



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung



Innovationstage 2014

Neue Ideen für den Markt

15. und 16. Oktober 2014, Bonn



Innovationstage 2014

Neue Ideen für den Markt

15. und 16. Oktober 2014, Bonn

Inhalt

12 Grußwort

13 Einleitung

14 Plenumsvortrag 1

- 14 Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskonzepte für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung (LeguAN)

20 Plenumsvortrag 2

- 20 Webbasierter interaktiver Pflanzenbau am Beispiel der robotergestützten Beikrautregulierung in Gemüse (RemoteFarming.1)

25 Plenumsvortrag 3

- 25 Anwendungsorientierte Untersuchungen zur *in ovo*-Geschlechtsbestimmung beim Haushuhn (*Gallus gallus* f. dom.) (In-Ovo II)

28 Sektion 1: Technik im Pflanzenbau

- 28 Entwicklung eines Prozesscomputers zur elektronischen Kontrolle der Silierguteinlagerung in Folienschläuchen (EPEKSIFO)
- 33 Entwicklung eines landwirtschaftlichen Siloverdichters mit online-Verdichtungsmessung und Fahrerinformationssystem (Siloverdichter)
- 38 Fremdkörpererkennung und Durchsatzermittlung im selbstfahrenden Feldhäcksler mit Hilfe von Röntgenstrahlung (FuDiF)
- 41 Vollelektrifiziertes Antriebssystem für Getreideschneidwerke (E_harvest)
- 46 Entwicklung von Allomultigerm-Pillen als agrartechnische Innovation zur Erhöhung der Attraktivität des Anbaus schwer zu etablierender Kulturarten (ALMUG)
- 50 Entwicklung einer Methode zur frühzeitigen Erkennung von Resistenzlinien in der Salatzüchtung mittels Chlorophyllfluoreszenzbildanalyse (SalatBild)
- 53 Entwicklung eines digital, nach Produktqualität und -feuchte geregelten Trocknungsprozesses für Agrarprodukte (InnoBand)
- 55 Stickstoffdüngereinsparung bei Winterweizen durch verbesserte Vorhersage der Backqualität (BackProg)

- 58 Standortangepasstes Stickstoff-Management auf Basis teilflächen-spezifischer Informationsverarbeitung – System-, Hard- und Softwarelösung (N-Management)
- 62 Entwicklung eines rezirkulierenden Bewässerungssystems mit vermindertem phytosanitärem Risiko in Gewächshäusern (AO Gewächshaus)
- 65 Entwicklung und Optimierung einer Maschine zur automatischen Hopfen-pflücke (Hopfenpflücke)
- 69 Optisch - maschinelle Entfernung von qualitätsmindernden Partikeln aus Vollernter - Traubenlesegut als Qualitätssicherungsmaßnahme für den Steillagenweinbau (Sortiertisch)
- 73 Webbasierter interaktiver Pflanzenbau am Beispiel der robotergestützten Beikrautregulierung in Gemüse (RemoteFarming.1)
- 78 Einsatz multipler Sensorik zur Optimierung von Bonituren in der Pflanzenproduktion (ESOB)
- 81 Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik-Prozessen (Opt. Agrarlogistik)
- 84 Maschinenherstellerunabhängiges landwirtschaftliches Betriebsführungs-, Dokumentations- und Managementsystem (Agro_MICos)
- 88 TeleAgro+ - Auswerteverfahren für landwirtschaftliche Telematikdaten zur Verbesserung der Betriebsabläufe und Optimierung der Landwirtschaftlichen Logistik (Telematikdaten)

92 Sektion 2: Tierhaltung und -kennzeichnung

- 92 Melkprozesse mit modellgetriebener Entwicklung von Verfahren und Anlagentechnik (MeMo)
- 96 Eine Infrastruktur für betriebs-, betriebszweig-, anwendungs- und standardübergreifende Auswertungen von Daten im Precision Livestock Farming (INFAGRAR)
- 99 Entwicklung eines Steuerungsmoduls zur autonomen Führung von Entmistungs-, Liegeboxenreinigungs- und Einstreugeräten sowie von Selbstfahrer-Futtermischwägen (autonomSteuer)
- 104 Anwendungsorientierte Untersuchungen zur *in ovo*-Geschlechtsbestimmung beim Haushuhn (*Gallus gallus f. dom.*) (In-Ovo II)
- 107 Modulare Plattform für die Implementierung von Tierkennzeichnungs- und Rückverfolgbarkeitssystemen in Entwicklungsländern (KR-Tier)

- 112 Elektronische Tierkennzeichnungssysteme auf Basis ultrahochfrequenter Radio-Frequenz-Identifikation (UTE)
- 118 System und Verfahren zur Rehkitzrettung während der Grünlandmahd (Wildretter)
- 121 Entwicklung, Erprobung und Bewertung eines Ortungssystems mit Softwareanwendungen für Rinder auf Almen und Weiden basierend auf GPS- und GSM-Technologie (GPS-Weidemanagementsystem)
- 125 Entwicklung und Erprobung eines Tierortungssystems mit passiven SAW-Transpondern im Rahmen von Stallmanagementsystemen (SAW-Ortung)

128 Sektion 3: Fleischerzeugung und -qualitätssicherung

- 128 Strategien zur Vermeidung von Geruchsabweichungen bei der Mast unkastrierter männlicher Schweine (STRAT-E-GER)
- 131 Einsatz von polyphenolhaltigen Pflanzenextrakten und Präbiotika im Futter von Jungebern zur Verminderung von Ebergeruch (Ebergeruch)
- 134 Entwicklung und Erprobung eines stressfreien Betäubungs- und Tötungsverfahrens für Rinder aus ganzjähriger Freilandhaltung (Kugelschuss)
- 137 Entwicklung eines automatisierten Messverfahrens zur Sicherstellung einer vollständigen Entblutung von Schlachtschweinen (Entblutung)
- 140 Erforschung der Möglichkeiten zum Einsatz eines automatisierten Verfahrens zur Feststellung des Todeseintritts von Schweinen in industriellen Schlachtbetrieben (Todeseintritt)
- 143 Qualitative und quantitative Rahmenbedingungen der Ebermast (Ebermast)
- 146 Gekoppelte spektral-optische Verfahren zur mobilen Erfassung von Qualitäts-signaturen in der Dönerfleischproduktionskette (optimo-Fleisch)
- 149 Entwicklung antimikrobiell wirkender Verpackungslösungen für den Selbst-bdienungsbereich zur Verbesserung der Sicherheit und Haltbarkeit von Fleisch und Fleischerzeugnissen (Safe-Pack)
- 153 Entwicklung innovativer produktionsintegrierter mikrobiologischer Stufenkontrollsysteme in der Fleischerzeugung zur Reduktion von *Campylobacter* spp. und *Salmonella* spp. (InnoStep)
- 156 Aufbau eines marktgerechten Tierwohlprogramms in der Schweinefleischkette (Tierwohl)

161 Sektion 4: Pflanzenschutz

- 161 SmartDDS - Automatisierte Erkennung von Pflanzenkrankheiten mit mobilen Endgeräten und mobilem Internet zur zielgerichteten Nutzung von landwirtschaftlichen Entscheidungshilfesystemen (Mobile Bilderkennung)
- 163 Teilflächenspezifischer Fungizideinsatz in Getreide mit Hilfe neuartiger Sensoren (Fungi Precise)
- 167 Entwicklung bakterieller Antagonisten für den Feldeinsatz zur biologischen Kontrolle des Feuerbrands (ANTA-KON)
- 170 Züchtung von Birnensorten mit Resistenz gegen Birnenverfall (Resistenz-Birnenverfall)
- 173 Entwicklung von selbstadaptierenden LED-Fallen für den Unterglasanbau (LED-Falle)
- 176 Bekämpfung von Insekten mit olfaktorisch wirkenden Lockstoffen und Repellentien. Entwicklung innovativer Lockstofffallen für das Monitoring und den Massenfang von Vektoren von Phytoplasmen an Kernobst (BIO-LURE)
- 178 Schutz von Nutzpflanzen vor Bodenschädlingen mittels einer innovativen Attract-and-Kill-Strategie (ATTRACT)
- 182 Prophylaktischer Pflanzenschutz an Kulturpflanzen durch elektrogesponnenen Wundverschluss am Beispiel von Esca im Weinberg (Vinedress)
- 185 Validierung eines PCR basierten Lab-on-a-Chip-Systems für die Diagnose von Phytophthora-Arten (PhytoChip-Validierung)
- 187 Entwicklung eines biotechnologischen Pflanzenschutzmittels zur Bekämpfung von Oomyceten (Biotechoomy)

190 Sektion 5: Bienengesundheit

- 190 Entwicklung eines klimabasierten Prognosemodells zur Risikoeinschätzung der Nosemose (Kli-Nos)
- 193 Entwicklung innovativer Verfahren zur Messung und Vorhersage der Vitalität von Bienenvölkern (BiVi)
- 197 Referenzsystem für ein vitales Bienenvolk (FITBEE)
- 201 Entwicklung und Validierung eines non-invasiven, verhaltensbasierten Diagnostiktools zur Ermittlung der Bienenfitness (IDEA)
- 204 Partizipative Informationsplattform zum Schutz und zur Förderung von Wild- und Honigbienen (gEoBee)
- 209 Entwicklung von Kryotechniken für die Zucht von Honigbienen (LaBis)

211 Sektion 6: Produktkennzeichnung und Verbraucherinformation

- 211 System zur Kontrolle von Erzeugnissen mit Regionalauslobung mittels der Analytik stabiler Isotope: Durchführung eines Praxistests (Wasserzeichen)
- 214 Persönlicher Helfer für Entscheidungen am Point of Sale (PerHEPS)
- 216 Verbraucherinformationssystem zur Nutzung am Point of Sale (POS) zum Shelflife und Produkteigenschaften für Obst und Gemüse am Beispiel der Kiwi (*Actinidia deliciosa* cv 'Hayward') (KiwiInfo)
- 220 Open Product Data Information System (OPDIS)

223 Sektion 7: Fischerei und Aquakultur

- 223 Einsatz von Ölpressekuchen für die Herstellung qualitativ hochwertiger Futtermittel zur nachhaltigen Aufzucht von Forellen (ÖrüFiMi)
- 227 Entwicklung von Mikroalgenkonzentraten als Futtermittel für Copepoden zum Einsatz in der marinen Fischlarvenzucht
- 229 Entwicklung von Futtermittelzusatzstoffen auf der Basis von Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) zur Erhöhung der Appetenz gegenüber Futtermitteln mit hohen Anteilen pflanzlicher Rohstoffe in der Fischernahrung (Muschelextrakt)
- 233 Fischmehl- und-öl Ersatzstoffe für eine nachhaltige Aquakultur (FENA)
- 236 Systemische Verfahrensoptimierung der Edelfischaufzucht in rezirkulierenden Systemen (AquaEdel)
- 240 Entwicklung von kostengünstigen Futtermitteln für die Tropische Aquakultur für lokale/regionale Märkte (Fish for Food)
- 243 Entwicklung von Probiotika für die Produktion des Steinbutt in Kreislaufanlagen (ProBio)
- 246 Immunmodulierende Nahrungszusätze im Fischfutter für marine Plattfische (NEISFish)
- 250 Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Fischerei durch Entwicklung innovativer, praxistauglicher PAL-Warngeräte zur Minimierung von Schweinswal-Beifängen (Schweinswal/PAL)
- 254 Anpassung und Weiterentwicklung von innovativen, nicht-invasiven, Monitoringsystemen und Auswerteverfahren für die Fischereiforschung (AutoMAT)
- 259 Entwicklung von Spezialausrüstungen für Effizienz bei Aufzucht und Handling juveniler Zander (SPEFZA)

- 262 Entwicklung einer oralen Applikationstechnik zur Antikörper induzierten Wachstumssteigerung in der Aquakultur (AntiSoma)
- 265 Offshore-Site-Selection für die nachhaltige und multifunktionale Nutzung von Meeresarealen in stark genutzten Meeren am Beispiel der Nordsee (Offshore-Site-Selection)

270 Sektion 8: Tierernährung

- 272 Entwicklung innovativer pflanzlicher Futtermittelzusatzstoffe zur Verbesserung der Tiergesundheit und Effizienzsteigerung in der Produktion tierischer Lebensmittel (Nutriplant)
- 273 Sensorgeregelte Totale Mischration zur nährstoffoptimierten Fütterung von Milchkühen (SenToMiRa)
- 278 Frühwarnsystem zur Beurteilung der Nährstoffversorgung in Milchviehbeständen mittels Erfassung und Auswertung der Fress- und Wiederkäuaktivitäten (NutriCheck)
- 282 Innovationsforschung zum Futterwert von Getreide und seiner Verbesserung (GrainUp)

286 Sektion 9: Ressourceneffiziente Milchwirtschaft

- 286 Entwicklung und Nutzung neuer On-Farm-Verfahren zur Leistungsprüfung auf Gesundheitsstabilität und Fruchtbarkeit beim Deutschen Holstein (Breeding)
- 291 Nationaler Plan für eine nachhaltige Milchproduktion - Verbesserte Ressourcennutzung und Klimaeffizienz durch optimierte Eutergesundheit sowie innovative Diagnose-, Informations- und Integrationskonzepte (NaPlaNaMi)
- 294 Tool zur systemischen Erfassung und Optimierung der Nährstoffeffizienz in der Milchviehhaltung (Effizienz)
- 299 Ökonomische und bioverfahrenstechnische Energie- und Stoffstromoptimierung für die Milchwirtschaft (Ökobest)
- 302 Neue ressourcen- und energiesparende Prozesse zur Herstellung, Vertrieb/Logistik und Einsatz von Milch- und Molkekonzentraten als Ersatz für Milch- und Molkepulver (PROLOG)
- 305 Automatisierte Energiedatenerfassung und Monitoring für milchverarbeitende Betriebe (ENCOMO)
- 308 Energie- und Klimaeffizienz in der Milchindustrie durch intelligente Kopplung von Energieströmen (EKliM)

310 Sektion 10: Applikationstechnik im Pflanzenschutz

- 310 Adaption von Düsen und Sensoren zur Lückenschaltung am Sprühgerät – Voraussetzung zur präzisen Applikation von Pflanzenschutzmitteln im Obstbau (LADUS)
- 316 Entwicklung eines autonomen Plantagen-Pflege-Roboters mit elektrischen Antrieben unter besonderer Berücksichtigung der zeitgemäßen Pflanzenschutzmittelapplikationen im Obst- und Weinbau (PlantagenRoboter)
- 320 Entwicklung und Praxistest eines Direkteinspeisungssystems ohne Verzögerungszeiten zur Teilflächenapplikation von Pflanzenschutzmitteln (Direkteinspeisung)
- 324 Entwicklung innovativer Beiztechniken für Getreidebeizanlagen zur Vermeidung von Staubemissionen bei Saatgut für einen nachhaltigen, umweltsicheren Pflanzenbau (Beiztechnik)
- 327 Optimierung des Bewegungsverhaltens von Spritzgestängen (Bewegung Spritzgestänge)
- 331 Entwicklung und Praxistest einer Prüfeinrichtung zur Bewertung von automatischen Gestängesteuerungen an Spritz- und Sprühgeräten für Flächenkulturen (Prüfeinrichtung Gestängesteuerung)
- 334 Entwicklung eines unbemannten Hubschraubers als umweltschonendes und abdriftminderndes Rebschutz-Applikationsgerät für den Steillagenweinbau (UAV)

337 Sektion 11: Bewässerung

- 337 Intelligente Funkbasierte Bewässerung (IFuB)
- 341 GPS- und servergestütztes Beratungssystem zur Bewässerungssteuerung nach Klimatischer Wasserbilanz von Gemüse (GS-Mobil)
- 344 Ressourcenmanagement – Umsetzung moderner Strategien der Bewässerung zur Qualitätssicherung in weinbaulichen Großprojekten (Bewässerung)
- 347 Wassersparendes Bewässerungsverfahren durch mehrphasige Streifenapplikation (StreifApp)
- 350 Entwicklung eines drahtlosen CO₂-Bodensensors zur Wasserstressbestimmung und effizienten teilflächenspezifischen Bewässerung von Nutzpflanzen (CWB)
- 353 Bewässerungssteuerung im Obstbau – Ausbringung minimaler Wassermengen bei hoher Sicherheit für den Anbauer unter Berücksichtigung des Fruchtwachstums (Bewässerung Obstbau)



Grußwort

Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) nimmt vielfältige Aufgaben im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) wahr. Unsere Kompetenz liegt in der Umsetzung von Maßnahmen zur Stärkung einer nachhaltigen Agrar- und Ernährungswirtschaft, der Fischerei sowie der ländlichen

Entwicklung. Wesentliche Bereiche sind dabei die Regelung von Marktangelegenheiten, Genehmigungs- und Kontrollverfahren, Internationale Zusammenarbeit sowie Programme und Forschungsförderung. Letztere umfassen neben der Innovationsförderung auch andere Förderprogramme, wie die Agrarforschung und das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN). Im Bereich der Innovationsförderung sind außerdem die fachliche Betreuung von Förderprogrammen der Landwirtschaftlichen Rentenbank und die Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP) angesiedelt.

Innovationen sind der Motor der Agrarbranche!

Das Programm zur Innovationsförderung wird seit 2006 durch uns als Projektträger umgesetzt. Ziel des Programms ist die Unterstützung von technischen und nicht-technischen Innovationen in Deutschland. Durch die Stärkung der wirtschaftlichen Innovationskraft, die Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen, die Schonung natürlicher Ressourcen und die Verbesserung der Arbeitsbedingungen wird die Wettbewerbsfähigkeit in den Sektoren Landwirtschaft und Ernährung gestärkt. Im Rahmen dieser zweitägigen Veranstaltung soll nun ein Überblick über die vielfältigen Forschungsvorhaben und deren Erfolge aus dem Förderbereich des Programms gegeben werden.

Besonders freue ich mich, dass in diesem Jahr mit dem Forum „Forschung – Innovation – Produkt“ ein neuer Rahmen geschaffen wird, innovative Produkte beispielhaft zu erleben. Diese technischen Innovationen wurden im Rahmen der geförderten Verbundvorhaben entwickelt.

Ich wünsche allen Teilnehmern einen interessanten und erfolgreichen Tagungsverlauf. Entwickeln Sie weiter neue Ideen, Bedarf gibt es genug! Wir unterstützen Sie gerne dabei.

Dr. Hanns-Christoph Eiden
Präsident der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

Einleitung

Das Programm zur Innovationsförderung des Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft wird durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung als Projektträger (ptble) umgesetzt.

Geförderte Projekte zeichnen sich durch eine enge Kooperation zwischen Forschungseinrichtungen und wirtschaftlichen Unternehmen aus. Dabei ist die Ausführung der innovativen Idee bis hin zur Entwicklung eines marktreifen Produktes oder Verfahrens das Ziel.

Seit dem Start des Innovationsprogramms im Jahr 2006 wurden bis heute 1.180 Skizzen von Unternehmen und kooperierenden Forschungseinrichtungen zu vom BMEL veröffentlichten Bekanntmachungen eingereicht. Davon konnten bisher über 330 vielversprechende und zukunftsweisende innovative Verbundprojekte mit einem Gesamtvolumen von rund 230 Millionen Euro gefördert werden.

Die Innovationstage finden mit stetig steigendem Umfang zum 5. Mal statt. In diesem Jahr wurden ca. 100 aktuelle Projekte ausgewählt, die in 11 Fachsektionen präsentiert und diskutiert werden. Übergeordnete Schwerpunkte sind „Technik im Pflanzenbau“, „Tierhaltungsmanagement“ und „nachgelagerte Bereiche in der Lebensmittelkette“. Neben Projektpräsentationen aus dem klassischen Nutztiersektor werden dieses Mal auch „Fischerei und Aquakultur“ sowie „Bienen-gesundheit“ thematisiert.

Die Innovationstage 2014 bieten, wie auch in den vergangenen Jahren, Gelegenheit für einen intensiven Erfahrungsaustausch zwischen den Teilnehmern aus Forschung, Wirtschaft und Industrie.

Zur Veranschaulichung werden die Ergebnisse einzelner Projekte, die mit dem Programm zur Innovationsförderung bzw. der Deutschen Innovationspartnerschaft Agrar (DIP) gefördert werden, im Forum „Forschung – Innovation – Produkt“ in Form von Ausstellungsständen vorgestellt.

Das Team vom Projektträger Innovationsförderung freut sich über konstruktive Diskussionen und einen ertragreichen Erfahrungsaustausch in Bonn!

Plenumsvortrag 1

„Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskonzepte für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung“ (LeguAN)

„LeguAN - Innovative functional food and feed products based on regional grain legumes with special consideration of the whole food supply chain“

Projektlaufzeit:

01.10.2011 bis 31.03.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Sascha Rohn

Universität Hamburg, Institut für Lebensmittelchemie, Hamburg

Verbundpartner

Prof. Dr. Bernhard C. Schäfer

Fachhochschule Südwestfalen, FG Spez. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Soest

Prof. Dr. Monika Schreiner

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V.,
Großbeeren

Prof. Dr. Ulf Stahl

TU Berlin, Institut für Biotechnologie, FG Mikrobiologie und Genetik, Berlin

Prof. Dr. Dietrich Knorr

TU Berlin, Institut für Lebensmitteltechnologie, FG Lebensmittelbiotechnologie
und -prozessertechnik, Berlin

Dr. Oliver Schlüter,

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Potsdam

Rosemarie Schneeweiß

Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V., Nuthetal

Prof. Dr. Andreas F.H. Pfeiffer
Deutsches Institut für Ernährungsforschung, Abt. Klinische Ernährung,
Potsdam-Rehbrücke

Mitantragstellende Industriepartner

Dr. Stefan Lütke-Entrup
14 KMU im Bereich der Leguminosenzüchtung vertreten durch die Gemeinschaft
zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V., Bonn

Dr. Sebastian Glende
YOUSE GmbH, Berlin

Dr. Jörg Ehlbeck,
neoplas GmbH, Greifswald

Industriepartner

Dr. Carola Funk
Kampffmeyer Food Innovation GmbH, Hamburg

Prof. Dr. Bernhard van Lengerich
General Mills Inc., Minneapolis/USA

Henk-Jaap Meijer
Emsland-Stärke GmbH, Emlichheim

Wolfram Eismann
anona-nährmittel C.L. Schlobach GmbH, Colditz

Andreas Swoboda
tegut... Gutberlet Stiftung & Co., Fulda

Holger Storch
Viba sweets GmbH, Schmalkalden

Dr. Lutz Popper
SternEnzym GmbH & Co. KG, Ahrensburg

Lenkungsgremium

Dr. Manuela Specht
Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP)

Dr. Olaf Sass
Gesellschaft für Pflanzenzüchtung e.V. (GPZ)

Prof. Dr. Peter Wehling
Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für
Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen, Groß Lüsewitz

Dr. Edeltraud Mast-Gerlach
Innovationszentrum Technologien für Gesundheit und Ernährung der TU Berlin

Prof. Dr. Herbert Buckenhüskes
Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. (DLG), Frankfurt

Martin Jahn
Emsland-Aller Aqua GmbH

Prof. Dr. Friedrich Meuser
Berlin-Brandenburgische Gesellschaft für Getreideforschung e.V.

Prof. Dr. Andreas F.H. Pfeiffer
Deutsche Endokrinologische Gesellschaft

Prof. Dr. Andreas F.H. Pfeiffer
Deutsche Diabetes Gesellschaft

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist die effiziente und marktgerechte Herstellung von innovativen Lebensmitteln und -zutaten (Halbfertigerzeugnisse) auf der Basis von heimischen Leguminosenarten wie Erbse (Körnerfuttererbse und Gemüseerbse) und Ackerbohne.

Realisierung

Für Leguminosen-basierte Lebensmittel bildet das Wissen über die von Verbrauchern gewünschten bzw. gut akzeptierten Produkte die Basis für eine wirtschaftlich Erfolg versprechende Entwicklung sowie für die am besten zur Vermarktung geeigneten Argumente. Um hierüber Aussagen tätigen zu können, werden umfangreiche Befragungen und Tests mit potenziellen Verbrauchern während der gesamten Projektlaufzeit durchgeführt. Dabei wird das Augenmerk verstärkt auf den gesundheitsbeeinflussenden Nutzen genannter Lebensmittel gelegt, da viele Inhaltsstoffe zur Prävention von

degenerativen Krankheiten geeignet sind. Oftmals sind jedoch die Zusammenhänge und Interaktionen der einzelnen Inhaltsstoffe und den entsprechenden gesundheitsbeeinflussenden Wirkungen noch nicht hinreichend geklärt. Leguminosen sind besonders reich an ernährungsphysiologisch wertvollen Pflanzenproteinen und bioaktiven sekundären Pflanzenstoffen. Der Einfluss beider Fraktionen sowie deren Wechselwirkungen untereinander im Hinblick auf antidiabetogene Effekte der Leguminosen beim Menschen sollen im Rahmen dieses Vorhabens belegt werden, um die Bedeutung von Leguminosen-basierten Produkten zu erhöhen.

Nach eingehender Charakterisierung der Proteinfractionen und sekundären Pflanzenstoffen (Flavonoide, Saponine) sollen durch eine anschließende Modifizierung der Proteinfractionen mit Hilfe innovativer Technologien wie Hochdruck, Extrusion, Niedertemperaturplasma oder auch Fermentation, die funktionellen Eigenschaften der Einzelkomponenten sowie deren Interaktionen und Funktionen verändert werden. Dadurch wird die Entwicklung innovativer Produkte mit hohem Nährwert unter ganzheitlicher Nutzung der Hülsenfrucht ermöglicht.



Abb. 1: Projektlogo

Ergebnisse

Mittlerweile konnten in fast allen Teilprojekten hervorragende Ergebnisse erzielt werden.

1) Durch die Befragung ausgewählter Leguminosen-anbauender Landwirte, die federführend von der Fachhochschule Südwestfalen durchgeführt wurde, konnten wichtige ökonomische und ökologische Vorteile des Leguminosenanbaus identifiziert werden.

2) Nach erfolgter Basischarakterisierung der Proteine und sekundären Pflanzenstoffen in den Erbsensamen, Erbsenschalen und den extrahierten Proteinisolaten wurden die Proben auch hinsichtlich ihrer Trypsin-Inhibitor-Aktivität vergleichend untersucht. Die Proben wurden auf bereits bekannte Saponine und Flavonoide hin analysiert und weitere, noch nicht bekannte Verbindungen identifiziert und charakterisiert. Anschließend wurde anhand der unterschiedlichen Flavonoidglycosid-Profile eine Auswahl an Kandidatengen aus dem Flavonoidbiosyntheseweg getroffen, die für die unterschiedlichen

Flavonoidglycosidprofile verantwortlich sein könnten. Für diese Untersuchungen standen 12 verschiedene Sommer-, 6 Wintersorten sowie 42 Zuchtlinien zur Verfügung.

3) Ein wesentliches Zwischenziel des Projektes war die Entwicklung von Lebensmittelprototypen für den Einsatz in der geplanten Humaninterventionsstudie, die im Juli 2013 gestartet ist. In dieser Studie werden die ernährungsphysiologischen Vorteile im Bereich der Diabetesprävention durch Konsum von Pflanzenproteinen ermittelt. Zur Diversifizierung der Angebotsformen von Leguminosen wurden einerseits die Möglichkeiten der mahlentechnischen Aufbereitung untersucht und andererseits die Verarbeitung der Leguminosenprodukte mittels Extrusion durchgeführt.

Die Produkte für die Humanstudie wurden in Kooperation mit den Projektpartnern in mehreren Sitzungen verkostet und bewertet, sodass eine Auswahl getroffen werden konnte, welche Produkte für die Durchführung der Studie zum Einsatz kommen. Teil-

weise wurde durch die Optimierung der Herstellungsverfahren der Produkte die Qualität noch weiter verbessert. So wurden z.B. die Krumenstruktur und die Haltbarkeit der Leguminosenbrote durch Anpassung der Backbedingungen verbessert.

5) Aufgrund des erfolgreichen Verlaufs des Projektes, sprach das BMEL durch die BLE im Oktober 2012 eine Einladung zur Vorstellung der ersten Ergebnisse auf der Internationalen Grünen Woche 2013 aus. Auf einem eigenen Messestand konnten die entwickelten Lebensmittel einem breiten Publikum vorgestellt werden.

Darüber hinaus wurde das Projekt auch in das Bühnenprogramm der Sonderschau des BMEL eingebunden. Zusammen mit dem Sternekoch Alexander Dressel vom Bayrischen Haus in Potsdam, wurden die entwickelten Nudeln aus Erbsenmehl in der Showküche zubereitet und dem Publikum angeboten (Abb. 2).

Durch die Befragung der verkostenden Messebesucher konnten weitere wertvolle Daten zur Konsumentenakzeptanz erhoben werden. Das Interesse an diesen Produkten ist sehr hoch, da die Nudeln aufgrund der Glutenfreiheit eine gute



Abb. 2: Internationale Grüne Woche, Berlin 2013, Kochshow



Abb. 3: Internationale Grüne Woche, Berlin 2013, Besuch der Bundesministerin a. D. am Messestand

Alternative zu herkömmlichen Pastaprodukten (aus Weizenmehl) darstellen. Eine besondere Aufmerksamkeit wurde dem Team der Standbetreuung zuteil, als Frau Bundesministerin Ilse Aigner am Vortag der offiziellen Eröffnung den Stand besuchte und sich ausführlich informierte (Abb. 3).

(Geplante) Verwertung

Die Arbeiten sollen das Marktpotential bzw. die Vermarktungschancen für Leguminosenprodukte erhöhen und gleichzeitig den Anbau von Leguminosen vor allem in dafür besonders geeigneten traditionellen Regionen (Erbsen: Sachsen-Anhalt, Thüringen, Sachsen und Teile Brandenburgs; Ackerbohnen: westliche Bundesländer mit ausreichenden Niederschlägen vor allem in den Sommermonaten) deutlich wiederbeleben. Die im Projekt durchgeführten Studien zur Verbraucherakzeptanz wird die Produktentwicklung zielgerichtet begleiten.

Mit innovativen technologischen Ansätzen sollen die steigende Nachfrage nach hochwertigen pflanzlichen Proteinen weiterhin auf effiziente Weise abgedeckt, neue Produktinnovationen entwickelt werden. In den Arbeiten ist die gesamte Wertschöpfungskette berücksichtigt, um nachhaltige Entwicklungskonzepte und eine hohe Akzeptanz des Verbrauchers auf allen Ebenen – von der Pflanzenzüchtung bis zum Konsum – gewährleisten zu können.

Plenumsvortrag 2

„Webbasierter interaktiver Pflanzenbau am Beispiel der robotergestützten Beikrautregulierung in Gemüse“ (RemoteFarming.1)

„Web-Based Interactive Crop Farming at the Example of Robotic Weed Control in Vegetables“ (RemoteFarming.1)

Projektlaufzeit

01.10.2011 bis 31.12.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Arno Ruckelshausen

Hochschule Osnabrück, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik,
Osnabrück

Verbundpartner

Dr. Florian Rahe

Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Hasbergen-Gaste

Dr. Slawomir Sander

Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Prof. Dr. Dieter Trautz

Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur,
Osnabrück

Kurzfassung

Ziel

Das Projekt RemoteFarming.1 verbindet innovative Agrartechnologien mit webbasierten interaktiven Kommunikationstechniken. Dabei wird ein autonomer Feldroboter (auf Basis des Boniturroboters „BoniRob“) entwickelt, der mit Aktoren zur mechanischen Beikrautregulierung ausgestattet ist. Die Beikräuter in der Reihenkultur Möhre werden dabei jeweils einzeln bearbeitet. Dazu werden Bilddaten von Kameras via Internet übertragen und stehen außerhalb des Feldes zur Verfügung. Von einem menschlichen

„Bildverarbeiter“ werden die Beikräuter an einem Bildschirmarbeitsplatz identifiziert und die Positionen zurück auf den Roboter zur Beikrautregulierung übertragen. Das Gesamtsystem ist dabei mit Hilfe des Menschen in der Lage, ohne automatische Bildverarbeitung eine hochgenaue Beikrautregulierung vorzunehmen. Dieser Stand wird als RemoteFarming.1a bezeichnet (Abb. 1). Durch die Bereitstellung selektiver vorverarbeiteter Bilder wird zusätzlich ein stufenweise weiter automatisiertes System mit Bildverarbeitung realisiert, welches dem Anwender eine Beikrautregulierungsaktion vorschlägt, der Anwender jedoch die letzte Entscheidung hat (RemoteFarming.1b).



Abb. 1: Prozesskette „RemoteFarming.1a“

Realisierung

Als Fahrzeugplattform wurde von dem autonomen Feldroboter BoniRob ausgegangen, der in einem Vorgängerprojekt zur Pflanzenphänotypisierung entwickelt wurde. Das System wurde als modulare Plattform mit dem Fokus auf Robustheit und vielfältige Einsatzmöglichkeiten („App-Konzept“) weiterentwickelt und steht als Trägerplattform für die RemoteFarming-Komponenten zur Verfügung. Neben den mechanischen und elektrischen Schnittstellen bestimmt insbesondere die Software-Schnittstelle von BoniRob/App die Komplexität des Gesamtsystems.

Mehrere bildgebende 3D- und Kamerasysteme sind zur autonomen Navigation in den Möhrendämmen, zur Übertragung eines „Suggestivbildes“ an den Telearbeitsplatz, zur Unkrautdetektion und zur Feinjustierung des Aktors erforderlich. Als Manipulator wurde ein Deltaroboter konzipiert, der bzgl. Geschwindigkeit und Gewicht als optimal angesehen wird. Nach der schnellen Positionierung des Manipulators auf Grundlage der Bildverarbeitungsergebnisse wird unter Nutzung der Kamera am Manipulator eine Feinjustierung der Aktorposition vorgenommen (siehe Abb. 2). Als Aktor wurde das neuartige, mechanische Beikrautregulierungswerkzeug „Hülsenstempel“ entwickelt. Der Hülsenstempel besteht aus einer Hülse in deren Inneren ein Stempel geführt wird, der - durch einen Elektromotor angetrieben - das Beikraut beschädigt und in den Boden drückt.

Zur Entwicklung sowie zum Test der Komponenten wurde ein dynamischer Messtand (Förderband) genutzt, bei dem sich die Pflanzen auf dem Band unter definierten Bedingungen an den Sensoren und Aktoren vorbei bewegen. Zur Entwicklung des Aktors wurden verschiedene Optionen evaluiert und im Rahmen umfangreicher Versuche im Gewächshaus untersucht, insbesondere hinsichtlich des Wiederaufkeimens der Pflanzen nach der mechanischen Unkrautregulierung.



Abb. 2: Manipulator mit Aktor (Hülsenstempel) und Kamera zur Feinjustierung

Die offene Software-Umgebung ROS (Robot Operating System) wird für die Kommunikation der Module (z.B. Navigation, Sensorik, Aktor) verwendet und ermöglicht paralleles Arbeiten sowie die Simulation der Prozesse. Um eine Beikrautmarkierung durch einen Telearbeiter im Rahmen des RemoteFarming Prozesses zu ermöglichen, wurde ein auf dem Industrie-PC des Feldroboters lauffähiger Embedded-Webserver entwickelt. Dieser registriert sich bei einem Internetserver, der so weltweiten Zugriff auf die durch den Embedded-Webserver bereitgestellte GUI ermöglicht.

Ergebnisse

Die technologischen Einzelkomponenten wurden konzipiert, realisiert und in den entsprechenden Laborumgebungen getestet und optimiert. Dies betrifft die Auswahl und Umsetzung der Bildaufnahmetechnik (im sichtbaren und NIR-Spektralbereich sowie mit 3D-Laser- und Kamerasystemen), den Aufbau der Simulationsumgebungen und des Teststandes, das Kommunikationsnetzwerk und die Ablaufsteuerung mit ROS sowie das Webinterface für den „Remote Farmer“. Die umfangreichen pflanzenbaulichen Versuche mit den Aktoren zur Beikrautregulierung haben zur beschriebenen Aktorentwicklung geführt.



Abb. 3: BoniRob im Feldversuch

Die Systemkomponenten wurden in den Feldroboter zu einem Gesamtsystem integriert. Anschließend wurden zahlreiche Feldtests des RemoteFarming.1a Systems unter Mithilfe von Projektmitarbeitern aller Partner durchgeführt. Dabei wurden Fahrversuche mit der neuentwickelten BoniRob Plattform in Reihen- und Dammkulturen durchgeführt. Das Kamerasetup wurde auf die Feldsituation hin angepasst und in umfangreichen Tests eine große Menge an Bilddaten erfasst, die für die Entwicklung von Beikrautklassifizierern im Rahmen von RemoteFarming.1b genutzt wird. Weiterhin wurde der Aktor auf seine Wirksamkeit getestet, parallel durchgeführte Ist-Datenerhebungen sind wichtige Daten zur Abschätzung der Leistungsfähigkeit des Systems im Vergleich zur manuellen Jätarbeit (siehe Abb. 3).

(Geplante) Verwertung

Die Integration eines Manipulators mit einem Beikrautaktor in eine flexible autonome Feldroboterplattform stellt eine herausragende Option für Forschung im Umfeld der Agrartechnik dar. So resultieren aus den Arbeiten bereits weitere Projekte, z.B. zur Integration eines Bodensensors (Penetrometer) in Verbindung mit der GPS-gesteuerten BoniRob-Plattform bis hin zur App-Entwicklung durch externe Partner (z.B. Universität Wageningen).

Auf Grundlage der Ergebnisse des abgeschlossenen Projektes BoniRob und des laufenden Vorhabens RemoteFarming.1 hat das Konsortium (insbes. die beteiligten Unternehmen) – auch durch zahlreiche Gespräche mit möglichen Anwendern – die Verwertung der Ergebnisse diskutiert und analysiert. Als Ergebnis dieses Prozesses zur geplanten Verwertung wird eine Spinoff-Plattform durch den Kooperationspartner Bosch gegründet, die federführend Teile der Forschungsergebnisse der Projekte BoniRob und RemoteFarming in Produkte umsetzen soll. Die Entwicklungen erfolgen in Kooperation mit den anderen Projektpartnern Amazone und Hochschule Osnabrück.

Plenumsvortrag 3

„Anwendungsorientierte Untersuchungen zur *in ovo*-Geschlechtsbestimmung beim Haushuhn (*Gallus gallus f. dom.*)“ (In-Ovo II)

“Application-oriented studies on the *in ovo* gender determination in the domestic fowl (*Gallus gallus f. dom.*)”

Projektlaufzeit

01.01.2012 bis 31.12.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. M.-E. Krautwald-Junghanns, PD Dr. T. Bartels
Universität Leipzig, Klinik für Vögel und Reptilien

Verbundpartner

Prof. Dr. A. Einspanier
Universität Leipzig, Veterinär-Physiologisch-Chemisches Institut

Dipl.-Ing. (FH) B. Fischer

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Institutsteil Dresden

Prof. Dr. E. Koch, PD Dr. G. Steiner

Technische Universität Dresden, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, AG Klinisches Sensing und Monitoring

Prof. Dr. J. Popp

Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Physikalische Chemie

Prof. Dr. R. Preisinger, Dr. A. Förster

Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven

Dipl.-Ing. R. Sydow

arxes Information Design Berlin GmbH, Eberswalde

Kurzfassung

Ziel

Innerhalb des Wirtschaftsgeflügels nimmt das Haushuhn sowohl als Eierproduzent als auch als Fleischlieferant eine herausragende Position ein. Eine hohe negative Korrelation zwischen Legeleistung und Mastleistung verhindert allerdings die gleichzeitige Optimierung beider Nutzungseigenschaften. So entstanden im Laufe der Zeit durch Züchtung spezialisierte Linien von Wirtschaftshühnern, die sich entweder durch eine leistungsfähige Produktion von qualitativ hochwertigen Eiern auszeichnen oder aber sich für eine effiziente Fleischproduktion eignen. Während die Hennen der Mastlinien ebenfalls gemästet werden, können Hähne aus Legelinien jedoch nicht wirtschaftlich aufgezogen und vermarktet werden. Zurzeit werden daher allein in Deutschland die jährlich etwa 40 Mio. bei der Legehennenvermehrung anfallenden männlichen Nachkommen anhand ihrer Daunenfärbung bzw. Schwungfederentwicklung unmittelbar nach dem Schlupf aussortiert und anschließend mittels CO₂-Begasung oder im Homogenisator getötet.

Von dieser Problematik sind nicht nur die konventionellen Eierproduzenten, sondern auch die nach ökologischen Richtlinien wirtschaftenden Legehennenhalter betroffen. Ziel der Forschungsarbeiten ist es daher, Vorgehensweisen zu erarbeiten, die bereits vor dem Schlupf der Küken eine präzise Geschlechtsbestimmung zu einem Zeitpunkt ermöglichen, an dem nach gegenwärtigem Kenntnisstand noch keine Schmerzempfindungsfähigkeit des Hühnerembryos zu erwarten ist, also vor dem 10,5. Bebrütungstag. Die angewandte Untersuchungstechnik muss dabei später auch schnell und möglichst kostengünstig durchführbar sein und darf keine deutliche Verringerung der Schlupfrate bzw. der Tiergesundheit der Legehennen nach sich ziehen.

Realisierung

Im Rahmen eines interdisziplinär zusammengesetzten Forschungsverbundes werden seit geraumer Zeit Ansätze für eine Geschlechtsbestimmung im Ei entwickelt und auf ihre Praxistauglichkeit geprüft. Der Schwerpunkt liegt dabei auf ausgewählten spektroskopischen Methoden bzw. endokrinologischen Nachweisverfahren, die hinsichtlich ihrer Eignung für eine *in ovo*-Geschlechtsbestimmung unter Praxisbedingungen getestet werden.

Ergebnisse

Ein vielversprechender Ansatz beschäftigt sich mit den Möglichkeiten einer Geschlechtsdiagnostik anhand schwingungsspektroskopischer Methoden. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand bietet derzeit die Nah-Infrarot-(NIR)-Raman-Spektroskopie unter Praxisbedingungen das größte Potenzial für eine *in ovo*-Geschlechtsdiagnose. Bei der Raman-spektroskopischen Messung wird Licht einer definierten Wellenlänge auf das Untersuchungsobjekt eingestrahlt und das Spektrum des gestreuten Lichtes analysiert. Da die Moleküle der Zellinhaltsstoffe charakteristische Spektren aufweisen, lassen sich gesuchte Substanzen anhand von Referenzspektren identifizieren. Versuchsreihen ergaben, dass eine spektroskopische Geschlechtsbestimmung am bebrütungsfähigen Ei bereits ab dem 3. Inkubationstag möglich ist. Die Geschlechtsbestimmung erfolgt

kontaktfrei, weshalb kein Material aus dem Ei entnommen werden muss und kein Risiko einer Kontamination besteht. Weiterhin entfällt die Reinigung und Desinfektion bzw. der Ersatz von Geräten oder Geräteteilen nach jeder Messung, weshalb auch nur sehr geringe laufende Verbrauchskosten entstehen. Die einzigen absehbaren variablen Kosten des gesamten Prozesses bestehen neben der Entnahme der Bruteier aus den Brutschränken im Verschluss der Schalenperforation von als „weiblich“ determinierten Eiern mittels biokompatiblen Klebeband. Die Messdauer pro Ei beträgt gegenwärtig unter Laborbedingungen ohne jegliche Optimierung ca. 10 Sekunden. Durch Erweiterung des Arbeitsabstandes unter Nutzung externer Faserköpfe und spezieller Objektive sollen die Messvorgänge zeitnah optimiert werden. Bislang gibt es keine Anzeichen einer gravierenden Verminderung der Schlupfrate. Die Ergebnisse eines Großversuchs hierzu können voraussichtlich zum Vortrag anlässlich der Innovationstage präsentiert werden.

Ein weiterer Forschungsansatz befasst sich mit der endokrinologischen Geschlechtsbestimmung. Hier werden die ab dem 9. Inkubationstag signifikant unterschiedlichen Hormonkonzentrationen in der Allantoisflüssigkeit männlicher und weiblicher Embryonen genutzt. Insbesondere Östradiol und Östronsulfat stellen geeignete Marker für eine *in ovo*-Geschlechtsdiagnose dar. Durch Perforation der Kalkschale sowie anschließende Entnahme und Analyse der Allantoisflüssigkeit auf ihren Hormongehalt kann eine Geschlechtsbestimmung vorgenommen werden. Ein Verschluss der Eröffnungsstelle ist aufgrund der minimal-invasiven Perforationstechnik nicht notwendig. Bei Probenahmen am 10. Bebrütungstag wurde eine 98 %ige Prognosegenauigkeit erreicht. Im Vergleich zu Kontrollgruppen war hier die Schlupfrate der beprobten Eier lediglich 3 % geringer. Darüber hinaus wurden keine signifikanten Unterschiede in der Lebendmasse der Eintagsküken aus Versuchs- und Kontrollgruppen festgestellt.

Auch hinsichtlich der Leistungsparameter der aus beprobten Eiern geschlüpften Hennen konnten bislang keine signifikanten Veränderungen der Legeleistung, der Eimasse sowie des Futterverbrauchs dokumentiert werden. Das Analyseverfahren nimmt derzeit noch ca. 3 h in Anspruch und kostet etwa 12 Cent pro getestetem Ei und damit ca. 30 Cent pro Legehennenküken zuzüglich der Eibearbeitung, aber es wird an einer Verkürzung der Analysedauer und an einer Senkung der laufenden Verbrauchskosten gearbeitet.

(Geplante) Verwertung

Die Vermeidung der routinemäßigen Tötung männlicher Eintagsküken im Rahmen der Legehennenvermehrung ist von erheblicher ethischer, rechtlicher und gesellschaftspolitischer Tragweite. Weltweit wird der Bestand an Legehennen gegenwärtig auf ca. 4,93 Billionen Individuen geschätzt, die den derzeitigen Weltbedarf von etwa 65,5 Mio. Tonnen Eiern pro Jahr produzieren. Auf internationaler Ebene könnte die Entwicklung eines praxistauglichen Verfahrens künftig zur Vermeidung der Tötung einer entsprechenden Anzahl männlicher Legehybriden beitragen und damit einen wertvollen Beitrag zum Tierschutz in der Nutzflügelhaltung liefern.

Sektion 1: Technik im Pflanzenbau

„Entwicklung eines Prozesscomputers zur elektronischen Kontrolle der Silierguteinlagerung in Folienschläuchen“ (EPEKSIFO)

„Development of a processing computer for the electronically control of silage storage in silo bags“

Projektlaufzeit

01.04.2011 bis 31.03.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Wolfgang Büscher

Institut für Landtechnik, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn,
Verfahrenstechnik der Tierischen Erzeugung, Bonn

Verbundpartner

BAG Budissa Agroservice GmbH
OT Kleinbautzen, Malschwitz

Kurzfassung**Ziel**

Die Einlagerung von Futtermitteln in Siloschläuchen stellt neben der Silierung in Flachsilos, Hochsilos und Wickelballen ein alternatives Verfahren zur anaeroben Konservierung dar. Das Prinzip der Folienschlauchsilierung besteht darin, Siliergut mittels einer speziellen Maschine verdichtet durch einen Tunnel in einen anschließenden Folienschlauch zu pressen. Dadurch wird weiterer Luftzutritt zum Siliergut ausgeschlossen, womit es nach einer kurzen Phase der Restatmung schnell zu sauerstofffreien Bedingungen für die gewünschte Milchsäuregärung im Siliergut kommt. Um eine ausreichende Siliergutverdichtung im Silostock zu erreichen, ist ein manuelles Bremssystem vom Maschinenbediener ständig zu überwachen und anzupassen. Der so erzeugte Pressdruck wirkt sich auf die Homogenität des Schlauches aus. Daher ist die aktuelle

Befüllung und somit auch die entstehende Schlauchkontur stark von der Erfahrung und vom Geschick des Maschinenbedieners abhängig (MAACK, 2009). Das Hauptziel dieses Projektes bestand darin, die manuelle Bremsdrucksteuerung bei der Folienschlauchsilierung zu automatisieren. Die dafür entwickelte Messtechnik sollte nach Vorversuchen im kleintechnischen Maßstab an einer Praxismaschine installiert und getestet werden. Prozessrelevante Parameter galt es mit der entwickelten Regelsoftware und Messtechnik zu dokumentieren, so dass sie nach der Ernte dem Lohnunternehmer oder dem Landwirt zur Verfügung standen.

Des Weiteren wurde untersucht, welchen Einfluss eine veränderte Bremsdruckeinstellung auf die erzielbare Lagerungsdichte und die Ausnutzung des Schlauchvolumens hat. Es wurde geprüft, ob durch die automatische Bremsdruckregelung die Substrateinlagerung optimiert werden kann um zukünftig auf die standardmäßige manuelle Steuerung des Maschinenbedieners zu verzichten. In dieser Ausführung werden ausschließlich die Untersuchungen dargestellt, die an Maissilageschläuchen durchgeführt wurden.

Realisierung

In den Untersuchungen wurden Lasersensoren mit Hilfe eines Halterahmens an der Rückseite des Presstunnels um den Schlauch herum angebracht (vgl. Abb. 1). Zwei dieser Sensoren wurden jeweils links und rechts an der Maschine positioniert, so dass über die Differenz der Abstände zum gefüllten Schlauch der horizontale Durchmesser berechnet werden konnte. Der dritte Sensor wurde oben am Rahmen angebracht und gab den Wert der aktuellen Schlauchhöhe wieder.

Über einen Algorithmus in Kombination mit einem Korrekturfaktor kann ständig der aktuelle Schlauchquerschnitt, der Umfang und damit auch die Foliendehnung berechnet werden. Mittels eines Weggebers wird die bereits abgelegte Schlauchlänge erfasst



Abb. 1: Aufbau der Halterung und der Abstandssensoren (Kreise) an der modifizierten Siloschlauchpresse

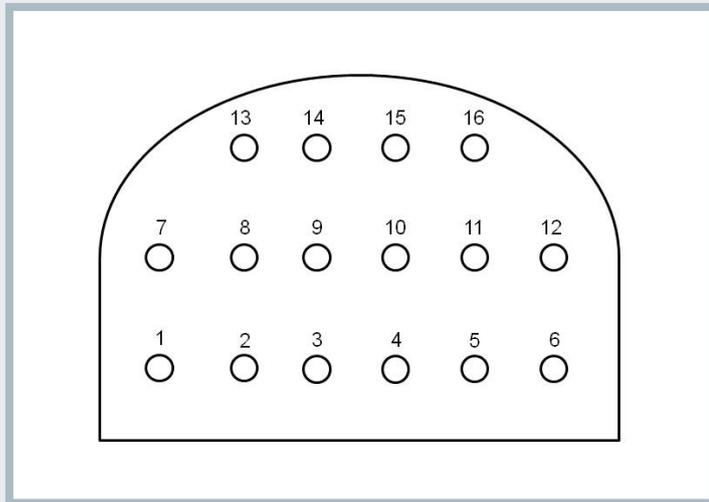


Abb. 2: Beprobungsmuster zur Ermittlung der Dichteverteilung (links), Probenbohrer (rechts)

und über Kombination mit den zugeordneten Querschnitten das Gesamtvolumen des erzeugten Schlauches aufsummiert. Sämtliche Daten werden während der Einlagerung von der entwickelten Software auf einem Prozessrechner dokumentiert.

Wird ein zu Beginn vorgegebener Dehnungsbereich während der Einlagerung überschritten, reagiert die Software mit einem Befehl an das Regelventil zum Absenken des Bremsdruckes. Als Folge verringert sich der Verdichtungsdruck im Presstunnel und damit auch die Foliendehnung des befüllten Schlauchabschnittes. Anders herum wird der Bremsdruck wieder hochgeregelt, wenn die Dehnung einen bestimmten Wert unterschreitet.

Nach Abschluss der Silierung wurden die Silos geöffnet um Dichte- und Qualitätsuntersuchungen durchzuführen. Diese Untersuchungen sollten zeigen, inwiefern sich unterschiedliche Dehnungsvarianten auf das Siliergut bei der Auslagerung auswirken. Um die Dichte zu bestimmen, wurden in 8-facher Wiederholung Dichtebohrungen nach einem bestimmten Muster an der Anschnittfläche vorgenommen (vgl. Abb. 2).

Ergebnisse

Abb. 3 zeigt exemplarisch die Abhängigkeit der Schlauchdehnung vom Bremsdruck und vom Vorschub der Maschine beim Einsatz der automatischen Pressdruckregelung. Dargestellt wird eine Einstellungsvariante, bei der die Sollwert-Dehnung zwischen 9,0 und 10,0 % betrug. Im oberen Teil ist die aktuelle Dehnung abgebildet. Wenn sie die voreingestellte Sollwert-Dehnung von 10,0 % überschreitet, zeigt sich, dass der Bremsdruck innerhalb einer Sekunde gesenkt wurde. Daraufhin erhöhte sich der Vorschub in diesem Fall kurzzeitig auf bis zu 13 cm s⁻¹. Der Bremsdruck erhöhte sich selbstständig erst dann wieder, als die Dehnung in diesem Fallbeispiel 9,0 % unterschritt. Der Einsatz der automatischen Bremsdruckregelung führt dazu, dass lediglich 2 % der Dehnungswerte außerhalb des vorgegebenen Toleranzbereiches lagen.

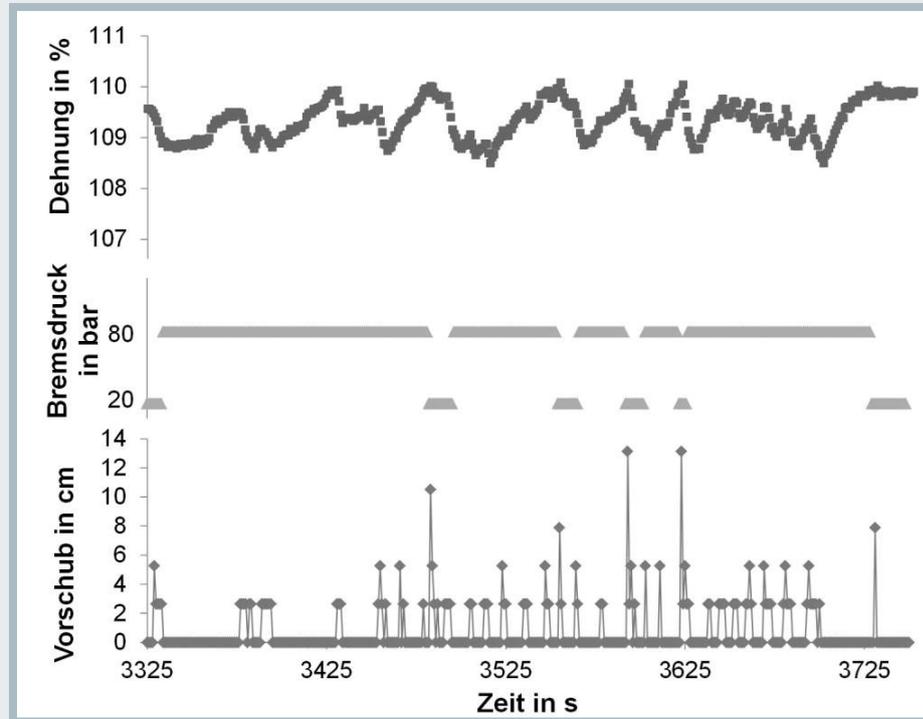


Abb. 3: Schlauchdehnung, Bremsdruck und Vorschub für einen Schlauchabschnitt von 3,25 m unter Einsatz der automatischen Pressdruckregelung bei der Einsilierung von Maissilage

Die Dichteverteilungen in den Maissilageschläuchen werden beispielhaft in Abb. 4 vorgestellt, wobei die Messpunkte schematisch als schwarze Punkte dargestellt werden. Auf der linken Seite ist die Dichteverteilung der Variante 7,0-8,0 % Dehnung graphisch dargestellt, auf der Rechten die der Variante 9,0-10,0 % Dehnung.

Wegen der unterschiedlichen Presseigenschaften sollte ermittelt werden, welchen Einfluss der Pressrotor auf die Verdichtung hat und inwiefern die veränderte

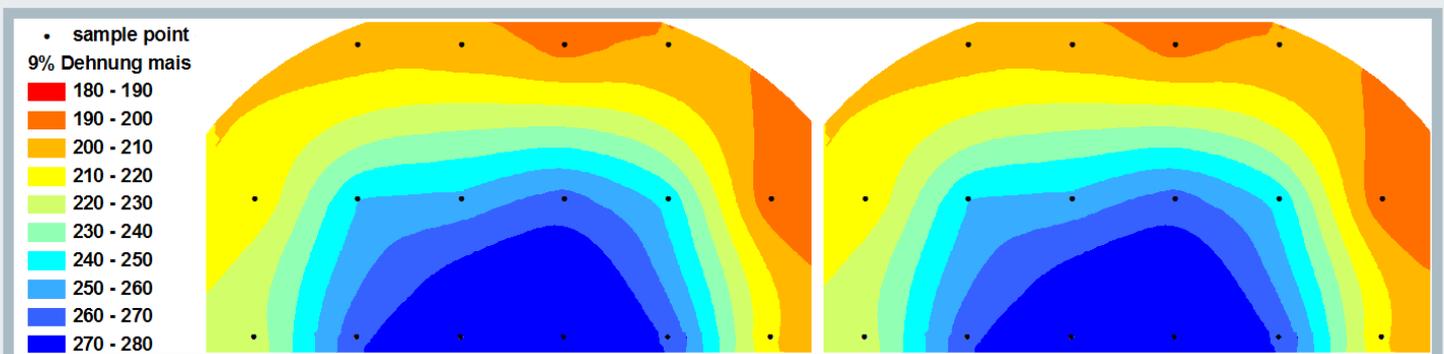


Abb. 4: Dichteverteilung in den Maissilageschläuchen (7,0-8,0 % Dehnung links, 8,0 – 9,0 % Dehnung, rechts)

Sollwert-Dehnung sich auf die umliegenden Schlauchbereiche auswirkt. Es wird deutlich, dass bei einer Erhöhung der Dehnungseinstellung von 8 auf 10 % die Lagerungsdichte in der Mitte um bis zu 9 % zunimmt und somit ein positiver Effekt der Bremsdruckerhöhung auf die Lagerungsdichte festzustellen war.

(Geplante) Verwertung

Aufgrund der Entwicklung des Regel- und Kontrollsystems an einer Siloschlauchpresse können prozessrelevante Parameter dokumentiert werden, die im Hinblick auf Qualitätsmanagement und Risikoverfolgbarkeit von Chargen wesentliche Informationen zur Verfügung stellen können. Die Automatisierung der Bremsdruckeinstellung kann den Maschinenführer entlasten und diesem damit ermöglichen sich ganz auf die Befüllung des Sturzbunkers durch die anliefernden Transporteinheiten zu konzentrieren.

Dadurch ist ein positiver Effekt auf die in der Praxis erzielbare Einlagerungsleistung zu erwarten. Die Einbindung der im Versuch entwickelten und eingesetzten Regel- und Dokumentationstechnik erfordert für eine praxisreife Lösung noch Anpassungen.

Die bei einem funktionierenden Regelsystem vereinfachte Bedienung der Schlauchpressen und eine optimierte Einlagerung hinsichtlich Lagerungsdichte und Silovolumenausnutzung können zu verbesserten Marktchancen für die mit der Zusatztechnik ausgestatteten Schlauchpressen beitragen.

Literatur

MAACK, C. (2009): Untersuchungen zur Lagerungsdichte bei der Futterkonservierung in Folienschläuchen. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

„Entwicklung eines landwirtschaftlichen Siloverdichters mit online-Verdichtungsmessung und Fahrerinformationssystem“ (Siloverdichter)

„Development of an agricultural silo compactor with online compaction measurement and driver information system“

Projektlaufzeit

01.02.2012 bis 31.12.2014

Projektkoordinator, Institution

Jan Häbler

Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin

Verbundpartner

Prof. Dr. habil. Friedrich Schöne

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Futtermittel und Produktprüfung, Jena

Dr. Axel Römer

HAMM AG, Tirschenreuth

Dr. Robby Rochlitzer

ESYS GmbH, Berlin

Kurzfassung

Ziel

Silage ist in vielen Landwirtschaftsbetrieben die wichtigste Schnittstelle zwischen der Pflanzen- und der Tier- bzw. Energieproduktion. Ihre Qualität hängt unter anderem von der maschinellen Verdichtung während der Einlagerung ab. Die Qualität der Verdichtung kann aber derzeit weder kontrolliert noch korrigiert werden. Es fehlt an funktionsfähigen online-Messmethoden der Häckselgutdichte, sowohl auf dem Verdichterfahrzeug als auch stationär zu deren Überprüfung. Der betriebswirtschaftliche Verlust durch unnötige Verdichtungsarbeit auf der einen Seite und Energieverluste bei Silageverderb auf der anderen könnte durch Korrekturen nach Messung und Visualisierung der Dichtewerte erheblich reduziert werden. Es wird erwartet, dass ein zuverlässiges Fahrerinformationssystem auf dem Siloverdichterfahrzeug diese Arbeit in vielen Landwirtschaftsbetrieben grundlegend verändern und optimieren kann. Die Ziele des

Verbundprojektes sind daher die Entwicklung eines Fahrerinformationssystems und eines optimierten Siloverdichters sowie von Messmethoden der Häckselgutdichte bei der Einlagerung ins Silo.

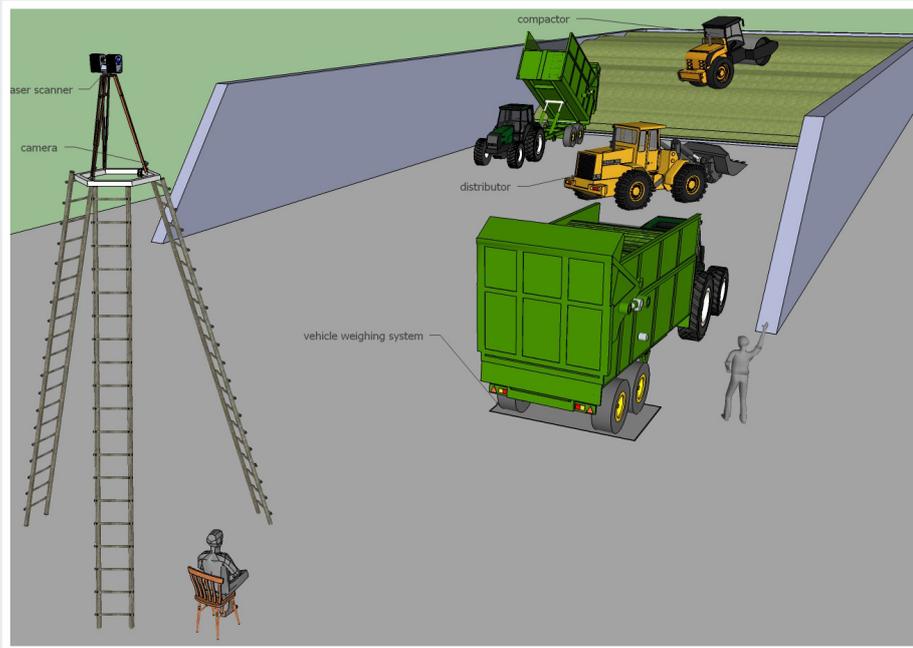


Abb. 1: Messung bei der Siloeinlagerung

Realisierung

Auf einem brandenburgischen Versuchsbetrieb, der diverse, bis zu 12.000 m³ große Silos nach der „progressive-wedge-Methode“ befüllt, wurden mehrere Einlagerungen untersucht. Dazu wurden die eingebrachten Erntemassen gewogen, das Volumen des Silos vor jeder Zufuhr neuen Häckselgutes vermessen, die Verdichtungszeiten der auf dem Silo bewegten Fahrzeuge ermittelt und stündlich Proben zur Bestimmung der Trockensubstanz gezogen (Abb. 1). So konnten die mittleren Dichten des Silos und die Verdichtungsleistungen der Fahrzeuge berechnet werden. Bei der Volumenmessung kam ein in 6,50 m Höhe aufgestellter Laserscanner zum Einsatz, der die nötige Vermessungsgeschwindigkeit gewährleistet (Abb. 2).

Die Silagequalität konnte sowohl anhand von Weckglasversuchen mit frischem Häckselgut, als auch durch Untersuchungen der nach dem Öffnen des Silos entnommenen Silageproben beurteilt werden. Daneben wurde eine 12-t-Vibrationswalze aus dem Erdbau an die Anforderungen bei der Siloverdichtung angepasst. Unter anderem sorgen eine umprogrammierte Steuerungssoftware und grobprofilerte Zwillingsbereifung der Hinterachse für verbesserte Steigfähigkeit. Der Kühler und die Klimaanlage wurden mit zusätzlichem Staubschutz versehen. Durch den Einsatz des Prototyps während der

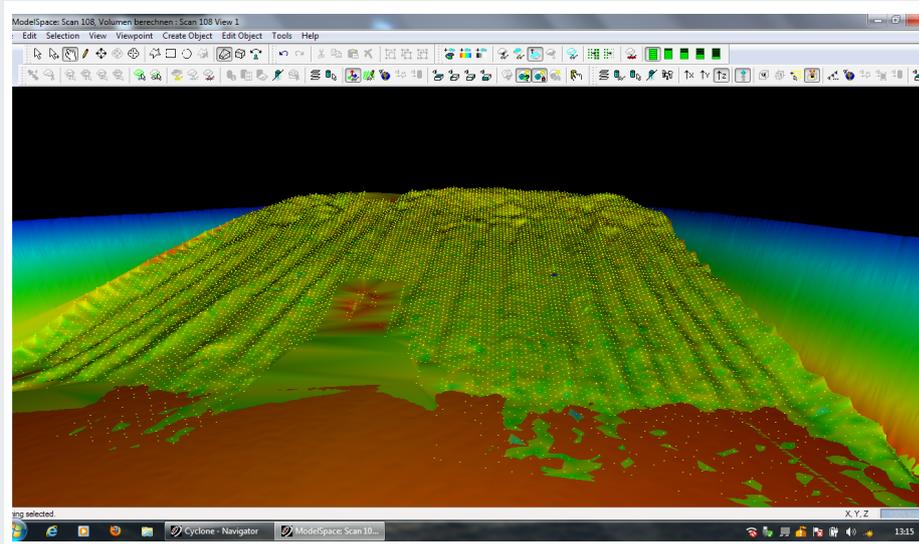


Abb. 2: Vermessungspunkte der Silooberfläche

Versuche in Brandenburg konnte seine Verdichtungsleistung mit der anderer Silo- verdichter verglichen werden. Um auf dem Verdichterfahrzeug online die Dichte des überfahrenen Häckselgutes bestimmen zu können, wurden an Front und Heck je drei CAN-Bus-taugliche IR-Abstandssensoren montiert (Abb. 3).



Abb. 3: IR-Abstandssensoren am Verdichter

Diese sind nach unten gerichtet und werden im 100-ms-Takt durch einen Bordrechner abgefragt. Die gemessenen Werte geben die Einsinktiefe des Fahrzeugs in das Häckselgut wieder und dienen als Hilfsgröße für dessen Dichte. Ein Ominstar-DGPS sorgt für eine Fahrzeuglokalisierung. Die aus dem Straßenbau stammende HCQ-Software des Bordrechners wurde für die Siloanwendungen umprogrammiert. Auf dem zugehörigen Bildschirm sind danach für den Fahrer die berechneten Parameter als farbige Modelle der Silooberfläche in Echtzeit sichtbar.

Ergebnisse

Die Steigfähigkeit der Versuchswalze hat durch veränderte Öldruckverteilung und Bereifung entscheidend zugenommen. So können sowohl die hohe Verdichtungsleistung einer Vibrationswalze als auch das Bestreben der Betriebsleiter nach gut gefüllten Silos mit steilen Rampen realisiert werden. Zusätzliche Traktion ermöglicht die Montage von Stampfußschalen auf der Walzenbandage. In diesem Fall ist ein Tieflader für die Umsetzung des Verdichters zu entfernten Einsatzorten nötig.

Das Fahrerinformationssystem bildet auf dem geteilten Bildschirm in der Fahrerkabine online zwei Parameter nebeneinander ab. Die erste Graphik zeigt die zuletzt gemessenen Einsinktiefen der gesamten Silooberfläche. Daneben wird der Parameter „Überfahrten je Schicht“ für die Silooberfläche visualisiert (Abb. 4).

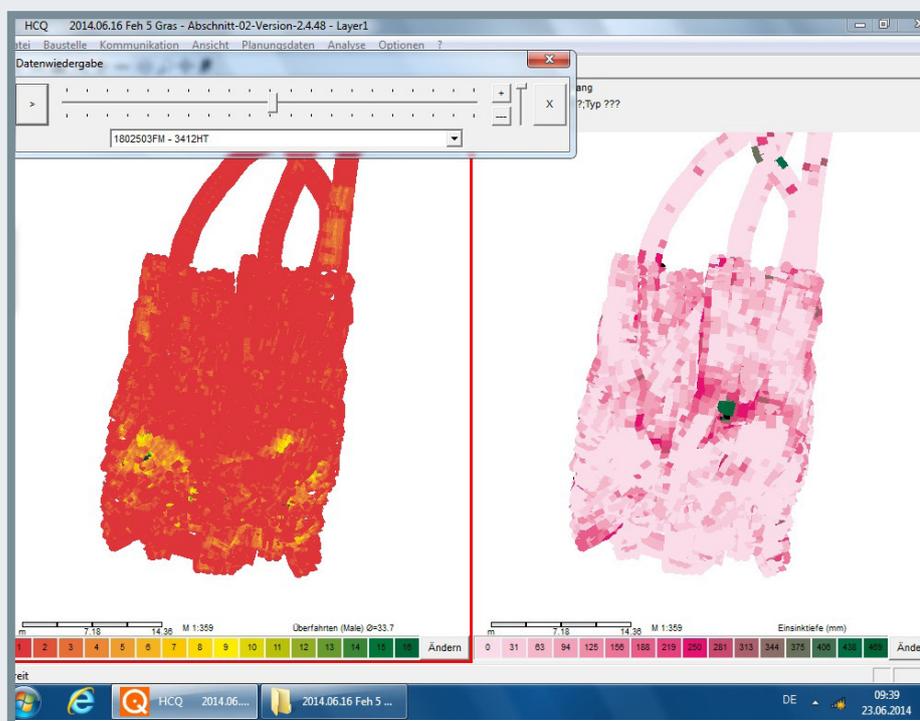


Abb. 4: Boardmonitor mit Überfahrten- und Einsinktiefenanzeige

Da neu aufgebrachte Erntegutschichten auf der Silorampe einen ungewöhnlich niedrigen Messwert der Abstandssensoren verursachen, wird ein virtueller Überfahrtenzähler an jedem Punkt des Fahrweges jeweils auf Null gesetzt, wenn ein Schwellenwert unterschritten wird. Außerdem besteht nach Abschluss der Verdichtung die Möglichkeit, den gesamten Arbeitsverlauf im Zeitraffer abspielen zu lassen. Dadurch werden ungenügend verdichtete „hot spots“ auch später auffindbar.

Derzeit wird versucht, verbleibende Problemfelder zu bearbeiten. Dazu gehören Messwerte, die bei Nickbewegungen des Verdichters unrealistische Einsinktiefen vortäuschen, weil die Abstandssensoren nicht in der Nickachse des Fahrzeugs angeordnet sind. Ein weiteres Problem besteht in den Spuren und der Verdichtungsarbeit weiterer Fahrzeuge auf dem Silo, die die Erkennung neuer Schichten gefährden. Als Lösung kommt die Ausrüstung sämtlicher Fahrzeuge mit einem Fahrerinformationssystem in Frage. Die Möglichkeit der Kommunikation und des Datenabgleichs zwischen mehreren Geräten auf verschiedenen Fahrzeugen besteht bereits.

(Geplante) Verwertung

Das Interesse an einem effektiven, preiswerten und speziellen Siloverdichterfahrzeug ist durch die Zunahme des Maisanbaus in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Der Prototyp des entwickelten Siloverdichter-Walzenzuges ist im brandenburgischen Versuchsbetrieb erfolgreich im Einsatz. Für die HAMM AG als Hersteller ist die Serienproduktion eine Option, die noch nicht entschieden ist. Über mögliche Vertriebswege fanden bereits Gespräche statt.

Das Fahrerinformationssystem wird in der verbleibenden Projektlaufzeit weiterentwickelt. Die Verfügbarkeit eines solchen Systems wird von Anwendern gewünscht, z.B. um die Qualität der Siloverdichtung nachzuweisen, wenn sie von Lohnunternehmern ausgeführt wird. Günstig für die Entwicklung bis zur Marktreife wäre der Erfolg einer landwirtschaftlichen Verdichterproduktion, da das System bisher noch auf den Hersteller zugeschnitten ist.

„Fremdkörpererkennung und Durchsatzermittlung im selbstfahrenden Feldhäcksler mit Hilfe von Röntgenstrahlung“ (FuDiF)**„Foreign object detection and mass flow determination in a self-propelled forage harvester by means of X-rays“****Projektlaufzeit**

15.04.2012 bis 30.06.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Karl Wild

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e.V. an der HTW Dresden,
Dresden

Verbundpartner

Rayonic Sensor Systems GmbH, Forchheim

John Deere GmbH & Co. KG, Zweibrücken

Kurzfassung**Ziel**

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes soll zum einen ein System zur exakten Durchsatzermittlung unter dem Gesichtspunkt unterschiedlicher Einflussfaktoren aufgrund rauer Umgebungsbedingungen im Feldhäcksler realisiert werden. Neben dem Nutzen einer genauen Ertragskartierung oder einer durchsatzangepassten Dosierung von Silierhilfsmitteln kann diese Untersuchungsgröße beispielsweise auch zur Ermittlung von Verschleißmechanismen und somit zur Determination von Standzeiten und Wartungsintervallen genutzt werden.

Weiterhin soll mit Hilfe der verwendeten Technologie eine Detektion von Fremdkörpern ermöglicht werden, um Störungen im Arbeitsablauf zu minimieren und um kostenintensive Schäden an der Erntemaschine zu verhindern. Außerdem soll eine Verschlechterung der Futtermittelqualität durch Fremdkörper im Erntegut (z.B. Metallteile oder Tierkadaver) vermieden werden, da sich diese gravierend auf die Gesundheit der Tiere auswirken können.

Realisierung

Die Durchsatzermittlung sowie die Fremdkörperdetektion soll in dieser Arbeit mit Hilfe von Röntgenstrahlung realisiert werden. Die Auswahl dieser Technologie basiert auf dem physikalischen Prinzip der materialspezifischen Röntgenabsorption in Abhängigkeit von der Dichte respektive der Atomdichte und der Masse des durchstrahlten Materials. Somit korreliert der Massendurchsatz mit dem gemessenen Röntgensignal. Weiterhin besteht ein signifikanter Unterschied in der Atomdichte zwischen den verwendeten Fremdkörpern wie Metall, Glas oder Stein und den Erntegütern Gras und Mais, was sich ebenfalls in der Strahlungsabsorption widerspiegelt.

Zur Untersuchung der Röntgenabsorption verschiedener Materialien und zur Abschätzung von Einflussfaktoren wurden bisher drei unterschiedliche Teststände konzipiert und gebaut. Die verwendeten Versuchsaufbauten bestanden jeweils aus einer Hochspannungs-Röntgenquelle und einer Ionisationskammer zur Detektion der Röntgenspannung.

Teststand 1 diente zur statischen Messung der Absorptionskoeffizienten von Gras- und Maishäckselgut. Des Weiteren wurde der Einfluss der Masse, der Feuchtigkeit und der geometrischen Anordnung des Ernteguts im Strahlengang untersucht. Mit dem zweiten Teststand wurde der Gutfluss in einem Häcksler simuliert. Dazu wurde ein Wurfgebläse mit einem Auswurfkrümmer eines Feldhäckslers versehen. Eine Modifizierung und Adaption der Röntgentechnik ermöglichte die Messung der Röntgenspannung am Auswurfkrümmer. Mit Hilfe eines Radargeschwindigkeitssensors in Verbindung mit dem Röntgenaufbau konnte ein geschwindigkeitsgewichteter Massenfluss berechnet werden.

Die Summe der Röntgenabschwächung diente dabei als Indikator für den Massendurchsatz im Auswurfkrümmer. Teststand 3 diente zur Erkennung von Fremdkörpern. Dazu wurde die Röntgentechnik auf ein Förderband installiert, welches die Metall-, Glas- und Steinfremdkörper, eingebettet in Gras, durch die durchstrahlte Ebene hindurchführte. Durch entsprechende Analysealgorithmen sollte in den gemessenen Röntgensignalen der Gradient, hervorgerufen durch die Fremdkörper, ermittelt und dadurch der Fremdkörper detektiert werden.

