbestände. Zur Erreichung dieses Ziels gibt es bereits zahlreiche Maßnahmen wobei der Zuluft als einem möglichen Eintragungsweg im Rahmen dieser Biosecurity-Maßnahmen bisher nahezu keine Bedeutung geschenkt wird. In Freisetzungsversuchen mit PRRSV in den USA konnte jedoch gezeigt werden, dass eine Zuluftfiltration eine Bestandsinfektion effektiv verhindern kann (Pitkin, A., Deen, J., Dee, S. (2009): Use of a production region model to assess the airborne spread of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Vet. Microbiol.* 136:1-7). Die Entwicklung eines Filtersystems, das den Eintrag von pathogenen Keimen unter die minimale Infektionsdosis reduziert oder bestenfalls vollständig unterbindet, bietet die Chance, die Behandlungen mit Antibiotika zu reduzieren, der Entstehung von multiresistenten Erregern entgegenzuwirken und somit letztlich Kosten zu senken.

„Optimierung der Abscheidung von Bioaerosolen aus der Abluft eines Schweinestalls durch die Entwicklung einer innovativen automatisierten Prozesssteuerung zur Regulierung der Filterfeuchte in einer dreistufigen Abluftreinigungsanlage“

“Optimized reduction of bioaerosols in the exhaust air of pig production facilities by automatic regulation of the moisture content within filter material of air washers”

Projektlaufzeit

01.09.2014 bis 31.08.2017

Projektkoordinator, Institution

Professorin Dr. Nicole Kemper; Dr. Jochen Schulz
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Tierhygiene,
Tierschutz und Nutztierethologie, Hannover

Verbundpartner

PDipl. Ing. (FH) Sven Kuennen; Dr. Andreas Roth
Big Dutchman International GmbH, Abteilung Abluftreinigung, Vechta

Kurzfassung

Projektziel

Das Gesamtziel des Projektes ist es die Abhängigkeit des Abscheidegrades von Bioaerosolen von der Befeuchtungsintensität der biologischen Filterstufe einer automatischen Abluftreinigungsanlage (ARA) eines Schweinemaststalls darzustellen. Dazu sollen mittels eines Steuer- und Regelprozesses verschiedene Feuchtestufen im Biofilter eingestellt werden, bei denen die Reduktionsraten von Bioaerosolen der Stallluft erfasst werden. Die Möglichkeiten der Erfassung der Feuchteverteilung im Filtermaterial anhand eines TDR (Time-Domain-Reflektometrie)-Systems, auch TAUPE genannt, wird zunächst an einem Testkanal erprobt. Die Erfahrungen aus den Untersuchungen werden im Praxisstall genutzt, um die Filterfeuchte des Biofilters einstellen zu können. Anschließend werden bei verschiedenen Feuchtestufen die Konzentrationen von Bioaerosolen im Rohgas, vor der biologischen Stufe und im Reingas mit Emissionsimpingern erfasst, um das Rückhaltevermögen des Biofilters bewerten zu können.

Realisierung

Zur Integration des TAUPE-Systems in den Biofilter mit anschließender Prüfung von Funktion und Einstellungsmöglichkeiten wurde ein Testkanal mit einem Ausmaß von

50,87 m³ (L: 9,925 m x B: 2,5 m x H: 2,05 m) gebaut, in dem 2 Filterflächen von je 2,507 m² eingesetzt werden können.



Abb. 1: Testkanal

Zur Befeuchtung der Filter wurde eine Befeuchtungseinheit installiert, wie sie auch in automatischen Abluftreinigungen verwendet wird. Für die Durchströmung der Filterflächen sorgen zwei Ventilatoren. Auf der einen Seite ist in die Filterfläche gerissenes Wurzelholz, in die andere ein Papierpad eingebaut worden.

Am Testkanal werden regelmäßig Probenahmen durchgeführt. Dabei erfolgen Emissionsmessungen mit Emissionsimpingern nach VDI 4257 Blatt 2 und es werden Partikelmessungen mit Grimm-Staubmonitoren (15-Kanal-Aerosolspektrometer) auf der Roh- und Reinluftseite durchgeführt. Dazu werden jeweils die Temperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit, sowie die wichtigsten Klimadaten der Umgebung mit einer Wetterstation dokumentiert. Die Proben werden im Labor mikrobiologisch auf die Gesamtkeim- und Pilzzahl, sowie einige Leitkeime (Streptokokken, Enterobakterien, MRSA) und den Endotoxingehalt untersucht. Weiterhin werden mittels Beckman Coulter die Partikelzahlen bestimmt. Am Praxisstall wurden nach selbem Vorgehen Probenahmen durchgeführt, um den Status quo zu bestimmen. Nach den Vorversuchen wurde die biologische Filterstufe der ARA zweigeteilt und je eine Hälfte mit Wurzelholz und eine Hälfte mit Papierpads befüllt. In die gesamte Filterstufe wurde das TAUPE-System zur Detektion der Filterfeuchte integriert. Es folgt die Beprobung wie oben beschrieben über einen Jahreslauf bei betriebstypischer Befeuchtung und anschließend bei zwei verschiedenen voreingestellten Feuchteinstellungen.

Ergebnisse

Durch Untersuchungen im Testkanal konnte gezeigt werden, dass das eingebaute TAUPE-System die Verteilung der Feuchte in Wurzelholzschüttung und Papierpads erfassen kann und zur Feuchteinstellung im Praxisbetrieb sehr wahrscheinlich geeignet ist.



Abb. 2: TDR-System TAUPE im Wurzelholz im Testkanal

Die Betrachtung der Abscheideleistung für Mikroorganismen stellte sich bislang im Testkanal als schwierig dar, da die „Rohluft“ (Umgebungsluft) in der kälteren Jahreszeit wenig belastet war. Weitere Untersuchungen in der wärmeren Jahreszeit werden den Unterschied vermutlich deutlicher abbilden. Um eine allgemeine Aussage über Partikelabscheidungen in den Filtern treffen zu können, werden Partikelzahlen und Größen mit Staubmonitoren und einem Coulter-Counter System im Roh- und Reingas bestimmt. Erste Zahlen dazu werden im Vortrag präsentiert. Gleichsinnige Untersuchungen werden am Biofilter des Praxisstalles vorgenommen.

Die Ergebnisse aus dem Vorversuch zeigen, dass die Gesamtkeimzahl (GKZ) für die Darstellung der Abscheideleistung von Bioaerosolen geeignet ist und dass die bestehenden Anlagen bereits zur Reduktion von Bioaerosolen aus der Abluft beitragen. Im Zeitraum von Oktober 2015 bis Februar 2016 wurden 21 Proben aus dem Roh-, 36 Proben aus dem Luftstrom aus dem Bereich hinter der physikalischen und chemischen Filterstufe der ARA (Reinluft I) und 43 Proben aus dem Reingasstrom hinter der biologischen Filterstufe (Reinluft II) genommen und im Labor mikrobiologisch untersucht. Im Durchschnitt wurde in der Rohluft eine GKZ von ca. 423.534 KBE/m³, in der Reinluft I eine GKZ von 126.666 KBE/m³ und in der Reinluft II eine GKZ von 44.129 KBE/m³ ermittelt. Die Re-

duktion zwischen der Rohluft und Reinluft I war signifikant ($p < 0,01$), zwischen Rohluft und Reinluft II hochsignifikant ($p < 0,001$).

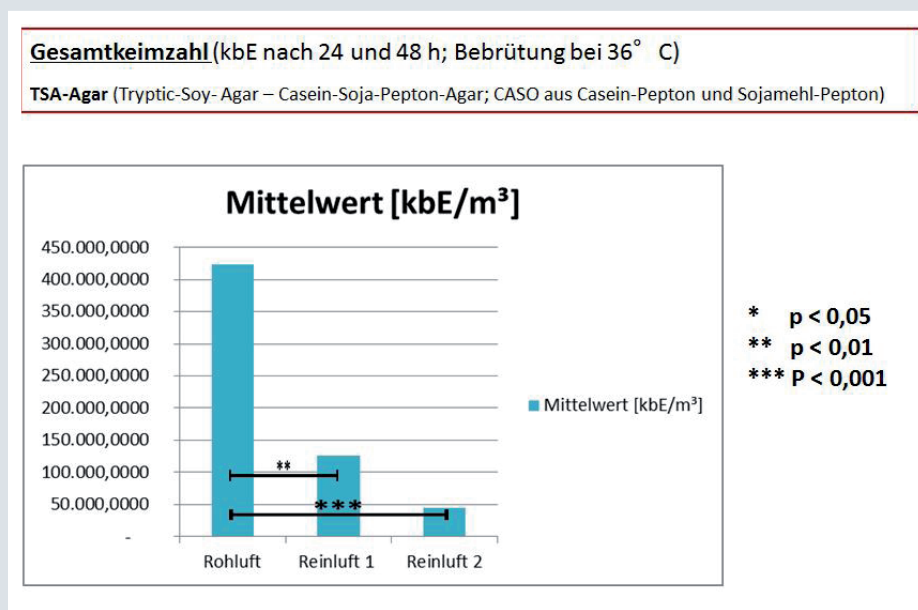


Abb. 3: Reduktion der KBE bei der Gesamtkeimzahl im Vorversuch am Praxisstall

Bei der Gesamtpilzzahl war die Reduktion nicht signifikant: Rohluft 2762 KBE/m³, Reinluft II 480 KBE/m³. Die Reduktion der Keimzahl von MRSA war zwischen Rohluft (1.839 KBE/m³) und Reinluft I (149 KBE/m³) sowie zu Reinluft II (57 KBE/m³) dagegen hochsignifikant ($p < 0,001$). Die Reduktion der α - und β -hämolyisierenden Streptokokken war nur zwischen Rohluft (55.369 KBE/m³) und Reinluft II (874 KBE/m³) signifikant ($p < 0,05$). Bei der Auswertung der Keimbildenden Einheiten bei den Enterobakterien konnte keine signifikante Reduktion beobachtet werden, da die Anzahl der Enterobakterien in Rohluft I zu- und dann in der Rohluft II wieder abgenommen haben. Die Berechnungen der Endotoxingehalte stehen noch aus.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden von Forschungsseite für Publikationen und weitere Forschungen im Bereich Bioaerosoldetektion in und an Nutztierställen verwendet. Ferner kann die Darstellung einer effektiven Bioaerosolabscheidung in modernen Abluftreinigungsanlagen die Akzeptanz von damit ausgestatteten Nutztierställen bei der Anwohnerschaft erhöhen. Die Ermittlung der Reduktionsraten von Bioaerosolen durch Abluftreinigungsanlagen, können ferner einer Risikobewertung hinsichtlich der potentiellen Übertragung von Bioaerosolen zwischen Tierbeständen dienen, was wertvolle Hinweise für die Diskussion um „Bestandsabschirmung“ liefert und in Planung und Beratung zu bestehenden oder neu zu errichtenden Anlagen einfließen kann.

„Entwicklung eines innovativen, nachrüstbaren Moduls zur Luftkonditionierung zur Optimierung der Stallluftqualität in Schweineställen“

“Development of an innovative , retrofittable module for air conditioning for optimizing stable air quality in pig houses”

Projektlaufzeit

12.03.2015 - 31.08.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Engel Hessel

Georg-August-Universität, Department für Nutztierwissenschaften,
Verfahrenstechnik in der Veredelungswirtschaft
Göttingen

Verbundpartner

A.G. Stalltechnik & Genetik GmbH
Heede (Ems)

Kurzfassung

Projektziel

Die Deutsche Forschungsallianz prognostiziert ein weltweit anhaltendes Wachstum bei den Entwicklungstendenzen der Nutztierhaltung (DAFA, 2012). Dabei haben die Umweltverträglichkeit sowie das Tierwohl eine zentrale Bedeutung für die Akzeptanz der verschiedenen Zweige der Nutztierhaltung (Jungbluth et al., 2007).

Ein optimales Stallklima ist bei der Haltung von Schweinen Grundvoraussetzung für die Gewährung des Tierwohls aber auch für den wirtschaftlichen Erfolg. Die Anforderungen an die Lüftungstechnik in Schweineställen sind daher von hoher Priorität. Relevante Einflussfaktoren für die Lüftungstechnik sind die Leistungssteigerungen und die damit verbundene Wärmeproduktion der Tiere durch erhöhte Stoffwechselfvorgänge (Büscher et al., 2008; Clauss & Clauss, 2007; Purwanto et al., 1990). Auch die Klimaänderung und die damit einhergehende erwartete Erwärmung sind dabei zu berücksichtigen (Leuschner, 2004; Rahmstorf, 2003; Schönwiese et al., 2003; IPCC, 2001). Zahlreiche Studien belegen, dass zu hohe Stalllufttemperaturen, große Schwankungen der Stalllufttemperaturen und relativen Stallluftfeuchten das Tierwohl beeinträchtigen. Diese Auswirkungen führen zu reduzierten Leistung, die mit einer reduzierten Gesundheit einhergehen können (Rudovsky & Prange, 2004; Irgang, 2001; Hörning, 1999; Van Caenegem & Deglin, 1997; Plonait, 1997; Köfer et al., 1993).

In der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV, 2009) unter § 22 (2) 4 wird gefordert, dass „eine geeignete Vorrichtung vorhanden sein muss, die eine Verminderung der Wärmebelastung der Schweine bei hohen Stalltemperaturen ermöglicht“. Eine konkrete Definition welche Ausführungsart diese Vorrichtung entsprechen soll, ist jedoch nicht beschrieben. Aus diversen Untersuchungen geht hervor, dass die adiabatische Zuluftkonditionierung als höchst effektiv, anzusetzen ist (Heidenreich, 2015; Pertagnol, 2013; Gates et al., 1991). Hierbei wird Zuluft beim Einströmen in den Stall durch eine mit Wasser benetzte Oberfläche geführt und so die sensible Wärme der Luft in latente Wärme überführt. Mit zunehmender relativer Luftfeuchte der Zuluft sinkt die Effektivität des Systems, aufgrund der begrenzten Wasseraufnahmefähigkeit der Luft (Lucas et al., 2000).

Eine weitere Möglichkeit zur Zuluftkonditionierung bietet der Erdwärmetauscher. In unterschiedlichen Untersuchungen konnte ein Absenken der Außenluft um 4 bis 10 K in Sommersituationen (Hessel & Van den Weghe, 2011; Rösmann, 2012; DLG, 2005; Venzlaff & Müller, 2008; Van Caenegem & Didier, 1998; Epinatjeff et al., 1997; Tiedemann, 1991) sowie eine Zulufterwärmung in Wintersituationen zwischen 5 und 13 K (Venzlaff & Müller, 2008; Van Caenegem & Didier, 1998; Tiedemann, 1991) gemessen werden.

Ziel des vorliegenden Projektes ist es, ein für neue als auch bestehende Ställe nachrüstbares Modul zu entwickeln mit dem die Zuluft so konditioniert wird, dass sowohl die hohen Zulufttemperaturen im Sommer als auch die hohen Lufttemperaturschwankungen im Tagesverlauf, die insbesondere im Frühjahr und im Herbst auftreten, reduziert werden. Als Folge reduzierter Zulufttemperaturen werden geringere zu fördernde Luftvolumenströme und geringere Ammoniakmassenströme im Sommer erwartet.

Realisierung

Für das Projekt wird insgesamt ein Zeitraum von 30 Monaten veranschlagt. Der Arbeitsplan teilt sich in folgende Methoden sowie geplante Arbeits- und Lösungswege auf.

Das Workpackage 1 beinhaltet die Evaluierung prozessrelevanter Einflussfaktoren unter Technikumsbedingungen. Der Technikumsversuch dient dazu, die Effizienz des innovativen „Moduls“ zur Zuluft-Konditionierung unter standardisierten Bedingungen zu untersuchen. Die hierfür notwendigen Experimente werden an der Abteilung für Verfahrenstechnik in der Veredelungswirtschaft im Department für Nutztierwissenschaften der Universität Göttingen erarbeitet. Auf Basis der gewonnenen Ergebnisse des Technikumsversuchs soll im Frühjahr 2017 ein Praxismodul auf einem landwirtschaftlichen Betrieb in Kooperation mit dem Projektpartner installiert werden. Das gesamte Modul wird in die Erde versenkt, um die Effizienz zu erhöhen. Da der Erdboden im Sommer wie Winter in ca. 2 m Tiefe geringerer Temperaturschwankungen unterliegt (Schirz, 1983; Seufert & Stingl, 1983).

Die Betrachtungsebene des Tieres wird durch die Auswertung und Erfassung ausgewählter Tierleistungsdaten und -gesundheitsparameter sowie Indikatoren des Tierverhaltens in die Untersuchungen eingeschlossen.

Ergebnisse

Prototyp

Nach ausführlicher Evaluierung prozessrelevanter Einflussfaktoren durch Literaturrecherche, Gesprächen mit Beratern aus der Agrarwirtschaft und -technik, Unternehmen sowie Wissenschaftlern wurde das Technikmodul konstruiert. Neben einem Zu- und Abluftkanal (1 m * 1 m) verfügt das Modul über ein Mittelstück (1,5 m * 1 m) und setzt sich somit aus drei Segmenten zusammen, siehe Abbildung 1.

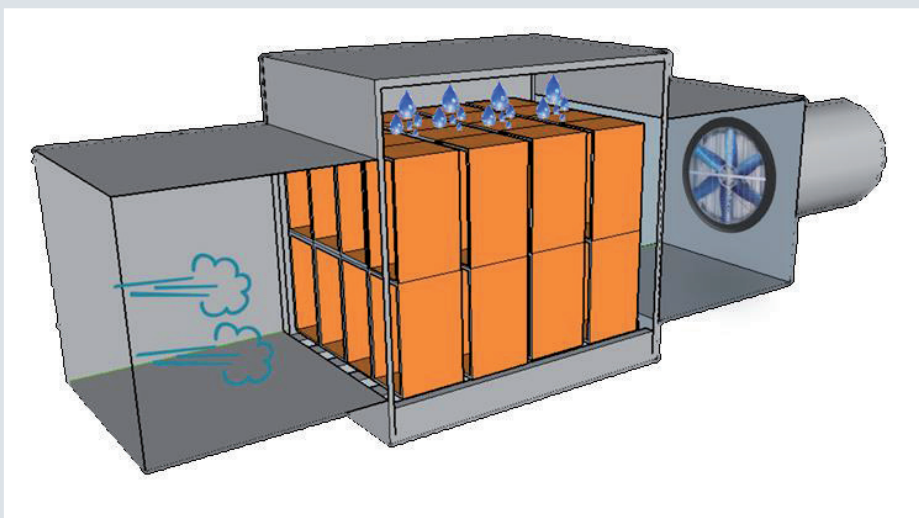


Abb. 1: Innenansicht des Technikmoduls zur Zuluftkonditionierung. Variante mit 32 Ziegellochsteinen sowie horizontaler Befeuchtung für jede Reihe. Axialventilator mit max. 12.000 m³/h freiblasend, 890 U/min.