Ergebnisse

Die statischen Messungen konnten entsprechend des physikalischen Hintergrunds eine exponentielle Korrelation zwischen durchstrahlter Masse und Röntgensignal ($R^2 = 99\%$) bestätigen. Ein signifikanter Einfluss der Feuchtigkeit des untersuchten Ernteguts auf die Röntgensignal war nicht festzustellen ($R^2 = 60\%$). Dagegen zeigte sich bei den statischen Messungen zur geometrischen Anordnung des Ernteguts in der Röntgenstrahlebene ein erheblicher Einfluss dieses Parameters.

Der Testaufbau 2 für die dynamischen Messungen am Auswurfkrümmer lieferte einen Zusammenhang zwischen theoretischem Durchsatz und tatsächlich gemessenem. Dazu wurde eine Transferfunktion berechnet, mit deren Hilfe einem aktuell vorherrschenden Röntgensignal ein Massefluss zugeordnet werden konnte. Durch die Summation der

geschwindigkeitsgewichteten Ergebnisse konnte dem theoretischen Durchsatz ein gemessener Durchsatz mit einem Bestimmtheitsmaß von ca. 90 % zugeordnet werden. Die Untersuchungen zur Fremdkörpererkennung lieferten das Ergebnis, dass anhand des sprunghaften Anstiegs des Detektorsignals eine Erkennung der verwendeten Metall-, Glas- und Steinfremdkörper prinzipiell möglich ist. Jedoch sind die Detektionsschwellen stark von der Größe und von der Ausrichtung der Fremdkörper zur durchstrahlten Röntgenebene abhängig. Des Weiteren spielen die Geschwindigkeit der Fremdkörper und die vorherrschende Ernteguthöhe eine entscheidende Rolle.

Da die Untersuchungen und Optimierungen noch nicht abgeschlossen sind, werden verbesserte Ergebnisse erwartet. Insbesondere soll mit einem vierten Prüfstand der Einsatz der Röntgentechnik zur Ermittlung des Durchsatzes und von Fremdkörpern vor den Einzugswalzen am Häckselaggregat untersucht werden.

Geplante Verwertung

Mit den erzielten Erkenntnissen soll in einem späteren Schritt ein Prototyp gebaut werden. Die vorhandene Sensorik ist anzupassen und weiterzuentwickeln, damit sich vorhandene Streu- und Störvariablen eliminieren bzw. kompensieren lassen. Ausgehend von den zusätzlich gewonnenen Erkenntnissen soll schließlich ein Seriengerät gebaut werden, welches durch den Projektpartner John Deere auf den Markt gebracht werden soll.

„Vollelektrifiziertes Antriebssystem für Getreideschneidwerke“ (E_harvest)

„Combine header with electrified propulsion system“

Projektlaufzeit

15.03.2012 bis 14.03.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Herlitzius

Technische Universität Dresden, Institut für Verarbeitungsmaschinen und Mobile Arbeitsmaschinen, Professur für Agrarsystemtechnik, Dresden

Verbundpartner

Prof. Dr.-Ing. Norbert Michalke

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Professur für Grundlagen der Elektrotechnik/Elektrische Antriebe, Dresden

Compact Dynamics GmbH, Starnberg

Eichelhardter Werkzeug und Maschinenbau GmbH, Eichelhardt

Gebr. Schumacher GmbH, Eichelhardt

Zürn Harvesting GmbH, Schöntal-Westernhausen

Kurzfassung

Ziel

In einem Funktionsmuster-Schneidwerk erfolgt die Elektrifizierung aller rotatorischen Antriebe eines Getreideschneidwerkes, um die Produktivität des Mähdreschers weiter steigern zu können (siehe Abb. 1).

Ein solches Antriebskonzept existiert derzeit am Markt noch nicht. Für Schneidwerke größer 9 m Arbeitsbreite kann ein gesteigerter Nutzen erzielt werden, der aus der für elektrische Antriebe charakteristischen hervorragenden Steuer- und Regelbarkeit und der Einsparung von Bauraum und Gewicht an den Seitenwänden durch Integration der Antriebe in die Funktionselemente und der Verlagerung des Messerantriebes innerhalb des Schneidwerkes resultiert. Diese Integration ermöglicht eine Systemvereinfachung durch Verringerung der vielen Antriebs- und Übertragungselemente. Der freiwerdende

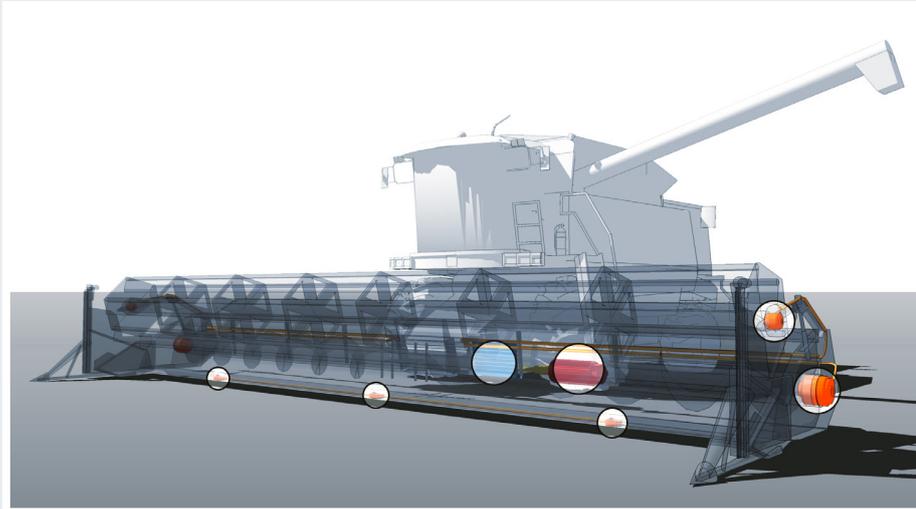


Abb. 1: Schematische Darstellung des elektrifizierten Getreideschneidwerkes

Bauraum verkleinert deutlich die Bereiche an den Seiten des Schneidwerkes, in denen keine Schnitt- und Förderprozesse stattfinden können, wodurch das Überfahren von Bestand und somit Schneidwerksverluste verringert und die Manövrierbarkeit an Rändern und Hindernissen verbessert wird.

Realisierung

In einem in sich geschlossenen System wird die Erzeugung, Umformung, Speicherung und Weiterleitung zum Leistungsverbraucher einschließlich des dazugehörigen Energiemanagements realisiert. Das Systemkonzept des voll elektrifizierten Antriebsstranges mit allen Verbrauchern ist in Abb. 2 dargestellt.

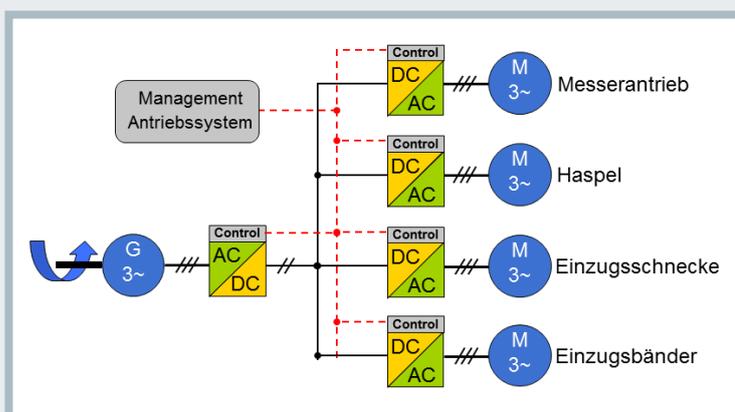


Abb. 2: Schema elektrifizierter Antriebsstrang des Schneidwerkes

Die Erzeugung der benötigten elektrischen Energie erfolgt am Schneidwerk durch ein Generatorpaket. Die einzelnen Funktionselemente des Schneidwerkes (Messer, Haspel, Einzugsschnecke und Einzugsbänder) sind mit elektrischen Antrieben ausgestattet worden. Die im Generator erzeugte elektrische Energie wird über einen Gleichstromzwischenkreis an die Antriebe verteilt, deren Leistungselektronik entsprechend der Last die Energie für die Elektromotoren bereitstellt. Vorhandene Schnittstellen für Leistung und Information zum Mähdrescher bleiben erhalten.

Eine weitere entscheidende Rolle spielt das neuartige Antriebsmanagement des Schneidwerkes. Dies wird durch den neuen Freiheitsgrad der Drehzahlvariabilität aller Funktionselemente ermöglicht. Dadurch, dass die Drehzahlen der Funktionselemente stufenlos und unabhängig voneinander einstellbar sind und die Drehmomentbelastung bekannt ist, werden vollkommen neue Möglichkeiten im Antriebsmanagement eröffnet. Drehzahlen können in Abhängigkeit von Führungsgrößen, wie z. B. Belastungen oder Fahrgeschwindigkeit, angepasst werden und der Fahrer kann bei Einstellungen und wiederkehrenden Abläufen entlastet werden. Dies soll zu einer gesteigerten Mähdrescherproduktivität führen.

Ergebnisse

Im bisherigen Projekt ist ein funktionsfähiges Forschungsmuster-Schneidwerk mit einer vollständigen Elektrifizierung der rotatorischen Funktionselemente entstanden, welches in der Erntesaison 2014 in praktischen Feldtests erprobt wird (siehe Abb. 3).



Abb. 3: Schneidwerk während Feldversuche (hier konventionelles Zürn Schneidwerk, 40 ft)

Die durch stufenlose Einstellungen und direkte Anpassungen während des Betriebs mögliche Flexibilität der Antriebe und somit der Funktionen des Schneidwerks führt zu einem neuen Antriebsmanagement. Ein weiteres Ziel ist die Einsparung von Bauraum und Gewicht an den Seitenwänden des Schneidwerks. Dabei spielt die Vereinfachung der Antriebe und Antriebsstränge sowie eine Systemvereinfachung durch Teilereduktion eine wesentliche Rolle. Als letztes ist das Ziel der Steigerung der Produktivität des Schneidwerks durch die Elektrifizierung der Antriebe zu nennen. Dieses Teilziel beinhaltet sowohl eine Steigerung der Arbeitsproduktivität des Schneidwerkes und daraus resultierend des Mähdreschers als auch eine Erweiterung bisher begrenzter Antriebslösungen (z.B. Riemen- und Kettentriebe).

Die Versuche zeigen die Funktionsfähigkeit und sollen erste wichtige Erkenntnisse zur Erfüllung möglicher Nutzensvorteile einer solchen Konfiguration liefern. Die Vorteile des elektrischen Schneidwerkes gegenüber konventionellen Schneidwerken resultieren vorrangig aus der hervorragenden Steuer- und Regelbarkeit der elektrischen Maschinen. Diese Vorteile sind die Drehzahlvariabilität in Betrag und Drehrichtung, variable Drehmomentgrenzen und die integrierte Messung von Spannung und Stromstärke und damit Drehmoment und Drehzahl.

Aus diesen Vorteilen resultiert an Schneidwerk und Mähdrescher ein Zusatznutzen. Dieser kann die Vergleichmäßigung des Gutflusses unter schwierigen Erntebedingungen sein, wodurch sich die Durchsatzleistung des Mähdreschers bei konstantem Verlustniveau erhöht oder die Reinigungs- und Separationsverluste bei konstantem Durchsatzniveau reduziert werden können. Des Weiteren ist die Generierung eines durchsatzabhängigen Signals am Schneidwerk für die Durchsatzregelung des Mähdreschers möglich. Weiterhin ist eine Reduzierung von Verschleiß an den Antrieben und Funktionselementen möglich, wodurch sich Kosten bei verringertem Wartungsaufwand reduzieren. Es ist eine individuelle Reversierung einzelner Funktionselemente möglich, wodurch Stauungen im Gutfluss schnell beseitigt werden können.

Neben dem Condition-Monitoring ist eine Generierung von Lastkollektiven möglich und es kann durch die neue Form des Antriebsmanagements durch teilautomatisierte Funktionen eine Entlastung des Fahrers erfolgen, was die Produktivität des Mähdreschers erhöht. Diese Vorteile sollen in der Erntesaison 2014 gezeigt werden, bedürfen danach jedoch weiterer Untersuchungen.

(Geplante) Verwertung

Es existiert ein erstes Forschungsmuster, dass von den beteiligten Partnern weiter entwickelt werden kann und weitere wichtige Ergebnisse liefern wird, die dazu dienen, die Wirtschaftlichkeit und den Nutzensvorteil elektrischer Antriebssysteme nachzuweisen. Für belastbare Aussagen sind jedoch noch weitere Feldversuche nötig.

Aufgrund der weltweiten Alleinstellung existiert später eine gute Vermarktungschance für ein fertiges Produkt. Das angestrebte Marktsegment der Erntetechnik bietet zukünftig große Potenziale, da laut Food and Agriculture Organization of the United Nations

(FAO) die Bedeutung der Druschfrüchte Getreide, Soja und Reis in den kommenden Jahrzehnten für die Welternährung deutlich zunimmt. Der daraus resultierende Bedarf fordert Leistungssteigerungen von Mähdreschern. Im Zuge der Leistungssteigerung werden sich Arbeitsbreiten von Schneidwerken zukünftig noch weiter vergrößern, wodurch der Aufwand der mechanischen Leistungsverteilung ansteigen wird. Aus ökonomischen Gründen wird es außerdem zunehmend wichtig, den Mähdrescher jederzeit an der Leistungsgrenze zu fahren. Dazu sind automatisierte Systeme notwendig, die Regel- und Steueraufgaben übernehmen und dazu beitragen, den Fahrer zu entlasten, damit dieser während der möglichen Druschtage und -wochen leistungsfähig bleibt.

„Entwicklung von Allomultigermpillen als agrartechnische Innovation zur Erhöhung der Attraktivität des Anbaus schwer zu etablierender Kulturarten“ (ALMUG)

„Development of Allomultigermpills to improve field establishment of slow growing crops“

Projektlaufzeit

01.10.2011 bis 30.09.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Fred Eickmeyer

AESKULAP GmbH, Steinach

Verbundpartner

Dr. Steffen Roux/Eicke Rudloff

JKI Institut für Züchtungsmethodik Landwirtschaftlicher Kulturen, Groß Lüsewitz

PD Frau Dr. Christel Baum

Universität Rostock, Bodenkunde, Rostock

Kurzfassung

Ziel

Im Rahmen des Projektes soll ein Verfahren entwickelt und erprobt werden, das langsam/spät/unsicher keimende Pflanzenarten einer Direktsaat zugänglich macht. Damit soll eine Alternative zur teuren Pflanzung von Jungpflanzen bereitgestellt werden. Hierzu sollen Samenkörner mehrerer unterschiedlicher Pflanzenarten in einer Samenpille (Allomultigermpille kurz als AMG bezeichnet) unter Einbeziehung von Sporen arbuskulärer Mykorrhiza kombiniert werden. Die schwer zu etablierende Art (Zielart: z.B. *Arnica montana*) soll durch eine funktionelle Art (Ammenart) in der Keimung gefördert, geschützt, schattiert und im Idealfall mit Nährstoffen versorgt werden. Die Technik zur Herstellung der AMG-Pille soll im Projekt erarbeitet sowie die Zusammensetzung der AMG-Pille optimiert werden. Insbesondere soll dabei ein geeigneter Idiotyp aus einer Mutantenkollektion von Blauer Süßlupine des JKI Groß Lüsewitz charakterisiert werden. Schließlich erfolgt die Testung der AMG-Pillen hinsichtlich einer Bestandsetablierung der Zielart durch Aussaat in Gewächshaus- und Freilandversuchen.

Realisierung

Zunächst wurden Allomultigermpillen auf der Basis von wässriger Alginatlösung hergestellt. Wegen Problemen mit Quellung des Saatgutes und mechanischer Stabilität der Pillen wurde später die Allomultigermpille auf trockener Basis unter Verwendung von wasserlöslicher Folie hergestellt. In erster Linie wurden vorvermehrte, verschiedene Mutantenlinien der Blauen Süßlupine, aber auch Soja, Hafer und Teff als Ammenarten verwendet. Sie wurden jeweils gemeinsam mit *Arnica montana* als Zielart und Sporen arbuskulärer Mykorrhiza in eine Saatgutpille gebracht. Die so hergestellten Pillen wurden in Töpfe mit unterschiedlichen Substraten und Nährstoffvorräten in unterschiedlichen Ablagetiefen ausgesät und die Keimung und Etablierung der Zielart im Gewächshaus beurteilt. Ebenso wurden die Pillen im Freiland direkt ins Feld ausgelegt und verschiedene Maßnahmen (Mulchen; Stabilisieren des Bodengefüges) zur Verbesserung des Feldaufganges ergriffen.

Ergebnisse

Die trockene Herstellung der AMG-Pille mittels Einschluss des Saatgutes in wasserlöslicher Polyvinyl-Alkohol (PVOH)-Folie erwies sich in mehrfacher Hinsicht als deutlich besser gegenüber der Herstellung auf Alginatbasis (Abb. 1). Prototypen solcher Folienpillen wurden mittels thermoplastischer Verformung tiefgezogen, mit Saatgut befüllt und anschließend mit einer zweiten Folie versiegelt. Die Tiefziehtechnik bietet gute Möglichkeiten des Upscalings, Flexibilität hinsichtlich der Pillenform und –größe sowie der Saatgutbefüllung und lässt sich durch Variation bereits vorhandener Maschinen (Blisterpackungen) im Batch- oder Bandverfahren an zukünftige Erfordernisse der



Abb. 1: In Alginat eingelagerte Samen von *Arnica montana*

AMG-Pillenherstellung anpassen. Die so hergestellten Pillen entsprechen den Vorstellungen der Projektpartner.

Die Inklusion von Sporen arbuskulärer Mykorrhizapilze in die AMG-Pille führte bei sämtlichen Versuchsvarianten zu einer Schwächung der Keimung und Reduktion der Etablierung der Zielart, obwohl eine erhöhte Mykorrhizierung der Seitenwurzeln der Zielart gefunden werden konnte. Es wird vermutet, dass der anfängliche Assimilatentzug durch den Pilz sich negativ auf die Etablierung der Zielart auswirkt und eine eventuelle wachstumsfördernde Wirkung der Mykorrhizierung erst in einem späteren Wachstumsstadium einsetzt. Als keimfördernder Saatgutzusatz erwiesen sich die Sporen arbuskulärer Mykorrhizapilze aufgrund der initialen Schwächung der Zielpflanze jedoch als ungeeignet.

Die fördernde Wirkung der Ammenpflanze auf die Keimung der Zielart kam immer dann zur Wirkung, wenn der von der Ammenart gebildete Keimkanal nicht wieder zugepült wurde und die Zielart in diesem keimen konnte (Abb. 2). Dies war insbesondere der Fall bei allen Versuchen in Torfkultursubstrat und z.T. auch in mineralischem Substrat in Gewächshausversuchen. Für die nachfolgende Etablierung der Zielart nach deren Keimung ist zusätzlich ein hoher Nährstoffvorrat nötig, da die Ammenart hinsichtlich ihres Nährstoffbedarfes anfangs der Zielart Nährstoffe im Substrat entzieht und diese dadurch in einer empfindlichen Phase schwächt. Bezüglich der Förderung der Keimung konnten



Abb. 2: Keimende Arnika-Sämlinge im Keimkanal von Lupinen

zwischen den Lupinen-Genotypen keine Unterschiede gefunden werden. Hinsichtlich der Etablierung der Arnika erwiesen sich auch die schwachwüchsigen Lupinen-Zwergmutanten-Genotypen als noch zu konkurrenzstark. Monokotyle Ammenarten (Hafer und Teff) wurden als Alternative getestet. Bei ihnen besteht die Möglichkeit, direkt nach der Keimung der Zielart die Konkurrenzkraft der Amme durch ein auf Monokotyle selektiv wirkendes Herbizid auszuschalten.

In den Freilandversuchen auf sandigen Böden wurde der von der Ammenart gebildete Keimkanal an beiden Versuchsstandorten vor oder während der Keimung der Zielart durch Starkregen wieder zugespült, so dass die Zielart entweder nicht an die Oberfläche gelangte oder die kleinen, jungen Sämlinge verschlammten und sich nicht weiter etablierten. Erste Maßnahmen zur Stabilisierung des Bodengefüges in der Keimzone durch Mulchmaterial oder den Einsatz von TerraControl® waren noch nicht ausreichend und werden weiter verfolgt. Es erscheint sehr wichtig, die Keimzone der Zielart durch weitere Maßnahmen - über die AMG-Pille hinaus - zu optimieren (Mikro-Gefügestabilität; Nährstoffversorgung).

(Geplante) Verwertung

Allomultigermpillen sollen zur Direktsaat schwer zu etablierender Kulturarten eingesetzt werden. Die AESKULAP GmbH wird über das Projekt hinaus weitere Versuche mit solchen AMG-Pillen durchführen, zumal mit der Züchtung und dem Anbau von Russischem Löwenzahn (*Taraxacum koksaghyz*) als Kautschuk-, Latex- und Inulinquelle eine weitere, schwer zu etablierende Art mit großem Anbaupotenzial als Industrierohstoff in das Portfolio der Firma aufgenommen wurde, die einer Standortoptimierung bedarf. Die Ansätze und Ergebnisse aus dem hier dargestellten Projekt könnten nach Anpassung und Optimierung neben den ursprünglich anvisierten Heilpflanzen auch für diese neue Industriepflanze genutzt werden. Sobald die Etablierung der Zielart der AMG-Pillen im Freiland sich besser darstellt, werden weitere Schritte Richtung kommerzieller Nutzung unternommen.

„Entwicklung einer Methode zur frühzeitigen Erkennung von Resistenzlinien in der Salatzüchtung mittels Chlorophyllfluoreszenzbildanalyse“ (SalatBild)

„Development of a rapid chlorophyll fluorescence imaging-based early-detection method of downy mildew-resistant lettuce lines“

Projektlaufzeit

01.09.2011 bis 31.08.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Werner B. Herppich
Leibniz-Institut für Agrartechnik, Potsdam-Bornim

Verbundpartner

Dr. Ute Gärber
Julius Kühn-Institut (JKI), Kleinmachnow

Dipl. Ing. Ulrike Behrendt
Oldendorfer Saatzucht, Holste

Kurzfassung

Ziel

Der Ertragsgartenbau besitzt in Deutschland einen beträchtlichen ökonomischen Stellenwert. Speziell im Salatanbau führen Pflanzenkrankheiten häufig zu erheblichen Ernteverlusten.

Für die Detektion von Schädigungen der Pflanzen ist die Photosyntheseaktivität erwiesenermaßen ein guter Indikator, bereits in frühen Stadien. Für die nichtinvasive Messung der photosynthetischen Leistungsfähigkeit ist speziell die Chlorophyllfluoreszenzbildanalyse (CFBA) geeignet. Allerdings waren bisher erhältliche CFBA-Systeme sowie die Analyse der damit erhaltenen Daten nicht für eine derartige Nutzung sinnvoll einsetzbar und sollten entsprechend weiterentwickelt und angepasst werden.

Realisierung

Ausgehend von zwei in der Salatzüchtung angewandten Resistenzprüfmethoden wurde im vorgestellten Projekt die CFBA adaptiert, die Resistenzprüfmethoden optimiert sowie die Übertragbarkeit des Ansatzes auf die Testung verschiedener Rassen geprüft.

Um möglichst praxisnah zu arbeiten, bauten die Untersuchungen mit der Chlorophyllfluoreszenzanalyse (CFA) auf den bestehenden konventionellen, visuellen Methoden zur Testung der Anfälligkeit von Kopfsalat- und Bataviasalat-Sorten auf (UPOV 2011 ; Keimlings- und Blattscheibentest) und wurden aufeinander abgestimmt. Neben markt-gängigen Sorten, die als Vergleichsstandards eingesetzt wurden, wurden neu gezüchtete Linien des Pflanzenzüchters untersucht. Mit der visuellen Bonitur wurden verschiedene Parameter wie Befallshäufigkeit, Befallsgrad und Sporulationsintensität erfasst sowie im Blattscheibentest zusätzlich das Ausmaß der Verschmutzung mit Sekundärpilzen und die auftretenden Blattschäden routinemäßig aufgenommen. Als einfach und schnell bestimmbarer CFA-Parameter für die Vitalität der Pflanzen wurde die potentielle Effizienz des Photosystems II (Fv/Fm) genutzt. Zur Beurteilung der *Bremia-lactucae*-Anfälligkeit wurden jeweils sieben Tage alte Sämlinge unterschiedlich resistenter Salatsorten mit verschiedenen *Bremia lactucae*-Rassen inokuliert. Vergleichend dazu wurden Blattscheibentests durchgeführt. Dafür wurden Blattstücke aus Laubblättern wenige Wochen alter Pflanzen ausgestanzt, mit Sporen der verschiedenen *Bremia lactucae*-Rassen inokuliert und in einer feuchten Kammer bei 15 °C und 12 Stunden Belichtung inkubiert. Die sich ausbildende Infektion wurde 14 Tage lang in regelmäßigen Abständen mit einem CFBA-System verfolgt. Die maximale photochemische Effizienz von PSII (Fv/Fm) wurde dabei als für die Befallserkennung relevant bildanalytisch ausgewertet.

Ergebnisse

Im Sämlingstest war es bei zeitig einsetzendem Befall (5 dai; days after inoculation) möglich, zwischen dem 4.-8. dai resistente und anfällige Sorten zu unterscheiden. Bei niedrigerem Befallsdruck und/oder später einsetzendem Befall (ab 7. dai) ist die Befallserkennung mit dem eingesetzten System aufgrund der fortgeschrittenen Pflanzenentwicklung weitaus schwieriger und erfordert Mehrarbeit in der Bildanalyse. Leichter Befall unter 5% kann nicht erkannt werden.

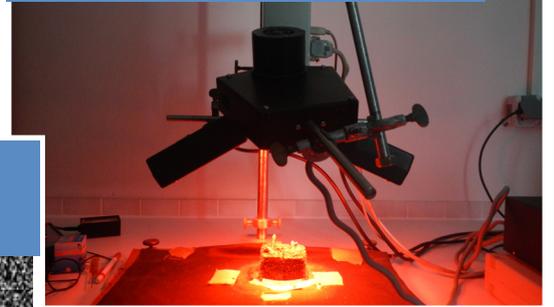
Bei Anzucht der Sämlinge auf einer Mullunterlage waren die Reaktionen deutlicher und besser mittels CFBA auswertbar als bei Anzucht auf Erde. So sank bei dieser Methode bei einer Beimpfung mit Bl:24 die photochemische Effizienz bei der anfälligen Salatsorte „Neckarriesen“ bei einem Befall von 100 % am 13. Tag nach Inokulation (dai) um bis zu 0,5 relative Einheiten. Bei Anzucht auf Erde (20 Keimlinge pro Erdtopf) und Inokulation mit Bl:18 war dagegen Fv/Fm bei „Neckarriesen“ nur um maximal 0,05 relative Einheiten verringert. Mit Falschem Mehltau befallene Blattscheiben erreichten an dai 13 unabhängig von den inokulierten Rassen und den Unterlagen (Filterpapier, Schaumstoff) nur Fv/Fm-Werte von ca. 0,15. Generell konnten im Blattscheibentest zwischen dem 8.-14. dai bei anfälligen Salatsorten verminderte Fv/Fm-Werte gemessen werden.

Die Analyse der Bilddaten erfolgte mit unterschiedlichen Ansätzen. Zwar zeigen die gemittelten Fv/Fm -Werte eine Verringerung bei zunehmendem Befall, dennoch können sie über wichtige Ungleichverteilungen der Fv/Fm -Werte über die Pflanze oder Blattscheibe hinwegtäuschen. Als effektive Alternative dazu wurde ein Ansatz, der die Pixelwertverteilung analysiert, herausgearbeitet.

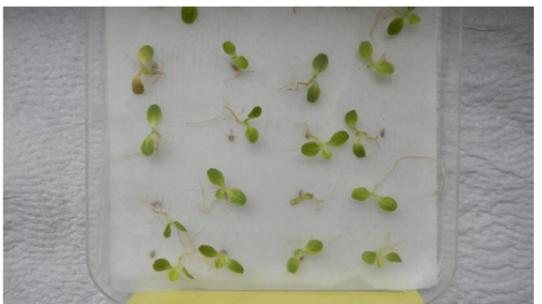
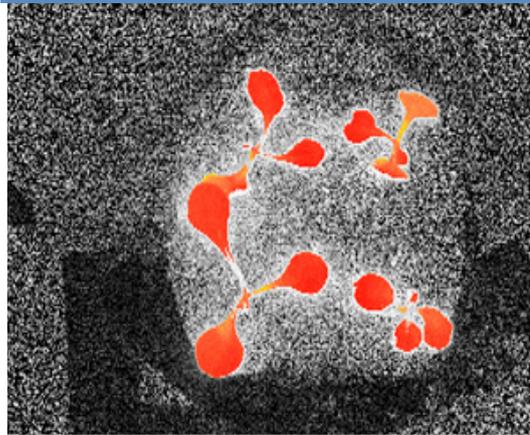
Erdpresstöpfe



Messung der Grundfluoreszenz



Vitale Keimlinge in der CFA-Messung



Resistenzprüfung auf Mullunterlage

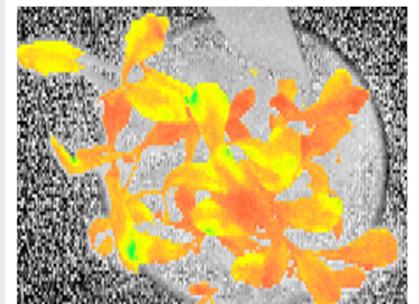
Mit *B. lactucae* infizierte Salatpflänzchen (links), CFA-Messung (rechts)

Abb. 1: Überblick über verschiedene Messmethoden bei Sämlingen

(Geplante) Verwertung

Im Projekt SalatBild wurden verwertbare Auswertalgorithmen erarbeitet, die eine Erkennung *Bremia*-anfälliger Sorten ermöglicht. Um diese in ein marktfähiges Gesamtkonzept zu überführen, bedarf es weiterer Forschung. Dies betrifft vor allem die technische Weiterentwicklung einschließlich optischer Sensor, Automatisierung der Bildanalyse sowie gerätetechnische Entwicklung mit Ansteuerung. Hierfür wird ein neues Projekt geplant, in dem in Koordination der verschiedensten Forschungsbereiche praxisorientierte Lösungen zu entwickeln sind. Eine erfolgreiche Weiterentwicklung des Projektes ist jedoch an eine finanzielle Unterstützung gebunden.

„Entwicklung eines digital, nach Produktqualität und -feuchte geregelten Trocknungsprozesses für Agrarprodukte“ (InnoBand)

„Development of a drying process for agricultural products digitally controlled by means of product quality and moisture content“

Projektlaufzeit

01.02.2012 bis 30.09.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr.-Ing. Werner Hofacker,
Institut für angewandte Thermo- und Fluidodynamik, HTWG, Konstanz

Verbundpartner

Dr.-Ing. Albert Esper,
INNOTECH Ingenieurgesellschaft mbH, Altdorf

Kurzfassung

Ziel

Das Projektziel ist die Bereitstellung einer neuartigen Trocknungsanlage für kleine Kapazitäten unter Einsatz einer neuartigen Datenerfassung und Prozessregelung nach der Produktqualität zur effizienten und kontinuierlichen Herstellung von Agrarprodukten höchster Qualität. Der Trockner soll für verschiedene Produkte nutzbar und mobil einsetzbar sein. Neben einer Verbesserung der Produktqualität werden eine Verkürzung des Trocknungsprozesses und damit eine Energieeinsparung erwartet. Auf Grund der geringen Anschaffungskosten und der hohen Flexibilität soll er außerdem für Produzenten in Entwicklungsländern erschwinglich sein und deren Absatzchancen durch die verbesserte Qualität steigern.

Realisierung

Der Trockner wurde in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner entwickelt und in Betrieb genommen. Das Trocknungsverfahren wird in räumlich kleine und zeitlich kurze Teilprozesse gegliedert. Für jeden Teilprozess wird apparativ eine jeweils individuell ausgeführte, auf einer Grundauführung bestehende Trocknersektion aufgebaut. Diese Sektionen verfügen jeweils über eigene, dem Trocknungsprozess angepasste Mess- und Regeleinrichtungen, Luftführung und Einrichtungen zur Konditionierung der Trocknungsluft sowie dem Trocknungsprozess entsprechende Wärmequelle (elektrische Heizung, Strahler, Kontaktflächen, Luft-Wasser-Wärmetauscher, etc.). Das Produkt wird

hierbei nicht auf einem kontinuierlichen Band ausgelegt sondern in geeigneten Behältern durch die jeweilige Sektion geführt. Von den Projektpartnern wurden Regelstrategien zur qualitätsoptimierten Trocknung von Agrarprodukten, insbesondere von Äpfeln entwickelt. Diese zielen auf eine möglichst naturgetreue Produktfarbe, eine geringe Schrumpfung und einen möglichst energieeffizienten Prozess. Zur Überwachung der Farbe wurde eine Software entwickelt, die in frei wählbaren Zeitintervallen mittels einer CCD-Farbkamera Fotos aufnimmt und diese bezüglich der Produktfarbe automatisch analysiert.

Ergebnisse

Der neu konzipierte Bandtrockner konnte seine Eignung zur Produktion von hochwertiger Trockenware nachweisen. Er kann nicht nur zur Trocknung von Früchten und Gemüse verwendet werden, sondern auch für krautige Produkte mit einer Schütthöhe von bis zu 25 cm. Durch die kontinuierliche Überwachung der Prozessparameter und insbesondere der Farbe und der Oberflächentemperatur des Produktes, konnten Strategien zur qualitätsoptimierten Trocknung von Äpfeln entwickelt werden. Diese zielen auf eine stufenweise Änderung der Prozessbedingungen ab, konkret wurde die Lufttemperatur nach dem Verlauf der Oberflächentemperatur geregelt um ein optimales Farbergebnis zu ermöglichen. Es konnte gezeigt werden, dass auch die phasenweise Anwendung hoher Lufttemperaturen die Farbe von Äpfeln im untersuchten Parameterraum nicht negativ beeinflusst, die Schrumpfung gleichzeitig verringert und die Trocknungszeit verkürzt werden kann.

(Geplante) Verwertung

Der digital nach Produktqualität und -feuchte geregelte Trocknungsprozeß ermöglicht neben der Herstellung von hochwertigen Trockenprodukten auch den Einsatz des Bandtrockners zur Produktion von Trockenspezialitäten, die genau auf den Kundenwunsch zugeschnitten sind. Durch die angestrebte Reduzierung des Energiebedarfs und Mobilität der Trocknungsanlage kann die Anlage auch an entlegenen Standorten bzw. in Feldnähe eingesetzt werden. Es ergibt sich auch die Möglichkeit den Energiebedarf zu einem großen Teil aus erneuerbaren Energiequellen zu decken, wodurch sich das Einsatzgebiet der Trocknungsanlage auf tropische und subtropische Ländern ausdehnt.

„Stickstoffdüngereinsparung bei Winterweizen durch verbesserte Vorhersage der Backqualität“ (BackProg)

„N-Fertilizer Reduction in Winter Wheat by Improved Prognosis of Baking Quality“

Projektlaufzeit

01.10.2011 bis 30.09.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Greef

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Braunschweig

Verbundpartner

Prof. Dr. Lindhauer

Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Detmold

Dr. Prüfer

SensoLogic GmbH, Norderstedt

Kurzfassung

Ziel

Ein wichtiges Kriterium für die Backqualität von Weizen ist derzeit ein hoher Rohproteingehalt, der als Grundlage für die Bezahlung des Landwirts dient. Angestrebt wird der hohe Rohproteingehalt oftmals mit Hilfe einer Stickstoffspätdüngung, allerdings mit fragwürdigem Erfolg und möglichen negativen ökologischen Konsequenzen. Eine enge Korrelation zwischen Rohproteingehalt und Backqualität ist außerdem nicht mehr bei allen Weizensorten stark ausgeprägt. Daher wird in diesem Projekt das Ziel verfolgt, Schnellmethoden zur verbesserten Vorhersage der Backqualität von Winterweizen zu entwickeln. Über eine verbesserte Vorhersage der Backqualität sollen alle Beteiligten der Wertschöpfungskette in die Lage versetzt werden, nach Backqualität und nicht rein nach dem Protein- und damit dem Stickstoffgehalt zu handeln, zu zahlen bzw. bezahlt zu werden. Übergeordnetes Ziel des Projekts ist daher die Reduzierung des N-Einsatzes bei der Backweizenerzeugung und damit die Verbesserung der N-Bilanz in der Qualitätsweizenproduktion im Sinne der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung.

Realisierung

Im Rahmen des Verbundvorhabens wurden unterschiedliche Weizenqualitäten im Feldanbau an zwei bodenkundlich unterschiedlichen Standorten bei unterschiedlicher Stickstoff- und Schwefeldüngermenge erzeugt. Um zusätzliche Informationen, z.B. über Sorten, die im Projektzeitraum neu zugelassen wurden, einfangen zu können, wurden weitere Proben von den Pflanzzüchtern Limagrain und Strube Research in die Untersuchungen einbezogen. Mit über 50 Weizensorten und Zuchtstämmen von insgesamt 10 Standorten in 5 Bundesländern konnte somit eine hohe Probenvariabilität gewährleistet werden, welche die unterschiedlichen Anbaubedingungen, Klimata, Böden und Reifezeitpunkte widerspiegelt. Die Backqualität der Proben wurde unter Verwendung der etablierten backtechnologischen Standardverfahren sowie den Standardbacktest (Rapid-Mix-Test) bestimmt.

Außerdem wurde die chipbasierte Kapillargelelektrophorese (CGE-am-Chip) als Schnellmethode zur Charakterisierung der Proteinzusammensetzung und damit der Proteinqualität, welche eine wesentliche Determinante der tatsächlichen Backqualität darstellt, etabliert. Üblicherweise werden zur Bestimmung der Proteinzusammensetzung als Methoden häufig gelelektrophoretische Verfahren (SDS-PAGE) eingesetzt. Neuerdings gewinnt jedoch die CGE-am-Chip weltweit an Bedeutung.

Im Rahmen des Projektes sollte daher gezeigt werden, inwieweit diese Technik zur schnellen Charakterisierung der backtechnologisch relevanten Proteine eingesetzt werden kann. Bei erfolgreicher Prüfung wäre man dann in der Lage, auf der Basis der mittels CGE-am-Chip analysierten und quantifizierten Proteinspektren der Gliadine und Glutenine von Weizen mit Hilfe eines geeigneten statistischen Verfahrens Rechenmodelle zur Vorhersage von backtechnologischen Qualitätsparametern zu erstellen.

Durch Einbindung des Unterauftragnehmers STZ Soil Biotechnology wurde zusätzlich mittels Pyrolyse-Feldionisation Massenspektrometrie (Py-FIMS) ein Fingerprinting vorgenommen, welches die Gesamtheit der vorhandenen organischen Moleküle, insbesondere auch a priori nicht erwartete Moleküle, erfasst und auf ihre Relevanz für die Backqualität prüft.

Alle Informationen fließen in die Entwicklung eines multivariaten, spektroskopisch basierten Klassifizierungsmodells für die Schnellabschätzung der Backqualität von Weizen mittels Nah-Infrarot-Spektrometrie (NIRS) ein. Mit verschiedenen, bei den jeweiligen Projektpartnern vorhandenen NIRS-Geräten wurden die spektralen Informationen am gereinigten und ungereinigten Ganzkorn, Schrot, Typenmehl und Teigling erfasst, um zu ermitteln, auf welcher Verarbeitungsstufe sich mit welcher Genauigkeit die Backqualität mittels NIR-basierter Verfahren abschätzen lässt.

Ergebnisse

Bislang liegen alle Referenzwerte und NIR-Spektren aus dem ersten Versuchsjahr vor. Das Backvolumen betrug im Mittel $612 \text{ ml} \pm 70 \text{ ml SD}$ und variierte zwischen 421 ml und 830 ml . Der mittlere Rohproteingehalt lag bei $11,9 \% \pm 1,4 \% \text{ SD}$ und variierte zwischen

7,6 % und 16,3 %. Backvolumen und Rohproteingehalt waren eng positiv korreliert ($R^2 = 40,8\%$; $p < 0,001$; $N = 304$). Die Güte dieser Beziehung variierte jedoch stark zwischen den Sorten und Standorten.

Erste NIR-Kalibrationen zeigten erwartungsgemäß sehr gute Ergebnisse für den Rohproteingehalt mit R^2 -Werten von bis zu 98,6 %, jedoch weniger gute für das Backvolumen mit R^2 -Werten von bis zu 70,1 %. Die Beurteilung der Kalibrierung erfolgt mittels RPD-Wert, welcher sich aus dem Verhältnis zwischen der Standardabweichung des Validiersets und dem Standardfehler der Vorhersage errechnet. Kalibrationen mit RPD-Werten unter 2 gelten als nicht ausreichend, während ab 3 von guter, und ab 8 von exzellenter Güte der Kalibration ausgegangen wird.

	Ganzkorn ungereinigt	Ganzkorn gereinigt	Schrot	Typenmehl	Teigling
Rohproteingehalt	3,18	3,06	3,16	8,60	3,08
Backvolumen	1,68	1,62	1,76	1,84	1,81

Tab. 1: RPD-Werte der besten Kalibrationsmodelle in Relation zur Verarbeitungsstufe

Die RPD-Werte (Tab. 1) variierten zwischen 3,06 und 8,60 für Rohprotein und 1,62 und 1,84 für Backvolumen. Damit kann das Backvolumen derzeit nicht zufriedenstellend mittels NIRS vorhergesagt werden. Die besten Kalibrationen entstehen für beide Parameter bei Nutzung von Proben der Verarbeitungsstufe Typenmehl.

(Geplante) Verwertung

Die bisher erzielbare Genauigkeit der Abschätzung backtechnologischer Parameter mittels NIRS und Robustheit der vorläufigen Kalibrationen lassen einen Probelauf in der landwirtschaftlichen Praxis, wie er ursprünglich geplant war, derzeit noch nicht zu. Um die Erfolgsaussichten des Ansatzes zu erhöhen, wird derzeit an der Weiterentwicklung des Indikatorensets für die Backqualität gearbeitet und beispielsweise getestet, ob hochmolekulare Proteinfractionen (z.B. Glutenin-Makropolymere) besser für die Vorhersage der Backqualität durch NIRS geeignet sind. Zusätzlich wird anhand eines Probensubsets geprüft, ob ein verbesserter Backtest als Referenzverfahren zu besseren Kalibrationen führt als der zurzeit routinemäßig eingesetzte Standardbacktest (Rapid-Mix-Test).

„Standortangepasstes Stickstoff-Management auf Basis teilflächen-spezifischer Informationsverarbeitung – System-, Hard- und Softwarelösung“ (N-Management)

„Site-adopted N management based on precision farming approaches – system, hard and software solution“

Projektlaufzeit

01.06.2012-31.12.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Jörg Rühmann

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), Großbeeren

Verbundpartner

Dr. Jens Birger

Umwelt- und GeodatenManagement GbR (Umgeodat), Halle

Dr. Uwe Franko

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Halle

Dr. Erika Lück

Universität, Potsdam (UP), Potsdam

Thomas Muhr

geo-konzept GmbH (geo-konzept), Adelschlag

Prof. Peter Wagner

Martin-Luther-Universität (MLU), Halle

Kurzfassung

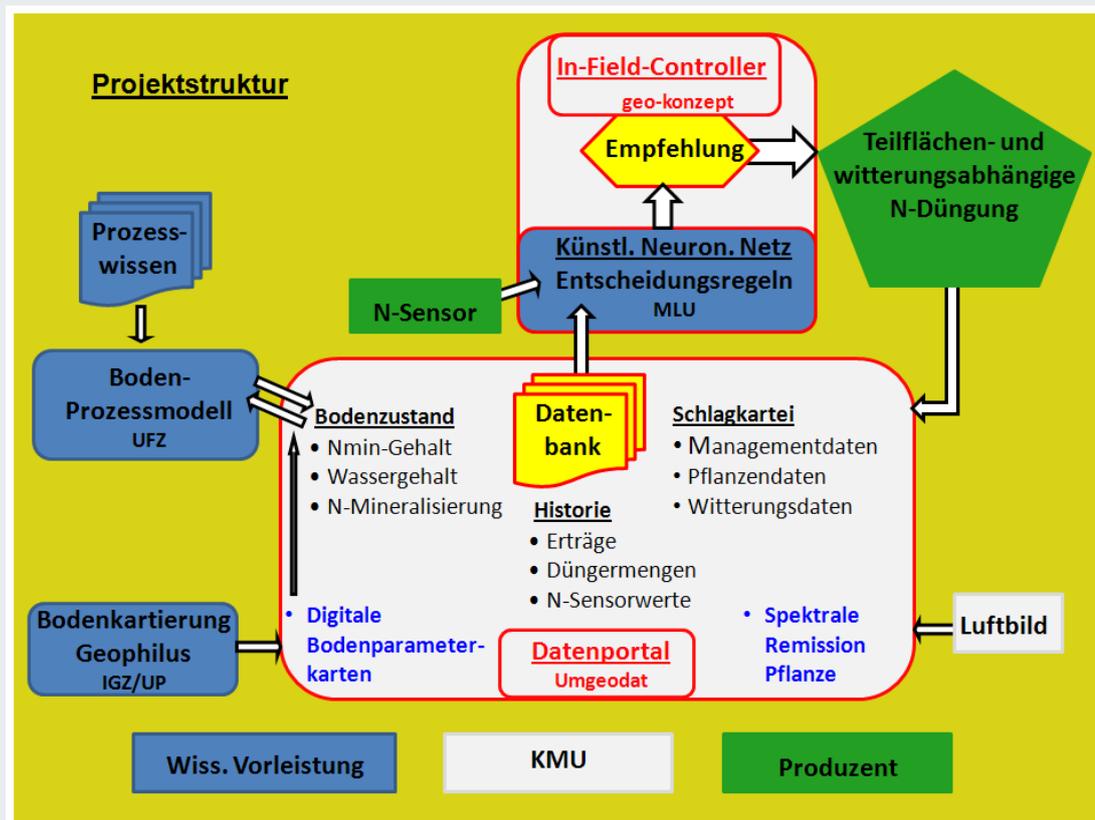
Ziel

Das Ziel des vorliegenden Vorhabens besteht darin, ein Verfahren zum standortangepasstes Stickstoffmanagement auf der Grundlage neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse zu entwickeln und in die Praxis einzuführen. Das Vorhaben umfasst sowohl die Entwicklung und den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnik als auch die Anwendung von wissenschaftlichen Modellen zur Steuerung der N-Düngung. Die zu entwickelnden Hardware-Eckpunkte, zwischen denen der Datenfluss via

Mobilfunk erfolgt, sind ein Web-gestütztes Datenportal und ein im Schlepper befindlicher In-Field-Controller. Im Datenportal wird eine breite Datenpalette verwaltet und unter anderem für ein Bodenprozessmodell zugänglich gemacht. Dieses Modell berechnet Bodenzustandsgrößen in einem 6 x 6 Meter-Raster auf Grundlage von Bewirtschaftungs- und Witterungsdaten sowie von Daten aus hochaufgelösten digitalen 3D-Bodenkarten. Die berechneten Bodenzustandsgrößen werden im Schlepper zusammen mit online-Daten eines N-Sensors mittels eines künstlichen neuronalen Netzes verarbeitet, das sich in dem Controller befindet. Nachfolgend erfolgt die Ansteuerung des Düngerstreuers. Am Ende des beschriebenen Verfahrensweges steht eine teilflächenspezifisch pflanzenbaulich, ökologisch und ökonomisch optimierte N-Düngung. Das Verfahren wird in zwei Betrieben (in Görzig und Seyda) exemplarisch in die Praxis eingeführt.

Realisierung und Ergebnisse

Die Realisierung des Vorhabens erfolgt entsprechend der dargestellten Projektstruktur:



Die Aufgabenverteilung zwischen den wissenschaftlichen Einrichtungen, den KMU's und der landwirtschaftlichen Praxis ist farblich hervorgehoben.

Arbeitsschritte und deren Erfüllungsstand (Ergebnisse):

- Analyse der Anforderungen an die und Festlegung der Systemarchitektur, Hardware, Schnittstellen

Die Systemarchitektur wurde festgelegt. Für das Datenportal wurde der Server beschafft und konfiguriert; ein Portal mit multiuserfähigen Komponenten entwickelt; Gestaltung einer externen und internen Kommunikationsplattform zur Präsentation des Projektes (<http://www.precisionn.de>) und zum internen Dateiaustausch; Generierung der zentralen online-Datenbank.

Für den In-field-Controller wurden die grundlegenden Hardware- und Softwarekomponenten entwickelt. Erste Tests bezüglich der erforderlichen Rechenleistung und sachlichen Richtigkeit bei den Berechnungen der Eingangs- und Ausgangsgrößen wurden erfolgreich beendet. Des Weiteren wurde ein Algorithmus des künstlichen neuronalen Netzes (MLU) auf der Simulationsumgebung eines Prototypen des In-field-Controllers getestet und weiterverarbeitet.

- Folgende Schnittstellen wurden generiert:

- zwischen dem Bodenprozessmodell CANDY (UFZ) und dem Datenbankserver (UMGEODAT)
- zwischen In-field-Controller und dem Positionssensor (GNSS), dem YARA-N-Sensor und dem Datenbankserver
- zwischen In-field-Controller und Düngerstreuer (derzeitig in Bearbeitung)

- Geophiluskartierung und Bodenbeprobung in Görzig und Seyda

In 2012 und 2013 wurden an beiden Standorten mehrfach Kartierungen mit dem mobilen Bodensensorsystem „Geophilus“ durchgeführt (IGZ + UP). Die mit diesem System gewonnenen elektrischen Widerstandswerte aus fünf unterschiedlichen Bodentiefen und Gammaaktivitäten des Oberbodens dienen als Grundlage für hochauflösende dreidimensionale Bodenkarten. Um die Geophilus Daten in pflanzenbaulich relevante Bodenmerkmale (Bodenart, nFK) umrechnen zu können, ist es erforderlich, die Abhängigkeit des elektrischen Bodenwiderstandes von den Einflussgrößen Bodenart (Körnung), Bodenfeuchte und Lagerungsdichte zu ermitteln. Dies erfolgt gegenwärtig auf der Grundlage einer Labordatenbank sowie basierend auf Modellversuchen im Freiland. Des Weiteren ist es erforderlich, die Geophilus Bodenkarten an die Anforderungen der Teilflächenspezifik zu adaptieren (s. nächster Pkt.).

- Adaptation der Geophilus-Bodenkarten an Anforderungen der Teilflächenspezifik (Inversions- und Clustertool)

- Clusteranalyse der Daten: Ausweisung von Teilflächen ähnlicher Eigenschaften unter Einbeziehung der elektrischen Widerstände, Gesamtgammastrahlung, Geländehöhen und ggf. Daten der Reichsbodenschätzung. Erste Clusteralgorithmen wurden erfolgreich getestet.
- Inversionsrechnungen: Geoelektrische Messungen, die von der Bodenoberfläche aus erfolgen und unterschiedliche Erkundungstiefen haben, haben als obere Randbedingung immer die Bodenoberfläche. Die Erkundungstiefen des

Geophilus Systems sind 0-25, 0-50, 0-75, 0-100 und 0-125 cm. Um die elektrischen Widerstände der einzelnen Schichten (25-50, 50-75, 75-100, 100-125 cm) berechnen zu können, sind sogenannte Inversionsrechnungen erforderlich. Diese beruhen aber immer auf einer festen Elektrodengeometrie (Anordnung und Abstände). Da der Geophilus von einem Fahrzeug über die zu kartierenden Flächen bewegt wird, ändern sich mit der Fahrgeschwindigkeit auch die Elektrodenabstände. Erste Inversionsalgorithmen befinden sich in der Entwicklung.

- Adaptation des Bodenprozessmodells an Anforderungen der Teilflächenspezifik

Folgende Teilaspekte wurden bearbeitet:

- Modellgerechte Aufbereitung einer Wetterdatenbank für die projektrelevanten Orte Görzig und Seyda
- Modellgerechte Aufbereitung des landwirtschaftlichen Feldmanagement für die projektrelevanten Versuchsfelder in Görzig und Seyda (Trainings- und Anwendungsschläge)
- Modellgerechte Aufbereitung der Bodenstandortbeschreibung nach Reichsbodenschätzung, Laboranalyse und Kartieranleitung
- Entwurf eines Algorithmus in der CANDY Datenstruktur zur Ermittlung des Startwertes für organischen Kohlenstoff

- Training des KNN, Vorbereitung und Durchführung der N-Steigerungsversuche in den Praxisbetrieben Görzig und Seyda; Validierung des KNN, Durchführung von Streifenversuchen in Görzig und Seyda

- Einbeziehung neuer Inputs (Candy Model, Geophilus Daten) ist erfolgt
- Durchführung des KNN Trainings (N-Steigerungsversuche) und der KNN Validierung (Streifenversuche) erfolgte bereits an beiden Standorten

(Geplante) Verwertung

Die im Rahmen des Gesamtprojektes zu entwickelnde Lösung wird voraussichtlich nur bei Anwendung als Paket den größten wirtschaftlichen Erfolg erfahren. Die Gesamtlösung in ihrer Kombination aus Geoelektrik → Prozessmodellierung → Handlungsempfehlung repräsentiert einen sehr großen Neuheitswert und trägt Beispielscharakter. Eine Übertragung der Projektidee auf andere Anwendungsgebiete wie z.B. optimiertes Management von Bewässerung und organischer Düngung ist naheliegend. Bezogen auf die 3.2 Mio ha Winterweizenanbaufläche in Deutschland und einen mittleren N-Aufwand von 150 kg/ha entspricht eine 21 %ige Reduktion der N-Aufwandmenge einer jährlichen Einsparung an N-Dünger von 100.000 t und einem Geldwert von 7.5 Mio €. Die zusätzlichen ökologischen Vorteile (Reduktion Auswaschung und Treibhausgasemission) können nicht monetär bewertet werden.

„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 28.02.2015

Projektkoordinator, Institution

Dipl.-Ing. Yuan Gao
newtec Umwelttechnik GmbH, Berlin

Verbundpartner

Prof. Dr. Uwe Schmidt
Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin

Prof. Dr. Carmen Büttner
Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin

Kurzfassung**Ziel**

Durch industrielle Forschung soll ein innovatives technisches Verfahren entwickelt werden, mit dem eine nachhaltige und effiziente Wassernutzung und Wasserwiederverwendung in Gewächshäusern erzielt wird. In diesem Kontext soll eine pflanzenverträgliche, aber auch umweltschonende Desinfektion und Aufbereitung von Prozesswasser im Gewächshaus zur Minimierung von Pflanzenkrankheitserregern führen. Dabei wird bestehendes Know-how aus Privatwirtschaft und Wissenschaft, in Form eines Verbundprojektes zwischen der Humboldt-Universität zu Berlin und der Fa. newtec Umwelttechnik GmbH, gebündelt.

Das Teilprojekt der Fa. newtec befasst sich mit der technologischen Konzeptionierung und Entwicklung des neuartigen Verfahrens zur Desinfektion von Gießwasser in Gewächshäusern unter Nutzung der bei newtec entwickelten elektrolytischen Wasserdessinfektion.

Das Teilprojekt der HU Berlin umfasst die Einbindung des Desinfektionsverfahrens in ein geschlossenes und rezirkulierendes Bewässerungssystem für den Gemüseanbau. Im

Fokus der Untersuchungen stehen eine mögliche Beeinflussung des Pflanzenwachstums und der Nachweis einer toxischen bzw. inaktivierenden Wirkung des Desinfektionsverfahrens auf pflanzenschädigende Viren, Bakterien und Pilze.

Realisierung

Die elektrolytische Wasserdesinfektion gilt als ein relativ neues Verfahren und wird bislang vorrangig zur Trinkwasserdesinfektion oder in der Schwimmbadtechnik angewandt. Dabei wird das Desinfektionsmittel vor Ort aus Kochsalz (NaCl), Wasser und Strom produziert.

Für den pflanzenbaulichen Anwendungsfall empfiehlt sich Kaliumchlorid (KCl), da Kalium als ein essentieller Nährstoff fungiert. Die erzeugte Desinfektionslösung enthält unter anderem Kaliumhypochlorit (KClO) und wird über eine auf pflanzliche Nährlösungen angepasste Mess- und Dosiereinheit dem Bewässerungskreislauf zugeführt. Auf diese Weise sollen, in Abhängigkeit von der Dosis, Pflanzenkrankheitserreger abgetötet oder inaktiviert werden.

Bei Anbauversuchen mit Salat- und Tomatenkulturen werden die Pflanzenverträglichkeit und Nährlösungsstabilität bei differenten Konzentrationen des Desinfektionsmittels geprüft. Als Kontrollgrößen werden Eigenschaften des vegetativen und generativen Wachstums bonitiert. Als Produktionsergebnisse werden der Ertrag, aber auch äußere und innere Qualitätsparameter erfasst.

Der Einfluss der elektrolytischen Wasserdesinfektion auf phytopathogene Erreger wird zunächst *in vitro* getestet und anschließend die Eignung des Verfahrens zur Eliminierung respektive Inaktivierung ausgewählter Pathogene *in vivo* vorgenommen.

Ergebnisse

Bei Vorversuchen mit Salat wurde die Pflanzenverträglichkeit des elektrolytisch erzeugten Desinfektionsmittels geprüft, wobei die Lösung diskontinuierlich im Bewässerungskreislauf injiziert wurde. So wurde bei Konzentrationen $> 1 \text{ mg/l}$ eine Ertragsminderung beobachtet. Darüber hinaus zeigte die Überwachung des Gießwassers in den Desinfektionsvarianten einen steigenden Chloridgehalt, wobei dieser jedoch auch in der höchstdosierten Variante unterhalb des empfohlenen Grenzwertes für Salatpflanzen lag.

Mit steigender Dosierung zeigte sich zudem ein deutlicher Rückgang des Algenbewuchses in den Bewässerungsrinnen. Aktuelle Untersuchungen beschäftigen sich mit der Dosis-Wirkung-Beziehung bei Tomatenpflanzen. Dabei wird je ein Kultursatz mit einer kontinuierlichen beziehungsweise diskontinuierlichen Desinfektionsstrategie einem Kultursatz ohne Desinfektion gegenübergestellt.

Hierzu deuten die aktuellen Zwischenergebnisse darauf hin, dass beim hydroponischen Tomatenanbau eine diskontinuierliche Desinfektion des Gießwassers mit höheren Chloridkonzentrationen als beim Salatanbau möglich ist, da Tomatenpflanzen weniger sensitiv gegenüber Chlorverbindungen reagieren.

Die *in vitro* Testung der Effizienz der KClO-Lösung zur Inaktivierung von Phytopathogenen wurde am Beispiel von wirtschaftlich bedeutenden Krankheitserregern vorgenommen:

Fusarium oxysporum, *F. verticillioides*, *Pythium aphanidermatum*, *Botrytis cinerea*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani*, *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas syringae* und *Pepino mosaic virus* (PepMV)

Die Testung wurde in Anlehnung an den OEPP/EPPO Standard PP 1/261 (2008) durchgeführt und Dosis-Wirkungs-Beziehungen berechnet. Wie erwartet variiert die zur vollständigen Inaktivierung der Krankheitserreger erforderliche Dosis und Kontaktzeit in Abhängigkeit von der Erregerart und ggf. dessen Entwicklungsstadium. So lassen sich *in vitro* alle geprüften pilzlichen Erreger mit Ausnahme von *Rhizoctonia solani* mit 6 mg/l freies Chlor bei einer Einwirkzeit von 30 Minuten vollständig inaktivieren; das Bakterium *X. campestris* ist schon bei einer 5-minütigen Inkubation in 1 mg/l freies Chlor nicht mehr vermehrungsfähig.

Die aktuelle *in vivo* Prüfung zum Einfluss der elektrolytischen Wasserdesinfektion auf pflanzenschädigende Viren erfolgt am Beispiel von Tomatenkulturen. Hierbei deuten erste Ergebnisse darauf hin, dass es durch eine diskontinuierlich vorgenommene Zugabe der KClO-Lösung zu einer verzögerten Übertragung/Infektion der Pflanzen mit PepMV kommt.

(Geplante) Verwertung

Bei erfolgreichem Abschluss des Verbundprojekts steht der Branche ein umweltfreundliches Desinfektionsverfahren zur Verfügung, das einen Innovationssprung in der Verminderung des phytosanitären Risikos in Gewächshäusern bei gleichzeitiger Minimierung des Energie- und Ressourceneinsatz (Wasser) ermöglicht.

„Entwicklung und Optimierung einer Maschine zur automatischen Hopfenpflücke“ (Hopfenpflücke)

„Development and optimisation of an automatic hop picking machine“

Projektlaufzeit

01.09.2011 bis 31.10.2014

Projektkoordinator, Institution

LD Johann Portner

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ)

Wolnzach, Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT), Freising

Verbundpartner

Fa. Fuß Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH & Co. KG, Schkölen

Kurzfassung

Ziel

Die Bundesrepublik Deutschland ist mit etwa 18.500 ha Anbaufläche der größte Hopfen-erzeuger weltweit. Obwohl der Hopfenanbau wirtschaftlich eine regional bedeutende Rolle spielt, blieb der technische Fortschritt in der Produktion und Verfahrenstechnik hinter der technischen Entwicklung des globalen Agrarsektors zurück. Grundlegend werden die gleichen Funktionsprinzipien der maschinellen Ernte verwendet, wie seit der Einführung der Maschinenpflücke vor 50 Jahren. Die Hopfenernte erfolgt zweiphasig im Spätsommer. Die Hopfenreben werden zusammen mit den Aufleitdrähten mithilfe eines Abreißgeräts vom Gerüst getrennt und zur stationären Pflückmaschine transportiert. Danach wird die Pflückmaschine manuell mit Einzelreben beschickt, um die Dolden von den Reben zu trennen. Das manuelle Einhängen der Reben in die Einzugsarme der Pflückmaschine ist sehr arbeitsintensiv, ergonomisch belastend und mit einem Verletzungsrisiko verbunden. Im Rahmen des Kooperationsprojekts arbeiten die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft und die Fa. Fuß Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH & Co. KG an der Entwicklung, Optimierung und Erprobung eines neuen Systems zur automatischen Beschickung der Pflückmaschine. Dabei soll eine ähnliche Pflückleistung und eine vergleichbare Qualität des Endprodukts wie bei herkömmlichen Pflückmaschinen erreicht werden. Darüber hinaus müssen bereits bei der Entwicklung

die Sicherheitsvorschriften entsprechend der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG integriert werden. Das neu entwickelte System stellt den Einstieg in ein innovatives Verfahren dar und soll damit eine automatisierte und kontinuierliche Beschickung der Hauptpflückeinrichtung ermöglichen.

Realisierung

Das neue System basiert auf der Verarbeitung der gesamten Ladung eines Erntewagens ohne die bisher übliche Vereinzelung der Reben aus dem Stapel. Der gesamte Rebenstapel wird in Abschnitte zerteilt, die dann in einer Vereinzelungs- und Vorpflückeinheit der weiteren Verarbeitung zugeführt werden. Ein Schneidwerkzeug wird von unten nach oben geführt und dadurch fallen bereits abgetrennte Rebenabschnitte entsprechend der Schwerkrafteinwirkung nach unten. Dort werden sie vom Vorpflückband erfasst und gleichzeitig durch dieses zu der Weiterverarbeitung transportiert (siehe Abb. 1).

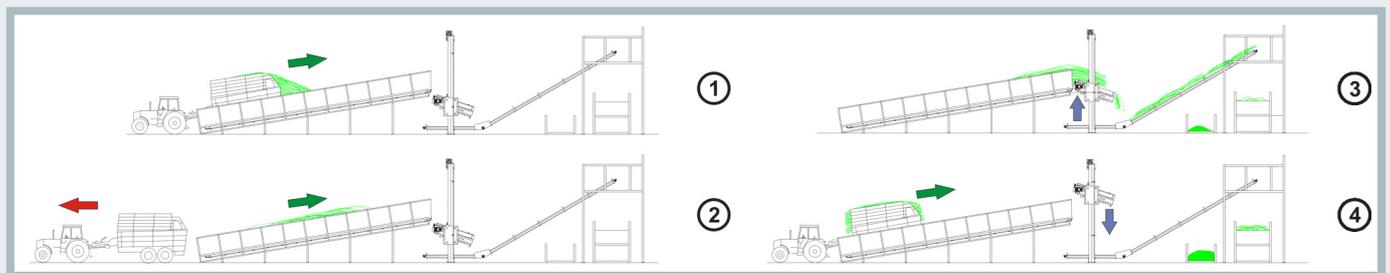


Abb. 1: Konzept eines neuen Systems zur automatischen Beschickung der Pflückmaschine

Nach der Erprobung der Funktionsprinzipien einzelner Elemente wurde das System in Form eines digitalen Prototyps (DP) gestaltet. Der DP ermöglichte sowohl das detaillierte Modellieren aller Bauteile und ihren virtuellen Zusammenbau zu Baugruppen, als auch die Durchführung von kinematischen und zum Teil Kräfteanalysen. Außerdem war es möglich, das Gewicht der Baugruppen abzuschätzen und darauf basierend die Optimierungen der einzelnen Bauteile durchzuführen. Die mit dem DP gewonnenen Erkenntnisse dienten als Grundlagen für den Bau des ersten funktionsfähigen physikalischen Prototyps der Vorrichtung. Dieser wurde während der Ernte 2012 und 2013 getestet, begleitet durch Hochgeschwindigkeitskameraaufnahmen und der Ermittlung von Steuerungs- und Sensorsignalen, um Grundlagen für die Analyse und Optimierung sicherzustellen. Die einzelnen Baugruppen wurden getestet und das System praktisch unter verschiedenen Arbeitsbedingungen (u.a. Berücksichtigung verschiedener Schnittgeschwindigkeiten und Schnittlängen) erprobt, mit dem Ziel, minimale Verluste und maximale Qualität des Endprodukts zu erreichen.

Um die tatsächlichen dynamischen Belastungen, die auf den Hebemechanismus der Schneidvorrichtung einwirken, unter realen Bedingungen zu erfassen, wurden Wiegezellen in der Hebevorrichtung integriert. Die Sensoren wurden über ein modulares Datenerfassungssystem an den Messrechner angeschlossen und so ein schneller Aufbau der

Messkette direkt am Hopfenpflücksystem möglich. Die entsprechende Softwarelösung wurde mit LabVIEW entwickelt.

Ergebnisse

Der digitale Prototyp ermöglichte sowohl die Funktionsprüfung der neu entwickelten Subsysteme als auch Kollisionsanalysen in einer frühen Optimierungsphase. Trotz der technischen Komplexität des Systems und der Tatsache, dass es am Markt kein ähnliches Produkt gibt, konnten Konstruktionsfehler durch die Analyse mit dem DP minimiert und die Entwicklungszeit deutlich verkürzt werden.

Der erste Prototyp des Systems zur automatischen Beschickung der Pflückmaschine besteht aus einem Kratzboden (1), einer Schneidvorrichtung (2) einem Vorpflückaggregat (3) und einem Transportband mit einem Vorabscheider (4) für eine kontinuierliche Beschickung der Pflückmaschine (5) (siehe Abb. 2). Das Vorpflückaggregat ist zusammen mit dem Messerbalken auf der gleichen Hebevorrichtung montiert. Um eine bessere Leistung gewährleisten zu können, hat es die Aufgabe, möglichst viele Dolden schon in dieser Phase von Reben zu trennen, bevor die Weiterverarbeitung der Hopfenrebenabschnitte in der Pflückmaschine stattfindet. Die Schnittlänge und Geschwindigkeit können als Parameter in der Steuersoftware, abhängig von der Hopfensorte und der Menge der Dolden an der Rebe, eingestellt werden. Das ist nötig, um die Hopfenreben ohne wesentliche Beschädigung der Dolden zu schneiden und so eine maximale Leistung zu erzielen. Die ersten Tests unter realen Bedingungen zeigten einen hohen Stabilitäts- und Robustheitsgrad. Während der Prüfung der Funktionsprinzipien wurden wichtige Erkenntnisse

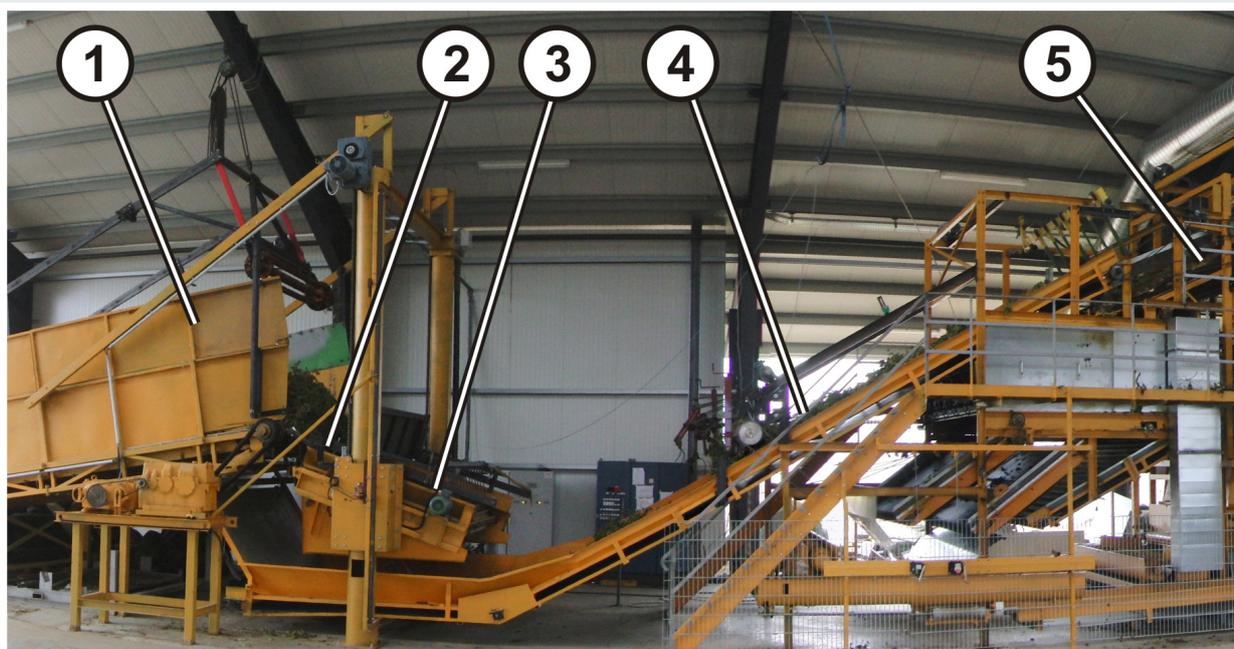


Abb. 2: Erster Prototyp der Vorrichtung für die automatische Beschickung angekoppelt an der Pflückmaschine

zur gleichmäßigen Dosierung und Kontinuität des Gutstromflusses gewonnen. Außerdem wurden weitere Potenziale zur besseren Abwicklung der Bearbeitung eines Stapels identifiziert. Die Hypothese, dass die Prozessabwicklung durch die Implementierung von zusätzlichen Sensoren verbessert werden kann, soll während der Ernte in 2014 getestet werden.

Geplante Verwertung

Die Erkenntnisse aus der ersten Erprobungsphase erlauben noch keine eindeutige Aussage, ob der Einsatz der Schneidvorrichtung zur automatischen Hopfenpflücke zu messbaren Verbesserungen der wirtschaftlichen Ergebnisse im Hopfenanbau führen wird. Um die als Projektziel angegebenen Einsparungen zu bestätigen ist es notwendig, die vorgesehene Erprobungsphase mit dem optimierten Prototyp fortzusetzen. Das Projekt trägt zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn in einem noch wenig untersuchten Themenfeld bei. Es konnten Fragen zur Bauform der Schneidvorrichtung, zum kinematischen und dynamischen Ablauf von Schneiden, Vorpflücken, Transportieren und Dosieren abgeschnittener Reben zur Pflückvorrichtung, zum dazu nötigen Energiebedarf und zur entsprechenden Auswahl von Sensorik und Aktorik bearbeitet werden. Wenn die Tests modernster Sensortechnik diese als vorteilhaft gegenüber der herkömmlichen Steuerungstechnik bestätigen, wird eine Übertragung auf die Steuerung anderer landwirtschaftlicher Gutströme möglich. Die Ergebnisse dieser Projektarbeit und die angewendeten Methoden stellen eine Basis für zukünftige Projekte dar. Eine Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf die Entwicklung anderer landwirtschaftlicher Sondermaschinen ist denkbar.

Im Anschluss an die Projektlaufzeit ist die kommerzielle Weiterentwicklung und Vermarktung der Maschine zur automatischen Hopfenpflücke geplant.

Literatur

Gobor, Z., Fuß, J., Fröhlich, G. Portner, J. 2013. Stationary fully automated Hop Picking Machine-Concept, Prototyping and Preliminary Testing. International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V. CIOSTA XXXV Conference "From Effective to Intelligent Agriculture and Forestry", Billund, (Denmark), 3-5 July 2013, Proceedings p.8

Gobor, Z., Fuß, J., Fröhlich, G. Portner, J. 2013. Development of a stationary fully automated hop picking machine prototype. EFITA 2013 "Sustainable Agriculture through ICT innovation" conference, Turin (Italy), 23-27. Jun 2013, Proceedings: paper Nr. P0172. p.8
Internet: <http://www.efita2013.org/geystiona/adjs/comunicaciones/279/C01720001.pdf>
(Zugriff am 05.03.2014)

Gobor, Z. Mechatronic Solutions in Precision Agriculture. Proceedings of the 2nd Regional Conference - Mechatronics in Practice and Education, Subotica, (Serbien), 05.-06.12.2013, pp. 27-32

„Optisch-maschinelle Entfernung von qualitätsmindernden Partikeln aus Vollernter-Traubenlesegut als Qualitätssicherungsmaßnahme für den Steillagenweinbau“ (Sortiertisch)

“Optic-mechanical elimination of quality decreasing particles out of harvester picked grapes as a quality management method in steep slope viticulture”

Projektlaufzeit

01.05.2009 bis 30.04.2013

Projektkoordinator

Dipl. Ing. (FH) Jakob Feltes

Dr. Gerhard Scholten

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Mosel, Bernkastel-Kues

Verbundpartner

Prof. Dr. Michael Fischer

Dr. Michael Maixner

Julius-Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau, Geilweilerhof, Siebeldingen

Bernd Clemens

Dipl.-Ing. (FH) Christof Loch

Clemens GmbH & Co. KG Maschinenfabrik, Wittlich

Kurzfassung

Ziel

Bisher hat die Traubensortierung nach der Lese im deutschen Weinbau noch keinen hohen Stellenwert. Schauen wir über die deutschen Grenzen hinaus, so finden sich in vielen Weinbauländern Gebiete, die sowohl Rotwein- als auch Weißweitrauben sortieren. Diese Sortierung wird meist per Hand von vielen Arbeitskräften durchgeführt. Ein Verfahren, das nicht nur sehr zeit- und kostenintensiv ist, sondern auch qualitative Lücken aufweist.

Jeder, der solch einer Arbeit einige Stunden nachgegangen ist, weiß, wie schnell die Konzentration und damit die Genauigkeit nachlassen. Eine konstante Rotation von vielen Arbeitern ermöglicht erst den gewünschten Erfolg. Der hierfür notwendige Bedarf an Arbeitskräften und der damit verbundene finanzielle Aufwand wurde im Bezug auf die

Qualitätssteigerung in den letzten Jahrzehnten, aufgrund der bis dato teilweise geringen Belastung des Lesegutes, in deutschen Weinbaugebieten zu Recht gescheut. Besteht bei der Handlese noch die Möglichkeit mit geschulten Lesehelfern eine selektive Lese durchzuführen, so ist dies beim Vollerntereinsatz kaum möglich.

Der finanzielle und zeitliche Aufwand einer dem Vollernter vorausgehenden Negativselektion ist enorm. Die von Hand durchgeführte Selektion im Weinberg begleitet darüber hinaus ähnliche Schwierigkeiten wie die Handsortierung am Sortiertisch. Durch die Einführung des Steillagenvollernters wird selbst bei vielen Steillagen eine maschinelle Lese möglich sein. Eine der Lese nachgeschaltete Sortierung wird somit unumgänglich.

Realisierung

Bereits 2007 wurden die ersten Versuche zur vollautomatisch optischen Sortierung von Weintrauben am DLR Mosel durchgeführt. Ab dem Jahrgang 2010 stand dazu eine stationär eingesetzte, vollautomatisch optische Sortieranlage zur Verfügung.

Verfahrensschritte bei der vollautomatisch optischen Sortierung:

1.) Entrappen

Die Trauben müssen abgebeert werden, damit jede Beere einzeln gescannt und entsprechend sortiert werden kann.

2.) Vereinzeln und Vorentsäften

Aus dem Entrapper werden die Beeren auf eine Breite von 600 mm vereinzelt. Dazu wird ein Vibrationstisch verwendet, welcher mit einem Sieb zur Vorentsaffung ausgestattet ist.

3.) Beschleunigung auf Sortiergeschwindigkeit

Vom Vibrationstisch kommen die Beeren mit einer Geschwindigkeit von 0,25 m/s und werden auf der Sortiermaschine auf 3 m/s beschleunigt. Da die Beeren durch diese hohe Beschleunigung ins Trudeln kommen, erfolgt eine Beruhigung durch einen Stabilisator. Der Stabilisator läuft mit der gleichen Geschwindigkeit wie das Transportband und ist eine mit einem Kunststoffnetz umhüllte Rolle, welche die Beeren leicht andrückt.

4.) Scannen mittels Hochgeschwindigkeitsfarbkamera

Pro Sekunde werden mit einer Hochgeschwindigkeitsfarbkamera 4.000 Aufnahmen gemacht. Die Aufnahmen der Beeren werden vom Rechner des Gerätes ausgewertet und die Beeren entsprechend der zuvor festgelegten Parameter sortiert. Um diese Parameter einzustellen, werden gesunde und faule Beeren sowie Rappen und Stiele vor dem Start der Sortierung auf das Band gelegt und eingelesen. Das von den Kameras aufgenommene Bild kann vom Bediener an dem integrierten Computer recht einfach als „gut“ oder „schlecht“ markiert werden. Die hierdurch errechneten Farbraster können nach Belieben weiter differenziert und als Sortierprogramme abgespeichert werden.

5.) Ausschleusung durch Druckluft

Eine Leiste mit Luftdüsen schleust die negative Selektion mit einem Druck von 2 – 3 bar (abhängig vom Beerengewicht) unmittelbar nach dem Scanvorgang aus. Der Abstand zwischen den Düsen beträgt 2,5 mm, wodurch einzelne Beeren – aber auch Stiele – sicher erfasst werden können.



Abb. 1: Sortieranlage am DLR Mosel

Ergebnisse

Seit Versuchsbeginn 2007 sind knapp 400 Tonnen folgender Rebsorten maschinell sortiert worden: Frühburgunder, Spätburgunder, Cabernet Sauvignon, Optima, Bacchus, Müller-Thurgau, Grauburgunder, Weißburgunder, Kerner, Solaris, Silvaner und Riesling. An den Versuchen beteiligten sich mehr als 35 Weingüter und Genossenschaften. Mit weißen Rebsorten (Ausnahme: Grauburgunder) funktioniert die Sortierung sehr gut. Es werden selbst bei Riesling Selektionsquoten von 98 % im Mittel erreicht, d. h. in 100 g „Positiv“-Sortierung befinden sich lediglich 2 g „Negativ“-Anteile (z. B. faule Beeren, Rappen oder Blattteile).

Sollen jedoch faule braune Trauben bei roten Rebsorten oder Grauburgunder aussortiert werden, ist dies aufgrund des für die Kamera kaum erkennbaren Farbunterschiedes zwischen braun und rot nur bedingt möglich. Um hier eine Sortierung möglich zu machen, wurde zusätzlich ein Nah-Infrarot (NIR) Laser in das System integriert. Mit einer Farbkamera ohne Unterstützung durch Nah-Infrarot-Sensoren (Kamera oder Laser) ist eine zuverlässige Sortierung von roten Traubensorten und Grauburgunder nicht möglich.



Abb. 2: Positivsortierung bei Riesling



Abb. 3: Negativsortierung bei Riesling

(Geplante) Verwertung

Das Aussortieren krankheitsbefallener Trauben wird hinsichtlich der Qualitätssicherung im Weinbau immer wichtiger. Neben der Handsortierung im Weinberg wird vereinzelt die Selektion auch an einem Sortiertisch bei der Traubenverarbeitung im Kelterhaus durchgeführt. Eine Handsortierung ist sehr arbeits- und zeitintensiv und weist je nach Durchführung qualitative Lücken auf. Eine effiziente Sortierung von Tonnagen an Trauben in kurzer Zeit kann meist nur schwer realisiert werden. Verglichen mit einigen mechanischen Traubensortierern bietet vor allem die vollautomatisch-optische Traubensortierung die Möglichkeit einer schnellen und effektiven Beerensortierung.

Neben der Qualitätssicherung kann die Sortierung zweckdienlich auch zur Qualitätssteigerung eingesetzt werden, wobei es hier betriebsspezifische Präferenzen gibt. Diese können einerseits auf der Erzeugung fruchtiger, sensorisch sauberer Weißweine und andererseits auf durch („saubere“) Botrytis konzentrierten Qualitätsstufen wie Auslesen, Beerenauslesen bis hin zu Trockenbeerenauslesen liegen.

„Webbasierter interaktiver Pflanzenbau am Beispiel der robotergestützten Beikrautregulierung in Gemüse“ (RemoteFarming.1)

„Web-Based Interactive Crop Farming at the Example of Robotic Weed Control in Vegetables“ (RemoteFarming.1)

Projektlaufzeit

01.10.2011 bis 31.12.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Arno Ruckelshausen
Hochschule Osnabrück, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik,
Osnabrück

Verbundpartner

Dr. Florian Rahe
Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Hasbergen-Gaste

Dr. Slawomir Sander
Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Prof. Dr. Dieter Trautz
Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur,
Osnabrück

Kurzfassung

Ziel

Das Projekt RemoteFarming.1 verbindet innovative Agrartechnologien mit webbasierten interaktiven Kommunikationstechniken. Dabei wird ein autonomer Feldroboter (auf Basis des Boniturroboters „BoniRob“) entwickelt, der mit Aktoren zur mechanischen Beikrautregulierung ausgestattet ist. Die Beikräuter in der Reihenkultur Möhre werden dabei jeweils einzeln bearbeitet. Dazu werden Bilddaten von Kameras via Internet übertragen und stehen außerhalb des Feldes zur Verfügung. Von einem menschlichen „Bildverarbeiter“ werden die Beikräuter an einem Bildschirmarbeitsplatz identifiziert und die Positionen zurück auf den Roboter zur Beikrautregulierung übertragen. Das Gesamtsystem ist dabei mit Hilfe des Menschen in der Lage, ohne automatische Bildverarbeitung eine hochgenaue Beikrautregulierung vorzunehmen. Dieser Stand wird als RemoteFarming.1a bezeichnet (Abb. 1). Durch die Bereitstellung selektiver

vorverarbeiteter Bilder wird zusätzlich ein stufenweise weiter automatisiertes System mit Bildverarbeitung realisiert, welches dem Anwender eine Beikrautregulierungsaktion vorschlägt, der Anwender jedoch die letzte Entscheidung hat (RemoteFarming.1b).



Abb. 1: Prozesskette „RemoteFarming.1a“

Realisierung

Als Fahrzeugplattform wurde von dem autonomen Feldroboter BoniRob ausgegangen, der in einem Vorgängerprojekt zur Pflanzenphänotypisierung entwickelt wurde. Das System wurde als modulare Plattform mit dem Fokus auf Robustheit und vielfältige Einsatzmöglichkeiten („App-Konzept“) weiterentwickelt und steht als Trägerplattform für die RemoteFarming-Komponenten zur Verfügung. Neben den mechanischen und elektrischen Schnittstellen bestimmt insbesondere die Software-Schnittstelle von BoniRob/App die Komplexität des Gesamtsystems.

Mehrere bildgebende 3D- und Kamerasysteme sind zur autonomen Navigation in den Möhrendämmen, zur Übertragung eines „Suggestivbildes“ an den Telearbeitsplatz, zur Unkrautdetektion und zur Feinjustierung des Aktors erforderlich. Als Manipulator wurde ein Deltaroboter konzipiert, der bzgl. Geschwindigkeit und Gewicht als optimal angesehen wird. Nach der schnellen Positionierung des Manipulators auf Grundlage

der Bildverarbeitungsergebnisse wird unter Nutzung der Kamera am Manipulator eine Feinjustierung der Aktorposition vorgenommen (Abb. 2). Als Aktor wurde das neuartige, mechanische Beikrautregulierungswerkzeug „Hülsenstempel“ entwickelt. Der Hülsenstempel besteht aus einer Hülse in deren Inneren ein Stempel geführt wird, der - durch einen Elektromotor angetrieben - das Beikraut beschädigt und in den Boden drückt.

Zur Entwicklung sowie zum Test der Komponenten wurde ein dynamischer Messtand (Förderband) genutzt, bei dem sich die Pflanzen auf dem Band unter definierten Bedingungen an den Sensoren und Aktoren vorbei bewegen. Zur Entwicklung des Aktors wurden verschiedene Optionen evaluiert und im Rahmen umfangreicher Versuche im Gewächshaus untersucht, insbesondere hinsichtlich des Wiederaufkeimens der Pflanzen nach der mechanischen Unkrautregulierung.

Die offene Software-Umgebung ROS (Robot Operating System) wird für die Kommunikation der Module (z.B. Navigation, Sensorik, Aktor) verwendet und ermöglicht paralleles Arbeiten sowie die Simulation der Prozesse. Um eine Beikrautmarkierung durch einen Telearbeiter im Rahmen des RemoteFarming Prozesses zu ermöglichen, wurde ein auf dem Industrie-PC des Feldroboters lauffähiger Embedded-Webserver entwickelt. Dieser registriert sich bei einem Internetserver, der so weltweiten Zugriff auf die durch den Embedded-Webserver bereitgestellte GUI ermöglicht.

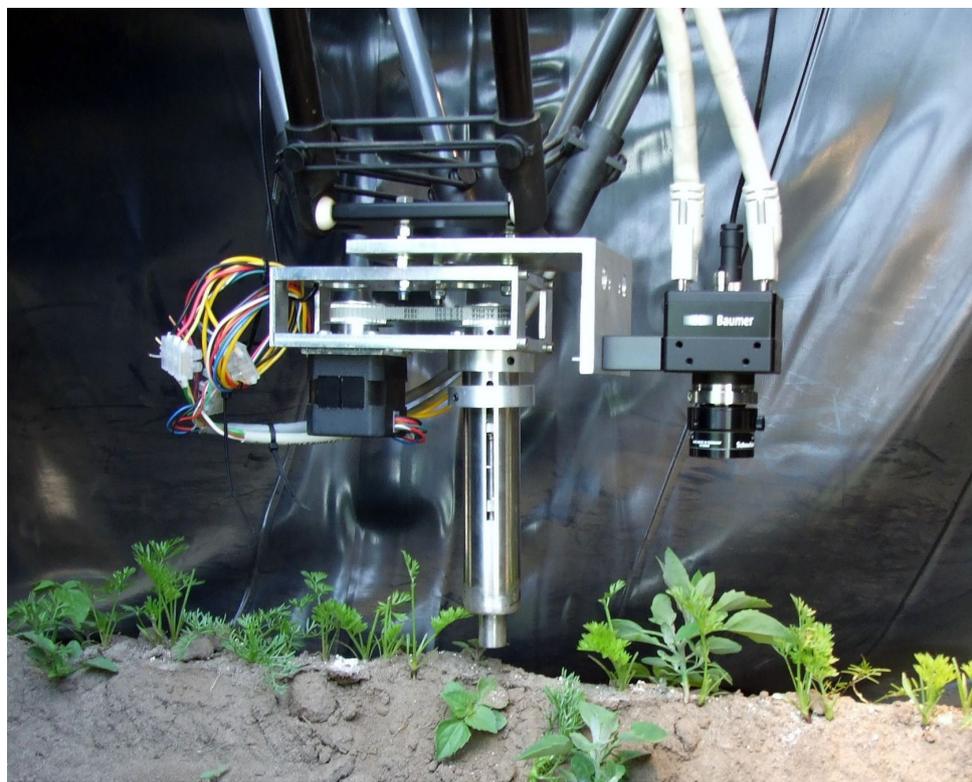


Abb. 2: Manipulator mit Aktor (Hülsenstempel) und Kamera zur Feinjustierung

Ergebnisse

Die technologischen Einzelkomponenten wurden konzipiert, realisiert und in den entsprechenden Laborumgebungen getestet und optimiert. Dies betrifft die Auswahl und Umsetzung der Bildaufnahmetechnik (im sichtbaren und NIR-Spektralbereich sowie mit 3D-Laser- und Kamerasystemen), den Aufbau der Simulationsumgebungen und des Teststandes, das Kommunikationsnetzwerk und die Ablaufsteuerung mit ROS sowie das Webinterface für den „Remote Farmer“. Die umfangreichen pflanzenbaulichen Versuche mit den Aktoren zur Beikrautregulierung haben zur beschriebenen Aktorentwicklung geführt.



Abb. 3: BoniRob im Feldversuch

Die Systemkomponenten wurden in den Feldroboter zu einem Gesamtsystem integriert. Anschließend wurden zahlreiche Feldtests des RemoteFarming.1a Systems unter Mithilfe von Projektmitarbeitern aller Partner durchgeführt. Dabei wurden Fahrversuche mit der neuentwickelten BoniRob Plattform in Reihen- und Dammkulturen durchgeführt. Das Kamerasetup wurde auf die Feldsituation hin angepasst und in umfangreichen Tests eine große Menge an Bilddaten erfasst, die für die Entwicklung von Beikrautklassifizierern im Rahmen von RemoteFarming.1b genutzt wird. Weiterhin wurde der Aktor auf seine Wirksamkeit getestet, parallel durchgeführte Ist-Datenerhebungen sind wichtige

Daten zur Abschätzung der Leistungsfähigkeit des Systems im Vergleich zur manuellen Jätearbeit (Abb. 3).

(Geplante) Verwertung

Die Integration eines Manipulators mit einem Beikrautaktor in eine flexible autonome Feldroboterplattform stellt eine herausragende Option für Forschung im Umfeld der Agrartechnik dar. So resultieren aus den Arbeiten bereits weitere Projekte, z.B. zur Integration eines Bodensensors (Penetrometer) in Verbindung mit der GPS-gesteuerten BoniRob-Plattform bis hin zur App-Entwicklung durch externe Partner (z.B. Universität Wageningen).

Auf Grundlage der Ergebnisse des abgeschlossenen Projektes BoniRob und des laufenden Vorhabens RemoteFarming.1 hat das Konsortium (insbes. die beteiligten Unternehmen) – auch durch zahlreiche Gespräche mit möglichen Anwendern – die Verwertung der Ergebnisse diskutiert und analysiert. Als Ergebnis dieses Prozesses zur geplanten Verwertung wird eine Spinoff-Plattform durch den Kooperationspartner Bosch gegründet, die federführend Teile der Forschungsergebnisse der Projekte BoniRob und RemoteFarming in Produkte umsetzen soll. Die Entwicklungen erfolgen in Kooperation mit den anderen Projektpartnern Amazone und Hochschule Osnabrück.

„Einsatz multipler Sensorik zur Optimierung von Bonituren in der Pflanzenproduktion“ (ESOB)

„Using multiple sensors to optimize rating in crop production“

Projektlaufzeit

01.09.2011 bis 31.08.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Holger Lilienthal

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Braunschweig

Verbundpartner

Dr. Peer Wilde

KWS LOCHOW GMBH, Bergen

Jun.-Prof. Dr. Bernhard Höfle

Universität Heidelberg, Geographisches Institut, Heidelberg

Kurzfassung

Ziel

Optische Sensortechnik ermöglicht es zerstörungsfrei, einen großen Messdurchsatz in der Pflanzenzüchtung zu erreichen. Mit einem multiplen Sensorikansatz (hyperspektrale Reflexionsspektrometrie und terrestrisches Laserscanning TLS) können wichtige züchterische Größen im Feld bestimmt werden. Während die hyperspektrale Reflexionsspektrometrie quantitative Informationen über biophysikalische und biochemische Größen (Blattflächenindex, Biomasse, Bestandesdichte, Pigmentgehalte etc.) liefern kann, liefert das TLS ergänzend Informationen über geometrische Strukturparameter im Millimeterbereich. Damit wird es auch möglich, Inhomogenitäten in Zuchtgärten, die beispielsweise durch Bodenunterschiede auftreten, zu identifizieren und zu lokalisieren.

Realisierung

Für die Zielkultur Roggen wurden innerhalb der Projektlaufzeit (2012-2014) an drei Standorten in Deutschland (Wohlde, Petkus und Braunschweig) Parzellenversuche angelegt, die regelmäßig spektral vermessen wurden. Zunächst wurden unter kontrollierten Bedingungen hochauflösende Spektraldaten und Bestandesparameter erhoben und Auswertungsmodelle für die Spektraldaten entwickelt. Anschließend wurden die Modelle auf die Messdaten der Untersuchungsstandorte angewendet.

Unter Praxisbedingungen kam beim Züchter der Tri-Spek System zum Einsatz. Dabei handelt es sich um ein System von drei Spektrometern, bei dem ein Spektrometer kontinuierlich die Einstrahlung misst, und die Daten direkt mit den anderen Spektrometern verrechnet, die die Bestandesreflexion aufzeichnen (Abb. 1).

An den unterschiedlichen Versuchsstandorten wurden Tri-Spek Systeme auf verschiedenen Geräteträgern installiert, um die Parzellen im Hochdurchsatz vermessen zu können (Abb. 2).

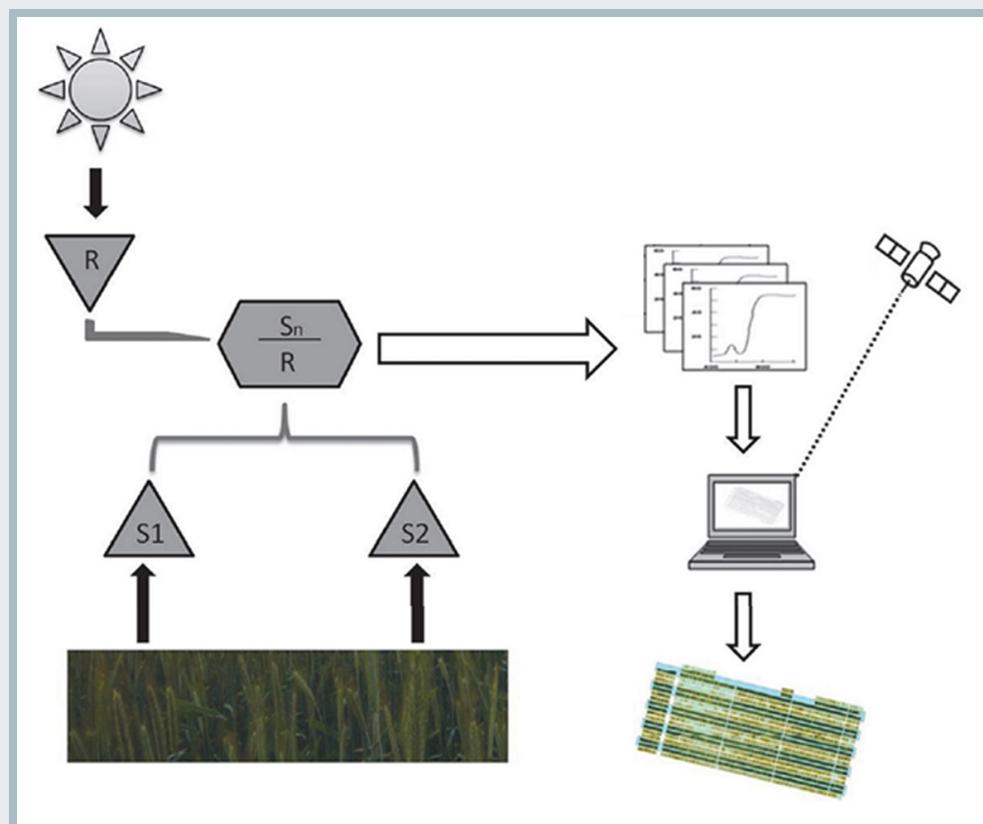


Abb. 1: Schematischer Aufbau des Tri-Spek Systems

Ergebnisse

Mit den neuen Verfahren können wichtige Bestandesparameter in Hochdurchsatzverfahren (mehrere Tausend Parzellen pro Tag) mit objektiven Methoden erfasst werden. Durch eine hochgenaue Verortung mit RTK GPS werden die Spektraldaten in einen räumlichen Kontext gesetzt.

Die Bestimmung von Vegetationsparametern im zeitlichen Verlauf eröffnet auch neue Möglichkeiten in der Interpretation der Züchtergebnisse. So können kausale



Abb. 2: Quad mit installiertem Tri-Spek System am Standort Braunschweig

Zusammenhänge gefunden werden, zum Beispiel höhere Erträge durch späteren Chlorophyll-Abbau in bestimmten Zuchtlinien.

(Geplante) Verwertung

Die erzielten Ergebnisse lassen sich für eine Objektivierung und Optimierung von Bonitierungsarbeiten in der Pflanzenzüchtung einsetzen. Die entwickelten Techniken sind grundsätzlich auch für andere Kulturarten nutzbar, sind aber anzupassen. Das Sensorsystem wird zukünftig weiterentwickelt, da neue, kleinere Sensoren mittlerweile verfügbar sind. Die Ergebnisse stellen die Grundlagen für die Entwicklung von Low-Cost Sensoren bereit.

„Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik-Prozessen“ (Opt. Agrarlogistik)

„Development of a planning system for optimizing agricultural logistic processes“

Projektlaufzeit

01.01.2012 bis 31.12.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Heinz Bernhardt

Dipl.-Math. Sascha Wörz

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik der TUM, Freising-Weihenstephan

Verbundpartner

Lacos Computerservice GmbH, Zeulenroda-Triebes

Hochschule, Neubrandenburg

Claas Agrosystems GmbH & Co. KG, Gütersloh

Kurzfassung

Ziel

Das Forschungsvorhaben „Entwicklung eines Planungssystems zur Optimierung von Agrarlogistik-Prozessen“, das aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert wird, beschäftigt sich mit der Frage, wie man das Häckselgut einer vorgegebenen Anzahl von Schlägen möglichst kostengünstig erntet, zu einem oder mehreren Silos transportiert und dort einlagert.

Realisierung

Um dieses Problem zu lösen, werden drei Optimierungsmodule und eine Multilevel-Programmierung benötigt. Beginnend bei der Optimierung der Feldhäckslerstrategie muss anschließend die Infieldlogistik und die darauf folgende Transportlogistik der Erntefahrzeuge optimiert werden.

Dabei umfasst die Optimierung der Feldhäckslerstrategie die Bestimmung der optimalen Abarbeitung des Schlages/der Schläge durch den Feldhäcksler/die Feldhäcksler und



die Optimierung der Infieldlogistik der Erntefahrzeuge die Berechnung des optimalen Wegenetzes der Erntefahrzeuge auf der Schlagfläche. Auf dem Schlag/auf den Schlägen setzt dann bereits die Optimierung der Transportlogistik der Erntefahrzeuge durch die Strukturierung der Wartezeiten und der dazugehörigen Zeitparameter für Erntefahrzeuge und Silostandorte an.

Ergebnisse

Aus Gründen der Übersichtlichkeit konzentriert sich der Vortrag auf ein 1-1-1-Transportlogistik-Szenario. Dabei soll das Häckselgut von einem Schlag bei Verwendung eines parallel abarbeitenden Feldhäckslers, mit einer vorgegebenen Anzahl an nicht notwendigerweise homogenen Transportfahrzeugen in ein Silo transportiert werden. Das Optimierungsprogramm für die Transportlogistik berechnet sodann die optimale Konstellation der Transportfahrzeuge und die dazugehörigen optimalen Wartezeiten und Zeitparameter. Zur nichtoptimierten Version ergeben sich Einsparungen in Höhe von bis zu ca. 50 %.

(Geplante) Verwertung

Die einzelnen Optimierungsmodule sind universell einsetzbar und können derart modifiziert werden, dass sie auch in anderen Bereichen der Landwirtschaft, wie zum Beispiel bei der Gülleausbringung, verwendet werden können. Zunächst sollen sie aber in einem Folgeprojekt derart verfeinert werden, dass sie Marktreife erlangen. Die Firma Lacos Computerservice GmbH möchte die obigen Softwaremodule in einer Gesamtlösung zur Optimierung von Ernteketten auf den Markt bringen.



„Maschinenherstellerunabhängiges landwirtschaftliches Betriebsführungs-, Dokumentations- und Managementsystem“ (Agro_MICos)**„Manufacturer independent, agricultural documentation- and management system“****Projektlaufzeit**

01.03.2012 bis 31.08.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr.-Ing. Henning J. Meyer

Technische Universität Berlin, FG Konstruktion von Maschinensystemen, Berlin

Verbundpartner

Technische Universität Dresden, Agrarsystemtechnik, Dresden

Agri Con, Jahna

Logic Way, Schwerin

Kurzfassung**Ziel**

Die Anforderungen an die moderne Landwirtschaft wachsen stetig. Die steigende Anzahl gesetzlicher Richtlinien bezüglich Verbraucher- und Klimaschutz, sekundiert durch den wachsenden Wettbewerbsdruck eines globaleren Marktes, setzen besonders kleine und mittlere landwirtschaftliche Betriebe unter Druck.

In Zeiten des Klimawandels steigt der Druck den Ressourcenverbrauch und damit den Ausstoß von Treibhausgasen zu senken. Nicht nur Emissionsgrenzwerte werden durch den Gesetzgeber bestimmt; landwirtschaftliche Produktionsprozesse müssen aus Haftungsgründen nach gesetzlichen Richtlinien dokumentiert werden. Zusätzlich geraten vor allem kleine und mittlere landwirtschaftliche Betriebe durch die zunehmende Globalisierung unter stärkeren Wettbewerbsdruck.

Das Verbundprojekt Agro-MICoS hat das Ziel eine informationstechnische Lösung für die beschriebenen Probleme zu entwickeln. Die Lösung besteht in der Entwicklung einer maschinenherstellerunabhängigen, kostengünstigen Hardware sowie in der Schaffung von Dateninfrastrukturen und Auswertelgorithmen. So sollen Produktionsprozesse

dokumentiert, Maschinen analysiert und Energieverläufe sowie der Verbrauch von Materialien visualisiert werden. Dies soll vor allem kleinen und mittleren Betrieben mit divergentem Fuhrpark eine Grundlage für Optimierung geben (Abb. 1).

Realisierung

Das Agro-MICoS System besteht aus einem Embedded System, der Agro-MICoS-Box, welche vom Projektpartner Logic Way entwickelt wurde. Für die Konfiguration des mobilen Betriebes wird eine Datenbank verwendet, in der sich alle relevanten maschinen-spezifischen Informationen befinden. Weiterhin ist ein Datenserver des Projektpartners Agri Con Teil des Gesamtsystems, der für die Speicherung, Visualisierung und Langzeitauswertungen der Daten zuständig ist.

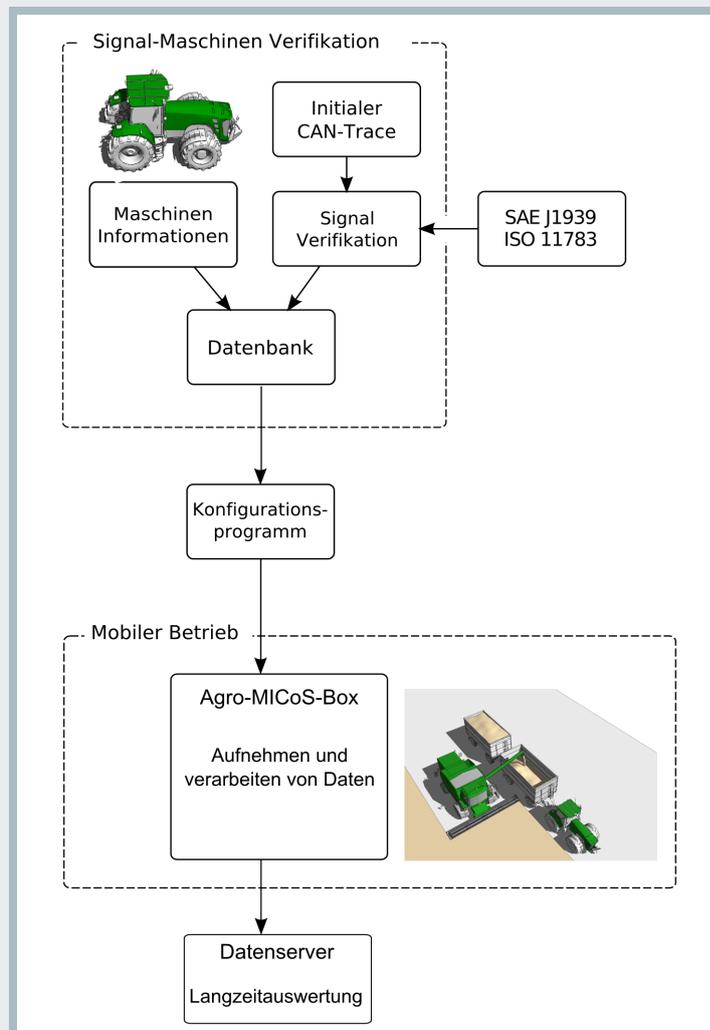


Abb. 1: Ablauf des Prozesses im Agro-MICoS Projekt

Konfiguration

Für alle Maschinen müssen zunächst initiale CAN-Traces aufgenommen werden. Diese werden automatisch nach gültigen CAN-Signalen durchsucht und in der Datenbank abgespeichert. Dadurch ergibt sich für jede Maschine ein Konvolut an verfügbaren Signalen, aus denen im Konfigurationsprogramm die für den Benutzer interessantesten ausgewählt werden können. Darin können auch erste Verarbeitungsschritte aktiviert werden, z.B. ob der Mittelwert oder die Varianz eines Signals berechnet werden soll. Auch kann der Nutzer zwischen mehreren Signalen logische Verknüpfungen erstellen, sodass sich aus den Busdaten direkt auf der Maschine neue Informationen ergeben. Als Beispiel kann durch Kombination von hohem Treibstoffverbrauch und typischer Arbeitsgeschwindigkeit darauf geschlossen werden, dass ein Häcksler gerade arbeitet. Zusätzlich lassen sich erstellte Konfigurationen in der Datenbank speichern und laden. So können auch verschiedene Profile erstellt werden, je nach Interesse des Benutzers, z.B. mit Fokus auf Maschinen- oder agronomischen Daten. Die Konfiguration kann auch remote auf die Box übertragen werden, welche dann Daten loggt und vorverarbeitet.

Agro-MICoS Box

Die Agro-MICoS Box ist ein Embedded System auf Basis eines 600 MHz ARM Cortex A8 Prozessors. Als Betriebssystem wird Linux verwendet, wodurch eine hohe Treiberunterstützung und leichte Erweiterbarkeit durch eigene Software erreicht wird. Zusätzlich verfügt das Embedded System über eine Vielzahl an Schnittstellen. Neben zwei CAN-Schnittstellen ist auch ein GPS-Interface, sowie ein GSM- und zwei Funkmodule im 2,4GHz ISM Band zur Kommunikation enthalten. Darüber hinaus befindet sich jeweils eine Ethernet-, USB- und RS232 Schnittstelle an der Agro-MICoS Box.

Datenserver

Die geloggtten Daten werden entweder live per Mobilfunk direkt zum Datenserver gesendet oder per Nahfunk mittels Datahopping von Maschine zu Maschine über ein Internetgateway zum Datenserver. Der Datenserver stellt die ankommenden Daten dar und ermöglicht so auch eine Live-Überwachung der Flotte. Zusätzlich können auch die Messwerte visualisiert werden, die der Benutzer im Konfigurationsfile angegeben hat.

Ergebnisse

Während der Feldtests im Sommer 2014, die von der TU Dresden mit geplant und betreut wurden, zeigte sich, dass die Agro-MICoS Box in der Lage ist, die konfigurierten Feldtestdaten aufzuzeichnen. Abb. 2 zeigt beispielsweise die Fahrspur eines Traktors innerhalb der GUI des Datenservers. Diese ist farblich noch mit der aktuellen Motorlast hinterlegt, die bei der Konfiguration vom Benutzer angegeben, in Wertebereiche eingeordnet und dementsprechend von der Box aufgezeichnet wurde.

Zusätzlich wurden auf Basis der CAN-Daten verschiedene energetische Analysen durchgeführt. So konnte der Treibstoffverbrauch über die komplette Produktionskette analysiert werden, um so dem/der Betriebsleiter/in die Grundlage für die Optimierung zu schaffen. Außerdem konnten maschinenbezogene Analysen Aufschluss über die Auslastung einer Maschine bei einer bestimmten Aufgabe geben.



Abb. 2: Screenshot des Datenservers mit Feldtestdaten aus der Saison 2014

Weiter wurden verschiedene Konzepte zur Maschinenzustandserfassung erarbeitet. Als Beispiel wurde, aufbauend auf dem Agro-MICoS System, ein Algorithmus zur Detektion von Schäden in der Pneumatikanlage entwickelt. Dieser erkennt über Nacht, ob ein Leck vorliegt. Der Algorithmus ist ebenfalls in der Lage die Pumpeneffizienz zu beurteilen.

(Geplante) Verwertung

Neben der Verwertung im wissenschaftlichen Bereich, bietet das System eine gute Grundlage zur Dokumentation und Optimierung von landwirtschaftlichen Prozessen. Zur Serienreife muss das System allerdings noch weiter erprobt werden. Der initiale Verwertungsplan hat immer noch Bestand. Es besteht steigende Nachfrage bei Landwirten nach maschinenherstellerunabhängigen Softwarelösungen. Diese entwickelte Industrie 4.0 Lösung lässt sich darüber hinaus auf Baumaschinen und stationären Betrieb anwenden.

Literatur

[1] J. Brünnhäusser, T. Knorr und H. Meyer, „Herstellerunabhängigen System zur Prozess- und Maschinendatenanalyse“. Landtechnik Magazin Heft 5.2014.

„TeleAgro+ - Auswerteverfahren für landwirtschaftliche Telematikdaten zur Verbesserung der Betriebsabläufe und Optimierung der Landwirtschaftlichen Logistik“ (Telematikdaten)

„TeleAgro+ - Evaluation of agricultural telematics data to improve business processes and optimize agricultural logistics“

Projektlaufzeit

01.11.2011 bis 31.10.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Alexander Zipf

Universität Heidelberg - Geographisches Institut, Abteilung Geoinformatik,
Heidelberg

Verbundpartner

André Kluge

CLAAS Agrosystems GmbH & Co. KG, Gütersloh

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Projektes ist die Entwicklung innovativer Auswerteverfahren für landwirtschaftliche Telematikdaten und die Bereitstellung der Daten für neu entwickelte Prozesse zur Steigerung der Leistungsfähigkeit betrieblicher Abläufe und Logistikketten in der Landwirtschaft. Die Verwendung offener Schnittstellen und Standards (agroXML, ISOXML, ISO, OGC, etc.) ermöglicht herstellerübergreifend benötigte Daten einzubinden und veredelte Daten bereit zu stellen. Das anwendungsbezogene Forschungsprojekt hat im Speziellen das Ziel, Algorithmen und Systeme zur Auswertung von Telematikdaten für die Optimierung der landwirtschaftlichen Logistik zu entwickeln. Innerhalb des Projektes werden neue Verfahren zur automatischen Verdichtung und Verbesserung dieser räumlichen Daten entwickelt.

Das Projekt besteht aus acht Arbeitspaketen, die jeweils in Teilpakete untergliedert sind. Im Einzelnen sind dies: Anforderungen und Architektur, Datenerhebung, Auswerteverfahren, Routingdienst, landwirtschaftliche Geodateninfrastruktur (GDI), Entwicklung von Benutzeroberflächen und Evaluation/Dokumentation. Durch die fortwährende Anpassung und Integration aktueller landwirtschaftlicher Messsensorik innerhalb der Projektlaufzeit, können neue Daten (etwa durch neu eingesetzte Sensoren) in den

Arbeitspaketen zur Datenanalyse berücksichtigt werden. In den Arbeitspaketen Routingdienst und landwirtschaftliche GDI werden Dienste aufgebaut, welche die neuen Daten für die Nutzer bereitstellen. Die Evaluation der Software erfolgt zum Teil parallel zu den einzelnen APs. Diese Maßnahme dient der Projektsteuerung und damit der frühzeitigen Anpassung und Nachjustierung einzelner Vorhaben.

Realisierung

Im Folgenden werden einzelne Arbeitspakete des Projektes: Anforderungsanalyse, Datenanalyse, Services und exemplarische Endanwendung näher erläutert. Datenanalysen speisen jeweils einzelne Dienste, welche resultierenden Daten innerhalb einer serviceorientierten Architektur bereitstellen. Durch eine auf Standards basierende Web-Schnittstelle werden die ungefilterten Rohdaten vom Datenhost bereitgestellt. Diese Daten werden in einem ersten Schritt bereinigt, um mögliche Datenfehler, die die späteren Prozessierungsschritte negativ beeinflussen, auszuschließen.

Mit Hilfe neu entwickelter Algorithmen werden domänenspezifische Daten wie Feldgrenzen und Feldanfahrtspunkte auf Basis der Telemetriedaten berechnet. Diese Daten werden der Anwendungssoftware über Dienste bereitgestellt. Durch die Hinzunahme eines Straßendatensatzes (exemplarisch mit dem mittlerweile stark verbreiteten Datensatz des Openstreetmap Projektes) wurden Feldgeometrien, und das landwirtschaftlich nutzbare Straßennetz verbessert. Die so gewonnenen Informationen wurden exemplarisch in

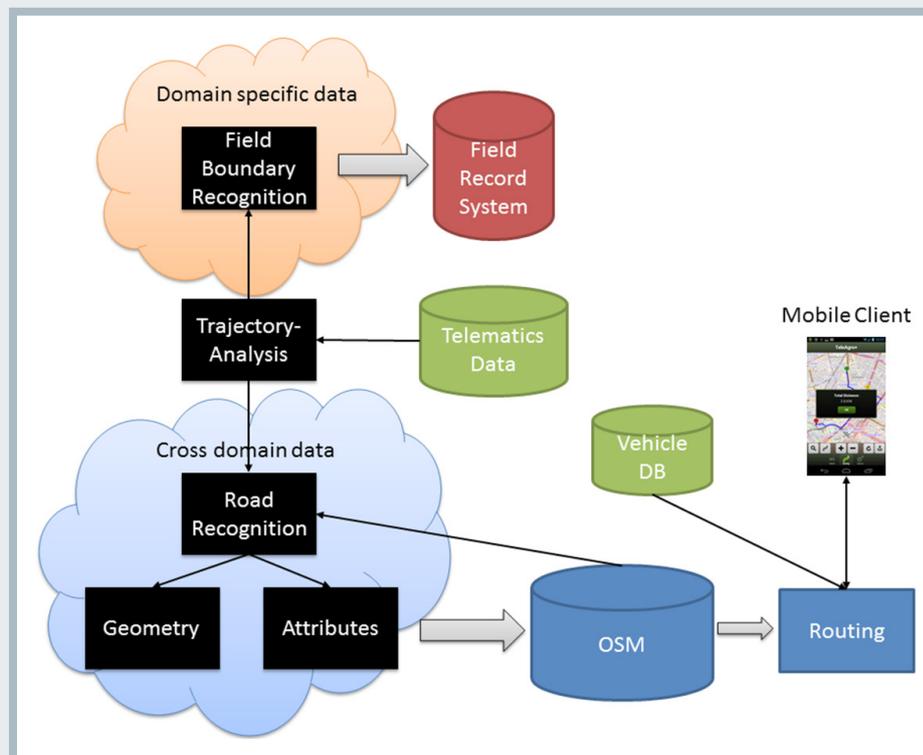


Abb. 1: Architektur - Datenanalyse

einer mobilen Webapplikation (multiattributelle Routenplanung für landwirtschaftliche Fahrzeuge) prototypisch für Endanwender integriert.

Abbildung 1 zeigt die Gesamtarchitektur des Systems für Datenanalyse. Die jeweiligen Datenbanken sind über Webservice-Schnittstellen mit der prototypisch entwickelten Routenplaner-Applikation verbunden.

Ergebnisse

Durch die Realisierung neuer Analysemethoden wurden die Anforderungen an die Datengrundlage angepasst. Innerhalb der Projektlaufzeit konnten so neue Fahrzeuge und Attribute in das Telemetriesystem integriert werden. Durch die Erweiterungen wurden detailliertere fahrzeugspezifische Analysen insbesondere bezüglich der Feldgrenzenerkennung und der Generierung von Straßengeometrien und Attributen ermöglicht. Auf Basis der innerhalb des Projektes durchgeführten Befragung und der direkten Rücksprache mit Kunden des Telemetriesystems konnten Anforderungsprofile erstellt und Nutzergruppen identifiziert werden.

Durch die Verwendung von Methoden aus dem Bereich „Movement Analysis“ konnten deren Grenzen für den innerhalb des Projektes genutzten Telemetriedatensatzes aufgezeigt werden. Die Erweiterung und Parametrisierung der Algorithmen verspricht jedoch eine Verbesserung der Ergebnisse. Die zur Flächenberechnung und zur Hof-Feld/Feld-Feld Routenplanung benötigten Feldgrenzen wurden mit Hilfe der Algorithmen zur Feldgrenzenerkennung erzeugt. Diese ermöglichen eine großflächige Generierung von Feldgeometrien inklusive der für die Routenplanung benötigten Feldanfahrtspunkte.

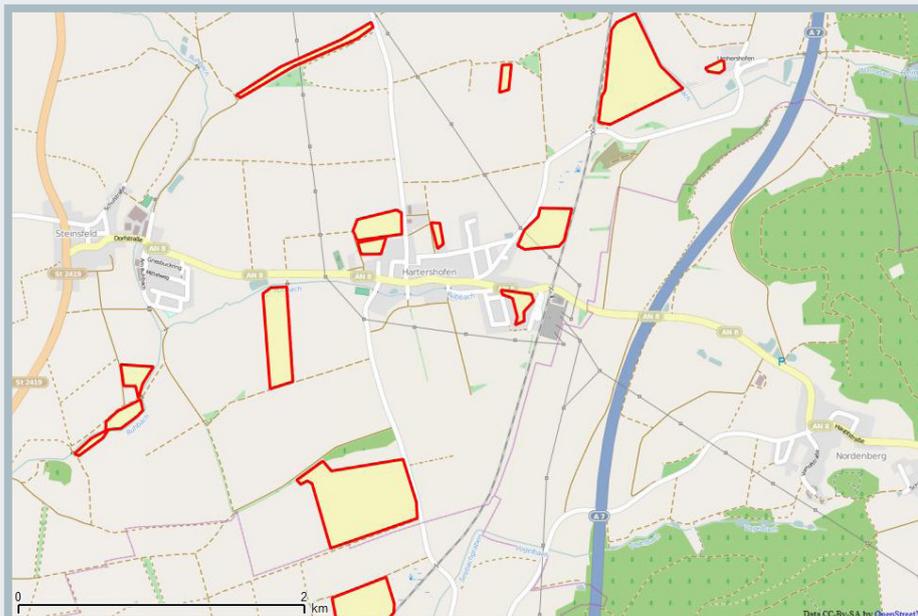


Abb. 2: Aus Telemetriedaten erzeugte Feldgrenzen

Die prototypisch umgesetzte Webapplikation realisiert eine eindrucksvolle visuelle und funktionale Erfassung der Analysen. Hierdurch erhalten auch potentielle Endnutzer einen ersten Eindruck davon, welcher Mehrwert durch die innerhalb des Projektes erfolgten Analysen geschaffen wurde.

(Geplante) Verwertung

Innerhalb des Projektes wurden mehrere studentische Abschlussarbeiten angefertigt und wissenschaftliche Publikationen auf hochrangigen wissenschaftlichen Konferenzen präsentiert. Zur wirtschaftlichen Verwertung werden Bestandteile des Projektes in das Basissystem CLAAS Telematics integriert. Im Projektverlauf wurde das System stetig durch neue Erkenntnisse insbesondere in den Bereichen Datenmanagement, Datenbereinigung und Analysemethoden verbessert.

Vor allem durch die enge Zusammenarbeit zwischen dem Landwirt/Lohnunternehmer als Datenproduzent, dem Entwicklerteam des Landtechnikherstellers und der Universität als methodische Kompetenz können zukünftig neue theoretisch erforschte Methoden zeitnah den Weg in ein marktnahes Produkt finden, welche dazu beitragen die Arbeitsprozesse des Landwirtes zu optimieren.

Sektion 2: Tierhaltung und -kennzeichnung

„Melkprozesse mit modellgetriebener Entwicklung von Verfahren und Anlagentechnik“ (MeMo)

„Milking processes with model-based development of process and systems technology“

Projektlaufzeit

15.10.2011 bis 14.10.2014

Projektkoordinator, Institution

PD Dr. habil. Sandra Rose-Meierhöfer
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Potsdam

Verbundpartner

Prof. Dr. Matthias Holschneider
Universität Potsdam (Interdisciplinary Center for Dynamics of Complex Systems),
Potsdam

Roland Riegger
Impulsa AG, Elsterwerda

Kurzfassung

Ziel

Die Produktionseffizienz in der Milchviehhaltung wurde in den letzten Jahren erheblich gesteigert. Die Fortschritte durch die Melktechnikentwicklung der letzten Jahre, haben die pro Tier benötigte Arbeitszeit verringert, aber weniger stark eine Verbesserung der Eutergesundheit und eine Reduzierung der Gewebelastung am Euter erreicht.

Die Ziele des Projektes MeMo bestehen deshalb darin, eine Melktechnik zu entwickeln, bei der eine bereits vorhandene zitzennahe Regelung des Melkvakuums um weitere melkbecherbezogene Steuergrößen ergänzt wird.

Am Ende des Projektes soll ein Melkbecher mit Steuerungseinheit präsentiert werden, dessen Melk- und Haltefunktion getrennt einstellbar und optimierbar sind. Der Melkbecher soll ohne Unterdruck im verbundenen Milchschauch, also ohne Unterdruck im zitzennahen Bereich, an der Zitze der Kuh haften.

Realisierung

Durch umfangreiche Laboruntersuchungen und theoretische Überlegungen konnte gezeigt werden, dass ein Melkbecher mit zwei aufblasbaren Dichtungen im Kopfraum des Melkbeckers die Haltefunktion, getrennt vom Melken, besonders gut erfüllen kann. Die Melkbecherhülse wurde im gesamten letzten Jahr weiterentwickelt, optimiert und nachfolgend im Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellt.

Die Nutzung des Rapid Prototyping-Verfahrens zur Melkbecherhülsherstellung wurde zuvor in einer groß angelegten Versuchsreihe untersucht und bestätigt.

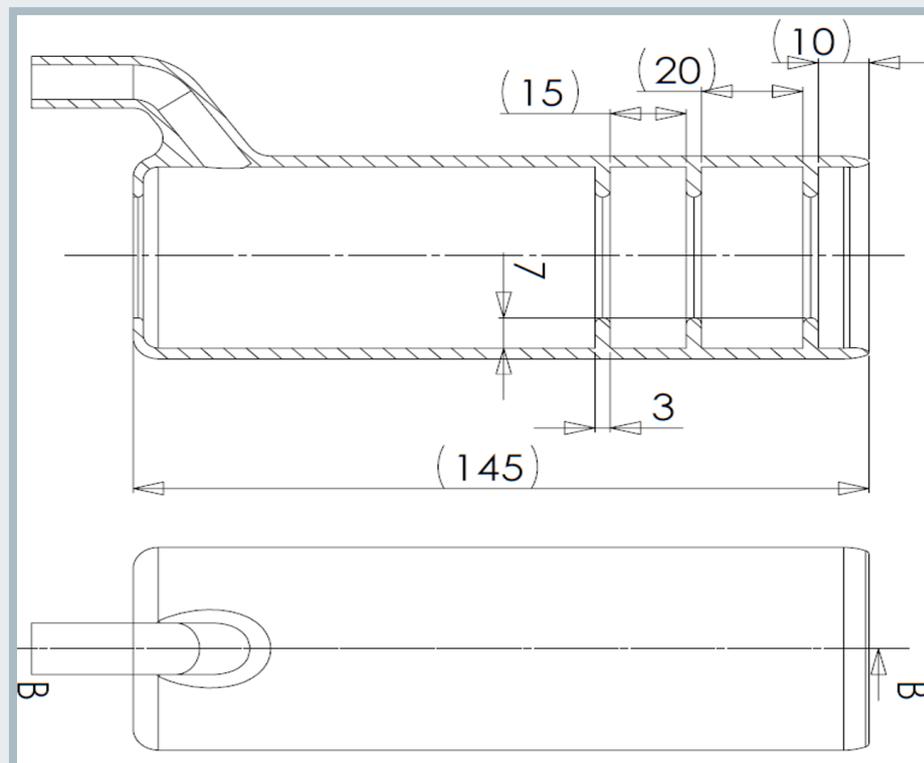


Abb. 1: Technische Zeichnung der Melkbecherhülse mit Sitz für die aufblasbaren Dichtungen

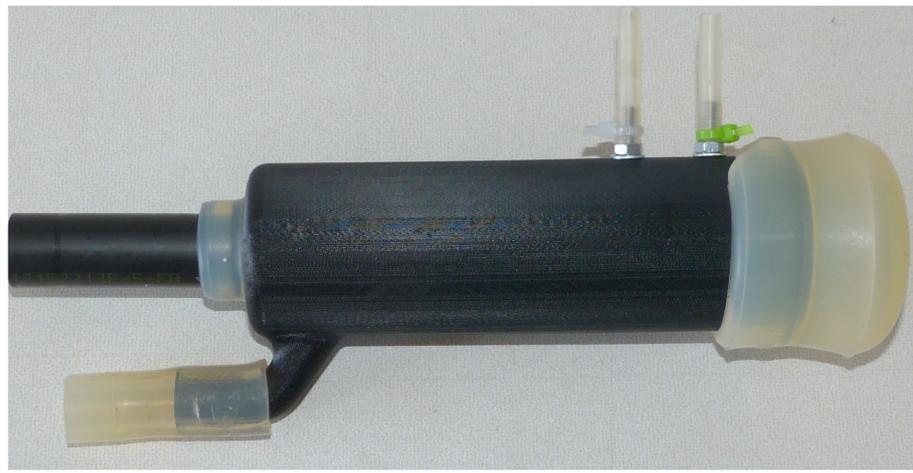


Abb. 2: Melkbecherprototyp mit eingebauten Dichtringen und mit Sitzengummi

Abbildung 2 zeigt den bereits produzierten und untersuchten Melkbecherentwurf mit eingebauten Dichtringen, bei dem die Haltefunktion über zwei aufblasbare Dichtung im oberen Bereich der Melkbecherhülse realisiert wird. Die aufblasbaren Dichtungen dieses Melkbechers werden an eine Druckluftversorgung angeschlossen. Die Druckluftanschlüsse sind oben in Abbildung 2 zu sehen. Bis zum Projektende wird die Druckluftversorgung für den neuen Melkbecher automatisiert und über die Prozesssteuerung des Projektpartners betrieben.

Ergebnisse

Um auch einen Einblick in die Auswirkungen von Milchfluss und Pulsation auf die Haltefunktion eines Melkbechers zu erhalten, wurden in einer umfangreichen Messreihe Halteversuche für unterschiedliche Gewichte, sowohl mit und ohne Milchfluss als auch mit und ohne Pulsation an einem konventionellen Melkbecher, durchgeführt.

Als Hauptergebnis konnte festgestellt werden, dass bei allen durchgeführten Messungen der zum Halten benötigte Anlagendruck signifikant geringer ist, nachdem sich der Becher einmal angesaugt hat. Daraus folgt, dass für das Halten neben der Strömungs- oder Druckkraft noch eine zusätzliche Kraftkomponente zu berücksichtigen ist. Diese Erkenntnis wurde bereits bei der konstruktiven Entwicklung des Melkbechers in Abbildung 1 und 2 berücksichtigt.

Bei Funktionstests mit dem neuen Melkbecherprototyp aus Abbildung 1 und 2 hat sich gezeigt, dass die Haltefunktion unabhängig vom Melkvakuum im Melklabor erreicht wird. Beim Funktionstest mit einer Kunstzitze wurde die Zitzenspitze einer genormten Kunstzitze als Haltefläche genutzt. Über die Haltefunktion an echten Kuhzitzen mit äußerst unterschiedlichen Zitzenformen kann bisher keine Aussage gemacht werden. Die Anzeichen für einen erfolgreichen Praxistest sind jedoch ebenfalls positiv. Ein Problem

des Melkbeckers mit eingebauten Dichtringen liegt derzeit noch in der optimalen Positionierung dieses Bechers an der Kuhzitze. Zur Positionsverbesserung soll ein anderes Zitzengummi (als in Abb. 2) in den Melkbecher eingesetzt werden, das über einen verkleinerten Kopfraum verfügt.

Damit sollen die Dichtringe eher in der Zitzenmitte oder im oberen Zitzenbereich positioniert sein. Dort ist das Zitzengewebe beim Melken insgesamt weniger beansprucht als an der Zitzenspitze. Mit der zuletzt beschriebenen neuen Melkbecher- bzw. Hülsenform werden nachfolgend weitere Labor- und Praxismessungen bis zum Ende der Projektlaufzeit durchgeführt. Es wird erwartet, dass die Funktionsfähigkeit auch unter Praxisbedingungen grundsätzlich belegt werden kann.

(Geplante) Verwertung

Die Verbindung der viertelindividuellen Melktechnik des Melksystems Multilactor® mit der in MeMo entwickelten neuartigen Melkbechertechnologie zum separaten Melken und Halten, erlaubt eine bessere tierindividuelle Anpassung des Melkprozesses an die Bedürfnisse der Milchkühe. Solche Produkte können zunehmend konventionelle Produkte im Sektor der Melktechnik vom Markt verdrängen. Entscheidend dafür ist neben dem Nachweis positiver Auswirkungen auf Tiergesundheit und Melkergebnis, dass die Technik trotz umfassendem Einsatz von Elektronik und Rechentechnik eine robuste und preislich interessante Alternative zu vorhandenen Melkanlagen darstellt.

Unter Berücksichtigung des derzeit zu verzeichnenden Investitionsstaus bei Milchproduzenten bestehen weiterhin gute Marktchancen für die Etablierung des neuen Melkbeckers mit Funktionstrennung als Komplettlösung in einem viertelindividuellen Melksystem. Notwendig für eine erfolgreiche Verwertung des neu entwickelten Melkbeckers ist in jedem Fall eine Praxisuntersuchung in Versuchsbetrieben. Diese kann nur noch teilweise im Rahmen der Projektdauer durchgeführt werden. Die Verwertung wird vom Projektpartner Impulsa AG weiter angestrebt.

„Eine Infrastruktur für betriebs-, betriebszweig-, anwendungs- und standardübergreifende Auswertungen von Daten im Precision Livestock Farming“ (INFAGRAR)

„An Infrastructure for Processing Data in Precision Livestock Farming across Farms, Production-Branches, Applications and Standards“

Projektlaufzeit

01.05.2012 bis 31.10.2013

Projektkoordinator, Institution

Dr. Martin Kunisch

Daniel Martini

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt

Verbundpartner

Jochen Traunecker

Tobias Unger

GRIDSOLUT GmbH, Wernau

Prof. Dr. Thomas Jungbluth

Eva Gallmann

Institut für Agrartechnik – Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim

Kurzfassung

Ziel

Neben den klassischen Produktionsfaktoren Arbeit, Boden, Kapital und Rechten gewinnt Information in der Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung als Faktor, der den unternehmerischen Erfolg eines Betriebes bestimmt. Daten werden an einer Vielzahl von Stellen (z. B. Sensoren, Internet etc.) bereitgestellt. Dennoch handelt es sich dabei um Informationsinseln, die bislang in nur geringem Maß zur Ableitung von Handlungsempfehlungen verknüpft werden können. Ziel des Projektes ist die Schaffung einer Infrastruktur, die die betriebs-, betriebszweig-, anwendungs- und standardübergreifende Auswertung von Daten im Precision Livestock Farming ermöglicht. Der Fokus lag dabei auf der Wertschöpfungskette der Schweinefleischerzeugung mit den Stufen Zucht/Ferkelerzeugung, Mast und Schlachthof.

Realisierung

Die Wertschöpfungskette wurde am Beispiel des Versuchsgutes „Unterer Lindenhof“ der Universität Hohenheim dargestellt. Dabei wurde auf Daten der vorgelagerten Stufe der Ferkelerzeugung, der Mast und auf Schlachtdaten zugegriffen. Zudem wurden Altdatenbestände aus Vorgängerprojekten verwertet. Neben den Daten, die innerhalb dieser Kette erhoben werden, wurden Daten betrachtet, die im praktischen Betrieb von externen Anbietern oder anderen Betriebszweigen bereitgestellt werden können, z. B. Daten zu Tierarzneimitteln und Futtermitteln.

Aus den vorhandenen Datenquellen wurden generische semantische Modelle abgeleitet, die Daten unabhängig von der verwendeten syntaktischen Struktur formal beschreiben und so die einfache Überführung zwischen verschiedenen Repräsentationsformaten sowie flexible Erweiterungen erlauben. In dem Zusammenhang wurden verschiedene Möglichkeiten der technischen Umsetzung betrachtet: ISO Topic Maps (ISO 13250), der Resource Description Framework (RDF) und die Web Ontology Language (OWL). Verschiedene Werkzeuge wurden eingesetzt, um bestehende Datenquellen in eine semantisch angereicherte Form zu überführen.

Neben diesen Arbeiten zur Entwicklung einer datenquellenübergreifenden „Sprache“ wurde zudem betrachtet, wie Dienste (z. B. Datenauslieferung, Berechnungen) so entwickelt werden können, dass sie flexibel kombiniert werden können, für Bedürfnisse des Landwirts einfach angepasst werden können und für verschiedene Betreibermodelle (beim Landwirt, bei Genossenschaften, bei Cloud-Datenanbietern usw.) skaliert werden können. Hierfür wurden Technologien der serviceorientierten Architekturen eingesetzt und die Nutzung modularer, komponentenbasierter Dienste erprobt.

Ergebnisse

Für die Entwicklung von Infrastrukturen für Datenintegration kann derzeit von den untersuchten Technologien nur der Resource Description Framework uneingeschränkt empfohlen werden. Obwohl Topic Maps und OWL Funktionalitäten bieten, die im Rahmen der betrachteten Wertschöpfungskette sinnvoll eingesetzt werden könnten, wurde festgestellt, dass deren Einsatzmöglichkeiten insbesondere aufgrund fehlender Werkzeuge in verschiedenen Programmiersprachen beschränkt sind. Bei Werkzeugen für die Handhabung von RDF hingegen wurden in den letzten Jahren insbesondere im Umfeld der Entwicklungen um Linked Open Data beträchtliche Fortschritte erzielt. Datensätze lassen sich aus Entwicklersicht im Vergleich zu bisherigen Ansätzen z. B. auf Basis von XML oder Data Dictionaries einfacher bearbeiten und flexibel erweitern.

Die weitere Erstellung eines semantischen Modells der betrachteten Wertschöpfungskette sowie die Entwicklung von Diensten und die Einbindung verschiedener bestehender Datenquellen erfolgte daher unter Einsatz von RDF. Hierfür wurden die notwendigen grundlegenden Abstraktionen (Tier, Gebäude, Anlagen, Produktionsmittel usw.) und die jeweils relevanten Eigenschaften zusammengetragen (Gewicht, chemische Zusammensetzung, Stallklimaparameter usw.) und in einem RDF Schema festgehalten, dass das bereits in anderen Projekten mit Schwerpunkt im pflanzenbaulichen Bereich aufgebaute

agroRDF ergänzt. Abschließend wurden pilothafte Softwaremodule, Dienste und ein webbasierter Demonstrator für das Frontend entwickelt.

(Geplante) Verwertung

Vor dem Hintergrund von Fragestellungen wie Nachhaltigkeit und zunehmender Notwendigkeit zur Kooperation zwischen Betrieben und entlang der Produktionskette kommt einem einheitlichen Modell zur Beschreibung von Daten aller Produktionsbereiche eine besondere Bedeutung zu. Hierdurch wird die Verarbeitung von Daten zu Informationen und Wissen in einem Netzwerk mit über verschiedene Unternehmen, Organisationen und Personen verteiltem Datenbestand überhaupt erst möglich, indem Verknüpfungen, Vernetzung und einheitliches Verständnis der Daten befördert werden.

Für das KTBL bieten die im Projekt eingesetzten Technologien eine Perspektive, den Aufwand, der mit Erfassung, Auswertung und Auslieferung von Planungsdaten für die Landwirtschaft einhergeht, deutlich zu senken. Die im Projekt untersuchten Methoden zur Anbindung von bestehenden, heterogenen Quellen und zum Aufsetzen von Diensten und zu Möglichkeiten der Abfrage stellen hierbei technische Kernkomponenten dar. Die Erfahrungen mit Mapping-Technologien für Daten aus relationalen Datenbanken konnten unmittelbar auf andere, während der Laufzeit angestoßene Arbeiten übertragen werden. So wird derzeit daran gearbeitet, KTBL-Daten über Webdienste unter Verwendung von RDF in maschinenlesbarer Form anzubieten.

Für die GRIDSOLUT gehen das gesammelte Wissen und die Erfahrung direkt in Beratungs- und Implementierungsprojekten auf, die nicht nur auf die Agrardomäne beschränkt sein müssen. Derzeit werden unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ die hier beschriebenen Aspekte im Industriesektor diskutiert und versprechen ein breites Anwendungsgebiet. Unabhängig von der konkreten Wertschöpfungskette und Domäne haben semantische Konzepte ein technologisches und wirtschaftliches Potential, das noch nicht ausgeschöpft wird. Die Kombination von semantischen Konzepten mit stochastischen Methoden verspricht im Zusammenhang mit dem Schlagwort „Big Data“ ein hohes Innovationspotential zu haben.

„Entwicklung eines Steuerungsmoduls zur autonomen Führung von Entmistungs-, Liegeboxenreinigungs- und Einstreugeräten sowie von Selbstfahrer-Futtermischwägen.“ (autonomSteuer)

„Development of a control unit for the autonomous guidance of manure removal-, cubicle cleaning- and bedding machines, as well as of automotive fodder-mixing-vehicles.“

Projektlaufzeit

01.04.2012 bis 31.05.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Bernhard Haidn

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Grub

Verbundpartner

Prof. Dr. Frerichs

Technische Universität Braunschweig, Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Braunschweig

Peter Prinzing

Prinzing Maschinenbau GmbH, Lonsee-Urspring

Tobias Hirl

Hirl Misch- und Anlagentechnik GmbH & Co. KG, Falkenberg

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Vorhabens ist es, ein Steuerungsmodul zur autonomen Geräteführung in der Innenwirtschaft zu entwickeln und dieses auf dafür entwickelten Plattformen für die Entmistung von Laufflächen, die Reinigung von Liegeboxen, das Einstreuen von Liegeboxen und für die Vorlage von Grund-/Kraftfuttermischungen über Futtermischwagen exemplarisch einzusetzen und zu erproben.

Realisierung

Zu Beginn des Projektes wurden für beide Plattformen Anforderungsprofile und Einsatzkonzepte erarbeitet. Im Hinblick auf das Entmistungs-, Liegeboxenreinigungs- und Einstreugerät, wurden folgende Anforderungen festgelegt:

- Abschieben der Laufflächen nach vorgegebenem Stundenplan
- Reinigen der freien Liegeboxen (min. 1x/Tag)
- Selbstständiges Auffüllen des Einstreubehälters
- Häufigere Reinigung der stärker verschmutzten Flächen
- Keine Reinigung des Fressbereichs während der Fütterungszeiten
- Einsatz verschiedener Einstreumaterialien

Der Selbstfahrer-Futtermischwagen soll die bereits im Behälter befindliche Futtermischung mehrmals täglich, nach vorgegebenem Stundenplan, am Futtertisch austeilen. Er startet dabei aus einem Ruhezustand von der Parkposition und beendet seine Fahrt dort auch wieder. Im Milchviehbetrieb ist dabei folgendes Fütterungskonzept vorgesehen:

- Personengebundenes Befüllen des Mischwagens
- Personengebundene Fütterung der Tiergruppen Jungvieh, Trockensteher, etc.
- Autonome Fütterung der laktierenden/hochleistenden Kühe mehrmals täglich

Dieses Konzept bedingt jedoch die Zwischenlagerung der Futtermischung vom Zeitpunkt des Befüllens bis zum letzten Austeilen der Mischung im Futtermischwagen. Je nach Fütterungsfrequenz kann die Mischung somit bis zu 24 h im Futtermischwagen verbleiben.

Aus diesem Grund wurden Untersuchungen hinsichtlich der Veränderungen des Futters während der Zwischenlagerung durchgeführt. Dabei wurde die herkömmliche einmal tägliche Futtervorlage mit der mehrmals täglichen Vorlage einer einmal täglich gemischten Ration verglichen. In mehreren Phasen wurde der Einfluss stabiler/instabiler Silagen, sowie unterschiedlicher Umgebungstemperaturen (Sommer/Winter) untersucht. Um die Auswirkungen der Zwischenlagerung auf das Futter festzustellen, wurde die Temperatur der Futtermischungen am Futtertisch und im Futtermischwagen im Tagesverlauf erfasst. Daneben wurden Futterproben von der gemischten Ration und vom Futterrest gezogen, um Hefegehalte und Gärparameter zu ermitteln.

Ergebnisse

Entmistungs-, Liegeboxenreinigungs- und Einstreugerät

Die konstruktive Entwicklung, sowie die Entwicklung der Steuerung basiert auf dem bisherigen Spaltenroboter Pribot der Fa. Prinzing. Hinsichtlich der Steuerung soll sich das neue Gerät mithilfe einer Kombination aus Odometrie, Inertialmesseinheit und 3D-Kamera orientieren. Hinsichtlich der konstruktiven Entwicklung wurde der Spaltenroboter um ein Reinigungsmodul (ausfahrbarer, rotierender Rundbesen) und um ein Einstreumodul (Behälter für Einstreu, Schleuderrad) erweitert. Abbildung 1 zeigt eine Zeichnung des Entmistungsgerätes mit Reinigungs- und Einstreumodul.

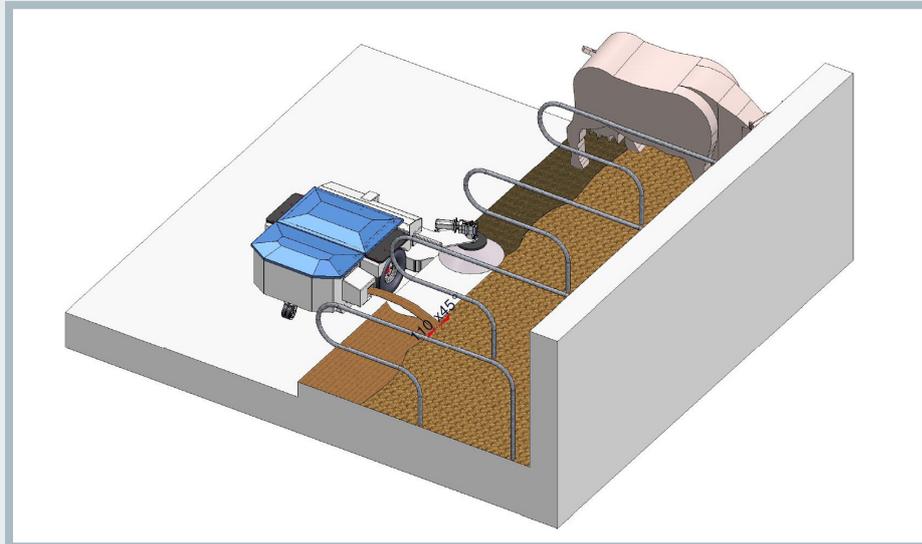


Abb. 1: Entmistungsgerät mit Reinigungs- und Einstreumodul

Selbstfahrerfuttermischwagen

Auch im Hinblick auf den Selbstfahrerfuttermischwagen wurde ein bereits am Markt verfügbares Gerät der Fa. Hirl um folgende Komponenten erweitert:

- Not-Aus-Schalter
- Not-Aus-Reißleine
- Laserscanner
- Sicherheitslaserscanner

Die Orientierung des Gerätes erfolgt über die Kombination von Odometrie, Inertialmesseinheit und Laserscannerdaten. Auf Basis der Sensordaten lässt sich mittels SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) Algorithmen eine zweidimensionale Karte der Umgebung generieren. Dies geschieht innerhalb weniger Minuten durch einfaches manuelles Befahren des Hofes. Anschließend ist das System in der Lage, sich innerhalb dieser generierten Karte mit Hilfe eines Partikelfilters (Monte Carlo Localization) zu orientieren, in dem es die aktuell gemessenen Laserscannerdaten mit den Daten der Karte abgleicht und die wahrscheinlichste Aufenthaltsposition bestimmt und weiter verfolgt. Abbildung 2 zeigt die Auswerteoberfläche der Laserscannerdaten.

Futterqualität

Abbildung 3 stellt den Temperaturverlauf und die Hefegehalte der Futtermischung bei Einsatz instabiler Silagen in den Sommersversuchen dar.

Insbesondere im Futtermischwagen erwärmte sich die Futtermischung in beiden Versuchsjahren um über 10 Kelvin. Die Hefegehalte stiegen unabhängig von der Fütterungsfrequenz von über 106 auf ca. 108 KBE/g FM an.

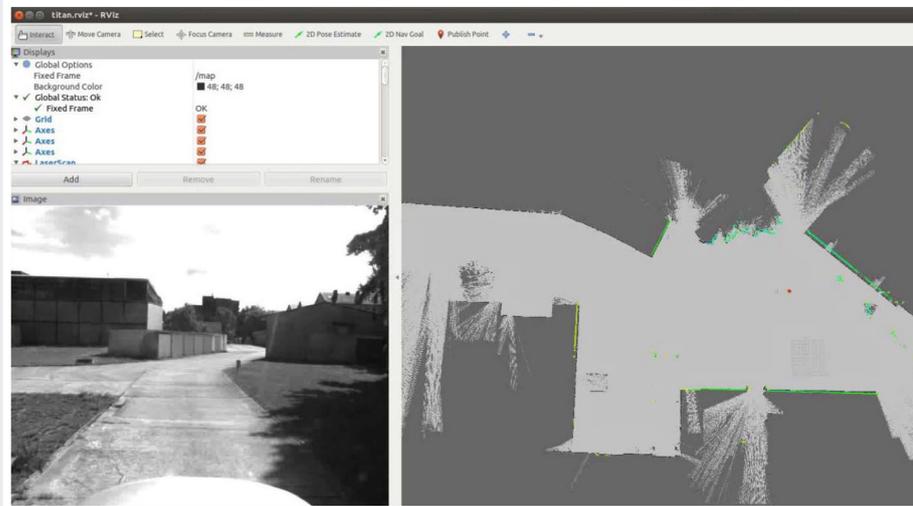


Abb. 2: Auswerteoberfläche der Laserscannerdaten

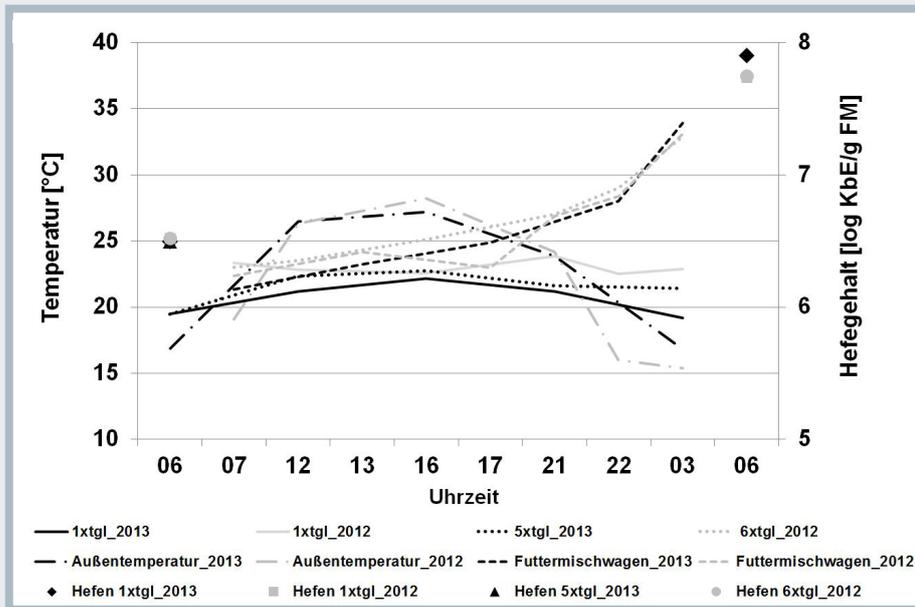


Abb. 3: Temperaturverlauf und Hefegehalte der Futtermischung bei Einsatz instabiler Silagen im Sommer

Bei Einsatz von stabilen Silagen konnte auch im Sommer keine Erwärmung der Futtermischungen festgestellt werden. Die Hefegehalte stiegen zwar auch hier gegenüber dem Ausgangsniveau an, lagen aber im Futterrest immer noch auf einem Niveau von ca. 106 KbE/g FM. Im Winter bei niedrigen Umgebungstemperaturen konnte weder bei stabiler, noch bei instabiler Silage eine Erwärmung der Futtermischung und ein Anstieg der Hefegehalte beobachtet werden.

Das Fütterungskonzept bereitet somit bei stabilen Silagen (niedrige Ausgangshefegehalte, ausreichende Anteile an Milch-, Essig- und Propionsäure), sowie in den Wintermonaten keine Probleme. Für die kritische Phase im Sommer bei hohen Umgebungstemperaturen ist die Integration eines Temperatursensors in den Futtermischwagen als Warnsystem denkbar.

(Geplante) Verwertung

Es ist zu erwarten, dass die geplante Entwicklung der Roboterplattformen für Reinigungs- und Fütterungsarbeiten im Milchviehlaufstall sowie eines universell einsetzbaren Steuerungsmoduls zu mehreren wettbewerbsfähigen Produkten im landwirtschaftlichen Bereich führt. Insgesamt ist von einer Stärkung der wirtschaftlichen Innovationskraft aber auch der Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Unternehmen insbesondere gegenüber der europäischen Konkurrenz aus Dänemark und den Niederlanden auszugehen.

„Anwendungsorientierte Untersuchungen zur *in ovo*-Geschlechtsbestimmung beim Haushuhn (*Gallus gallus f. dom.*)“ (In-Ovo II)

“Application-oriented studies on the *in ovo*-gender determination in the domestic fowl (*Gallus gallus f. dom.*)”

Projektlaufzeit

01.01.2012 bis 31.12.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. M.-E. Krautwald-Junghanns, PD Dr. T. Bartels
Universität Leipzig, Klinik für Vögel und Reptilien

Verbundpartner

Prof. Dr. A. Einspanier
Universität Leipzig, Veterinär-Physiologisch-Chemisches Institut

Dipl.-Ing. (FH) B. Fischer
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Institutsteil Dresden

Prof. Dr. E. Koch, PD Dr. G. Steiner
Technische Universität Dresden, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, AG Klinisches Sensoring und Monitoring

Prof. Dr. J. Popp
Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Physikalische Chemie

Prof. Dr. R. Preisinger, Dr. A. Förster
Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven

Dipl.-Ing. R. Sydow
arxes Information Design Berlin GmbH, Eberswalde

Kurzfassung

Ziel

Innerhalb des Wirtschaftsgeflügels nimmt das Haushuhn sowohl als Eierproduzent als auch als Fleischlieferant eine herausragende Position ein. Eine hohe negative Korrelation zwischen Legeleistung und Mastleistung verhindert allerdings die gleichzeitige

Optimierung beider Nutzungseigenschaften. So entstanden im Laufe der Zeit durch Züchtung spezialisierte Linien von Wirtschaftshühnern, die sich entweder durch eine leistungsfähige Produktion von qualitativ hochwertigen Eiern auszeichnen oder aber sich für eine effiziente Fleischproduktion eignen. Während die Hennen der Mastlinien ebenfalls gemästet werden, können Hähne aus Legelinien jedoch nicht wirtschaftlich aufgezogen und vermarktet werden. Zurzeit werden daher allein in Deutschland die jährlich etwa 40 Mio. bei der Legehennenvermehrung anfallenden männlichen Nachkommen anhand ihrer Daunenfärbung bzw. Schwungfederentwicklung unmittelbar nach dem Schlupf aussortiert und anschließend mittels CO₂-Begasung oder im Homogenisator getötet. Von dieser Problematik sind nicht nur die konventionellen Eierproduzenten, sondern auch die nach ökologischen Richtlinien wirtschaftenden Legehennenhalter betroffen.