Als Bewässerungsoberfläche wurden Lochziegel ausgewählt. Diese werden mit Hilfe von Injektor Flachstrahldüsen befeuchtet. Die Bewässerungsanlage wird über ein Magnet-schaltventil geregelt, welches die Außentemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit als An- und Ausschaltkriterium berücksichtigt. Die Außenluft wird mit Hilfe von Unterdruck durch die mit Wasser benetzten Steine geführt. Sowohl vor dem Lufteintritt in das Modul, als auch unmittelbar nach Luftaustritt aus dem Modul wird kontinuierlich online die Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Luftvolumenstrom sowie die Luftdruckdifferenz erfasst. Des Weiteren werden die Wassermenge sowie der Stromverbrauch erhoben. Die ersten Messungen beginnen im Juni 2016. Erstes Untersuchungsziel des Projektes ist es, die Luftführung innerhalb des Moduls so zu gestalten, dass bei möglichst wenig Energieverlust eine maximale Luftkühlung erreicht wird. Dafür werden die Lochziegel in der Anzahl sowie Anordnung mit unterschiedlichen Luftvolumenströmen und Wassermengen variiert. Hierbei muss die verringerte Durchströmungsfläche von ca. 45 %, durch den Einbau der Lochziegel, ebenso wie die Befeuchtung der Lochziegel berücksichtigt werden. Der Einfluss der Zulufttemperatur, der relative Luftfeuchte und des Luftvolumenstroms mit variiertem Austauschoberfläche auf die Kühlleistung und die Druckdifferenz wird ermittelt. Diese Ergebnisse werden anschließend für die Dimensionierung des praxisorientiertes Moduls verwendet.

(Geplante) Verwertung

Das zu entwickelnde Luftkonditionierungsmodul soll für die Nachrüstung von Bestandsbauten sowie die Ausstattung bzw. Aufrüstung von Neubauten einsetzbar sein. Durch den Einbau soll eine deutliche Verbesserung des Tierwohls sowie eine Verringerung der Ammoniakmassenströme erreicht werden. Die Ergebnisse aus dem vorliegenden Projekt könnten außerdem bei Bewertungen zur Nachhaltigkeit der Tierhaltung herangezogen werden.

Literatur

Büscher, W., Nannen, C., Feller, B., Ratschow, J.P., Schulte-Sutrum, R. (2008): Kühlung von Schweineställen. DLG-Merkblatt 346, DLG e.V. Frankfurt am Main

Clauss, W., Clauss, C. (2007): Tierphysiologie kompakt. Elsevier GmbH, München. ISBN 3827416612

DAFA (Deutsche Forschungsallianz) (2012): Fachforum Nutztiere, Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft – gemeinsam für eine bessere Tierhaltung; Strategie der Deutschen Agrarforschungsallianz. Braunschweig ISBN 978-3-86576-090-6

DLG (2005): Aco Funki GmbH, Erdwärmetauscher „Opti-Klima“ Temperatur-Ausgleichswirkung. DLG – Prüfbericht 5520 F, Fokus Test 09/05, Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V., DLG Testzentrum Technik & Betriebsmittel, Groß-Umstadt

Epinatjeff, P., Beck, J., Jungbluth, T., Scheuble, A. (1997): Kühlere Stallluft – geringere Ammoniakemissionen. Landtechnik 52 (6), S. 320-321

Gates, R. S., Usry, J. L., Nienaber, J. A., Turner, L. W., Bridges, T. C. (1991): An optimal misting method for cooling livestock housing. Transactions of the ASAE 34(5), 2199-2206

Heidenreich, T. (2015): Optimierung des Stallklimas durch Wärmetauscher und Kühlsysteme. Fachtagung ALB Hessen, Eichhof. Besucht am 04.01.2016 <http://www.alb-hessen.de/veroeffentlichungen/vortraege.html>

Hessel, E. F., Van den Weghe, H.F.A. (2011): Erdwärmetauscher zur ganzjährigen Zuluftkonditionierung im Abferkelstall. Landtechnik 66 (3), S. 183-186, Darmstadt

Hörning, B. (1999): Artgemäße Haltungssysteme für Schweine. In: Artgemäße Schweinehaltung. Stiftung Ökologie und Landbau: Bad Dürkheim, S.126-129

IPCC (2001): Climate Change, 2001: Impacts, Adaptations, and Vulnerability. In: Mc Carthy, J.J., Anziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (eds) Contribution of Working Group II to the Third assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York, Cambridge University Press

Irgang, P. (2001): Anpassungsmöglichkeiten von Schweinen an stallklimatische Gegebenheiten. Gumpensteiner Bautagung 2001: „Stallbau – Stallklima – Verfahrenstechnik“, Gumpenstein Österreich, S. 87 – 90

Jungbluth, T., Troxler, J., Beck, J., Pflanz, W., Schrade, H., Geißler, W., Neumaier, J., Wiedmann, R., Winterhalder, K. (2007): Tier- und umweltgerechte Haltungsverfahren in der Schweinehaltung: Gesamtheitliche Bewertung innovativer Schweinemastverfahren für Baden-Württemberg. Forschungsbericht 0263 E. Hohenheim, 2007

Köfer, J., Awad-Masalmeh, M., Thiemann, G. (1993): Der Einfluß von Haltung, Management und Stallklima auf die Lungenveränderungen bei Schweinen. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 100, 319-322

Leuschner, C., Schipka, F. (2004): Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. Bundesamt für Naturschutz, Göttingen

Lucas, E. M., Randall, J. M., Menses, J. F. (2000): Potential for evaporative cooling during heat stress periods in pig production in portugal (Alentejo). Journal of Agricultural Engineering Research 76, 363-371

Pertagnol, J. (2013): Untersuchung zu verschiedenen Zuluftführungs- und Kühlungsmöglichkeiten in Mastschweineeställen. Dissertation. Forschungsbericht Agrartechnik des Fachausschusses Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG) 526. Universität Hohenheim. Im Selbstverlag

Plonait, H. (1997): Einfluß der Haltungsbedingungen auf das Krankheitsgeschehen. In: Plonait, H. und Bickhardt, K. (Hrsg.): Lehrbuch der Schweinekrankheiten, 2. Aufl. Berlin: Parey-Verlag, 11-34

Purwanto, B. P., Abo, Y., Sakamoto, R., Furumoto, F., Yamamoto, S. (1990): Diurnal patterns of heat production and heart rate under thermoneutral conditions in Holstein Friesian cows differing in milk production. The Journal of Agricultural Science, 114(02), 139-142

Rahmstorf, S. (2003): The current climate. Nature 421,699

Rösmann, P. (2012): Einsatz von regenerativen Energiequellen zum Heizen und Kühlen von zwangsbelüfteten Tierställen. Forschungsbericht Agrartechnik, VDI-MEG Schrift 509, Dissertation Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Rudovsky, A., Prange, H. (2004): Stallklima. In: Gesundheitsmanagement Schweinehaltung, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. S.166-171

Schirz, S. (1983): Erdwärmetauscher regelt das Stallklima. Schweinezucht und Schweinemast, Hannover 31, 3, 51-53

Schönwiese, C. D., Bader, S., Böhm, R., Claussen, M., Cubasch, U., Gärtner, U., Graßl, H., Rahmstorf, S., Sündermann, J., Kromp-Kolb, H., Richner, H. (2003): Klimastatement 2003 der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft (DMG), der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie (ÖGM) und der Schweizerischen Gesellschaft für Meteorologie (SGM)

Seufert, H., Stingl, W. (1983): Die Erde als Klimaanlage. DLG-Mitteilungen, Frankfurt am Main 98,11, 649-650

TierSchutzNutzV. (2009): „Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl I S. 2043), die durch die Verordnung vom 1. Oktober 2009 (BGBl I S. 3223) geändert worden ist“

Van Caenegem, L., Deglin, D. (1997): Erdwärmetauscher für Schweineställe. FAT Berichte 504, Hrsg.: Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, Schweiz

Van Caenegem, L., Didier, D. (1998): Erdwärmetauscher für Mastschweineställe. Schriftenreihe der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Nr. 48, Tänikon, Schweiz

Venzlaff, F. W., Müller, H. J. (2008): Untersuchungen zur Verbesserung der Klimagestaltung in Schweineställen bei gleichzeitiger Verringerung der Emissionen. Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MLUV), Reihe Landwirtschaft, Band 9 Heft III, Frankfurt (Oder)

Sektion 11: Entwicklung und Bewertung tiergerechter Haltungssysteme sowie Verbesserung der Tiergesundheit

„Multifunktionale RFID Transponder für das Monitoring des Nutztieres Biene (BeeID)“

“Multifunctional RFID transponder for monitoring of the domesticated honey bee (BeeID)”

Projektlaufzeit

12.11.2015 bis 31.05.2018

Projektkoordinator, Institution

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Krüger
Microsensys GmbH, Erfurt

Verbundpartner

Benjamin Rutschmann
HOBOS (HOneyBee Online Studies), Universität Würzburg

Kurzfassung

Projektziel

In dem geplanten Projekt soll ein RFID-Monitoring System entwickelt werden, das weltweit Einsatz in der Erforschung und Haltung der Honigbiene und anderer Insekten

finden soll. Dieses System besteht aus neuen, bisher technologisch weltweit noch nicht realisierten RFID Transpondern und den ebenfalls neu zu entwickelnden Detektorantennen. Das geplante System soll die Identifizierung und die Beobachtung des Verhaltens von Bienen deutlich erleichtern. In einer für Imker geplanten Variante soll das System das Auffinden der Bienenkönigin im Stock sowie die Überwachung der Vitalität der Königin ermöglichen. Für die Bienenforschung soll die Integration von Zusatzfunktionen, wie z.B. Datenlogger zur Aufzeichnung der Bewegung der Biene oder zur Messung von Temperatur, Feuchtigkeit oder anderen Größen am Ort der Biene, ermöglicht werden.

In dem geplanten Projekt soll ein RFID-Erkennungs- und Monitoringsystem entwickelt werden. Dieses System soll unterschiedliche Gerätevarianten für verschiedene Anwendungen ermöglichen:

- » Entwicklung des Konzeptes und einer prototypischen Lösung für eine eindeutige Identifizierung von mehreren Bienen gleichzeitig am Einflugloch mit Leseabstand (Biene – Detektionsantenne) von mindestens 5 cm, besser 10 cm.
- » Entwicklung des Konzeptes und eines Prototyps zur Bestimmung der Position einer Biene (z.B. Königin) innerhalb der Kolonie aus einem Abstand von 50 – 100 cm.
- » Entwicklung von Konzept und Prototyp zur Überwachung der Vitalität der Bienenkönigin durch Aufzeichnung des Bewegungsmusters.
- » Entwicklung der Möglichkeit zur Implementierung von Zusatzfunktionen für die Forschung wie z.B. Temperaturmessung.
- » Klärung der grundsätzlichen Machbarkeit einer Datenspeicherung, gegebenenfalls unter Nutzung von Energy Harvesting Konzepten.

Realisierung

Die technische Lösung für die Vergrößerung des Ausleseabstandes und für die beschriebenen Lokalisierungsfunktionen basiert in der Nutzung von sehr hohen Frequenzen (UHF) von 868 MHz anstatt der bisherigen Hochfrequenztechnik mit 13,56 MHz. Im Projekt soll zunächst durch Simulationsrechnungen die Wellenausbreitung (Maxwell Gleichungen) im UHF-Bereich bei miniaturisierten Transponderantennen erforscht werden.

Forschungsgegenstand ist hier insbesondere die Wechselwirkung der elektromagnetischen UHF-Strahlung mit den typischen metallischen Komponenten (Spanndrähten) des Bienenstocks sowie mit dem Bienenwachs. Der optimale Bereich für die Dimensionierung und Positionierung der RFID Transponder- und Detektorantennen soll durch Simulationsrechnungen bestimmt werden. Eine grundsätzliche technische Herausforderung bei der Miniaturisierung des RFID Transponders besteht in der damit einhergehenden Verkürzung der Transponderantenne. Bei 868 MHz beträgt die Wellenlänge 34,5 cm.

Die mögliche Antennenstruktur ist mit ca. 2-3 mm Länge also nur im Bereich kleiner 1/100tel der Wellenlänge und damit weit außerhalb eines optimalen Bereichs.

Eine weitere Herausforderung liegt darin, dass die zu entwickelnden RFID Transponder aus Kostengründen mit am Markt verfügbaren Standardchips realisiert werden sollen. Eine eigenständige Chip-Entwicklung wäre zu teuer und langwierig. Für die Entwicklung soll vielmehr ein noch auszuwählender Standard-Chip modifiziert werden. Diese Modifikation betrifft insbesondere die mit dem Chip verbundenen Antennenstrukturen sowie die auf dem Chip laufende Software.

Ergebnisse

Das Layout der Antennen muss für eine einwandfreie Funktion im Nahfeldbereich zwingend abgeglichen werden. Bei fehlerhaftem Layout kann eine homogene Feldverteilung nicht gewährleistet werden wodurch ein Redesign notwendig wäre, verbunden mit hohen Kosten und erheblichem Mehraufwand. Dies benötigt daher umfangreiche Voruntersuchungen und Simulationen. Der derzeitige Stand ist, dass die Verwendung herkömmlicher Antennenlayouts nicht geeignet ist. Zum jetzigen Zeitpunkt sind die Untersuchungen zur Feldausbreitung im Bienenwachs und zum Einfluss des UHF-Feldes auf die Biene nur vorbereitet. Quantitative und qualitative Ergebnisse liegen noch nicht vor.

(Geplante) Verwertung

Die im Projekt zum Einsatz kommende UHF Technik ist bisher für RFID Transponder mit Anforderungen aus der Bienenforschung nicht erprobt und Gegenstand der Forschung in der Hochfrequenztechnik. Es besteht das Risiko, dass mit der UHF Technik die Realisierung von miniaturisierten RFID Transpondern mit den gewünschten Eigenschaften nicht möglich ist. Weiterhin besteht das Risiko, dass die geplante Technik allein durch eine Modifikation der am Markt verfügbaren Standardchips nicht möglich ist. In diesem Falle müsste eine sehr aufwendige, teure und langwierige Chipentwicklung und Herstellung von Spezialchips angegangen werden.

Die Erfolgsaussichten für das Projekt sind sehr gut, da Microsensus eine weltweite technologische Führungsposition bei RFID Transpondern für Bienen einnimmt und bereits Erfahrung mit der UHF Technologie für andere Anwendungsbereiche hat. Bei diesen anderen Anwendungsbereichen können allerdings deutlich größere und schwerere Transponder eingesetzt werden.

Die wissenschaftlichen Erfolgsaussichten bei dem Einsatz des geplanten Systems in der Bienenforschung sind sehr gut. Die neuen Möglichkeiten des geplanten RFID-Systems würde durch Konferenzbeiträge und Publikationen der Universität Würzburg schnell Aufmerksamkeit in der wissenschaftlichen Welt finden. Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten bei dem Einsatz in der Imkerei sind ebenfalls sehr gut, wenn die geplante Entwicklung von funktionsfähigen Prototypen gelingt.

„Stechmücken-Monitoring in Deutschland (CuliMo)“**“Mosquito monitoring in Germany (CuliMo)”****Projektlaufzeit**

01.05.2015 bis 30.06.2016

Projektkoordinator, Institution

PD Dr. Helge Kampen
Friedrich-Loeffler-Institut
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Greifswald – Insel Riems

Verbundpartner

Prof. Dr. Martin Groschup
Friedrich-Loeffler-Institut
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Greifswald – Insel Riems

Prof. Dr. Egbert Tannich, Prof. Dr. Jonas Schmidt-Chanasit
Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin
Hamburg

Dr. Doreen Walther
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
Müncheberg

PD Dr. Norbert Becker
Gesellschaft zur Förderung der Stechmückenbekämpfung
Speyer

Prof. Dr. Ellen Kiel
Carl von Ossietzky-Universität
Oldenburg

Prof. Dr. Sven Klimpel
Senckenberg-Gesellschaft für Naturforschung
Frankfurt/Main

Kurzfassung

Projektziel

Nach dem vermehrten Auftreten von Krankheiten von Mensch und Tier in den letzten Jahren in verschiedenen Ländern Europas, deren Erreger durch Blut saugende Insekten übertragen werden, sollen Daten zum aktuellen Vorkommen und zur geografischen und saisonalen Verbreitung von Stechmücken-Arten und der von ihnen übertragenen human- und tierpathogenen Krankheitserreger in Deutschland gesammelt werden. Diese sollen als Grundlage von Risikobewertungen für die öffentliche und die Tiergesundheit durch Stechmücken-assoziierte Krankheiten sowie von Modellierungen zukünftig möglicher Ausbreitungs- und Ausbruchsszenarien dienen. Außerdem sollen sie helfen, Einfuhrwege invasiver Arten zu identifizieren, geeignete Präventiv- und Reaktivmaßnahmen zu entwickeln, die Notwendigkeit eines dauerhaften Monitorings abzuschätzen und ggf. hierfür geeignete Werkzeuge zu implementieren sowie Rechtsetzungen und Empfehlungen zu erarbeiten, die dem Auftreten Stechmücken-assoziiierter Krankheiten in Deutschland entgegenwirken.

Realisierung

Das Projekt ist in fünf Teilprojekte untergliedert.

1. Räumlich-repräsentatives Monitoring: In jedem Projektjahr werden von April bis Oktober Stechmücken aktiv mit Hilfe von speziellen Lockstoff-Fallen gefangen, die zweimal monatlich für 24 Stunden aktiviert werden. Insgesamt werden deutschlandweit 148 Fallen betrieben, eine pro 50 x 50 km²-Quadrant, wobei der Standort der Falle innerhalb jedes Quadranten jährlich zufallsgemäß zu einer neuen 10 x 10 km²-Unterzelle wechselt.
2. Mückenatlas: Im Rahmen eines klassischen Citizen Science-Projektes werden Stechmücken passiv gesammelt, indem Privatpersonen aufgerufen werden, diese zu fangen und einzuschicken.
Alle gesammelten Stechmücken werden morphologisch und, wenn notwendig, genetisch auf Artniveau identifiziert. Stichproben werden molekularbiologisch auf Pathogene untersucht.
3. Pathogen-Screening: In ausgewählten Flussauenlandschaften und anderen Feuchtgebieten werden im Sommer/Spätsommer jedes Jahres Stechmücken mit Hilfe von Fallen und per Kescher auf Masse gefangenen. In solchen Habitaten finden sich regelmäßig große Mengen von Vögeln, die Reservoir von Viren sein können und den Mücken als Blutwirte dienen. Alle Mücken werden determiniert und Tests auf Viren und Filarien unterzogen.
4. Invasiv-Monitoring: An potenziellen Einschleppungspforten (z.B. süddeutsche Raststätten wichtiger aus Südeuropa kommender Hauptverkehrsachsen, Endstationen von aus Südeuropa eintreffendem Güterverkehr, international agierende Gebrauchtreifen- und Pflanzengroßhandelsunternehmen) werden von April bis

Oktober Eiablage- und Adultfallen platziert, um ggf. eingeschleppte Mücken, wie die Asiatische Tigermücke, zu fangen. Des Weiteren werden Orte und Regionen, an denen diese Mückenart bereits nachgewiesen wurde, auf dauerhafte Etablierung und weitere Ausbreitung kontrolliert.

5. Monitoring der Asiatischen Buschmücke: Im August jedes Jahres werden die bekannten Befallsgebiete der Asiatischen Buschmücke in Deutschland beprobt, indem in einem Raster von 10 x 10 km² Mückenlarven dieser Art auf Friedhöfen gesucht und gesammelt werden. Eine eventuelle Ausweitung der besiedelten Gebiete wird durch Untersuchung aller an positive Zellen angrenzender Zellen verfolgt.