Ziel der Forschungsarbeiten ist es daher, Vorgehensweisen zu erarbeiten, die bereits vor dem Schlupf der Küken eine präzise Geschlechtsbestimmung zu einem Zeitpunkt ermöglichen, an dem nach gegenwärtigem Kenntnisstand noch keine Schmerzempfindungsfähigkeit des Hühnerembryos zu erwarten ist, also vor dem 10,5. Bebrütungstag. Die angewandte Untersuchungstechnik muss dabei später auch schnell und möglichst kostengünstig durchführbar sein und darf keine deutliche Verringerung der Schlupfrate bzw. der Tiergesundheit der Legehennen nach sich ziehen.

Realisierung

Im Rahmen eines interdisziplinär zusammengesetzten Forschungsverbundes werden seit geraumer Zeit Ansätze für eine Geschlechtsbestimmung im Ei entwickelt und auf ihre Praxisauglichkeit geprüft. Der Schwerpunkt liegt dabei auf ausgewählten spektroskopischen Methoden bzw. endokrinologischen Nachweisverfahren, die hinsichtlich ihrer Eignung für eine *in ovo*-Geschlechtsbestimmung unter Praxisbedingungen getestet werden.

Ergebnisse

Ein vielversprechender Ansatz beschäftigt sich mit den Möglichkeiten einer Geschlechtsdiagnostik anhand schwingungsspektroskopischer Methoden. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand bietet derzeit die Nah-Infrarot-(NIR)-Raman-Spektroskopie unter Praxisbedingungen das größte Potenzial für eine *in ovo*-Geschlechtsdiagnose. Bei der Raman-spektroskopischen Messung wird Licht einer definierten Wellenlänge auf das Untersuchungsobjekt eingestrahlt und das Spektrum des gestreuten Lichtes analysiert. Da die Moleküle der Zellinhaltsstoffe charakteristische Spektren aufweisen, lassen sich gesuchte Substanzen anhand von Referenzspektren identifizieren. Versuchsreihen ergaben, dass eine spektroskopische Geschlechtsbestimmung am bebrütungsfähigen Ei bereits ab dem 3. Inkubationstag möglich ist.

Die Geschlechtsbestimmung erfolgt kontaktfrei, weshalb kein Material aus dem Ei entnommen werden muss und kein Risiko einer Kontamination besteht. Weiterhin entfällt die Reinigung und Desinfektion bzw. der Ersatz von Geräten oder Geräteteilen nach jeder Messung, weshalb auch nur sehr geringe laufende Verbrauchskosten entstehen.

Die einzigen absehbaren variablen Kosten des gesamten Prozesses bestehen, neben der Entnahme der Bruteier aus den Brutschränken, im Verschluss der Schalenperforation von als „weiblich“ determinierten Eiern mittels biokompatiblen Klebeband. Die Messdauer pro Ei beträgt gegenwärtig unter Laborbedingungen ohne jegliche Optimierung ca. 10 Sekunden. Durch Erweiterung des Arbeitsabstandes unter Nutzung externer Faserköpfe und spezieller Objektive sollen die Messvorgänge zeitnah optimiert werden. Bislang gibt es keine Anzeichen einer gravierenden Verminderung der Schlupfrate. Die Ergebnisse eines Großversuchs hierzu können voraussichtlich zum Vortrag anlässlich der Innovationstage präsentiert werden.

Ein weiterer Forschungsansatz befasst sich mit der endokrinologischen Geschlechtsbestimmung. Hier werden die ab dem 9. Inkubationstag signifikant unterschiedlichen Hormonkonzentrationen in der Allantoisflüssigkeit männlicher und weiblicher Embryonen genutzt. Insbesondere Östradiol und Östronsulfat stellen geeignete Marker für eine *in ovo*-Geschlechtsdiagnose dar. Durch Perforation der Kalkschale sowie anschließende Entnahme und Analyse der Allantoisflüssigkeit auf ihren Hormongehalt kann eine Geschlechtsbestimmung vorgenommen werden.

Ein Verschluss der Eröffnungsstelle ist aufgrund der minimal-invasiven Perforationstechnik nicht notwendig. Bei Probennahmen am 10. Bebrütungstag wurde eine 98 %ige Prognosegenauigkeit erreicht. Im Vergleich zu Kontrollgruppen war hier die Schlupfrate der beprobten Eier lediglich 3 % geringer. Darüber hinaus wurden keine signifikanten Unterschiede in der Lebendmasse der Eintagsküken aus Versuchs- und Kontrollgruppen festgestellt. Auch hinsichtlich der Leistungsparameter der aus beprobten Eiern geschlüpften Hennen konnten bislang keine signifikanten Veränderungen der Legeleistung, der Eimasse sowie des Futtermittelsverbrauchs dokumentiert werden. Das Analyseverfahren nimmt derzeit noch ca. 3 h in Anspruch und kostet etwa 12 Cent pro getestetem Ei und damit ca. 30 Cent pro Legehennenküken zuzüglich der Eibearbeitung, aber es wird an einer Verkürzung der Analysedauer und an einer Senkung der laufenden Verbrauchskosten gearbeitet.

(Geplante) Verwertung

Die Vermeidung der routinemäßigen Tötung männlicher Eintagsküken im Rahmen der Legehennenvermehrung ist von erheblicher ethischer, rechtlicher und gesellschaftspolitischer Tragweite. Weltweit wird der Bestand an Legehennen gegenwärtig auf ca. 4,93 Billionen Individuen geschätzt, die den derzeitigen Weltbedarf von etwa 65,5 Mio. Tonnen Eiern pro Jahr produzieren. Auf internationaler Ebene könnte die Entwicklung eines praxistauglichen Verfahrens künftig zur Vermeidung der Tötung einer entsprechenden Anzahl männlicher Legehybriden beitragen und damit einen wertvollen Beitrag zum Tierschutz in der Nutzgeflügelhaltung liefern.

„Modulare Plattform für die Implementierung von Tierkennzeichnungs- und Rückverfolgbarkeitssystemen in Entwicklungsländern“ (KR-Tier)

„The Animal Traceability Solutions (ATS) platform - a key tool for the planning and the introduction of Animal Identification and Traceability Systems“

Projektlaufzeit

01.10.2011 – 30.09.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Ferdinand Schmitt
ADT Projekt GmbH, Bonn

Verbundpartner

Dr. Helmut Karb
Unternehmensberatung Dr. Karb GmbH, Stuttgart

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Vorhabens ist es, ein innovatives Konzept für die Einführung von Informations- und Kommunikationssystemen für die Tierkennzeichnung und Rückverfolgbarkeit in Entwicklungsländern zu erstellen. Dazu wird eine modular aufgebaute Plattform entwickelt, die sich aus verschiedenen fachlichen und technischen Bausteinen zusammensetzt, die für eine kosteneffiziente und erfolgreiche Einführung eines Systems der Tierkennzeichnung und Rückverfolgbarkeit erforderlich sind. Die verschiedenen Bausteine enthalten wiederum vorgefertigte Produkte, die im Rahmen der Beratungstätigkeit angepasst und eingesetzt werden und so eine effiziente Realisierung eines solchen Projektes ermöglichen.

Die neue Plattform bietet den Antragstellern ein innovatives Instrument, um sich im globalen Wettbewerb bei der Einführung von Tierkennzeichnungssystemen zu positionieren. Bisher verfügen Wettbewerber nicht über ein vergleichbares Angebot, das fachliche und technische Bausteine zu einem Gesamtsystem integriert, eine hohe Anpassungsfähigkeit an die lokalen Bedingungen des jeweiligen Entwicklungslandes gewährleistet sowie eine hohe Erfolgsaussicht und eine hohe Effektivität der Beratung ermöglicht. Die neuartige Plattform bietet somit einen Wettbewerbsvorteil in technologischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht.



Abb. 1: In Afrika werden Rinder häufig in einer Gemeinschaftsherde gehalten. Dieser Tierbestand bildet dann in der Regel eine epidemiologische Einheit

Realisierung

Die Verbundpartner bildeten für ihre jeweiligen Arbeitsbereiche interdisziplinäre Projektteams und legten eine gemeinsame Projektorganisation und Projektinfrastruktur (Online-Arbeitsplattform) fest. Regelmäßige Arbeitstreffen fanden sowohl auf der Ebene der einzelnen Arbeitsbereiche als auch gemeinsam für alle Experten und Mitarbeiter des Projektvorhabens statt. Das Pilotprojekt Tansania diente ab März 2012 als zusätzliche Möglichkeit, erste Erfahrungen im Feld bei der Implementierung der Module in einem Pilotvorhaben zu sammeln. Die im Rahmen dieses Vorhabens bisher erstellten Produkte lassen sich in folgende Bereiche untergliedern:

Fachliche Module:

1. Referenzinformationen (Definitionen, Fachregister, ökonomische Fachbegriffe, relevante Referenzinformationen internationaler Organisationen)
2. Instrumente für die Identifizierung eines geeigneten Tierkennzeichnungssystems (Strukturierung der internationalen Anforderungen, Strukturierung von fachlichen Anforderungen, Systematisierung von Tierkennzeichnungssystemen für relevante Nutztierarten (Pferd, Kamel, Rind, Schwein, Schaf, Ziege), für Einzeltiere bzw. Tiergruppen, Planungshilfen, Kostenanalysen)

3. Instrumente für die Spezifizierung von Tierkennzeichnungssystemen (funktionale Anforderungen, standardisierte Beschreibung der Arbeitsabläufe, standardisierte Beschreibung der Geschäftsprozesse, Beschreibung der Datenelemente, Codesets, Erfassungsdokumente, Integration verschiedener Tierkennzeichnungsmittel)
4. Instrumente zur Vorbereitung von Tierkennzeichnungssystemen (Instrumente zur Grob- und Feinplanung, Empfehlungen für die Gestaltung von Rechtsvorschriften, Textbausteine, Abweichungen, Ausnahmetatbestände, Vorgaben für Beschaffungsmaßnahmen)
5. Instrumente zur Unterstützung der Einführung von Tierkennzeichnungssystemen (Trainingsunterlagen für Systembeteiligte, Durchführungsvorschriften, Konzepte für die Öffentlichkeitsarbeit)
6. Instrumente zur Analyse der Leistungsfähigkeit von Tierkennzeichnungssystemen



Abb. 2: Auch Brandzeichen können von einem Tierkennzeichnungssystem basierend auf der ATS-Plattform erfasst und administriert werden

Technische Module:

1. Universelles Datenmodell und flexible Datenbank, welche jede Form der Tierkennzeichnung, jede Haltungsform und jede Form von Tierbewegungen und damit verbundener Rückverfolgbarkeit von Tieren bzw. Tiergruppen unterstützen
2. Universelle Kommunikationsschicht für die Anbindung von Clients und Fremdsystemen basierend auf offenen Standards
3. Standardisierte Datenbeschreibungen (data dictionaries in Form von XML-Schemata)

4. Prozessbeschreibungen für die wichtigsten Geschäftsprozesse von Tierkennzeichnungs- und Rückverfolgbarkeitssystemen auf Basis anerkannter und offener Standards
5. Universelle, flexible und mehrsprachige Benutzeroberfläche

Zusätzlich wurde das Portal www.animaltraceabilitysolutions.net erstellt, das die entwickelten Services darstellt und als Plattform für den Wissensaustausch im Bereich Tierkennzeichnung genutzt werden kann.

Ergebnisse

Die ATS /Animal Traceability Solutions - Plattform ist in ihrer Grundstruktur bereits voll funktionsfähig. Ein Großteil der innerhalb der fachlichen Module zu erarbeitenden Instrumente steht bereits für die Unterstützung von länderspezifischen Einzelprojekten zur Verfügung. Die Softwaremodule sind für die Grundfunktionen der Tierkennzeichnung und Rückverfolgbarkeit vorbereitet.

Die entworfene Softwarearchitektur erfüllt die Anforderungen hinsichtlich Flexibilität und Erweiterbarkeit. Der Ansatz länderspezifische Anforderungen über XML-Schema-Erweiterungen und ausführbare BPMN-Prozessen zu implementieren hat sich bei der Umsetzung in Tansania und Jamaika bewährt.

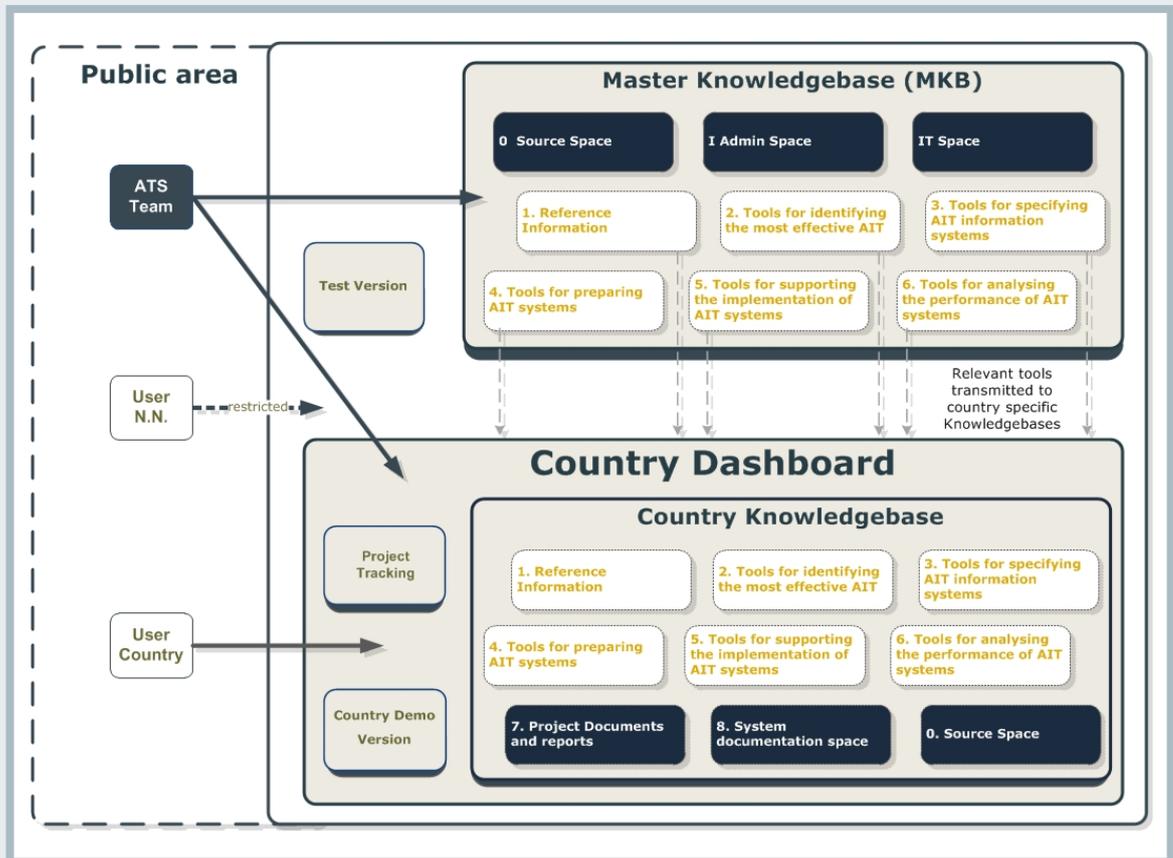
Der Aufwand für die technische Implementierung auf der Basis der fachlichen Daten- und Prozessbeschreibungen konnte gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise um mehr als 50% reduziert werden.

(Geplante) Verwertung

Während der Projektlaufzeit konnten bereits erste fertiggestellte Teilkomponenten der Plattform verwertet werden. Darunter fallen die fachliche Spezifizierung der Basisfunktionen eines Tierkennzeichnungssystems (Tierhalterregistrierung, Tierregistrierung und Bewegungsmeldungen), die im Modul 3 niedergelegt sind und deren Umsetzung in den Softwarekomponenten in den Modulen 7-11 vorliegt (Datenbank, Kommunikationsschicht und Benutzeroberfläche).

Auf Anfrage der FAO wurde das vorliegende Pilotprojekt in Tansania regional und funktional erweitert. In einem weiteren Projekt in Jamaika ist ebenfalls geplant, die bereits zuvor genannten fertiggestellten Teilkomponenten der Module zum Einsatz zu bringen. Dieses Vorhaben wird von der Inter-American-Development Bank finanziert.

Insgesamt werden die Erfolgsaussichten für die weitere Verwertung als gut eingeschätzt. Zum jetzigen Zeitpunkt kann davon ausgegangen werden, dass die ATS-Plattform als ein umfassendes Beratungstool bei der Planung, Vorbereitung und Einführung von Tierkennzeichnungssystemen in weiteren Entwicklungsländern erfolgreich eingesetzt werden kann.



Schema 1: Struktur und Einsatz der Plattform

Die zentrale Plattform dient als Grundlage für die länderspezifische Plattform, die im Zuge eines jeden Projektes für das jeweilige Land eingerichtet wird. In Anhängigkeit der Aufgabenstellung werden die erforderlichen Komponenten aus der zentralen Plattform in die länderspezifische Plattform überführt und entsprechend angepasst.

„Elektronische Tierkennzeichnungssysteme auf Basis ultrahochfrequenter Radio-Frequenz-Identifikation“ (UTE)**„Electronic animal identification systems based on ultra-high-frequency radio frequency identification“****Projektlaufzeit**

01.04.2012 bis 31.08.2015

Projektkoordinator und -Bearbeiter, Institution

Prof. Dr. Thomas Jungbluth

PD Dr. Eva Gallmann

M.Sc. Nora Hammer

M.Sc. Felix Adrion

Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik,

Fg. Verfahrenstechnik der Tierhaltungssysteme, Stuttgart

Verbundpartner

S. Eichler

deister electronic GmbH, Barsinghausen

H. Winkeler

Caisley International GmbH, Bocholt

H. Ruppert

Agrident GmbH, Barsinghausen

D. Kussauer

Phenobyte GmbH & Co.KG, Ludwigsburg

Kurzfassung**Ziel**

Das Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung, der Einsatz und die Bewertung von innovativen Verfahren zur elektronischen Tierkennzeichnung mit Hilfe von Radio-Frequenz-Identifikations-Systemen (RFID-Systeme) im Ultra-Hoch-Frequenz-Bereich (UHF-Bereich). Hierfür sollen für die Tierhaltung funktionsfähige UHF Transponderohrmarken sowie stationäre und mobile UHF-Lesegeräte als Vorserienmuster hergestellt und getestet werden.

Der Nutzen von UHF-RFID-Systemen soll in umfangreichen Labor- und Praxistest zur Simultanerfassung, Hotspotüberwachung und Lokalisierung von Schweinen und Rindern ermittelt werden.

Realisierung

Entwicklung von Transponder- bzw. Transponderohrmarken-Funktionsmustern

Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurden von der Firma deister electronic GmbH vier Generationen UHF-Transponder entwickelt, welche von der Firma Caisley International GmbH in Ohrmarken integriert wurden (Tab.1).

Generation	Transpondertyp	Beurteilung der Ohrmarke	Einsatz am Tier
1	B, I	verbesserungsfähig	Rind
2	B1 bis B4 A1	verbesserungsfähig verbesserungsfähig	Rind Schwein
3	C0 C1	verbesserungsfähig verbesserungsfähig	Schwein Schwein
4	B3-4 B4-4 C1-4	gut gut gut	Rind Rind Schwein
5	B5 C2	in Produktion in Produktion	Rind Schwein

Tab. 1: Übersicht der im Projekt entwickelten UHF-Transponderohrmarken (Funktionsmuster)

Über die vier Generationen wurden verschiedene Transponderbauarten verwendet und in Labor- und Praxistests getestet. Aufgrund der Bewertung der ersten Generationen wird aktuell die fünfte Generation sowohl auf Transponderebene als auch im Hinblick auf die Integration in eine Ohrmarke weiterentwickelt.

Entwicklung von Lesegerät-Funktionsmustern:

Durch die Firmen deister electronic und Agrident werden für stationäre und mobile Anwendungen in der Tierhaltung UHF-Lesegeräte entwickelt und für die Nutzung in der Stallumwelt angepasst. Neben Vorserienmustern stationärer UHF-Lesegeräte zum Einsatz bei Labortests und der Simultanerfassung von Tieren wurde ein Muster eines mobilen Lesegerätes erstellt, das sowohl UHF-Transponder als auch

Niedrigfrequenztransponder (LF-Transponder) nach ISO 11785 erfassen kann. Des Weiteren sind stationäre Lesegeräte für Hotspotmonitoring und Lokalisation von Transpondern mit mehreren externen Antennen im Entwicklungsprozess.

Software- und Datenbankentwicklung zur Datenerfassung und -auswertung:

Für alle Versuchsanwendungen der Universität Hohenheim entwickelt die Firma Phenobyte Software zur Durchführung, Datenerfassung und -auswertung. Für die Laborversuche (Prüfstände) und die Gateanwendung sind bereits Softwaremodule entwickelt. Eine zentrale Datenbank legt alle gewonnenen Daten strukturiert ab.

Laborversuche:

Auf einem dynamischen Prüfstand (Abb. 1) wird die Leistungsfähigkeit der Transponderohrmarken in Bewegung getestet. Hierfür werden die Transponder auf einem Keilriemen in einem Ohrmarkenhalter befestigt und durch das Lesefeld eines Lesegeräts gefahren. Transpondertyp, Geschwindigkeit, Ohrmarkenhalterung, Lesegerät, Ausrichtung der Transponderohrmarke zum Lesegerät und weitere Optionen (oder Einflußgrößen) werden variiert und getestet.

Zur Vermessung und zum Vergleich von Erkennungsfeldern der entwickelten Transponderohrmarken wurde ein automatisierter statischer Prüfstand konstruiert (Abb. 2). Durch zwei Linearantriebe kann in einem Bereich von 3,5 mal 3,5 m ein Koordinatenraster abgefahren werden.

An jeder Koordinate wird die vom Transponder empfangene Signalstärke (Backscatter-RSSI) gemessen, so dass ein Bild des gesamten Erkennungsbereiches erhalten wird. Neben Vergleichen von Transpondertypen und -ausrichtungen können an diesem Prüfstand auch Vorversuche für das Hotspotmonitoring und die Lokalisation von Transpondern durchgeführt werden.

Praxisversuche:

Bei Praxisversuchen zur Simultanerfassung von Schweinen und Rindern wird die Eignung der Transponderohrmarken an Tieren getestet und bewertet. Hierbei wird besonderes Augenmerk auf die Lesbarkeit, Verträglichkeit und Langlebigkeit der Transponderohrmarken gelegt. Zu diesem Zweck werden die Tiere an mehreren Versuchstagen mehrere Runden (10 bis 20) durch ein Gate aus Lesegeräten getrieben. Die Anordnung und Einstellungen der Lesegeräte können hierbei variiert werden.

Beim Hotspotmonitoring und der Lokalisierung steht die Anwendung der UHF-RFID Technologie zur Verhaltens- und Gesundheitsüberwachung von Mastschweinen im Vordergrund. In kommenden Praxistests werden wichtige Hotspots wie z.B. Fressplatz und Tränke mit Lesegerätantennen ausgestattet.

In einem weiteren Schritt sollen die Transponder durch Signalstärkemessungen lokalisiert werden.

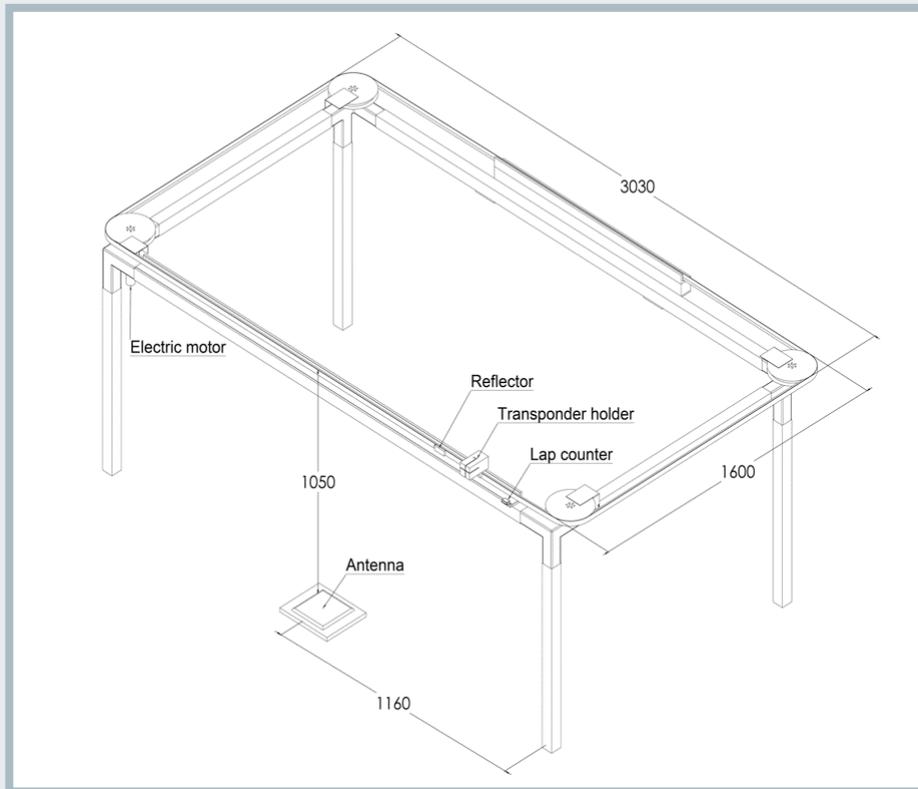


Abb. 1: Aufbau des dynamischen Prüfstands

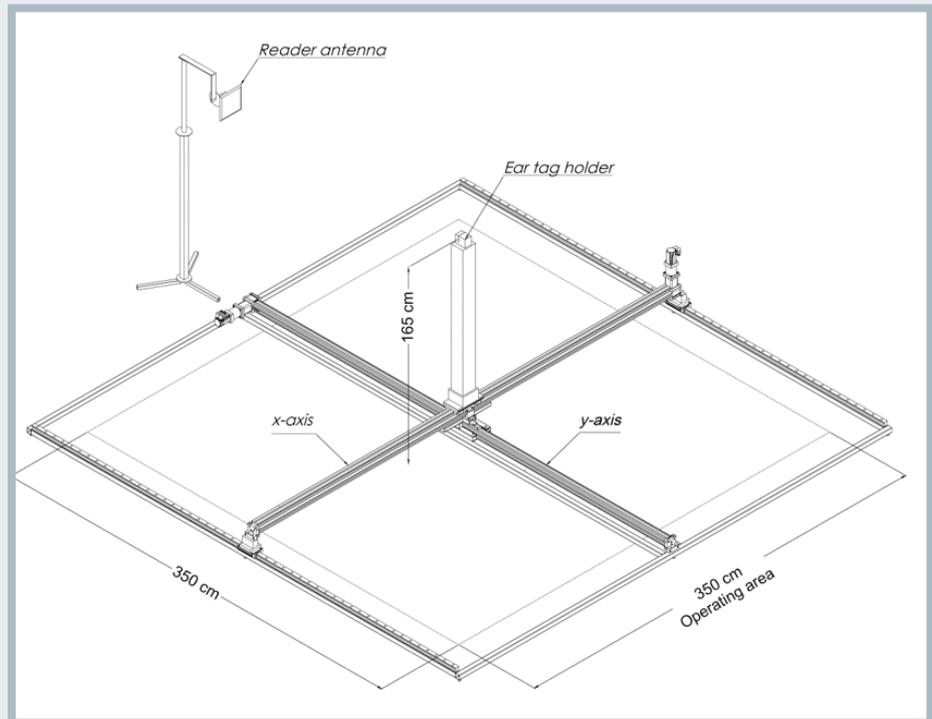


Abb. 2: Aufbau des statischen Prüfstands

Beispielhafte Ergebnisse

Laborversuche:

Am dynamischen Prüfstand konnte gezeigt werden, dass die Geschwindigkeit und die Orientierung der Transponder zum Lesegerät einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl an Lesungen pro Runde der jeweiligen Transpondertypen haben (Abb. 3).

Für die Versuche am statischen Prüfstand wird beispielhaft die Messung des Erkennungsbereiches einer Musterohrmarke (Typ B4-4) gezeigt (Abb. 4). Ein Erkennungsbereich von ca. 9 m² wird durch die Ohrmarke abgedeckt. Sichtbar sind ein radialer Abfall der Signalstärke ausgehend von der Antenne des Lesegerätes sowie Leselücken in den äußeren Bereichen des Erkennungsbereiches.

Praxisversuche:

Bei den Versuchen zur Simultanerfassung der ersten Generationen Transponderohrmarken lagen bei Mastschweinen die Erfassungsquoten zwischen 5 % und 100 %, bei Rindern zwischen 25 % und 96 %, je nach Transpondertyp. Die vierte Generation Transponderohrmarken erreichte schon 90% bis 100% bei Mastschweinen. Die Haltbarkeit der Transponder über die zehnwöchige Versuchsdauer konnte über die Generationen deutlich verbessert werden.

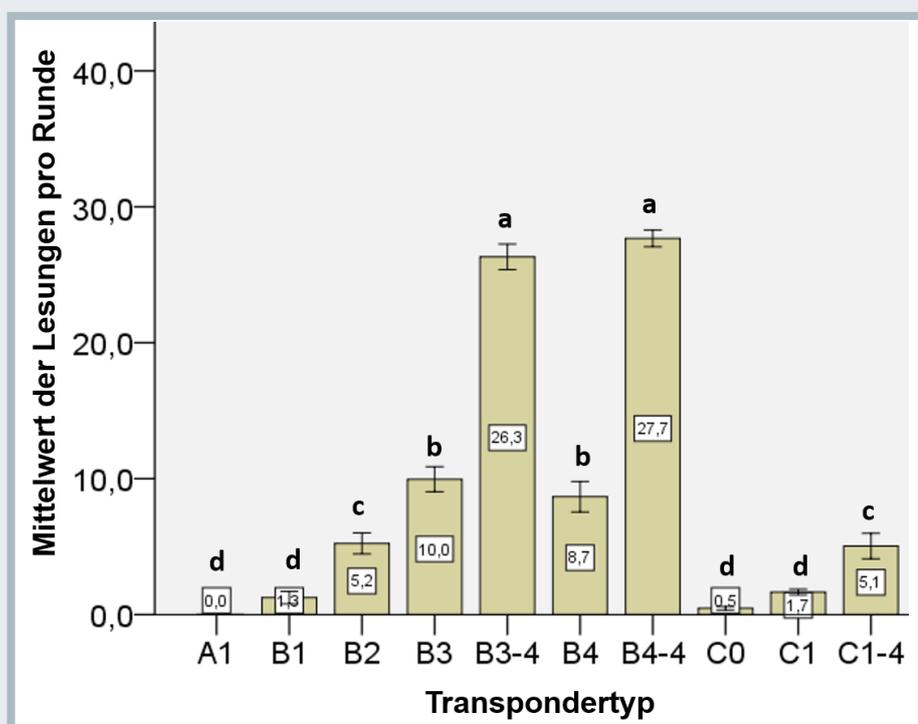


Abb. 3: Signifikanter Unterschied zwischen den Transpondertypen am dynamischen Prüfstand

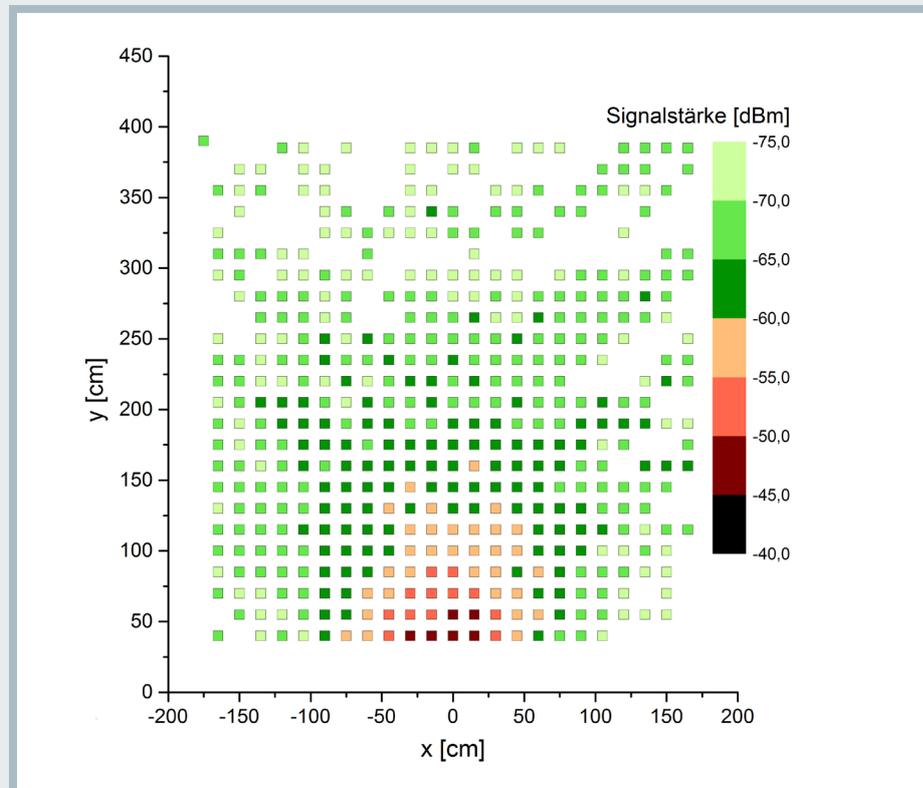


Abb. 4: Erkennungsfeld und gemessene Signalstärke in Dezibel Milliwatt (dBm) einer mit Transpondertyp B4-4 ausgestatteten Ohrmarke (Position des Lesegerätes (0/0), Lesegeräteleistung 1 Watt)

(Geplante) Verwertung

Für die Firmen deister electronic und Agrident entstehen durch die Anpassung der UHF Technologie für die Tierhaltung neue Marktpotenziale im Bereich der elektronischen Tierkennzeichnung sowohl für Lesegeräte als auch Transponder.

Ebenso sieht die Firma Caisley International die Verwertung in einer Erweiterung des Produktportfolios um elektronische Ohrmarken für Managementsysteme in der Schweine- und Rinderhaltung. Die Fa. Phenobyte stärkt mit dem Projekt ihr Dienstleistungsangebot im Bereich der Systemintegration im Agrarsektor.

An der Universität Hohenheim wird die Methodik zur Bewertung von RFID-Systemen stark erweitert und verbessert. Des Weiteren sollen Hotspotmonitoring und Lokalisation in zukünftigen Projekten zur Erfassung von Indikatoren des Tierwohls eingesetzt werden.

„System und Verfahren zur Rehkitzrettung während der Grünlandmahd“ (Wildretter)

„Game Guard Project“

Projektlaufzeit

01.05.2012 bis 31.10.2015

Projektkoordinator, Institution

Herr Dr. Nitsche,
ISA Industrieelektronik GmbH, Weiden

Verbundpartner

Herr Maik Hunke
Claas Saulgau GmbH, Bad Saulgau

Herr Martin Israel
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), Weßling

Herr Professor Erwin Biebl,
Technische Universität München, München

Bayrischer Jagdverband

Kurzfassung

Ziel

Das Ziel des Wildretter-Projektes ist es ein einsatztaugliches System für die Kitzrettung zu entwickeln, da in Deutschland während der Grünlandmahd jährlich ca. 100.000 Rehkitze verstümmelt oder getötet werden. Darüber hinaus führt mit Kadaverteilen kontaminiertes Mähgut immer häufiger zu tödlichem Botulismus bei gefütterten Rindern und Pferden.

Die folgenden Teilschritte werden hinsichtlich der technischen und operativen Abläufe aufeinander abgestimmt und zu einem Gesamtsystem integriert:

- Finden der Kitze in der Wiese (= Suchen und sicheres Erkennen)
- Markieren der Kitze
- Wiederfinden markierter Kitze
- Retten/Sichern der Tiere

Das Gesamtsystem wird auf die drei Parameter

- Sicherheit/Zuverlässigkeit bei der Detektion von Lebewesen,
- Nutzerakzeptanz (Betrieb, Bedienung) sowie
- Marktakzeptanz (Praxistauglichkeit und Anschaffungskosten)

optimiert.

Realisierung

Das dreijährige gemeinsame Entwicklungsprogramm des Wildretter-Projektes umfasst die folgenden Schritte:

- 1) Festlegung einer fliegenden Zielplattform für den Teilschritt „Finden der Kitze in der Wiese“
- 2) Integration ausgewählter Sensorik zur Rehkitzdetektion und der Datenerfassungskomponenten
- 3) Optimierung und Erweiterung des tragbaren Systems
- 4) Entwicklung und Nutzung einer geeigneten RFID-Technologie, um die gefundenen Tiere zu markieren, sowie das Anbringungsverfahren zur Rehkitzmarkierung
- 5) Entwicklung einer Leseinheit und eines handgetragenen Gerätes um die markierten Rehkitze wiederzufinden
- 6) Anbringung des Lesegerät- und Antennensystems an der Landmaschine
- 7) Planung, Durchführung und Auswertung von Test und Erprobungskampagnen

Ergebnisse

Vor dem aktuellen Wildretter-Projekt wurde bereits ein tragbares, mit Infrarotsensoren ausgestattetes, System zur Rehkitzsuche entwickelt und auf den Markt gebracht. Hiermit können jährlich mehrere tausend Tiere vor dem Tod durch die Mähwerke bewahrt werden. Das tragbare Gerät wurde bereits im Bereich der Sensorik und Mechanik optimiert.

Mit Hilfe eines 4-stufigen Ansatzes (Suchen-Markieren-Wiederfinden-Retten) lässt sich die Suche vom Mähvorgang entkoppeln. Als Trägersysteme der fliegenden Plattform kommen ferngesteuerte Multikoptersysteme zum Einsatz, die mit mehreren Kameras ausgestattet sind. Die entwickelte Wildretter-Payload verfügt über eine kompakte Wärmebildkamera sowie über eine RGB-Kamera mit 5 Megapixel.

Die Suche erfolgt über eine GPS-gesteuerte Planung (die entsprechenden Wiesen werden lückenlos abgeflogen und mit den Kameras erfasst) und eine automatisierte Auswertung des Bildmaterials. Im Ergebnis bekommt man genaue GPS-Daten, an denen mit hoher

Wahrscheinlichkeit ein Rehkitz liegt. Die durch den Wildretter entdeckten Tiere werden mit einem Transponder markiert.

Die Projektpartner forschen derzeit an einem RFID-Chip, der sowohl von der landwirtschaftlichen Maschine, als auch von einer tragbaren Einheit aus geortet werden kann. Durch die Markierung in Form eines RFID-Chips können die Kitze unmittelbar vor oder noch während der Mahd wiedergefunden und gerettet werden. Zum Einsatz kommen sowohl handgetragene als auch auf der Landmaschine montierte Lesegeräte.

Die wiedergefundenen Kitze werden unmittelbar aus dem Gelände getragen und dort gesichert, um zu vermeiden, dass sie in die vermeintlich sichere Wiese zurücklaufen. Nach dem Mähvorgang werden sie freigelassen und nach kurzer Zeit von der Rehgeiß aufgespürt und weggeführt.

Unser 4-stufiges Verfahren erlaubt die schnelle, effiziente und zuverlässige Erkennung von Rehkitzen. Mit ausgewählten Nutzern wurden bereits zahlreiche erfolgreiche Feld-einsätze mit dem fliegenden Wildretter durchgeführt.

„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“

Projektlaufzeit

15.10.2011 bis 14.10.2014

Projektkoordinator, Institution

Stefan Thurner

Dr. Jan Maxa

Institutsleiter: Dr. Georg Wendl

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,

Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT), Freising

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Projekts ist 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, die ebenfalls im Rahmen des Projekts konzipiert, programmiert und getestet werden sollen, z.B. automatisch die Standorte der Tiere dokumentieren, den Hirten bei der Tiersuche unterstützen, Warnmeldungen an den Hirten senden, wenn sich das Tier etwa außerhalb des zu beweidenden Areals befindet oder nach entsprechender Auswertung der Positionsdaten konkrete Handlungsalternativen zur Optimierung des Weidemanagements aufzeigen.

Die geplante Arbeitszeiterfassung auf den Almen und Alpen liefert zudem wichtige Anhaltspunkte für das Arbeitszeiteinsparpotential bzw. das Potential zur Reduzierung von Arbeitsspitzen durch den Einsatz eines Ortungssystems. Am ILT sollen die Daten aus den Praxistests für detaillierte Auswertungen zum Tierverhalten und zur Weidenutzung verwendet werden.

Realisierung

In den Jahren 2012 und 2013 wurden die ersten Prototypen mit Software der Ortungssysteme der Firmen Libify und ML-C entwickelt und zusammen mit den verfügbaren

Alternativsystemen der Firmen Hotsure und Telespor über die beiden Almsommer auf verschiedenen Almen getestet und bewertet (Abb. 1). Die Testalmen wurden so ausgewählt, dass sie unterschiedliche Management- und Reliefkomponenten umfassten.

Folgende Kriterien wurden dabei zum Vergleich verwendet: statische und dynamische Genauigkeit der GPS-Ortungssysteme, Anschaffungs- und Betriebskosten, Ausstattung, Robustheit, Batterielaufzeit, verfügbare Positionsdaten, nutzbare Satellitensysteme, Funktionssicherheit bei schlechter Mobilfunknetzverfügbarkeit, Erfahrungen der Hirten im praktischen Einsatz und die angebotene Software (Benutzerfreundlichkeit, Auswertemöglichkeiten, Dokumentation).

Auf mehreren Almen gibt es keine Mobilfunknetzabdeckung und deswegen wurde ein alternatives System bezüglich der Datenübertragung mittels Telemetrie der Firma BioControl zur Ortung der Tiere auf zwei Almen getestet. Im Rahmen der Forschungs-kooperation zwischen ILT und dem norwegischen Institut Bioforsk wurden im Jahr 2013 Prototypen der Ortungssysteme der norwegischen Firma NoFence mit der Zusatz-funktionalität eines virtuellen Weidezauns an Schafen und an Jungrindern getestet und bewertet.

Weiterhin wurde die Arbeitszeit mittels Arbeitstagebuch auf jährlich sieben Jungvieh-almen während der Almsaisonen 2012 und 2013 erfasst. Die Arbeitszeiten wurden im Detail für bis zu 32 einzelne Tätigkeiten separat erfasst, welche wiederum zu fünf Kate-

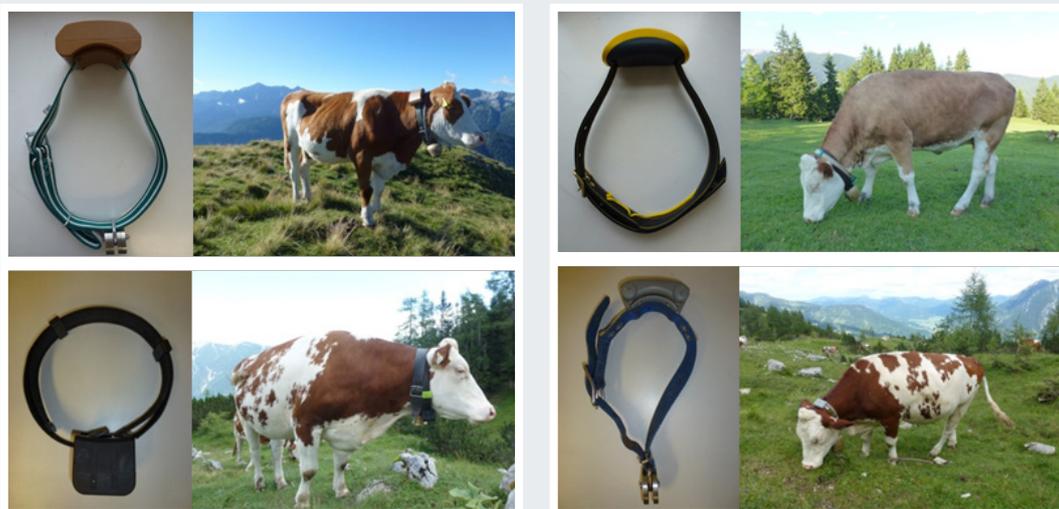


Abb. 1: GPS-GSM Ortungssysteme der getesteten Firmen (von links oben nach rechts unten) Libify, ML-C, Hotsure und Telespor

gorien zusammengefasst wurden. Zusätzlich trugen die Hirten während der Tätigkeiten auf der Alm einen GPS-Datenlogger mit sich, der jede Minute die Position des Hirten und die Uhrzeit erfasste. Mithilfe dieser Daten können neben der täglich zurückgelegten Wegstrecke auch die täglich zurückgelegten Höhenmeter des Hirten ausgewertet

werden. Zusätzlich wurden erste Untersuchungen zur Brunsterkennung bei Rindern auf der Alm durchgeführt.

Im Rahmen des Projektes wurden auch spezifische Daten zur Problematik der Autokorrelation der Positionsdaten sowie zum Einfluss der Häufigkeit der Positionsbestimmung (anhand der GPS-GSM Ortungssysteme) in Bezug auf Rückschlüsse zum Tierverhalten (z.B. zurückgelegte Wegstrecke) analysiert.

Ergebnisse

Je nach Almgröße, Relief und den nicht mit der Tierhaltung verbundenen Tätigkeiten auf der Alm (z.B. Gästebewirtung) nimmt die Tätigkeit Tierkontrolle im Durchschnitt 70 % der Gesamtarbeitszeit in Anspruch.

Die Tiersuche dauerte dabei im Extremfall den ganzen Tag. Anhand der ausgewerteten Daten der GPS-Datenlogger ergab sich, dass ein Hirte im Durchschnitt auf einer Jungviehalm bis zu 9 km und 1.600 Höhenmeter pro Tag zurücklegt. Daher hat ein funktionierendes Ortungssystem großes Potenzial, den Hirten bei der Tiersuche und Kontrolle zu unterstützen und somit Zeit und Anstrengung einzusparen.

Die Ergebnisse des dynamischen Genauigkeitstests zeigten, dass der Median der Genauigkeitsabweichung für alle Geräte zwischen 102 und 207 cm lag, was aus Sicht der Nutzung auf der Alm ausreichend ist. Basierend auf den Ergebnissen des Vergleichstests aus den Almsaisonen 2012 und 2013 hat sich der Prototyp der Firma ML-C als bestes System für die Ortung der Tiere auf der Alm erwiesen.

Jedoch sind bei allen Systemen noch Verbesserungen der Akkulaufzeit notwendig da die Akkulaufzeit nicht für die ganze Almsaison ausreicht und ein Akkuwechsel während der Almsaison nicht möglich ist. Im Moment gibt es keine preisgünstige und praktikable Lösung für Almen ohne GSM Empfang.

Genutzte und ungenutzte Areale sowie der zeitliche Verlauf der Weidenutzung können anhand der GPS-Daten identifiziert werden (Abb. 2), woraus sich ein Potential zur Verbesserung der Weidewirtschaft ableiten lässt. Die Analyse der Bewegungsprofile und des Verhaltens der Tiere mithilfe der GPS-Daten sind nur mit kürzeren Datenintervallen sinnvoll. Daraus ergibt sich ein Antagonismus zwischen Akkulaufzeit, Betriebskosten und speziellen Fragestellungen, wie Lahmheit und Brunsterkennung.

Die Tests zur Nutzung des virtuellen Weidezauns zeigten, dass derzeit eine Umsetzung aus verschiedenen Gründen noch nicht möglich ist und dass generell die Überwachung eines geografischen Raums mit Hilfe eines Ortungssystems (Geo-fencing) zu präferieren ist. Detaillierte Untersuchungen zum Verhalten der Tiere auf der Alm sind für die Almsaison 2014 geplant.

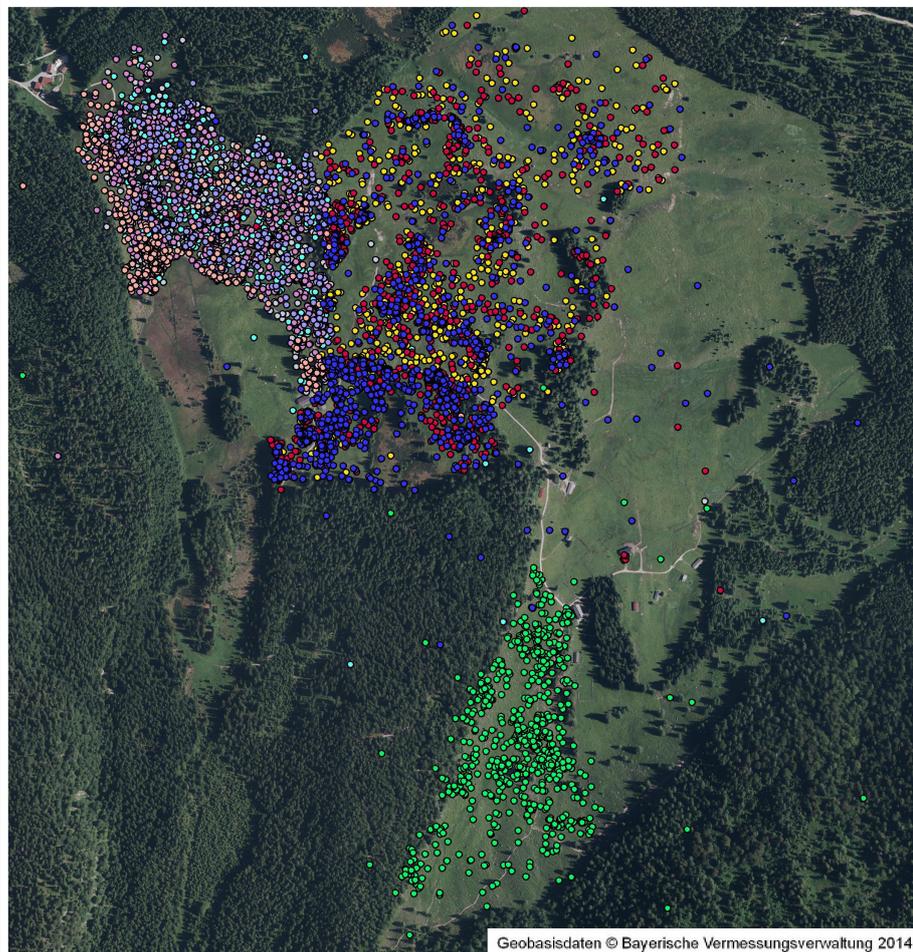


Abb. 2: Bewegungsprofile einer Kuhherde auf der Alm innerhalb von 2 Monaten anhand von Daten der GPS-GSM Ortungssysteme

(Geplante) Verwertung

Bei ca. 1,8 Millionen Rindern und ca. 1,6 Millionen Schafen und Ziegen, die im Alpenraum derzeit jedes Jahr auf Almen gehalten werden, ist eine Weiterentwicklung zu einem serienreifen Produkt wirtschaftlich möglich.

Das Ortungssystem für Rinder soll zunächst im deutschsprachigen Raum und später auch europaweit vermarktet werden. Wissenschaftlich interessant ist die detaillierte Auswertung der Daten zum Verhalten der weidenden Rinder auf den Almen. Dadurch können neue Erkenntnisse für eine optimale Weideführung erarbeitet werden.

„Entwicklung und Erprobung eines Tierortungssystems mit passiven SAW-Transpondern im Rahmen von Stallmanagementsystemen“ (SAW-Ortung)

„Development and testing of an animal location system using passive SAW transponders as part of stable management systems“

Projektlaufzeit

01.02.2012 bis 14.04.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. agr. Steffen Pache

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Köllitsch (LfULG)

Verbundpartner

Dipl.-Ing. (FH) Peter Schneider

Schneider Elektronik GmbH & Co.KG, Großhartau (SE)

Dipl.-Phys. Steffen Zietzschmann

SAW COMPONENTS Dresden GmbH (SCD)

Prof. Dr. Ing. Dirk Plette-meier

Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik am Institut für Nachrichtentechnik an der Technischen Universität Dresden (TUD)

Kurzfassung

Ziel

Im Rahmen des Verbundvorhabens wird auf dem Funktionsprinzip von akustischen Oberflächenwellen (Surface Acoustic Wave = SAW) ein neues Indoor-Ortungssystem für Rinder in großen Haltungssystemen als Modul für Farmmanagementsysteme entwickelt und erprobt. Das SAW-Tierortungssystem verfolgt das Ziel, durch das schnelle Auffinden von Rindern in Großgruppen und die Überwachung der individuellen Bewegungsprofile einen Beitrag zur Effizienzsteigerung der Herdenbetreuung zu erbringen.

Realisierung

Das Vorhaben gliedert sich entsprechend der Fachkompetenz der Verbundpartner in folgende Arbeitspakete:

- Entwicklung eines neuen SAW-Chips mit besonderen Sensoreigenschaften sowie Einbau in einen neu entwickelten Halsbandtransponder zur Anbringung am Tier

- Entwicklung spezieller, mechanisch bzw. elektronisch schwenkbarer Leseantenne zur räumlichen Identifizierung der neuen SAW-Ortungstransponder
- Entwicklung von stationären Reader-Einheiten und eines Ortungsterminals für den Einsatz im Stall
- Entwicklung der Ortungssoftware mit individueller Ermittlung der Raum-Zeit-Koordinaten, Pulk-Erkennung, Zuordnung zum Stalllayout, Tracking- und Berichtsfunktion sowie Schnittstellen zu anderen Herdenmanagementprogrammen
- Aufbau und Erprobung einer Testanlage in einer Großgruppe von Milchkühen sowie statistische Auswertung der Evaluierungsmerkmale Pulk-Erkennung, individuelle Ortungsgenauigkeit und -häufigkeit

Ergebnisse

Im Rahmen des Vorhabens wurde von SCD ein neuer SAW-Chip mit deutlich höheren Anforderungen an die zu erzielende Lesereichweite von bis zu 15 m entwickelt. Materialwahl und Design erbrachten deutliche Verbesserungen bei den Parametern Einfügedämpfung und Signal-Rausch-Verhältnis im Vergleich zu bisherigen SAW-Chips. Gemeinsam mit SE entwickelten SCD ein neues Chip-Codiersystem, um einerseits die Pulk-Fähigkeit der Chips sowie die technologische Realisierung im Herstellungsprozess zu garantieren und andererseits die Passfähigkeit zur Signalauswertung im Reader-System sicher zu stellen bzw. zu optimieren.

Unter Federführung von SCD wurde für das Indoor-Ortungssystem ein neues Transpondergehäuse inklusiv einer optimierten Transponderantenne entwickelt. Über mehrere Versuchsreihen mit verschiedenen Antennenvarianten wurden die funktionalen und applikationsbedingten Randbedingungen - wie Lesereichweite, Applikation auf dem Halsband der Kühe, Robustheit gegenüber mechanischer, stallklimatischer Belastungen und kostengünstige Fertigung - iterativ erreicht. Ausgehend von der optimierten Antennengeometrie erfolgte die Anpassung des Konzeptes für das Transpondergehäuse. Die Konstruktion und die verwendeten Materialien des SAW-Ortungstransponders wurden auf ihre Hochfrequenz- (HF) Eigenschaften bei 2,4 GHz untersucht sowie Parameter für die Qualitätssicherung im Herstellungsprozess abgeleitet.

Für den Feldtest im Milchviehstall wurden in einer Kleinstserie 300 Ortungstransponder hergestellt und unter Laborbedingungen hinsichtlich HF-Eigenschaften und Messperformance analysiert.

Die Konstruktion und Optimierung verschiedener, mechanisch schwenkbarer Leseantennen mit stationären Readern erfolgt unter Federführung von SE. Die im gegenwärtigen Feldtest befindliche Leseantenne scannt einen Stallbereich von 14,60 x 13,20 m mäandernd in ca. 90 Sekunden ab. Dabei sind die Größe des Ortungsbereiches von der Bauhöhe der Leseantenne und die Scandauer von der Anzahl der Mäanderspuren abhängig. Neben der Identifizierung der SAW-Ortungstransponder ermittelt die Reader-Einheit kontinuierlich die Antennenposition und trianguliert die Raumkoordinaten der Transponder. Die Rohdaten werden im Ortungsterminal verarbeitet und dem vordefinierten Stalllayout mit Zeitstempel zugeordnet. Es werden verschiedene Softwaretools

zur Parametrierung und Kalibrierung der Reader-Einheit, zur Signalauswertung und Datenvorverarbeitung, zur Ansteuerung von mehreren Readern sowie für die grafische Bedienoberfläche und Echtzeitdarstellung der Positionen der gefundenen Tiere entwickelt.

Die Konzipierung, Erforschung und Realisierung erster Funktionsmuster einer elektronisch schwenkbaren Leseantenne bestehend aus Backplane, HF-Frontend sowie Antennenelementen erfolgt durch die TUD in enger Zusammenarbeit mit SE und SCD. Die kreierte Backplane realisiert die Schnittstelle zwischen den einzelnen mit den HF-Frontends verbundenen Antennenelementen und der Reader-Einheit. Sie nimmt die einzelnen Antennen- und Frontendelemente mechanisch auf und übernimmt deren Ansteuerung und Leistungsversorgung abhängig von den logischen Steuersignalen aus der Reader-Einheit via USB oder Ethernet. Das HF-Signal vom bzw. zur Reader-Einheit wird von der Backplane auf die einzelnen Frontendmodule aufgeteilt bzw. von diesen zusammengeführt und dort in Amplitude und Phase konditioniert. Gegenwärtig erfolgt der Musterbau, die Vermessung und Kalibrierung in der Antennenkammer der TU Dresden sowie die Vorbereitungen für den Feldtest.

Bevor das erste SAW-Tierortungssystem im Milchviehstall installiert wurde, führte das LfULG mit Unterstützung der Verbundpartner verschiedene Ortungsexperimente in einer Sporthalle (20 x 10 x 6,75 m) mit guten HF-Eigenschaften durch. Ziel war, die Leistungsmerkmale Lesereichweite, Pulk-Erkennung, Ortungsgenauigkeit und -häufigkeit zu analysieren, das System weiter zu optimieren und Methoden für die Evaluierung des Ortungssystems zu entwickeln. Dazu wurde in der Mitte der Hallendecke die Reader-Einheit mit der mechanisch schwenkbaren Leseantenne befestigt. Mit dieser Installation konnte unter der Leseantenne eine Grundfläche von ca. 120 m² erfasst werden, auf welcher ein Beobachtungsraster von 4 x 6 m, unterteilt in 12 Felder mit einer Kantenlänge von 1,50 x 1,33 m, definiert wurde. Je Experiment wurden 12 Ortungstransponder auf alle 12 Felder verteilt und mit 60 Wiederholungen gescannt. Es wurden 720 Lokalisierungen erwartet. Für einen Umlauf benötigte die Leseantenne ca. 40 Sekunden. Jedes Experiment wurde am Folgetag wiederholt. Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem SAW-Tierortungssystem eine Pulk-Erkennung von 12 Transpondern, verteilt auf von 24 m², mit einer Trefferquote von 80 % möglich ist. Dabei ist die Ortungsgenauigkeit abhängig von der Codestruktur der Transponder sowie der räumlichen Ausrichtung des Transponders zur Leseantenne. Die erfolgreiche Lokalisierung der 12 Transponder im jeweiligen Erwartungsfeld variiert von 51,7 bis 95,4% bei einer Wiederholbarkeit von 92%. Die Lokalisierung von Milchkühen mit SAW-Ortungstranspondern in einem Laufstall wurde begonnen.

(Geplante) Verwertung

Die bisher erzielten Teilergebnisse und die ersten Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz des ersten SAW-Tierortungssystems zeigen die Erreichbarkeit der angestrebten Lösung als ein zusätzliches Modul für Farmmanagementsysteme auf. Auf die technische Entwicklung wurde ein Schutzrecht angemeldet.

Sektion 3: Fleischerzeugung und -qualitätssicherung

**„Strategien zur Vermeidung von Geruchsabweichungen bei der Mast
unkastrierter männlicher Schweine“ (STRAT-E-GER)**

„Strategies to avoid unpleasant boar taint in entire male pigs“

Projektlaufzeit

15.08.2012 bis 14.10.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Christian Looft

Institut für Tierwissenschaften, Universität Bonn, Bonn

Verbundpartner

Dr. Daniel Mörlein

Dept. für Nutztierwissenschaften, Abt. Produktkunde – Qualität tierischer
Erzeugnisse, Universität Göttingen, Göttingen

Annette Niggemeyer

Genossenschaft zur Förderung der Schweinehaltung eG, Ascheberg

Jörg Sauter

Schweinezuchtverband Baden-Württemberg e.V., Stuttgart-Plieningen

Dr. Johannes Aumann

Besamungsverein Neustadt an der Aisch e.V., Neustadt a.d. Aisch

Dr. Wilhelm Jäger

Tönnies Holding GmbH & Co. KG, Rheda-Wiedenbrück

Dr. Lourens Heres

VION GmbH, Hilden

Dr. Jan Heise

NH DyeAGNOSTICS GmbH, Halle a. d. Saale

Kurzfassung

Ziel

Ein Ziel des Projektes ist die Etablierung der genomischen Selektion für das Merkmal Ebergeruch in deutschen Zuchtpopulationen. Hierfür müssen DNA-Varianten für die Variation der Skatol- und Androstenonkonzentration im Fleisch von Ebern identifiziert werden, was die Voraussetzung für die genetisch bedingte Verminderung der Geruchs- und Geschmacksproblematik im Schweinefleisch darstellt. Die Selektion erfolgt dann ausschließlich anhand der identifizierten DNA-Varianten.

Weiterhin werden Handlungsempfehlungen zur humansensorischen Beurteilung von Geruchsabweichungen abgeleitet. Anhand von Stichproben sollen die Korrelationen zu den Leitkomponenten des Ebergeruchs Androstenon und Skatol, zur Fettsäurezusammensetzung und Proteinexpression untersucht werden. Die verlässliche Identifizierung der Schlachtkörper mit negativer Geruchsabweichung ist eine wesentliche Voraussetzung für die Akzeptanz der Jungebermast als das Verfahren der Wahl zum vollständigen Kastrationsverzicht.

Ergebnisse

Nach der SNP-Typisierung von 603 Tieren konnte anhand einer ersten „Principal Component-Analyse“ gezeigt werden, dass sich die Tiere grob in drei Cluster einteilen lassen. Die drei identifizierten Cluster reflektieren die unterschiedlichen genetischen Herkünfte (GFS, BVN und SZV) der beteiligten LPAs. Die Tiere wurden ebenfalls auf die Ebergeruchsstoffe Androstenon, Skatol und Indol untersucht. Im Rahmen einer genomweiten Assoziationsstudie, bei der die SNP-Daten zu den Ebergeruchsstoffen in Beziehung gesetzt wurden, konnten Genomregionen mit einem Einfluss auf das Merkmal Ebergeruch identifiziert werden. Auf der Basis dieser Ergebnisse wurde eine Formel für die Genomische Selektion des Merkmals Ebergeruch entwickelt, die im weiteren Projektverlauf verifiziert wird.

In wiederholten Betriebsbesuchen bei den kooperierenden Schlachtbetrieben wurden potentielle Prüfpersonen hinsichtlich ihrer olfaktorischen Leistungsfähigkeit mittels der selbst entwickelten Riechtestverfahren untersucht und Empfehlungen zur Prüferauswahl abgeleitet. Mit dem trainierten Panel in Göttingen wurde eine umfangreiche Stichprobe von Nackenspeckproben sensorisch bewertet und die Übereinstimmung mit den chemischen Analyseergebnissen untersucht. Basierend auf den empirisch ermittelten Daten wurde die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Geruchsabweichungen anhand der Androstenon- und Skatolwerte modelliert. Die Zwischenergebnisse deuten darauf hin, dass die bisherigen Annahmen von starren Grenzwerten nicht haltbar sind. Die Datenerhebung für einen Vergleich von verschiedenen Erhitzungsmethoden zur Ebergeruchsbewertung ist abgeschlossen, sodass anhand der Ergebnisse Ableitungen zur Methodenwahl möglich werden.

Die ersten Ergebnisse des Strat-E-Ger-Projekts deuten darauf, dass die Einführung der Genomischen Selektion für das Merkmal Ebergeruch und die damit verbundene

Reduzierung des Auftretens von geruchsbelasteten Schlachtkörpern sowie deren verlässliche Identifizierung einen wesentlichen Beitrag für die umfangreiche Etablierung der Ebermast leisten können. Damit verbunden wäre eine deutliche Akzeptanzsteigerung der Jungebermast bei Landwirten, industriellen Marktpartnern und Verbrauchern.

(Geplante) Verwertung

Um die Frequenz von Schlachtkörpern mit Geruchsabweichungen in den Populationen der deutschen Schweinezucht zu reduzieren, sind züchterische Verbesserungen notwendig. Es sollen molekular genetische Techniken für die Reduzierung des Anteils an Schlachtkörpern mit Ebergeruch weiter entwickelt werden. Da konventionelle Zuchtprogramme mindestens 4-5 Jahre benötigen, um nennenswerte Selektionserfolge zu erzielen, kann mit dem zu entwickelnden Verfahren in kürzerer Zeit ein Selektionserfolg realisiert werden. Bei einer Etablierung der Ebermast wird das entwickelte GS-Verfahren in die Zuchtprogramme der beteiligten Zuchtorganisationen einfließen. Dadurch wird die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Zuchtverbände im internationalen Vergleich verbessert. Die Bereitstellung von Ebern mit einem Teilzuchtwert „Ebergeruch“ stellt eine Neuentwicklung in der Schweinezucht dar. Im Laufe der Entwicklung wird geprüft, ob sich das entwickelte Verfahren patentieren lässt.

Die entwickelten Riechtestverfahren sind publiziert "(Trautmann, Gertheiss, Wicke, & Mörlein (2014): How olfactory acuity affects the sensory assessment of boar fat: A proposal for quantification, Meat Science 98, pp. 255-262) und können zügig in die Praxis transferiert werden - Vorgespräche zur wirtschaftlichen Verwertung wurden bereits mit einem interessierten Unternehmen geführt.

„Einsatz von polyphenolhaltigen Pflanzenextrakten und Präbiotika im Futter von Jungebern zur Verminderung von Ebergeruch“ (Ebergeruch)**„Use of polyphenol rich plant extracts and prebiotics as components of diets of boars in order to reduce boar taint“****Projektlaufzeit**

01.03.2012 bis 30.04.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. K. Eder

Institut für Tierernährung und Ernährungsphysiologie
Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen

Verbundpartner

Prof. Dr. G. Stangl

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale)

Dr. B. Eckel

Eckel GmbH, Niederzissen

Kurzfassung**Ziel**

Die Kastration männlicher Ferkel ist aufgrund des Geruchs im Eberfleisch gängige Praxis. Etwa 10 % aller Eber entwickeln bei einem Schlachtgewicht von ca. 96 kg erhebliche geschmackliche Abweichungen („Ebergeruch“), die durch die zwei geruchsaktiven Komponenten Androstenon und Skatol hervorgerufen werden. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung bestand darin, futterbasierte Alternativen zur Kastration auszuloten, um die Gehalte an Androstenon und Skatol zu minimieren. Sowohl Androstenon als auch Skatol werden in der Leber über den Fremdstoffmetabolismus abgebaut.

Die Idee des ersten Versuchs bestand darin, den Fremdstoffmetabolismus durch die Fütterung polyphenolhaltiger Pflanzenextrakte in der Leber zu aktivieren und dadurch den Abbau von Androstenon und Skatol zu beschleunigen. Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Fütterung von Polyphenolen den Nrf2-Signalweg aktiviert, der die Expression einer Vielzahl von Genen des Fremdstoffmetabolismus reguliert.

Die Idee des zweiten Versuches bestand darin, die Bildung von Skatol im Darm durch die Fütterung von Präbiotika zu vermindern. Präbiotika sind Substanzen, die den Mikroorganismen im Dickdarm als Nahrung zur Verfügung stehen und damit deren Proteinsynthese stimulieren. Im Rahmen der gesteigerten mikrobiellen Proteinsynthese wird Tryptophan als Baustein für die Proteine genutzt, das dann für die Bildung von Skatol nicht mehr zur Verfügung steht. Frühere Untersuchungen hatten bereits gezeigt, dass durch den Einsatz natürlicher Präbiotika, wie etwa Inulin oder resistenter Stärke, die Bildung von Skatol vermindert werden kann. Die hierfür erforderlichen Mengen sind allerdings sehr groß und damit nicht praxisrelevant.

In der vorliegenden Untersuchung sollte die Effizienz definierter synthetischer Präbiotika wie Glukonsäure und Fructooligosaccharide (FOS) zur Verminderung der Bildung von Skatol überprüft werden.

Realisierung

Zur Realisierung der Versuchsideen wurden zwei Versuche mit Jungebern durchgeführt. Im ersten Versuch erhielten 48 Eber, die in vier Gruppen zu je 12 Tieren eingeteilt wurden, neben einer Kontrollration Futtermischungen mit Zusatz von 1 % Traubentrester, 1 % Hopfentrester oder 1 % grünem Tee.

Nach der Schlachtung der Tiere wurden die Expression und die Aktivitäten von Enzymen des Abbaus von Androstenon und Skatol in der Leber sowie die Konzentrationen von Androstenon und Skatol im Nackenspeck gemessen. Im zweiten Versuch erhielten 48 Eber, die in vier Gruppen zu je 12 Tieren eingeteilt wurden, neben einer Kontrollration Rationen mit Zusatz von 0,5 % Glukonsäure, 0,5 % FOS sowie 0,5 % Glukonsäure + 0,5 % FOS. Zur Ableitung der mikrobiellen Aktivität im Dickdarm wurden der pH-Wert und die Konzentrationen der flüchtigen Fettsäuren im Kot gemessen. Als eigentliche Zielgröße wurde die Konzentration von Skatol im Nackenspeck bestimmt.

Ergebnisse

Versuch 1: Die Eber wurden ausgehend von einem Gewicht von etwa 55 kg bis zu einem Endgewicht von etwa 115 kg über einen Zeitraum von 53 Tagen gemästet. Im Vergleich zur Kontrollgruppe ergab die Fütterung von Traubentrester eine verbesserte Futterverwertung von 5 %. Rationen mit Hopfentrester verbesserten die Futteraufnahme und die täglichen Zunahmen, die Futterverwertung blieb allerdings im Vergleich zur Kontrollgruppe unverändert.

Erwartungsgemäß führte die Fütterung aller drei polyphenolhaltigen Extrakte zu einer deutlichen Hochregulation der mRNA-Expression von Nrf2-Zielgenen (GPX1, GST, MGST1, SOD, NQO1, TXNR1, CYP1A1, CYP2A19, UGT1A1, CYP1A2) in der Leber. Auch Gene des Abbaus von Androstenon und Skatol (CYP2E1, SULT1B1, SULT1A1, SULT2A1) wurden durch den Zusatz der Pflanzenextrakte um das 3- bis 15-fache hochreguliert, wobei die Effekte für grünen Tee insgesamt am stärksten waren. Auf der Ebene der Proteinexpression waren die Effekte des Zusatzes der polyphenolreichen Extrakte hingegen deutlich schwächer. Der Anstieg der Proteinexpression von CYP2E1 und SULT2A1 lag

nur noch im Bereich zwischen 50 und 150 %. Die Enzymaktivitäten von CYP2E1, SULT1A1 und SULT2A1 in der Leber waren hingegen nicht mehr unterschiedlich zwischen den Gruppen. Auch die Konzentration von Androstenon im Nackenspeck unterschied sich nicht zwischen den Gruppen.

Daraus lässt sich schließen, dass trotz einer gesteigerten Expression der relevanten Gene der Abbau von Androstenon und Skatol in der Leber durch Zusatz der polyphenolreichen Pflanzenextrakte nicht beeinflusst wurde. Die Konzentration an Skatol war in den Gruppen mit Fütterung von Traubentrester, Hopfentrester und grünem Tee gegenüber der Kontrollgruppe sogar erhöht.

Diese Beobachtung könnte auf eine potentiell antimikrobielle Wirkung der polyphenolhaltigen Pflanzenextrakte zurückzuführen sein. Insgesamt konnte das Ziel, die Gehalte an Androstenon und Skatol im Speck durch die Fütterung polyphenolhaltiger Pflanzenextrakte zu reduzieren, nicht erreicht werden.

Versuch 2: Die Eber wurden ausgehend von einem Gewicht von etwa 84 kg bis zu einem Endgewicht von etwa 110 kg über einen Zeitraum von 32 Tagen gemästet. Im Vergleich zur Kontrollgruppe verbesserte die Fütterung von Glukonsäure die Futterverwertung um 5 %. Die Zugabe von FOS, Glukonsäure und auch deren Kombination beeinflussten jedoch nicht die Bildung flüchtiger Fettsäuren und den pH-Wert im Kot. Dies deutet darauf hin, dass die mikrobielle Aktivität im Dickdarm durch die präbiotischen Zusätze nicht gesteigert werden konnte. Dementsprechend blieb auch die Konzentration des Skatols im Nackenspeck durch die präbiotischen Zusätze unverändert. Insgesamt konnte das Ziel, die Gehalte an Skatol im Speck von Jungebern durch die Fütterung synthetischer, präbiotischer Zusätze zu reduzieren, nicht erreicht werden.

(Geplante) Verwertung

Das Ziel der Untersuchungen, die Gehalte an Androstenon und Skatol durch die eingesetzten Futterzusätze zu reduzieren, wurde nicht erreicht. Daher ist eine Verwertung in diesem Sinne zumindest derzeit nicht möglich.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen bieten jedoch interessante Ansätze für weiterführende Untersuchungen, wobei zwei Fragen im Vordergrund stehen: (1) Wie ist zu erklären, dass extrem erhöhte Genexpressionen von Androstenon- und Skatol-abbauenden Enzymen sich nicht in gesteigerten Enzymaktivitäten widerspiegelt? (2) Welche Mengen an Glukonsäure und FOS sind notwendig, um präbiotische Effekte beim Eber zu induzieren? Unabhängig davon zeigen die Ergebnisse, dass sowohl Pflanzenextrakte als auch Glukonsäure die Futterverwertung bei Jungebern verbessern können.

Dieser Aspekt ist aus wirtschaftlicher Sicht für die praktische Schweineproduktion äußerst interessant, da eine verbesserte Futterverwertung im Hinblick auf eine verbesserte Ressourceneffizienz und eine verringerte Ausscheidung ökologisch relevanter Stoffe in der Schweinehaltung bedeutsam ist.

„Entwicklung und Erprobung eines stressfreien Betäubungs- und Tötungsverfahrens für Rinder aus ganzjähriger Freilandhaltung“ (Kugelschuss)

„Development and trial of a stress-free slaughter-method for outdoor cattle via gun-shot“

Projektlaufzeit

15.04.2012 bis 15.04.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Oliver Hensel

Universität Kassel, Fachbereich 11, Fachgebiet Agrartechnik, Witzenhausen

Verbundpartner

Dr. Martin von Wenzlawowicz

Beratungs- und Schulungsinstitut für Tierschutz bei Transport und Schlachtung (bsi), Schwarzenbek

Henning Bauck

Schlacht- und Landwirtschaftsbetrieb Bauck, Lüder

Kurzfassung

Ziel

Im Rahmen etablierter, konventioneller Schlachtsysteme ist eine gänzlich stressfreie Schlachtung von Tieren nahezu unmöglich. Vor allem bei Tieren aus Freilandhaltungssystemen, in denen es nur zu begrenztem Kontakt zwischen Mensch und Tier kommt, erweist sich das Handling am Tag der Schlachtung oft als besonders problematisch. Dass sich prämortale Belastungszustände zudem beeinträchtigend auf die Fleischqualität auswirken können, ist wissenschaftlich bekannt und belegt.

Im Mittelpunkt des Verbundprojektes stehen daher Untersuchungen zur Weiterentwicklung des Schlachtverfahrens Kugelschuss auf der Weide - einem Betäubungs- und Tötungsverfahren für Rinder aus ganzjähriger Freilandhaltung. Schlachtkörperschäden wie Blutergüsse in die Muskulatur durch Mängel beim Transport oder durch die Behandlung am Schlachthof können dabei ebenso vermieden werden wie stressbedingte Fleischqualitätsmängel, z.B. eine mangelhafte Fleischreifung (DFD-Fleisch). Jedoch liegen derzeit so gut wie keine wissenschaftlichen Untersuchungen über den korrekten Ablauf, die Anforderungen an Material und Mensch sowie konkrete

Durchführungsvorgaben vor, was Landwirte, wie auch die zuständigen Behörden im Zusammenhang mit den nötigen Genehmigungen vor große Schwierigkeiten stellt.

Ziel des Projektes ist es, eine aus Tierschutzsicht zuverlässige Betäubungs- und Tötungsmethodik durch den Kugelschuss auf der Weide zu ermitteln, sowie den möglichen Einfluss des Schlachtverfahrens auf die Fleischqualität zu klären.

Realisierung

Für die Ermittlung einer sicheren Kugelschuss-Betäubung wird ein Vorversuch an Schädeln bereits geschlachteter Rinder durchgeführt. Die Wirkung folgender Schussparameter wird überprüft: verschiedene Einschusspositionen, Ladungen und Kaliber sowie verschiedene Projektil-Typen. Die Versuchsplanung und Auswertung der Sektionsbefunde erfolgen durch die Universität Kassel und Tierarzt Dr. Martin von Wenzlawowicz vom bsi, die praktische Durchführung durch Fa. Henning Bauck, Lüder.

Im Hauptversuch zur Ermittlung einer sicheren Betäubung durch den Kugelschuss an zu schlachtenden Rindern sind pathologische Untersuchungen der geschossenen Rinder-schädel erforderlich. Beurteilt werden der Einschusswinkel, die Eindringtiefe und Verformung des Geschosses sowie Splitterwirkungen. Außerdem werden die Ausprägung der Blutungen und Gewebszerstörungen beurteilt. Die vorhergehende Vitalzeichenanalyse zur Kontrolle der Betäubungswirkung erfolgt in Anlehnung an das Stun Quality Assessment nach Algiers (ALGERS/ATKINSON, 2007) in Verbindung mit einer Videoüberwachung des Betäubungs- und Entbluteprozesses (Durchführung Universität Kassel und bsi). Die praktische Durchführung der Betäubungsversuche erfolgt schwerpunktmäßig auf dem Praxisbetrieb Bunde Wischen e.V. in Schleswig und zum Teil auf dem Betrieb von Henning Bauck.

Zur Überprüfung eines möglichen Einflusses des Kugelschussverfahrens auf die Fleischqualität geschlachteter Rinder auf dem Betrieb Bunde Wischen e.V. in Schleswig erfolgt die Schlachtung einer Versuchsgruppe unter Anwendung des Kugelschussverfahrens auf der Weide und einer Vergleichsgruppe derselben Rasse, desselben Alters und desselben Geschlechtes aus derselben Herde mittels herkömmlicher Bolzenschussbetäubung auf dem Schlachthof. Folgende Parameter werden verglichen: pH-Wert, Leitfähigkeit und Kerntemperatur 1, 24, 48 Std. p.m., Laktat- und Glukosegehalt im Stichblut, Zartheit (Warner-Bratzler-Schere sowie sensorische Prüfung), Tropf-, Koch-, Grillsaftverluste, Fleischfarbe sowie der Ausblutungsgrad.

Basierend auf den in den Versuchen zur Betäubungswirkung ermittelten Ergebnissen wird ein Anforderungskatalog zusammengestellt, der die Ausbildung und Prüfung zur Erlangung eines Sachkundenachweises für das Betäubungs- und Tötungsverfahren Kugelschuss für die Tierart Rind regelt. Einen wesentlichen Baustein hierfür liefert ein Lehrfilm, über welchen den späteren Kursteilnehmern v.a. Details der Schusstechnik und der Vitalzeichenanalyse nahe gebracht werden sollen.

Ergebnisse

Im Vorversuch zur Ermittlung der passenden Schussparameter konnte gezeigt werden, dass nur ein Schuss frontal auf den Kopf (im Vergleich zu einem seitlichen Schuss) die nötige Präzision für die erforderliche Betäubung bietet. Die getesteten Kaliber erwiesen sich alle als geeignet, als ideal wurde jedoch das Kaliber .22 Mag ermittelt, da sich bei ausreichender Zerstörungswirkung kein Ausschuss ergibt, der eine Gefährdung für umstehende Tiere darstellen kann und zudem eine Entwertung des Schlachtkörpers durch Geschossfragmente verhindert wird. Im Hauptversuch zur Betäubung hat sich gezeigt, dass bei einem präzise gesetzten Schuss (Penetration des Gehirns), eine ausreichend tiefe Betäubung, bzw. der sofortige Tod, des Rindes durch den Kugelschuss gewährleistet wird.

Die Versuche zur Fleischqualität haben gezeigt, dass kein Unterschied zwischen dem Kugelschussverfahren und dem konventionellen Schlachtverfahren am Schlachthof besteht, wenn eine gute fachliche Praxis mit jeglicher Berücksichtigung des Tierschutzes am Schlachthof gegeben ist. Allerdings konnte im Stichblut der Tiere eine klare Reduktion des indirekten Stressindikators, dem Laktatgehalt, durch das Kugelschussverfahren nachgewiesen werden. Das bedeutet, das Kugelschussverfahren reduziert deutlich den Stress, dem das Tier vor der Schlachtung ausgesetzt ist, was aus dem Gesichtspunkt des Tierschutzes einen sehr positiven Aspekt des Verfahrens darstellt.

(Geplante) Verwertung

Es werden gemeinsam mit den entsprechenden Behörden, Tierärzten sowie Praktikern aus Landwirtschaft, Schlachtung und Jagd in Kooperation mit dem Beratungs- und Schulungsinstitut bsi in Schwarzenbek Standards erarbeitet, die das Kugelschussverfahren zur Praxisreife bringen. Diese werden in einem Anforderungskatalog zur Ausbildung und Prüfung zur Erlangung eines „Sachkundenachweises für das Betäubungs- und Tötungsverfahren Kugelschuss für die Tierart Rind“ zusammengefasst und mittels Lehrfilm visualisiert.

„Entwicklung eines automatisierten Messverfahrens zur Sicherstellung einer vollständigen Entblutung von Schlachtschweinen“ (Entblutung)

„Development of a new automatic measurement method for securing a complete bleeding of slaughter pigs“

Projektlaufzeit

01.04.2012 bis 31.03.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Klaus Troeger in Vertretung ab 2014 Muriel Machtolf

Dr. Ralf Lautenschläger

Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, Internationales Kompetenzzentrum für Fleischqualität, Kulmbach

Verbundpartner

Herr Frank Schmidt

Fa. Banss Schlacht- und Fördertechnik GmbH, Biedenkopf

Herr Thomas Riedl

Lohnschlächtere Riedl GmbH, Hof

Kurzfassung

Ziel

Nach der Vorgabe der Tierschutz-Schlachtverordnung §12(6) muss beim Entbluten warmblütiger Tiere ein sofortiger starker Blutverlust gewährleistet und kontrollierbar sein. Infolge des Blutverlusts wird das zuvor betäubte Tier getötet. In der industriellen Schlachtung werden zur Entblutung von Schweinen sog. Stechkarussell-Anlagen mit Hohlmessern eingesetzt. Bei diesen Anlagen ist eine Kontrolle des Entbluteerfolges nur unzureichend möglich. Ist der Blutverlust jedoch verzögert oder zu gering, können Schlachtschweine auf der Nachentblutestrecke oder während anschließender Bearbeitungsschritte (Durchfahren der Brühanlage, Absetzen von Gliedmaßen) das Empfindungs- und Wahrnehmungsvermögen wiedererlangen. Um dieses Risiko sicher auszuschließen, fordert ein Beschluss des Bundesrates (Drucksache 672/12), dass die technische Entwicklung verlässlicher Methoden zur Überprüfung der Entblutung vorangetrieben wird.

Ziel des Projektes: „Entwicklung eines automatisierten Messverfahrens zur Sicherstellung einer vollständigen Entblutung von Schlachtschweinen“ ist es, ein innovatives automatisiertes Verfahren zur Kontrolle des ordnungsgemäßen Entblutens von Schlachtschweinen in industriellen Schlachtbetrieben zu entwickeln. Neben der technischen Entwicklung soll untersucht werden, wie sich die Einführung eines Kontrollsystems auf Aspekte des Tierschutzes und die Fleischqualität auswirkt.

Realisierung

Zu Beginn des Projektes wurde ein Prototyp in Form eines einzelnen Hohlmesser-Blutauffangbehälter-Modell erstellt. Mit dem Prototyp wurden im Labor und während der Schlachtung verschiedene Methoden (TDR-Füllstandssonde, Infrarotkamera und Infrarotsensoren) auf die prinzipielle Eignung zur dynamischen Messung von Blutvolumina geprüft. Als Referenz-Messung wurde der Blutverlust gravimetrisch bestimmt. Um die Entblutung unabhängig vom Gewicht der Schlachtschweine zu bewerten, wurde zur Analyse die Steigung der Kurve aus der Stichblutmenge im Verhältnis zur Blutflusszeit herangezogen.

Am Prototyp erwies sich die Messung mit einer Infrarotsensorleiste im Vergleich zur Referenz-Messung als geeignetes Verfahren. Nach mehreren Testmessungen folgte die Konstruktion und Integration eines Infrarotsensor-Systems in ein bestehendes Stechkarussell (Lohnschlächtereier Riedl). Zur Auswertung des Blutanstiegs der Stichblutmenge berechnete die Software „BleedingControl“ (Fa. Banns) aus den gewonnenen Daten der Sensoren den Blutanstieg pro Zeiteinheit. Das Programm bildete auf einem Monitor die Messkurven und weitere Parameter der jeweils aktuellen Messung ab. Mit Hilfe der Software konnte die Dokumentation der Entblutung jedes Tieres erfolgen. Zusätzlich wurde das Stechkarussell mit einem System ausgestattet, welches sicherstellte, dass kein Schwein ohne Entblutestich die Stechkarussell-Anlagen durchlief.

Parallel zur Entwicklung des Messsystems in der Routineschlachtung wurde mit der Referenz-Messung geprüft, ob sich der Verlauf der Entblutung auf einzelne Parameter der Fleischqualität auswirkte. Hierzu wurden die Steigungswerte der Entblutung mit den pH_{45} -Werten im Muskel semimembranosus der Schlachtkörper verglichen. Anhand von Muskelproben wurde der Ausblutungsgrad bzw. der Hämoglobin-Gehalt analysiert. Als Tierschutzparameter wurden die Messdaten des Referenz-Messsystems und des integrierten Infrarotsensorsystems im Zusammenhang mit dem „Todeseintritt“ der Tiere untersucht. Aus dem Blutanstieg innerhalb der ersten fünf Sekunden nach dem Entblutestich, wurde für jedes Schwein ein Steigungswert der Entblutekurve errechnet. Der „Todeseintritt“ durch den Blutentzug wurde anhand von Hirnstammreflexen überprüft. Die Ergebnisse dieser Kontrolle (reflex-positive und reflex-negative Tiere) sowie die Steigungswerte wurden statistisch ausgewertet.

Ergebnisse

Die Auswertung der Fleischqualitätsparameter ergab, dass mit zunehmender Anfangssteigung der Entblutung auch der pH_{45} -Wert geringfügig positiv beeinflusst wurde. Die

Steigung der Regressionsgeraden war signifikant und betrug 0,0003 pH-Einheiten/Steigung (g/s).

Der Hämoglobingehalt in den Proben von Schweinen mit der höchsten Anfangssteigung war hoch signifikant niedriger ($\bar{X}_{95\% \text{ Perzentil}} = 4,9 \text{ mg/g}$) als der Hämoglobingehalt der Tiere mit der geringsten Anfangssteigung ($\bar{X}_{5\% \text{ Perzentil}} = 5,7 \text{ mg/g}$, t-Test, $p = 0,0059$). Eine Beziehung zwischen der Steigung der Entblutungs-Kurve und der Vorhersage des „Todeseintritts“ konnte nicht dargestellt werden. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den reflex-positiven und reflex-negativen Tiere in Bezug auf die Steigungswerte nachgewiesen. Hierzu werden weitere Untersuchungen folgen. Ziel ist es, einen Grenzwert zu definieren, mit dessen Hilfe die Software dem Schlachthofpersonal unzureichend entblutete Schlachtschweine per Warnsignal anzeigt. In diesem Fall könnten zeitnah Korrekturmaßnahmen ergriffen und der Tierschutz während der Tötung verbessert werden.

Im Stechkarussell wurden mit dem integrierten Kontrollsystem jedoch die folgenden Anforderungen bereits erfüllt: Die Messung ist unabhängig vom Lebendgewicht des Tieres, der Messvorgang ist berührungslos (Hygiene bei der Gewinnung von Lebensmittelblut), Schweine ohne Entblutestich werden erkannt und die Entblutungsdaten werden automatisch dokumentiert. Ein Kontrollsystem mit Infrarotsensoren bietet zudem eine verhältnismäßig einfache und kostengünstige Möglichkeit der Nachrüstung für bestehende Anlagen.

Bis zum Projektende konnten trotz verschiedener Modifikationen in der Routineschlachtung keine stabilen Datenreihen mit dem integrierten Messsystem erhoben werden. Die Weiterentwicklung des Systems wird zusammen mit der Frage, wie der Grenzwert zu ermitteln ist, Aufgabe zukünftiger Untersuchungen sein.

Geplant sind diese Forschungsinhalte im Anschlussprojekt: Arbeiten zur wirtschaftlichen Verwertung eines neu entwickelten Entblutekontrollsystems für Schlachttiere (Entblutung II) vom 27.03.2014 bis 30.04.2016, Förderprogramm Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP), Mittel des Zweckvermögens des Bundes bei der landwirtschaftlichen Rentenbank, fachlich begleitet durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Da auch bei der Entblutung von Schlachtrindern Hohlmessersysteme zum Einsatz kommen, wird neben der Weiterentwicklung des Systems in der Schweinschlachtung, auch die Eignung zur Entblutekontrolle beim Rind geprüft.

(Geplante) Verwertung

Die Entwicklung eines Entblutekontrollsystems ist zur Verbesserung des Tierschutzes während der kommerziellen Schlachtung (Stechkarussell-Anlagen mit Hohlmessern) notwendig. Durch die Dokumentation der Entblutung für jedes Einzeltier und einer Nachbehandlung (Nachbetäuben, Nachstechen) der vom System als ungenügend entblutet detektierter Tiere wäre der Schlachtbetrieb in der Lage, eine tierschutzkonforme Tötung nachzuweisen.

„Erforschung der Möglichkeiten zum Einsatz eines automatisierten Verfahrens zur Feststellung des Todeseintritts von Schweinen in industriellen Schlachtbetrieben“ (Todeseintritt)

„Setting the stage for an automated method to ascertain death in slaughter pigs prior to further dressing and scalding“

Projektlaufzeit

01.06.2012 bis 30.09.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Martin von Wenzlawowicz, Simon Parotat
Beratungs- und Schulungsinstitut für Tierschutz bei Transport und Schlachtung (bsi), Schwarzenbek

Verbundpartner

Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, Kulmbach

BANSS Schlacht- und Fördertechnik GmbH, Biedenkopf

Kurzfassung

Ziel

Bei der industriellen Schlachtung von Schweinen werden die Tiere mit Kohlendioxid (CO₂) oder elektrischem Strom reversibel betäubt und durch Blutentzug getötet. Die Bewusstlosigkeit muss dabei von der Betäubung bis zum Tod anhalten. Weitere Schlachtarbeiten (Zurichten, Brühen) dürfen erst erfolgen, wenn der Tod festgestellt wurde und keine Bewegungen des Tierkörpers mehr erkennbar sind.

Die Einhaltung dieser Forderungen kann derzeit nur durch geschultes Personal kontrolliert werden. In der Praxis findet der letzte Kontakt zwischen Personal und Tieren allerdings einige Zeit vor dem Beginn weiterer Schlachtarbeiten statt. Für die Einzeltierkontrolle stehen hier beispielsweise bei einer Schlachtgeschwindigkeit von 700 Schweinen pro Stunde 5,1 Sekunden zur Verfügung. Danach wird das Auftreten von Lebenszeichen in der Regel nur noch stichprobenartig kontrolliert.

Die einschlägige Literatur liefert Anhaltspunkte dafür, dass die Weiterverarbeitung lebender Tiere unter diesen Voraussetzungen nicht ausgeschlossen werden kann. Ziel des

Projektes ist die Erforschung von Möglichkeiten, den Tod vor weiteren Schlachtarbeiten durch ein automatisches System sicher festzustellen.

Realisierung

Das Konzept für das automatische System zur Todesfeststellung lautet wie folgt: Tiere mit erhaltenen Lebenszeichen vor weiteren Schlachtarbeiten reagieren auf einen Reiz mit Bewegung. Diese Bewegungen können kameragestützt erfasst und mit einer speziellen Software in Echtzeit erkannt werden. Das System löst dann einen Alarm aus. Daraufhin wird das betreffende Tier ausgeschleust und erst nach erfolgter Tötung zur Weiterverarbeitung freigegeben.

In einem ersten Schritt wurden verschiedene Reizarten unter Praxisbedingungen erprobt. Darunter Heiß- und Kaltwasser, elektrischer Strom und ein mechanischer Reiz. Da Tiere mit erhaltenen Lebenszeichen vor weiteren Schlachtarbeiten am zuverlässigsten auf Heißwasser reagierten wurde dieser Ansatz weiter verfolgt.

Dafür wurde in sechs industriellen Schlachtbetrieben (A-F) eine Anlage zur Besprühung mit Heißwasser (60 °C) installiert (Fa. BANSS, Biedenkopf). Die Betäubung erfolgte entweder mit CO₂ (A-C) oder elektrischem Strom (D-F). Die Schlachtgeschwindigkeiten lagen zwischen 50 und 520 Schweinen pro Stunde. Jedes Schwein wurde in der Regel 2-4 Minuten, frühestens aber 60 Sekunden nach dem Stich für mindestens 5 Sekunden im Bereich des Kopfes und ggf. der Vorderbeine und des vorderen Oberkörpers besprüht. Das Verhalten der Tiere während der Besprühung wurde beobachtet. Nach dem Reiz wurde bei jedem Tier der Cornealreflex getestet, ebenso ob die Tiere auf einen Zangenkniff in die Nasenscheidewand reagierten. Schweine mit Bewegungen im Heißwasser und/oder positiven Befunden im Anschluss wurden mittels Bolzenschuss erneut betäubt. Zwischen Setzen des Entblutestichs und manueller Untersuchung wurde das Tier gefilmt.

Zur Erforschung der Möglichkeiten einer kameragestützten automatischen Erkennung von Bewegungen auf den Reiz hin wurde ein Detektionssystem entwickelt. Es besteht aus einer Industriekamera und einem Industrie-PC samt SPS Steuerung (Fa. BANSS, Biedenkopf). Mit diesem System wurden Einzeltiersequenzen während der Reizung mit Heißwasser aufgezeichnet. Auf Grundlage dieser Sequenzen wird derzeit eine Software zur Echtzeit-Detektion relevanter Bewegungen entwickelt (Fa. BANSS, Biedenkopf).

Ergebnisse und Diskussion

Die Häufigkeit von Schweinen mit Bewegungen im Heißwasser betrug 0,8 % (A: 0,0 %, B: 0,30 %, C: 0,02 %, D: 2,8 %, E: 4,9 %, F: 0,4 %). Das Ausmaß der Bewegungen reichte von schwach (z.B. Blinzeln) bis stark (Aufrichten, Kopfschütteln, Vokalisieren). Anhand der Korrelation der Bewegungen mit den Befunden der manuellen Untersuchung ergeben sich für den Heißwasserreiz als diagnostischen Test des Todeseintritts die Kennwerte der Tabelle 1.

Alle Schweine mit Bewegung im Heißwasser und positiven Befunden bei der manuellen Untersuchung zeigten schon vor der Reizapplikation wiederholtes Maulöffnen und ggf.

weitere Spontanbewegungen (Rekonstruktion anhand der Videodokumentation der Entblutestrecke). Dabei bestanden erhebliche Unterschiede bezüglich der Häufigkeit, Stärke, und Art dieses Bewegungstyps.

Betäubungsverfahren	Elektrisch	CO ₂
Sensitivität	99 %	100 %
Spezifität	98 %	100 %
Positiver Vorhersagewert	37 %	80 %
Negativer Vorhersagewert	100 %	100 %

Tab. 1: Kennwerte von Heißwasser als diagnostischer Test des Todeseintritts

Die Untersuchungen belegen, dass das Risiko der Weiterverarbeitung lebender Tiere in der industriellen Schweineschlachtung real ist. Der beschriebene Heißwasserreiz ist geeignet, bei diesen Tieren Bewegungen auszulösen. Die Bewegungen sind teilweise aber sehr subtil. Die Möglichkeiten der Echtzeit-Detektion der Bewegungen werden derzeit untersucht. Für deutliche Bewegungen liegen erste vielversprechende Ergebnisse vor. Eine 100-prozentige Detektion von subtilen Bewegungen wie z.B. Blinzeln erscheint mit der verwendeten Technik aber unwahrscheinlich. Dass alle lebenden Tiere vor weiteren Schlachtarbeiten auch schon vor dem Reiz spontane Bewegungen zeigten, unterstreicht die Notwendigkeit einer adäquaten quantitativen und qualitativen personellen Ausstattung in diesem Zeitraum des Schlachtprozesses. In Anbetracht der niedrigen Inzidenzen sind die praktizierten stichprobenartigen Überprüfungen hierfür kein Ersatz.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse wurden und werden in Form von wissenschaftlichen Beiträgen publiziert. Zwei veterinärmedizinische Dissertationen widmen sich der Entwicklung des Systems und dessen Einsatz in verschiedenen Schlachtumgebungen (CO₂- bzw. Elektro-Betäubung, bsi Schwarzenbek und MRI Kulmbach). Die Möglichkeiten der kameragestützten Detektion werden in einer Master-Thesis behandelt (Fa. BANSS, Biedenkopf). Seitens der Wirtschaft sind ein großes Interesse an dem System sowie eine hohe Kooperationsbereitschaft festzustellen.

„Qualitative und quantitative Rahmenbedingungen der Ebermast“ (Ebermast)**„Qualitative and quantitative conditions of meat production with entire male pigs“****Projektlaufzeit**

01.06.2012 bis 30.11.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Aneka Bauer

Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, Max Rubner-Institut, Kulmbach

Verbundpartner

Dr. Ulrike Weiler

Fachgebiet Verhaltensphysiologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim

Hans-Jörg Eynck

Tönnies Holding GmbH & Co. KG, Rheda-Wiedenbrück

Kurzfassung**Ziel**

Die Ebermast stellt neben anderen diskutierten Methoden eine Alternative zur chirurgischen Kastration männlicher Ferkel dar, die aufgrund von Vorteilen in Mast- und Schlachtleistung der Eber besonders attraktiv erscheint. Doch einige Aspekte sind noch ungeklärt. Das Grundproblem stellen die potentiellen Geruchsabweichungen durch Androstenon und Skatol dar, für die aktuell keine objektiven Nachweismethoden am Schlachtband zur Verfügung stehen. Geruchsabweichungen werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst und führen zu einer Ablehnung von Eberfleisch durch Verbraucher. Für die Vermarktung des Fleisches bzw. der daraus hergestellten Produkte ist offen, ob Eber korrekt klassifiziert werden und wie Schlachtkörperwert, Teilstückzusammensetzung und Fettqualität für die Verarbeitung von Eberfleisch und -fett zu bewerten sind.

Realisierung**Arbeitspaket 1: Ermittlung des Schlachtkörperwertes von Ebern und Immun-Kastraten**

Der Schlachtkörperwert bildet die Grundlage der Wirtschaftsrechnung einerseits und der Handelsklasseneinstufung andererseits. Diese Information war für die Bezahlung von Eberschlachtkörpern nicht vorhanden. Die Stichprobe der Eber (n=150) und der

Immun-Kastraten (n=30) wurde nach Schlachtkörpergewicht und repräsentativen Herkünften stratifiziert. Die grobgewebliche Zusammensetzung der Schlachtkörper (insb. der prozentuale Anteil des Fleisches) wurde mittels Computertomograph bzw. händischer Zerlegung bestimmt. Teilstücke wurden nach DLG-Schnittführung differenziert. Messungen von Qualitätsparametern erfolgten 45 min sowie 24 h p.m.

Arbeitspaket 2: Berechnung neuer Schätzfunktionen für Eberschlachtkörper

Die aktuellen Schätzfunktionen basieren auf Schlachtkörperdaten von Sauen und Kastraten. Nach früheren Untersuchungen ließen sich für Eber einerseits und Sauen/Börge andererseits keine gemeinsamen Schätzfunktionen anwenden (Bundesversuch „Die Ebermast“, 1995). Modellhaft wurde daher untersucht, ob unter heutigen Verhältnissen und mit neuen, verbesserten Klassifizierungsmethoden (AutoFOM III) eine gemeinsame Schätzfunktion möglich ist. Für diese Analyse wurde auch eine virtuelle Zerlegung mittels CT genutzt.

Arbeitspaket 3: Technologische Behandlung von Eberfleisch zur Herstellung von Wurstwaren

Eberfleisch kann starke Geruchsabweichungen aufweisen, die durch Androstenon und Skatol/Indol bedingt sind. Die Einsatzmöglichkeiten von geruchsbelastetem Eberfleisch bei der Herstellung von Roh-, Brüh- und Kochwurst sollten geprüft werden. Dazu erfolgte eine definierte Zusammenstellung des Rohmaterials aus Fleisch und Fett mit bekannten Androstenonwerten. Mögliche technologische Optimierungsschritte sollten erfasst und Verfahrensanweisungen bestimmt werden, die der verarbeitenden Industrie praktische Hilfestellung und Entscheidungshilfen für den Materialeinsatz geben können. Die Geruchskomponenten wurden sowohl im Ausgangsbrät als auch im fertigen Produkt analysiert. Die Produktqualität wurde charakterisiert durch Parameter wie Fettsäuremuster oder TBARS.

Arbeitspaket 4: Sensorische Akzeptanz von Frischfleisch und Wurstwaren aus Eberfleisch

Ungeachtet der objektiven Konzentrationen einzelner Geruchskomponenten ist letztlich die sensorische Akzeptanz für die Einsetzbarkeit der Rohware ausschlaggebend. Daher wurden sowohl Frischfleisch als auch die hergestellten Wurstprodukte (nach DLG-Schema) einem sensorischen Expertentest unterworfen.

Arbeitspaket 5: Neue Ansätze zur Diagnostik von geruchsbelastetem Eberfleisch

Für die Auswahl der Rohware ist entscheidend, wie stark Ebergeruch im Fleisch ausgeprägt ist. Hierzu fehlen aktuell jedoch schnelle, leicht und sicher durchführbare Nachweismethoden. Innovative Methoden wurden im Bereich biochemischer Marker gesucht, die Eber mit intensiver Androstenon-Synthese kennzeichnen könnten. Dabei können Ergebnisse elektrophoretischer Untersuchungen als Referenz für die Entwicklung einer spektroskopischen Schnellmethode dienen. Diese sollte dazu dienen, zumindest Extremausprägungen (hoch/niedrig) des Androstenon-Stoffwechsels zu differenzieren.

Arbeitspaket 6: Reduktion von Geruchsabweichungen durch Maßnahmen der Tierbehandlung im Schlachtbetrieb

Es gab Hinweise aus der Praxis, dass ein schonender Zutrieb der Schweine zur Betäubung geringere Geruchsabweichungen herbeiführen. Da die Gründe hierfür unklar waren, untersuchte dieser Projektteil systematisch den Einfluss von Transport und Bedingungen am Schlachthof. Ziel ist es, einen Verfahrenskatalog für die Behandlung von Jungmastebern vor der Schlachtung zu entwickeln, um Geruchsabweichungen zu minimieren. An zwei Schlachtbetrieben der Fa. Tönnies existierten unterschiedliche Formen des Zutriebs zur Betäubung. Aus drei Betrieben mit definiertem Genotyp erfolgte eine vergleichbare Anlieferung von Tieren zu den beiden Schlachtstätten. Tierbeobachtungen wurden im Wartebereich und beim Zutrieb zur Betäubung durchgeführt. Anhand der gewonnenen Proben konnte der Androstenon- und der Skatolstoffwechsel sowie die Funktion der Nebennierenrinden beschrieben werden.

Verwertung

Bei einer flächendeckenden Umsetzung der Ebermast können alle Anwendergruppen der Mast-, Schlacht- und Verarbeitungsbranche im Schweinefleischsektor die Ergebnisse nutzen. Die Wissenschaftspartner MRI und Universität Hohenheim unterstützen die wirtschaftliche Ergebnisverwertung der Fa. Tönnies durch wissenschaftliche Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und Präsentationen auf Fachtagungen. Die Verzahnung von Wissenschaft und Praxis ermöglicht eine optimale Nutzung der Ergebnisse und damit eine höhere Verbraucherakzeptanz im Hinblick auf Produktqualität zugunsten einer besseren Wettbewerbsfähigkeit.

Publikationen aus dem Projekt

Aneka Bauer und Michael Judas (2014). Schlachtkörperqualität von Mastebern im Vergleich zu Sauen und Börgen. Züchtungskunde, angenommen.

Ina Jungbluth, Raffael Wesoly, Volker Stefanski und Ulrike Weiler (2013). Pre slaughter conditions influence skatole and androstenone in adipose tissue and blood of boars. Book of Abstracts of the 64th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Nantes, France, 562.

Raffael Wesoly, Ina Jungbluth, Volker Stefanski und Ulrike Weiler (2014). Pre-slaughter conditions influence skatole and androstenone in adipose tissue of boars. Meat Science, eingereicht.

„Gekoppelte spektral-optische Verfahren zur mobilen Erfassung von Qualitätssignaturen in der Dönerfleischproduktionskette“ (optimo-Fleisch)

„Coupled spectroscopic techniques for the mobile and non-destructive determination of meat quality parameters along the production-chain of Doner kebab“

Projektlaufzeit

01.05.2012 bis 30.04.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr.-Ing. Oliver Schlüter
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.

Verbundpartner

Hans-Joachim Cappius
Laser- und Medizin-Technologie GmbH, Berlin (LMTB)

Adnan Görsoy
EMR-Industrielle Zerspanungstechnik GmbH, Berlin

Kurzfassung

Ziel

Die Verarbeitung von Rind- und Kalbfleisch für die Dönerproduktion (Jahresumsatz 2009: 2,7 Mrd. €) liegt in Deutschland pro Tag bei ca. 280 t. Für die Bereitstellung qualitativ hochwertiger und gesundheitlich unbedenklicher Produkte ist eine prozessbegleitende Qualitätsbestimmung des Fleisches aufgrund der spezifischen Anforderungen bei der Herstellung von Dönerfleischspießen von großer Bedeutung. Hierfür besteht ein erhöhter Bedarf an Messgeräten und -verfahren zur Beurteilung der Rindfleischqualität. Das Forschungsprojekt Optimo-Fleisch hat sich die Umsetzung eines mobilen Fluoreszenz-Reflexionsspektrometers zum Ziel gesetzt, mit dessen Hilfe sowohl wertgebende innere Qualitätsmerkmale, wie die Zusammensetzung von Rindfleisch, bestimmt als auch die Identifizierung der Fleischart und -struktur ermöglicht werden soll.

Realisierung

Zur produktionsbegleitenden Ermittlung innerer Qualitätsmerkmale von Rindfleisch soll eine Kombination aus Reflexions- und Fluoreszenzmessungen zur Entwicklung einer innovativen mobilen Detektionseinheit genutzt werden, um eine frühzeitige

Fleischbeurteilung während des Produktionsablaufs zu realisieren. Die Vorteile von Reflexion (universelle Anwendbarkeit, Quantifizierbarkeit) und Fluoreszenz (Selektivität, Sensitivität) sollen zur gleichzeitigen Erfassung komplexer Qualitätsmerkmale sowie Fleischarten im Dönerfleisch verknüpft werden. Verschiedene Qualitätsparameter sollen spektral-optisch unter Verwendung chemometrischer Auswertalgorithmen und in enger Korrelation mit einer instrumentellen Referenzanalytik (z. B. HPLC, GC) ermittelt werden. Nach der Überführung der gekoppelten Messmethodik in ein mobiles spektral auflösendes Detektionsgerät soll dieses entlang der Produktionskette im Hinblick auf die Anwendbarkeit überprüft werden.

Ergebnisse

Die Möglichkeit der Quantifizierung von Protein-, Fett- und Wassergehalt von Rindfleisch wurde sowohl mittels Fluoreszenzspektroskopie als auch mittels Reflexionsspektroskopie untersucht. Als Referenzanalytik wurden nasschemische Methoden zur Ermittlung der Protein-, Fett- und Wassergehalte durchgeführt. Mittels chemometrischer Datenauswertung wurden die spektroskopischen Daten mit den Daten der Referenzmessungen korreliert. Es hat sich gezeigt, dass sowohl die Fluoreszenz- als auch die Reflexionsspektroskopie prinzipiell zur in situ-Quantifizierung von Protein-, Fett- und Wassergehalt in Rindfleisch geeignet ist. Die Anwendbarkeit spektroskopischer Methoden zur Differenzierung von Tierarten wurde anhand von Lamm, Rind, Huhn und Schwein durchgeführt. Dazu wurden die Reflexionsspektren von Fleischmuskeln jeder Tierart aufgenommen (n≈40). Die Auswertung der Reflexionsspektren mittels Hauptkomponentenanalyse (PCA) hat gezeigt, dass die Fleischarten prinzipiell voneinander trennbar sind (Abb. 1). Neben der Differenzierung von Fleischarten konnte mittels Reflexionsspektroskopie in einem Wellenlängenbereich von 350-750 nm zwischen gehacktem und nicht gehacktem Rindfleisch unterschieden werden (Abb. 1). Der Anteil an Hackfleisch stellt in Dönerfleischspießen ein Qualitätskriterium dar; je höher dieser ist, desto qualitativ minderwertiger ist der Fleischspieß.

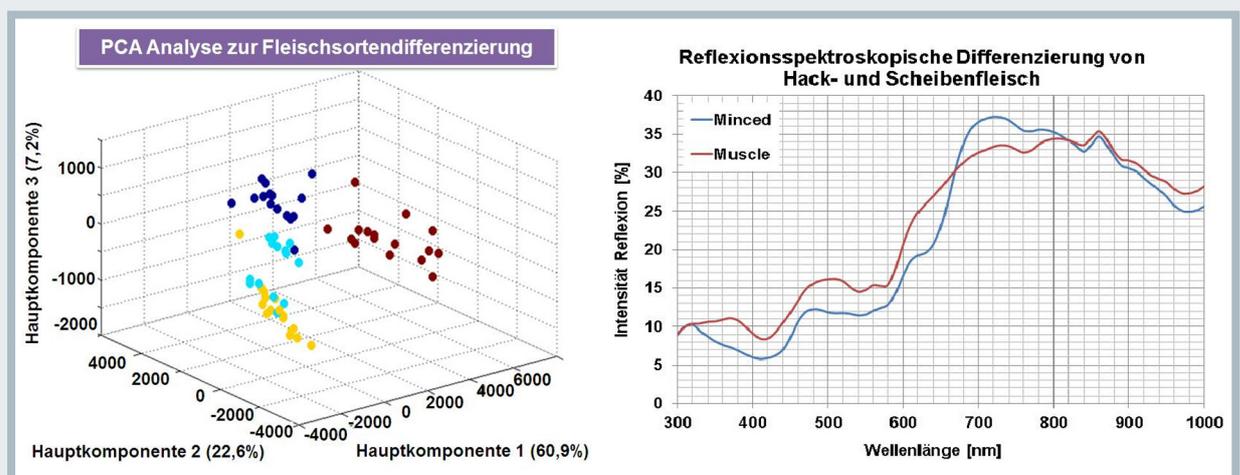


Abb. 1: Links: Spektroskopische Fleischsortendifferenzierung zwischen Lamm (hellblau), Schwein (braun), Rind (gelb), Huhn (blau); Rechts: Reflexionsmittelwertspektren (n=40) von Hack- und Scheibenfleisch.

Resultierend aus den spektroskopischen Laboruntersuchungen zur Fleischqualität und Fleischbeschaffenheit erfolgten die Auslegung und die Konzeption der Optik zur Fertigstellung des mobilen Kombinationsgerätes (OptimoScan).

Für die Detektion im VIS-Bereich wurde ein USB-Spektrometer (Qwave VIS, Fa. RGB-Lasersysteme GmbH) mit einem Detektionsbereich von 350-880 nm verwendet. Die Detektion im NIR erfolgte mittels eines Mikrospektrometers (NIR 2.0, Fa. InSION GmbH) im Wellenlängenbereich 940-2000 nm. Die Erfassung und Beleuchtung des Messflecks sowohl im NIR als auch für die Fluoreszenz erfolgte anhand lateral versetzter Fasern. Für die NIR wurden nebeneinander angeordnete Quarzlichtleiter mit einem Kerndurchmesser von 400µm an einem Ende in einen SMA-Stecker eingeklebt und am anderen Ende in die Einzel-Lichtleiter aufgeteilt, wodurch das Eintreten des reflektiertem Anregungslichtes in die Detektoren weitgehend unterbunden wurde. Für die Fluoreszenz wurden 6 Detektionsfasern um eine Beleuchtungsfaser angebracht, um die Menge des eingesammelten Fluoreszenzlichtes zu vergrößern. Die Fasern hatten einen Kerndurchmesser von 200 µm und waren UV-tauglich bis 250 nm. Durch angepasste Faserkollimatoren wurden beide Enden der in die Optode mündenden NIR- bzw. Fluoreszenz-Faserbündel zu einem Parallelstrahl aufgeweitet und nach der spektralen Trennung bzw. Vereinigung durch eine möglichst große, kurzbrennweitige Linse auf die Probe abgebildet.

Ein erster Laboraufbau des mobilen NIR-Fluoreszenz-Spektrometers konnte bereits umgesetzt werden. Die im Kunststoffgehäuse integrierten Komponenten sind über USB-Schnittstellen mit einem externen Tablet-PC verbunden und können von dort aus angesteuert werden. Die Probenauflage fährt die zu untersuchende Probe mit einem konstanten Anpressdruck an die Optode heran, an der die Messung der Fleischprobe stattfindet.

(Geplante) Verwertung

Das im Rahmen dieses Projektes entwickelte Handgerät kombiniert zwei spektrometrische Messtechniken, die eine Ausweitung der nicht-destruktiven Qualitätsbestimmung bei gleichzeitiger besserer Effizienz ermöglichen soll. Die schnelle, nicht-destruktive Prüfung der Qualität von Produkten tierischer Herkunft soll im Bereich der Dönerproduktion zur Verbesserung der Fleischqualität sowie zur Realisierung einer größeren Transparenz in der Produktion entlang der gesamten Wertschöpfungskette beitragen. Dabei ist die mobile Nutzung des Handgerätes oder eine Integration als fixierte Systemkomponente in eine Produktionsanlage denkbar.

„Entwicklung antimikrobiell wirkender Verpackungslösungen für den Selbstbedienungsbereich zur Verbesserung der Sicherheit und Haltbarkeit von Fleisch und Fleischerzeugnissen“ (Safe-Pack)

„Development of antimicrobial packaging solutions for the self-service area to improve the safety and shelf life of meat and meat products“

Projektlaufzeit

15.10.2012 bis 14.10.2015

Projektkoordinator, Institution

PD Dr. Judith Kreyenschmidt
Cold Chain Management Group
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn

Verbundpartner

Prof. Reinhard Lorenz, Prof. Martin Kreyenschmidt
Fachbereich Chemieingenieurwesen, Fachhochschule Münster, Münster

Tanja Hubmer
MULTIVAC Sepp Haggenmüller GmbH & Co. KG, Wolfertschwenden

Dirk Stolte
Flexo-Film GmbH, Holdorf

Georg Holler
ES-Plastic GmbH, Passau

Filip Tintchev
McAirlaid's Vliesstoffe GmbH & Co. KG, Steinfurt

Stefan Brüning
BASF SE, Ludwigshafen am Rhein

Stefan Zielke
TILS GmbH, Bornheim

Georg Stülb
Fleischwerk EDEKA Nord GmbH

Daniel Mühlenweg
H. Borgmeier GmbH & Co. KG, Delbrück

Bernd Gardewin
Bell Deutschland GmbH & Co. KG, Seevetal

Kurzfassung

Ziel

Das Ziel des Projektes Safe-Pack ist es, neuartige antimikrobielle Verpackungslösungen für den Selbstbedienungsbereich zu entwickeln, die eine Verbesserung der Qualität, Haltbarkeit und Sicherheit von Fleisch und Fleischerzeugnissen bewirken und zwar ohne Zugabe biozider Additive. Die durch das neue Verpackungsmaterial verlängerten Haltbarkeitszeiten der Fleischprodukte liefern weiterhin einen Beitrag zur Verringerung von Ausschusswaren und tragen somit zur Schonung wichtiger Ressourcen bei.

Die Forschungspartner stützen sich hierbei auf ihre eigenen umfangreichen Vorarbeiten zur Herstellung von intrinsisch antimikrobiellen Polymeren (SmartSurf INNONET 16IN0639). Der antimikrobielle Mechanismus dieser Kunststoffe beruht auf positiven Oberflächenladungen in hoher Dichte in Kombination mit einem stark hydrophoben Charakter.

Werkstoffe dieses Typs weisen im Vergleich zu herkömmlichen Verpackungsmaterialien eine deutlich höhere Wirkung gegenüber einem breiten Spektrum von Keimen auf – auch bei niedrigen Temperaturen, wie sie bei Fleisch und Fleischprodukten vorliegen. Im Rahmen des Projektes werden diese Materialien weiterentwickelt, um sie als Beschichtung von Siegelschalen, Saugvlieseinlagen und Folien für den Fleischsektor einsetzen zu können.

Realisierung

Eine wesentliche Herausforderung des Projektes liegt darin, die dynamisch-mechanischen Eigenschaften der Polymere an das Werkstoffprofil und an die Verarbeitungsbedingungen der unterschiedlichen Verpackungslösungen zu adaptieren. Dabei dürfen die Veränderungen der Werkstoffeigenschaften die antimikrobiellen Eigenschaften der Polymere nicht negativ beeinflussen.

Im Vordergrund des Projektes stehen somit:

- Weiterentwicklung und Anpassung der Polymere für die jeweilige Anwendung
- Chemische und mikrobiologische Untersuchung der neuen Produkte für unterschiedliche Anwendungsszenarien
- Untersuchung der unterschiedlichen Produkte im Rahmen von Pilotstudien

- Wirtschaftliche Bewertung der Verpackungslösungen für unterschiedliche Anwendungsgebiete

Ergebnisse

Bis dato wurden unterschiedlichste Materialmodifikationen durch die Universität Bonn im Standardprüfverfahren getestet. Dabei handelte es sich um diverse Copolymere und Compounds mit variierenden Anteilen der aktiven Spezies. Die Mehrzahl der Proben zeigt eine sehr gute antimikrobielle Wirksamkeit im Standardprüfverfahren. Hervorzuheben ist, dass bei Compounds auf LLDPE-Basis bereits ab SAM-Polymer-Anteilen von 10 % sehr gute Wirksamkeiten festgestellt wurden. Auf Grund dieser sehr kostengünstigen Lösung, die bereits die Werkstoffeigenschaften eines typischen Polymers für Kunststoffverpackungen aufweist, wird dieser Ansatz derzeit intensiv weiter erforscht.

Im Hinblick auf die Materialeigenschaften sowie die antimikrobielle Aktivität haben sich neben den unterschiedlichen Copolymeren und Compounds auch Schichtsysteme, Füllstoffe und Lacke als besonders vielversprechend für die unterschiedlichen Verpackungslösungen herausgestellt. Diese Materialproben weisen u. a. bei Prüfung mit *Staphylococcus aureus* eine sehr gute antimikrobielle Wirksamkeit auf, die Keimgehalte werden in wenigen Stunden unter die Nachweisgrenze reduziert (entspricht Reduktionen von $\geq 3,6$ log-Stufen).

Bei ausgewählten Materialien wurden die Prüfbedingungen variiert, um den Einfluss unterschiedlicher Parameter auf die antimikrobielle Wirksamkeit zu bestimmen. Es zeigt sich, dass die Wirksamkeit der Materialien gegen ein breites Spektrum pathogener und Verderbnis erregender Mikroorganismen gegeben ist. Zudem bleibt die sehr gute Wirksamkeit auch bei einer Beimpfung mit hohen Konzentrationen an Mikroorganismen, wie sie gegen Ende der Haltbarkeitszeit auftreten können, erhalten.

So zeigten die getesteten Materialien bei Anfangskeimgehalten zwischen 10^3 und 10^8 KBE/ml durchweg sehr gute antimikrobielle Wirksamkeiten. Die Verringerung der Temperatur von 35 °C auf 7 °C führte zwar zu einer Reduzierung der Wirkgeschwindigkeit, nach 24 Stunden Kontaktzeit wurden aber auch hier hohe Reduktionsraten erzielt.

Der pH-Wert innerhalb des in der Praxis relevanten Bereiches von pH 5 bis pH 7 hat dabei keinen Einfluss auf die antimikrobielle Wirksamkeit.

Zur Prüfung des Einflusses von Nährstoffkomponenten auf die antimikrobielle Wirksamkeit wurden der Beimpfungslösung verschieden Substanzen zugefügt. Obwohl diese Komponenten die Wirksamkeit der Materialien z. T. herabsetzen, konnten nach 24 Stunden noch Reduktionsraten von über 2 log-Stufen nachgewiesen werden, was eine sehr gute Wirksamkeit darstellt.

Insgesamt weisen die modifizierten Materialien eine sehr gute antimikrobielle Wirksamkeit im Standardtest auf, die auch bei denen bis dato geprüften Einflussfaktoren nicht wesentlich reduziert wird.

„Entwicklung innovativer produktionsintegrierter mikrobiologischer Stufenkontrollsysteme in der Fleischerzeugung zur Reduktion von *Campylobacter* spp. und *Salmonella* spp.“ (InnoStep)

„Development of innovative process integrated microbiological stage control systems for the reduction of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in meat production“

Projektlaufzeit

01.07.2012 bis 31.08.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Rohtraud Pichner,
Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie, Max Rubner-Institut (MRI),
Kulmbach

Verbundpartner

Prof. Dr. Thomas Alter
Dr. Greta Goelz
Institut für Lebensmittelhygiene, Freie Universität (FU) Berlin

Dr. Burkhard Malorny
Dr. Sven Maurischat
Nationales Referenzlabor für Salmonellen
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Dr. Kerstin Stingl
Nationales Referenzlabor für *Campylobacter*
Abteilung biologische Sicherheit
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Dr. Michael Voetz
Christiane Schaller
Firma sifin diagnostics gmbh, Berlin

Dr. Steffen Mergemeier
Firma Congen Biotechnologie GmbH, Berlin

Kurzfassung

Ziel

Bei der Herstellung von Fleisch und Fleischerzeugnissen entscheidet die Produktion von gesunden und sicheren, hygienisch einwandfreien Lebensmitteln über den Erfolg der Erzeugnisse auf den nationalen und internationalen Märkten. Wichtig für alle Beteiligten sind dabei vor allem bessere quantitative und harmonisierte Schnellnachweisverfahren, die sich in Produktion, Lagerung, Verarbeitung, Handel und Zubereitung optimal integrieren lassen und schnelle mikrobiologische Ergebnisse liefern können. Mit Hilfe der in diesem Forschungsvorhaben entwickelten Module für ein modernes, produktionsintegriertes mikrobiologisches Stufenkontrollsystem soll es Fleisch erzeugenden bzw. verarbeitenden Betrieben ermöglicht werden, Quellen für Kreuz- bzw. Rekontaminationen in ihren Produktionsstätten schnell und sicher zu erkennen und effektive Maßnahmen bis hin zu technologischen Veränderungen des Prozessablaufes einzuleiten.

Realisierung

Dieses Projekt bearbeitet die Entwicklung aller benötigten Elemente für eine effektive mikrobiologische Stufenkontrolle (Probennahme bis Ergebnisauswertung) einer Salmonellen- und *Campylobacter*-Belastung in allen Gliedern der Produktionslinie Fleisch am Beispiel der Herstellung von frischem Hähnchenfleisch. Dabei werden neue Nachweismethoden entwickelt und bereits bestehende Teilverfahren optimiert und ggf. integriert.

Bisher erzielte Ergebnisse

Die sifin diagnostics gmbh entwickelte für dieses Projekt ein flüssiges Kombi-Nährmedium für den Transport der Fleischproben. In diesem Medium kann die Vitalität von *Campylobacter* und *Salmonella* ohne eine Vermehrung weitgehend erhalten werden. Erst durch die Zugabe eines angepassten Nährstoffkonzentrates im Untersuchungslabor erfolgt eine rasche Anreicherung. Darüber hinaus entwickelte die sifin diagnostics gmbh einen neuen monoklonalen Antikörper, der gattungsspezifisch an intakte *Campylobacter* Zellen bindet und somit als Fänger einer immunomagnetischen Separation aus den Flüssigkulturen für den genotypischen Nachweis eingesetzt werden kann.

Für den schnellen genotypischen Nachweis entwickelte die Firma Congen Biotechnologie GmbH ein schnelles und robustes quantitatives qPCR Nachweissystem für *Salmonella* und *Campylobacter*. Das Verfahren soll im weiteren Verlauf des Projektes so validiert werden, dass es auf allen gängigen (auch zukünftigen) Cyclernmodellen einsetzbar ist. Weiterhin entwickelt und validiert die Firma Congen in Zusammenarbeit mit BfR und FU Berlin geeignete und datenbankfähige (Geno-)Typisierungsverfahren für *Salmonella*- und *Campylobacter*-Isolate zum Einsatz in Routinelaboratorien.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung bearbeitet im Schwerpunkt die Entwicklung und Validierung schneller Nukleinsäure-basierter qualitativer/quantitativer, insbesondere für die mikrobiologische Geflügel-Schlachtprozessanalytik geeigneter Nachweisverfahren für *Salmonella* und *Campylobacter* auf Basis der real-time PCR Technologie. Sensitivitäten und Spezifitäten für den Salmonellennachweis entsprechen dabei den

mikrobiologischen Kriterien für frisches Geflügelfleisch und Geflügelschlachtkörper von Masthähnchen und Truthühnern nach Anhang I der VO (EG) Nr. 2073/2005. So ermöglicht ein im Rahmen des Projektes entwickelter Multiplex real-time PCR Assay den spezifischen Nachweis von *S. Typhimurium* und *S. Enteritidis* sowie die Unterscheidung von mono- und biphasischen *S. Typhimurium* auf Geflügelproben innerhalb von 24 Std nach Probennahme.

Das MRI beprobte mehrmals zwei deutsche Broilerschlachtbetriebe an verschiedenen Stufen der Schlachtung und untersuchte diese semiquantitativ auf *Campylobacter* und *Salmonella*. Bestätigte Isolate wurden durch molekularbiologische Untersuchungen (*Campylobacter* spp. durch FU Berlin/*Salmonella* spp. durch BfR) auf klonale Zusammenhänge untersucht. Damit sollten Verwandtschaftsgrade der Isolate sowie die Stammdiversität des Eintrags der Erreger durch die Schlachtchargen in den Schlachthof dargestellt sowie mögliche Kreuzkontaminationspunkte in der Schlachtlinie ermittelt werden. Nach den bisherigen Ergebnissen waren in der Geflügelschlachtung v.a. nach der Evisceration und dem Innen-Außenwäscher die höchsten Belastungen vorhanden. An allen untersuchten Probenentnahmepunkten wurden genotypisch eng verwandte *Campylobacter* spp. bzw. *Salmonella* spp. detektiert.

Dabei konnte die FU Berlin zeigen, dass in den Proben entlang der Schlachtkette je Probenziehungsdurchgang jeweils ein *flaA*-Typ innerhalb der *C. jejuni*-Isolate dominierte (Durchgang I = *flaA*-Sequenztyp 34, Durchgang II = *flaA*-Sequenztyp 321, Durchgang III = *flaA*-Sequenztyp 49). Ein Isolat aus dem Durchgang III besaß den *flaA*-Sequenztyp 315. Diese Ergebnisse lassen auf gute Biosicherheitsmaßnahmen/Hygiene in den Geflügelbeständen schließen. Das eine Isolat mit dem abweichenden *flaA*-Sequenztyp 315 könnte auf eine Kontamination aus dem Brühwasser hindeuten.

(Geplante) Verwertung

Die in diesem Projekt entwickelten Technologien und Erkenntnisse werden bereits im Rahmen der Projektlaufzeit auf einschlägigen Fachtagungen/nationalen Projekten den Experten aber auch den Lebensmittel herstellenden Betrieben durch die Kooperationspartner vorgestellt werden.

Dabei lässt sich das in diesem Projekt für die Hähnchenfrischfleischerzeugung entwickelte und überprüfte Stufenkontrollsystem für Salmonellen und *Campylobacter* nach Anpassungen auch auf andere Bereiche der Fleisch- und Lebensmittelherstellung übertragen. Dies soll durch Veranstaltungen bei den Lebensmittel-relevanten Verbänden und Schulung von Mitarbeitern aus der Qualitätssicherung bzw. von Dienstleistungsunternehmen im Umgang mit den neuen Methoden und Verfahren gewährleistet werden. Die benötigten Reagenzien, Medien und Verbrauchsmaterialien werden weltweit über die im Projekt integrierten Unternehmen vermarktet werden.

**„Aufbau eines marktgerechten Tierwohlprogramms in der Schweinefleisch-
kette“ (Tierwohl)**

**“Establishing a market-conform animal welfare program for the pig production
chain”**

Projektlaufzeit

01.12.2011 bis 30.09.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Gereon Schulze-Althoff
VION GmbH, Hilden

Verbundpartner

Dr. Brigitte Rusche
Deutscher Tierschutzbund e.V., Akademie für Tierschutz, Neubiberg

Dr. Lars Schrader
Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Friedrich-Loeffler-Institut, Celle

Prof. Dr. Joachim Krieter
Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrecht-Universität zu Kiel, Kiel

Prof. Dr. Achim Spiller
Lehrstuhl für Agrarmarketing, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen

Dr. Eckhard Boll
Abteilung Schweinehaltung
Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp, Landwirtschaftskammer Schleswig-Hol-
stein, Blekendorf

Dr. Conrad Welp
VzF GmbH, Uelzen

Hans Karstens
NFZ Erzeugergemeinschaft Schleswig Holstein e.V., Bad Bramstedt

Kurzfassung

Ziel

Grundlage für dieses Verbundprojekt war das Konzept für ein zweistufiges Tierschutzlabel für die Produktion von Schweinefleisch, das der Deutsche Tierschutzbund gemeinsam mit Partnern aus der Landwirtschaft, Beratung, Forschung und dem Lebensmitteleinzelhandel entwickelt hat. Mit der Einstiegsstufe des Tierschutzlabels soll es Tierhaltern ermöglicht werden, eine signifikante Verbesserung der Tiergerechtigkeit durch Anpassungen ihrer bestehenden Haltungssysteme zu erreichen, ohne Produzenten und Verbraucher durch sprunghafte Investitionskosten und Preissteigerungen zu überfordern. Perspektivisch soll hiermit ein neues, möglichst breites Marktsegment zwischen konventionellen und Bio-Produkten etabliert werden, das den gesellschaftlichen Anforderungen gerecht wird.

Ziel des Verbundprojektes war es, die Anforderungen der Einstiegsstufe des Tierschutzlabels auf Ebene der Tierhaltung, der Schlachtung, der Zertifizierung und der Vermarktung zu erproben, zu bewerten und weiterzuentwickeln.

Realisierung

In 20 Praxisställen für Mastschweine wurden entsprechend der Labelkriterien der Einstiegsstufe folgende Veränderungen vorgenommen: Das Platzangebot in den Buchten wurde von 0,75 m² auf 1,1 m² je Mastschwein erhöht, um die Einrichtung von Funktionsbereichen (Liege-, Fress-, Aktivitäts- und Kotbereich) zu ermöglichen.

Organische Beschäftigungsmaterialien (Stroh, Weichholz, Naturfaserseile etc.) ermöglichen den Tieren das Erkundungs- und Wühlverhalten. Auf die Kastration männlicher Schweine wurde verzichtet und Jungeber gemästet. Getestet wurde weiterhin, ob auf das Kupieren der Schwänze verzichtet werden kann. Zur Erhöhung des Liegekomforts wurden verschiedene geschlossene Liegeflächen (Beton, Gummimatten, Spaltenverschluss aus Kunststoff) erprobt.

Die Auswirkungen dieser Änderungen wurden mittels Videoaufzeichnungen, Erhebungen auf den Betrieben mit den Protokollen des „Welfare Quality®“ Projekts, sowie über tierbezogene Daten am Schlachtbetrieb erhoben und ausgewertet.

Zur Durchsetzung und Kontrolle der Anforderungen des Tierschutzlabels wurde eine Systematik für ein Zertifizierungs- und Kontrollsystem entwickelt, das die Organisation und Dokumentation, die Auswertung und den Umgang mit den Prüfergebnissen, sowie die Aufrechterhaltung und Fortentwicklung der Audit- und der Tierschutzqualität beinhaltet. Das Prüfsystem erstreckt sich über die Bereiche Landwirtschaft, Transport und Schlachtung sowie die Kennzeichnung der Produkte.

Im Vorfeld der Markteinführung erster Labelprodukte wurde eine Online-Befragung mit Haushaltsentscheidern durchgeführt, um abzuleiten, wie die Labelprodukte bestmöglich im Lebensmitteleinzelhandel platziert werden können. Für eine

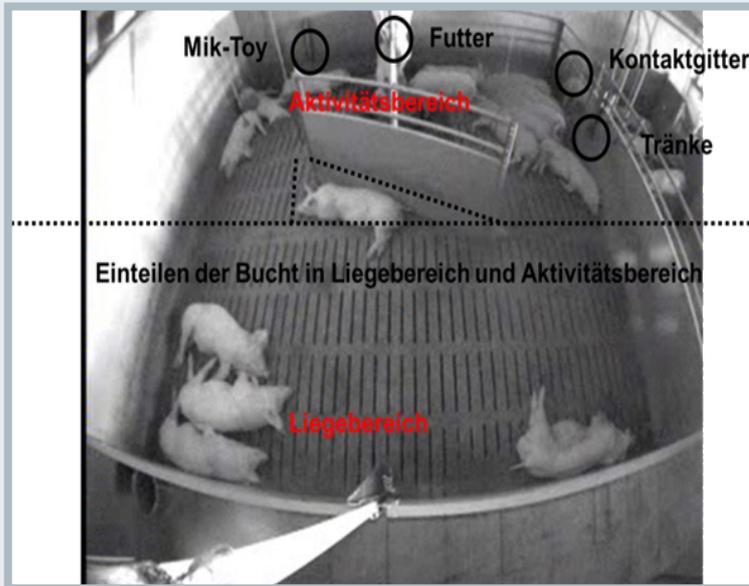


Abb. 1: Videoauswertung zur Beobachtung des Tierverhaltens

Verbraucherakzeptanzstudie wurden nach Einführung der Labelprodukte in Testmärkten Befragungen am Verbraucher durchgeführt.

Ergebnisse

In den Pilotställen ist ein erkennbares Maß an mehr Tierschutz, durch die Umsetzung der Anforderungen des Tierschutzlabels und der Annahme durch die Tiere, erreicht worden. Dies gilt insbesondere für das erhöhte Platzangebot, die Jungebermast, das Angebot zusätzlicher organischer Beschäftigungsmaterialien sowie die Strukturierung der Bucht. Forschungsbedarf besteht dagegen weiterhin hinsichtlich des Verzichts auf Schwanzkupieren und die Einrichtung von Komfortliegebereichen. Es zeigte sich, dass Schwanzbeißen bereits in der – noch nicht im Tierschutzlabel integrierten – Aufzucht beginnt.

Während der Mast nach Anforderungen des Tierschutzlabels konnte das Schwanzbeißen deutlich reduziert werden. Es kann aber auf das Kupieren der Schwänze noch nicht verzichtet werden, da die Kannibalismusursachen in der Ferkelaufzucht behoben werden müssen.

Der Einbau von geschlossenen Liegeflächen führte zu Verschmutzungen der Liegebereiche, die die Schweine vor allem in den heißen Sommermonaten 2013 als Suhle nutzten. Diese Fehlnutzung konnte auch durch veränderte Bodenqualitäten und modifizierte Lüftungskonzepte nicht zufriedenstellend reduziert werden.

Die am Schlachtbetrieb zusätzlichen Erhebungen tierbezogener Tierschutzindikatoren lassen sich in den Ablauf gut integrieren und werden dem jeweiligen Mäster parteibezogen und quartalsweise als Übersicht zurückgemeldet. Hierbei kann der Tierhalter seine

Ergebnisse mit den Durchschnittswerten der anderen Labelbetriebe, aber auch mit den Durchschnittswerten aller am Schlachthof geschlachteten Mastschweine vergleichen. Die Praktikabilität und Reliabilität der Indikatoren zur Tierwohlbeurteilung wurden mit einer Interobserver-Reliabilitätsstudie sowie einer Retest-Studie geprüft. Die Retest-Studie zeigte, dass bei einigen Parametern ein Alterseffekt besteht.

Die direkten Verhaltensbeobachtungen (Sozialverhalten, Beschäftigen und Erkunden) stimmten in den Bewertungen unterschiedlicher Beobachter sowie zwischen den Mastdurchgängen überein. Diese Parameter sind als geeignet, stabil und reproduzierbar einzustufen ebenso wie die Tier-Menschbeziehung. Als weniger aussagekräftig erwiesen sich die Parameter Bursitis und positive Emotionen (u.a. aktiv, entspannt, glücklich, zufrieden).

Hinsichtlich der Zertifizierung und der Auditierung konnte durch Schulung erfahrener Auditoren und der Erarbeitung von Checklisten zur Überprüfung der Schlacht- und Zerlegebetriebe sowie der landwirtschaftlichen Pilotbetriebe eine robuste Systematik entwickelt werden.

Die Ergebnisse der Verbraucherakzeptanzstudie zeigen, dass die Produkte des Tierschutzlabels am besten an der Bedientheke verkauft werden sollten, da hier die qualitätsorientierten und weniger preissensiblen Kundengruppen angesprochen werden. Die Befragten können dabei in drei Cluster bezüglich ihrer Einstellung zu „Animal Welfare“ Frischfleisch eingestuft werden: die Indifferenten, die Tierschutz-Pragmatiker und die Tierschutz-Befürworter. Als Hauptzielgruppen kommen dabei vor allem die Tierschutz-befürworter (29 %), aber auch die Pragmatiker (28 %) in Frage. Beide Gruppen bevorzugen die Bedientheke für ihren Fleischeinkauf, nutzen aber auch den SB Bereich (Tab. 1).

		Verkaufsort-Cluster Fleisch			
		SB-Fans	Kombinierer	Theken-Fans	Gesamt
Tierschutz-Cluster Fleisch	Indifferent	37 (44)	48,7 (58)	14,3 (17)	(119)
	Tierschutz-Pragmatiker	11,1 (9)	61,7 (50)	27,2 (22)	(81)
	Tierschutz-befürworter	20 (16)	46,3 (37)	33,8 (27)	(80)
	Gesamt	(69)	(145)	(66)	(280)

Tab. 1: Tierschutzcluster und deren präferierter Einkaufsort für Fleisch

Die durchgeführten Store Checks nach Labeleinführung zeigen, dass ein Großteil der Käufer das Label nicht wahrgenommen hat (81 von 104 Käufern; 78 %) und es ihnen nicht bekannt war. Als Gründe für den Kauf des Labelfleisches wurden vor allem Tierschutzgründe und eine besser Qualität genannt. Insgesamt haben die Instore-Befragungen gezeigt, dass die Bekanntheit derzeitig noch sehr gering ist und es hier Nachholbedarf gibt.

(Geplante) Verwertung

Die im Rahmen des Projektes erzielten Forschungsergebnisse dienen dazu, ein neues Marktsegment zwischen konventioneller Haltung und „Bio“-/„Premiumstandard“ zu etablieren. Durch die Ergebnisse der verschiedenen Projektteile konnte das Gesamtkonzept des Tierschutzlabels überprüft und verbessert werden. Weiterhin wurden Bereiche identifiziert, die noch weiter bearbeitet werden müssen. Die Erkenntnisse fließen unmittelbar in die weitere Ausgestaltung und Etablierung des Tierschutzlabels ein. Weiterhin werden die Ergebnisse in Fachzeitschriften veröffentlicht.

Sektion 4: Pflanzenschutz

„SmartDDS - Automatisierte Erkennung von Pflanzenkrankheiten mit mobilen Endgeräten und mobilem Internet zur zielgerichteten Nutzung von landwirtschaftlichen Entscheidungshilfesystemen“ (Mobile Bilderkennung)

„SmartDDS - Automated Identification of Plant Diseases Using Mobile Devices and Mobile Internet for Targeted Usage of Agricultural Decision Support Systems“

Projektlaufzeit

01.06.2012 bis 31.05.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Benno Kleinhenz

Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP), Bad Kreuznach

Verbundpartner

Dr. Erich-Christian Oerke

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES), Universität Bonn, Bonn

Prof. Dr. Christian Bauchhage

Bonn-Aachen International Center for Information Technologie (B-IT), Universität Bonn, Bonn

Dr. Manfred Röhrig

Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion (ISIP), Bad Kreuznach

Kurzfassung

Ziel

In diesem Vorhaben haben es sich die Projektpartner zum Ziel gesetzt, eine mobile Applikation zu entwickeln, die es ermöglicht, Blattfleckenkrankheiten an Zuckerrüben mit

Hilfe eines Android-fähigen Smartphones oder Tablet-PCs automatisch zu detektieren und zu identifizieren.

Realisierung

Anhand von Fotos, die mit mobilen Endgeräten aufgenommen werden, soll ein Erkennungsalgorithmus das Bildmaterial analysieren. Grundlage für die Entwicklung eines Erkennungsalgorithmus ist die Erstellung einer Bilddatenbank. Dazu wurden mit Smartphone-Kameras verschiedener Hersteller Fotos von Zuckerrüben-Blattfleckenkrankheiten in unterschiedlichen Aufnahmesituationen gemacht. Die in den Aufnahmen enthaltenen, durch Blattkrankheiten verursachten, Flecken wurden extrahiert und den jeweiligen Erregern der Krankheiten in Klassen zugeordnet. Die Merkmale der einzelnen Erregerklassen wurden als Lerndatensatz für den Algorithmus verwendet, so dass der Algorithmus nach der Lernphase die Merkmale neuer Datensätze den Klassen zuordnen kann.

Die Funktionsweise der App kann wie folgt beschrieben werden. Mit der, in den mobilen Endgeräten eingebauten, Kamera werden Blattflecken auf Blättern fotografiert. Die Vorverarbeitung erfolgt auf dem mobilen Endgerät, so dass nur die Bildausschnitte der befallenen Blattregionen zur weiteren Verarbeitung an einen Server geschickt werden. Dadurch wird das zu sendende Datenvolumen erheblich verringert, was sowohl die Übertragung als auch die weitere Analyse beschleunigt. Sollte auf dem Feld kein mobiles Internet zur Verfügung stehen, kann der Nutzer die aufgenommenen Fotos zu einem späteren Zeitpunkt, an einem Ort mit Netzanbindung versenden.

Auf dem Server werden die, in den befallenen Blattregionen enthaltenen, Merkmale extrahiert und mit Bildanalyseverfahren aus der Informationstechnologie ausgewertet, so dass sie einer vorher festgelegten Klasse, einer bestimmten Krankheit, zugeordnet werden können. Nach nur wenigen Sekunden erhält der Nutzer die Diagnose und kann über die App Entscheidungshilfesysteme wie z.B. Cercbet (www.isip.de) aufrufen, um sich den weiteren Befallsverlauf prognostizieren zu lassen und Behandlungsempfehlungen einzuholen.

Ergebnisse

Derzeit kann die Applikation mit einer Treffsicherheit von mehr als 88 % fünf verschiedene Blattfleckenkrankheiten in Zuckerrüben unterscheiden. Erreger dieser Krankheiten sind die Pilze *Cercospora beticola*, *Ramularia beticola*, *Uromyces betae* und *Phoma betae* sowie das Bakterium *Pseudomonas syringae* pv. aptata. Symptome, die detektiert, jedoch nicht einem der genannten Erreger zugeordnet werden können, werden einer eigenen Klasse zugerechnet. Die einzelnen Komponenten, die notwendig sind, um den Betrieb der Applikation auf einem Server zu realisieren, stehen bereit.

(Geplante) Verwertung

Die auf dem Android-Betriebssystem basierende Applikation soll über den Google Play-Store angeboten werden.

„Teilflächenspezifischer Fungizideinsatz in Getreide mit Hilfe neuartiger Sensoren“ (Fungi Precise)

„Site specific fungicide application in cereals using novel sensors“ (Fungi Precise)

Projektlaufzeit

16.08.2012 bis 15.08.2015

Projektkoordinator, Institution

Priv. Doz. Dr. agr. habil. Karl-Heinz Dammer
Abteilung Technik im Pflanzenbau, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB), Potsdam

Verbundpartner

Dipl. agr. ing. Thomas Volk
proPlant GmbH, Münster

Dipl. agr. ing. Peer Leithold
Agri Con GmbH, Jahna

Kurzfassung

Ziel

Es soll ein Applikationsverfahren für Fungizide in Getreide, basierend auf zwei Sensortypen (Ultraschall, Kamera) innerhalb des BLE-Förderprogrammes „Industrielle Forschung“ der Richtlinie über die Förderung innovativen Vorhaben zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln „für die situationsbezogene und/oder teilflächenspezifische Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (Precision Farming)“ entwickelt werden. Unter Praxisbedingungen ist die Erfassung von Pilzkrankheiten im Anfangsstadium während der Überfahrt zurzeit nicht realisierbar. Heterogene Getreidebestände unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der zu benetzenden Pflanzenoberfläche und der Biomasse.

Daher soll die fungizide Applikationsmenge an die jeweiligen lokalen Bestandesdichten angepasst werden. Durch das Verfahren soll die applizierte Menge an Pflanzenschutzmitteln je Flächeneinheit reduziert werden. Mit einer Tankfüllung kann außerdem mehr Fläche behandelt werden. Das Verfahren hilft somit die CO₂-Bilanz der pflanzlichen Produktion zu verbessern.

Nach Realisierung

Nach Konzipierung und Programmierung der Auswertelgorithmen des Ultraschall- und Kamerasensors wurden 2013 und 2014 Feldversuche zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem Sensorwert und den für eine präzise Fungizidapplikation wichtigen Pflanzenparametern durchgeführt. Der Zusammenhang zwischen Sensorsignal und Pflanzenoberfläche (Leaf Area Index LAI) und Biomasse ist die Grundlage für die Konzipierung eines Applikationsalgorithmus zur Anpassung der Spritzmenge an die jeweiligen lokalen Bestandesunterschiede während der Überfahrt.

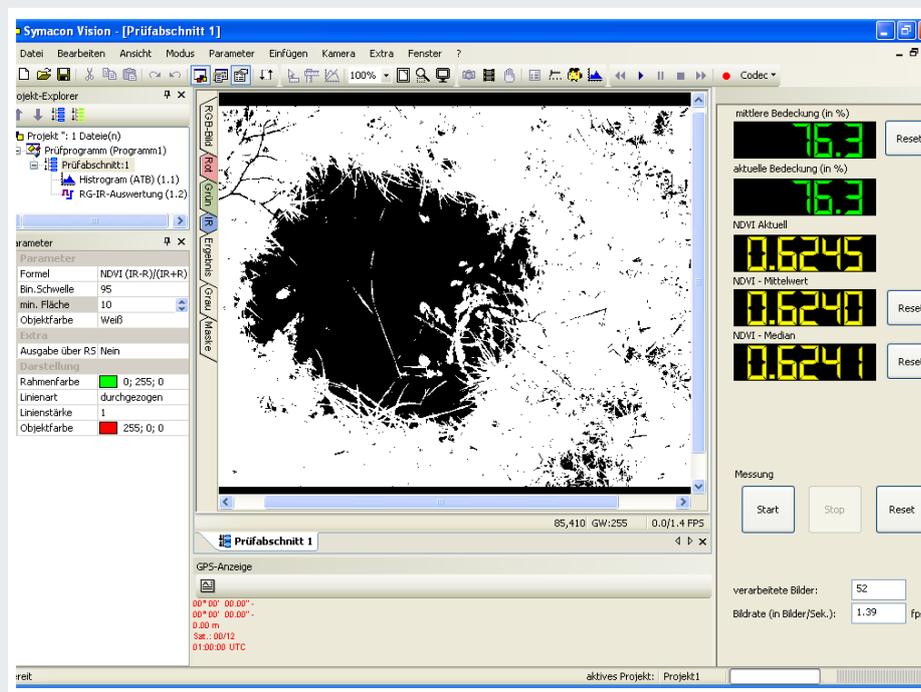


Abb. 1: Screenshot Auswertesoftware „ATB-Pilze“

Die Sollwertvorgabe für die von der Feldspritze realisierten Applikationsmenge erfolgt vom jeweiligen Sensor. Nach Konzipierung und Programmierung der Spritzenansteuerung nach dem ISOBUS Standard werden 2015 Feldversuche zur Wirkung des Applikationsverfahrens auf Ertrag und Krankheitsentwicklung in Winterweizen in Praxisbetrieben durchgeführt.

Das Applikationssystem der Fungizidapplikation in Winterweizen wird so konzipiert, dass dieses auf jeder geeigneten handelsüblichen Pflanzenschutzspritze betrieben werden kann. Der Landwirt kann seine Pflanzenschutzspritze mit oder ohne Sensor betreiben.

Ergebnisse

Die Auswertesoftware für den Kamerasensor ATB wurde konzipiert und der Firma SY-MACON Barleben für die Programmierung in Auftrag gegeben. Im Ergebnis der Arbeiten 2012 wurde der NDVI als Vegetationsindex ausgewählt, der in der Software benutzt wird, um zunächst Boden von Pflanze zu trennen und danach die Grünintensität des Pflanzenmaterials zu berechnen. Abbildung 1 zeigt einen Screenshot der Software, worin der NDVI des Pflanzenmaterials nach erfolgter Trennung des Hintergrundes (Boden) angezeigt wird. Mit dieser Funktion soll zukünftig anhand des NDVI die Grünintensität der Pflanzen beurteilt werden.

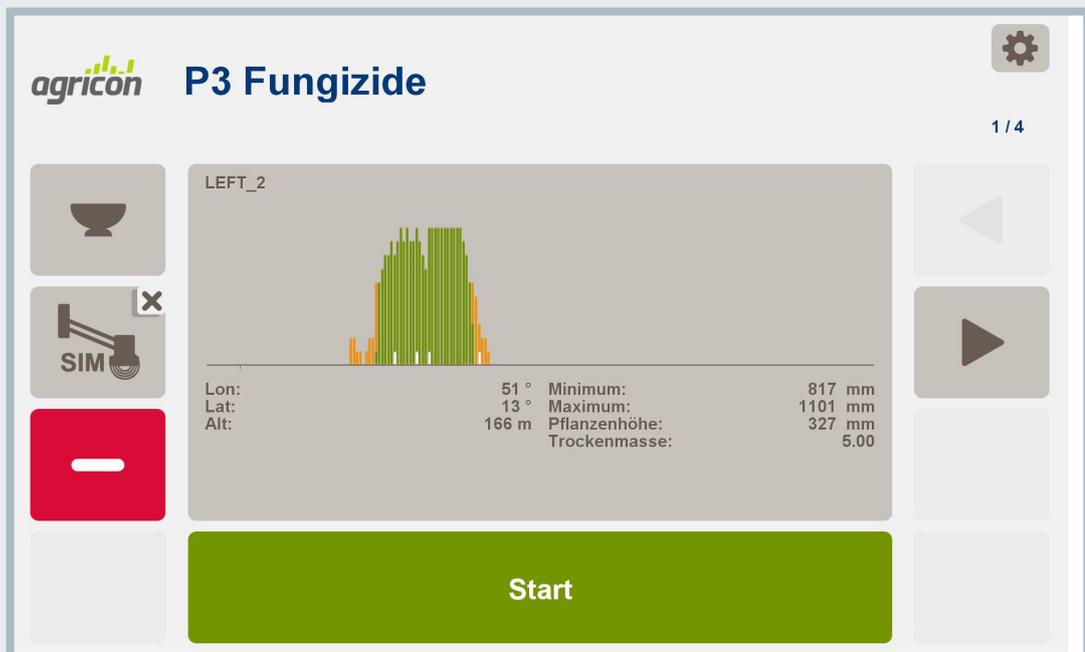


Abb. 2: Screenshot Auswertesoftware Ultraschallsensor Agri Con

Die Regressionsanalysen ergaben einen engen Zusammenhang zwischen dem Deckungsgrad des Kamerasensors und den zwei Pflanzenparametern LAI und Biomasse.

Abbildung 2 zeigt einen Screenshot der Software für die Auswertung der eingehenden Signale des Ultraschallsensors der Firma Agri Con. Es werden Angaben zu den geographischen Koordinaten, den Sensorwerten und der daraus abgeleiteten Pflanzenhöhe und Biomasse gemacht.

In den Versuchen ergab sich eine Korrelation zwischen dem vom Ultraschallsensor gemessenen Pflanzenhöhe zur Biomasse bzw. LAI. Für die Fungizid-Mischungen, die auch in der Desktop-Version proPlant expert.classic empfohlen werden, wurden Dosisunter- und -obergrenzen für die Versuchsjahre 2013 und 2014 festgelegt. Da die Liste der Fungizid-Mischungen jährlich aktualisiert wird (z.B. Ergänzungen aufgrund von

Neuzulassungen und Streichungen aufgrund von Nicht-Weitervermarktung), wird diese Arbeit auch in dem verbliebenen Projektjahr 2015 und bei einer späteren Verwertung anfallen. Mit FungiPrecise darf das Risiko „Fungizidresistenz“ nicht erhöht werden. Daher wird eine unverändert hohe Wirkungssicherheit angestrebt, so dass keine zusätzlichen Fungizidanwendungen im Vergleich mit einer schlageinheitlichen Vorgehensweise erforderlich werden.