Ergebnisse

Im ersten Projektjahr wurden plangemäß alle 148 Fallenstandorte regelmäßig beprobt. Die Proben befinden sich noch in der Auswertung. Den ‚Mückenatlas‘ erreichten 1.284 Einsendungen von 742 Orten mit insgesamt 3.566 Mücken. Im Pathogen-Screening wurden unter den ersten mehreren zehntausend getesteten Mücken Signale für Viren und Dirofilarien erhalten, deren weitere Analyse noch aussteht. Das Invasiv-Monitoring führte für die Asiatische Tigermücke im Vergleich zu den Vorjahren zu saisonal früheren, zahlenmäßig weiter zunehmenden und zu weiter nördlichen Nachweisen. Des Weiteren wurde an einigen Lokalitäten Reproduktion, z.T. sogar massive Populationsentwicklung beobachtet. Auch die Asiatische Buschmücke breitet sich in ihren bekannten deutschen Befallsgebieten weiter aus, und in Oberbayern wurde eine weitere Population dieser Art entdeckt.

(Geplante) Verwertung

Alle Projektdaten werden in die nationale Stechmücken-Datenbank CULBASE eingespeist, auf deren Basis Verbreitungsdarstellungen, Risikoanalysen und Modellierungen möglich sind. Diese sollen in einem Parallelprojekt „Stechmücken und Stechmückenübertragene Zoonosen in Deutschland“ durchgeführt werden. Die gesammelten Stechmücken als solche sowie die Informationen über ihre Verbreitung und Bionomie dienen ebenso weiteren Forschungsansätzen, z.B. experimentellen Studien zur Vektorkompetenz einheimischer Stechmücken-Arten und zur möglichen Verdrängung einheimischer Nichtvektor-Arten durch invasive potenzielle Vektor-Arten.

Die Nachweisorte der invasiven Stechmücken-Arten werden darüber hinaus in die VectorNet-Datenbank der Europäischen Gesundheitsbehörde ECDC eingegeben, die vierteljährlich aktuelle Verbreitungskarten dieser Arten auf EU-Ebene veröffentlicht.

Die Daten werden in einschlägigen wissenschaftlichen Fachzeitschriften publiziert und auf nationalen und internationalen Fachtagungen präsentiert.

„Entwicklung eines Bewertungssystems zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Pferdehaltungen als Bestandteil eines Nachhaltigkeitsmanagementsystems“ („Weihenstephaner Bewertungssystem“)

“Development of an animal welfare assessment system for horse husbandries as a part of a sustainability management system”

Projektlaufzeit

01.01.2013 bis 16.11.2016

Projektkoordinator, Institution

Projektleiterin: Dr. Margit H. Zeitler-Feicht
 Projektbearbeiterin: Dr. Miriam Baumgartner
 Technische Universität München
 Wissenschaftszentrum Weihenstephan
 Lehrstuhl für Ökologischen Landbau
 Arbeitsgruppe “Ethologie, Tierhaltung und Tierschutz“
 Freising

Kurzfassung

Projektziel

Nicht nur in der Nutztier-, sondern auch in der Pferdehaltung, werden die Anforderungen an eine tiergerechte Haltung oft nur unzureichend berücksichtigt. Dies bestätigen zum einen zahlreiche Studien zur Häufigkeit von Erkrankungen, Verhaltensauffälligkeiten und Dauerschäden von Pferden (u.a. Hoffmann et al. 2012, Szivacz 2012, Zeitler-Feicht 2013, Nover 2013, Thelen 2014). Zum anderen ist die Verbesserung des Tierwohls in der Pferdehaltung der Wunsch der pferdehaltenden Bevölkerung. Eine aktuelle Umfrage der Deutschen Reiterlichen Vereinigung e.V. (FN 2016) mit insgesamt 21.000 Teilnehmern ergab, dass sich etwa 70% eine intensivere Überprüfung der Pferdehaltungen wünschen.

Derzeit gibt es für die Beurteilung von Pferdehaltungen in Deutschland lediglich vereinseigene Checklisten. Ein wissenschaftlich fundiertes Bewertungssystem, basierend auf deutschem Tierschutzstandard, wird daher für dringend erforderlich erachtet. Vorliegendes Projekt hat sich zur Aufgabe gesetzt, ein einheitliches Bewertungssystem zu entwickeln, das unter wissenschaftlichen und zugleich praxistauglichen Kriterien folgende Fragen beantwortet: „Fühlen sich die Pferde in ihrer Haltung wohl oder verursacht diese möglicherweise sogar Schmerzen und Leiden? Welche Umweltaspekte gilt es zu berücksichtigen?“

Realisierung

Zu Beginn wurden potentielle Indikatoren für die Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Pferdehaltungen über eine weltweite Literaturstudie ausgewählt. Den beiden Grundanforderungen des Bewertungssystems „Erfüllung der artgemäßen Verhaltensansprüche“ und „Guter Gesundheitsstatus“ wurden „Welfare Kriterien“ zugeordnet (Abb. 1 und 2). Anforderung war, dass jedes Kriterium durch mindestens einen Indikator abgedeckt sein muss, um die Tiergerechtigkeit vollständig abzubilden.

In den anschließenden Versuchen wurden diese Indikatoren hinsichtlich ihrer Validität, Praktikabilität und Reliabilität an insgesamt 620 Pferden auf 32 Betrieben in Abhängigkeit von Jahreszeit und Regionalität überprüft. Parallel dazu fand in jährlich zweimaligen Meetings ein fachlicher Austausch mit den Projektpartnern (s. Verbundpartner) statt. Diese gehören den wichtigsten Institutionen der Pferdebranche an. Darüber hinaus unterstützen weitere Wissenschaftler das Projekt.



Abb. 1: Welfare Kriterien zu der Grundanforderung „Artgemäße Verhaltensansprüche“



Abb. 2: Welfare Kriterien zu der Grundanforderung „Guter Gesundheitsstatus“

Ergebnisse

Es wurden zwei Module zur Überprüfung der Tiergerechtigkeit von Pferdehaltungen entwickelt. Modul 1 („Tierschutzmodul“) beinhaltet die Mindestanforderungen, die an eine Pferdehaltung gestellt werden. Modul 2 ist das eigentliche Bewertungssystem („Weihenstephaner Bewertungssystem“). Erst wenn der Betrieb die Mindestanforderungen erfüllt, kann er mittels Modul 2 beurteilt und zertifiziert werden.

Die statistische Aufbereitung der Daten (u.a. Kendalls Konkordanz W; Kendalls Tau, Spearmans Rangkorrelation, ICC, Fleiss's Kappa) ergab, dass die ressourcenbezogenen Indikatoren wie Abmessungen oder Befragungen des Betriebsleiters größtenteils zuverlässig von verschiedenen Beobachtern erhoben werden können. Beispielsweise wies der ressourcenbezogene Indikator „Taktile Kontakt in der Aufstallung“ eine gute Inter-Observer-Reliabilität auf (Fleiss's Kappa = 0,55 bis 0,84).

Zu den tierbezogenen Indikatoren aus dem Bereich des Verhaltens wurden umfassende Untersuchungen durchgeführt. Es zeigte sich, dass die meisten Verhaltensweisen

im Kontext Wohlbefinden nicht eindeutig einer positiven Befindlichkeit zuzuordnen sind. So ergab sich, dass Spielverhalten von adulten Pferden sowie soziale Fellpflege keine validen Indikatoren für Wohlbefinden sind, da sie auch dem Stressabbau dienen. Diesbezüglich vielversprechend ist jedoch das „freiwillige Zusammensein“. Es stellte sich zudem als praktikabel in Bezug auf kurzfristige Beobachtungen heraus ($0,51 \pm 0,47$ mal pro Pferd/ 20 min) sowie als zuverlässig erhebbar mit einer sehr guten Beobachterübereinstimmung (Kendall's Konkordanzkoeffizient $W = 0,77$). Ausschlaggebend für eine gute Reliabilität ist eine klare Definition der Verhaltensweise (Abb. 3).

+	-	-
Vorhanden:	Nicht vorhanden:	Differentialdiagnosen:
<p>≤ 1 m Abstand ≥ 30 s von ≥ 2 Pferden ohne Drohgesten und Ausweichmöglichkeiten vorhanden</p>	<p>Drohgesten und/ oder Abstand > 1 m und/ oder Zeitdauer < 30 s</p>	<p>Platzmangel und/ oder klimatische Bedingungen</p>
		

Abb. 3: Definition des Indikators „Freiwilliges Zusammensein“, eine tierbezogene Messgröße für Wohlbefinden bei Pferden im Kontext artgemäßer Sozialkontakt

Aggressive Verhaltensweisen sowie Verhaltensauffälligkeiten erwiesen sich u.a. als geeignete tierbezogene Indikatoren für Stress und Leiden. Sie kamen zum einen ausreichend häufig für eine Kurzzeitbeobachtung vor. Zum anderen konnten sie mit einer akzeptablen bis sehr guten Übereinstimmung zwischen den Beobachtern erfasst werden (Kendall's Konkordanzkoeffizient $W = 0,43$ bis $0,86$ und $W = 0,61$ bis $0,88$).

Aus dem Bereich der Tiergesundheit wurden je Welfare Kriterium tier- und ressourcenbezogene Indikatoren entwickelt, beginnend bei der bedarfsgerechten Ernährung bis hin zur fachgerechten Gesundheitsprophylaxe (Abb. 2). Darüber hinaus konnten erstmals spezielle Indikatoren bezüglich der Umweltwirkung von Pferdehaltungen eruiert werden. Dazu zählt u.a. die Nitratbelastung des Grundwassers durch unzureichend gepflegte Pferdeausläufe.

(Geplante) Verwertung

Nach Abschluss des Forschungsprojektes ist geplant, in einem Folgeprojekt die Validierung einzelner tierbezogener Indikatoren vorzunehmen. Das derzeit noch handschriftlich zu erhebende Bewertungssystem soll in eine benutzerfreundliche Software über-

führt werden. Dafür wird die Zusammenarbeit mit erfahrenen Software-Entwicklern angestrebt. Modul 1 („Tierschutzmodul“) hat zum Ziel, Betriebsleiter zur betrieblichen Eigenkontrolle (§11 Abs. 8 TschG) zu befähigen und Amtstierärzte bei der Umsetzung des Tierschutzes zu unterstützen. Modul 2 („Weihen-stephaner Bewertungssystem“) bedarf einer Schulung in der Anwendung. Der Erwerb der Software-Lizenz sollte daher eine Schulung beinhalten. Ausgebildete Berater der staatlichen Beratungsstellen (u.a. Landwirtschaftskammer), Zucht- und Sportverbände (u.a. FN), Pferdeversicherungen, Forschung und Lehre sowie Stallbau- und planungsfirmen könnten auf diese Weise zukünftig objektiv und systematisch Schwachstellen auf Pferdebetrieben analysieren und Maßnahmen zur Verbesserung an die Hand geben.

Das Forschungsprojekt wird gefördert durch das Zweckvermögen des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank.

„Durchtrittbeständigkeit von Ausfachungsbohlen für Pferdeboxen (PferdeTritt)“**“Kick resistance of horse stable infill planks (HorseKick)”****Projektlaufzeit**

01.09.2015 bis 31.08.2017

Projektkoordinator, Institution

Dr. Martin Ohlmeyer, Jan T. Benthien
Thünen-Institut für Holzforschung, Hamburg

Forschungspartner

Dipl.-Ing. agr. Susanne Gäckler
Testzentrum Technik und Betriebsmittel, DLG e.V., Groß-Umstadt

Industriepartner

Rüdiger Deckert
Röwer & Rüb GmbH, Thedinghausen
Dirk Schlüter
KS Schlüter Im- & Export GmbH, Riede

Unterauftragnehmer

Dr. Dirk Berthold
Fraunhofer-Institut für Holzforschung/ Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI),
Braunschweig
Dirk Schubert
Pollmeier Massivholz GmbH & Co.KG, Creuzburg

Kurzfassung**Projektziel**

Ziel des Forschungsprojektes sind (1) die Schaffung der Rahmenbedingungen zur Gestaltung von Pferdeboxen bzw. Dimensionierung von Ausfachungsbohlen, die eine verhaltensgerechte Unterbringung von Pferden im Sinne des Tierschutzgesetzes (TierSchG) sicherstellen und (2) die Prüfung der Eignung heimischer Hölzer und Holzwerkstoffen mit hoher Schlagzähigkeit zur Herstellung durchtrittbeständiger Ausfachungsbohlen, als Alternative zu derzeit häufig verwendeten tropischen Holzarten.

Unter verhaltensgerechter Unterbringung wird die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung (hier z.B. das Auskeilen) verstanden, die durch die (Boxen-) Haltung nicht so

eingeschränkt ist, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden. Derzeit kann ein Bersten der Ausfachungsbohlen bei Schlagbelastung durch die Hufe eines ausschlagenden Pferdes nicht ausgeschlossen werden, da Dimensionierungsvorgaben (BMELV, 2009) unverbindlich, d.h. lediglich als Orientierungshilfe (mit Eichenholz als Beispiel), formuliert sind und nicht dem spezifischen Eigenschaftsprofil der verwendeten Holzart (bzw. Holzwerkstoffen inkl. Bambuswerkstoffen) Rechnung tragen. Dieser Umstand schränkt das Entwicklungspotential der Stallbauunternehmen ein und soll im Rahmen des vorliegenden Projektes beseitigt werden.

Ähnlichen Beschränkungen unterliegt auch das Entwicklungspotential in puncto Austausch von derzeit für den Bau von Pferdeboxen überwiegend verwendeten schweren Tropenhölzern durch Bohlen aus heimischen Hölzern. Mangelnde Erfahrungen und fehlende Informationen - gepaart mit einem zurückhaltenden Verbraucherverhalten - lassen Stallbauunternehmen hinter ihren Entwicklungsmöglichkeiten zurück stehen. Diese Einschränkung aufzulösen, ist gleichwohl Aufgabe des vorliegenden Projektes.



Abb. 1: Bei Schlagprüfung geborstene Ausfachungsbohle aus Bilinga (*Nauclea diderrichii*) (Foto: Thünen-Institut).

Realisierung

Um die Rahmenbedingungen zur Herstellung von durchtrittbeständigen Pferdeboxen zu gestalten, wird in einem ersten Arbeitsschritt die beim Auskeilen von Pferden wirksam werdende Schlagenergie ermittelt. Hierfür wird eine mit Sensoren ausgestattete Schlagplatte in einer Deck-/Besamungsstation vorzugsweise am Stand für die Abprobierstute montiert und das Auskeilen der dort platzierten Stute gezielt provoziert. Auf Basis der so gewonnenen Daten wird ein großformatiges Pendelschlagwerk angefertigt, mit dem sich Pferdetritte simulieren und so Ausfachungsbohlen testen lassen. Mit Hilfe des Pendelschlagwerkes werden Ausfachungsbohlen aus derzeit gängigen Materialien auf ihre Durchtrittbeständigkeit untersucht sowie deren Dimensionen dahingehend optimiert, dass ein Versagen der Bohlen sicher ausgeschlossen werden kann. Weiter werden Ausfachungsbohlen aus heimischen Laubhölzern sowie besonders schlagzähe Holzwerkstoffbohlen (z.B. Furnierschichtholz oder Scrimber) hergestellt, auf ihre Schlagzähigkeit getestet und deren Bohlenabmessungen optimiert. Die Auswahl besonders schlagzäher

heimischer Hölzer erfolgt auf Basis der materialspezifischen Kenngröße Bruchschlagarbeit, die nach DIN 52189 an kleinen fehlerfreien Holzproben bestimmt wird.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse zur Durchtrittbeständigkeit von Pferdebox-Ausfachungsbohlen sind derzeit vornehmlich aus Voruntersuchungen (Benthien et al., 2012) verfügbar, in deren Rahmen verschiedene Stallbauhölzer (Bambusschichtholz, Bongossi (*Lophira alata*) und Bilinga (*Nauclea diderrichii*)) mit einer Fallhammer-Prüfvorrichtung auf ihre Schlagzähigkeit untersucht wurden. Hierbei wurde gefunden, dass die für Ausfachungsbohlen bestimmte Schlagzähigkeit gut mit der nach DIN 52189 bestimmten Bruchschlagarbeit übereinstimmt. Die an kleinen fehlerfreien Proben bestimmte Bruchschlagarbeit kann somit als Orientierungshilfe bei der Suche nach Materialalternativen herangezogen werden. Eine Prüfung der Ausfachungsbohlen in Originalabmessungen wird jedoch unersetzlich sein, da insbesondere geringere Holzqualitäten (z.B. Abweichungen der Faserrichtung von der Bohlenlängsrichtung) zu einer Verringerung der Schlagzähigkeit führen, die bei der Prüfung kleiner fehlerfreier Proben ausgeblendet ist.

Unter Annahme einer beim Auskeilen möglicherweise wirksam werdenden Schlagenergie von etwa 350 Joule (von Wachenfelt et al., 2011; 2013) und der in der Literatur angegebenen Bruchschlagarbeit von Hölzern (Sell, 1997) sowie der Bruchschlagarbeit von Bambusschichtholz (eigene Untersuchungen), wurden weiter (1) minimal erforderliche Bohlendicken bei gängigen Bohlenbreiten und (2) minimale Bohlenbreiten bei gängigen Bohlendicken berechnet. Das Ergebnis dieser Betrachtung war, dass sowohl Bohlen aus Bambusschichtholz als auch Bohlen aus Bongossi der Schlagbelastung standhalten, Bohlen aus Bilinga der gleichen Schlagbelastung nur standhalten dürften, wenn diese - wie es für Boxenseitenwände die übliche Bauweise ist - über Nut- und Federprofile miteinander verzahnt sind.

Die systematische Weiterentwicklung bisher verfolgter Ansätze sowie der Ausbau bisher erzielter Ergebnisse ist Aufgabe des vorliegenden Projektes.

(Geplante) Verwertung

Die erzielten Ergebnisse werden über Fachveröffentlichungen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht und dienen so der Formulierung detaillierter Vorgaben für die Dimensionierung von Pferdebox-Ausfachungsbohlen bzw. als Entscheidungsgrundlage im Fall von Schadensersatzforderungen, die im Unglücksfall von Pferdehaltern an Stallbauer gestellt werden. Für die Stallbauer schaffen die Ergebnisse Sicherheit, da erstmals ein klares Anforderungsprofil abgeleitet und entsprechend Ausfachungsbohlen dimensioniert werden können. Über den Wissensvorsprung aus der Beteiligung am Projekt, rechnen die Kooperationspartner mit Vorteilen im internationalen Wettbewerb, die durch das Angebot heimischer, nachhaltig produzierter Hölzer und innovativer Holzwerkstoffbohlen mit dem Qualitätsmerkmal „garantiert durchtrittbeständig“ angeboten werden können.

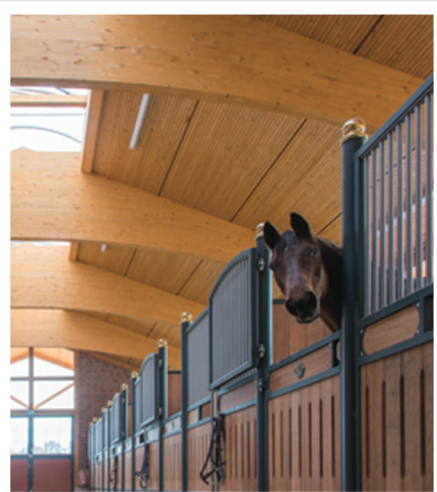


Abb. 2: Boxengasse mit Pferd (Foto: Röwer & Rüb).