(Geplante) Verwertung

In Analogie zu anderen Precision Farming Technologien versprechen sich die Entwickler von der Anwendung der Verfahren einen deutlichen Beitrag zur Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und möglicherweise leichte Ertragssteigerungen. Die damit verbundene Kostenreduktion dürfte für Landwirte besonders interessant sein, da sich die Wettbewerbssituation verbessern würde.

Eine Telefonbefragung ausgewählter Betriebe in unterschiedlichen Regionen Deutschlands im 1. Quartal des Jahres 2013 bestätigte den Bedarf nach einer Lösung für den teilflächenspezifischen Fungizideinsatz. Der modulare Aufbau der Systeme sichert die Flexibilität bei der Nachrüstung vorhandener Spritzentechnik. Das ist Voraussetzung für eine schnelle Markteinführung.

Potentielle Kunden für die Applikationssysteme sind sowohl Landwirte als auch Lohnunternehmer. Die Produkte können sowohl für Neueinsteiger in Precision Farming als auch für Personen mit Erfahrungen in diesem Bereich interessant sein. Für den neuen Ultraschallsensor werden deutlich niedrigere Herstellungskosten als beispielsweise für den Yara N-Sensor erwartet, so dass sich ein attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis realisieren lässt. Die Applikationssysteme sollen universell entwickelt werden, so dass zukünftig Erweiterungsmöglichkeiten mit anderen Modulen und Sensoren auch in anderen Kulturen möglich sind.

„Entwicklung bakterieller Antagonisten für den Feldeinsatz zur biologischen Kontrolle des Feuerbrands“ (ANTA-KON)

„Development of antagonistic bacteria for field control of fire blight“ (ANTA-KON)

Projektlaufzeit

01.07.2012 bis 30.06.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. W. Jelkmann

Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau, Julius Kühn-Institut (JKI) Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Dossenheim

Verbundpartner

Dr. Helmut Junge

ABiTEP GmbH, Berlin

Kurzfassung

Ziel

Alternativ zum umstrittenen Einsatz von Streptomycin können zur natürlichen Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten wie dem Feuerbrand auch epiphytische Bakterien mit antagonistischen Eigenschaften eingesetzt werden. In Laborstudien wurden viele Biokontrollsysteme beschrieben - für die Praxis sind dagegen nur wenige solcher Produkte verfügbar. Ein kritischer Punkt im Transfer von der Forschung hin zur Praxisanwendung liegt in der Schwierigkeit, eine ausreichend lagerfähige und unter Feldbedingungen wirksame Formulierung lebender Bakterien herzustellen.

So werden beispielsweise aus der Gruppe der gram-negativen Bakterien - die keine Dauerformen bilden - vielversprechende Antagonisten nicht genutzt, weil keine ökonomisch relevanten Methoden zur Konservierung und Formulierung erarbeitet wurden. Sporenformulierungen gram-positiver Antagonisten hingegen haben diese gewünschte Haltbarkeit. Allerdings benötigen Sporenpräparate eine gewisse Zeit zur Auskeimung, bevor wieder biologisch aktive Zellen gebildet sind.

Die im Projekt entwickelten Formulierungstechniken sollen die Nutzung antagonistischer Bakterien für einen breiteren Anwendungsbereich im Pflanzenschutz ermöglichen.

Realisierung

Bei den sehr zeitkritischen Applikationen zur Feuerbrandbekämpfung werden zwingend lagerfähige und schnell aktive Produkte benötigt. Am Beispiel der erprobten Antagonisten *Erwinia tasmaniensis* (gram-negativ) und *Bacillus amyloliquefaciens* (gram-positiv) werden dafür im laufenden Projekt ANTAKON neue Methoden zur Formulierung erarbeitet. In Kooperation zwischen der ABiTEP GmbH und dem Julius-Kühn Institut Dossenheim wird die Auswirkung der Formulierungsvarianten auf die Lagerfähigkeit und die biologische Aktivität unter Praxisbedingungen untersucht. Dazu werden die verschiedenen Varianten in einer Reihe von Labor- und Pflanzenversuchen gegeneinander verglichen.

Um besonders wichtige Eigenschaften der Antagonisten zu identifizieren werden verschiedene Varianten der Antagonisten in Pflanzenversuchen mit hohem Durchsatz auf ihre Hemmwirkung gegen den Feuerbranderreger getestet. Die besten Formulierungsvarianten werden für den jährlichen Freilandversuch in der Versuchsanlage des JKI in Kirschgartshausen ausgewählt. Nach der Applikation unter praxisnahen Bedingungen wird die Entwicklung der Antagonisten über verschiedene Nachweismethoden verfolgt. Die so gewonnenen Daten dienen zur Bewertung der Formulierungstechnik und zur Entwicklung einer optimalen Anwendungsstrategie.

Ergebnisse

Die aktuellen Formulierungsvarianten zeigten im Labor bereits kurz nach der Inokulation wieder Aktivität. Eine gegenüber Laborkultur signifikant verlängerte Lag-Phase ist nicht mehr festzustellen. Im Freilandversuch 2014 konnten mit 2 Formulierungsvarianten (je 1x gram-positiv und 1x gram-negativ) Wirkungsgrade im oberen Bereich erzielt werden. Verschiedene Formulierungszusätze mit direkter Hemmwirkung gegen *E. amylovora* wurden getestet. Besonders bei den Formulierungen des gram-negativen *E. tasmaniensis* wurde eine verbesserte Lagerstabilität erreicht. Zwar erweist sich eine Lagerung bei Raumtemperatur immer noch als unpraktikabel, bei 4 °C bzw. -20 °C lagen die Überlebensraten jedoch schon deutlich höher. Beide Temperaturen können leicht über übliche Haushaltsgeräte stabil gehalten werden.

Geplante Verwertung

Antagonistische Bakterien bieten einen sehr nachhaltigen und umweltverträglichen Ansatz zur Reduktion von Pflanzenkrankheiten, eine breitere Ausnutzung dieses Potentials in der Praxis wäre wünschenswert. Die wissenschaftlichen Ergebnisse und technischen Fortschritte dieses Projekts sollen dazu beitragen einen solchen Praxiseinsatz bakterieller Antagonisten zu erleichtern. Verfahrensentwicklung zur Produktion von Präparaten mit gleichbleibender Wirkung und guter Lagerstabilität sind notwendig, um die Attraktivität solcher Biokontroll-Produkte zu steigern. Für die Feuerbrandbekämpfung trägt die Entwicklung bakterieller Antagonisten dazu bei, Mittel mit möglichst unterschiedlicher Wirkungsweise gegen *E. amylovora* auf den Markt zu bringen um möglichst langfristig im ökologischen wie im konventionellen Anbau eine zuverlässige und umweltverträgliche Feuerbrandbekämpfung zu gewährleisten.



Abb. 1: Feuerbrandversuchsanlage Kirschgartshausen

„Züchtung von Birnensorten mit Resistenz gegen Birnenverfall“ (Resistenz-Birnenverfall)

„Breeding pears wit resistance against Pear Decline“

Projektlaufzeit

01.03.2011 bis 28.02.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Dieter Treutter
Technische Universität München, München

Verbundpartner

Dr. Michael Neumüller
Bayerisches Obstzentrum, Hallbergmoos

Kurzfassung

Ziel

Der Birnenanbau in Deutschland ist durch den Erreger des Birnenverfalls (Pear decline, PD), *Candidatus Phytoplasma pyri*, bedroht. Die wichtigsten Marktsorten sind anfällig für den Verfall. Es ist deshalb erforderlich, Birnensorten zu selektieren, die im Feld widerstandsfähig gegen den Erreger des Birnenverfalls sind. Für die Züchtungspraxis sollte ein einfaches, robustes Selektionssystem auf Birnenverfallsresistenz entwickelt werden, welches langfristig das Screening vorhandener und künftiger Zuchtpopulationen erlaubt.

Ergebnisse

Etablierung eines kostengünstigen, robusten Nachweisverfahrens für *Candidatus Phytoplasma pyri* zum Einsatz in der Züchtungspraxis BlueLAMP.

Zu Projektbeginn wurden die verfügbaren Methoden auf Nukleinsäurebasis (PCR, RT-PCR) zum Nachweis von *Cand. Phytoplasma pyri* genutzt und im Labor etabliert. Diese beiden Verfahren dienten stets als Referenz für die Bewertung des neu zu entwickelnden Systems. Für den Einsatz in der Züchtungsroutine war eine Vereinfachung des Arbeitsablaufs erforderlich.



Abb. 1: Baumsterben nach Infektion durch *Candidatus Phytoplasma pyri*, dem Erreger des Birnenverfalls



Abb. 2: Symptom des Birnenverfalls: Kleinfrüchtigkeit

Die LAMP-Methode wurde für den Nachweis von *Candidatus Phytoplasma pyri* angepasst. Dazu wurde ein Set aus sechs Primern entwickelt, die Extraktion optimiert sowie die Farbreaktion zum Amplifikatnachweis verbessert. Ein Standardprotokoll für die PD-LAMP steht nun zur Verfügung.

Wasser	PD -	PD + 1:10 ⁵	PD + 1:10 ⁴	PD + 1:10 ³	PD + 1:10 ²	PD + 1:10	
							Eriochromschwarz-T
							Hydroxynaphtholblau

Abb. 3: Nachweis von *Candidatus Phytoplasma pyri* mittels LAMP (Loop-associated amplification) in Kombination mit einem indirekten Amplifikatnachweis durch Farbumschlag nach blau bei Verwendung der Farbstoffe Hydroxynaphtholblau bzw. Eriochromschwarz-T (sogenannte BlueLAMP).

Wasser und PD- = negative Kontrollen

PD + = Verdünnungsreihe einer Probe mit Symptomen des Birnenverfalls (pear decline, PD)

Etablierung eines PD-Resistenztests zur Selektion im Züchtungsprozess.

Entscheidend für die Anwendbarkeit eines Resistenztests ist die Möglichkeit, die zu testenden Pflanzen zuverlässig mit dem betreffenden Schaderreger zu inokulieren und die Reaktion der Pflanze auf die Infektion beschreiben zu können.

Mittels PD-Blue LAMP kann der Nachweis einer Infektion nun geführt werden. Es zeigte sich, dass allein die Verwendung PD-infizierter Unterlagen und die Aufveredlung eines Edelreises des zu testenden Zuchtklones eine hinreichend gute Infektionswahrscheinlichkeit sicherstellt.

Verwertung

Die entwickelten Methoden und Verfahren ermöglichen es, den Anfälligkeitsgrad eines breiten Spektrums an Birnensorten gegenüber Pear decline zu ermitteln; damit kann nach Resistenzträgern bei der Fruchtproduktion verwendeter Birnensorten gesucht werden. Die Selektion von Resistenzträgern ermöglicht es, diese unmittelbar im Züchtungsprogramm zu einzusetzen.

**„Entwicklung von selbstadaptierenden LED-Fallen für den Unterglasanbau“
(LED-Falle)**

**„Development of self-adapting LED traps for greenhouse horticulture“
(LED-Falle)**

Projektlaufzeit

01.05.2012 bis 30.04.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Hans-Michael Poehling
Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme, Abteilung Phytomedizin,
Leibniz-Universität Hannover, Hannover

Verbundpartner

Dr. Andreas Prokop
W. Neudorff GmbH KG, Emmerthal

Kurzfassung

Ziel

Im Rahmen eines Verbundprojektes zwischen dem Unternehmen Neudorff, Emmerthal und der Leibniz Universität Hannover sollen neue und innovative Lichtfallensysteme zur Überwachung und Bekämpfung von Schadinsekten in Gewächshäusern entwickelt werden. Die Fallensysteme bauen auf neuester LED-Technik auf. Die spezifische Zusammenstellung und elektronische Steuerung der LEDs soll eine Anpassung der Fallen an das Befallsmuster und die Umgebungslichtbedingungen ermöglichen. Das zu entwickelnde Fallensystem kann in Gewächshausbetrieben mobil oder stationär eingesetzt werden. Nach Abschluss der Arbeiten besteht die Möglichkeit des Vertriebs durch den industriellen Projektpartner Neudorff.

Realisierung

Zunächst wurden erste Versuchs- LED-Fallen konstruiert und Rückfangversuche mit Weißer Fliege und Blattläusen in Flugzelten durchgeführt. Dabei wurde die Attraktivität der LED-Fallen im Vergleich zu Gelbtafeln bezüglich Intensität, Qualität (Lichtfarbe) und Abhängigkeit von der Tageszeit ermittelt. Die Fallen wurden außerdem in Kleinbeständen bei Neudorff getestet.

Zur feineren Auflösung spektraler Unterschiede in der Sensitivität der Zielorganismen wurden an der Uni Hannover selektiv steuerbare LED-Screens (LED Plexiglas) mit verschiedenen LED Typen konstruiert (Lichtorgel). In einer kleinräumigen Versuchsarena wurden eine Reihe von Multiple-choice Versuchen mit Weißen Fliegen und Thripsen durchgeführt.

Basierend auf den Ergebnissen wurde eine LED-Falle konstruiert, die für die Anlockung der Weißen Fliege optimiert ist. Die Falle kombiniert die attraktivsten grünen LEDs mit einer dahinter liegenden Gelbtafel. Das LED-Licht wird über spezielles LED-Plexiglas eingekoppelt um eine gleichmäßig scheinende Fläche zu erzielen. Durch die Kombination von lichtreflektierenden Gelbtafeln hinter dem lichtemittierenden LED-Plexiglas ist immer eine hohe Attraktivität für die Schadinsekten gewährleistet.

Bei starker Globalstrahlung trägt hauptsächlich die Lichtreflektion der Gelbtafel zur Attraktivität bei. Bei schwacher bis mittlerer Globalstrahlung ist der Anteil des von den grünen LEDs emittierten Lichts höher, somit ist bei allen Lichtverhältnissen eine hohe Attraktivität gegenüber den Schadinsekten gewährleistet. Für die Computerbildanalyse wurden kleine Kameras an den LED-Fallen montiert, die die Fallenfläche zu beliebigen Zeitpunkten abfotografieren.

Für die Bildanalyse eignet sich am besten ein heller, farbloser Hintergrund, auf dem die Schadinsekten dann als dunkle Schatten zu erkennen sind. Aus diesem Grund wurden zwischen den grünen LEDs weiße LEDs verbaut. Es wurde eine Steuerung entwickelt, mit der die LEDs gesteuert und Bilder der Fallen aufgenommen werden können. Kurz bevor ein Bild aufgenommen wird, schaltet die Steuerung von grünem Anlocklicht auf weißes Analyselicht um, direkt nach der Bildaufnahme wird wieder auf grünes Licht umgeschaltet. Die Bildanalyse erfolgt an Hand eines Bildbearbeitungsprogramms, das durch die entwickelten Algorithmen automatisch die Insekten der Größe nach unterscheiden und zählen kann. Die LED-Kamera-Fallen wurden hinsichtlich ihrer Attraktivität für Weiße Fliegen und hinsichtlich der Funktionalität der Bildaufnahme und Verarbeitung in Kleinbeständen bei Neudorff getestet.

Ergebnisse

Spezifische grüne LEDs (Peakwellenlänge 530 nm) sind für die Weiße Fliege am attraktivsten. Blau vermindert die Attraktivität. Damit wurde ein erster Nachweis eines Farbpräferenzmechanismus bei Weißen Fliegen erbracht, der auf einer antagonistischen Wirkung eines Grünrezeptors und eines Blausogenannten beruht („Opponent“ Mechanismus). Die Attraktivität kann in Verbindung mit UV-Strahlung modifiziert werden. Grüne LEDs waren ebenfalls am attraktivsten für Blattläuse. Auch hier konnte die Attraktivität durch UV-LEDs modifiziert werden. Für Thripse waren spezifische blaue LEDs (450 nm) am attraktivsten.

Die Evaluierung der LED-Kamera-Fallen unter praxisnahen Bedingungen bei Neudorff zeigte entsprechend den Farbwahlversuchen (siehe oben) erneut die höhere Attraktivität der LED-Grün basierten Fallen für Weiße Fliegen im Vergleich zu Gelbtafeln. Zudem

wurde als wichtiger Nebeneffekt, der aber für eine Anwendung in der Praxis äußerst relevant ist, eine sehr hohe selektive Attraktivität der neuen Fallen für Trauermücken belegt. Eine ergänzende Detailstudie dazu wurde begonnen.

(Geplante) Verwertung

Neben den neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen zu Farbpräferenzen herbivorer Insekten, die in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht werden, sollen die Ergebnisse zunächst primär genutzt werden, um das Monitoring von Schadinsekten im geschützten Anbau zu optimieren. Hier ist geplant, dass der Kooperationspartner Neudorff die wissenschaftlichen Erkenntnisse in ein optisches Fallensystem, das der Praxis zur Verfügung gestellt werden kann, umsetzt. Die Ergebnisse werden aber auch relevant sein, um den biotechnischen Pflanzenschutz im geschützten Anbau zu verbessern. Mittels sogenannter „push and pull“ Strategien auf optischer Basis könnten beispielsweise Schädlinge gezielt aus sensitiven Bereichen des Pflanzenbestandes vertrieben werden oder mittels „attract and kill“ Verfahren an Lichttargets aggregiert werden, um dort direkt abgetötet oder mit Insektenpathogenen zur weiteren Verbreitung in der Populationen inokuliert zu werden.

„Bekämpfung von Insekten mit olfaktorisch wirkenden Lockstoffen und Repellentien. Entwicklung innovativer Lockstofffallen für das Monitoring und den Massenfang von Vektoren von Phytoplasmen an Kernobst.“ (BIO-LURE)

„BIO-LURE: Control of insects by olfactory active lures and repellents. Development of innovative infochemical traps for monitoring and mass trapping of phytoplasma vectors in pome fruit“ (BIO-LURE)

Projektlaufzeit

01.11.2011 bis 30.11.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Jürgen Gross,
Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau, Julius Kühn-Institut, Dossenheim

Verbundpartner

Dr. Cornelia Dippel,
IS Insect Services GmbH, Berlin

Kurzfassung**Ziel**

Apfeltriebsucht und Birnenverfall sind durch Phytoplasmen hervorgerufene Krankheiten im Kernobst, die zu hohen wirtschaftlichen Schäden führen. Übertragen werden die Erreger durch Blattflöhe aus der Gattung *Cacopsylla*. Ziel des Projektes ist es, biotechnische Verfahren zu entwickeln, mit deren Hilfe diese Birn- und Apfelblattsauger bekämpft werden können und somit die Übertragung und Ausbreitung der von ihnen übertragenen Phytoplasmen zu minimieren. Im Mittelpunkt steht dabei die Entwicklung nachhaltiger Strategien, die ökologisch und wirtschaftlich vertretbar sind. Dazu werden im BIO-LURE-Projekt die über chemische Signalstoffe vermittelten Interaktionen zwischen Wirt, Vektor und Pathogen genau untersucht. Dafür werden zum einen Freilandversuche mit spezifischen Lockstofffallen durchgeführt, zum anderen mittels Verhaltensbiotests neue Erkenntnisse über attraktive und repellente Duftstoffe gewonnen.

Realisierung

Mittels Labor- und Freilandversuchen wird nach verhaltensmodifizierenden flüchtigen Verbindungen aus dem Duftstoffspektrum der Wirtspflanzen der verschiedenen Arten gesucht, diese analysiert und identifiziert und im Verhaltensbiotest verifiziert. Zuerst

werden die von infizierten und gesunden Wirtspflanzen abgegebenen Duftstoffe gesammelt, im Gaschromatographen aufgetrennt und mittels eines Massenspektrometers identifiziert, so dass es möglich wird, die Duftstoffspektren der Überwinterungs- und Reproduktionspflanzen im Saisonverlauf zu betrachten. Duftstoffe, die sich zwischen attraktiven und weniger attraktiven Wirtspflanzen unterscheiden, werden dann im Olfaktometertest auf eine mögliche verhaltensmodifizierende Wirkung untersucht. Im nächsten Schritt werden schließlich identifizierte attraktive Stoffe im Freiland in geeigneten Fallensystemen auf eine Anwendung im Pflanzenschutz geprüft. Dabei ist neben der Entwicklung einer möglichst artspezifischen Falle auch die Entwicklung des passenden Duftstoffabgabesystems (= Dispenser) wichtig. Identifizierte repellente Stoffe werden ebenfalls im Olfaktometertest und ggf. im Freiland auf ihre Wirksamkeit geprüft. Dazu werden spezifische Repellentdispenser entwickelt, die die Duftstoffe gleichmäßig in der Anlage abgeben sollen und die Schadinsekten aus der Anlage fernhalten sollen.

Ergebnisse

Es wurde eine Falle entwickelt und zum Geschmacksmuster angemeldet, die sich zum Fang von Blattflöhen eignet. Es wurden für die verschiedenen Arten von Blattflöhen teilweise attraktive und repellente Stoffe identifiziert. Es wurden neuartige Dispensersysteme entwickelt, die sich für die verschiedenen Lock- und Repellentstoffe unterschiedlich gut eignen. Es muss somit für jeden Lockstoff der passende Dispenser selektiert werden. Auch über die Stabilität und Mischbarkeit verschiedener Lockstoffkomponenten wurden wichtige Erkenntnisse gewonnen. Mit der Anwendung von Repellentstoffen gegen den Gemeinen Birnblattsauger wurden erste Erfahrungen im Freiland gesammelt, die aber noch weiterer Verifizierungen bedürfen.

(Geplante) Verwertung

Sobald die Wirksamkeit eines Fallensystems, bestehend aus Lockstoff, passendem Dispenser und spezifischer Falle, ausreichend im Freiland geprüft wurde, soll dieses zum Patent angemeldet werden und mit der Prüfung in groß angelegten Versuchen unter Praxisbedingungen in ganz Europa begonnen werden. Dabei liegt das Augenmerk zuerst auf der Entwicklung artspezifischer Monitoring-Fallen, die bei ausreichendem Wirkungsgrad auch zum Massenfang weiterentwickelt werden sollen.

„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 31.01.2016

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Anant Patel

FB Ingenieurwissenschaften und Mathematik, WG Fermentation and Formulation of Biologicals and Chemicals, Fachhochschule Bielefeld, Bielefeld

Verbundpartner

Prof. Dr. Stefan Vidal

Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Agrarentomologie, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen

Wilhelm Beitzen-Heineke

BIOCARE GmbH, Einbeck

Dr. Hubertus Kleeberg, Dr. Edmund Hummel

Trifolio-M GmbH, Lahnau

Kurzfassung

Ziel

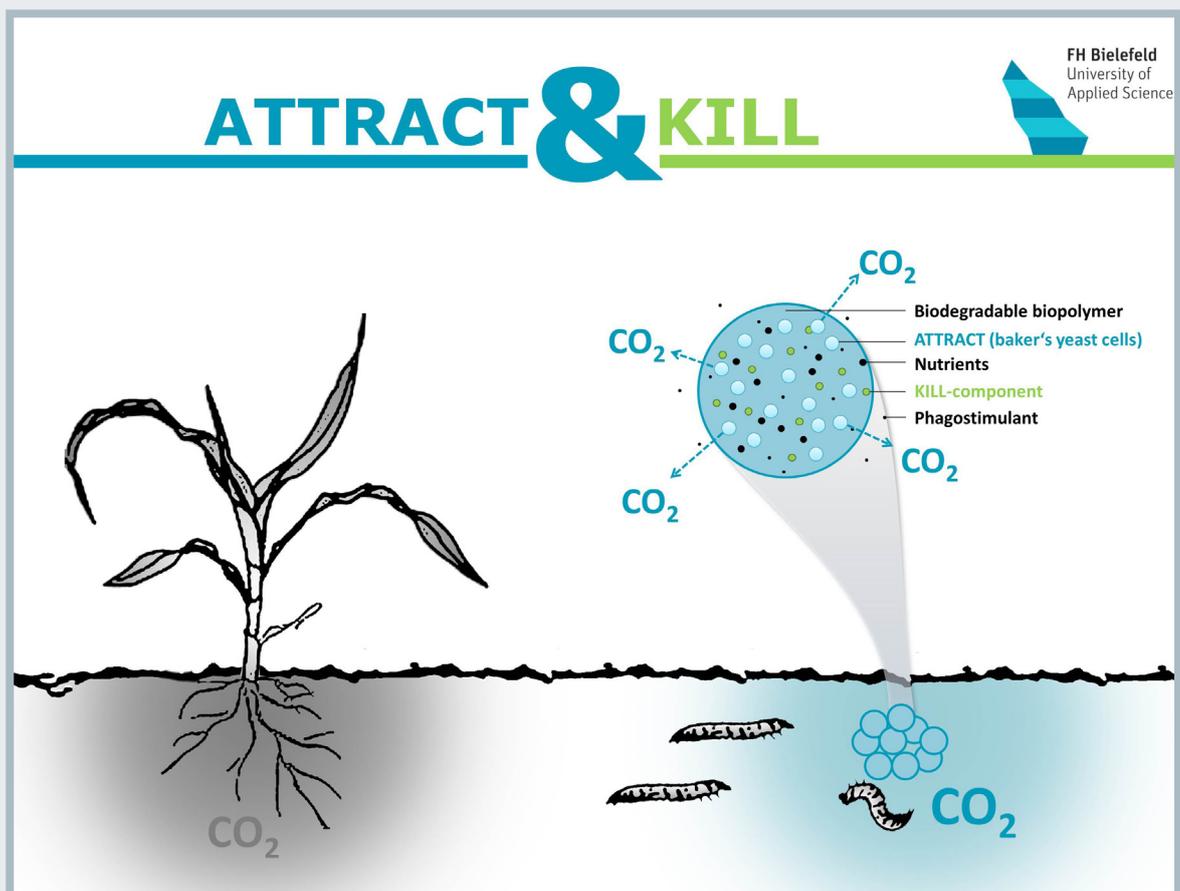
Larven verschiedener herbivorer Insektenarten (z.B. Drahtwürmer, Westlicher Maiswurzelbohrer, Gefurchter Dickmaulrüssler) können erhebliche Ertragsverluste in verschiedenen Feldkulturen (Kartoffeln, Mais, Erdbeeren) verursachen. Eine Kontrolle dieser Schädlinge mit Bodeninsektiziden ist mit erheblichen Einschränkungen verbunden oder nur mit Ausnahmegenehmigungen möglich.

Ziel des Projektes ist daher die Entwicklung innovativer „Attract“- und „Attract-and-Kill“-Formulierungen, die sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Anbau gegen die Larven der o.g. Schadinsekten anwendbar sind. Durch gezielte Anlockung zu den Kapseln mit nachfolgender Abtötung der Larven sollen der Pflanzenschutzmitteleinsatz minimiert und Umwelt und Gesundheit der Anwender und Verbraucher

geschützt werden. Zur Abtötung der Larven sollen vor allem ein pflanzlicher, toxikologisch und ökotoxikologisch unbedenklicher insektizider Wirkstoff eingesetzt werden, mit dem Ziel, konventionelle, chemische Insektizide zu ersetzen.

Realisierung

Die Larven der o.g. Schadinsekten nutzen im Boden CO_2 -Gradienten zur Lokalisierung ihrer Wirtspflanze. Dieses natürliche Verhalten kann ausgenutzt werden, um mit künstlich angelegten CO_2 -Gradienten die Schädlinge anzulocken und somit von der Wirtspflanze abzulenken. In diesem Projekt werden daher neuartige Formulierungen auf Basis von CO_2 -emittierenden Quellen, wie z. B. Bäckerhefe, entwickelt. Durch die Attraktionswirkung sollen die Larven zu einem Insektizid hingelockt und gezielt abgetötet werden. Als Insektizid wird vorwiegend ein toxikologisch und ökotoxikologisch unbedenklicher Extrakt aus dem tropischen Neembaum, der den insektiziden Wirkstoff Azadirachtin enthält, eingesetzt. Die CO_2 -emittierenden Quellen werden mit Additiven und optional dem Neemextrakt in Biopolymerkapseln eingearbeitet und charakterisiert.



Die (Co-)Formulierungen werden idealerweise getrocknet und mit Hilfe von Wirksamkeitstests im Labor, Gewächshaus und Feld optimiert.

Ergebnisse

Im Rahmen der Entwicklung von „Attract“- und „Attract-and-Kill“-Formulierungen wurden vorrangig 2-3 mm große Vollkugeln produziert, welche aus einer Kombination der Biopolymere Ca-Alginat und Maisstärke bestehen.

Durch ionotrope Gelbildung konnten Bäckerhefezellen als künstliche CO₂-Quelle („Attract“), sowie ein biokompatibler Pflanzenextrakt aus dem tropischen Niembaum (NeemAzal® technical, Trifolio-M) verkapselt werden („Attract-und-Kill“). Hierbei wurde gezeigt, dass bis zu 10 % NeemAzal® technical (entspricht ca. 3,4 % Azadirachtin A) problemlos und ohne Verluste in die Kapseln eingearbeitet werden können.

Darüber hinaus wurde die Kompatibilität beider Komponenten nachgewiesen, was die Basis für eine erfolgversprechende Co-Formulierung liefert. Als weiteres Additiv wurde ein Enzym co-immobilisiert, das die in der Kapsel als Nährstoffreservoir dienende Stärke in kleinere, für die Hefe verwertbare Zuckermoleküle spaltet. Der Enzym-Zusatz ermöglicht im Vergleich zur Kontrolle ohne Enzym eine deutlich höhere CO₂-Produktion. Die CO₂-Freisetzung der Formulierungen konnte sowohl in gläsernen Messgefäßen als auch im Boden quantifiziert werden.

Darüber hinaus wurde in ersten Versuchen zur Optimierung der Trocknungsparameter gezeigt, dass die trocknungssensiblen Komponenten Bäckerhefe und Enzym u.a. durch Zusatz von Trocknungshilfsmitteln soweit geschützt werden können, dass die getrockneten und im Boden rehydrierten Kapseln zu einer signifikanten CO₂-Produktion führen. Ferner wurde für die „Attract“-Kapseln nach einer ersten technischen Trocknung im Trommeltrockner eine Überlebensrate von 40 % ermittelt.

Erste Experimente im Labormaßstab haben gezeigt, dass „Attract-and-Kill“-Formulierungen die Drahtwurm-Vitalität beeinflussen und somit auch das Potential besitzen sie zu töten. Diese vorläufigen Ergebnisse konnten in Feldversuchen bestätigt werden. An drei Standorten in Niedersachsen wurden „Attract-and-Kill“-Formulierungen in einem Kartoffelbestand ausbracht. Die Drahtwurmpopulation und der dadurch verursachte Schaden am Erntegut konnte durch die Applikation der „Attract-and-Kill“-Formulierung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle reduziert werden.

Um die Attraktivität der Kapseln zu erhöhen, wurde außerdem der Einfluss verschiedener Phagostimulanzen untersucht. Versuche im Labormaßstab haben gezeigt, dass eine mit Phagostimulanzen, wie zum Beispiel Maisprodukte und Zucker, versetzte CO₂-Kapsel ähnlich attraktiv ist, wie eine frisch gekeimte Maispflanze. Mit der Einarbeitung von Phagostimulanzen in das Kapselsystem kann der Fraß an der Kapsel und die damit verbundene Wirkstoffaufnahme verbessert werden.

Bei der Validierung unterschiedlicher Versuchsdesigns zum Wahl- und Orientierungsverhalten von Dickmaulrüsslerlarven (*O. sulcatus* (FABR.) erwiesen sich Töpfe in der Funktion eines Olfaktometers als geeignetes System. Untersuchungen zur Attraktivität von CO₂-Kapseln („Attract“) auf *O. sulcatus* mit *Fragaria x ananassa* (Duch.) ‚Senga® Sengana®‘ als Wirtspflanze ergaben zwar keine signifikante Häufigkeit für die Orientierung der Larven zu einer bestimmten Topfseite des Olfaktometers, jedoch konnte sowohl hier als auch in Petrischalenversuchen beobachtet werden, dass die Larven an den CO₂-Kapseln gefressen hatten.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse des Verbundprojektes werden nach Beendigung der Arbeiten bei den Firmen BIOCARE und Trifolio-M dazu genutzt, die erarbeiteten biologischen Pflanzenschutzmittel im technischen Maßstab herzustellen und eine Zulassung anzustreben.

Auf Basis der Technikumsdaten wird bei Beendigung des Projektes ein Businessplan erstellt. Damit werden den Firmen, die bereits auf dem Gebiet der Produktion von Trichogramma zur biologischen Bekämpfung von z. B. Maiszünsler *Ostrinia nubilalis* bzw. in der Vermarktung und Zulassung von Botanicals etabliert sind, ein zweites Standbein ermöglicht.

Die Formulierung und der Vertrieb praxiserprobter Produkte werden bei BIOCARE und Trifolio-M erfolgen.

„Prophylaktischer Pflanzenschutz an Kulturpflanzen durch elektrogesponnenen Wundverschluss am Beispiel von Esca im Weinberg (Vinedress)“**„Prophylactic plant protection using an electrospun wound closure exemplified by Esca in vineyards (Vinedress)“****Projektlaufzeit**

15.05.2012 bis 30.06.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Ralf Bierbaum, Dr. Samuel von Karsa-Wilberforce
Evonik Industries AG, Hanau

Verbundpartner

Prof. Dr. Andreas Greiner, Viola Buchholz
Universität Bayreuth, Bayreuth

Prof. Dr. Michael Fischer, Melanie Molnar
Julius Kühn-Institut, Siebeldingen

Prof. Dr. Seema Agarwal, Dr. Roland Dersch
TransMIT GmbH, Gießen

Kurzfassung**Ziel**

Gegen die Sporen der Esca auslösenden Pilze soll ein fungizidfreier bzw. fungizidarmer Wundverschluss entwickelt werden, der die Weinrebe nach dem Rebschnitt schützt. Im Rahmen des Projekts soll der Wundverschluss aus elektrogesponnenen Faservliesen entwickelt und überprüft werden, der eine physikalische Barriere gegen die eindringenden Sporen bildet. Die Fasermatte soll dabei luftdurchlässig sein um ein Abtrocknen der Wunde zu ermöglichen und die Selbstheilung der Rebe zu fördern. Zudem muss sie aus einem biologisch abbaubarem Material bestehen und in nichttoxische Abbauprodukte zerfallen. Der Zeitraum für den biologischen Abbau sollte deutlich unter 12 Monaten liegen, um Abbauprodukte im Lesegut zu vermeiden.

Die unterschiedlichen Ausgangsmaterialien für die Vliese werden dabei auf ihre Elektrosinnbarkeit und Elastizität getestet, da sich nur elastische Materialien als Wundaufgabe eignen. Die Dichtigkeit gegen Sporen der Esca-Pilze wird zunächst unter definierten

Laborbedingungen getestet. Vielversprechende Vliese sollen dann auch im Gewächshaus und im Freiland getestet werden.

Realisierung

Bereits entwickelte biologisch-abbaubare Polymere, wie PLGA (Polylactidglycolid) und PDLA (Polylactid), werden auf ihre Eignung für das Verfahren des Elektrospinning getestet. Gleichzeitig werden die zugrunde liegenden Lösemittelformulierungen für das Verfahren optimiert.

Zudem werden neue Polymere mit den geforderten Eigenschaften entwickelt und für die Herstellung elektrogessponnener Fasermatten modifiziert. Prototypen aller Vliese werden auf Eigenschaften wie Luftdurchlässigkeit und Porengröße getestet.

Im Labor werden erste Prototypen von elektrogessponnenen Fasermatten auf ihre Dichtigkeit gegenüber Sporen des Esca-Erregers *Phaeoconiella chlamydospora* (Pch) getestet. Des Weiteren wurden Tests zur biologischen Abbaubarkeit im Weinberg durchgeführt. Erste Tests auf Applizierbarkeit und Dichtigkeit gegen Sporen werden an Topfreben im Gewächshaus durchgeführt.

Ergebnisse

Obwohl die aktuelle Rezeptur der Lösemittel für die verwendeten biologisch abbaubaren Polymere gut funktioniert hat, gibt es sicherheitstechnische Bedenken bei der Verwendung von Aceton im industriellen Maßstab. Ergo wird auch der Einfluss alternativer Lösungsmittel, wie z.B. Dimethylsulfoxid oder Wasser, auf den Spinnprozess untersucht. Erste Dichtigkeitstests gegenüber Sporen zeigen, dass die Dichtigkeit der verwendeten Vliese gegen Pch-Sporen von den verwendeten Polymeren abhängt.

So zeigten Vliese aus PLGA nur eine geringe, Vliese aus PDLA hingegen eine hohe Barrierefunktion. Eine Korrelation zwischen Dicke der Vliese und Barriereigenschaften liegt offenbar nicht vor.

Im Laufe der Tests zeigte sich, dass die Sporen in der Lage sind auf den Vliesen auszukeimen und die Keimschläuche die Polymere durchdringen können. Auch hier spielen Eigenschaften wie die Dicke des Materials eine untergeordnete Rolle. Tendenziell steigt die Dichtigkeit gegenüber Keimschläuchen dabei mit Eigenschaften wie der Hydrophobizität des Vlieses. Aufgrund der geringen Dichtigkeit der Fasermatten gegenüber Keimschläuchen sind weitere Konzepte notwendig. Hier ist eine Beimischung von Fungiziden denkbar, die die Auskeimung der Sporen verhindern sollen.

Ausblick

Aufgrund der nicht vollständigen Dichtigkeit der Fasermatten gegenüber Keimschläuchen sind weitere Konzepte notwendig. Hier ist in geringen Mengen eine Beimischung von Fungiziden denkbar, die die Auskeimung der Sporen verhindern soll.

Bei der Auswahl weiterer Polymere soll zudem der Grad der Hydrophobie berücksichtigt bzw. erhöht werden, da dies zu einer besseren Dichtigkeit gegen Sporen führt.



Erste Applikationsversuche der Vliese auf Reben erwiesen sich als aufwändig. Hier wird in einem weiteren Ansatz versucht, die Vliese mit einem Handgerät direkt auf die Reben zu spinnen.

(Geplante) Verwertung

Da das Projekt in seiner Grundidee sehr innovativ ist zeichnet es sich durch einen bimodalen Zeitansatz aus. Nach dem Ende der Projektlaufzeit soll die Identifizierung geeigneter Polymere abgeschlossen sein. Zudem soll ein Nachweis von technischer Machbarkeit und Applizierbarkeit erbracht werden.

Eine wirtschaftliche Verwertung ist erst nach dem Wirksamkeitsnachweis im Freiland möglich, der aufgrund der langen Latenzzeit der Esca-Krankheit im Rahmen dieses Projektes nicht erbracht werden kann. Aus dem Projekt ergibt sich ein großer Erkenntnisgewinn im Bereich prophylaktischer Wundverschlussverfahren, der auch auf andere Kulturen übertragbar ist.

„Validierung eines PCR basierten Lab-on-a-Chip-Systems für die Diagnose von Phytophthora-Arten“ (PhytoChip-Validierung)

„Validation of a PCR based Lab-on-a-Chip method for Phytophthora diagnosis“ (PhytoChip-Validation)

Projektlaufzeit

01.10.2011 bis 30.09.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Sabine Werres

Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Braunschweig

Verbundpartner

Dr. Karina Weber

Leibniz-Institut für Photonische Technologien e.V. (IPHT), Jena

Dr. Jörg Weber

Analytik Jena AG (AJ) und AJ Innuscreen GmbH, Jena

Kurzfassung

Ziel

Die artspezifische Diagnose phytopathogener Schaderreger an Pflanzen und Pflanzenprodukten kann zurzeit nur im Labor erfolgen. Das bedeutet einen hohen Zeitverlust, da die Proben vom Feld, den Gartenbaubetrieben, im Forst und den Zolleinlassstellen ins Labor geschickt werden müssen. Müssen die Proben auf einen geregelten Schadorganismus untersucht werden, ist die Partie bis zum Ende der Untersuchung für den Handel gesperrt. Ziel des Projektes ist daher die Entwicklung einer Diagnosemethode, die vor Ort eingesetzt werden kann und hochspezifisch einzelne phytopathogene Erreger nachweist.

Realisierung

Es wird ein Labormuster für ein PCR basiertes Lab-on-a-chip-System entwickelt, mit dem Phytophthora-Arten in Blättern nachgewiesen werden können. Zu den Untersuchungen gehören die Optimierung und Standardisierung der Aufarbeitung pflanzlicher Materialien und die DNA-Extraktion, die Optimierung der PCR, der Hybridisierung und der Kit-Chemie für alle Schritte, die Entwicklung spezifischer Sonden mit < 40 Basenpaaren, die Entwicklung eines geeigneten Chip-Designs, die Testung verschiedener

Auslesesysteme und die Vereinigung von PCR- und Hybridisierungskomponente in einem Gerät.

Ergebnisse

Es konnten Standardprotokolle für die Aufarbeitung von Blattproben und die Extraktion der DNA erarbeitet werden. Für insgesamt acht Phytophthora-Arten wurden spezifische YPT1 Sonden entwickelt und zusätzlich eine gattungsspezifische Sonde. Das Chip-Design wurde so optimiert, dass 40 Plätze mit spezifischen Sonden und Kontrollen in ausreichender Wiederholung belegt werden können. Damit kann in einem Durchlauf eine Probe auf mehrere Phytophthora-Arten gleichzeitig untersucht werden.

(Geplante) Verwertung

Das Lab-on-a-chip-Diagnosesystem soll den Nachweis von Phytophthora-Arten direkt vor Ort ermöglichen. So kann ein Monitoring z.B. auf die EU-weit geregelte Art *Phytophthora ramorum* direkt in den Gartenbaubetrieben, im Forst und an den Zolleinlassstellen (z.B. Häfen, Flughäfen) erfolgen. Außerdem soll das Nachweisverfahren die Grundlage für die Untersuchung anderer phytopathogener Organismen und anderer pflanzlicher Produkte und Proben legen.

Veröffentlichungen:

Julich, S., Riedel, M., Kielpinski, M., Urban, M., Kretschmer, R., Wagner, S., Fritzsche, W., Henkel, T., Möller, R., Werres, S. (2011). Development of a lab-on-a-chip device for diagnosis of plant pathogens, *Biosensors and Bioelectronics*, 26(10), 4070-4075, doi:10.1016/j.bios.2011.03.035 http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=1773081273&_sort=r&_st=13&view=c&_acct=C000068602&_version=1&_urlVersion=0&_userid=5849341&md5=a8e536a742579fd05dc94175b9fcab11&searchtype=a

Schwenkbier, L., König, S., Wagner, S., Pollok, S., Weber, J., Hentschel, M., Popp, J., Werres, S., Weber, K. (2013). On-site detection of *Phytophthora* spp. - single-stranded target DNA as limiting factor to improve on-chip hybridization. *Microchimica Acta*, DOI 10.1007/s00604-013-1107-3; <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00604-013-1107-3>

„Entwicklung eines biotechnologischen Pflanzenschutzmittels zur Bekämpfung von Oomyceten“ (Biotechoomy)

„Development of a biotechnological plant protection agent for the control of oomycetes“ (Biotechoomy)

Projektlaufzeit

01.03.2013 bis 28.02.2016

Projektkoordinator, Institution

Dr. Stefan Kunz
Bio-Protect GmbH, Konstanz

Einzelvorhaben

Kurzfassung

Ziel

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist 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 ist dabei *Phytophthora infestans*, der Erreger der Braunfäule an Tomate und der Kraut- und Knollenfäule an Kartoffel. Weitere Zielorganismen sind falsche Mehltausalpilze 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 sollen vorhandene Bakterien- und Hefestämmen mit bekannter antagonistischer Wirkung zu einem praxistauglichen Produkt weiterentwickelt werden. Nach der Artbestimmung der Isolate und Literaturstudien wurden acht Mikroorganismen (sechs Bakterienstämme und zwei Hefestämmen) 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 werden nun auf wirtschaftliche Produzierbarkeit (Fermentation, *Downstream processing*) geprüft und geeignete Formulierungen werden entwickelt.

Die einzelnen Produktionsschritte (Medienzusammensetzung, Fermentationsverfahren, *down-stream processing*) werden mit einem Biotest auf Wirkungsverstärkung bzw. Wirkungsverlust überprüft. Der Biotest wird mit *Phytophthora infestans* Sporangien an Tomatenblattscheiben durchgeführt. Zusätzlich zu den vorgesehenen Blattscheibentests wurden Sporangienkeimungstests auf Objektträgern (in vitro) etabliert.

Durch die Bearbeitung von acht unterschiedlichen Mikroorganismen soll herausgefunden werden, ob es allgemeine wirksamkeitsfördernde Prozessfaktoren gibt, oder ob diese stammspezifisch sind. Ausgewählte Testpräparate werden in Gewächshaus- und Freilandversuchen auf Ihre Wirksamkeit gegen Kraut- und Knollenfäule an Kartoffel und falschen Mehltau der Weinrebe und Gurke geprüft.

Ergebnisse

Für die ausgewählten acht Mikroorganismenstämme wurden die Wachstumsbedingungen optimiert. Temperaturoptima und Medienoptimierung wurde in Schüttelkolbenversuchen durchgeführt. Zunächst wurden diverse Medien getestet, die standardmäßig in der Mikrobiologie verwendet werden. Einzelne Kohlenstoff- und Stickstoffquellen wurden dann gezielt substituiert. Nur drei der acht Stämme wachsen in einem Medium ohne organische Stickstoffverbindungen, welches kostengünstig wäre. Auch bei diesen drei Stämmen verbessert die Zugabe von organischen Stickstoffverbindungen das Wachstum deutlich, so dass die Medienoptimierung mit komplexen Medien mit organischen Stickstoffquellen fortgesetzt wird.

Weiterführende Versuche zur Formulierung und Wirksamkeit wurden bisher mit den Bakterienstämmen CFR39 und NA101 sowie den Hefestamm 2H13 durchgeführt. Dafür wurden Fermentationsprotokolle und Aufarbeitungsstrategien entwickelt.

Zur Verbesserung der Lagerstabilität und zur Optimierung der Ausbringung wurden verschiedene Formulierungshilfstoffe überprüft. Dabei konnte eine Formulierungshilfe identifiziert werden (BP-Formulierungshilfe), die für das Bakterium CFR39 die Lagerstabilität in Flüssigformulierung deutlich erhöht und auch die Wirksamkeit verbessert. Beim Hefestamm 2H13 verbessert sich die Lagerstabilität durch die BP-Formulierungshilfe nicht. Für den Hefestamm erwies sich die Gefriertrocknung als geeignete Methode zur Generierung lagerstabile Testpräparate für die Biotests bzw. Freilandversuche.

Zwei Testpräparate mit dem Bakterienstamm CFR39 und die dazugehörige Leerformulierung („BP-Formulierungshilfe“) wurden auf Wirksamkeit gegen *Plasmopara viticola* an Topfreben im Vergleich zu Kocide Opti (Kupfer) in jeweils drei Konzentrationen getestet. Das formulierte Bakterium reduzierte die Befallshäufigkeit in der höchsten Konzentration signifikant um 62 % und war damit wirksamer als die Leerformulierung (WG 39 %) oder das Kupferpräparat Kocide Opti in der geringeren Konzentration (WG 57 %). Nur die hohe Kupferkonzentration erzielte eine bessere Wirkung. Damit wurde mit dieser ersten Testformulierung ein vielversprechendes Ergebnis erzielt. In 2014 werden mit Testpräparaten auf Basis von CFR39, NA101 oder 2H13 im Freiland gegen *Phytophthora infestans* an Kartoffeln und in Gewächshausversuchen gegen falsche Mehltaupilze an Gurke und

Weinrebe geprüft. In Zukunft sollen auch Kombinationen aus Mikroorganismen und Kupfer getestet werden, um die Möglichkeit von Kombinationsstrategien zur Kupferreduktion zu prüfen.

(Geplante) Verwertung

Gelingt es einen geeigneten Wirkorganismus zu identifizieren und die Datenbasis für das Produktionsverfahren zu generieren sind nach Ablauf des Projektes weitere Entwicklungsschritte bis zum Verkauf des biotechnologischen Fungizids notwendig. Mit einer Markteinführung ist frühestens 5 Jahre nach Projektende zu rechnen.

Trotzdem können bei einem Einsatz in mehreren Zielkulturen dann Umsätze erzielt werden, die eine solche Investition rechtfertigen und zu einer Refinanzierung der Investitionskosten sowohl für die entwickelnde Firma Bio-Protect GmbH als auch für potenzielle Lizenznehmer führen werden. Nach dem Geschäftsmodell der Bio-Protect GmbH wird das Präparat an einen Produzenten oder Vermarkter in Lizenz gegeben, der Zulassung, Produktion und Vermarktung übernimmt.

Sektion 5: Bienengesundheit

„Entwicklung eines klimabasierten Prognosemodells zur Risikoeinschätzung der Nosemose“ (Kli-Nos)

„Development of a climate-based prognosis model to predict the risk of Nosema-infection of the honey bee“

Projektlaufzeit

01.06.2012 bis 31.05.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Andreas Linde

Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde (HNEE), Ebertswalde

Verbundpartner

PD Dr. Elke Genersch

Länderinstitut für Bienenkunde (LIB), Hohen Neuendorf

MeteoGroup Deutschland GmbH, Berlin

Kurzfassung**Ziel**

Ziel des Verbundvorhabens ist die Entwicklung eines Modells, mit dem klimatische Faktoren und Daten zur Prävalenz und Ausbreitung von Mikrosporidien-Infektionen (*Nosema* spp.) in der deutschen Bienenpopulation korreliert und für die Vorhersage des Risikos einer Nosemose-Erkrankung der Honigbiene genutzt werden können. Grundlage dieses Modells ist die Analyse der Zusammenhänge zwischen der Befallshäufigkeit von Bienenvölkern durch die Parasiten *Nosema apis* und *Nosema ceranae* bzw. dem Ausbruch der Nosemose und den Witterungsbedingungen am Ort des Bienenstands, erfasst über ortsnahе Wetterstationen des Projektpartners MeteoGroup.

Eigene Vorarbeiten haben zu der Hypothese geführt, dass die Virulenz und Durchsetzungsfähigkeit von *Nosema ceranae*, einem zu fatalen Infektionen führenden Darmparasiten der Honigbiene, entscheidend von klimatischen Faktoren beeinflusst werden.

Das Projekt **Kli-Nos** untersucht retrospektiv eine Korrelation der Prävalenz des Erregers mit Wetterparametern und verifiziert die identifizierten Parameter im Laborexperiment. In der Folge wird prospektiv das Auftreten dieser Bienenseuche anhand der Witterungsbedingungen antizipiert und die fortschreitende Verbreitung von *N. ceranae* abgebildet (Epidemiologie). Dadurch wird den Imkern ein *Nosema*-„Frühwarnsystem“ an die Hand gegeben, das es ihnen ermöglichen soll, der Nosemose mit imkerlichen Maßnahmen vorzubeugen oder Anti-Nosemose-Wirkstoffe rechtzeitig und gezielt einzusetzen.

Realisierung

Der Befall von ca. 250 Bienenvölkern mit *Nosema apis* bzw. *N. ceranae* wird nun bereits seit 10 Jahren vom Länderinstitut für Bienenkunde mehrmals im Jahr erfasst. Diese Daten werden mit Klimadaten der Standorte der Bienenvölker, die von MeteoGroup zur Verfügung gestellt werden, an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde analysiert. Es wird bestimmt, welche dieser Faktoren mit dem Auftreten der Nosemose korrelieren.

Die deskriptiven und explorativen Datenanalysen werden mit dem Programm R durchgeführt. Dabei werden die entscheidenden Parameter identifiziert und ergänzend Laboruntersuchungen (bioassays) zum direkten Einfluss der Faktoren auf die Vitalität der Sporen von *Nosema spp.* und die Entwicklung des Parasiten in infizierten Bienen durchgeführt. Eine raumbezogene Auswertung der Nosemose-Befallssituation dient der Abbildung von Mustern sowie zur Umsetzung der Modelle in praxisrelevante Prognosewerkzeuge.

Ergebnisse

Die Infektion eines neuen Wirtsorganismus (hier: *Apis mellifera*; Honigbiene) erfolgt durch die orale Aufnahme von Sporen der Mikrosporidien, die im Kot infizierter Tiere enthalten sind. Diese Sporen stülpen in einem geeigneten Wirt einen Infektionsschlauch aus, der die Zellmembran der Darmzellen durchdringt und durch den der Sporenhalt (der eigentliche Parasit) in die Wirtszelle injiziert wird.

Die Laborversuche haben gezeigt, dass dieser entscheidende Vorgang durch niedrige Temperaturen (unter 4 °C) gestört wird: Die Ausstülpung des Infektionsschlauchs und somit die Infektiosität, insbesondere der Sporen von *Nosema ceranae*, wird deutlich reduziert.

Auf der Ebene der Bienenvölker zeigen die Infektionsraten beider *Nosema spp.* eine ausgeprägte Saisonalität: Im Frühjahr ist die Prävalenz deutlich höher als im Herbst und in fast allen Jahren ist die Prävalenz von *N. apis* höher als von *N. ceranae*. In 2007 jedoch, einem Jahr mit einem ungewöhnlich milden Winter, lag die Prävalenz von *N. ceranae* deutlich über der von *N. apis*. In den Jahren nach 2007 wird ein signifikanter Trend

sichtbar: Die Prävalenz von *N. apis* ist zwar höher als die von *N. ceranae*, nimmt aber stetig ab, während die Prävalenz von *N. ceranae* stetig zunimmt. Dies lässt vermuten, dass *N. ceranae* in Deutschland mittelfristig häufiger als *N. apis* sein wird. Aus südeuropäischen Ländern wird eine solche „Verdrängung“ ebenfalls berichtet.

Wir haben die Wirkung verschiedener Wetterparameter und auch der North Atlantic Oscillation (NAO) auf die Prävalenz der beiden *Nosema* spp. geprüft. Heiße Sommer haben einen positiven Einfluss auf die Prävalenz von *N. ceranae* (und keinen signifikanten Einfluss auf *N. apis*). Deutlich wurde ein Einfluss der Wintertemperaturen: Sehr kalte, aber auch ungewöhnlich milde Wintertage haben einen negativen Einfluss auf die Prävalenz von *N. ceranae*, während die Prävalenz von *N. apis* positiv mit kalten Winterperioden korreliert.

Auch die NAO gestattet eine recht genaue Vorhersage der Prävalenzen. Neben direkten Auswirkungen der Temperatur auf die Infektiosität der Sporen sind offenbar indirekte Effekte bedeutsam: Bei milden Wintertemperaturen entleeren Bienen ihren Darm außerhalb des Stocks. Bei großer Kälte geschieht dies innerhalb des Stocks, wodurch das Infektionsrisiko der Bienen durch im Kot befindliche Sporen erhöht wird.

Auf der Basis der Ergebnisse wird ein Modell entwickelt, welches auf der Grundlage von Wetterdaten eine regionale Prognose des Infektionsrisikos und entsprechende, imkerliche Gegenmaßnahmen gestatten wird.

(Geplante) Verwertung

Das zu entwickelnde Prognosemodell stellt eine Neuentwicklung dar und besitzt damit ein hohes Verwertungspotential, dessen Größe weitgehend abhängig von regionalen Problemen mit der Bienengesundheit und den daraus folgenden Nutzungen sein wird.

Die MeteoGroup Deutschland GmbH als Projektpartner ist hervorragend aufgestellt und verfügt über entsprechende praktische Erfahrungen (z.B. Pflanzenschutzprognose), um die Mitentwicklung des „Frühwarnsystems“ zu sichern. Die Einbindung der Informationen zur Aktivität von Bienen und dem wetterbedingten Risiko einer Infektion mit *Nosema* spp. in Online-Portale soll über die Nutzung einer bestehenden technischen Infrastruktur erfolgen.

Den zu erzielenden Ergebnissen, vor allem der Datenanalyse und Modellentwicklung, wird dabei eine große Bedeutung im Sinne einer allgemeinen Methodik für die Entwicklung und Prüfung weiterer Prognosemodelle für verschiedenste Erkrankungen bei Bienen und anderen Nutzinsekten beigemessen.

„Entwicklung innovativer Verfahren zur Messung und Vorhersage der Vitalität von Bienenvölkern“ (BiVi)

„Development of innovative procedures for measurement and prediction of the vitality of bee colonies“

Projektlaufzeit

01.04.2011 bis 31.12.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Kaspar Bienefeld

Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e. V., Hohen Neuendorf

Verbundpartner

Prof. Dr. G. Kamp

AMP-Lab GmbH, Mainz

Dr. J. Winkler

BioChem agrar GmbH, Machern

Dr. G. Lüth

Lüth & Dümchen Automatisierungsprojekt GmbH, Berlin

Kurzfassung

Ziel

Ziel unseres Projektes ist es, Indikatoren zu finden, mit deren Hilfe Stress im Bienenvolk gemessen und der Einfluss auf die mittelfristige Entwicklung der Volksstärke prognostiziert werden kann. Durch solche Kriterien könnte die Stärke eines Stresszustandes auch in Fällen stichhaltig beurteilt werden, in denen es nicht möglich ist, die Auswinterung der Bienenvölker abzuwarten.

Bisher wird die Stärke von Bienenvölkern durch Personen subjektiv abgeschätzt. Ein Verbundpartner arbeitet an der computergestützten Erfassung der Volksstärke von Bienenvölkern. Hierbei ist das Ziel, die Größe von Bienenvölkern genauer und schneller zu erfassen. Dies würde insbesondere Versuche zur Zulassungsprüfung neuer Pflanzenschutzmittel erleichtern.

Realisierung

Wir haben 186 Bienenvölker verschiedenen Stressoren ausgesetzt. In Zuckerlösung aufgelöste Pflanzenschutzmittel wurden an Bienenvölker verfüttert bzw. die Völker einer erhöhten Belastung durch die Milbe *Varroa destructor* ausgesetzt. Im Juni/Juli (Bonitur 1) sowie im August/September (Bonitur 2) wurden Proben aus den Völkern entnommen (Abb. 1) und untersucht. Hierbei wurden ca. 40 Parameter von der Volksstärke bis zu einzelnen Enzymen erfasst.

Die untersuchten Parameter deckten die Bereiche des Ernährungszustandes des Volkes, der Eilage der Königin, der Brutaufzucht und der Überwinterungsfähigkeit ab. Im Einzelnen wurden Lernversuche mit Bienen durchgeführt, die Futtersaftdrüsen sowie der Futtersaft untersucht, Flug- und Immunenzyme analysiert, der Vitellogeningehalt der Haemolymphe und der Methylierungsgrad der DNA bestimmt, Asymmetriemessungen vorgenommen, die Fruchtbarkeit der Arbeiterinnen ermittelt, die Volksstärke geschätzt und die Körperreserven von Winterbienen gemessen.

Zur computergestützten Erfassung der Volksstärke wurden Untersuchungen zur optimalen Bildqualität mit einer Aufnahmebox durchgeführt. Verschiedene Objektive, Beleuchtungen und Abstände zu den Kameras wurden ausprobiert. Für die Auswertung der Aufnahmen wurden unterschiedliche Methoden der Zellfindung, der Zell- und der Bienenerkennung getestet.



Abb. 1: Probennahme am Bienenvolk

Ergebnisse

Ein einfaches Merkmal zur Erfassung der Vitalität von Bienenvölkern ist es, das Überleben der Völker über Winter und damit die Anzahl der Bienen im folgenden April zu messen.

Die Analysen der Daten der Pflanzenschutzmittelversuche zeigten signifikante Zusammenhänge zwischen Merkmalen der Hypopharynxdrüse sowie der Ovarien mit dem Überleben der Völker.

Es sind Beziehungen zwischen Futtersaftkomponenten sowie dem Gehalt an einem Immunenzym und der Anzahl der Bienen zum Zeitpunkt der Auswinterung der überlebenden Völker vorhanden. Einen deutlich stärkeren Zusammenhang als mit den oben dargestellten potentiell neuen physiologischen Indikatoren gab es zwischen dem klassischen Merkmal der Volksstärke zum Zeitpunkt der Bonitur 2 und dem Überleben des Volkes.

Im Versuch mit erhöhter Belastung durch die Milbe *Varroa destructor* zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen Futtersaftkomponenten, einem Immunenzym, einem Flugenzym und der Anzahl an Bienen zur Bonitur 2. Das Überleben des Volkes hing mit dem Gehalt eines Immunenzyms und dem Vitellogeningehalt der Haemolympe zusammen.

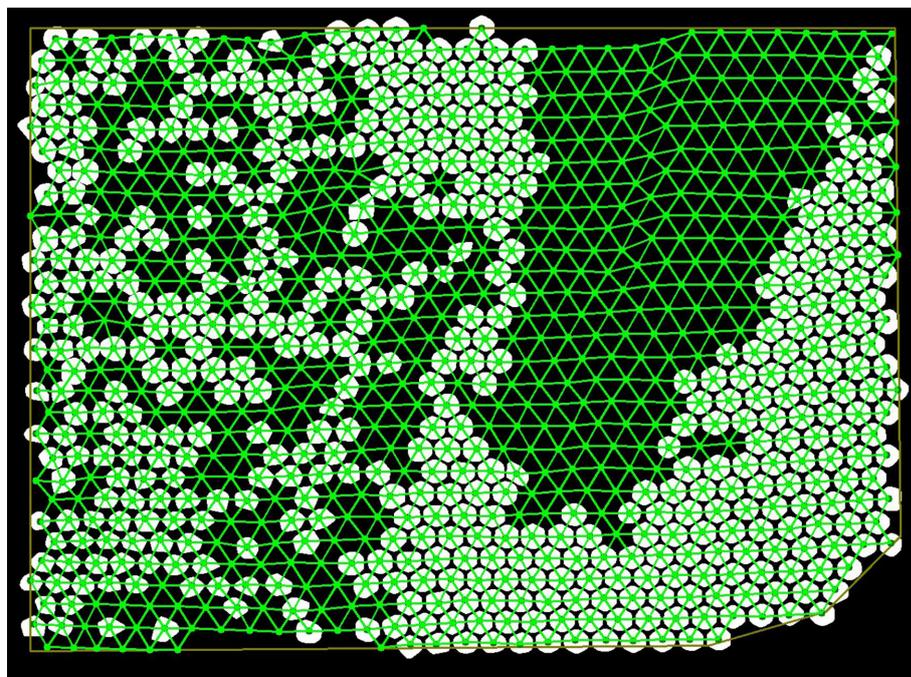


Abb. 2: Computerausgabe zur Zellfindung einer Bienenwabe

Trotz der Vielzahl der Indikatoren, und obwohl diese alle Vitalfunktionen des Bienenvolkes abgreifen, konnten wenige starke und wiederholbare Zusammenhänge mit dem Überleben bzw. der Auswinterungsstärke der Bienenvölker aufgezeigt werden. Die hier vorgeschlagenen potentiellen Indikatoren scheinen die bisherigen Volksstärkeschätzungen nicht zu ersetzen, sondern eher zu ergänzen.

Für die computergestützte Erfassung der Volksstärke wurde eine Aufnahmebox mit Beleuchtungsset und integrierten Kameras gebaut. Mit der Aufnahmebox werden der Zustand der Waben eines Bienenvolkes sowie die ansitzenden Bienen dokumentiert. Zur Auswertung der Aufnahmen ist neben der Bienenerkennung die Zellfindung und Klassifikation der Zellen der Wabe notwendig.

Die entwickelte Methode der Zellfindung basiert auf dem Aufspannen eines Gitternetzes mit Nachbarschaftsbeziehungen (Abb. 2) und funktioniert sowohl bei unverdeckelten als auch bei verdeckelten Zellen sehr gut. Die zur Zellklassifikation entwickelte Methode unterscheidet sehr gut zwischen unverdeckelten Zellen, Zellen mit verdeckeltem Honig und Zellen mit verdeckelter Brut. Die Methode zur Ermittlung der Anzahl der auf der Wabe befindlichen Bienen ist noch in Arbeit, sie zeigt bereits erfolgsversprechende Ansätze.

Geplante Verwertung

Es ist geplant die Hard- und Software zur computergestützten Erfassung der Volksstärke von Bienenvölkern zu vermarkten. Ebenso ist angedacht, Analyseverfahren zur Messung biochemischer Parameter bei Honigbienen kommerziell zu nutzen.

„Referenzsystem für ein vitales Bienenvolk“ (FITBEE)**„Reference system for a healthy honey bee colony“****Projektlaufzeit**

01.04.2011 bis 31.08.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Annette Schroeder
 Universität Hohenheim
 Landesanstalt für Bienenkunde, Stuttgart

Verbundpartner

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
 Bieneninstitut Kirchhain, Kirchhain

Polytechnische Gesellschaft Frankfurt am Main
 Institut für Bienenkunde Oberursel, Oberursel

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 Institut für Biologie, Bereich Zoologie, Halle (Saale)

Universität Hohenheim
 Landesanstalt für Bienenkunde, Stuttgart

Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
 (LAVES)
 Institut für Bienenkunde Celle, Celle

Dienstleistungszentrum ländlicher Raum Westerwald-Osteifel
 Fachzentrum Bienen und Imkerei, Mayen

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
 Fachzentrum Bienen, Veitshöchheim

Syngenta Agro GmbH, Maintal

Lechler GmbH, Metzingen

IS Insect Services GmbH, Berlin

BayerCropScience AG, Monheim

BioSolutions Halle GmbH, Halle (Saale)

IP SYSCON GmbH, Celle

Interactive Network Communications GmbH, Frankfurt am Main

Kurzfassung

Ziel

Die in Deutschland periodisch auftretenden erhöhten Winterverluste verdeutlichen eindrucksvoll, dass es Probleme bezüglich der Bienengesundheit gibt. Als Ursachen werden eine Kombination von Umweltparametern wie Klima, Nahrungsverfügbarkeit und Pflanzenschutzmitteln (PSM) sowie Bienenkrankheiten vermutet.

Im Zentrum unseres Verbundprojektes steht das gesunde, vitale Bienenvolk „FIT BEE“. Unser Ziel war es, die komplexen Wechselwirkungen zwischen Einzelbienen, Bienenvolk, Bienenkrankheiten und Umweltparametern besser zu verstehen und daraus die Bedingungen für einen guten Bienenstand und für ein gesundes Bienenvolk zu definieren. Aufbauend auf diesen Forschungsergebnissen sollten praxisnahe Lösungen für die Imkerei entwickelt werden, um (a) Standorte aus imkerlicher Sicht besser beurteilen zu können und (b) durch gezielte Maßnahmen negative Einflüsse eines Standortes zu reduzieren.

Realisierung

Zur Realisierung dieser Ziele wurden zum einen Diagnosewerkzeuge entwickelt, mit denen sowohl die Gesundheit der Bienenvölker als auch die Eignung eines bestimmten Standortes beurteilt werden können. Darüber hinaus wurden für die zentralen Probleme der Bienengesundheit – Nahrungsversorgung, Bienenkrankheiten, PSM - nachhaltige Verfahren entwickelt, mit denen die Standortqualität und Bienengesundheit signifikant verbessert werden können.

Ergebnisse

1. Diagnosewerkzeuge

- Es wurde ein „Heimfinde-Test“ auf der Basis von RFID's (radio-frequency identification) entwickelt, mit dem spezielle Verhaltensparameter, die mit der Vitalität der Bienen korreliert sind, erfasst werden können.
- Es wurde eine Multi-PCR-Methode für die gleichzeitige Analyse von 11 Bienenviren und für zwei Nosema-Arten (intrazelluläre Darmparasiten) entwickelt. Diese

ist deutlich preiswerter und schneller als die bisher verwendete halbquantitative MLPA bzw. rt-PCR.

- Es wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem sowohl die Bienendichte als auch der „Verflug“ von Bienen zwischen Bienenvölkern quantifiziert und damit die Gefahr für die Ausbreitung von Bienenkrankheiten beurteilt werden kann.

2. Applikationsverfahren zum Schutz vor Bienenkrankheiten und PSM

- Die parasitische Varroamilbe ist das derzeit größte Problem für die Bienengesundheit. Mit der Identifizierung des weiblichen Varroa-Sexualpheromons (Patent angemeldet), haben wir den ersten biologischen Bekämpfungsansatz entwickelt. Erste Praxisversuche bestätigen, dass wir bei überdosierter Applikation des Sexualpheromons die Paarung und damit den Reproduktionserfolg des Parasiten stören können.
- Es wurde ein Applikationsverfahren für PSM unter Einsatz abgehängter Düsen („Droplegs“) für den Einsatz im Rapsanbau entwickelt, die die PSM erst unterhalb der Blütenebene freisetzen. Damit kann eine Blütenbehandlung im Raps durchgeführt werden, ohne dass die Spritzbrühe die Blüten trifft. Die bisher gewonnenen Ergebnisse zeigen klar, dass dadurch die Belastungen von Pollen und Nektar erheblich reduziert werden und Bienen weniger in Kontakt mit PSM kommen.
- Das Fachinformationssystem FIS wurde etabliert. Es erfasst bislang die Daten zur Volksentwicklung, Volksgesundheit, Rückständen in Pollen und Honig, botanischer Herkunft des Pollen und Honigs sowie den Honigertrag. Anhand dieser Daten werden allgemein anwendbare Hilfen zur Beurteilung von Standorten für Bienenvölker formuliert („FIT BEE Standort“). Die Datenbank soll nach Abschluss des Projektes über die sogenannte „*Plattform as a Service (PaaS) Technologie*“ für externe Imker sowie weitere Forschungsinstitute nutzbar sein.
- Ein Monitoringsystem zur Dokumentation des Nahrungseintrags in Abhängigkeit zu Jahreszeit und Wetter wurde etabliert und verschiedene Klimaparameter hinsichtlich ihrer Bedeutung analysiert.

(Geplante) Verwertung

1. Diagnosewerkzeuge

- Der „Heimfindetest“ kann als Testtool für die Entwicklung neuer PSM („Bee Safety“) sowie von geschultem Personal zur Früherkennung von subletalen Effekten bei Bienenkrankheiten und/ oder Pflanzenschutzanwendungen verwendet werden.
- Mit der neu entwickelten qualitativen Multi-PCR-Methode lassen sich beim Auftreten von Gesundheitsproblemen relativ einfach und preiswert eine große Zahl an Einzelproben analysieren und damit die Prävalenz und ggf. Ausbreitung der wichtigsten Krankheitserreger erfassen. Insbesondere können so „Problemregionen“ (hohe Bienendichte, viele Wanderimker) vorbeugend analysiert werden.

2. Applikationsverfahren zum Schutz vor Bienenkrankheiten und Pflanzenschutzmittel

- Eine biologische Varroabekämpfung auf der Basis von Sexualpheromon soll während der Saison eingesetzt werden und wäre damit eine ideale Ergänzung der

bestehenden integrierten Bekämpfungskonzepte. Die Applikation des Sexualpheromons ist einfach und die Substanzen sind hinsichtlich Nebenwirkungen unproblematisch. Nach Abschluss der Feldtests wird eine Zulassung für dieses erste biologische Varroabekämpfungsmittel angestrebt.

- Das Dropleg-Verfahren ermöglicht einen zielgerichteten und nützlingsschonenden PSM-Einsatz, eine bessere Wirkstoffverteilung und einen erhöhten Gewässerschutz. Das Verfahren stößt auf enormes Interesse und wird bereits in der Praxis eingesetzt. Darüber hinaus wird es aufgrund der Abdriftreduktion (95 % im Raps, die Anerkennung als abdriftminderndes Verfahren ist beantragt) eine Initialzündung für andere Anwendungsbereiche im Sinne der agrarpolitischen Reduktionsprogramme darstellen.
- Für das Fachinformationssystem FIS gibt es eine breite Zielgruppe von interessierten Bürgern über Imker bis hin zur Veterinär- und Forschungseinrichtungen. Dies lässt eine häufige und langfristige Nutzung auch nach Ende der Projektlaufzeit erwarten.
- Mit dem Prognosemodell auf der Basis von Witterungsfaktoren und Nahrungseintrag werden spezifische Informationen für bestimmte Regionen erstellt. Vor Standorten und Zeiträumen mit geringem Nahrungsangebot kann gewarnt werden und anhand ausgewählter Klimadaten können Termine für eine optimale Varroabekämpfung vorgeschlagen werden.

„Entwicklung und Validierung eines non-invasiven, verhaltensbasierten Diagnostiktools zur Ermittlung der Bienenfitness“ (IDEA)

„APIS – a new tool for diagnostics and assessment of honey bee fitness“

Projektlaufzeit

01.04.2011 bis 31.10.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. C. Giovanni Galizia
Universität Konstanz, Konstanz

Kurzfassung

Ziel

Rund 80 % der heimischen Blütenpflanzen und viele Kulturpflanzen, insbesondere Obstbäume, sind auf die Fremdbestäubung durch Insekten angewiesen. Unter den bestäubenden Insekten sind Honigbienen besonders prominent und stellen einen wichtigen wirtschaftlichen Faktor für den Agrarsektor dar (Klein 2007; Gallai 2009; Losey 2006). Darüber hinaus sind sie jedoch auch bedeutende Landschaftsgärtner, die für die ökologische Vielfalt der heimischen Blütenpflanzen unverzichtbar sind.

Seit etwa 10 Jahren wird intensiv über eine „*pollinator crisis*“ debattiert (Holden 2006), da die – gut quantifizierbare – Zahl der Bienenvölker stetig sinkt (in den westliche Industriestaaten) bzw. nicht in dem Maß steigt, wie der Bedarf an Bestäubern wächst (Aizen 2009). Immer öfter berichten Imker über kranke und geschwächte Bienen, die Völkerverluste im Winter nehmen deutlich zu und haben z.T. 30 % erreicht, weshalb immer häufiger Imker die Bienenhaltung aufgeben. Das Thema hat insbesondere seit dem Dokumentarfilm „More than Honey“ im Jahr 2012 auch die Öffentlichkeit aufgeschreckt und wird seitdem intensiv diskutiert. Mögliche Gründe für den Rückgang werden bereits seit mehreren Jahren intensiv erforscht: Pestizide (insbesondere die seit den 90er Jahren vermehrt eingesetzten Neonicotinoide) und andere Agrochemikalien, eine immer intensivere Landwirtschaft und damit einhergehende Habitatverluste, Viruserkrankungen, Parasiten wie die Varroamilbe – all diese Aspekte stehen im Verdacht, zum Rückgang der Bienenvölker zumindest beizutragen, wenn nicht der entscheidende Faktor zu sein.

Im Rahmen des Projektes „Entwicklung und Validierung eines non-invasiven, verhaltensbasierten Diagnostiktools zur Ermittlung der Bienenfitness“ wurde ein System entwickelt, das es Imkern und Wissenschaftlern ermöglicht, rasch und einfach den

Gesundheitszustand der Bienen abzuschätzen. Hierzu wird sich zunutze gemacht, dass Krankheiten, Vergiftungen und andere Gesundheitsprobleme in einem frühen Stadium durch einen Rückgang der Lern- und Gedächtnisleistungen charakterisiert sind und daher ein Abfall in der Lernleistung Rückschlüsse auf eine Erkrankung der Bienen zulässt.

Realisierung

Zur Realisierung des Vorhabens wurde ein Gerät entwickelt, mit dem einfach und schnell eine automatische Konditionierung der Honigbienen durchgeführt werden kann. Hierzu wird eine einzelne Biene in eine Konditionierstation gesetzt, in der ihr verschiedene Düfte präsentiert werden. Einer der Düfte wird mit leichten (10V) Elektroschocks kombiniert und die Biene lernt sehr schnell, diesen spezifischen Duft zu vermeiden: Die Tiere zeigen dann eine Fluchtreaktion auf die Präsentation des Duftes.

Qualität und Quantität dieser Fluchtreaktion werden automatisch durch Lichtschranken in der Konditionierstation erhoben und durch ein Computerprogramm ausgewertet. Jede Biene erhält dadurch einen „learning score“, der ihre individuelle Lernleistung bewertet. Dieser „Bienen-IQ“ lässt dann Rückschlüsse auf die Gesundheit sowohl der einzelnen Biene als auch ihres gesamten Stockes zu.

Es ist von entscheidender Bedeutung, dass wir durch die weitgehend automatisierte Herangehensweise die objektive Quantifizierbarkeit des Versuches maximieren konnten. Da die Tiere in der Apparatur hin- und herlaufen können, messen wir mit der Lernleistung sowohl das assoziative Gedächtnis (also die Bewertung eines Duftes aufgrund der vergangenen Erfahrung), als auch das operante Gedächtnis (also die Fähigkeit, aufgrund von externen Reizen ein adäquates Verhaltensmuster zu wählen). Dadurch erfassen wir verschiedene neuronale Netzwerke im Gehirn, was eine hohe Empfindlichkeit bei der Analyse toxischer Wirkungen von Pestiziden erlaubt.