Verweise

Benthien JT, Georg H, Maikowski S, Ohlmeyer M (2012) Infill planks for horse stable constructions: thoughts about kick resistance determination and alternative material development. *Landbauforsch/ Appl Agric Forestry Res* 62(4):255-262.

DIN 52189-1 (1981) Prüfung von Holz: Schlagbiegeversuch; Bestimmung der Bruchschlagarbeit. Berlin: Beuth.

BMELV - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2009): Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltung unter Tierschutzgesichtspunkten vom 9. Juni 2009. Bonn : BMELV, Ref Tierschutz, 28 p.

Sell J (1997) Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. Dietikon: Baufachverlag, 87p.

von Wachenfeldt H, Nilsson C, Ventorp M (2011) Safe horse stables – kick loads from horses on fittings and building constructions. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Department of Rural Buildings and Animal Husbandry (LBT). *Landskap trädgård jordbruk : Rapport 2011:20* (ISBN 978-91-86373-71-9). Alnarp, Sweden.

von Wachenfeldt H, Nilsson C, Ventorp M (2013) Measurement of kick loads from horse on stable fittings and building elements. *Biosystems Engineering* 116:487-496.

„Untersuchung der Eignung alternativer Putenherkünfte für ein ökologisches Haltungssystem (Ökoputen)“**“Investigation on the suitability of alternative turkey genetics for an organic husbandry system (Organic turkeys)”****Projektlaufzeit**

12.03.2015 bis 30.04.2018

Projektkoordinator, InstitutionProf. Dr. Ute Knierim, M.Sc. Anna Olschewsky
Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung, Universität Kassel**Verbundpartner**Prof. Dr. Katharina Riehn
HAW Hamburg**Kurzfassung****Projektziel**

Ziel des Projektes ist es, zwei alternative Putengenetiken hinsichtlich ihrer Eignung für die ökologische Haltung im Rahmen eines Praxisversuchs zu beurteilen. Dabei werden sie bezüglich Leistung, Gesundheit, Verhalten und Fleischqualität mit einer eher langsam wachsenden, auf einigen Betrieben bereits eingesetzten Linie, Kelly Broad Breasted Bronze (Kelly-BBB) verglichen.

Realisierung

Das Projekt wird auf einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb in der Nähe von Uelzen durchgeführt. In einem Mobilstall mit sechs Abteilen werden von den zwei alternativen, weniger schnell wachsenden Linien (Hockenhull Large Bronze und Hockenhull Black) sowie Kelly-BBB jeweils zwei Versuchsgruppen à 50 Tiere gehalten. Im Versuchsstall finden Aufzucht und Mast statt.

Zu drei Zeitpunkten, in der 8., 16. und 24. Lebenswoche, werden alle lebenden Tieren bezüglich Gehfähigkeit, Beinstellung und Fußballenzustand (Gesundheitsparameter) sowie Gefiederzustand und Verletzungen (indirekte Verhaltensparameter) bonitiert. Die Zuverlässigkeit der Bonituren ist mittels Überprüfungen der Übereinstimmung zwischen zwei Beurteilern abgesichert worden. Zusätzlich werden Verhaltensbeobachtungen bezüglich der Nutzung der angebotenen Ressourcen durchgeführt. Bei allen Bonituren wird außerdem das Lebendgewicht erfasst. Nach der Schlachtung werden das Schlachtkörpergewicht sowie die Gewichte von wertbestimmenden Fleischanteilen (Brust, Keule)

aufgenommen. Zusätzlich werden die Futterverwertung sowie die Tageszunahmen berechnet. In der 17., 20. und 25. Lebenswoche werden jeweils ein Teil der Tiere geschlachtet und alle Schlachtkörper hinsichtlich Brusthautzustand, Verletzungen, Kratzer, Hämatomen, Brüchen und Fußballenzustand beurteilt. Zusätzlich werden als Indikatoren der Fleischqualität, zu den drei Schlachtzeitpunkten an jeweils einer Stichprobe, pH-Wert, Tropfsaftverlust und Blutpunkte erfasst. Der pH-Wert wird 20 Minuten sowie 4 und 24 Stunden nach der Schlachtung im linken Brustmuskel gemessen.

Insgesamt werden drei Mastdurchgänge durchgeführt. Der zweite Durchgang startet Ende Juli 2016.

Ergebnisse

Der 1. Durchgang ist insgesamt positiv verlaufen. Dazu zählt u.a. eine durchschnittliche Mortalitätsrate von 5 % über den Gesamtzeitraum von der Aufzucht bis zur Schlachtung. Über mögliche Unterschiede zwischen den Herkünften kann noch keine Aussagen gemacht werden, da erst ein Durchgang durchgeführt wurde. Ein Teil der erhobenen Parameter wird derzeit noch ausgewertet. Im Folgenden werden die bereits vorliegenden Daten präsentiert (Abb. 1-6).

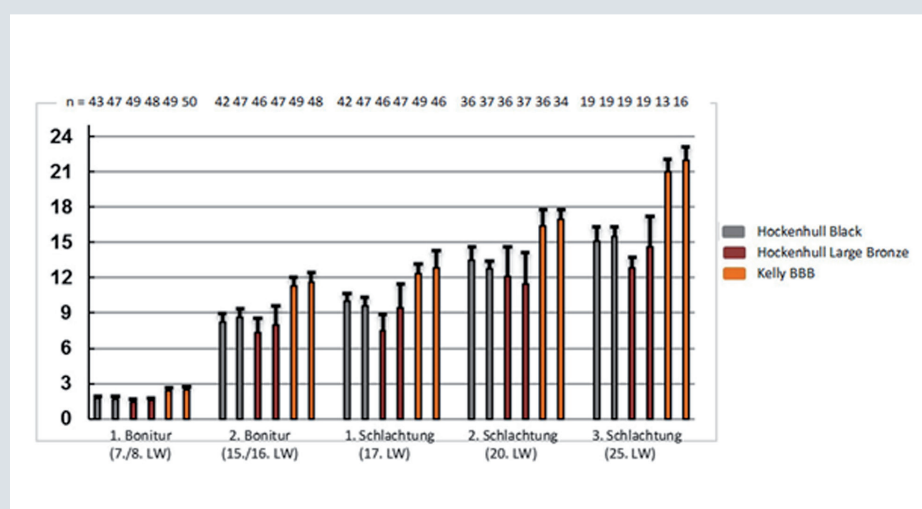


Abb. 1: Lebendgewichte (kg) bei den ersten beiden Boniturzeitpunkten sowie den drei Schlachtungen; n=Anzahl gewogener Puten; LW=Lebenswoche

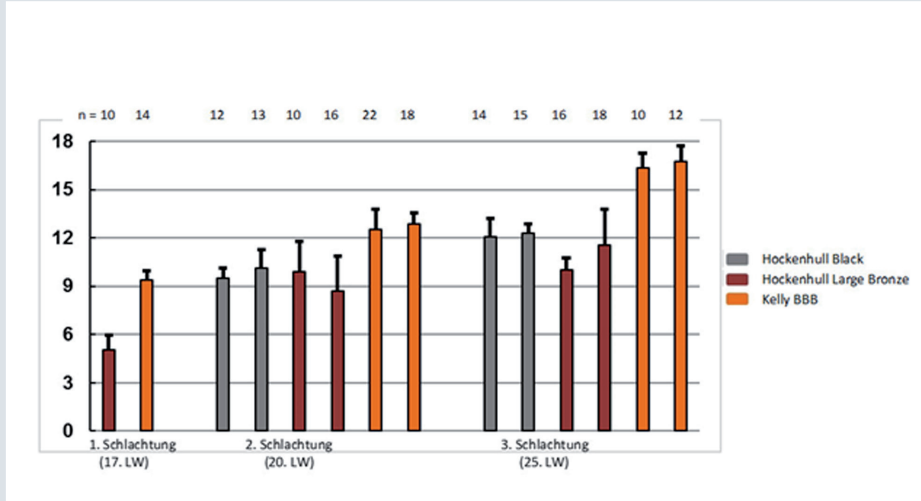


Abb. 2: Schlachtkörpergewichte (kg) zu den drei Schlachtungen; n=Anzahl gewogener Schlachtkörper; LW=Lebenswoche

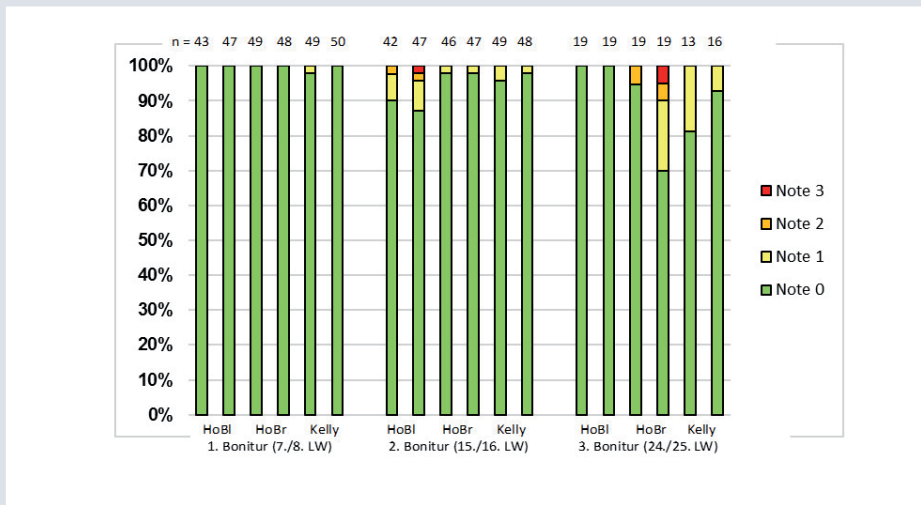


Abb. 3: Anteil Puten mit unterschiedlicher Gehfähigkeit in drei aufeinanderfolgenden Bonituren; n=Anzahl bonitierter Puten; HoBl=Hockenull Black, HoBr= Hockenull Bronze, Kelly=Kelly BBB; LW=Lebenswoche; Note 0=normal, Note 1=leicht behindert, Note 2=stark behindert, Note 3=gehunfähig

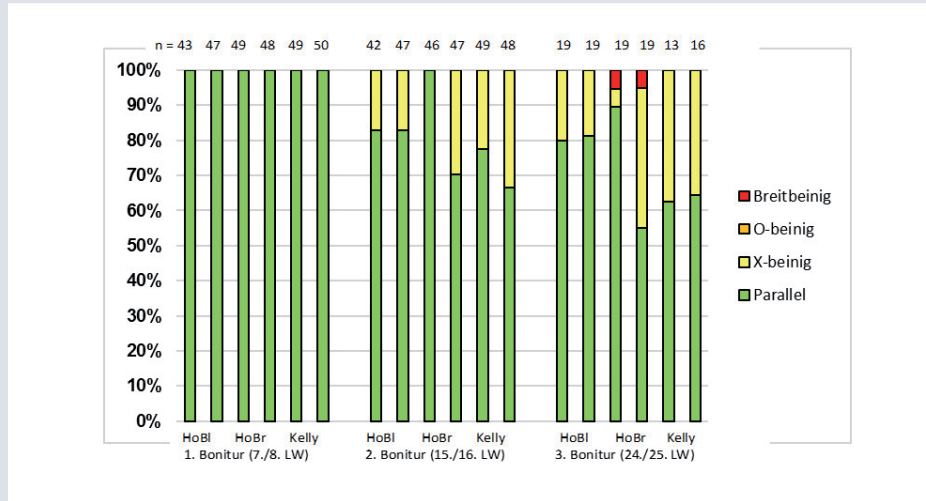


Abb. 4: Anteil Puten mit unterschiedlicher Beinstellung in drei aufeinanderfolgenden Bonituren; n=Anzahl bonitierter Puten; HoBl=Hockenhull Black, HoBr= Hockenhull Bronze, Kelly=Kelly BBB; LW=Lebenswoche

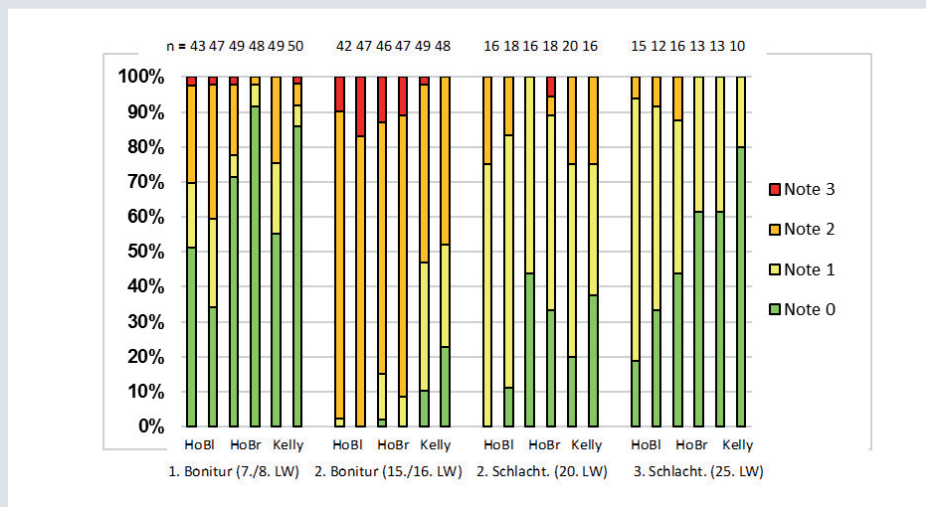


Abb. 5: Anteil Puten mit unterschiedlichem Fußballenzustand in zwei aufeinanderfolgenden Bonituren sowie zwei Schlachtungen; n=Anzahl bonitierter Puten; HoBl=Hockenhull Black, HoBr= Hockenhull Bronze, Kelly=Kelly BBB; LW=Lebenswoche; Note 0=intakt, Note 1=geringe Schäden, Note 2=mittelgroße Schäden, Note 3=große Schäden

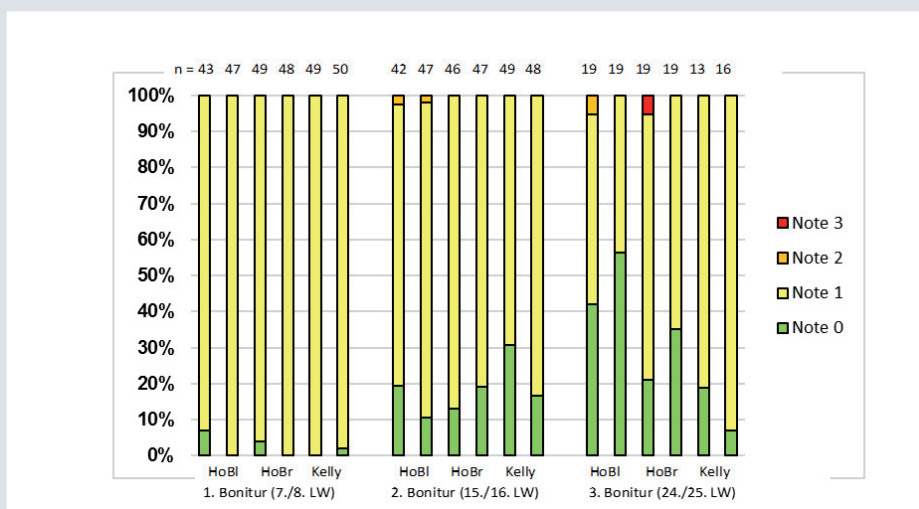


Abb. 6: Anteil Puten mit unterschiedlichem Gefiederzustand in drei aufeinanderfolgenden Bonituren; n=Anzahl bonitierter Puten; HoBl=Hockenhull Black, HoBr= Hockenhull Bronze, Kelly=Kelly BBB; LW=Lebenswoche; Note 0=intakt, Note 1=kleine Federschäden, Note 2=kleine Federschäden inkl. kahler Hautareale, Note 3=größere Federschäden inkl. großer kahler Hautstellen

Der Anteil der Verletzungen am lebenden Tier in der 16. Lebenswoche lag im Mittel zwischen 8,2 % (oberflächlich, punktförmig, Kelly BBB) und 13,5 % (12,4 % oberflächlich, punktförmig und 1,1 % tiefergehend bis 2,5 cm, Hockenhull Black). Am Schlachtkörper waren im Mittel zwischen 23,4 % Verletzungen (2,6 % oberflächlich, punktförmig; 9,1 % tiefergehend bis 2,5 cm und 11,7 % größer als 2,5 cm, Hockenhull Black) und 33,3 % (8,3 % oberflächlich, punktförmig; 11,1 % tiefergehend bis 2,5 cm und 13,9 % größer als 2,5 cm, Kelly BBB) festzustellen.

Hinsichtlich der Fleischqualität wurden aufgrund versuchstechnischer Probleme nur kleine Stichproben untersucht (n=8 je Genetik bzw. bei Blutpunkten n=4). Der pH-20 Minuten lag zwischen 6,02 (Kelly BBB, 3. Schlachtung) und 6,62 (Hockenhull Large Bronze, 2. u. 3. Schlachtung), der pH-4 Stunden zwischen 5,92 (Hockenhull Large Bronze, 2. Schlachtung) und 6,43 (Hockenhull Large Bronze, 3. Schlachtung), der pH-24 Stunden zwischen 5,64 (Hockenhull Large Bronze und Kelly BBB, 2. Schlachtung) und 5,78 (Hockenhull Black, 2. Schlachtung). Die Tropfsaftverluste lagen bei der 3. Schlachtung zwischen 1 % (Kelly BBB) und 11 % (Hockenhull Large Bronze). Die bei der 3. Schlachtung erhobene durchschnittliche Anzahl von Blutpunkten pro Tier lag bei Kelly BBB und Hockenhull Large Bronze bei 2 und für Hockenhull Black bei 6.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse dieses Projektes sind für die Praxis von großem Interesse; sie werden daher auf Fachtagungen sowie in Fachzeitschriften vorgestellt werden. Der Wissenstransfer in die Praxis wird darüber hinaus dadurch befördert, dass die Untersuchungen auf einem Praxisbetrieb stattfinden, der sehr aktiv in der Öffentlichkeitsarbeit ist. Neben dem Abschlussbericht ist die Erstellung einer Monografie (Dissertation) geplant. Darüber hinaus ist vorgesehen, wesentliche, geeignete Projektergebnisse in einer wissenschaftlichen Zeitschrift (z.B. Archiv Tierzucht) zu veröffentlichen, und damit zum wissenschaftlichen Diskurs beizutragen.