Die Biene (gelbe Pfeilspitze) kann in der Kammer frei hin und her laufen. Das Licht kann gesteuert (hier: blau) und die Biene zeitgenau elektrisch gereizt werden. Düfte (rote Pfeile) können von beiden Seiten zugeführt werden (Abb. 1).

Ergebnisse

Unsere Experimente zeigen, dass es deutliche Unterscheide zwischen pestizidbelasteten und gesunden Bienen hinsichtlich ihrer Lernleistung gibt: Pestizidbelastete Honigbienen haben deutliche Schwierigkeiten, zwischen dem mit Elektroschock kombinierten und einem während der Konditionierung nicht mit einem Elektroschock gepaarten Duft bzw. einem völlig neuen Duft zu unterscheiden. Die pestizidbelasteten Bienen reagieren auf alle Düfte gleich. Gesunde Bienen hingegen fliehen vor dem geschockten Duft, während sie nahezu keine Reaktion auf den nicht-geschockten bzw. den unbekanntes zeigen.

(Geplante) Verwertung

Eine Vorgängerversion des Gerätes wurde erfolgreich publiziert (Kirkerud 2013), wodurch sowohl die Wissenschaftsgemeinde als auch landwirtschaftliche Industrie und Praxis Zugang zu unseren Ergebnissen bekommen hat. Dies ist für die weitere

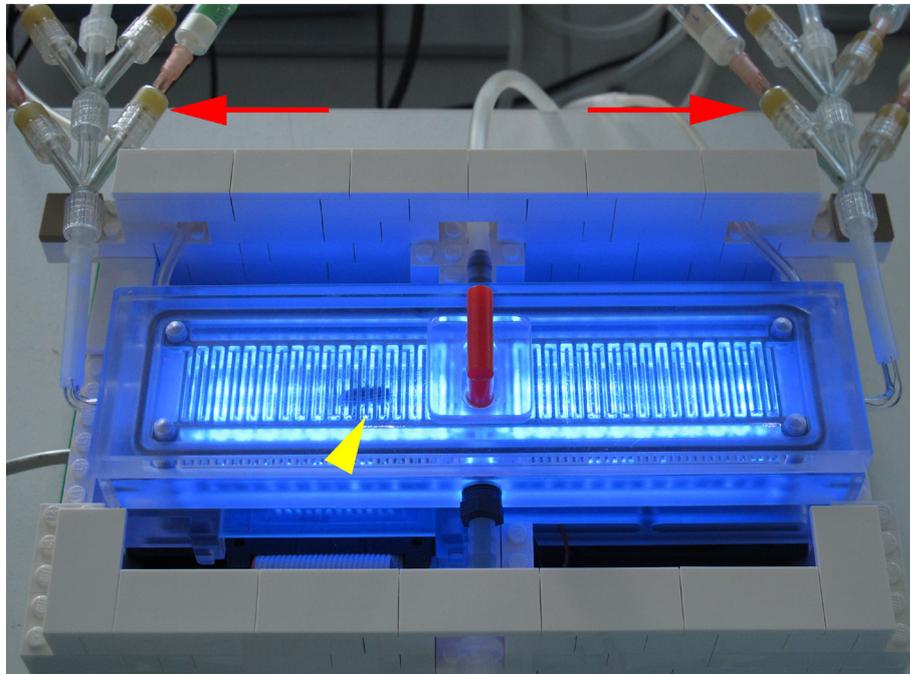


Abb. 1 : Das APIS (Automatic Performance Index System)-Gerät zur automatischen Bienenkonditionierung

Verwertung essentiell. Wir konnten für diese Publikation die Lernleistung der Bienen quantitativ erfassen, um Referenzwerte für die Studien an pestizidbelasteten Bienen zu erhalten. Die hier vorgestellten Daten für pestizidbehandelte Bienen werden die Grundlage bilden, um das Gerät in der Bienenhaltung einsetzen zu können. Das entwickelte Gerät soll dann als Stand-alone-System hergestellt und an Imker, Wissenschaftler und Schulen vertrieben werden.

References

- Aizen MA, Harder LD (2009) The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. *Current Biology* 19(11):915-918.
- Gallai N, Salles JM, Settele J, Vaissiere BE (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol Econ* 68 (3):810-821.
- Holden C (2006) Report Warns of Looming Pollination Crisis in North America. *Science* 314 (5798):397.
- Kirkerud NH, Wehmann HN, Galizia CG, Gustav D (2013) APIS-a novel approach for conditioning honey bees. *Front Behav Neurosci* 7. doi:10.3389/Fnbeh.2013.00029
- Klein A-M, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharntke T (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274 (1608):303-313.
- Losey JE, Vaughan M (2006) The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 56 (4):311-323.

„Partizipative Informationsplattform zum Schutz und zur Förderung von Wild- und Honigbienen“ (gEoBee)

„A participative information platform for protecting and promoting wild bees and honey bees“

Projektlaufzeit

01.02.2012 bis 31.01.2015

Projektkoordinator, Institution

Ingrid Christ

GisEO, Ingenieurbüro Leschke, Ludwigsfelde

Verbundpartner

Burkhard Golla

Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Julius Kühn-Institut (JKI)

Unterauftragnehmer

Henning Reich/Juliane Kummerlöwe

DELPHI IMM, Potsdam

Dr. Birgit Lichtenberg-Kraag

Länderinstitut für Bienenkunde e.V., Hohen Neuendorf (LIB)

Dr. Christoph Saure

Büro für tierökologische Studien, Berlin

Kurzfassung

Ziel

Die Bestäubungsleistung durch Honigbienen, Wildbienen und Hummeln sind sowohl für Kulturpflanzen in der Landwirtschaft als auch für wild wachsende Blütenpflanzen essentiell. Landschaftsnutzung und Landschaftsmanagement können eine erfolgreiche und nachhaltige Bienenhaltung und die Lebensgemeinschaften von Wildbienen positiv wie negativ beeinflussen.

Das Projekt **geobee** hat die Zusammenführung von Informationen und den erleichterten Informationsaustausch zum Schutz von Bienen in der Landwirtschaft als auch die kooperative Nutzung des Agrarraums zum Ziel. Die Basis soll dabei der Aufbau eines

Bienenportals als Informationsdrehscheibe sein, das für Imker, Landwirte und Naturschützer interessante und aktuelle Informationen über eine zentrale Internetadresse liefert. Vorhandene Datenbanken und Informationsquellen aus dem behördlichen Bereich werden über die räumliche Lage verknüpft (Geodaten), so dass sich Informationen zur aktuellen natur- und agrarräumlichen Situation lokalisieren und zusammengefasst für einen Standort visualisieren lassen.

Landwirtschaft

Kleinstrukturen

PSM - Strategieprüfer



Quelle: Chr. Saure



Quelle: Chr. Saure

Das Verzeichnis regionalisierter Kleinstrukturen ist eine Beschreibung der Agrarlandschaft, bei der das Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen mit den Ländern und Gemeinden naturbetonte Kleinstrukturen erfasst hat. Kleinstrukturen in der Landschaft sind Hecken, Streuobstwiesen, Kleingehölze, nicht genutztes Grünland, Gewässerrandstreifen etc., die regional sehr unterschiedlich sein können. Sie prägen unsere Kulturlandschaft und sind für die Landwirtschaft von besonderer Bedeutung.

Pflanzenschutzmittel sollen so wenig wie möglich in den Naturhaushalt eingreifen, d.h. es sollen über die zu bekämpfenden Schädlinge und Krankheiten hinaus keine anderen Tiere und Pflanzen und Mikroorganismen geschädigt werden. Man spricht von Nichtzielorganismen. Betroffene Nichtzielorganismen können sich jedoch nach der Behandlung eines Feldes erholen, allerdings nicht einzelne Insekten, sondern nur ihr Auftreten insgesamt, ihre Population. Eine Wiedererholung hängt vor allem von den Strukturen am Feldrand ab, von denen die Tiere wieder einwandern, nämlich von den Hecken, Streuobstwiesen usw. Um diese Saumbiotope zu schützen, wird die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln geregelt. In Anwendungsbestimmungen wird beispielsweise festgelegt, eine bestimmte abdriftmindernde Technik anzuwenden oder einen Mindestabstand zu angrenzenden Flächen einzuhalten.

Eine der wesentlichen Aufgaben der am Zulassungsverfahren beteiligten Behörden liegt darin, einen sachgerechten Pflanzenschutz zu verwirklichen, der im Einklang mit Umwelt-, Natur- und Landschaftsschutz steht. Um Widersprüche zwischen Anwendungsbestimmungen und Natur- und Landschaftsschutz zu vermeiden, wurden für solche Regionen Ausnahmeregelungen geschaffen, die mit Saumstrukturen gut ausgestattet sind. Diese Ausnahmeregelungen sollen die Neuanlage und Vernetzung bestimmter Biotope und ökologischer Ausgleichsflächen durch den Landwirt fördern.

Neue Datenbanken, als Element der Internetplattform, sollen sukzessive durch aktive Beteiligung von Imkern und Landwirten erstellt werden (z.B. Neueingabe von Wildbienen-Lebensräumen). Darüber hinaus zielt das Webportal auf einen Austausch zwischen den bislang getrennt handelnden Akteuren, indem das gemeinschaftliche Handeln gefördert wird, z.B. im Kontext der Bestäubung landwirtschaftlicher Nutzflächen sowie im Kontext des Informationsaustausches zwischen benachbarten Landwirten und Imkern beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln.

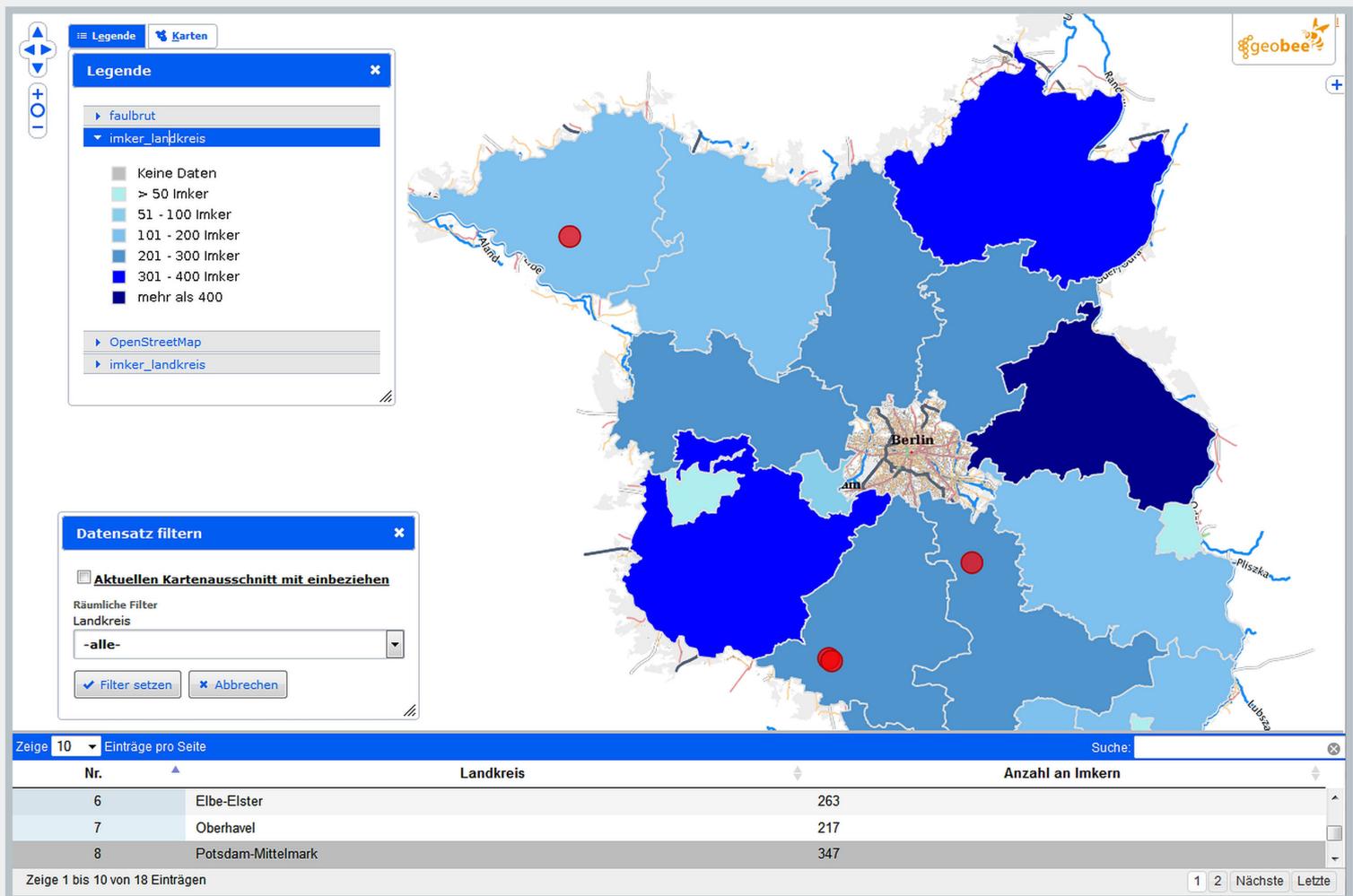


Abb. 2: geobee Kartenanwendung: Anzahl Imker je Landkreis

Realisierung

Es wurden mehr als zehn Anwendungsfälle konzipiert, die für unterschiedliche Nutzergruppen jeweils große Relevanz aufweisen. Das Hintergrundwissen zu den einzelnen

Anwendungsfällen und deren wissenschaftliche Einschätzung ist auf der Website beschrieben und in den meisten Fällen als interaktive Kartenanwendung umgesetzt.

Die Implementierung der Kartenanwendung erfolgt auf Basis von freier Software (Open-Source) und als offenes Bienenportal, das allgemeinere Informationen für alle Nutzer und detailliertere Angaben und Angebote (bspw. die Bestäubungsbörse) nur für registrierte Nutzer bietet. Das hierfür entwickelte Rollen- und Rechten-Konzept ist für die Einhaltung der Richtlinien zum Datenschutz von zentraler Bedeutung.

In einer ersten Realisierungsphase erfolgte die Zurverfügungstellung von aktuellen und verlässlichen Informationen, auf die mit Hilfe von standardisierten Schnittstellen zugegriffen wird (Web Feature Service - WFS) und die als internet-basierte Themenkarten dargestellt werden. Beispiele für die Themenkarten sind ‚ökologisch defizitäre Agrarräume aufgrund der mangelnden Ausstattung mit wertvollen Kleinstrukturen‘ vom JKI oder das ‚Vorkommen von Trachtpflanzen‘, auf der Basis der Pollenanalyse von Honigproben durch das LIB.

Die Kartenanwendung wird über eine Konfigurationsdatei gesteuert, die einfach zu editieren ist und dazu führt, dass alle Kartenanwendungen das gleiche Layout und die gleiche Bedienung der Features, wie Navigation oder Ortssuche, haben. Darüber hinaus bietet die Anwendung auch die Möglichkeit der Datenfilterung nach inhaltlichen oder räumlichen Kriterien und das Hinzuladen von weiteren Themenkarten (u.a. Naturschutzgebiete, Faulbrutgebiete, Verteilung von ökologischem Landbau oder die Verteilung der Lebensräume von Wildbienen), um individuelle Fragestellungen zu betrachten.

In einer zweiten Realisierungsphase wurde mit der softwaretechnischen Umsetzung einer sogenannten Kooperationsbörse begonnen, die es in dieser Form bisher noch nicht gibt. Der Landwirt erhält die Möglichkeit Imkern mit Bienenstandorten innerhalb eines bestimmten Radius über bevorstehende Aktionen zu informieren. Der Imker kann sich an einem regionalisierten Newsletter anmelden, um diese Informationen zu erhalten. Somit können Imker rechtzeitig zu bevorstehenden Aktionen informiert werden und ggf. Vorsorge treffen und Landwirte können ggf. ihre Maßnahmen anpassen.

In einer dritten Realisierungsphase wird eine mobile, bienenrelevante Standortinformation umgesetzt. Diese Anwendung bietet für alle Zielgruppen die Möglichkeit über ein Smartphone oder ein Tablet bienenrelevante Informationen zum Standort abzufragen. Dies bringt vielfältige Informationen für alle Akteure, wie Landwirte, Imker und Naturschützer mit sich.

Ergebnisse

Mit der Realisierung des Webportals zum Bienenschutz in der Landwirtschaft ist es gelungen Informationen aus unterschiedlichen Bereichen, aber insbesondere Informationen für unterschiedliche Akteure gebündelt zur Verfügung zu stellen. Das Bienenportal bietet die Möglichkeit sich Informationen der Themenkarten für individuelle, standortbezogene Fragestellungen zusammenzustellen, ohne diese Informationen aus

verschiedenen Plattformen oder direkt bei einzelnen Behörden abzufragen. In einigen Gesprächen mit Vertretern aus der Landwirtschaft und Imkerei wurde bekräftigt, dass der Wunsch nach kooperativen Vereinbarungen zwischen den Akteuren im Agrarraum vorhanden ist, aber diese bisher technisch nicht in der Lage sind.

Die Umsetzung als offenes, generisches System, das auf OpenSource Komponenten basiert, entspricht einer modernen serviceorientierten Architektur und erfüllt die Standards, um eine einfache Integration von weiteren Daten zu gewährleisten. Gerade im Zuge von INSPIRE wird davon ausgegangen, dass noch mehr Informationen als sogenannte GeoWebDienste von den Behörden bereitgestellt werden. Dies hat den enormen Vorteil, dass diese einfach zu integrieren sind, wobei die Qualitätsprüfung als auch die Datenpflege beim Datenlieferanten bleibt. Damit kann die Informationsdrehscheibe über die Projektlaufzeit mit relativ geringem Aufwand weiter betrieben werden. Eine wesentliche Aufgabe innerhalb der Restlaufzeit wird noch weitere Überzeugungsarbeit sein, da die enormen Vorteile der Informationsdrehscheibe als auch der Bereitstellung der Informationen als Diensten noch nicht bei allen Datenlieferanten so gesehen werden.

(Geplante) Verwertung

Mit der Realisierung der Informationsdrehscheibe wird dargestellt, wie die Softwarekomponente im produktiven Einsatz arbeitet. Eine funktionierende und im Einsatz befindliche Plattform unterstützt im hohen Maße die Akquise bei potentiellen Kunden. Somit sind zwei Ziele der wirtschaftlichen Verwertung zu differenzieren:

1. Webportal (Informationsdrehscheibe) zum Schutz von Wild- und Honigbienen als Referenzprojekt zur Kundenakquise.
2. Nachnutzung der Softwarekomponente, Methoden und Werkzeuge für weitere Projekte.

Die Nachnutzung wird endgeldfrei verfügbar sein. Einnahmen werden jedoch für die erforderlichen kundenspezifischen individuellen Anpassungen der Softwarekomponente erzielt. Darüber hinaus ist für den Einsatz einer solch komplexen Anwendung die Schulung des Personals beim Kunden erforderlich.

„Entwicklung von Kryotechniken für die Zucht von Honigbienen“ (LaBis)

„Cooperative project: Development of cryogenic methods for honeybee breeding“

Projektlaufzeit

01.03.2009 bis 31.08.2013

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Kaspar Bienefeld

Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V., Hohen Neuendorf

Verbundpartner

Prof. Dr. Günter Kamp

AMP-Lab GmbH, Mainz

Kurzfassung

Ziel

Die Bienenzucht steht vor zwei großen Herausforderungen – Selektion milbenresistenter Linien sowie Erhalt der massiv bedrohten innerartlichen Biodiversität. Für die Lösung beider Aufgaben wären Techniken nützlich, die es erlauben, räumlich und zeitlich getrennte Anpaarungspartner zusammen zu bringen. Ziel des Projektes war deshalb die Schaffung eines Kryobank-fähigen Protokolls zur Konservierung von Drohnensperma für Zwecke der Erhaltung und Zucht.

Realisierung

Als zellbiologisch ausgerichtete Firma übernahm AMP-Lab die Entwicklung der zytologischen Techniken, die dann am Institut für Bienenkunde getestet und verfeinert wurden. Erster Schritt war die Schaffung von *in vitro* Tests zur Bewertung der Qualität aufgetauten Spermas, da nicht jeder Schritt zur Optimierung des Kryoprotokolls in zeit-aufwändigen Besamungsversuchen getestet werden konnte.

Gearbeitet wurde mit drei verschiedenen physikalischen Ansätzen (direkte Vitrifikation, Vitrifikation nach Wasserentzug/Ersatz sowie sogenanntes „slow freezing“). Eine neuartige Mischung von Elementen aller drei Ansätze brachte schließlich den Durchbruch. Sie besteht in der Dialyse des Spermas gegen eine hypertonische, Gefrierschutzmittelhaltige Lösung mit anschließender kontrollierter Abkühlung. Dadurch wird den Zellen vor dem Einfrieren Wasser entzogen, was später die Bildung von intrazellulärem Eis

unwahrscheinlicher macht. Zugleich wird durch das Dialyse-Verfahren die Zerstörung der nativen Zell-Zell-Interaktionen im (extrem zeldichten) Drohnensperma vermieden. Im letzten Projektjahr wurde schließlich auch mit der Testung der Nachkommen aus Kryo-Sperma auf mögliche Schädigungen begonnen.

Um die Kompatibilität der Methode mit den Abläufen in einer professionellen Kryobank zu testen, wurden konservierte Proben per Post an eine solche gesandt und nach Rückhalt im Folgejahr zur Besamung eingesetzt.

Ergebnisse

- Mehrere validierte Assays zur Qualitätsbewertung von Drohnensperma. Aus der Entwicklung dieser Assays leitete sich außerdem der Anstoß für die Schaffung eines neuartigen Systems zur computergestützten Sperma-Analyse („CASAnova“) durch AMP-Lab ab.
- Ein verbessertes Kryoprotokoll für Drohnensperma. Die Anzahl an Spermien, die nach Besamung auf die Samenblase der Bienenkönigin erreichen, kann damit im Vergleich zu früheren Methoden mehr als verdoppelt werden. Hinweise auf wesentliche Beeinträchtigungen der Nachkommen aus so konserviertem Sperma ergaben sich nicht.

(Geplante) Verwertung

Das neue Verfahren zur Sperma-Analyse per Computersystem wurde von AMP-Lab patentiert und in einem bereits angebotenen Produkt („CASAnova“) verwirklicht.

Auch für das neuartige Prinzip der Kryokonservierung von Drohnensperma wurde ein Patent eingereicht, welches sich noch in Prüfung befindet. Gegenwärtig arbeiten das Länderinstitut und AMP-Lab an der Umsetzung in ein möglichst benutzerfreundliches Kit zur Spermakonservierung (geplante Markteinführung 2015).

Auch eine Nutzung der Methode zur Schaffung einer nationalen „Kryoreserve Biene“ ist angedacht.

Sektion 6: Produktkennzeichnung und Verbraucherinformation

„Wasserzeichen“ System zur Kontrolle von Erzeugnissen mit Regionalauslobung mittels der Analytik stabiler Isotope: Durchführung eines Praxistests“ (Wasserzeichen)

„Establishment of the so called “water-mark” system to check the authenticity of agricultural products with regional character/specifications by using the stable isotopes analysis: Development of an on-road test“

Projektlaufzeit

01.08.2013 bis 31.10.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Robert Hermanowski

Forschungsinstitut für biologischen Landbau Deutschland e.V. (FiBL), Frankfurt a. M.

Verbundpartner

Sabine Hofem

Agroisolab GmbH, Jülich

Kurzfassung

Ziel

Hauptziel ist die Etablierung des Wasserzeichens als bundesweites Instrument zur Absicherung der Herkunftsaussagen von Lebensmitteln. In diesem Projekt werden mit Hilfe unserer Ergebnisse die inhaltlichen Voraussetzungen für die bundesweite Ausdehnung geschaffen. Im Praxistest wird hierfür im ersten Schritt ein Bundesland, in diesem Fall Hessen, beprobt. Im zweiten Schritt wird daraus resultierend ein Konzept zur bundesweiten Etablierung des Wasserzeichen-Systems entwickelt.

Realisierung

Die stabilen Isotope der Bioelemente (nicht radioaktiv) sind eine bekannte Möglichkeit, die Herkunft von Lebensmitteln nachzuweisen. So ist seit Langem bekannt, dass sich das Wasser regional in den Isotopenverhältnissen des Wasserstoffs und Sauerstoffs unterscheidet. Heute liegen Modelle dieser weltweiten regionalen Verteilung vor. Pflanzen und Tiere nutzen dieses Wasser und spiegeln die Isotopenverhältnisse des regionalen Wassers im Gewebewasser wider. Diese Wassersignatur wird jedoch in der Pflanze nicht direkt wiedergegeben, sondern ist im Wesentlichen abhängig von deren Wasserhaushalt.

Es ist deshalb notwendig, Herkunftsdatenbanken auf Basis von Referenzen aufzubauen. Als Gedächtnis bleiben die Wassersignaturen ebenfalls in der Organik, insbesondere in den Kohlenhydraten erhalten. So kann die regionale Herkunft ebenfalls an der Organik festgestellt werden. Insgesamt liefern die Isotopenverhältnisse des Wassers eine erste Möglichkeit die Regionalität zu verifizieren. Mit einer nachfolgenden Kombination mit den geologischen Isotopenverhältnissen des Bodens (Schwefel), der Düngung (Stickstoff) und des Klimas (Kohlenstoff) lässt sich eine weitere Eingrenzung der Herkunft bis zum Feld realisieren.

In der Regel fehlen bis heute sowohl leistungsfähige Referenzdatenbanken zu dieser Analytik als auch neutrale Zugänge/Verwaltungsplattformen hierzu, um dieses Know-how neben der Privatwirtschaft auch der staatlichen Überwachung gleichermaßen zur Verfügung zu stellen. In einer Pilotstudie der Kartierung von Hessen wurden neben dem Differenzierungsspektrum auch die praktische Umsetzung derartiger Datensätze getestet.

Insgesamt wurden 8 verschiedene Agrarerzeugnisse aus Hessen untersucht. Die Produkte umfassten 5 pflanzliche (Soja, Äpfel, Getreide, Kartoffeln, Möhren) und 3 tierische (Milch, Schweinefleisch, Hühnereier) Produkte. Die Probennahme erfolgte im Hinblick der naturräumlichen Einheiten. Bestenfalls wurden bis zu 4 Proben pro Feld gezogen, so dass mehr als 1400 Proben zur Untersuchung zur Verfügung standen.

Ergebnisse

Insbesondere die D/H Isotopenverhältnisse des Gewebewassers weisen in Äpfeln, Karotten und Kartoffeln im Mittel sehr ähnliche Werte auf, so dass dieser D/H Isotopenwert als Kennzeichen für eine Herkunft aus Hessen genutzt werden kann. Allgemein lässt sich anhand der drei untersuchten Agrarprodukte (Kartoffeln, Möhren, Äpfel) im Mittel ein D/H Isotopenwert im Gewebewasser von ca. -50 ‰ in Hessen nachweisen. Die regionale Variation der D/H und $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Isotopenverhältnisse ist insbesondere in diesen Produkten unterschiedlich ausgeprägt. Einerseits ist eine enge Verteilung hilfreich, Hessen signifikant abzugrenzen (Äpfel), andererseits bieten insbesondere regionale Clusterungen Möglichkeiten, die Herkunft aus den Regionen von Hessen weitergehend zu differenzieren (Möhren, Abb. 1).

Die Kombination mit den weiteren Isotopen der Bioelemente bietet weitere Möglichkeiten Hessen abzugrenzen (Schwefel) oder in Kombination mit allen Isotopenverhältnissen

der Bioelemente eine lokale Feldcharakterisierung zu gewährleisten. Diese ist innerhalb der Felder möglich, da durch die anthropogene Kultivierung sehr homogene Isotopenverteilungen vorliegen. Eine Feldcharakterisierung setzt jedoch gerade eine systemische Einbindung der Isotope zwingend voraus.

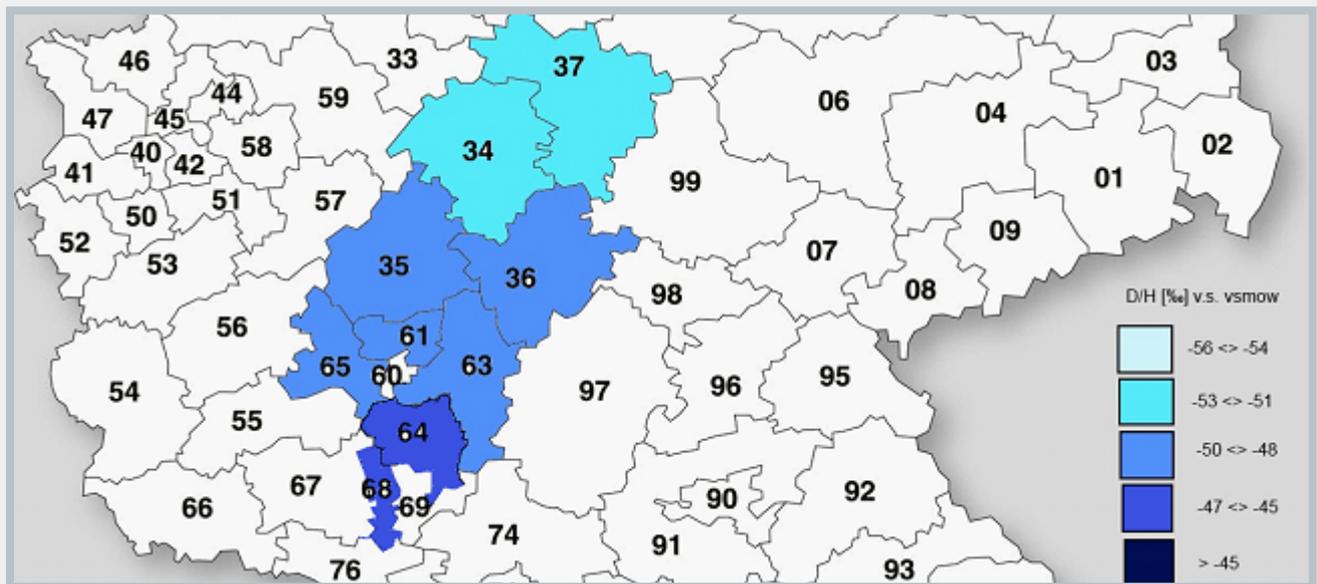


Abb. 1: Regionale Verteilung der D/H Isotopenverhältnisse in Hessen

(Geplante) Verwertung

Aufbauend auf den Kenntnisstand der möglichen lokalen Differenzierung wurde der konzeptionelle Ansatz der offenen, neutralen Datenbank durch ein Rückversicherungskonzept in Form von Einlagerungen erweitert. Ähnlich der bekannten B-Proben aus dem Dopingbereich können Agrarproben durch eine modifizierte Gefriertrocknung lagerstabil eingelagert werden.

So dient die erstellte Datenbank der Wirtschaft und der staatlichen Überwachung als Screening-Tool, um Auffälligkeiten einer falschen Herkunft im Markt durch die Labore feststellen zu können. Die Datenbank wird entsprechend von neutralen Organisationen verwaltet und isotopische Herkunftsdaten bei Bedarf an die Wirtschaft bzw. deren beauftragten Labore als auch an die Untersuchungsämter weitergegeben.

Der Spezialdienstleister Agroisolab GmbH baut einerseits diese Datenbanken weiter aus und kann andererseits zur weiterführenden Absicherung direkte Archive an Rückstellmustern der Felder mit der Wirtschaft aufbauen. Eine derartige Einlagerung von direkten Referenzen kann kostengünstig erreicht werden, da die Probenahme in bestehende Qualitätssicherungssysteme (Pestizid-Monitoring) eingebunden werden kann und die Isotopenanalytik nur geringe Menge (< 10 g) benötigt.

„Persönlicher Helfer für Entscheidungen am Point of Sale“ (PerHEPS)

„Personalized Decision Support at Point of Sale“

Projektlaufzeit

01.04.2012 bis 31.08.2015

Projektkoordinator, Institution

Christopher Kaffenberger

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Nürnberg

Verbundpartner

Torsten Brau

4SELLERS/logic-base GmbH, Rain am Lech

Kurzfassung

Ziel

Für den Konsumenten ist es oft schwierig, sich adäquat über Produkte und deren Eigenschaften zu informieren. Das Kleingedruckte auf den Verpackungen ist schlecht lesbar und die relevanten Produkteigenschaften sind häufig unzureichend ausgewiesen. Daher sind Kunden nicht selten im Laden überfordert und unschlüssig, für welches Produkt sie sich entscheiden sollen und welches am besten zu ihnen und ihren persönlichen Vorlieben passt. Zudem kostet die Produktrecherche im Internet vor Ort zu viel Zeit.

Um Konsumenten die Entscheidung für oder gegen ein Produkt zu erleichtern, entwickeln 4SELLERS/logic-base GmbH und die Fraunhofer-Arbeitsgruppe SCS derzeit im Projekt PerHEPS ein Endkundenportal für individuelle, vertrauenswürdige Produktbewertungen.

Realisierung

Im Forschungsprojekt PerHEPS wird eine Anwendung entwickelt, welche den Konsumenten umfassend und möglichst einfach beim Einkauf unterstützt und ihn vor einer Informationsflut bewahrt:

Am PoS (Point of Sale) scannt der Kunde den Barcode eines Produktes mit Hilfe seines Smartphones. Basierend auf der Artikelnummer des Produktes werden dessen Eigenschaften bzw. Inhaltsstoffe aus einer aufbereiteten Produktdatenbank ermittelt und mit einem zuvor angelegten Käuferprofil abgeglichen. So kann der Kunde vor dem Einkauf

beispielsweise angeben, dass er Vegetarier ist oder ausschließlich Milchprodukte aus der Region und Produkte mit niedrigem Zuckergehalt kaufen möchte. Daraufhin bekommt er eine mit seinen persönlichen Vorlieben abgestimmte, individuelle und vertrauenswürdige Produktbewertung.

Ergebnisse

Durch die voreinstellbaren Kriterien gemäß individueller Produktvorlieben erleichtert das System dem Konsumenten die Bewertung und Auswahl der Produkte am PoS. Denn sämtliche Informationen, die für den Kunden relevant sind, erhält er auf ganz simple Weise über sein Smartphone – aus nur einer Quelle und das jederzeit und überall. Aufwendige Produktrecherchen gehören so der Vergangenheit an.

(Geplante) Verwertung

Die Entwicklung mobiler Anwendungen ist gerade im Konsumgüterbereich auf dem Vormarsch und wird in den kommenden Jahren weiterhin bestehen - sie hat anhaltend den stärksten Zuwachs im E-Commerce-Softwareumfeld. Als wichtigste Treiber werden in diesem Kontext die kontinuierliche Weiterentwicklung mobiler Endgeräte sowie der zugehörigen Infrastruktur gesehen.

Mit PerHEPS werden Konsumenten bei ihrer Kaufentscheidung unterstützt: Angepasst an die Bedarfe des Kunden werden Produkte und deren Eigenschaften einheitlich dargestellt und vom System bewertet. Auch den Herstellerfirmen hochwertiger Produkte bietet das System durch eine verbesserte Produkt- bzw. Markttransparenz vielversprechende Möglichkeiten zur Differenzierung im Wettbewerb.

„Verbraucherinformationssystem zur Nutzung am Point of Sale (POS) zum Shelflife und Produkteigenschaften für Obst und Gemüse am Beispiel der Kiwi (*Actinidia deliciosa* cv `Hayward`“ (KiwiInfo)

„Consumer information system for using at point of sale concerning shelf-life and product quality of fruit and vegetables – kiwifruit as an example“

Projektlaufzeit

01.04.2012 bis 31.03.2015

Projektkoordinator, Institution

Matthias Bratzler,
Bratzler & Co., Karlsruhe

Verbundpartner

Dr. Bernhard Trierweiler
Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse,
Karlsruhe

Dr. Peter Butz
Max Rubner-Institut, Institut für Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik,
Karlsruhe

Prof. Dr. Heike Mempel,
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising

Prof. Dr. Klaus Menrad,
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Wissenschaftszentrum Straubing

H. Paul Lampert
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Wissenschaftszentrum Straubing

H. Andreas Lemmerer
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Wissenschaftszentrum Straubing

Fr. Sophie Bliedung
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist es dem Verbraucher am Point of Sale (POS) Informationen über optisch nicht erkennbare Qualitätsparameter (zum Beispiel Zuckergehalt, optimaler Genusszeitraum und innere Gewebeschäden) am Beispiel von vorgereiften Kiwifrüchten (*Actinidia deliciosa* cv 'Hayward') sowie weiterführende Informationen zum Produkt (z. B. Anbaufläche, Kultivierung, Transportwege) bereitzustellen. Diese Informationen können vor Ort durch einen QR-Code via Smartphone, Online-Terminal oder PC abgerufen werden.

Realisierung

Die Ware wird vor der Bereitstellung im Laden mit dem nicht-invasiven, nahinfrarot (NIR) spektroskopischen Verfahren auf bestimmte Parameter vorsortiert, so dass die angegebenen Qualitätsparameter (Zuckergehalt in °Brix, Früchte ohne innere Gewebeschäden) gewährleistet werden sollen. Die Vorhersage der nicht-invasiv bestimmten Qualitätseigenschaften erfolgt mit Hilfe eines mathematischen Modells. Zunächst werden NIR Spektren aufgenommen und die Qualitätsparameter invasiv von mindestens 50 Früchten ermittelt. Die NIR Daten sowie die gemessenen Qualitätseigenschaften werden miteinander in Beziehung gesetzt.

Für die Analyse und Bestimmung der Korrelationen werden multivariate statistische Verfahren wie die Principal Component Analysis (PCA-R) und Partial Least Square Regression (PLS-R) sowie weitere mathematische Transformationen eingesetzt. Die Modelle dienen anschließend dazu die Qualitätsparameter zerstörungsfrei mit einer möglichst hohen Genauigkeit vorhersagen zu können.

Im Rahmen des Projekts wurden, zur Erfassung der optimalen Reifeparameter, sensorische Untersuchungen durchgeführt. Des Weiteren wurden Haltbarkeitsuntersuchungen durchgeführt um Modelle für die Zeitfenster des optimalen Genusszeitraums zu erstellen.

Zu Beginn des Projekts wurde der Informationsbedarf der Verbraucher exemplarisch über eine Konsumentenstudie erfasst. Nach der erfolgreichen Implementierung des Informationssystems wird erneut eine Befragung im Lebensmitteleinzelhandel stattfinden, um die Akzeptanz und Wahrnehmung der Verbraucher bezüglich der mit dem QR-Code abrufbaren Informationen zur Kiwi sowie die Entwicklung der Smartphone-nutzung zu erfassen.

Ergebnisse

Aus der ersten Verbraucherbefragung (n = 542) ging hervor, dass sich die Verbraucher mehr Informationen wünschen. Im Jahr 2012 besaßen 90,5 % der Befragten ein Handy, wovon 68,2 % ein klassisches Mobiltelefon hatten und 31,8 % im Besitz eines Smartphones waren. Von den Smartphonebesitzern nutzten bereits 16 % täglich das mobile Internet.

Die Haltbarkeit der vorgereiften Kiwifrüchte schwankte je nach Ausgangsqualität der Ware (Ursprungsland, Produzent, Saison). In geringerem Maße hat die Haltbarkeit in Abhängigkeit vom Auslagerungszeitraum variiert, da die Rohware im Kaltlager zwischen 6 bis 8 Monate lagert und nach Bedarf ausgelagert werden kann. Für die Festlegung des optimalen Genusszeitraums erfolgte eine Orientierung an den kürzesten Haltbarkeitsfenstern. Die Schwankungsbreite der optimalen Genussreife reichte von fünf Tagen bis zu drei Wochen.

Anhand von sensorischen Untersuchungen zum Geschmack und Geruch der Früchte wurde mit Hilfe eines geprüften, analytischen Panels getestet, welche Fruchtfleischfestigkeiten besonders gute sensorische Eigenschaften aufweisen.

Das Panel erhielt ein Skalentraining durch standardisierte, kiwitypische Geruchsproben (zum Beispiel Hexenol und Hexanol) um später an Kiwis von vier verschiedenen Ursprungsländern (Italien, Neuseeland, Chile und Australien) die Geruchsintensitäten abzuschätzen. Ergänzend wurden gaschromatographische Analysen des Dampfraums (SPME-Headspace-Gaschromatographie), exemplarisch für Kiwifrüchte aus Italien, durchgeführt. Beide Verfahren zeigten, dass Kiwis mit einer Fruchtfleischfestigkeit unter $0,5 \text{ kg/cm}^2$ unerwünschte Fremdgerüche (Alkohole und Ethylacetate) entwickelten.

Im Rahmen einer hedonischen Verbraucherbefragung (n=160) wurde untersucht, ob ungeschulte Personen einen Unterschied im Zuckergehalt der Früchte wahrnehmen können. Im Vorhinein wurden Kiwifrüchte mit einer kommerziellen NIR Anlage auf zwei Zuckergehalte vorsortiert. Die Früchte mit dem höheren Brixgehalt von 17° wurden von 84,8 % der Befragten als sehr gut bzw. gut bewertet. Die Früchte mit dem geringeren Zuckergehalt von 14° Brix wurden dagegen nur von 57,3 % als gut oder sehr gut bewertet.

Die Angabe der Brixgehalte und eines optimalen Genusszeitraums mit den zusätzlichen Informationen zum Transport und der Kultivierung (beispielsweise den Blüh- und Erntezeitraum, Produzent) können derzeit über einen QR-Code abgerufen werden.

(Geplante) Verwertung

Das Informationssystem steht nach Beendigung des Projekts in der Praxis zur Verfügung und kann weiter optimiert werden. Es ist vorgesehen die wissenschaftlichen Ergebnisse auf nationalen und internationalen Tagungen vorzustellen.

Die Nutzung des mobilen Internets nimmt zu und somit auch die Nutzung zur Informationsbeschaffung. Die Haltbarkeitsmodellierung und Angaben zu Qualitätsparametern sind zukünftig übertragbar auf andere klimakterische Früchte (z. B. Mango und Avocado) als auch auf nicht klimakterische Früchte (z. B. Melone, Weintrauben und Erdbeeren). Ebenso können die Erkenntnisse zur zerstörungsfreien Ermittlung relevanter Qualitätsparameter auf andere Produkte übertragen werden.

Das Interesse an mehr Informationen und Transparenz bei Lebensmitteln ist seitens der Verbraucher sehr groß. Die Bereitstellung von frischen Produkten mit

guten Qualitätseigenschaften, welche äußerlich nicht detektiert werden können, ist wünschenswert.

Das Projekt liefert wesentliche Erkenntnisse zum Informationsbedarf der Konsumenten. Zukünftig können die gewonnenen Daten mit Informationen zur Rückverfolgbarkeit gekoppelt werden, um bestehende Lebensmittelsicherheitsinformationssysteme zu ergänzen.

Die Ergebnisse aus den Haltbarkeitsversuchen können helfen Verlusten in der Frischelogistikette durch eine genauere Abschätzung der Produkteigenschaften entgegenzuwirken.

„Open Product Data Information System“ (OPDIS)

„Open Product Data Information System“

Projektlaufzeit

15.06.2012 bis 14.09.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Sven Abels

Ascora GmbH, Ganderkesee

Verbundpartner

sofd GmbH, Berlin

snoopmedia GmbH, Bonn

wi-mobile GmbH, Universität Augsburg, Augsburg

Kurzfassung

Ziel

Die anhaltende Zunahme von Smartphones ermöglicht Verbrauchern zunehmend die Möglichkeit, internetbasierte Dienste an jedem Ort und zu jeder Stelle aktiv zu verwenden. Nutzer können somit auf aktuelle Informationen zugreifen und miteinander Daten austauschen. Anwendungen können auf einfachste Art und Weise installiert werden und sind nicht länger an den Speicher des Mobilgerätes gebunden sondern können stattdessen webbasierte Datenbanken und Cloud-Speicher nutzen. In vielen Bereichen des Alltags hat diese Verfügbarkeit bereits zu erheblichen Neuerungen geführt, was am Beispiel der breiten Verfügbarkeit mobiler Anwendungen (Apps) deutlich wird.

Ziel des OPDIS-Projektes ist es, die Entwicklung mobiler Anwendungen im Bereich der Lebensmittel- und Kosmetikinformation zu vereinfachen. Das Projekt hat als Ziel die Schaffung eines offenen Informationssystems für Produkteigenschaften zur Schaffung mobiler Anwendungen der produktbezogenen Information von Verbrauchern.

Realisierung

OPDIS bildet das weltweit erste Framework in diesem Bereich. Anders als vorhandene Produkte ist es nicht auf die Entwicklung einer bestimmten Anwendung ausgerichtet,

sondern fungiert als Schlüssel zur Umsetzung einer Vielzahl von Anwendungen zur Verbesserung der Verbraucherinformation am Entscheidungs- und Verkaufsort. Die Umsetzung des Frameworks und die Realisierung des Praxisprojektes erlauben es, zukünftige Entwicklungen erheblich zu vereinfachen und somit nicht nur Zeit und Entwicklungskosten zu senken, sondern auch auf ein reiches Angebot verbraucherbezogener Produktinformation zuzugreifen. Durch die bereitgestellten Daten aus OPDIS-KNOW müssen zukünftige Anwendungen nicht mehr „bei null anfangen“, sondern können von Beginn an vom strukturierten Wissen profitieren. Die Umsetzung neuer Innovationen und zukünftiger Ideen wird hierdurch signifikant vereinfacht.

Die Dreiteilung des OPDIS-Projektes erlaubt es zudem, weitere Plattformen auf einfache Art und Weise einzubinden. OPDIS-KNOW ist durch die Konzeption bereits komplett unabhängig von der mobilen Plattform und auch OPDIS-FRAME lässt sich problemlos um zukünftige Systeme erweitern.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Offenheit des Informationssystems. Hierdurch wird es anderen Entwicklern nicht nur erlaubt, direkt auf die Daten zuzugreifen, sondern sie erhalten auch die Möglichkeit, eigene Daten zu ergänzen und somit zur Gesamtentwicklung der Informationsbasis aktiv beizutragen.

Um einerseits den Datenschutz und die Datensicherheit zu gewährleisten und andererseits die Spezifikation weiter zu verbessern, wurden externe Experten hinzugezogen. Dies ist insbesondere deshalb von Vorteil, weil das OPDIS-Projekt neuartig ist und viele verschiedene Informationen und Nutzer zusammenführt.

Ergebnisse

1. Offenes Produktinformationssystem (OPDIS-KNOW)

Innerhalb des Projektvorhabens wurde mit OPDIS-KNOW ein Ansatz für ein offenes Produktinformationssystem erforscht. Hierbei handelt es sich um ein serverbasiertes System, welches Informationen zu einem Produkt in strukturierter Form verwaltet. Dieses System kann zudem andere Informationsquellen einbinden und erlaubt es, Anwendungen, Anfragen an das System zu stellen. So kann beispielsweise eine Anfrage anhand eines Barcode-Wertes gestellt werden. OPDIS-KNOW wird diese Anfrage mit allen bekannten Informationen über das Produkt beantworten, was strukturierte, unstrukturierte und nutzerbasierte Informationen umfasst. Zu beachten ist dabei, dass Informationen unterschiedliche Qualität und Aussagekraft haben können, insbesondere bei der Erfassung und Interpretation von nutzergenerierten und sonstigen unstrukturierten Informationen. OPDIS-KNOW bietet daher die Möglichkeit, eine nutzerbasierte bzw. automatisierte Informationsqualitätsbewertung zu integrieren und für Abfragen verfügbar machen.

2. Mobiles Framework für die Anwendungsentwicklung (OPDIS-FRAME)

Um Informationen aus OPDIS-KNOW nutzen zu können, können einfache Anfragen (z.B. sogenannte REST-Anfragen) an das System gestellt werden. Um diese

Sektion 7: Fischerei und Aquakultur

„Einsatz von Ölpressekuchen für die Herstellung qualitativ hochwertiger Futtermittel zur nachhaltigen Aufzucht von Forellen“ (ÖrüFiMi)

„Using oilseed press cakes in the development of high value fish feed for the sustainable production of rainbow trout (*O. mykiss*)“

Projektlaufzeit

01.06.2012 bis 31.05.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Katrin Hasenkopf, Christian Zacherl

Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising

Verbundpartner

Dr. Reinhard Reiter, Alexander M. Greiling

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft – Institut für Fischerei, Starnberg

Dr. Hanno Slawski,

Emsland-Aller Aqua GmbH, Golßen

Sven Scheuber,

Marbacher Ölmühle, Marbach

Andreas Hofer,

Hofer Forellenzucht, Velden/Vils

Kurzfassung**Ziel**

Ziel des Verbundvorhabens ist die Entwicklung und Herstellung von Fischfuttermitteln mit Nebenprodukten der Ölsaatenverarbeitung, sog. Ölpressekuchen (ÖPK), sowie die Untersuchung der Auswirkungen auf verschiedene Parameter der Forellenproduktion.

Diese Reststoffe enthalten bedeutende Konzentrationen wertgebender Inhaltsstoffe, wie Proteine, Lipide und natürliche Antioxidantien, fallen in großer Menge kostengünstig an und sind in Deutschland gut verfügbar. Die Nutzung von Nebenprodukten der Lebensmittel- und Bioenergieherstellung bietet gerade für die Aquakultur aus ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten ein hohes Einsatzpotential. Insbesondere das Erschließen alternativer Eiweißquellen als Fischmehlersatz ist bei den steigenden Produktionsmengen von großem Interesse.

Realisierung

Während die Durchführung und Auswertung der Fütterungsversuche am Institut für Fischerei (IFI) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) stattfinden, wurden Entwicklung und Optimierung der Futtermittelproduktion, sowie die prozess-technologische Bewertung durch das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV) durchgeführt.

Vier verschiedene kommerziell erhältliche ÖPK (Lein, Raps, Sonnenblume und Soja) wurden bezüglich des potentiellen Einsatzes in Forellenfuttermitteln zunächst auf ihre Akzeptanz bei den Fischen getestet. Im Anschluss wurden die Verdaulichkeiten verschiedener Nährstofffraktionen der akzeptierten ÖPK (Raps, Sonnenblume und Soja) ermittelt, um deren Verfügbarkeit für Regenbogenforellen definieren zu können. Die Versuchsrationen hierfür wurden analog zu denen des Akzeptanzversuchs entworfen. Jedoch wurde hier ein Marker hinzugegeben, um die Verdaulichkeiten zu berechnen (National Research Council 2011).

Rapspresskuchen wurde für weitere Untersuchungen ausgewählt. Auf Basis der bis dato gesammelten Erkenntnisse wurden drei praxistaugliche und wissenschaftlich vergleichbare Futtermittel hergestellt, in denen möglichst hohe Anteile tierischen Proteins durch Presskuchenprotein substituiert wurden. Eine Referenzration wurde in einem neun Wochen andauernden Wachstumsversuch mit zwei ÖPK-Rationen (RP5 und RP10) verglichen, in denen entsprechend 5 % bzw. 10 % des Fischmehls (auf Basis des verdaulichen Rohproteins) durch Rapspresskuchen ersetzt wurde.

Ergebnisse

Technologie (IVV):

Ein direkter Einsatz der ÖPK aus einer Schneckenpresse für die Futtermittlextrusion ist nicht möglich auf Grund der inhomogenen Beschaffenheit des Ausgangsmaterials. So muss der ÖPK auf jeden Fall vor der weiteren Bearbeitung vermahlen werden.

Der Einfluss der Partikelgrößenverteilung auf die Prozessparameter (Druck, Drehmoment und spezifischer mechanischer Energieeintrag) wurde anhand der 25 % ÖPK-Rationen untersucht. Verglichen wurden hierbei Siebgrößen von 0,5 mm, 0,8 mm, 1 mm und 2 mm. Der Effekt auf die Extrusionsparameter war dabei nicht signifikant unterschiedlich zum Standard ohne ÖPK. Es konnte jedoch beobachtet werden, dass feinere Mahlgrade zu Pellets mit höheren Expansionswerten, geringeren Rohdichten und damit geringeren Sinkgeschwindigkeiten führten. Die Schüttdichte blieb weitgehend unverändert.

Der Einfluss verschiedener Extruderschneckenkonfigurationen auf Extrusionsparameter wie Druck und Drehmoment sowie auf die resultierenden Eigenschaften der Pellets wurde untersucht. Besonders wichtig zeigten sich hier sog. rückfördernde Elemente. Sie trugen wesentlich zur gleichmäßigeren Verteilung des Materials über die Länge der Schnecke bei und erhöhten die Verweilzeit des Materials im Extruder. Wenn auch die Abriebstabilität und die Wasserstabilität keine merklichen Einbußen durch das Ausbleiben rückfördernder Elemente erfuhren, war durch sie eine deutlich größere Expansion und eine geringere Sinkgeschwindigkeit der Pellets zu erreichen. Gleichzeitig stieg dabei der spezifische Energieeintrag bei der Produktion

Fütterungsstudien (IFI):

Die Futtermittelaufnahme aller Rationen mit Ausnahme der Leinration war stabil und stieg entsprechend dem Fischwachstum über die drei Wochen an. Die Leinration jedoch wurde ab dem 7. Fütterungstag deutlich weniger gefressen und ab dem 16. Fütterungstag praktisch verweigert. Somit wurde im folgenden Verdaulichkeitsversuch auf Leinpresskuchen verzichtet.

Die Verdaulichkeit des Rohproteins von Sojapresskuchen weist mit 76,8 % den höchsten Wert auf. Die Verdaulichkeiten der anderen Presskuchen liegen hier mit 42,3 % (Raps) und 25,0 % (Sonnenblume) deutlich darunter.

Presskuchen	Raps	Sonnenblume	Soja
Verdaulichkeit XP [%]	42,3 ^b	25,0 ^c	76,8 ^a
Werte beziehen sich auf den Mittelwert aus 4 Wiederholungen, Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben sind signifikant verschieden ($p < 0,05$)			

Tab. 1: Verdaulichkeit des Rohproteins der Ölpresskuchen

Im Wachstumsversuch wurden folgende Parameter ausgewertet: Futtermittelaufnahme, Zuwachs, Futterquotient (Futtermittelaufnahme/Gewichtszunahme) und spezifische Wachstumsrate. Es zeigten sich zwischen den drei Rationen keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die untersuchten Parameter.

Wenn auch Sojapresskuchen eine höhere Proteinverdaulichkeit aufweist, lässt sich erkennen, dass Rapspresskuchen das Potential als heimischer pflanzlicher Eiweißträger für die Formulierung von Forellenfuttermitteln als Ersatz tierischer Bestandteile hat. Noch ist der Einsatz allerdings durch den hohen Rohfasergehalt beschränkt. Im nächsten Schritt sollen trockentechnische Trennverfahren diesen Gehalt reduzieren, um den Anteil des Presskuchens in der Ration zukünftig zu steigern.

(Geplante) Verwertung

Besonders im Hinblick auf die steigende Produktion an Biokraftstoffen und Speiseölen ist mit einer steigenden Verfügbarkeit von Ölpreschkuchen zu rechnen. Ein verringerter Rohfasergehalt der Presskuchen durch Einsatz entsprechender verfahrenstechnischer Schritte soll es ermöglichen, zukünftig größere Anteile in Forellenfuttermitteln einzusetzen. Langfristig stünde somit eine nachhaltige und wertvolle pflanzliche Proteinquelle, die günstig und in großen Mengen verfügbar ist, der Fischfuttermittelindustrie zur Verfügung.

Literatur

National Research Council, Nutrient requirements of Fish and Shrimp, National Academic Press 2011

„Entwicklung von Mikroalgenkonzentraten als Futtermittel für Copepoden zum Einsatz in der marinen Fischlarvenzucht“ (MiCo)

„Development of Microalgae Concentrates as feed for Copepods applied in production of marine fishlarvae“

Projektlaufzeit

06.03.2012 bis 05.03.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Sebastian Lippemeier
BlueBioTech GmbH, Büsum

Kurzfassung

Ziel

Copepoden gelten als optimales Futter für viele Fischlarven. Prinzipiell lassen sich Copepoden mit marinen Mikroalgen als Futter züchten. Dabei ist es entscheidend welche Mikroalgenarten als Futter angeboten werden. Die Produktion geeigneter Mikroalgenarten stellt eine große Herausforderung für die Fischzuchtbetriebe dar, da die meisten dieser Algen schwierig zu züchten sind.

Geeignete Mikroalgen sind als lagerfähiges Fertigprodukt entweder garnicht oder wenn dann nur sehr begrenzt am Markt verfügbar. Ziel dieses Vorhabens ist es dementsprechend die Bedingungen für die kommerzielle Produktion von für die Copepodenzucht geeigneten Mikroalgenarten zu erforschen, die Algen zu produzieren, zu ernten und ein markfähiges Produkt zu entwickeln.

Realisierung

Zunächst werden Wachstumsexperimente mit verschiedenen Algenarten durchgeführt. Mit der produzierten Biomasse werden Tests zur zerstörungsfreien Ernte der Zellen durchgeführt. Als Produktformulierungen sollen gekühlte und gefrorene Biomasse untersucht werden. Mit den Erkenntnissen aus diesen Experimenten werden die Algenarten im Gewächshaus im Maßstab von 1000 L produziert. Im Unterauftrag werden bei der Gesellschaft für marine Aquakultur in Büsum Fütterungsexperimente mit Copepoden durchgeführt. Zur Überwachung und Optimierung der Algenproduktion sollen die Fettsäurezusammensetzung sowohl der Algen als auch der Copepoden analytisch erfasst werden.

Ergebnisse

Anhand von Literaturdaten wurden zunächst vielversprechende Algenstämme ausgewählt und in Laborexperimenten auf ihr Wachstumspotential hin untersucht. Alle ausgewählten Stämme zeigten unter den für die Gewächshausproduktion relevanten Bedingungen ein prinzipiell gutes Wachstumsverhalten. Die PAM Werte (physiologischer Photosyntheseindex) zeigten durchweg vitale und physiologisch aktive Kulturen.

Erste Untersuchungen der Lagerfähigkeit zeigten starke Unterschiede zwischen den Algenarten und deutliche Probleme bei einigen Arten später eine ausreichende Lagerfähigkeit realisieren zu können. Optimales Wachstum bei gleichzeitiger optimaler Lagerfähigkeit wurde noch für keine der Arten gefunden. Deshalb wurden die Untersuchungen mit Arten durchgeführt die wenigstens entweder ein gutes Wachstum oder eine gute Lagerfähigkeit zeigten. *Rhodomonas*, *Thalassiosira*, *Tetraselmis* und *Isochrysis* haben jeweils gutes Potential zur späteren Produktentwicklung.

Aufgrund der Voruntersuchungen wurde die Alge *Thalassiosira weissflogii* für erste Futtersversuche an der GMA in Büsum ausgewählt. Dazu wurden von der GMA kleinskalige Wachstumsversuche und Evaluierungsversuche mit *Acartia tonsa* durchgeführt, die mit der Mikroalge *Thalassiosira weissflogii* gefüttert wurden. Es wurden dabei Eiproduktionsraten, Nauplien- und Copepoditdichten, Schlupferfolge und Fressraten bestimmt. Ferner wurde ein großskaliger Wachstumsversuch im Technikumsmaßstab durchgeführt, in dem ebenfalls Wachstumsparameter erfasst wurden.

(Geplante) Verwertung

Da lagerfähige Mikroalgenkonzentrate für die Fütterung von Copepoden auf dem Markt bisher nicht erhältlich sind erwarten wir ein starkes Interesse der Kunden. Aufgrund der jahrelangen Erfahrung in Produktion und Vertrieb von Produkten auf der Basis von *Nannochloropsis*-Algen haben wir weitreichende Kontakte zu Endkunden und Großhändlern. Die Mikroalgenkonzentrate für die Copepodenfütterung stellen eine ideale Ergänzung zu unseren *Nannochloropsis*-Produkten dar und können über dieselben Vertriebskanäle vermarktet werden.

In enger Kooperation mit Forschungsinstituten die auf Copepoden spezialisiert sind sollen die Produkte in Forschungsprojekten eingesetzt werden um über wissenschaftliche Publikationen und auf Fachmessen am Markt bekannt zu werden. Außerdem sind umfangreiche Applikationstests bei ausgewählten Endkunden geplant um die Produkte bekannt zu machen. Dies soll auch bereits während des Projektes erfolgen um eine marktgerechte Entwicklung der Produkte zu gewährleisten.

„Entwicklung von Futtermittelzusatzstoffen auf der Basis von Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) zur Erhöhung der Appetenz gegenüber Futtermitteln mit hohen Anteilen pflanzlicher Rohstoffe in der Fischernahrung“ (Muschelextrakt)

„Blue Mussel (*Mytilus edulis*) derived extracts as feed attractant for fish fed plant based diets“

Projektlaufzeit

01.01.2011 bis 31.8.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Carsten Schulz, Gesellschaft für Marine Aquakultur (GMA) mbH, Büsum

Kurzfassung

Ziel

Die Futtermittelbereitstellung nimmt bei der prognostizierten Steigerung der Aquakulturproduktion eine Schlüsselstellung ein, da diese nur bei Sicherstellung der erforderlichen Futterrohstoffe erreicht werden kann. Aufgrund der offensichtlichen Verknappung und einhergehenden Verteuerung von konventionellen Rohstoffen wie Fischmehl und -öl müssen alternative Futtermittelrohstoffe gefunden werden, die eine kostengünstige und physiologisch an die Bedarfssituation der Fische angepasste Qualität garantieren. Zur Gewährleistung hoher Wachstumsleistungen werden heutzutage bereits vermehrt pflanzliche Proteinkonzentrate und -isolate eingesetzt. Durch Aufreinigung des pflanzlichen Proteins kann bei einigen Fischarten eine Substitution des fischmehlbürtigen Proteins von 75 % und mehr erzielt werden, ohne die Nährstoffverwertung zu beeinflussen. Allerdings zeigt sich dabei, dass das Appetenzverhalten der Fische und damit das Wachstum häufig herabgesetzt sind. Untersuchungen zum Futteraufnahmeverhalten von Fischen zeigten, dass vor allem freie Aminosäuren wie Alanin und Glycin als auch Betain und Inosin als Stimulantien wirken können. Eine weitaus höhere Akzeptanz der Fische wird bei Verwendung von Futtermitteln mit Extrakten aus natürlichen Nährorganismen beobachtet.

Im Forschungsvorhaben wurde deshalb die Nutzung von unterschiedlich aufbereiteten Extrakten aus Miesmuschelfleisch (*Mytilus edulis*) zur Erhöhung der Futteraufnahme von Steinbutt (*Scophthalmus maximus*) untersucht. Dabei sollten Verfahren erarbeitet werden, die eine Bereitstellung von Futtermittelzusatzstoffen für die Fischernahrung erlauben.

Realisierung

Zu Beginn der Untersuchungen wurde auf Basis der Erkenntnisse aus anderen Forschungsvorhaben zur Substitution von Fischmehl (FM) durch Raps-, Kartoffel- oder Sojaproteinkonzentrate praxisnahe Futtermittelformulierungen erarbeitet, die einen nachgewiesenen Effekt auf die Futteraufnahme des Steinbutts haben. Im Rahmen dieses Projektes wurde sich auf den sensitiven Steinbutt konzentriert, bei dem komplette FM-Austausche noch nicht möglich sind. Im Rahmen verschiedener Fütterungsversuche wurde dann der Einfluss von unterschiedlichen Muschelmehl/-protein und -ölzulegen auf die Futteraufnahme von Steinbutt untersucht, die mit hohen Anteilen Rapsprotein (50 und 75 %) ernährt wurden.

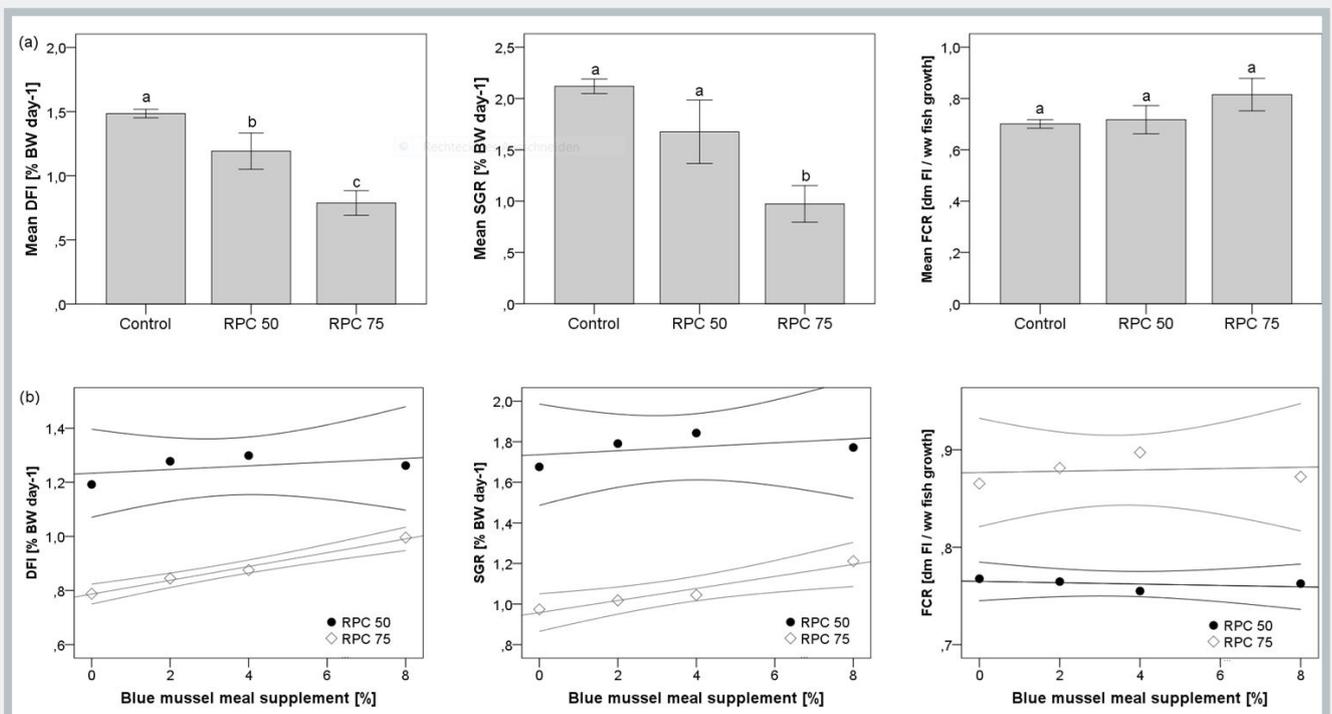


Abb. 1: Einfluss unterschiedlicher Muschelfleischmehlzulagen (0-8 %) auf die Futteraufnahme (DFI) spezifische Wachstumsrate (SGR) und Futterquotient (FCR) von Steinbutt, die mit 50 und 75 % Rapsproteinkonzentrat gefüttert werden.

Ergebnisse

Verglichen mit der Kontrollgruppe (1.48 %/Tag) ging die Futteraufnahme mit zunehmendem Anteil an Rapsproteinkonzentrat im Futtermittel zurück (RPK 50 %/0 % = 1,2 %/Tag; RPK 75 %/0 % = 0,8 %/Tag), wobei die Zulage von Muschelfleischmehl diesen Effekt zumindest teilweise kompensieren konnte (Abb.1). Ein ähnliches Bild zeigt sich für die spezifische Wachstumsrate und die Futterverwertung.

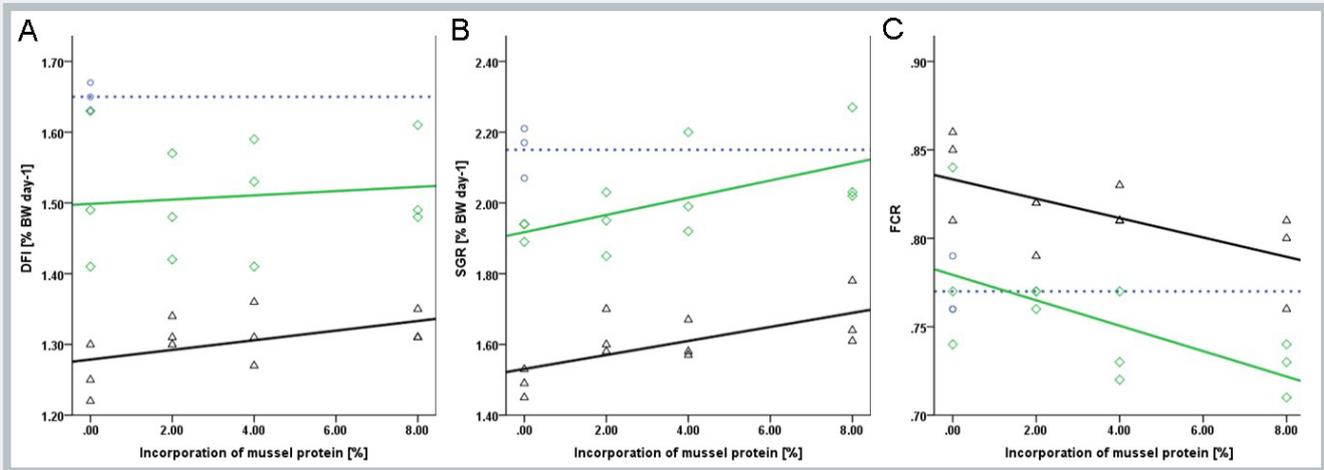


Abb. 2: Lineare Regression für DFI (A), SGR (B) und FCR (C) bei unterschiedlichen Zulagen von Muschelprotein, getrennt für RPC 50 und RPC 75 Diäten dargestellt. (Kontrolle, gestrichelte Linie; RPC 50, grüne Linie; RPC 75, schwarze Linie). Steinbutt, die mit 50 und 75 % Rapsproteinkonzentrat gefüttert werden

Anschließend wurde das Potential von Proteinextrakten aus der Miesmuschel als Stimulantien in pflanzlich-basierten Futtermitteln getestet. Da im ersten Versuch die Leistungsparameter generell sehr gut waren und mit Muschelmehl die Futteraufnahme weiter verbessert werden konnte, wurde nun der Fischmehlanteil in der Kontrollgruppe weiterhin reduziert (von 62 % auf 34 %), um über eine 50 %- und 75 %- Substitution gegen Rapsproteinkonzentrat wiederum geschmackliche Beeinträchtigungen herbeizuführen. In diesem Versuch wurde dann Miesmuschelprotein (als Nebenprodukt aus der CO₂-Extraktion des Muschelöles) in gleichen Verhältnissen wie ursprünglich das Muschelmehl zugelegt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die generelle Fischmehlreduktion im Futtermittel (im Vergleich zum Versuch mit Muschelmehl) sich nicht nachteilig auf die Leistungsparameter ausgewirkt hat, was auf ausbalancierte Diäten mit guter Nährstoffverfügbarkeit schließen lässt. Dennoch nehmen Futteraufnahme (DFI) und Wachstum (SGR) mit steigenden Rapsproteingehalten im Futtermittel signifikant ab. Auch die Futterverwertung verschlechtert sich leicht, liegt jedoch auch in den RPK 75-Gruppen auf hohem Niveau. Mit zunehmender Muschelproteininklusioin konnte eine leicht ansteigende Futteraufnahme als auch verbesserte Futterverwertung mit signifikant verbessertem Wachstum beobachtet werden (lineare Regression, $P < 0.05$, Abb. 2).

In einem letzten Versuch wurde das Potential eines Muschelöles als Appetenz steigernde Komponente in pflanzlich-basierten Futtermitteln getestet. Hierfür wurden ähnliche Futtermittelrezepturen verwendet wie im vorherigen Versuch, jedoch wurde zur Gewährleistung isoenergetischer Futtermittel Fischöl mit Muschelöl substituiert. Nach 8 wöchiger Fütterungsphase konnten eindeutig negative Ergebnisse beobachtet werden, sowohl die tägliche Futteraufnahme (DFI) als auch die spezifische Wachstumsrate (SGR) verringern sich mit steigender Zulage von Muschelöl.

(Geplante) Verwertung

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Produkte (Muschelfleischmehl als auch Muschelprotein) einen Appetenz steigernden und hohen nutritiven Wert für Steinbutt haben können. Potentielle wirtschaftliche Erfolgsaussichten sind deshalb zum jetzigen Zeitpunkt vor allem für das Muschelmehl zu erwarten, da es im Vergleich zum Muschelprotein und Muschelöl deutlich günstiger zu produzieren ist und eindeutige positive Effekte auf die Futteraufnahme und das Wachstum juveniler Steinbutte gezeigt werden konnten. Gegenwärtig zeichnet sich ein konkretes Interesse von Seiten der Futtermittelhersteller ab Muschelmehl in Fischfuttermittel einzusetzen. Hierfür wurden bereits Muschelmehle zu Testzwecken im industriellen Maßstab hergestellt.

„Fischmehl- und-öl Ersatzstoffe für eine nachhaltige Aquakultur“ (FENA)

„Fish meal and oil substitutes for a sustainable aquaculture“

Projektlaufzeit

01.05.2012 bis 30.04.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Peter Neubauer
Technische Universität Berlin, Institut für Biotechnologie,
Fachgebiet Bioverfahrenstechnik, Berlin

Verbundpartner

Prof. Dr. Ulf Stahl
Institut für Biotechnologie, TU Berlin

Karin Loest, IGV Biotech
IGV GmbH, Nuthetal

Prof. Dr. Sascha Rohn
Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hamburg

Dr. Andreas Müller-Belecke
Institut für Binnenfischerei e.V., Potsdam- Sacrow

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist die effiziente und marktgerechte Herstellung von hochwertigen Fischfütterersatzstoffen auf der Basis von Hefen und Algen in Hinblick auf eine Reduktion des Bedarfs an Fischmehl und Fischöl. Darüber hinaus soll eine nachhaltige Aquakultur zur Produktion von ernährungsphysiologisch hochwertigen gesunden Fischen sichergestellt werden. Das vorliegende Projekt repräsentiert ein innovatives Konzept zur kostengünstigen Herstellung von hochwertigen Fischfütterersatzstoffen, deren bioaktive Wirkung und ernährungsphysiologisch vorteilhafte Zusammensetzung in begleitenden Fütterungsversuchen nachgewiesen wird.

Realisierung

Im geplanten Vorhaben werden für drei pflanzliche bzw. mikrobielle Organismengruppen optimierte und damit möglichst kostengünstige Produktionsprozesse für die Herstellung der Futterersatzstoffe auf Ganzzellbasis entwickelt: (i) eine marine heterotrophe Alge *Cryptocodinium cohnii*, die befähigt ist, die langkettige, mehrfach ungesättigte Fettsäure (PUFA) Docosahexaensäure (DHA) in nahezu reiner Form bis zu 20 % ihres eigenen Trockengewichtes anzureichern, (ii) eine phototrophe Mikroalge mit einem spezifischen Inhaltsstoffspektrum, reich an hochwertigen Proteinen, bioaktiven Sekundärmetaboliten und einem günstigen Verhältnis von omega-3- zu omega-6-Fettsäuren sowie (iii) eine sog. Fettheife, die sich durch einen hohen Anteil an Fettsäuren (bis zu 80 % w/w) und einem hohen Proteingehalt auszeichnet.

Im Rahmen einer Prozessoptimierung werden kostengünstige Substrate zur Kultivierung herangezogen. Neben Kohlendioxid für die autotrophe Mikroalgenkultivierung zählen dazu Nebenprodukte aus der Lebensmittelproduktion (u.a. Proteine) und Molkeereien (Milchzucker, Proteine, Salze), deren Eignung für die heterotrophe und mixotrophe Verfahrensführung überprüft wird. Zunächst wird der Substrateinsatz in Organismenkulturen basierend auf Screeningmethoden optimiert. Anschließend wird Biomasse für erste Futtermittelchargen im unteren kg-Bereich (halbtechnischer Maßstab) bereitgestellt. Das Screening erfolgt bereits in Abstimmung mit den Futtermittelherstellern bzw. den späteren Herstellern im industriellen Maßstab.

Im Labormaßstab wird aus den einzelnen Komponenten ein Fischfuttermittel hergestellt, das sowohl hinsichtlich der Mastwirkung als auch hinsichtlich der Produktstabilität charakterisiert wird. Auf Grund der Ergebnisse werden Modifikationen an den Komponenten bzw. am Futter vorgenommen und Mengen für den Pilotmaßstab bereitgestellt und in Fütterungsversuchen evaluiert. Parallel wird die Prozessoptimierung vorangetrieben.