„YHealth - Gesundheitsmonitoring in der Aufzuchtphase als Grundstein für die nachhaltige und langfristige Verbesserung der Tiergesundheit in Milchviehbetrieben“

“YHealth – Health monitoring in the rearing period as the basis for sustainable and long-term improvement of animal health in dairy farms”

Projektlaufzeit

01.10.2014 bis 30.09.2017

Projektkoordinator, Institution

Friedrich Reinhardt

Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. (vit), Verden

Verbundpartner

Prof. Dr. H. Swalve

Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaft, Professur für Tierzucht der MLU Halle-Wittenberg

Heiko Güldenpfennig, Rinder Allianz GmbH, Stendal

Dr. Lothar Döring, Landeskontrollverband Sachsen-Anhalt e.V., Halle

Kurzfassung

Projektziel

Leistungsfähige und langlebige Kühe sind die Basis für die Wirtschaftlichkeit von Milchviehbetrieben. Mit Hilfe eines optimalen Managements und gezielter züchterischer Maßnahmen, kann sowohl tierindividuell als auch in der gesamten Herde die Tiergesundheit in den Betrieben langfristig verbessert werden. Damit wird eine solide Basis für die Steigerung der Leistungsfähigkeit und Nutzungsdauer von Milchkühen geschaffen. Der Grundstein dafür wird bereits in der Aufzuchtphase gelegt. Für ein optimales und nachhaltiges Managementsystem sind die korrekte und vollständige Erfassung und die systematische Nutzung von Leistungs- und Gesundheitsdaten auf tierindividueller Ebene erforderlich, damit der Landwirt frühzeitig Schwachstellen im Aufzuchtbereich erkennen und beheben kann. Das Ziel des Innovationsprojekts YHealth (=Young Health) ist die Förderung und Optimierung eines Gesundheitsmonitorings im Jungtierbereich von Milchviehbetrieben. Anhand der erfassten Gesundheitsdaten lassen sich sowohl für den Landwirt Managementhilfen als auch für den Züchter Selektionshinweise ableiten.

Realisierung

Durch vorangegangene und aktuell noch laufende Projekte (z.B. GKUHplus), haben die Verbundpartner bereits umfassende Erfahrungen im Bereich der Erfassung und Analyse von Gesundheitsdaten bei Milchkühen. Die routinemäßige Dokumentation gesundheitsrelevanter Informationen und die erprobte Logistik zum Datentransfer erleichtern die Ausweitung und Vertiefung des Gesundheitsmonitorings bei Jungtieren. Als Grundlage für die systematische Erfassung von Gesundheitsdaten steht der Zentrale Tiergesundheitsschlüssel (ZTGS) zur Verfügung, über den Diagnosen, Befunde und Bestandsmaßnahmen einheitlich dokumentiert werden können. Die eindeutige und korrekte Hinterlegung dieses Schlüssels in den Herdenmanagementprogrammen der Betriebe ist die Grundvoraussetzung für eine einheitliche Gesundheitsdatenerfassung und ermöglicht somit eine überbetriebliche Auswertung und Analyse der erfassten Daten. Zur ersten Plausibilisierung werden die erfassten Gesundheitsdaten mit den HI-Tier-Bestandsdaten der Projektbetriebe sowie mit den Abstammungsdaten jedes einzelnen Tieres verknüpft. Der Bezug zu diesen Daten ist für die Überprüfung der Bestandsanwesenheit notwendig. Des Weiteren kann auf Basis dieser Informationen die Anzahl gesunder Tiere in den Betrieben ermittelt werden, für die keine gesundheitsrelevanten Diagnosen erfasst wurden und die somit als Vergleichstiere gelten. Fehlerhafte bzw. unplausible Daten werden für nachfolgende Analysen ausgeschlossen und werden in Form von Fehlerprotokollen an die Projektbetriebe übermittelt.

Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts werden bereits bestehende Herdenmanagementsysteme zur systematischen Erfassung von Gesundheitsdaten auf aktuell 17 teilnehmenden Betrieben in Sachsen-Anhalt genutzt und ihr Einsatz für Kälber und Jungtiere ausgebaut und optimiert. Für die auf den Betrieben verwendeten Herdenmanagementsysteme ist bereits bzw. wird noch eine Schnittstelle für den Transfer der erfassten Daten aus dem System in die Datenbank eingerichtet. In einzelnen Managementprogrammen sind bereits vereinfachte Standarddiagnosen mit dem ZTGS verschlüsselt, die eine solide Datengrundlage gewähren. Betriebsintern verwendete Diagnoseschlüssel, die sehr häufig gar nicht oder sogar unzutreffend mit dem ZTGS verknüpft wurden und somit nicht für überbetriebliche Auswertungen verwendet werden können, wurden von den Betreuern dem ZTGS neu bzw. korrekt zugeordnet.

Lokale Ansprechpersonen der Projektpartner Rinderallianz, LKV Sachsen-Anhalt und MLU Halle unterstützen die Betriebe bei der Erfassung der Diagnosen, wobei in der frühen Projektphase insbesondere die grundlegende Beratung zur gesundheitsbezogenen Dokumentation und die Kontrolle und Sicherung der korrekten Diagnoseverschlüsselung im Managementsystem der einzelnen Betriebe im Mittelpunkt stehen. Über die bestehende Standardschnittstelle für Gesundheitsdaten werden die einheitlich gemäß ZTGS kodierte Diagnosen automatisiert und routinemäßig an vit übertragen. Falls bereits vor Projektbeginn Gesundheitsdaten im Jungtierbereich der Betriebe erfasst wurden, werden auch diese durch die Betriebe an das vit gesendet.

Insgesamt wurden von den Projektbetrieben 345.665 erfasste Diagnosen in die Datenbank gespielt (Auswertungszeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2015). Ein Großteil der erfassten Daten bezieht sich auf adulte Tiere. Gesundheitsrelevante Informationen werden beim Einspielen in die Datenbank im Routineverfahren geprüft; Auffälligkeiten werden in Form von Fehlerberichten an die Betriebe zurückgeliefert, eigenständig von den Landwirten/Betriebsleitern oder mit dem zuständigen Betriebsbetreuer überarbeitet und korrigiert. Diese geprüften Gesundheitsdaten bilden die Grundlage für die Erstellung von betriebsindividuellen Gesundheitsberichten, die den Gesundheitszustand einzelner Tiere und der Herde aktuell und im zeitlichen Verlauf abbilden. Der Landwirt erhält so eine Möglichkeit zur Einschätzung des Tiergesundheitsstatus in seiner Herde und zur Identifikation von Verbesserungsansätzen. Der überbetriebliche Vergleich dieser leicht verständlichen, anschaulichen Quartalsberichte kann zudem als Motivationsfaktor dienen, um das betriebliche Management unter dem Gesichtspunkt der Verbesserung der Tiergesundheit insbesondere auch im Jungtierbereich zu überdenken und zu optimieren.

Nach ersten Plausibilitätsprüfungen, sowie nach Ausschluss der an adulten Tieren erfassten Daten verbleiben 13.365 Erstdiagnosen. Die Anzahl der Jungtiere mit mindestens einer Diagnosemeldung beläuft sich auf 8.231. Bei ersten deskriptiven Auswertungen der Gesundheitsdaten sind neben deutlichen Betriebsunterschieden in der Informationsdichte und Differenziertheit der Dokumentation auch nennenswerte tierindividuelle Unterschiede hinsichtlich der Diagnoseart und -häufigkeit zu verzeichnen. Der größte Anteil der Diagnosen wird innerhalb der ersten drei Lebenswochen dokumentiert. Dabei liegt der Schwerpunkt der Diagnosen in den Erkrankungskomplexen Atmungsapparat (n=4.624) und Verdauungstrakt (n=3.755). Diese Variabilität bietet die Möglichkeit, nach genetischen Ursachen für einzelne Diagnoseschwerpunkte und Erkrankungen zu suchen, deren Aufklärung die Perspektive bietet, künftig gezielt mit Hilfe züchterischer Maßnahmen die Tiergesundheit auch langfristig zu verbessern.

(Geplante) Verwertung

Durch das in YHealth entwickelte Gesundheitsmonitoring im Kälber- und Jungtierbereich der Milchviehbetriebe können die in der Praxis anfallenden Datenmengen optimal für ein vorbeugendes Tiergesundheitsmanagement genutzt werden. Entwickelte Routineverfahren zum Gesundheitsmonitoring, einschließlich der Erstellung von Gesundheitsberichten als Managementhilfe, können unmittelbar auf anderen Betrieben und Regionen oder Zuchtorganisationen umgesetzt werden. Eine flächendeckende Erfassung und Auswertung von Gesundheitsdaten bei Jungtieren in Deutschland ermöglicht eine individuelle und gesamtbetriebliche Verbesserung der Tiergesundheit und leistet somit auch einen wesentlichen Beitrag zur Förderung der gesellschaftlichen Akzeptanz der Milchviehhaltung. Mit diesem Gesamtkonzept stärken die deutschen Landwirte und Organisationen darüber hinaus ihre Wirtschaftlichkeit und die internationale Wettbewerbsfähigkeit.

„Analyse der Lokomotion des Rindes mittels Fluoroskopie und neuartiger Druckmesssysteme zur Modifikation von Klauenpflegemethoden und zur nachhaltigen Optimierung von tierartgerechten Haltungsverfahren (ProKlaue)“

“Analysis of locomotion in cattle using fluoroscopy and novel load measurement systems as a basis for modification of claw trimming methods and a sustainable optimization of species appropriate animal husbandry (ProKlaue)”

Projektlaufzeit

01.04.2015 bis 31.03.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Christoph Mülling
Veterinär-Anatomisches Institut
Leipzig

Verbundpartner

SectorCon GmbH
Berlin

Gummiwerk KRAIBURG Elastik GmbH & Co. KG
Tittmoning

Tierarztpraxis Dr. J. Wilhelm
Plauen

Kurzfassung**Projektziel**

Im Verbundprojekt ProKlaue werden Bewegungsabläufe der distalen Gliedmaße des Milchrindes und Interaktionen zwischen Boden und Klaue untersucht. Ziel des interdisziplinären Projektes ist es, konkrete Lösungsansätze für eine tiergerechtere Gestaltung und Optimierung der Laufflächen in intensiven Milchrinderhaltungssystemen zu entwickeln. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der wissenschaftlich objektiven Evaluierung der funktionellen Klauenpflege sowie ihrer Optimierung.

Realisierung und Ergebnisse

Die Untersuchungen im Veterinär-Anatomischen Institut der Universität Leipzig sind darauf ausgerichtet mittels Fluoreszenz-Kinematografie und Druckmessungen neue Erkenntnisse zur Biomechanik beim Laufen auf verschiedenen Untergründen (Beton,

Gummi, weideähnlicher Boden) zu erlangen. Des Weiteren sollen die Auswirkungen der Klauenpflege auf die Belastung und Funktion der Klaue analysiert werden. Die biplanare Hochfrequenz-Fluoreszenz-Kinematografie stellt ein hochpräzises Verfahren zur Analyse von Bewegungsabläufen dar. Im Rahmen des Projektes ProKlaue ist es gelungen, diese neue und wenig verbreitete Methode für den Bereich der distalen Gliedmaße des Rindes zu etablieren und Untersuchungen an isolierten distalen Gliedmaßen (Nutzung einer Einspannvorrichtung, die gleichzeitig die Simulation physiologisch auftretender Belastungszustände zulässt) sowie lebenden Rindern durchzuführen (siehe Abbildung 1).



Abb. 1: Rekonstruktionen der knöchernen Anteile der distalen Gliedmaße des Rindes

Für den Einsatz von Druckmessfolien an der Rinderklaue konnten verschiedenen Techniken zur Befestigung von Sensoren an der Klaue erarbeitet und an Milchrindern getestet werden. Weiterhin wurden erste Vorstudien an isolierten distalen Rindergliedmaßen zur Modifikation der funktionellen Klauenpflege durchgeführt. Dabei wurde ein Tragrand zur Entlastung bestimmter Sohlenbereiche herausgearbeitet. Nach Pilotuntersuchungen in Rinderbeständen konnte die Anwendbarkeit in der Praxis positiv eingeschätzt werden.

Die Firma SectorCon GmbH entwickelt als Partner hochauflösende Druckmesssysteme für den Einsatz an der Rinderklaue. Mittels der Druckmessfolien wird die Druckverteilung unter der Klaue in unterschiedlichen Belastungszuständen bzw. Fußungsphasen sowie auf variierenden Untergründen dargestellt. Das System besteht aus zwei Leiterplatten mit je einem Sensor pro Klauenhälfte, um die Relativverschiebung der Klauen untereinander nicht zu behindern. Die Auflösung liegt bei 24x12 Messpunkten pro Klauenhälfte. Die Ansteuerung erfolgt pro Klauenhälfte mit einem dedizierten Mikrocontroller. Erste Messungen erfolgten an isolierten distalen Gliedmaßen sowie am lebenden Tier (siehe Abbildung 2). Die weitere Entwicklung einer in der Praxis nutzbaren Druckmessschuhvariante für Rinder erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Veterinär-Anatomischen Institut.

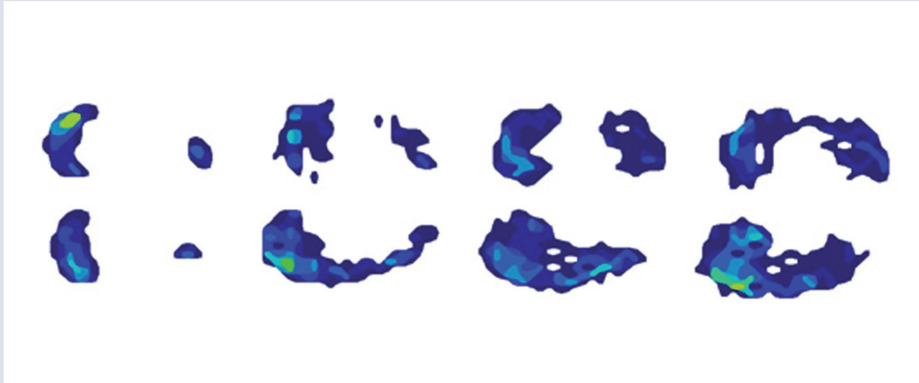


Abb. 2: Druckverteilung unter der Rinderklaue in verschiedenen Fußungsphasen

Das Ziel des Teilprojektes, das durch die Tierarztpraxis Dr. J. Wilhelm ausgeführt wird, besteht in der Entwicklung eines Klauenschnittes, der zur Entlastung bestimmter Sohlenbereiche und damit zur Reduzierung von Klauenerkrankungen, insbesondere im postpartalen Zeitraum, beitragen soll. Im Bereich der Klauenwand wird ein über die Sohlenfläche hervorstehender Tragrand modelliert (siehe Abbildung 3). Die modifizierte Klauenpflege wurde bereits in der Praxis getestet. Zur besseren Einschätzung der Auswirkungen auf die Klauengesundheit und der Haltbarkeit des Tragrandes, wurde diese Klauenpflegemethode bei überwiegend auf Gummiböden gehaltenen Milchrindern angewendet und die Hornbildung und -abnutzung regelmäßig dokumentiert.



Abb. 3: Modifizierte Klauenpflege

Die Klauenpflegemethode hatte ersten Erkenntnissen nach keine nachteiligen Auswirkungen auf die Klauenkonformation sowie auf das Bewegungsmuster des Tieres. Aufgrund des Abriebs des Tragrandes nach einigen Wochen wird der Fokus im Weiteren auf eine mögliche Entlastung der Klauen über einen begrenzten Zeitraum (vier bis acht Wochen), welche mittels modifizierter Klauenpflege erreichbar sein könnte, gelegt. Es konnten ebenfalls detaillierte Informationen über das Klauenhornwachstum und den -abrieb sowie die Veränderung des Klauenfettpolsters gewonnen werden. Zur Bestimmung der Sohlenhorndicken wurde ein standardisiertes Verfahren zur ultrasonografischen Vermessung der Klauen erarbeitet. Dieses wird zusammen mit der Bestimmung

der Oberflächentemperatur mittels Thermografie bei jeder Nachkontrolle der Klauen angewendet. Erste Daten zum Zusammenhang zwischen Sohlenhorndicke und Oberflächentemperatur wurden erhoben.

Im Teilprojekt der Firma Kraiburg Elastik GmbH werden zukünftig optimierte Gummimatten, die an die sehr unterschiedlichen Anforderungen in den einzelnen Teilbereichen des Stalls angepasst sind, entwickelt. Die Arbeiten in diesem Teilprojekt haben noch nicht begonnen, so dass bisher noch keine Ergebnisse vorliegen und die Entwicklung angepasster Stallbodenbeläge noch nicht erfolgt ist.

(Geplante) Verwertung

Die in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse bilden eine wichtige Grundlage, Milchrinder tierartgerechter zu halten. Die Tierhaltung wird für den Landwirt effizienter und die gesellschaftliche Akzeptanz wird erhöht. Eine nachhaltige Verbesserung des Tierwohls in Milchrinderbeständen wird in Zusammenarbeit mit Landwirten, Industriepartnern (Herstellern von Stallböden und Stallsystemen), Beratern der Milchviehindustrie, Klauenpflegern, Forschungs- und Fortbildungseinrichtungen angestrebt. Basierend auf den Ergebnissen der Studien im Projekt ProKlaue können konkrete Empfehlungen für die Verbesserung von Haltungssystemen und die Entwicklung innovativer zukünftiger Haltungssysteme für Milchrinder erarbeitet werden. Die Forschungsergebnisse sollen über Beiträge in Fachzeitschriften, auf nationalen und internationalen Tagungen sowie bei Weiterbildungsveranstaltungen der Öffentlichkeit präsentiert und zugänglich gemacht werden. Erfolgreich etablierte methodische Ansätze der Fluoreszenz-Kinematografie können im Anschluss an das laufende Projekt auf andere Nutztierarten, wie zum Beispiel das Schwein, übertragen werden. Die Firma Kraiburg Elastik GmbH & Co. KG kann relevante umsetzbare neue Erkenntnisse im Laufe des Projektes sowie nach Projektende zur Verbesserung vorhandener Produkte oder für Neuentwicklungen einsetzen. Die Marke „KRAIBURG“ wird somit ökonomisch somit gestärkt. Die Firma SectorCon GmbH plant die Umsetzung der Ergebnisse des Projektes ProKlaue in ein marktreifes Diagnosesystem zum Einsatz in der Rinderhaltung. Für die weitergehende wirtschaftliche und wissenschaftliche Verwertung nach Projektende wird der Einsatz der Druckmesssysteme an anderen Tierarten für die veterinärmedizinische Diagnostik oder den Tiersport anvisiert. Ebenfalls wird der Einsatz im humanmedizinischen Bereich in Erwägung gezogen.

„Stressreduzierung beim Melken von Färsen in automatischen Melksystemen durch Training am Phantom-Melkautomaten“

“Stress reduction of heifers in automatic milking systems through training in a phantommilking robot”

Projektlaufzeit

01.04.2015 – 31.03.2018

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Einspanier,
Veterinär-Physiologisch-Chemisches-Institut
Leipzig

Verbundpartner

Agrargesellschaft Ruppendorf AG
Klingenberg

Kurzfassung

Projektziel

Das erste Melken im Melkroboter (MR) ist für nahezu alle Färsen eine Stress-assoziierte Situation, da der MR ungewohnt für das Tier ist. Diese unbekannte Situation induziert Abwehrverhalten, somit ist in der Praxis ein mehrwöchiges Reintreiben der Färsen in den MR notwendig. Diese Belastung kann für die Gesundheit der zukünftigen Hochleistungskuh sehr problematisch sein.

Unsere Hypothese lautet: Eine positive Konditionierung (= Futter) der Färsen an einen Phantom-MR vor der Abkalbung ermöglicht eine Gewöhnung auf die zukünftige Melksituation mit MR und reduziert damit Stressfaktoren. Durch Gewöhnung und Konditionierung werden Tierwohl und Tiergesundheit positiv beeinflusst.

Realisierung

Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes wird die Wirkung eines Phantom-MR in einem Großbetrieb mit mehreren Melkrobotern getestet. Dabei werden die zu untersuchenden Färsen 21 Tage vor der Kalbung in den Versuchsstall eingestallt und dort mit Kraftfutter an einem Phantom-MR angefüttert, sprich positiv auf den Phantom-MR konditioniert. Der Phantom-MR ist optisch baugleich zum Melkroboter und soll durch eine tierindividuell abgestimmte Kraftfütterung eine positive Konditionierung für den MR induzieren. Dieses Kennenlernen des MR soll später die Akzeptanz der Melkung nach der Kalbung sowie die Häufigkeit der freiwilligen Melkung pro Tag erhöhen. Über

den Versuchszeitraum wird von jeder Färse ein Profil zur Stress- und Reproduktionssituation mittels endokriner Kot-Analyse ermittelt. In Bezug zu diesen Daten werden auch die Milcheigenschaften und -mengen ausgewertet sowie die physikalischen Milchparameter analysiert. Zeitgleich wird das Tierverhalten dokumentiert und ausgewertet. Dabei wird vor allem bestimmt, wie lange die Färse benötigt, um regelmäßig freiwillig in den Melkroboter zu gehen.

Ergebnisse

Bisher befindet sich das Projekt im praktischen Versuchszeitraum der Probennahme und beginnenden Hormonanalyse, d.h. über die nicht invasive Kotsammlung erfolgt die endokrine Analyse. Die ersten erhobenen Daten lassen die Aussage zu, dass die trainierten, also an den Phantom-MR gewöhnten Färsen im Median- und Durchschnittswert eine höhere und stabilere Milchmenge pro Laktationstag haben. Vielversprechend erscheinen auch die Daten der Milchflussgeschwindigkeit, die im Mittel bei den trainierten Färsen höher liegen. Dabei ist sicherlich von Bedeutung, wie die erhöhte Milchmenge und Milchflussgeschwindigkeit miteinander in Beziehung stehen und ob sich daraus Vorteile für die Eutergesundheit ergeben. Dies gilt es weiterführend zu untersuchen.

(Geplante) Verwertung

Eine spätere Verwertung des Phantom-AMS wird positiv für Tierwohl und Tiergesundheit gesehen.

„Entwicklung, Erprobung und Bewertung eines Ortungssystems mit Softwareanwendungen für Rinder auf Almen und Weiden basierend auf GPS- und GSM-Technologie (GPS-Weidemanagementsystem)“

“Development, testing and evaluation of a positioning system and its software applications for cattle on pastures in mountainous regions based on GPS- and GSM-technology (GPS-pasture management)”

Projektlaufzeit

15.10.2011 bis 31.07.2016

Projektkoordinator, Institution

Stefan Thurner

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Freising

Verbundpartner

Alexander Süsse

Blaupunkt Telematics GmbH, Pullach

Kurzfassung

Projektziel

Systeme zur Ortung von Tieren wurden aufgrund der bisher hohen Anschaffungskosten und dem hohen Stromverbrauch verbunden mit kurzen Betriebszeiten vor allem im Bereich der Forschung angewendet. Aufgrund einer weiten Verbreitung von Navigationssystemen mit der daraus resultierenden Kostenreduktion für GPS Ortungssysteme, sind jetzt jedoch neue Einsatzgebiete denkbar. Ziel des Projekts ist daher die Entwicklung, Erprobung und Bewertung eines Ortungssystems zur Optimierung des Managements von Weidetieren, vor allem unter alpinen Bedingungen. Das Ortungssystem soll mit Hilfe spezieller Softwareanwendungen z. B. automatisch die Standorte der Tiere dokumentieren, den Hirten bei der Tiersuche unterstützen, Warnmeldungen an den Hirten senden oder nach entsprechender Auswertung der Positionsdaten konkrete Handlungsalternativen zur Optimierung des Weidemanagements aufzeigen. Damit soll dem Landwirt ein Arbeitsoptimierungs- und Arbeitszeiteinsparpotential ermöglicht werden. Weiterhin wurde auf den getesteten Almen eine Arbeitszeiterfassung mittels Arbeitszeit-tagebüchern durchgeführt, um wichtige Anhaltspunkte zu den möglichen Vorteilen bei der Nutzung des Ortungssystems durch den Landwirt zu erhalten.

Realisierung

Im Rahmen des Projekts wurden Prototypen des GPS-GSM Ortungssystems mit

Software der Firmen Libify und Blaupunkt Telematics entwickelt und im praktischen Einsatz auf der Alm erprobt. Diese wurden weiterhin mit verfügbaren Ortungssystemen der Firmen Hotsure, Telespor, ThinXNet (vormals ML-C) anhand verschiedener Kriterien verglichen und bewertet. Bei der Entwicklung des Ortungssystems wurden folgende Anforderungen, die im Rahmen des Projekts zusammen mit der Praxis erarbeitet wurden, berücksichtigt: (1) die Akkulaufzeit muss für die ganze Alm bzw. Weidesaison ausreichen, (2) zuverlässige Positionsdaten müssen auch unter schlechteren Bedingungen verfügbar sein, (3) die Software für Smartphone/Rechner soll einfach und benutzerfreundlich sein, (4) das Gehäuse sollte klein und so stabil wie möglich gebaut werden und (5) die Anschaffungs- und Betriebskosten sollen möglichst günstig sein.

Das neu entwickelte Ortungssystem soll nicht nur in Echtzeit Informationen zur Position des Tieres liefern, sondern auch das Weide- und Tiermanagement optimieren. Aus diesem Grund wurden GPS Positionsdaten der Tiere auf den Almen über unterschiedliche Zeitintervalle erfasst um z. B. die Nutzungsintensität der Weideflächen darzustellen. Weiterhin wurde der Einfluss der Häufigkeit der GPS-Positionsbestimmung auf einen möglichen Informationsverlust sowie eine mögliche Autokorrelation zwischen aufeinanderfolgenden GPS-Positionen für Analysen mit Fokus auf Tier-Umwelt-Interaktionen bewertet. Im Bereich des Tiermanagements sollen dem Landwirt Informationen zum Verhalten der Tiere anhand der Daten des Ortungssystems zur Verfügung gestellt werden. Dazu wurden Versuche durchgeführt, in denen GPS- und Beschleunigungssensordaten und zugleich Verhaltensbeobachtungsdaten der Tiere erfasst und anschließend vergleichend analysiert wurden.

Während der Weidesaisonen 2012 – 2015 wurde auf den beteiligten Almen eine Arbeitszeiterfassung mittels Arbeitszeittagebüchern durchgeführt. Die erfassten Arbeitszeiten wurden für bis zu 32 einzelne Tätigkeiten separat aufgezeichnet. Zusätzlich wurden die täglich zurückgelegten Wegstrecken sowie die dabei zurückgelegten Höhenmeter bei der Arbeit der Hirten anhand der Daten eines GPS Datenloggers ausgewertet.

Ergebnisse

Im dritten Quartal 2014 hat die Firma Blaupunkt Telematics die Weiterentwicklung des GPS-GSM Ortungssystems anstelle der Firma Libify übernommen und für die Alm-saison 2015 ein neues Ortungssystem für die erste Testphase entworfen und gebaut (Abbildung 1).



Abb. 1: Gehäuseprototyp des GPS-GSM Ortungssystems für Rinder der Firma Blaupunkt Telematics

Bei erfolgreichem Einsatz der Ortungssysteme konnte sich der Hirte sich jederzeit via Internet die genaue Position der Tiere an einem PC, Smartphone oder Tablet anzeigen lassen. Für das neue System wurde eine neue Webseite mit Zugangsportal erstellt. Diese ermöglicht es, die aktuelle Position des Tieres auf einer Karte, aber auch Informationen über Bewegungsprofile einzelner Tiere, über längere Perioden anzuzeigen und somit Informationen z. B. zur Unter- oder Überbeweidung einzelner Areale zu liefern. Dazu wurden anhand der gespeicherten Positionsdaten der Tiere auf bestimmten Weideflächen sogenannten Heatmaps erstellt (Abbildung 2).



Abb. 2 Heatmap mit der Intensität der Aufenthaltsorte der Tiere (rot=hohe Intensität) auf einer Almfläche. Auf der rechten Abbildung ist die Heatmap mit den GPS-Positionsdaten ergänzt.

Die im Rahmen des Projekts getesteten Ortungssysteme und Prototypen von weiteren Firmen haben sich bis auf das Ortungssystem der Firma Telespor im Einsatz auf den Almen nicht bewährt, oder werden über das bis dato vorhandene Prototypstadium nicht weiter entwickelt. Bei der Firma Telespor bereiten, im Vergleich zum System der Firma Blaupunkt Telematics, die noch sehr geringen Akkulaufzeiten, die fehlenden Einstellungsmöglichkeiten und der Vertrieb entscheidende Probleme.

Die neu entwickelten Geräte der Firma Blaupunkt Telematics erfassen neben der GPS-Position auch Messwerte eines Beschleunigungssensors und eines Magnetometers. Damit können in Zukunft für Landwirte weitere Informationen z. B. zur Gesundheit oder zum Verhalten der Tiere frühzeitig bereitgestellt werden. Die Ergebnisse der Versuche zum Tierverhalten zeigen, dass anhand der GPS-Daten einige grundlegende Tierverhaltensformen wie Gehen und Stehen/Liegen voneinander unterschieden werden können. Weiterhin könnten anhand der Daten der Beschleunigungssensoren die aktiven und inaktiven Phasen des Weideverhaltens der Tiere bestimmt werden. Die Kombination der GPS-Daten mit weiteren Sensordaten eröffnet somit die Möglichkeit für weiterführende Verhaltensanalysen.

Die durchgeführte Arbeitszeiterfassung bestätigte das Potential zur Arbeitszeiterparnis durch den Einsatz des Ortungssystems bei der täglichen Tierkontrolle und zur Reduzierung von Arbeitsspitzen bei der Tiersuche.

(Geplante) Verwertung

Der potentielle Markt im Alpenraum ist für die Ersteinführung des entwickelten Ortungssystems groß genug, um die Wirtschaftlichkeit dieses Produktes zu gewährleisten. Ein großes Potenzial für das Produkt wird nicht nur europaweit, sondern auch auf allen weitläufigen Weideflächen mit extensiver Beweidung, oder bei anderen Weidetieren, gesehen. Die erfolgreiche Einführung des im Rahmen dieses Projektes entwickelten Ortungssystems stellt einen wichtigen Schritt zur Schließung der vorhandenen Informationslücke bezüglich detaillierter Einzeltierinformationen bei Weidehaltung im Vergleich zur reinen Stallhaltung dar.

Sektion 12: Lebensmittelsicherheit, Produktinformation und Ressourcen- schonung

„Verbundprojekt: Plasma-basierte Dekontamination von trockenen pflanzlichen Produkten zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit (3Plas)“

“Plasma-based decontamination of dried plant-related products for an enhancement of food safety (3Plas)”

Projektlaufzeit

01.09.2014 bis 28.02.2018

Projektkoordinator, Institution

Dr. Oliver Schlüter

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB), Potsdam

Verbundpartner

Dr. Jörg Ehlbeck, Leibniz Institut für Plasmaforschung und Technologie (INP), Greifswald

Ingo Schleuß, CZIOTEC Industrie-, Umform- und Werkzeugbautechnik GmbH, Greifswald;

Holger Adamzig, First Sensor AG, Berlin;

Heiko Theilen, Theilen Maschinenbau GmbH, Varel

Kurzfassung

Projektziel

Getreide und die daraus vermahlenden Produkte zählen zu den wichtigsten Lebensmitteln weltweit. In trockenem Zustand sind diese Produkte gut lagerfähig, kommen sie jedoch mit Feuchtigkeit in Kontakt, führt dies aufgrund der relativ hohen Beladung der Produktoberfläche mit Mikroorganismen sehr schnell zum Verderb. Gleiches gilt für andere Trockenprodukte wie z. B. Gewürze und Kräuter. Neben pilzlichen Erregern und den damit verbundenen Risiken erhöhter Mykotoxinbelastung können insbesondere bakterielle Endosporen die Produktsicherheit gefährden. Chemische und physikalische Verfahren der Konservierung sind bei den genannten Produkten häufig nicht ausreichend wirksam. Die Nutzung von atmosphärischen Niedertemperaturplasmen zur Dekontaminierung von Mikroorganismen auf den Oberflächen von Lebensmitteln eröffnet hierbei eine interessante Alternative. Das Forschungsvorhaben „3Plas“ hat zum Ziel, durch eine innovative Plasmaanwendung die Sicherheit von trockenen Produkten zu gewährleisten, bei gleichzeitigem Erhalt der Produktqualität.

Realisierung

Das Forschungsvorhaben „3Plas“ fußt auf den erfolgreichen Ergebnissen bisheriger Forschungsarbeiten zur Plasmaanwendung bei frischen Lebensmitteln, u. a. den Forschungsverbänden „FriPlas“ und „LeguAN“ (Förderung: BMEL, Projektträger: BLE). Um eine Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Plasmaquellen zu gewährleisten, ist es erforderlich, dass alle Projektpartner mit identischen Produkten arbeiten. Hierzu wurden folgende exemplarische Produkte ausgewählt: Weizen (Körner), weißer Pfeffer (ganz), Oregano (gerebelt). Das untersuchte Probenmaterial stammt jeweils aus einer Charge. Es handelt sich hierbei um unbehandeltes Rohmaterial, damit eine realistische Kontamination mit Mikroorganismen sowie ggf. mit Schwarzbesatz gewährleistet ist. Nach Identifizierung der optimalen Plasmaquelle und der Festlegung relevanter Behandlungsparameter soll erstmalig ein Prototyp im Pilotmaßstab gebaut und auf Praxistauglichkeit untersucht werden.

Ergebnisse

In ersten Untersuchungen wurde gezeigt, dass bakterielle Sporenbildner ein Hauptbestandteil der mikrobiellen Kontaminationen auf schwarzem und weißem Pfeffer, sowie Oregano und Weizen darstellen. Des Weiteren können für trockene pflanzliche Produkte auch Salmonellen von besonderer Relevanz sein. Die genaue Charakterisierung der mikrobiellen Flora der trockenen pflanzlichen Produkte mittels klassischer mikrobiologischer Verfahren ist jedoch zeit- und materialaufwendig. Die Verwendung der MALDI-TOF MS Analytik zur Identifizierung von Bakterien ermöglicht prinzipiell eine schnellere Analyse der gewachsenen Bakterienkolonien. Für die Identifizierung von Bakterien auf trockenen pflanzlichen Produkten mittels MALDI-TOF MS wird eine Datenbank mit Referenzspektren aufgebaut, um in Zukunft eine schnelle, chargengerechte Bestimmung zu ermöglichen.

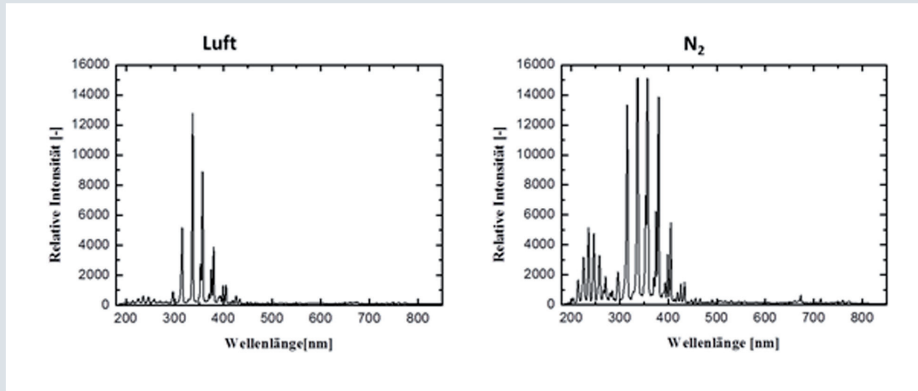


Abb. 1: Emissionsspektren für die Verwendung von Luft und N₂ bei direktem Plasma (Anlage DCSBD – CEPLANT, Brünn, Tschechien).

Zur Behandlung der trockenen Produkte wird die Anwendung von zwei unterschiedlichen Plasmaverfahren untersucht. Für die grundlegende Untersuchung verschiedener Wirkmechanismen wird eine direkte Behandlung mittels dielektrisch behinderter Oberflächenentladung vorgenommen (CEPLANT, Brünn, Tschechien). Die emittierten Spektren der verschiedenen Plasmen wurden mit einem Black Comet UV-VIS Spektrometer und einer dazugehörigen optischen Faser mit Quarzglas-Linse in einem Abstand von 1 mm zum Plasma gemessen. Die Plasmaspezies unterschieden sich je nach verwendetem Prozessgas. Plasma generiert mit/in Luft zeigte spektrale Intensitäten im gesamten UV-Bereich (200–400 nm), wobei die Emission der reaktiven Stickstoffspezies (300–430 nm) dominierte. Die Verwendung von N₂ führte jedoch auch zu signifikanten Emissionen im besonders antimikrobiell wirksamen UV-C Bereich (200–280 nm) (Abbildung 1).

Zur Temperaturmessung wurde ein PTFE ummantelter faseroptischer Temperatursensor verwendet, welcher unempfindlich gegenüber elektromagnetischen und chemischen Einflüssen ist. Bei der Verwendung von N₂ als Prozessgas betrug die Maximaltemperatur des Plasmas 70 °C, bei der Arbeit mit Luft, O₂ und CO₂ waren die gemessenen Maximaltemperaturen niedriger und betragen 66, 65 bzw. 62 °C. In allen Fällen war die Maximaltemperatur niedriger als 75 °C, wodurch ein dominierender Effekt der Temperatur bei der Inaktivierung ausgeschlossen werden konnte.

Die detaillierte Charakterisierung der generierten Plasmen zeigte, dass je nach verwendetem Prozessgas verschiedene antimikrobiell wirksame Komponenten gebildet werden können. Die Beschreibung der genauen Wirkmechanismen der jeweiligen Plasmakomponenten erfolgt mittels Durchflusszytometrie und unter Verwendung von gentechnisch veränderten Mikroorganismen.



Abb. 2: Fotos der neuen Laboranlage „TriBo“ zur indirekten Plasmabehandlung von trockenen Schüttgütern.

Zur Behandlung von trockenen Schüttgütern mittels einer indirekten Plasmabehandlung wurde vom INP in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern eine Laboranlage mit dem Namen „TriBo“ konzipiert (Abbildung 2). Hierbei stand die gleichzeitige Behandlung von mehreren Proben sowie das definierte Umwälzen im Probenbehälter im Vordergrund. Um eine Kreuzkontamination in der Laboranlage zu verhindern, wurden als Probenbehälter autoklavierbare Literflaschen gewählt und die Anlage für diesen Behältertyp optimiert. Die drei Flaschen können dabei mit bis zu 300 Umdrehungen pro Minute rotiert werden. Die gesamte Plasmabehandlung findet voll automatisch statt. Dies umfasst die definierte Befüllung des Probenbehälters mit Prozessgas, die rechnergesteuerte Behandlungsdauer, sowie den abschließenden Spülschritt sowie das An- und Abfahren der Rotation während der Plasmabehandlung.

Eine weitere Herausforderung besteht darin, den Plasmagasstrom gleichmäßig auf die drei Probenbehälter aufzuteilen, denn der übliche Einsatz von Gasregelsystemen führt zu einem zu großen Staudruck. Daher wurde für die Anlage ein Gasdiffusor entwickelt, der mit minimalem Staudruck den Plasmagasstrom homogen auf die jeweiligen Flaschen aufteilt (Abbildung 3).

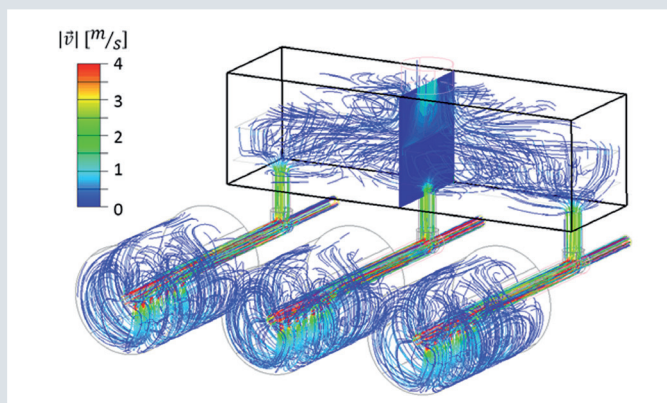


Abb. 3: Ergebnis der Strömungsoptimierung mittels Diffusor zur homogenen Probenbehälterbefüllung.

(Geplante) Verwertung

Durch die intensive Kooperation von Forschungs- (ATB Potsdam, INP Greifswald) und Wirtschaftspartnern (Cziotec GmbH, First Sensor AG, Theilen Maschinenbau GmbH) wird der Transfer der technischen Lösungen in die Praxis vorbereitet. Hierzu dient insbesondere die Konzeption und Entwicklung sowie der Aufbau einer plasmaunterstützten Wirbelschichttrocknungsanlage im Technikumsmaßstab, die innerhalb des Projektes zu ersten Erkenntnissen in der Verfahrensführung für verschiedene ausgewählte Schüttgüter führen wird. In der Projektverwertungsphase soll dann anschließend die Zusammenarbeit mit Verarbeitern der verschiedenen Schüttgüter gesucht werden, um in enger Zusammenarbeit maßgeschneiderte Verfahren und Anlagen bereitstellen zu können und ggf. einen Zulassungsprozess zu initiieren. .

„Entwicklung von automatisierten Analyseverfahren zur Identifizierung und Bewertung von nicht verkehrsfähigen Produkten des virtuellen Lebensmittelmarktes (AAPVL)“

“Development of automated analysis techniques for the identification and assessment of non-compliant products of the virtual food market place (AAPVL)”

Projektlaufzeit

01.02.2013 bis 14.05.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Dirk Lewandowski
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Design, Medien und Information, Department Information
Hamburg

Kurzfassung

Projektziel

Behörden sind gemäß Verordnung (EG) Nr. 882/2004¹ dazu verpflichtet Lebensmittelunternehmer risikoorientiert zu kontrollieren. Diese Verpflichtung bezieht sich auch auf Onlinehändler, da die Lebensmittel-Basisverordnung (EG) Nr. 178/2002² definiert, dass ein Inverkehrbringen u.a. auch ein Bereithalten der Ware zum Verkauf darstellt.

Es ergibt sich damit eine eindeutige Rechtslage, die eine behördliche Kontrolle von Onlineanbietern mit den stationären Händlern gleichstellt. Dies stellt Überwachungsbehörden, aufgrund der andersartigen Abläufe im Internethandel, die sich nicht grundsätzlich mit denen des stationären Handels vergleichen lassen, vor neue Herausforderungen. Eine davon sind die großen Datenmengen im virtuellen Lebensmittelmarkt, die sich mit herkömmlichen Mitteln nur durch hohen Zeit- und Arbeitsaufwand prüfen lassen. Ziel des Vorhabens ist daher die Entwicklung eines Systems zur automatischen Identifizierung von potentiell nicht-konformen Lebensmitteln (inklusive Händlerinformationen) und deren sachkundige Bewertung. Es soll die Qualität und Relevanz der Recherchedaten erhöht und den Mitarbeitern der Überwachungsbehörden ein Werkzeug zur Verfügung gestellt werden, das eine bearbeitbare Datenmenge an potenziellen Verstößen gegen das Lebensmittelrecht erzeugt, die zur weiteren rechtlichen Prüfung und ggf. Durchführung von behördlichen Maßnahmen herangezogen werden kann. Hierdurch wird ein Beitrag zur Steigerung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und der Lebensmittelsicherheit im Online-Lebensmittelhandel geleistet.

¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:191:0001:0052:DE:PDF>

² <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002R0178:20060428:DE:PDF>

Realisierung

Der Kern des Vorhabens liegt in der Entwicklung eines Konzepts zur automatisierten Überprüfung des virtuellen Lebensmittelmarktes in Bezug auf potenziell nicht verkehrsfähige Produktangebote. Umgesetzt werden soll dieses Konzept in einem eigens programmierten Softwareprototyp. Neben den bereits genannten Aufgaben soll das Konzept sowie der Prototyp auch automatisiert verbrauchertäuschende Werbeaussagen sowie Logo- und Siegelmissbräuche aufdecken. Zur risikoorientierten Kontrolle von Lebensmitteln, Inhaltsstoffen und Onlineshops wird eine Monitoring-Komponente entwickelt.

Ergebnisse

Ein erstes Konzept (siehe Abbildung 1) und eine bisherige Teilumsetzung in Form eines Softwareprototyps (siehe Abbildung 2) wurden bereits entwickelt. Das Konzept ist ein mehrstufiger Prozess mit Filterstufen, die in der technischen Umsetzung modular entwickelt werden und eine flexible automatisierte Datenverarbeitung ermöglichen.

Im Modul Datenerfassung werden die Datensätze für die Analysen zur Bewertung möglicher Verstöße gegen das Lebensmittelrecht generiert. Maßgeblich werden hier Suchmaschinenanfragen und deren Ergebnisse erfasst. Die weiteren Filterstufen dienen einer Eingrenzung der Ergebnisse auf potentiell relevante Seiten für die spätere Verdachtsanalyse. Es soll gewährleistet werden, dass nur Webseiten auf potenzielle Verstöße hin analysiert werden, bei denen es sich tatsächlich um Angebotsseiten von Lebensmittelprodukten handelt. Die Dublettenfilterung und der Abgleich mit einer Negativliste dient der Filterung von Doppelungen aus Suchmaschinen sowie dem Herausfiltern bereits bekannter irrelevanter Seiten (z.B. youtube). Über Identifikationsmodule (Shop- und Lebensmittelshopidentifikation) erfolgt eine weitere Eingrenzung. Dies dient vor allem der Filterung von Informationsseiten, Blogs und Foren, die zwar den gesuchten Stoff oder das gesuchte Produkt behandeln, aber kein eigentliches Produktangebot darstellen. Mit der Produktseitenidentifikation wird im nächsten Schritt geprüft, ob auf einer Unterseite tatsächlich ein Produkt zum Kauf angeboten wird. Zuletzt werden diese gefilterten Seiten durch das Verdachtsanalysemodul auf hinterlegte, lebensmittelrechtliche Kriterien hin geprüft. Die Impressumserkennung dient dazu, die jeweiligen Seiten mit den Kontaktdaten der Händler auszulesen. Aufgrund dieser Daten wird der Standort des Händlers ermittelt und der Vorgang dem jeweiligen Bundesland und der dort örtlich zuständigen Überwachungsbehörde zugewiesen. Neben den dargestellten automatisierten Abläufen haben die Nutzer die Möglichkeit manuell einzugreifen, einzelne Daten nachzubewerten und softwareseitige Entscheidungen zu berichtigen. Die Ausgabe aller analysierten und bewerteten Daten erfolgt mit einem Modul zur Generierung flexibler Abschlussberichte.

Für die technische Umsetzung wurden etablierte Webtechnologien sowie eine Programmierumgebung gewählt, die effiziente Komponenten für die Verarbeitung von hohen Datenmengen aus dem World Wide Web realisieren. Für die Sicherstellung der (Weiter-)Entwicklung und Wiederverwendbarkeit des Prototyps wurde eine flexible Software-Architektur, das Drei-Schichten-Modell oder auch MVC-Modell (Model, View, Controller)

gewählt, die Bereiche einer Software in drei Ebenen unterteilt (siehe Abbildung 2). Die Datenschicht ist die Datenbank der Anwendung und dient als zentrale Kommunikationsschnittstelle des Prototyps zur Vermittlung zwischen der Webanwendung und der Analyseanwendung. Auf der Applikationsschicht sind zwei Anwendungen zu finden, die gemeinsam das Backend der Software bilden. Dort laufen alle Prozesse zur Datenerfassung und die Datenanalyse auf Basis von supervised Machine Learning-Algorithmen und regulären Ausdrücken statt. Die Präsentationsschicht ist das, was der Nutzer der Software sieht und bildet damit das Frontend des Prototyps.

(Geplante) Verwertung

Das Konzept sowie der Prototyp sind für eine Nutzung im Bereich der Überwachung im Onlinehandel mit Lebensmittel ausgerichtet. Außerhalb des Lebensmittelbereichs gibt es weitere Institutionen, die mit der Kontrolle von im Internet gehandelten Produkten betraut sind. Die Modularität des Konzepts ermöglicht eine breite Anwendbarkeit der Software auch außerhalb der Kontrolle von Lebensmitteln, die technisch zurzeit so noch nicht möglich ist. Denkbare Anwendungsbereiche sind jegliche Fragestellungen, bei denen Händler von Produkten im Internet ermittelt werden sollen und/oder analysierbare Kriterien in der Onlinepräsenz zur Verfügung stehen. Auch können die Module einzeln für unterschiedliche Fragestellungen genutzt werden. Gerade die Bild- und Logoerkennung bietet zusätzlich ein erhebliches Potential wie z.B. bei der Aufdeckung von Plagiatprodukten (z.B. Aufdecken von missbräuchlich verwendeten Gütesiegeln oder Firmenlogos).

Kontakte zu Softwarefirmen hinsichtlich einer Kommerzialisierung des Prototypens und der langfristigen Wartung wurden bereits gesucht.

„OPDIS - Open Product Data Information System“**“OPDIS - Open Product Data Information System”****Projektlaufzeit**

01.03.2015 bis 31.08.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Sven Abels

Ascora GmbH, Ganderkesee

Verbundpartner

Snoopmedia GmbH

Bonn

Kurzfassung**Projektziel**

Ziel des OPDIS Projektvorhabens ist die Erstellung einer für Endnutzer direkt verwendbaren Anwendung (App) für mobile Geräte, die sowohl für das iPhone, als auch für Android-Systeme eingesetzt werden kann. Die App erlaubt es Nutzern, Produktinformationen im Lebensmittelbereich abzurufen. OPDIS nutzt daraufhin die integrierte Produktdatenbank, um das Produkt zu erkennen und weiterführende Informationen anzuzeigen.

Realisierung

Die wichtigste und umfangreichste Aufgabe des Projektvorhabens ist die Erstellung einer direkt für den Endnutzer verwendbaren App für Mobilgeräte. Das Projekt besteht aus drei Komponenten: Eine Server-API stellt die Produktdaten bereit und jeweils eine Android- und eine iOS-App stellen diese Daten für den Nutzer dar.

Die auf dem Server hinterlegten Produktdaten entsprechen den vom Hersteller auf den Produktverpackungen bereitgestellten Daten, welche durch OPDIS mit weiterführende Metadaten ergänzt wurden. OPDIS hat ein Grundstock von ca. 2000 Lebensmitteln erfasst. Diese Produktdaten können durch ein von OPDIS bereitgestelltes Web-Interface gepflegt und erweitert werden. Neben den 2000 Lebensmitteldaten wurden Kooperationen zum elektronischen Datenaustausch mit Datenlieferanten vereinbart.

Der Fokus der entwickelten Apps ist die Darstellung der Produktdaten. Konkret wird der Nutzer auf bestimmte Inhaltsstoffe und -mengen hingewiesen. Die Nutzer können dadurch auf einen Blick erkennen, ob ein Produkt beispielsweise Konservierungsstoffe,

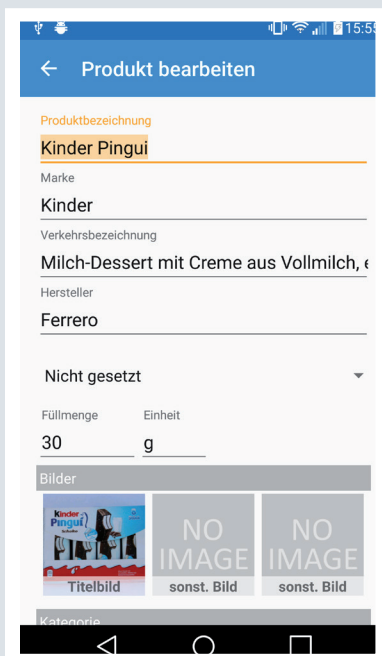


Abb. 1: Aktueller Android-Prototyp

sehr viel Zucker oder Gluten enthält. Anschließend werden dem Nutzer Alternativprodukte angeboten. Diese Alternativprodukte werden dabei so ausgewählt, dass Sie dem ursprünglichen Produkt möglichst ähnlich sind, jedoch geringere Menge der ausgewählten Eigenschaften enthalten – z.B. eine Alternativschokolade mit geringerem Zuckeranteil.

OPDIS unterstützt für die Identifikation von Lebensmitteln Suchverfahren wie Textsuche, Barcodescan und Foto-Erkennung. Nutzer können innerhalb der App Produkte auf Veränderungen überwachen lassen und werden somit von der App informiert, sobald OPDIS Kenntnisse von Änderungen, beispielsweise der Rezeptur oder der Packungsgröße, erhält.

Ergebnisse

Das Projekt hat alle geplanten Ziele erreichen und umsetzen können. Es wurden Apps für iOS und Android geschaffen sowie eine umfangreiche Grundlage an Produktdaten. Verschiedene Nutzungstests haben die Anwendbarkeit bestätigt und zur weiteren Optimierung des Nutzungsprinzips geführt.

(Geplante) Verwertung

Das Projekt wurde zum 31.08.2016 beendet. Das Projektteam hat sich entschlossen, die entwickelten Anwendungen herauszugeben und befindet sich aktuell in der finalen Phase des Marktlaunches. Durch das Projekt sind bei den beiden Projektpartnern neue Stellen geschaffen worden, die auch nach Projektende dauerhaft besetzt wurden.

„Automatisierter Einkaufs- und Entwurfsberater für das Smart Home (AUTES-Home)“**“Automated purchasing and design consultant for the Smart Home (AUTES-Home)”****Projektlaufzeit**

01.07.2013 bis 31.07.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr.-Ing. Klaus Kabitzsch

Technische Universität Dresden, Technische Informationssysteme, Dresden

Verbundpartner

Herr Seyfarth

Thermokon-Sensortechnik GmbH, Mittenaar

Dr.-Ing. Faschingbauer

Dr. Schiller & Partner GmbH - Dynamische BauDaten, Dresden

Kurzfassung**Projektziel**

Unter dem Begriff „Smart Home“ hat sich ein dynamischer Markt mit vielen Anbietern rund um das intelligente Wohnen entwickelt. Durch die Vernetzung unterschiedlichster Hausfunktionen wie Beleuchtung, Heizungsregelung oder Beschattung sollen tägliche Abläufe automatisiert und das Zuhause sicherer, effizienter und komfortabler gemacht werden. Allerdings ist die Auswahl von dafür geeigneten technischen Produkten für die Verbraucherinnen und Verbraucher zunehmend schwieriger. Sie sehen sich hierbei mit einer sehr großen Vielfalt von am Markt verfügbarer Geräte konfrontiert. Die Hersteller liefern für ihre Geräte gewöhnlich Produktdatenblätter mit den technischen Eigenschaften der Geräte. Mittels dieser Beschreibungen aus einer unüberschaubaren Anzahl von Geräten verschiedener Hersteller das gewünschte Gerät herauszufiltern, ist ein mühsamer und zeitaufwendiger Prozess. Zusätzlich muss untersucht werden, ob Geräte überhaupt zusammen arbeiten können, also interoperabel sind. Zwar ist die Passfähigkeit von Geräten auf der technischen Ebene heute meist durch Standards und Normen gewährleistet. Aber die Interoperabilität der Geräteanwendungen ist ein großes Problem, da sie neben der syntaktischen Passfähigkeit der Datenschnittstellen auch das Zusammenwirken der eigentlichen Anwendungsfunktionen (Semantik) erfordert. Eine Beurteilung der Interoperabilität von Geräten zueinander ist in der Praxis ein sehr zeitaufwändiger und teurer Vorgang, bei dem im äußersten Fall sogar die entsprechenden Geräte als Muster gekauft und deren problemloses Zusammenwirken experimentell in Versuchsaufbauten

vor Ort getestet werden müssen. Um dies zu vermeiden, wird meist zu Produktlinien einzelner, großer Hersteller gegriffen. Die resultierenden „Smart Home“-Systeme sind dadurch meist teurer als interoperable Lösungen, bei denen auch kostengünstige Geräte verschiedener Hersteller zu einem Gesamtsystem kombiniert werden könnten, wenn man sich nur adäquat in der Vielfalt und Komplexität zurechtfinden würde. Ein weiterer Nachteil der Produktlinien Lösungen ist die dauerhafte Markenabhängigkeit der Verbraucher, die Hersteller durch ihre teilweise nicht standardisierten Schnittstellen erzwingen. Besonders schwierig werden spätere Nachrüstungen, wenn also neue Produkte und Funktionen zur vorhandenen Ausrüstung der Wohnung passen sollen. Gerade für Privatverbraucher sind Nachrüstungen aber der Regelfall. Ziel des AUTES-Home-Projektes ist es daher, die vorherrschenden Probleme bei der Auswahl geeigneter, miteinander interoperabler, technischer Produkte durch die Entwicklung und Bereitstellung eines intelligenten Verbraucherberatungstools zu reduzieren.

Realisierung

Das Verbraucherberatungstool wurde prototypisch realisiert. Die Anforderungen an das „Smart-Home“ System können durch den Verbraucher funktional, nicht gerätebezogen und damit auch herstellerunabhängig formuliert werden. Es steht eine wissensbasierte Produktdatenbank zur Verfügung, in welcher Gerätebeschreibungen der Produkte gespeichert wurden. Die funktionale Beschreibung der Geräte basiert auf der Richtlinie VDI 3813-2, in der Funktionen für die Raumautomation technologie- und herstellerunabhängig beschrieben sind. Neben der funktionalen Beschreibung enthalten die Gerätebeschreibungen eine Vielzahl von Geräteeigenschaften. Es wurde eine Algorithmik entwickelt, die zu den Anforderungen des Verbrauchers passende Geräte ermittelt sowie deren Interoperabilität zueinander überprüft.

Ergebnisse

Es ist ein AUTES-Home Beratungstool entstanden, welches den Verbraucher in die Lage versetzt, sich selbstständig über „Smart Home“ Geräte zu informieren, nach ihnen zu suchen und sie adäquat zu vergleichen. Die computergestützte Interoperabilitätsauswertung schafft Planungssicherheit, so dass neue Geräte sowohl mit vorhandenen als auch mit zusätzlichen Geräten anderer Hersteller für eine spätere Erweiterung kombiniert werden können. Das Beratungstool ermöglicht einen vollautomatischen Entwurf optimierter „Smart Home“- Systeme und unterstützt deren Nachrüstung. Als ersten Schritt teilt der Verbraucher dem Beratungstool mit, welche Funktionen und Eigenschaften er sich für seine Wohnung wünscht. Dafür gibt es geeignete Benutzeroberflächen. Die Anforderungen werden jeweils bezogen auf eines der Gewerke Beleuchtung, Heizen/ Kühlen, Lüften, Verschattung oder Sicherheit erfasst. Der Verbraucher wird dazu schrittweise durch Fragen zu seinen Ausstattungswünschen geführt. Ergebnis ist eine Liste von Funktionen, die in ihrem Zusammenwirken die Anforderungen realisieren können (Abbildung 1).

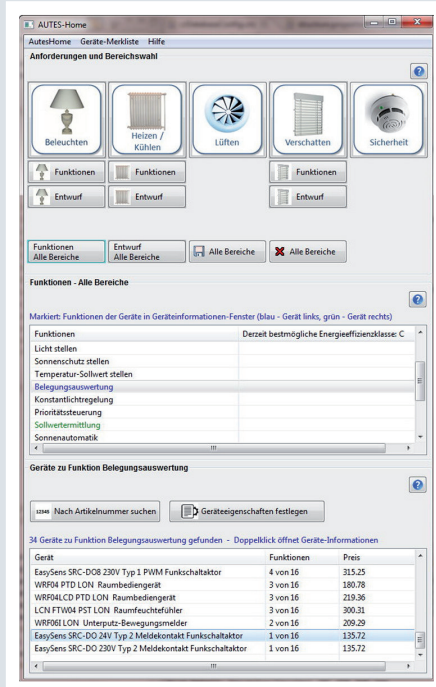


Abb. 1: Unterstützung der Bedarfsplanung von „Smart-Home“ Systemen mit dem AUTES-Home Beratungstool



Abb. 2: Vergleich zweier Geräte im AUTES-Home Beratungstool

Für die benötigten Funktionen können in einer Gerätedatenbank ausführende Geräte gesucht werden. Häufig stellen einzelne Geräte bereits mehrere der benötigten Funktionen bereit (Abbildung 2). Sind außerdem bestimmte Eigenschaften für die Geräte gefordert (z.B. Kommunikation per Funk oder Kabel, Ort der Montage, Farbe etc.), so können diese angegeben werden.

Zu jedem Gerät können detaillierte Informationen abgerufen werden. Geräte können miteinander verglichen werden und auf ihre Interoperabilität geprüft werden, d.h. ob sie zur Ausführung von Funktionen miteinander kommunizieren können. So können Kombinationen von passenden Geräten gefunden werden, die die geforderte Funktionalität mit möglichst geringer Geräteanzahl und/oder geringem Preis bereitstellen. Die computergestützte Interoperabilitätsauswertung ermöglicht, dass ausgewählte Geräte auch unterschiedlicher Hersteller kombiniert werden können – zum Planungszeitpunkt wie auch später für Nachrüstungen. Das AUTES-Home Beratungstool erlaubt außerdem einen vollautomatischen Entwurf von optimierten Raumautomationssystemen.

(Geplante) Verwertung

Die entwickelten Tools und Algorithmen sollen mittelfristig durch die TU Dresden und einen Verbund aus Projektpartnern und weiteren Firmen vermarktet werden. Die Ergebnisse fließen zudem in die Lehre ein und setzen neue Impulse in der studentischen Ausbildung.

„Aufbereitung von Prozesswasser aus der Bioethanolschlempe als Ersatz von Frischwasser (ProWa)“

“Process water treatment of wet distillers grains from bioethanol production for freshwater supply (ProWa)”

Projektlaufzeit

01.10.2014 bis 30.09.2017

Projektkoordinator, Institution

Herr Dr. Weile
Sachsenmilch Leppersdorf GmbH, Wachau

Verbundpartner

Fraunhofer IKTS, Dresden
wks Technik GmbH, Dresden

Kurzfassung

Projektziel

Die Sachsenmilch Leppersdorf GmbH gilt als einer der innovativsten milchverarbeitenden Betriebe Europas und arbeitet konsequent an einer stetigen Verbesserung von Produktions- und Herstellungsprozessen. Seit 2007 werden beispielsweise Reste der Milchverwertung zur Herstellung von Bioethanol genutzt. Bei diesem Prozess bleiben Reststoffe nach der alkoholischen Gärung, die so genannte Dünnschlempe, zurück. Sie ist charakterisiert durch einen hohen Gehalt an organischen Bestandteilen insbesondere in Form von organischen Säuren, kleinen Restmengen von Galaktose, Laktose und Proteinen neben geringen Mengen Restalkohol. Weiterhin ist die Dünnschlempe durch hohe Konzentrationen an ein- und zweiwertigen Salzen, einen pH-Wert von 5 und Trockensubstanzgehalte von im Mittel 55 g/l charakterisiert. Eine innerbetriebliche Verwertung dieses Reststoffstroms ist nicht möglich, so dass die Schlempe kostenintensiv entsorgt werden muss. Dafür wird sie in einem vorgeschalteten Schritt unter hohem Energieaufwand eingedampft und bis auf einen Trockensubstanz-Gehalt (TS) von ca. 25 % reduziert. Das bei der Eindampfung entstehende Brüdenkondensat gelangt ungenutzt als Abwasser in die werkseigene Kläranlage und wird dort entsprechend der amtlichen Vorgaben gereinigt und in den Vorfluter eingeleitet. Mit dem Forschungsvorhaben soll entsprechend der im Kreislaufwirtschaftsgesetz geforderten internen Kreislaufschließung eine Prozessführung zur umfassenden energetischen und stofflichen Verwertung der bisher entsorgten Schlempe in einer Fermentationsstufe mit anschließender Aufbereitung des entstehenden Fermentationsrestes zu Frischwasser in Trinkwasserqualität erarbeitet und im kleintechnischen Maßstab als vollständig geschlossene Verfahrenskette entwickelt

und betrieben werden. Um entsprechende Qualitätsanforderungen trotz der komplizierten Substratmatrix wie hohe Salzfrachten, hohe Ammoniumkonzentrationen und ungünstige Nährstoffverhältnisse sicher einhalten zu können, ist die Entwicklung bzw. Modifikation spezifischer, aufeinander abgestimmter Technologien erforderlich, die nach dem heutigen Stand der Technik in der benötigten Form nicht verfügbar sind.

Realisierung

Zur Herstellung von Frischwasser aus den Reststoffen der Bioethanolproduktion von Molkereien soll die Schlempe zunächst einem biologischen Abbau unterzogen werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes ProWa wird dazu ein nach dem EGSB (Expanded Granular Sludge Bed) Prinzip arbeitender Hochleistungsreaktor betrieben und prozess- und verfahrenstechnisch optimiert. Das während der anaeroben Behandlung entstehende Biogas trägt positiv zum Schluss des internen Stoff- und Energiekreislaufs bei. Anfallende partikuläre Gärreste werden in einer darauffolgenden Prozessstufe abgetrennt und in die Anaerobstufe zurückgeführt. Der flüssige Gärrest wird einem neuartigen Fällungsreaktor zugeführt und durch die gezielte Zugabe von verschiedenen Reaktionschemikalien werden anorganische Inhaltsstoffe maßgeblich in Form von Magnesiumammoniumphosphat (MAP) entfernt. Die Klarphase nach der MAP-Fällung wird für die weiteren Behandlungsschritte mittels Mikrofiltration abgetrennt und weiter aufgearbeitet. Dabei kommen robuste keramische Membranen zum Einsatz. Das dabei entstehende Konzentrat soll in den MAP-Reaktor zurückgeführt werden und zur Anreicherung von MAP-Kristallen und somit zur gezielten Fällung mineralischer Produkte dienen. Für den Abbau von verbliebenen Kohlenstofffraktionen soll ein Membranbioreaktor (MBR) zum Einsatz kommen. Im Vorfeld des aeroben Abbaus soll die Ammoniumkonzentration in Hinblick auf die Einstellung eines für den biologischen Abbau optimalen C:N:P-Verhältnisses gezielt beeinflusst werden. Für die weitere Verwertung wird dadurch abträglicher Stickstoff aus dem System eliminiert. Unter Verwendung von keramischen Nanofiltrationsmembranen und einer Umkehrosmose-Stufe soll die Prozesskette zur Aufarbeitung der Bioethanol-Schlempe geschlossen und ein Wasser in Trinkwasserqualität erzeugt werden.

Ergebnisse

Die Monovergärung von Dünnschlempe stellte infolge der spezifischen stofflichen Zusammensetzung des Substrates erhöhte Anforderungen an die verwendete Reaktortechnik sowie an die spezielle Prozessbiologie (Pellets). Innerhalb von mehrmonatigen Vergärungsversuchen wurden unter Variation der Zulaufkonzentration, der Schlammbelastung und Verweilzeiten CSB-Abbaugrade von 95 % nachgewiesen. Ein besonderes Augenmerk lag auf der Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit der Pellets im EGSB-Reaktor. Infolge hoher Konzentrationen an mineralischen Bestandteilen und den vorherrschenden Milieubedingungen (pH-Wert, Temperatur) kam es bereits während der anaeroben Behandlung zu Ausfällungen im Reaktor. Durch Einführung geeigneter baulicher Maßnahmen konnten diese Reaktionen gezielt beeinflusst und ein stabiler Betrieb des Vergärungsreaktors erreicht werden. Neben der Ausschleusung von Fällungsprodukten wurde bereits in der Anaerobstufe ein nahezu vollständiger Rückhalt partikulärer organischer Substanz erreicht, sodass auf eine eigens dafür vorgesehene Flotationsstufe

verzichtet werden konnte. In der darauffolgenden MAP-Fällungsstufe wurden durch anteilige Zugabe von Mg-Fällungsmitteln Reduktionsgrade für Phosphat von bis zu 97 % und simultan für Ammonium bis zu 85 % erreicht. Für den MAP-Fällungsprozess wurde auf Grundlage der Ergebnisse aus systematischen Voruntersuchungen zur MAP-Fällung ein neuartiger Fällungsreaktor konzipiert, errichtet und betrieben. Das erzeugte Fällungsprodukt besteht zum überwiegenden Teil aus MAP (97,5 %) und im geringen Umfang aus Kaliumchlorid (2,5 %). Die Klarphase nach der erfolgten MAP-Abscheidung wurde im weiteren Prozessverlauf durch eine Mikrofiltration (MF) abgetrennt. Zum Einsatz kamen keramische 19-Kanal Filterelemente unterschiedlich großer Porenweiten (30 nm bis 200 nm). Es wurden stabile Filtrationseigenschaften (Deckschichtkontrolle) und Permeabilitäten bis 55 l/m²hbar ermittelt. Das dabei entstehende Retentat (Konzentrat) konnte bis zu einem Volumenkonzentrationsfaktor (VCF) von 20 aufkonzentriert werden, ohne dass sich dabei der Fluss signifikant verringerte. Das partikelfreie Permeat wurde im Vorfeld der Umkehrosmose (UO) mit einer Nanofiltration (NF) behandelt. Die zum Einsatz kommenden keramischen NF-Membranen gewährleisteten mit einem Cut-off von 450 bzw. 200 g/mol eine zuverlässige Teilentsalzung des Feed-Wassers sowie sicheren Rückhalt verschiedenster zu Scaling/Fouling in der UO-Stufe führender Substanzen. Die im NF-Permeat verbleibenden geringen Ammonium-Gehalte und die Restkonzentrationen der gelösten organischen Verbindungen wurden mittels elektrochemischer Behandlung oxidiert und somit die Konzentrationen vor UO-Behandlung weitestgehend reduziert. Auf die Integration eines aufwendigen Membranbioreaktors (MBR) konnte durch Einsatz dieser effektiven Methode zur Reduktion geringer NH₄/C-Konzentrationen verzichtet werden. Die schlussendliche UO-Behandlung des Wassers reduzierte bei Arbeitsdrücken von über 30 bar die Konzentration an ein- und zweiwertigen Ionen deutlich. In einer erstmaligen Zusammenschaltung aller Technologien zur Behandlung der Dünnschlempe war es gelungen, aus dem adressierten Reststoff ein Wasser in Trinkwasserqualität zu erzeugen. Tabelle 1 gibt anhand ausgewählter Indikatorparameter nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV) die Qualität des erzeugten Wassers im Vergleich zum Ausgangsstoff Dünnschlempe wieder.

Tab. 1: Projektergebnis: Qualität von Frischwasser aus Bioethanolschlempe; Indikatorparameter nach TrinkwV (2001) Anhang 3, Teil I.

Lfd. Nr.	Parameter	Einheit	Grenzwert*	Wasser	Ausgangsstoff Dünnschlempe	Reduktion
1	Ammonium	mg/l	0,5	0,24	493,0	99,95 %
2	Nitrit	mg/l	0,5	0,0	7,9	100,00 %
3	Nitrat	mg/l	50	6	382	98,43 %
4	Chlorid	mg/l	250	58	7860	99,26 %
5	Eisen	mg/l	0,200	0,010	1,46	99,32 %

Lfd. Nr.	Parameter	Einheit	Grenzwert*	Wasser	Ausgangsstoff Dünnschlempe	Reduktion
6	Färbung (436 nm)	m-1	0,5	0,0	29,6	100,00 %
7	Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	2790	220	38100	99,42 %
8	Mangan	mg/l	0,05	0,002		
9	Natrium	mg/l	200	19	4195	99,55 %
10	TOC	mg/l		2,71	21690	99,99 %
11	Oxidierbarkeit	mgO ₂ /l	5	0,0	51900	100,00 %
12	Sulfat	mg/l	250	1,0	822	99,88 %
13	Trübung	NTU	1	0,44	29,2	98,49 %
14	pH-Wert	mg/l	6,5-9,5	7,5	5,2	
15	Calcitlösekapazität	mg/ lCaCO ₃	5	12,18		

Im weiteren Projektverlauf erfolgen die Verfahrenskonzeption und Bemessung eines Gesamtsystems zur Aufbereitung der Schlempe zu wieder verwendbarem Prozesswasser. Neben einer Kosten-Nutzen Betrachtung hinsichtlich der notwendigen Investitionen soll zudem auch eine Bewertung der Betriebskosten erfolgen. Dabei ist der Fokus auf die Energiekosten und notwendige Aufwendungen für Betriebsstoffe (Flockungshilfsmittel, Reinigungsmittel, etc.) zu legen.

(Geplante) Verwertung

Bei Erreichung der Projektzielstellung der wirtschaftlichen Frischwassergewinnung aus dem Reststoff Dünnschlempe, plant der Verbundpartner Sachsenmilch Leppersdorf GmbH die großtechnische Umsetzung des erarbeiteten Verfahrenskonzeptes und die Integration in den laufenden Produktionsprozess. Eine Pilotierung ist für die Bestätigung der im Labor und kleintechnischen Maßstab erlangten Erkenntnisse hinsichtlich Prozess- und Betriebsstabilität sehr wichtig und erforderlich. Wissenschaftliche Anschlussprojekte können sich auf andere produzierende Betriebe konzentrieren, bei denen Abwässer mit hohen Organik- und Salzfrachten anfallen, die sie zur stofflichen und energetischen Weiterverwertung qualifizieren. Europaweit ist in Deutschland der größte Markt für industrielle Abwasserbehandlung lokalisiert. Unter den knapp 3.000 Behandlungsanlagen in ca. 12.000 einleitenden Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes finden sich knapp 400 Industriekläranlagen. Insbesondere hochsalzhaltige Reststoffe aus der Fischverarbeitung, der Biotechnologie, Stärkeherstellung und der Milchverarbeitung (Käsereien) werden bisher nur ungenügend einer Verwertung zugeführt. Dieser Umfang

an möglichen potentiellen Nutznießern der Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben zeigt das Potential für die wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit des Projektes.

„Ressourcenschonende Produktion und Anwendung mikrobieller Kulturen für Milcherzeugnisse (RESOCULT)“**“RESOCULT: resource-saving production and cultivation of microbial cultures for dairy products”****Projektlaufzeit**

01.02.2013 bis 30.09.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Rudi Vogel
Technische Universität München
Lehrstuhl für Technische Mikrobiologie
Freising

Verbundpartner

Technische Universität München, Freising-Weihenstephan
Lehrstuhl für Lebensmittel- und Bioprozesstechnik
Freising
Prof. Dr.-Ing. U. Kulozik

OrganoBalance GmbH
Berlin
Prof. Dr. Detlef Goelling

Kurzfassung**Projektziel**

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden ressourcenschonende biotechnologische und prozesstechnische Verfahren zur Produktion effizienter mikrobieller Kulturen für Milcherzeugnisse erarbeitet. Mit fermentierten Milchprodukten (z. B. Käse, Joghurt) wird aufgrund ihrer sensorischen und gesundheitsfördernden Eigenschaften die weitaus größte Wertschöpfung für Unternehmen und Wertschätzung durch den Verbraucher erzielt.

Die Anwendung von Starterkulturen ist in der Milchwirtschaft weit verbreitet. Die als Starterkulturen und Probiotika eingesetzten Bakterien sind überwiegend Milchsäure- und Bifidobakterien, die hohe Ansprüche an Fermentationssubstrate und teilweise nur geringe Überlebensraten in herkömmlichen Präparationsprozessen haben. Herstellung und Einsatz von Kulturen sind in den letzten Jahren auf ein Vielfaches angewachsen und verzeichnen zweistellige Zuwachsraten. Dies liegt an der Veredelung fermentierter

Milchprodukte durch Probiotikazusatz, der direkten Zugabe von Kulturen als Pulver oder gefrorene Pellets zum Fermentationstank bzw. zum Produkt in hoher Zellkonzentration, und der Nachfrage im Export. Der derzeit angewandte Gefriertrocknungsprozess geht jedoch mit einem Verlust an lebenden Zellen von bis zu 99 % einher (1), was zu einer hohen Anzahl an zusätzlichen Fermentationsansätzen mit teuren Substraten führt. Eine Steigerung des Anteils an vitalen Zellen von 1 auf nur 10 % bewirkt also eine Reduktion der notwendigen Fermentationsansätze auf 1/10.

Hieraus entsteht die Notwendigkeit einer ressourcenschonenden Produktion, die sowohl Substrate für die Anzucht der Kulturen als auch die Entwicklung energieeffizienterer Konservierungsverfahren umfasst (2). Eine noch weit darüber hinausgehende Einsparung von Ressourcen kann insbesondere durch die Entwicklung und Anwendung effizienterer Kulturen in den Lebensmittelfermentationsprozessen selbst erreicht werden, da diese in sehr großem Maßstab ablaufen und daher große Anlagenkapazitäten belegen, die viel Energie und Prozesszeit benötigen. Für einen energie- und kapazitätseffizienten Einsatz ist deswegen entscheidend, wie schnell Starterkulturen nach dem Konservierungsschritt ihre volle metabolische Aktivität zurückerlangen. Auch für Probiotika, die in hohen Mengen meist fermentierten Milchprodukten zugesetzt werden, sind Fitness und Vorkonditionierung für Überleben im Produkt und Performance im Menschen entscheidend. Objektive Marker für diese Fitness, die über eine Säuerungsleistung hinausgehen, sind jedoch nicht bekannt und stehen deswegen nicht für die Optimierung von Kulturenproduktion, -präparation und -einsatz zur Verfügung.

Der Vortrag stellt die Projektergebnisse im Überblick dar und stellt sie in den Kontext zum Stand der Trocknungstechnik insgesamt. Dies schließt den Vergleich mit anderen Trocknungsverfahren für Starterkulturen mit ein und zeigt auf, welche Wege gegangen werden können, wenn Mikroorganismen schonend, effizient und energetisch vorteilhaft gewonnen werden sollen.

Impressum

Herausgeberin

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Deichmanns Aue 29, 53179 Bonn

Layout

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Referat 421 – Medienkonzeption und -gestaltung