Die gewonnenen Biomassen sollen als Fischfutterzusatz (Algen-Hefe-Mix) zur Futtermittelproduktion im Klein- bzw. Pilotmaßstab hergestellt und exemplarisch an zwei wichtigen Zuchtfischkulturen, der (i) Regenbogenforelle und (ii) des Zanders, in unterschiedlichen Mastphasen getestet und mit Ergebnissen am Markt eingeführter, konventioneller Produkte verglichen werden. Die angesprochenen Wertstoffe können während des Kultivierungs-, Verarbeitungs- und Lagerprozesses Veränderungen unterliegen. Um ein Höchstmaß an bioaktiver Wirkung zu erzielen und Qualitätsverluste während der Produktionskette bis zum Zeitpunkt der Verfütterung zu minimieren, werden prozessbegleitend die antioxidativ wirksamen phenolischen Inhaltsstoffe analysiert.

Das Netzwerk besteht aus Forschungseinrichtungen bzw. Firmen zur Produktion von wertstoffhaltigen Futterkomponenten in verschiedenen Scalen (TU Berlin, IGV, Mare-Nutrica), aus Futtermittelproduzenten (IGV, Spezialfuttermittelwerk Beeskow) und aus Einrichtungen zur Anwendung des Futters (Institut für Binnenfischerei) und Analytik (Univ. Hamburg).

Durch die interdisziplinäre Bearbeitung der Thematik wird eine erfolgreiche Projektbearbeitung unter wissenschaftlichen und praxisrelevanten Aspekten angestrebt. Ziel ist es, alternative Fischmehl- und -ölersatzquellen mit einem marktfähigen Preis-Leistungsverhältnis zu entwickeln. Diese werden unter Labor- und Praxisbedingungen – gestützt durch ein umfangreiches *in vitro* und *in vivo* Analysenspektrum - in Fütterungsversuchen bewertet. Die Produktion der Fischfuttermittel soll dabei besonders nachhaltig erfolgen. Die Marktreife der Algen-Hefe-Mischung wird zum Abschluss des Projektes anhand sämtlicher gewonnener Daten bewertet.

Ergebnisse

Für die phototrophe und heterotrophe Kultivierung wurden aus einem Screening geeignete Mikroorganismen (Algen und Hefen) und zur maximalen Produktausbeute angepasste Kultivierungsbedingungen identifiziert. In Versuchen im Labormaßstab wurden Ausbeuten optimiert und schließlich Biomasse für Fütterungsversuche erzeugt. Dabei wurden für die Kultivierung der heterotrophen Alge *Cryptocodinium cohnii* Einwegbioreaktoren eingesetzt. Das aus *Spirulina sp.*, *Rhodotorula sp.* und *C. cohnii* hergestellte Fischfutter wird zur Zeit vergleichend bewertet. Dabei unterscheiden sich die eingesetzten Chargen in der Zusammensetzung aus Biomasse von phototrophen und heterotrophen Algen sowie Hefen. Erste Ergebnisse zeigen zum Teil deutliche Unterschiede in der Wirkung der Futtermittel in Abhängigkeit der Substratzusammensetzung. Weitere Versuche in einem größeren Maßstab sollen mit der Futtermittelmischung durchgeführt werden, die zu vielversprechenden Masterergebnissen geführt hat.

(Geplante) Verwertung

Mit den zu entwickelnden, auf biotechnologischer Basis produzierten Ersatzstoffen werden innovative Fischfuttertrockenpräparate für Mastphasen der Fischernährung mit optimierter bioaktiver Wirkung hergestellt. Der Fokus liegt dabei auf einem Fettsäureprofil, reich an ungesättigten Fettsäuren und einer erhöhten Lagerstabilität (antioxidative, phenolische, Verbindungen) unter strikter Beachtung der zu berücksichtigenden Produktionskosten. Die entwickelten Prozessschritte können dazu in den technischen Maßstab überführt werden, ein Transfer hin zu Marktapplikationen soll durch die eingebundenen Industriepartner erfolgen.

„Systemische Verfahrensoptimierung der Edelfischaufzucht in rezirkulierenden Systemen“ (AquaEdel)

„Optimization of fine fish production in recirculating aquaculture systems“

Projektlaufzeit

01.05.2012 bis 31.08.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Carsten Schulz

Institut für Tierzucht, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel

Verbundpartner

Prof. Dr. Ralf-Udo Ehlers, Gert Petrick

E-nema GmbH, Schwentinetal, AIMES, Selent, GMA, Büsum

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Verbundvorhabens ist, durch Optimierung verschiedenster Systemprozesse und -abläufe entlang der Anbieterkette die Aufzucht von Edelfischen in Kreislaufsystemen effizienter zu gestalten. Diese Systeme bieten wegen der Standortunabhängigkeit, hohen Prozesskontrolle und der geringen Umweltinteraktionen ein besonders großes Zukunftspotential.

Am Beispiel des hochpreisigen Steinbutt (*Psetta maxima*) werden im Forschungsverbund von ersten Fischlebensstadien bis hin zur Fischvermarktung, die verschiedenen Prozesse evaluiert und optimiert, um in der Synthese eine systemische Verfahrensverbesserung zu erhalten.

Realisierung

Die Realisierung erfolgt in 11 Teilprojekten (TP), die sich mit folgenden Themenbereichen beschäftigen: TP1: Identifikation von QTL für relevante Leistungsmerkmale beim Steinbutt; TP2: Fütterung von Steinbuttlarven mit bakteriophagen Nematoden; TP3: Bedarfsgerechte Protein- und Aminosäurenversorgung des Steinbutt bei reduziertem Fischmehleinsatz; TP4: Beeinflussung des Fettsäurespektrums vom Steinbutt aus der Aquakultur; TP5: Quercetin in der Ernährung von Fischen; TP6: „Restlos“-Kameragesteuerte automatische bedarfsgerechte Fütterung in geschlossenen Kreislaufanlagen; TP7: Modellierung des Wachstums beim Steinbutt in marinen Kreislaufanlagen; TP8:

Vermeidung einer Geschmacksbeeinflussung von Fischen aus Kreislaufanlagen mittels innovativer physikalisch-chemischer Verfahren; TP9: Gesundheitliche Bewertung von Fisch für die Humanernährung; TP10: Supply Chain-Konfiguration für Edelfisch aus Kreislaufanlagen: Potenziale der Steinbutterzeugung und -vermarktung; TP11: Preissetzung, Konsumentenverhalten und Vermarktungspotential von hochpreisigen Edelfischen aus deutscher (mariner) Aquakulturproduktion.

Ergebnisse

Die bisherigen Ergebnisse der einzelnen Teilprojekte stellen sich wie folgt dar:

TP1: Das Teilprojekt umfasst umfangreiche Arbeiten zur Phäno- und Genotypisierung von Steinbutt aus unterschiedlichen europäischen Herkünften mit dem Ziel eine QTL-Kartierung für Filetertrags- und Wachstumsmerkmale durchzuführen. Die so gewonnenen Kenntnisse über die genetische Determination wichtiger Zuchtzielmerkmale können als Grundlage für zukünftige genomgestützte Selektionstrategien gelten.

TP2: Hinsichtlich der Optimierung des Fermentationsprozesses der Nematoden wurden große Fortschritte erzielt. Die Fermentationszeit wurde auf 14 Tage reduziert und das mittlere Ertragspotential wurde dabei gesteigert. Es wurde an der Entwicklung von Protokollen für Erhaltungskulturen bei 4 °C und -80 °C gearbeitet.

TP3: Zur Bestimmung des absoluten Methioninbedarfs (bei konstantem Cystin-Gehalt) wurden Daten im Wachstumsversuch gewonnen, die eine Verwertung und Anwendung in der Fütterungspraxis zulassen. Der optimale Bereich für die Versorgung mit Methionin lag zwischen 1,23 ($\pm 0,03$ s.e.) und 2,33 % ($\pm 0,43$ s.e.) Met+Cys in der Ration. Das höchste relative Wachstum wurde im Bereich von 1,25 ($\pm 0,02$ s.e.) bis 2,68 % ($\pm 0,21$ s.e.) Met+Cys in der Ration beobachtet.

TP4: Die Präparation der Primärhepatocyten aus Steinbutt erfolgt gemäß einer modifizierten Methode. Die Auswahl der zu testenden Phytoestrogene ist abgeschlossen. Es wurden 3 Stoffe zur näheren Untersuchung ihres Einflusses hinsichtlich des FS-Metabolismus evaluiert. Dabei handelt es sich um 8-Prenylnaringenin aus Hopfen, Biochanin-A aus Rotklee sowie synthetischem Sesamin/Episesamin als Kontrollsubstanz.

TP5: Im Rahmen der ersten Versuchsreihe wurden die systemische Verfügbarkeit von Quercetin und seinen Metaboliten untersucht. Es wurde Quercetin, Kaempferol und Isorhamnetin im Plasma von Fischen nach Fütterung der Regenbogenforellen mit experimentellen Diäten detektiert. Der Plasmakonzentrationsverlauf von Quercetin und Quercetinmetaboliten zeigte im Fisch-Plasma eine klare Abhängigkeit von der Konzentration aber keine Akkumulation.

TP6: Mit dem installierten Kamerasystem wurden Fischbestände über einen Zeitraum von insgesamt 8 Monaten analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass Steinbutt als Gruppe nur während der Fütterung aktiv sind. Junge Steinbutte sind während der

Nahrungsaufnahme wesentlich aktiver als ältere und dies vor allem in den oberen Wasserschichten. Ältere Steinbutte nehmen die Nahrung vorwiegend in den unteren Wasserschichten auf.

TP7: Es wurden individuelle Langzeit-Wachstumsdaten von 2010 Steinbutten aus zwei verschiedenen Europäischen Zuchtlinien mit dem Ziel untersucht, dass bestmöglich passende nichtlineare Wachstumsmodell zu evaluieren. Im Längenwachstum erreichte das 4-parametrische Schnute-Modell die beste Anpassung an die Daten in 61,9 % aller getesteten Fälle und niedrigsten AIC in 42,3 % der Fälle. Beim Gewichtswachstum erreichte das 3-parametrische Gompertz-Modell die beste Anpassung in 42,9 % und niedrigsten BIC in 100 % der Fälle. Zusätzlich wurde eine 1-1000 Tage Wachstumssimulation aller Modelle und Gruppen durchgeführt. Hierbei projizierte das Schnute-Modell sigmoidal geformte Kurven in 71,4 % aller getesteten Fälle des Längenwachstums.

TP8: Es wurden Untersuchungen zur Wirkung der Ultraschall-induzierten Kavitation in Bezug auf eine Entfernung der geschmacksbeeinträchtigenden Substanzen Geosmin und 2-MIB durchgeführt. Dabei wurden entscheidende Kenngrößen für einen effizienten Einsatz des Ultraschallverfahrens erarbeitet. Es zeigte sich hierbei, dass die Ultraschall-induzierte Geschmackstoffentfernung nur in geringem Maße von organischer und anorganischer Last beeinflusst wird und dieses Verfahren großes Potenzial zur Entfernung von 2-MIB/Geosmin aus Prozesswasser von Aquakultur-Kreislaufsystemen aufweist. Zudem konnte ein deutlich positiver Effekt der Salinität auf den Ultraschall-induzierten Abbau der Geschmacksstoffe nachgewiesen werden.

TP9: Ziel des Teilprojektes 9 ist es, potentiell antiatherogene Effekte von Steinbuttprotein zu ermitteln. Dabei konnte ein signifikant höherer Anteil an atherosklerotischen Plaques in den Aorten der mit Steinbuttprotein gefütterten Apoe^{-/-}-Mäuse gezeigt werden. Im Anschluss wurden weitere Biomarker der Atherogenese, insbesondere der Plaqueszusammensetzung, analysiert. Dabei wurde deutlich, dass die Steinbuttproteingruppe einen erhöhten Anteil an Calcifizierungen, jedoch unveränderten Kollagenanteil in den Plaques aufweist.

TP10: Es wurden 11 Fallstudien im In- und Ausland durchgeführt und die Interviews mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Im Ergebnis liegen ein vollständiges Kategoriensystem und eine entsprechende Häufigkeitsauswertung bezüglich der transaktionskostentheoretischen Inhalte vor.

TP11: Innerhalb des Teilprojektes 11 wurde ein Nachfragesystem auf Basis von Haushaltsscannerdaten der GfK für Tiefkühlischprodukte geschätzt. Es wurden das Konsumentenverhalten bezüglich Aquakultur- oder Fangfisch für die Jahre 2006 bis 2010 betrachtet. Es konnte festgestellt werden, dass die deutschen Konsumenten sehr preissensibel auf Fischprodukte reagieren, insbesondere für Fisch aus der Fangfischerei. Dieses Ergebnis ist insofern interessant, da die Preise für Fisch aus Aquakulturproduktion höher sind. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass das Marktpotenzial für Fisch aus Aquakultur noch nicht vollständig ausgeschöpft ist.

(Geplante) Verwertung

Die wirtschaftliche Verwertung der Projektergebnisse liegt in der effizienter zu gestaltenden Fischzucht in Kreislaufsystemen, welche die CAU gemeinsam mit der GMA durch Beratungs- und Publikationsaktivitäten in die Privatwirtschaft transferiert.

„Entwicklung von kostengünstigen Futtermitteln für die Tropische Aquakultur für lokale/regionale Märkte“ (Fish for Food)**„Development of cost-efficient feed resources for tropical Aquaculture used on local/regional markets“****Projektlaufzeit**

01.05.2012 bis 30.04.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Ulfert Focken

Johann Heinrich von Thünen Institut, Ahrensburg

Verbundpartner

Prof. Dr. Klaus Becker

JatroSolutions GmbH, Stuttgart

Wilfried Lehmann

Spezialfuttermittelwerk Beeskow GmbH, Beeskow

Kurzfassung**Ziel**

Nach Angaben der Welternährungsorganisation FAO (2010) liefern Fisch und Meeresfrüchte weltweit rund 17 % des tierischen Proteins. Für 2,9 Milliarden Menschen ist Fisch eine sehr wichtige Proteinquelle, insbesondere in einkommensschwachen Ländern und für einkommensschwache Gruppen. In den letzten fünf Jahrzehnten ist der Fischverbrauch pro Kopf signifikant von 9,9 kg (1960) auf 17,0 kg (2007) gestiegen.

Eine Steigerung der Fischproduktion zur Bekämpfung von Hunger, Fehlernährung und zur Befriedigen der erhöhten Nachfrage kann ausschließlich durch Aquakultur erreicht werden, da die Fangfischerei (Meere und Seen) in den letzten Jahren stagniert. Die bevölkerungsreichen tropischen Länder China, Indien und Ägypten gehören zu den Top Ten der Aquakultur. Eine Steigerung der Produktion durch Ausweitung der Aquakulturflächen ist nur sehr begrenzt möglich, eine Steigerung der Flächenproduktivität dagegen bei Einsatz geeigneter Futtermittel sehr wohl.

Soja ist in der Tierernährung nach wie vor der wichtigste Eiweißträger. Die Hauptproduzenten von Soja sind Argentinien, Brasilien und die USA. Die Produktion dieser drei

Staaten stieg innerhalb der letzten 10 Jahre von 123 Mio. Tonnen (1999) auf 186 Mio. Tonnen (2008). Da fruchtbare Flächen allerdings begrenzt sind, ist die Suche nach Alternativen zwingend erforderlich. Eine Möglichkeit den Sojemarkt zu entlasten bietet dabei *Jatropha curcas* und die Verwertung von entgiftetem Jatropha-Kernmehl als Eiweißträger. Das übergeordnete Ziel des Projektes ist dabei die ressourceneffiziente Produktion von qualitativ hochwertigem und gut verwertbarem Fischfuttermittel aus Jatropha-Kernen.

Die Produktion von Jatropha zum Zweck der Energiegewinnung erfolgt vorwiegend in proteindefizitären Ländern Afrikas und Asiens. Im Rahmen dieses Projektes sollen Rezepturen und Verfahren zur Erzeugung von kostengünstigem Supplementfutter für karpfenartige Fische und Tilapia auf der Basis von entgiftetem Jatropha-Kernmehl entwickelt werden. Ziel ist es, die Aquakulturproduktion vorwiegend für den lokalen Markt dieser Länder zu steigern und damit zur Ernährungssicherung beizutragen.

Realisierung

Zunächst wird versucht das Entgiftungsverfahren von Jatropha-Kernmehl auf einen Technikumsmaßstab hoch zu skalieren. Danach werden verschiedene Rezepturen von kostengünstigen Futtermitteln für Karpfen und Tilapia auf der Basis von entgiftetem Jatropha-Kernmehl und lokal verfügbaren Nebenprodukten ermittelt.

In Versuchen wird die Verdaulichkeit von entgiftetem Jatropha-Kernmehl und anderen möglichen Futterkomponenten für beide Fischarten mittels verschiedener Diäten in Aquakulturversuchsanlagen evaluiert. In weiteren Tests wird eine Verbesserung der Proteinverwertung durch Zugabe von Aminosäuren und Enzymen untersucht.

Auf Basis der Ergebnisse aus den Fütterungsversuchen und unter Berücksichtigung der lokal verfügbaren Nebenprodukte werden optimale Futterrezepturen für Tilapia- und Karpfenfutter erstellt und mit dem Futter in der Zielregion Teichversuche unter produktionsnahen Bedingungen durchgeführt.

Parallel zu den Versuchen wird die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Jatropha-Kernmehl als Proteingrundlage für Fischfutter in verschiedenen Zielregionen mit einer Marktstudie evaluiert.

Ergebnisse

Anhand von Literaturdaten wurden Futtermischungen für die ausgewählte Zielregion ermittelt. Parallel hierzu fanden erste Fütterungsversuche mit Tilapien (*Oreochromis niloticus*) statt. In den Rezepturen wurde das Fischmehl in verschiedenen Dosierungen durch entgiftetes Jatropha-Kernmehl (JKM) ersetzt (JKM: 0 %; 50 %; 75 % und 100 %). Einzig bei der Gewichtszunahme zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Kontrolle (100 % Fischmehl) und den JKM-Diäten. Bei allen anderen Wachstumsparametern (u.a. spez. Wachstumsrate, Fütterungsaufwand oder Eiweißwirkungsgrad) waren keine signifikanten Unterschiede zu erkennen. Die Diäten mit bis zu 75 % JKM in der Ration lieferten sehr vielversprechende Ergebnisse. Aufgrund dieser Daten kann JKM langfristig als Ersatz für Fischmehl verwendet werden.

In weiteren Versuchen wurde durch Zugabe von verschiedenen Phytasen deren Reaktion auf die Verdaulichkeit der JKM- und Fischmehl-Diäten bei Tilapien untersucht. In früheren Studien wurde durch die Zugabe von Phytasen die Gewichtszunahme oder Protein- und Mineralverfügbarkeit im Futter erhöht. In den aktuellen Versuchen zeigte sich nur bei gleichzeitigem Zusatz zweier verschiedener Phytasen eine Verbesserung bei den Wachstumsparametern. Zur Bestätigung der Ergebnisse sollten hierzu noch weitere Versuche durchgeführt werden.

Parallel zu den Fütterungsversuchen wird das ‚Upscaling‘ des Entgiftungsprozesses weiter entwickelt, um die Prozesskette zu optimieren.

(Geplante) Verwertung

Die zu entwickelnden Rezepturen und Verfahren zur Herstellung von Fischfutter auf der Basis von JKM sollen soweit möglich patentiert werden. Die zukünftige Produktion der Futtermittel soll in Lizenz durch Futtermühlen in den Erzeugerländern von Jatropha und gleichzeitig Verbraucherländern der Futtermittel erfolgen. Da es sich bei den Produkten um Futtermittel zur Erzeugung von Fisch zu niedrigen Preisen handelt, werden die Gebühren nur nominal sein.

Die wissenschaftlich-technischen Erfolgsaussichten sind aufgrund der Vorarbeiten und Vorversuche gut. Unsicherheiten bestehen bezüglich der Hochskalierung der Futtermittelproduktion vom Laborniveau über das Technikumslevel bis auf den Industriemaßstab. Technisch ist dieser Vorgang durchführbar, ab welchem Level er konkurrenzfähig wird, muss noch untersucht werden.

„Entwicklung von Probiotika für die Produktion des Steinbutt in Kreislaufanlagen“ (ProBio)

“Development of probiotics for the production of turbot in recirculating systems”

Projektlaufzeit

01.01.2013 bis 31.12.2015

Projektkoordinator

Prof. Dr. Carsten Schulz

Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität, Kiel;
Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH, Büsum

Verbundpartner, Betreuung

Dr. Sven Würtz

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin

Kurzfassung

Ziel

Die Aquakultur stellt zweifelsfrei die einzige Möglichkeit dar, den steigenden Bedarf einer wachsenden Weltbevölkerung an Fisch und Meeresfrüchten zu decken. Im Hinblick auf umweltgesetzliche Auflagen sowie hohe Betriebs- und Lohnkosten in Europa ist die Erhöhung der Produktionsrentabilität dabei eine wesentliche Voraussetzung für den nachhaltigen Ausbau der Aquakultur, insbesondere kreislaufbasierter Systeme.

Durch den gezielten Einsatz von artspezifischen Probiotika soll die Fütterung des Steinbutts effizienter und das Gesundheitsmanagement positiv beeinflusst werden. Somit soll der Druck auf die Gesamtphysiologie sowie das Immunsystem des Tieres durch Krankheitserreger in Kreislaufsystemen minimiert und die Wachstumsleistung und Futterverwertung optimiert werden.

Da die Wirksamkeit eines Probiotikums eine Etablierung im Verdauungstrakt des Zielorganismus voraussetzt, sollen im vorliegenden Forschungsvorhaben artspezifische Bakterien aus dem Magen-Darm-Trakt des Steinbutts isoliert und im Hinblick auf ihre potentielle Eignung und Anwendung als probiotischer Futterzusatz getestet werden.

Realisierung

Mittels klassischer mikrobiologischer Kultivierungsverfahren wurden aus den verschiedenen Kompartimenten des Verdauungstraktes wildlebender und gezüchteter Plattfische assoziierte Bakterien isoliert und Kryokulturen dieser für den weiteren Verlauf des Projektes etabliert. Berücksichtigt wurden hierbei Steinbutte aus der kreislaufbasierten Produktion (GMA Büsum), wildlebende Individuen sowie Wildfänge der verwandten Plattfischarten Flunder (*Platichthys flesus*) und Kliesche (*Limanda limanda*).

Um die Diversität der Isolate zu erhöhen, wurden anhand morphologischer Kriterien verschiedene Bakterienkolonien für die weitere Bearbeitung ausgewählt. Im Anschluss wurden die Reinkulturen anhand der 16S rRNA (907 bp, double sequencing) taxonomisch identifiziert. Diese Einordnung ermöglicht es, mehrfach isolierte Kulturen auszusortieren und potentiell interessante Kandidaten (z.B. Milchsäurebakterien) gezielt für die weitere Evaluation auszuwählen und darüber hinaus bekannte Pathogene (*Vibrio* spp.) auszusortieren.

Die probiotische Wirkung in Bezug auf Krankheitserreger des Steinbutts wurde mittels *in vitro* Hemmtests (Agar- und Flüssigkultur) gegenüber den kommerziell relevanten Pathogenen *Vibrio anguillarum*, *Tenacibaculum maritimum* und *Edwardsiella tarda* untersucht. Ferner werden die Isolate anhand ihrer Zusammensetzung an Fettsäuren sowie der Carotinoide (Funktion als Antioxidantien) charakterisiert.

Aufbauend auf der Charakterisierung sollen potentiell vielversprechende Probiotika in einem Futtersuchversuch auf probiotische Effekte in Bezug auf Wachstum und Gesamtphysiologie überprüft werden. Die probiotische Wirkung auf Prophylaxe und Therapie bekannter Fischkrankheiten wird in einem Challenge-Versuch nach zuvor erfolgter Fütterung der probiotischen Futtermittel anhand des Krankheitsverlaufs verfolgt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden aus den Verdauungstrakten der untersuchten Individuen 230 verschiedene Isolate generiert, die dauerhaft als kryokonservierte Reinkulturen vorliegen. Eine zuverlässige Kultivierbarkeit aus den Kryokulturen ist essentiell für die angestrebte Verwertung als Futterzusatz.

Nach Extraktion genomischer DNA aus Reinkulturen in Flüssigmedium wurde bei sämtlichen Isolaten ein spezifischer Abschnitt der rRNA-Gene (907 bp) mittels PCR amplifiziert, anschließend sequenziert und durch Sequenzvergleich identifiziert. Diese molekularbiologischen Analysen ergaben 31 verschiedene Bakterienarten aus 19 unterschiedlichen Gattungen.

Darüber hinaus wurden bisher 39 Isolate auf eine inhibitorische Wirkung gegenüber den besagten drei kommerziell relevanten Krankheitserregern des Steinbutts mittels Agardiffusionstests untersucht. Eine eindeutige hemmende Wirkung gegenüber den pathogenen Bakterienstämmen konnte nicht nachgewiesen werden.

(Geplante) Verwertung

Das Forschungsvorhaben ist darauf angelegt, probiotische Futtermittelzusätze mit nachgewiesener positiver Wirksamkeit auf Wachstumsleistung, Futtermittelverwertung, Fischgesundheit, Stressresistenz und/oder vorbeugender bzw. hemmender Wirkung auf kommerziell relevante Krankheitserreger des Steinbutts zu entwickeln und die Anmeldung von Schutzrechten als Grundlage zur gewinnbringenden Vermarktung der resultierenden Produkte anzustreben.

Die angestrebten Verbesserungen der Produktionseffizienz in geschlossenen Kreislaufsystemen soll in diesem Zusammenhang die Wettbewerbsfähigkeit dieser nachhaltigen Produktionsform der Aquakultur fördern.

**„Immunmodulierende Nahrungszusätze im Fischfutter für marine Plattfische“
(NEISFish)****„Immune-enhancing feed additives in fish feeds for marine flatfish“****Projektlaufzeit**

01.03.2012 bis 28.02.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Matthew Slater

Jan Schmidt

Institut für Marine Ressourcen GmbH, Bremerhaven

Verbundpartner

Prof. Dr. Jürgen Zentek,

Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Institut für Tierernährung,
Berlin

Prof. Dr. Dieter Steinhagen,

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Fachgebiet Fischkrankheiten, Zentrum für Infektionsmedizin, Hannover

Michael Lutz,

Köster Marine Proteins GmbH, Hamburg

Matthias Seidel,

J. Müller Weser GmbH & Co. KG, Bremen

Kurt-Peter Rätzke

Intertek Food Services GmbH, Bremen

Kurzfassung**Ziel**

Ziel des Projekts NEISFish ist es, unter Verwendung von Futterzusätzen optimierte Diäten für marine Plattfische zu entwickeln, welche in der intensiven Aquakultur kontrolliert anwendbar sind und zur Verbesserung des Futteraufwands und der Tiergesundheit führen.



Abb. 1: Steinbutt (*Scophthalmus maximus*) (links); Versuchsfutter (Mitte); Versuchsanlage (rechts)

Vor dem Hintergrund stetig steigender Rohstoffpreise und der wachsenden Nachfrage nach hochwertigen und nachhaltig produzierten Lebensmitteln, ist es für die Futtermittelindustrie von essentieller Bedeutung, die Zusammensetzung von Futtermitteln stetig zu optimieren und nach neuen Lösungen zur Verbesserung von Wachstum und Fischgesundheit zu suchen.

Realisierung

In vier Arbeitsphasen sollen Futterrezepturen für kommerziell bedeutsame Plattfischarten erarbeitet werden. In der ersten Phase werden fünf vielversprechende, auf dem Markt zugelassene, Zusätze für die Anwendung im extrudierten Fischfutter ausgewählt. In der zweiten Phase wird die Wirkung dieser Futterzusatzstoffe im Rahmen von Fütterungsversuchen am Steinbutt (*Scophthalmus maximus*) charakterisiert. In der dritten Phase werden potentiell erfolgversprechende Futtermittel in ihrer Rezeptur optimiert und in einem weiteren Fütterungsversuch am Steinbutt bewertet. In der vierten Phase werden diese Futtermittel an weiteren Plattfischarten (z.B. Seezunge (*Solea solea*), Japanische Flunder (*Paralichthys olivaceus*), Sternflunder (*Platichthys stellatus*)) getestet und in ihrer Rezeptur angepasst. Phase zwei bis drei beinhalten auch die Futterformulierung und Produktion der extrudierten Futterpellets für den in der Phase geplanten Versuch.

Die Ergebnisse aus dem ersten Fütterungsversuch im Kontext mit aktuellen Entwicklungen im Futtermittelsektor veranlassten die Partner dazu, den Fischmehlanteil im Futter für den zweiten Versuch zu reduzieren und durch pflanzliche Proteine zu ersetzen. Das neu formulierte Futter soll zu leichten Wachstumseinbußen führen, um zu überprüfen, ob dieser negative Effekt durch die eingesetzten Futterzusätze ausgeglichen werden kann.

Im Anschluss an die Fütterungsversuche werden Nettofutteraufnahme berechnet, Lebendmasse und Längenmaße sowie Blut-, Faeces- und Organproben (Kopfnieren, Leber, Darm) von den Fischen für nachfolgende Analysen genommen.

Der Leberindex (Lebergewicht im Verhältnis zum Körpergewicht) und der Konditionsfaktor (Körpergewicht*[Längenmaß]³) der Fische werden zudem berechnet. Mit den Blut- und Kopfnierenproben werden Analysen zur Aktivität der angeborenen Immunantwort durchgeführt.

Die Produktion von Reaktiven Sauerstoffspezies durch Abwehrzellen sowie die Aktivität des Lysozyms, welche der Abwehr von Pathogenen dienen, werden untersucht. Die Darm- und Faecesproben werden für verdauungsphysiologische Analysen aufgearbeitet. Zusätzlich werden Querschnitte vom Darm erstellt, um Länge und Zustand der Darmzotten zu untersuchen sowie Anzahl der Becherzellen zu bestimmen.

Ergebnisse

Für den ersten Fütterungsversuch wurden folgende Zusätze ausgewählt: (1) b-Glukane und Mannane aus Hefen, (2) Algenextrakte von Braunalgen, (3) extrahierte Nukleotide aus Hefen, (4) Bakterien der Gattung *Bacillus*, (5) Kaliumformiat. Die Grundrezeptur sowie Protein-, Fett und Energiegehalt der Kontroll- und Versuchsfutter waren identisch. Im ersten Versuch basierte das Futter auf einem hohen Fischmehlanteil (78 %) mit einem Protein- und Fettgehalt von 60 bzw. 14 %. Im zweiten Versuch wurden die Zusätze 1 – 4 verwendet. Der Fischmehlanteil im Futter (53 % Protein, 11 % Fett) wurde auf 32 % reduziert und durch Soja-, Weizen- und Maisprotein ersetzt. Zum Vergleich wurde noch ein zweites Kontrollfutter mit hohem Fischmehlanteil von 59 % gefüttert.

In den ersten beiden Versuchen wurde festgestellt, dass die Futterzusätze keinen positiven oder negativen Einfluss ($p > 0,5$) auf die Wachstumsleistung, die Futteraufnahme, den Futterumsatz sowie den Konditionsfaktor und Leberindex des Steinbutts haben. Im zweiten Versuch waren deutliche Wachstumseinbußen ($p < 0,01$) bei den Fischen, die das pflanzenproteinreiche Futter fraßen, im Vergleich zur zweiten Kontrollgruppe zu erkennen. Die Futteraufnahme und der Futterumsatz der Fische unterschieden sich jedoch nicht signifikant ($p > 0,5$).

Diese Beobachtungen lassen vermuten, dass die Konzentration wichtiger Nährstoffe oder der Anteil an essentiellen Aminosäuren im Futter mit hohem Pflanzenproteinanteil zu gering war. Demzufolge haben die Fische weniger Körpermasse aufbauen können. Außerdem zeigte der zweite Versuch deutlich, dass die Zusatzstoffe unter den experimentellen Bedingungen nicht das Potential hatten, die Wachstumseinbußen der Steinbutte kompensieren zu können.

Die Ergebnisse der ROS- und Lysozym- Aktivitäten sowie der Darmuntersuchungen zeigten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,5$) zwischen den Futtergruppen. Diese Beobachtungen deuten darauf hin, dass das formulierte Versuchsfutter und die eingesetzten Futterzusatzstoffe keine negativen Auswirkungen auf die Fischgesundheit haben.

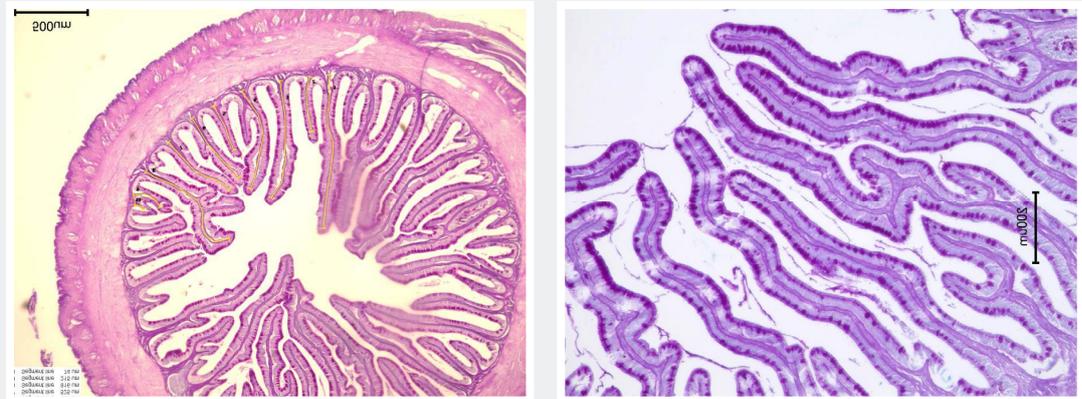


Abb. 2: Querschnitt des hinteren Darmabschnitts (HE-Färbung) (links), Ausschnitt eines Querschnitts des hinteren Darmabschnitts (PAS-Färbung) (rechts)

(Geplante) Verwertung

Die gewonnenen Ergebnisse des Projektes erweitern die Kenntnisse und Erfolgsaussichten für eine kommerzielle Produktion von Futtermitteln für marine Plattfische in der Aquakultur. Verbesserte Rezepturen von Futtermitteln können die Tiergesundheit erhöhen und wirtschaftliche Verluste durch geringere Mortalitätsraten vermeiden. Potenziell auftretende negative Effekte durch die Verringerung des Fischmehlanteils sollen mithilfe von eingesetzten Futterzusätzen ausgeglichen werden können und damit zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit des Futters und zu einer Schonung wertvoller Ressourcen beitragen. Alle Ergebnisse sollen gemäß den DFG-Richtlinien für gutes wissenschaftliches Arbeiten in „peer-reviewed“ Journals veröffentlicht und darüber hinaus in weiteren Medien bzw. in der Öffentlichkeit (Vorträge, Messen) dargestellt werden.

„Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Fischerei durch Entwicklung innovativer, praxistauglicher PAL-Warngeräte zur Minimierung von Schweinswal-Beifängen“ (Schweinswal/PAL)

„Securing the competitiveness of German fisheries by developing innovative and qualified PAL warning devices to minimize harbour porpoise by-catch”

Projektlaufzeit

15.07.2012 bis 14.01.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Boris Culik, F³: Forschung . Fakten . Fantasie, Heikendorf

Verbundpartner

Dr. Christian von Dorrien

Thünen-Institut für Ostseefischerei (TI-OF), Rostock

Kurzfassung

Ziel

Ziel ist es, der deutschen Fangflotte in der Stellnetzfisherei mit einem neuartigen Schweinswal-Warngerät PAL (Porpoise Alarm) eine praxistaugliche technische Innovation verfügbar zu machen, die den Konflikt zwischen wirtschaftlichen und Naturschutzzielen entschärft und den Beifang verringert.

Im Gegensatz zu herkömmlichen akustischen Vergrämern (Pinger) nutzt der PAL Schweinswal-Kommunikationslaute bestehend aus Klicks und Klick-Abfolgen, sogenannten Klicktrains, wobei ein bestimmter Klicktraintyp von den Tieren als Warnung eingesetzt und verstanden wird. Das Verfahren wurde gemeinsam mit L3-ELAC Nautik Kiel patentiert und mit dem beteiligten Ingenieur Dipl.-Ing. M Conrad als Gebrauchsmuster geschützt.

Realisierung

Das Projekt gliedert sich in drei Stufen: 1) Technische PAL-Signal und Komponentenentwicklung zu einem fischereitauglichen Gerät, 2) Begleitende Freilanduntersuchungen zur Untersuchung der Reaktion freilebender Schweinswale auf PAL-Signale. 3) Praxistest mit PAL-Fischereigeräten in der kommerziellen Stellnetzfisherei in der westlichen Ostsee.

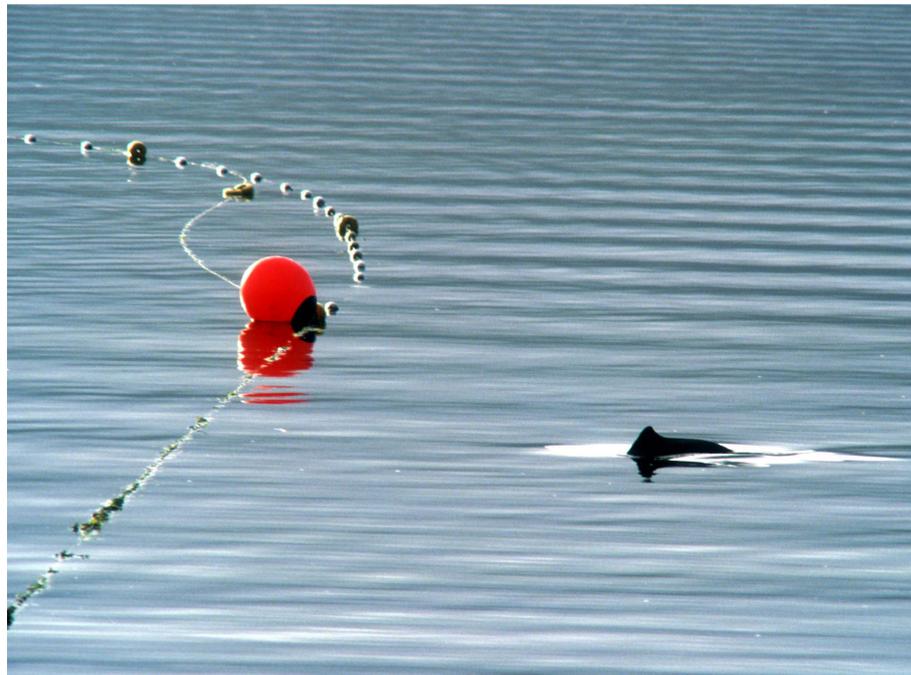


Abb. 1: Schweinswal an einer Stellnetzattrappe

Ergebnisse

Die erste Version des PAL wurde ab Sommer 2012 eingesetzt und im Laufe der Saison weiter verbessert. Die unterschiedlichen synthetischen Signale stimmten jedoch mit dem Warnsignal der Tiere noch nicht ausreichend überein. Die detaillierte Auswertung der Versuchsergebnisse (M.Sc. Thesis Valett Müller, 2013, GEOMAR Kiel) bestätigt, dass freilebende Schweinswale daraufhin ihre Echoortung einschränkten. Eine Veränderung der Annäherungsdistanz an die Signalquelle konnte nicht beobachtet werden.

Für die Versuche in 2013 wurden zwei Kommunikationssignale, „M1“ und „W6“ detailgetreu auf den PALv2 programmiert und das Ergebnis vorab im Elektroniklabor auf Übereinstimmung mit natürlichen Tierlauten getestet. Die Wiederholungsrate wurde von 6/Minute (2012) auf nur noch 3/Min (2013) reduziert. Im Freiland wurde die Reaktion der Tiere auf beide Signale intensiv untersucht: Während M1 die Schweinswale unmittelbar anlockt (Mittlerer Abstand zu PAL an: 114 m, n=54, gegenüber PAL aus: 175 m, n=63, Unterschied signifikant, t-Test $p = 0,028$), führt das Signal W6 dazu, dass die Tiere einen größeren Abstand zum PAL suchten (PAL an: 162 m, n= 78 gegen PAL aus: 127 m, n=73, Unterschied signifikant, t-Test, $p = 0,0033$).

Beide Signale bewirken eine Steigerung der Echoortungsintensität: Bei M1 wurde diese fast verdoppelt (PAL aus: 27 % Klicks, PAL an: 51 % Klicks, PAL aus: 22 % Klicks, Unterschied hoch signifikant, ANOVA, $p < 0,0001$), bei W6 um 14 % gesteigert (PAL aus: 33,8 % K, PAL an: 38,4 % K, PAL aus: 27,8 % K, Unterschied hoch signifikant, ANOVA, $p < 0,0001$).

Mit Signal W6 steht somit nachweislich ein Kommunikationssignal zur Verfügung, welches zu einer Verringerung des Risikos der Wale, in Netze zu geraten, führt: Durch Erhöhung des Abstandes zum PAL verringert sich das Kollisionsrisiko mit PAL-bestückten Netzen, während die gleichzeitig erfolgte Steigerung der Echoortungsintensität die Chance erhöht, dass die Tiere die für sie gefährlichen Netze rechtzeitig wahrnehmen. Geeignete Modifikationen zur weiteren Steigerung der Wirksamkeit des PAL mittels in Bezug auf die Lautstärke abgestufter Signaltypen sollen ab 2014 mit dem weiterentwickelten PALv3 untersucht werden. Auch sollen weitere Signaltypen, bzw. Modifikationen von W6 und M1 erprobt werden, deren Wirkung evtl. noch stärker auf die Tiere ist.

Basierend auf diesen sich sukzessive erhärtenden Ergebnissen wurde das Signal W6 auf 220 speziell hergestellte Fischerei-PAL (PALfi) aufprogrammiert und von Anfang August bis Ende November 2013 gemeinsam mit 3 deutschen Ostseefischern und einem dänischen Nordseefischer an 217 Tagen auf See getestet. Dabei waren pro Fischer jeweils 15-42 Geräte für 3-4 Zyklen à 40 - 60 Tage im Einsatz. In der deutschen Ostsee betrug der Erprobungsaufwand dabei insgesamt rund 400 Netzkilometertage mit PAL.

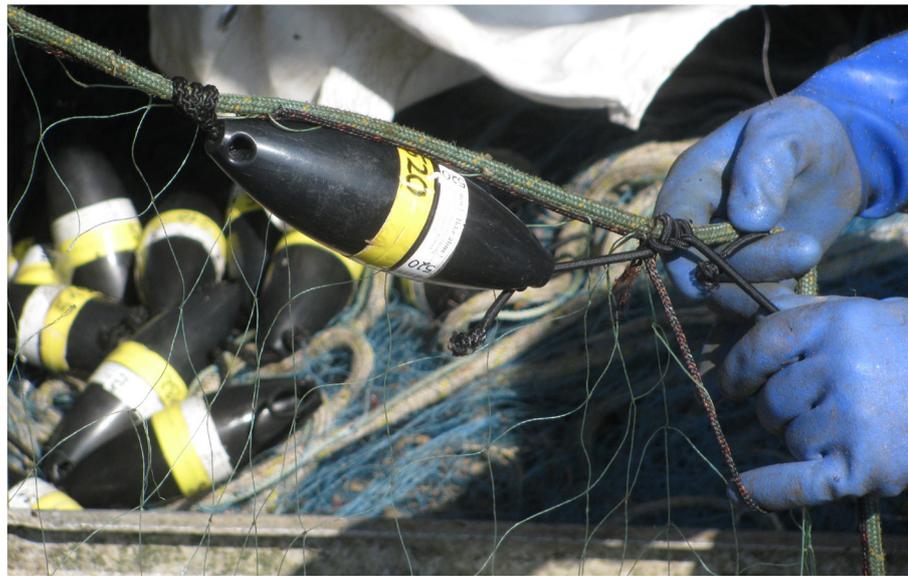


Abb. 2: PALfi, das neuartige Schweinswal-Warngerät für die Fischerei

Umfangreiche Funktionstests an den neuen PALfi zeigten einen Sendepiegel der Geräte von $150 + 1$ dB. Die Sendeleistung der PALfi liegt somit über der von derzeit kommerziell eingesetzten Ultrashallpingern (z.B. Fishtec Banana Pinger, Aquamark 100, beide nur 145 dB SL). Aufgrund der mittels PAL vermessenen Eigenschaften des Seegebiets, bzw. der bekannten Empfangseigenschaften der Schweinswale konnten wir berechnen, dass Schweinswale das PALfi Signal bei gutem Wetter von vorn aus bis zu 300 m Entfernung, bzw. seitlich aus bis 200 m Entfernung hören können.

Der verspätete Einsatz der PALfi 2013 führte dazu, dass der Peak des Schweinswalbeifangs bereits überschritten war. Die trotz des hohen Aufwandes nur geringen Beifangzahlen im Verlauf der Untersuchungen lassen bisher keine Bewertung zur Wirksamkeit der PALfi bzw. des bisher besten Signaltyps W6 zu. Die Fischereiversuche sollen daher fortgeführt werden. Bis Mitte 2014 sind hierfür noch Restmittel aus dem laufenden Projekt vorhanden, danach werden weitere Mittel erforderlich, um die vielversprechenden Untersuchungen fortführen zu können.

(Geplante) Verwertung

Als Ergebnis sind folgende Produkte geplant: a) Neuartiges Warngerät zur Reduzierung des Beifangs von Schweinswalen in der Stellnetzfischerei. b) Frei programmierbares, elektronisches Meeressäuger-Kommunikationslaut-Erzeugungsgerät zur Kalibrierung von akustischen Detektoren in situ und zur Verbesserung der Detektionsreichweite dieser Geräte durch Fokussierung der Ortungslaute.

„Anpassung und Weiterentwicklung von innovativen, nicht-invasiven, Monitoringssystemen und Auswerteverfahren für die Fischereiforschung“ (AutoMAT)

„Development of innovative and non-invasive monitoring systems for fisheries research“

Projektlaufzeit

01.07.2013 bis 30.6.2015

Verbundprojekt-Koordinator, Institution

Dr. Gerd Kraus

Thünen-Institut für Seefischerei, Hamburg

Prof. Dr. Joachim Gröger

Thünen-Institut für Seefischerei, Hamburg

Dr. Christopher Zimmermann

Thünen-Institut für Ostseefischerei, Rostock

PD Dr. Reinhold Hanel

Thünen-Institut für Fischereiökologie, Hamburg

Verbundpartner

Teilprojekt 1:

Fachhochschule Kiel, Institute für Informatik und für Kommunikationstechnik

MBT Meerestechnisches Büro Turla GmbH, Kiel

Universität Hamburg, Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft

Helmholtz Zentrum Geesthacht

Teilprojekt 2:

Schiffselektronik Rostock (SER) GmbH, Rostock

Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD), Rostock

arivis AG, Rostock

Teilprojekt 3:

Impetus GmbH & Co. Bioscience KG

MRI-Institut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch

Teilprojekt 4:

Kunststoff-Spranger GmbH, Plauen

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Verbundprojekts ist es, die konventionelle Datenerhebung und -analyse in der Fischereibiologie und -ökologie mit Hilfe automatisierter Erfassungs- und Analysesysteme zu optimieren. Dabei kommen neben moderner Elektronik und Sensortechnik innovative Softwarelösungen zum Einsatz. Aufgrund der Vielschichtigkeit des Problems erfolgt diese Modernisierung auf unterschiedlichen Ebenen (im Wasser, auf dem Schiff, an Land). Aus diesem Grunde besteht das Verbundprojekt aus den 4 Teilprojekten (TP):

- TP1. Entwicklung eines nicht-invasiven, akustisch-optischen Unterwasser-Fisch-Observatoriums (UFO)
- TP2. Elektronisches Monitoring als Grundlage für ein Catch Quota Management (Fish'EM)
- TP3. Neue, innovative Ansätze zur Rückverfolgbarkeit von Fisch und Fischereiprodukten - ein Beitrag zur Verbrauchersicherheit und Eindämmung von illegaler Fischerei
- TP4. Entwicklung eines Druckkammer-Strömungskanals zur Parametrisierung der Einflüsse von Schadstoffen und Krankheiten auf die Fortpflanzungsfähigkeit des Europäischen Aals

Realisierung

TP1: Es wird in diesem Vorhaben hochempfindliche Stereo-Optik zusammen mit Hochfrequenz-Sonarsystemen Hardware- und Software-technisch so angepasst und synchronisiert, dass sie in einen UFO-Prä-Prototypen (UFO-Lander) integriert werden können. Dafür müssen spezielle optische und akustische Mustererkennungsalgorithmen entwickelt werden. Die Funktion des UFO-Prä-Prototyps ist dann (Abb. 1) wie folgt: Mit Hilfe des hochempfindlichen Sonarsystems werden akustische Ping-Signale ausgesendet. Handelt es sich um Fische, erstellt das Sonarsystem spezielle akustische Aufnahmen, die mit synchron ausgelösten Fotosequenzen Stereo-Unterwasserkameras verschnitten

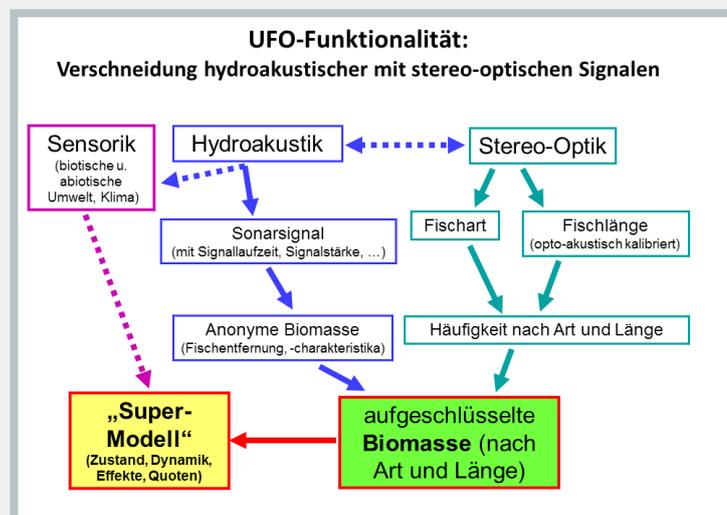


Abb. 1: UFO-Funktionalität

werden. Gleichzeitig werden automatisch weitere Charakteristika der detektierten Fische sowie Umweltparameter mit erfasst. Auf diese Weise werden nach international standardisiertem Muster vollautomatisiert komplexe Datensätze für die quantitative Erfassung und Modellierung von Fischpopulationen erzeugt. Ein Forschungsbegleitprogramm dient der Gewinnung systemrelevanter Zusatzinformation zu Kalibrierungszwecken.

TP2: Das Elektronische Monitoring (EM) ermöglicht neben der viel präziseren Aufzeichnung der fischereilichen Aktivitäten der Fischerei, ein Anlandegebot flächendeckend und kostengünstig zu kontrollieren (Abb. 2). Es können so auch erstmals direkt Anreize für regelkonformes Verhalten geschaffen werden, die zahlreiche bisherige Detailregelungen (wie Netzdefinitionen) überflüssig machen. EM-Systeme wurden bereits ab 2010 erfolgreich in Europa getestet. Die bislang verfügbaren Systeme für Fischereifahrzeuge sind technisch veraltet und/oder nicht erweiterbar, und können nur mit erheblichem Zeitaufwand und weitgehend manuell durch die Kontrollbehörden ausgewertet werden. Die Skalierbarkeit, also der flächendeckende Einsatz, ist so nicht möglich. In diesem Teilprojekt wird ein technisch innovatives EM mit automatisierter Auswertung entwickelt.

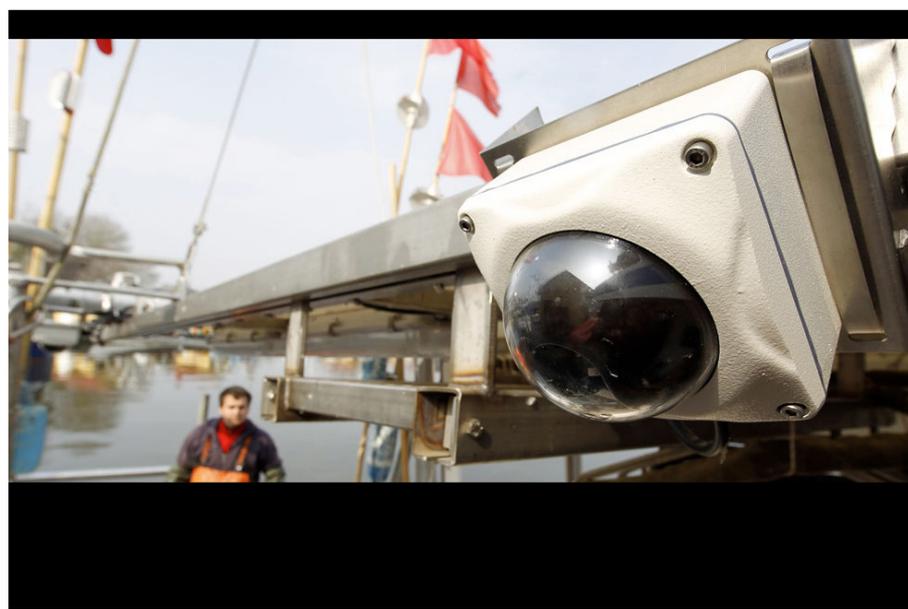


Abb. 2: Fish'EM-Kamera (Foto WWF)

TP3: Die genetische Charakterisierung der ostatlantischen Fischarten erfolgt durch Teil-Sequenzierung von vier unterschiedlichen Genen. Neben den weitverbreiteten mitochondrialen Markern Cytochrom-c-oxidase I und Cytochrom b werden zur genaueren Differenzierung der Arten und ihrer Herkunft auch die nukleären Marker Myosin-6 und Rhodopsin verwendet. Für die Identifizierung von Punktmutationen im Genom des Gelbflossen-Thuns wird die sog. Restriktionsseiten-assoziierte DNS Methode („RADtag sequencing“) angewandt.

TP4: Die Konzeption der insgesamt drei Druckkammer-Strömungskanäle sieht vor, in einem kombinierten Ansatz sowohl kontinuierliches Schwimmen als auch den Effekt von hydrostatischem Druck auf Fische untersuchen zu können. Durch Langzeit-Schwimmexperimente, begleitet von Sauerstoffverbrauchsmessungen, soll das bioenergetische Budget der Laichwanderung aufgeschlüsselt und der ökophysiologische Einfluss verschiedener abiotischer (Temperatur, Salzgehalt, Druck, Schadstoffe) und biotischer Faktoren (Krankheitserreger, Parasitierung) quantifiziert werden.

Ergebnisse

TP1: Die Bauphase des UFO-Landers ist zu ca. 90 % abgeschlossen. Die einzelnen Geräte sind inzwischen beschafft, aber noch nicht vollständig in den Lander integriert. Die Entwicklung der optisch-akustischen Musterkennungsalgorithmen mit den finalen, integrierten in-situ Tests sowie die Erstellung der Schnittstellen sind noch nicht abgeschlossen. Die Ausbringung vor der FINO³-Plattform 70 Seemeilen nord-westlich von Sylt ist für die 38. Woche in der 2. Hälfte des September 2014 geplant.

TP2: Das EM-System wird derzeit auf einem der Fischereiforschungsschiffe des Bundes getestet. Basisfunktionalitäten wie die Sensorsteuerung von Kameras sind implementiert, die Software erkennt definierte Ereignisse und vereinfacht das Handling großer Datenmengen. Derzeit werden Datentransfer und -speicherung für einen Echtzeit-Fernzugriff optimiert. Parallel erfolgen Gespräche mit den zukünftigen Nutzern zur Weiterentwicklung der Auswertesoftware und der Datenstandardisierung.

TP3: Bisher konnten mehr als 400 Fischarten aus der Region beprobt und zumeist erfolgreich für mindestens ein Gen sequenziert werden. Weitere Primer werden derzeit für wichtige Familien optimiert. Ein erstes Genom des Gelbflossen-Thuns wurde erfolgreich sequenziert und dient nun als Template für die Alinierung weiterer Daten von Thunfischen aus allen Weltregionen.

TP4: Die Konzeption des ersten Druckkammer-Strömungskanal-Prototyps entspricht der Vorgabe, einem Maximaldruck von 10 bar standzuhalten und ermöglicht auch Langzeit-Sauerstoffverbrauchsmessungen. Derzeit werden weitere technische Anforderungen u.a. im Bereich Strömungsverlauf und Zugänglichkeit der Schwimmkammer umgesetzt.

Weitere Arbeitsschritte umfassen die Erstellung einer automatisierten Software zur Auslesung und Speicherung der Versuchsdaten sowie der kontinuierlichen Überwachung der Versuchsanlage ebenso wie eine Parametrisierung des kompletten Systems.

(Geplante) Verwertung

TP1: Es soll ein Beitrag zur automatisierten Überwachung von Fischen z.B. in Schutzgebieten und Windparks geleistet werden. Der hier entwickelte UFO-Prä-Prototyp ist der Initialschritt zur Entwicklung eines weltweit neuartigen, innovativen Beobachtungssystems, das sich aufgrund des wachsenden Bedarfs (nach Weiterentwicklung durch die Fa. MBT) kommerziell vermarkten lässt.

TP2: Der im Rahmen des Teilprojektes entwickelte prä-Präprototyp soll zu einem kommerziellen System weiter entwickelt werden. Die Forschungspartner stärken ihre Kompetenzen z.B. in den Teilbereichen Bildverarbeitung und User Interface Engineering und gewährleisten, dass Systeme verschiedener Anbieter interoperabel sind und eine europäisch harmonisierte Lösung entsteht.

TP3: Die Gendatenbank soll von Wissenschaftlern und Kontrollbehörden genutzt werden, um Fischereiprodukte eindeutig zu bestimmen, was letztlich sowohl die Sicherheit von Verbrauchern erhöht als auch dabei hilft, illegale, unregulierte und undokumentierte Fischerei einzudämmen. Mit Hilfe der gewonnenen Genomdaten des Gelbflossen-Thuns können Managementstrategien dieser stark befischten Art verbessert werden.

TP4: Die Projektlaufzeit von nur 18 Monaten ermöglicht nur eine Parametrisierung der entwickelten Druckkammer-Strömungskanäle, nicht jedoch die eigentliche Versuchsdurchführung von Langzeitexperimente zur Laichwanderung. Um die ursprünglichen Zielsetzungen umzusetzen, ist geplant, mit einem Folgeprojekt die bisherigen Arbeiten fortzuführen.

„Entwicklung von Spezialausrüstungen für Effizienz bei Aufzucht und Handling juveniler Zander“ (SPEFZA)

“Development of special equipment for efficient hatchery production and handling of juvenile pikeperch”

Projektlaufzeit

01.01.2012 bis 31.12.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr. Andreas Müller-Belecké
Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, Potsdam

Verbundpartner

Ulrich Spranger
Andreas Spranger
Kunststoff-Spranger GmbH, Plauen

Kurzfassung

Ziel

Der Zander (*Sander lucioperca*) ist eine heimische Süßwasserfischart, die aufgrund ihrer hervorragenden Produktqualität und des allgemeinen Bekanntheitsgrades ein hohes Potenzial als neuer Aquakulturkandidat in Deutschland aufweist. Allerdings fehlen bislang geeignete Haltungs- und Sortiereinrichtungen um juvenile Zander kostengünstig und in großer Stückzahl aufzuziehen. Somit kann die Nachfrage an trockenfutteradaptierten Zandersetzlingen als Grundvoraussetzung für die Aufzucht von Speise- oder Satzfishen unter Intensivhaltungsbedingungen nicht gedeckt werden. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Entwicklung und Optimierung selbstreinigender Aufzuchtbecken und Sortiertechnik für Zanderlarven und -setzlinge.

Realisierung

Die Fa. Kunststoff-Spranger GmbH konzipierte in Kooperation mit dem Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow (IfB) über mehrere technische Entwicklungsstufen Larvenhaltungsbecken mit einer automatischen, magnetgetriebenen Räumfunktion sowie Einrichtungen zur schonenden und weitgehend selbständigen Sortierung juveniler Zander. Am IfB erfolgt die Testung und Bewertung der entwickelten Haltungs- und Sortiereinrichtungen unter Praxisbedingungen im Vergleich zur konventionellen Technologie. Die Aufgaben des IfB umschlossen die Bereitstellung von Zanderbrütlingen

und deren kontrollierte Aufzucht in den neu entwickelten Becken mit Räumfunktion im Vergleich zu nach bisherigem Standard aufgezogenen Kontrollgruppen. Weiterhin wurden neuartige Sortiereinrichtungen mit juvenilen Zandern unterschiedlicher Größenklassen getestet. Erfasst wurden für die praktische Anwendbarkeit relevante Parameter wie Überlebensraten, reinigungsbedingte Larvenverluste und Zeitaufwand für die Betreuung der Larvenbestände. Der Investitionsbedarf, die Havarieanfälligkeit und die Planbarkeit der Aufzuchtarbeiten wurden bewertet.

Ergebnisse

Der Reinigungsaufwand beschränkte sich im Räumbecken auf ca. 20 min pro m³ Haltungsvolumen und Tag und betrug somit nur ein Viertel des Aufwandes, der für ein täglich zweifaches manuelles Absaugen des Beckenbodens in den Kontrollgruppen zu investieren ist (80 min pro m³ Haltungsvolumen und Tag). Reinigungsbedingte Larvenverluste konnten von ca. 3 % pro Tag bei manueller Reinigung auf rund 0,1 % pro Tag im Räumbecken reduziert werden. Wachstumsleistung und Bruttoenergiegehalte von Larven aus Räumbecken und Kontrollbecken lagen auf einem vergleichbaren Niveau. In den Kontrollgruppen konnten aus 23.000 aufgelegten Eiern nach 40 Tagen Aufzucht lediglich 2000 trockenfutteradaptierte Zandersetlinge aufgezogen werden (8,7 %). Die Aufzucht im Räumbecken führte bei gleicher Ausgangsbesatzdichte und erheblich geringerem Zeitaufwand zu 5.250 Individuen (22,8 %).

Weiterhin erfolgte die Testung einer von der Fa. Kunststoff-Spranger konstruierten Sortiereinrichtung mit vertikal angeordneten Rosten. Die Sortiereinrichtung konnte in einer Form im Räumbecken installiert werden, die ein langsames Einengen der Zanderbrütlinge mithilfe des umlaufenden Räumermotors vor dem Sortierrost ermöglichte (Abb. 1).



Abb. 1: Sortierversuche über horizontal stehende Stabgitter im Räumbecken

Trotz Einengung wurde jedoch auch beim Einsatz weiterer Scheuchreize durch Licht und Blasenteppiche keine hinreichende Selbstsortierung der Fische erreicht. Bei einer Einengung der Brütlinge auf etwa 1/8 der Beckenfläche passierten im Laufe von 5 min lediglich etwa 5 % der Brütlinge den vertikal stehenden Sortierrost.

Weitere Versuchsserien mit Lock- und Scheureizen demonstrierten, dass eine hinreichende Selbstsortierung bei Jungzandern in der Haltungseinheit über Vertikalroste nicht umsetzbar ist. Während der Sortieransätze wurde beobachtet, dass Zanderbrütlinge auf Lichtreize stets mit einer vertikalen Flucht zum Bodenbereich reagieren.

Diese Beobachtung konnte im weiteren Verlauf für die Optimierung der konventionellen Sortiertechnik mit horizontal angeordnetem Sortierrost verwertet werden. Großrahmige, weiße PE-Sortierkästen mit schwarz gefärbten horizontalen Stabrosten, ermöglichten in lehmgetrübtem Haltungswasser nach kurzfristigem Zuschalten einer mäßig starken Weißlichtquelle eine erfolgreiche Selbstsortierung der stark negativ phototaktisch reagierenden juvenilen Zander.

Geplante Verwertung

Die entwickelte Bruthaustechnologie bietet eine entscheidende Grundlage für die Expansion der Aufzucht von Zandern in der Aquakultur. Die Technologie lässt sich in Zukunft für die Aufzucht anderer Spezies mit ähnlich kleinen und kannibalistisch veranlagten Larven (z.B. Barramundi, Dorade, Wolfsbarsch, Dorsch) anpassen.

Die neue Technologie kann einen wichtigen Beitrag zur zukünftigen Umsetzung weiterer Aspekte der Zanderaquakultur darstellen. So ermöglichen sie eine vereinfachte Standardisierung der Brutaufzucht, die insbesondere bei der Schaffung einheitlicher Umweltverhältnisse als essentielle Basis jeden Zuchtprogramms von großer Bedeutung ist.

„Entwicklung einer oralen Applikationstechnik zur Antikörper induzierten Wachstumssteigerung in der Aquakultur“ (AntiSoma)**„Development of an oral vaccination technique for an antibody induced growth promotion in aquaculture“****Projektlaufzeit**

01.01.2011 bis 31.08.2014

Projektkoordinator, InstitutionProf. Dr. Carsten Schulz
Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH, Büsum**Verbundpartner**Dr. Sven Würtz
Leibniz - Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei,
Abteilung Ökophysiologie und Aquakultur, Berlin**Kurzfassung****Ziel**

IgY Antikörper, die mittels nicht-invasiver Technik von Hühnern gewonnen und aus dem Eigelb extrahiert werden können, haben vielversprechende Eigenschaften um passive Immunisierungen in der Aquakultur zu realisieren. Es wurde gezeigt, dass die Injektion spezifischer IgY gegen Somatostatin-14 (antiSST-14) den Gehalt an Wachstumshormon (GH) sowie insulinähnlichen Wachstumsfaktoren (IGF-1) im Plasma von Regenbogenforellen erhöht und somatisches Wachstum fördert. Unter angewandten sowie tierschutzrechtlichen Aspekten ist die orale Verabreichung von Vakzinen über das Futter einer invasiven Methode vorzuziehen. Allerdings ist die Effektivität einer oralen Verabreichung limitiert, da IgY eine geringe Stabilität gegenüber Protolyse aufweist und die Darmwand eine zusätzliche Barriere für die Aufnahme ins Blut darstellt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Möglichkeiten zur oralen passiven IgY Immunisierung gegen SST-14 für wachstumsfördernde Zwecke in der Aquakultur zu evaluieren. Neben Regenbogenforellen, die ein saures Milieu (pH) im Magen aufweisen, wurden magenlose Karpfen in die Untersuchungen mit einbezogen, um das Potenzial für orale Immunisierungen vergleichend für Fische mit- und ohne Magen zu bewerten.

Realisierung

Zunächst sollten Rückschlüsse auf die effektive orale Dosis zur IgY Aufnahme ins Plasma gewonnen sowie Strategien zur IgY Aufnahmeverbesserung entwickelt werden. In sämtlichen Versuchen wurde eine Positivkontrolle intraperitoneal (IP) mit IgY injiziert (0,0076 mg IgY g BW-1 Tag-1) sowie eine Negativkontrolle ohne Behandlung berücksichtigt. Durch den Vergleich von rektaler (75- und 150- fache IP-Dosis) und oraler (10-, 50- 75, und 200 fache IP-Dosis) Applikation wurde ermittelt, ob der Zusatz von säureschützenden (IgY Stabilisierung im Magen) oder Aufnahme beschleunigenden Zusätzen (Verbesserung der IgY Passage vom Darmlumen ins Blut) dazu beitragen, die IgY Verfügbarkeit im Plasma zu verbessern. Nach IgY Gabe wurden hier entsprechend vorangegangener Erkenntnisse zur Pharmakokinetik injizierter IgY verschiedene Zeitpunkte beprobt (2, 4, 6, 12, 24, 36 h). Um Einblicke in die potenzielle Wirkungsweise eines spezifischen antiSST-14 IgY Antikörpers zu erhalten, wurden nach IgY Injektion immunhistologische Schnitte von potenziellen Zielorganen/ antiSST- Wirkungsarten (Muskel-, Leber-, Hirn- und Hypophysengewebe) angefertigt.

Sämtliche Folgeversuche wurden vergleichend für Forellen und Karpfen durchgeführt. Resorptionsverbessernde Zusätze (Tween 20, Natrium deoxycholate und Vitamin E TPGS) wurden gemeinsam mit dem Säureblocker Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) verabreicht. Unterschiedliche Dosierungen (75- und 150 fache IP-Dosis) sowie Versuchsdauern (1 Tag und 5 Tage) wurden untersucht. Um zu beurteilen, ob Unterschiede der IgY Verfügbarkeit (im Plasma) ausschließlich auf der IgY Proteolyse im sauren Magen (Forelle) beruht oder zusätzlich Unterschiede hinsichtlich des Transmembran-Transportes existieren, wurde ergänzend ein Ussing-Kammer Experiment mit zwei unterschiedlichen IgY Dosen (19 mg IgY ml⁻¹ / 38 mg IgY ml⁻¹) und Darmgewebe beider Fischarten durchgeführt.

Final fand ein achtwöchiger Versuch mit beiden Arten statt, um Langzeiteffekte einer oralen passiven antiSST-14 IgY Immunisierung zu evaluieren. Der Antikörper wurde aus dem Eigelb von speziell immunisierten Hennen gewonnen und in unterschiedlichen Aufreinigungsformen (Isolat vs. gefriergetrocknetes Dotter) für die Futterformulierungen verwendet. Für Forellen wurde in zusätzlichen Versuchsgruppen NaHCO_3 (Magen pH Pufferung) berücksichtigt. Der IgY Plasmagehalt und die Wachstumsleistung wurden bewertet.

Ergebnisse

Unabhängig von Dosis und Zeitpunkt, konnte IgY nicht im Plasma der rektal und oral behandelten Forellen nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu war IgY im Plasma der IP injizierten Tiere detektierbar. Eine schnelle IgY Abnahme im Plasma um 63 % innerhalb von 2 h bis 24 h nach Injektion weist jedoch auf eine begrenzte Langzeitwirksamkeit dieser Behandlung hin. In der Leber konnte IgY qualitativ nachgewiesen werden, während in den anderen Geweben keine Antikörperfärbung in histologischen Präparaten beobachtet wurde. Dies lässt auf eine IgY Akkumulation im Lebergewebe schließen. Neben der nachgewiesenen Wirkung auf GH ist somit auch die wachstumsfördernde Wirkung

auf den GH Rezeptor in der Leber zu berücksichtigen (Neutralisation von peripherem SS14).

Da weder eine orale noch eine rektale IgY Verabreichung zu einer Detektion intakter IgY Antikörper im Forellenplasma führte, deutete sich eine positive Wirkung säureschützender Zusätze als auch resorptionsverbessernder Zusätze an, um eine orale passive Immunisierung zu ermöglichen. Unabhängig von dem eingesetzten Additiva konnten IgY nach oraler Verabreichung jedoch nur im Plasma von Karpfen detektiert werden, nicht aber bei Forellen. Die *in vitro* Ussing Kammer Versuche zeigten eine dosisabhängige, wahrscheinlich durch Transzytoseprozesse erfolgte Passage, während parazellulärer Transport von IgY zu vernachlässigen ist. Bei hoher IgY Dosierung wurden im Vergleich zu Regenbogenforellen signifikant höhere IgY Gehalte auf der basolateralen Seite bei Karpfen gefunden.

Im Langzeitversuch mit spezifischen antiSST-14 IgY Antikörpern zeigten Karpfen bei Verabreichung von IgY Isolat signifikant bessere Futterverwertungen ($FCR \pm SD$) ($1,70 \pm 0,06$) und Proteinwirkungsverhältnisse ($PER \pm SD$) ($1,02 \pm 0,04$) im Vergleich zur Negativkontrolle ($FCR = 1,90 \pm 0,10$, $PER = 0,91 \pm 0,02$). Im Gegensatz dazu waren die Wachstumsparameter der Forellen durch die Behandlung nicht signifikant verbessert. Entsprechend konnte IgY nicht im Plasma nachgewiesen werden.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass es möglich ist durch orale antiSST-14 IgY Verabreichung das Wachstum von magenlosen Karpfen zu verbessern. Bei Forellen muss IgY Proteolyse im Magen sowie eine geringere IgY Transzytose-Rate in Betracht gezogen werden, die eine effiziente Wirkung reduzieren. Zudem sinkt der Antikörpergehalt in Blutplasma schneller ab, was die IgY Akkumulation minimiert. Nach antiSST-14 Gabe könnte der SST neutralisierende Effekt bei Forellen daher weniger langanhaltend und ineffektiver sein als bei Karpfen.

(Geplante) Verwertung

Auch wenn orale passive Immunisierung mit IgY für magenlose Spezies mehr Potenzial zu haben scheint als für solche mit Magen, sollte berücksichtigt werden, dass eine Vielzahl von Speisefischen für die eine antiSST-14 indizierte Wachstumssteigerung von Interesse sein könnte, einen Magen besitzen und somit weiterer Forschungsbedarf besteht. Zudem können die vorliegenden Ergebnisse genutzt werden, um orale Immunisierungsstrategien zur Krankheitsprävention zu entwickeln.

**„Offshore-Site-Selection für die nachhaltige und multifunktionale Nutzung von Meeresarealen in stark genutzten Meeren am Beispiel der Nordsee“
(Offshore-Site-Selection)**

„Aquaculture site selection for sustainable and multifunctional exploitation of marine areas in intensively used waters using the example of the North Sea“

Projektlaufzeit

01.04.2012 bis 31.03.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Bela H. Buck, Dr. Bernadette Pogoda

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI), Bremerhaven

Verbundpartner

Prof. Dr. Ulfert Focken, Dr. Vanessa Stelzenmüller

Thünen-Institut für Fischereiökologie, Ahrensburg

Thünen-Institut für Seefischerei, Hamburg

Prof. Dr. Czybulka

Lehrstuhl für Staats- und Verwaltungsrecht, Umweltrecht, Universität Rostock,
Rostock

Peter Breckling

Deutscher Fischerei Verband e. V., Hamburg

Holger Huthsfeldt

Kutterfisch-Zentrale GmbH, Cuxhaven

Jens Assheuer

WindMW GmbH, Bremerhaven

Wolfgang Koppe

Skretting Aquaculture Research Center, Stavanger (Norwegen)

Kurzfassung

Ziel

Die Erstellung eines „Multi-Use-Fahrplans“ soll für die zukünftige Nutzung von Meeresflächen in der deutschen Bucht am Beispiel „Aquakultur“ in Kooperation mit anderen Nutzungsformen wie Offshore-Windenergieanlagen (WEA) sowie neuen Strategien im Bereich der Passiven Fischerei als Hilfestellung dienen. Durch diese Mehrfachnutzung (Multi-Use) soll der Einfluss auf das gesamte Ökosystem reduziert werden und nach dem Prinzip „maximizing the benefit of the same marine area“ stattfinden.

Die bisherigen Aquakulturerfahrungen in Offshore-Seegebieten begrenzen sich auf biologische und basis-technische Teststudien. Eine Umsetzung auf Pilotmaßstab war bisher nicht möglich. Daher ist es dringend erforderlich, in Gebieten, in denen WEAs geplant sind, eine Vorplanung hinsichtlich der Gebietseignung für die Offshore-Aquakultur und als Primärdatenstudie auch für die Passive Fischerei durchzuführen.

Insgesamt ergibt sich daraus die Frage, wie Offshore-Gebiete in der deutschen AWZ für den erfolgreichen Einsatz verschiedener Aquakultur-Kandidaten identifiziert werden können. Am Beispiel des Windparks der Firma WindMW sowie unter Laborbedingungen soll biologisch getestet werden:

- welche Nährstoffemissionen aus einer wirtschaftlichen Produktion hochwertiger Speisefische entstehen und durch extraktive Aquakultur (Algen, Muscheln) im Rahmen eines integrierten multitrophischen Aquakultursystems (IMTA) kompensiert werden können, um so den Nachhaltigkeitsprinzipien der FAO zu folgen,
- wie die von einer futterbasierten Aquakultur ausgehenden Nährstoffflüsse experimentell an Hand eines von den natürlichen Häufigkeiten abweichenden Musters der stabilen Kohlenstoff- und Stickstoffisotope nachgewiesen werden können,
- welche Dimensionierung und welches technische Design für eine integrierte Kultur notwendig sind,
- und welche Produktionsgröße notwendig ist, um wirtschaftliche Potentiale aufzuweisen.

Ferner soll erarbeitet werden:

- welche Kandidaten hinsichtlich ihrer Kulturbedingungen, des Anlagendesigns und der Marktlage geeignet sind,
- welche Managementstrategien erforderlich sind, um Nutzerkonflikten auszuweichen,
- welche Tools bzw. Modelle erstellt werden können, um als Planungshilfe die zukünftige Bewirtschaftung von Meeresflächen im Rahmen der Aquakultur/Windparkkombination zu erleichtern,
- welche Flächen für eine Co-Nutzung mit Hilfe von GIS-gestützten Entscheidungshilfen auf Basis von abgestimmten Auswahlkriterien bestimmt werden können,

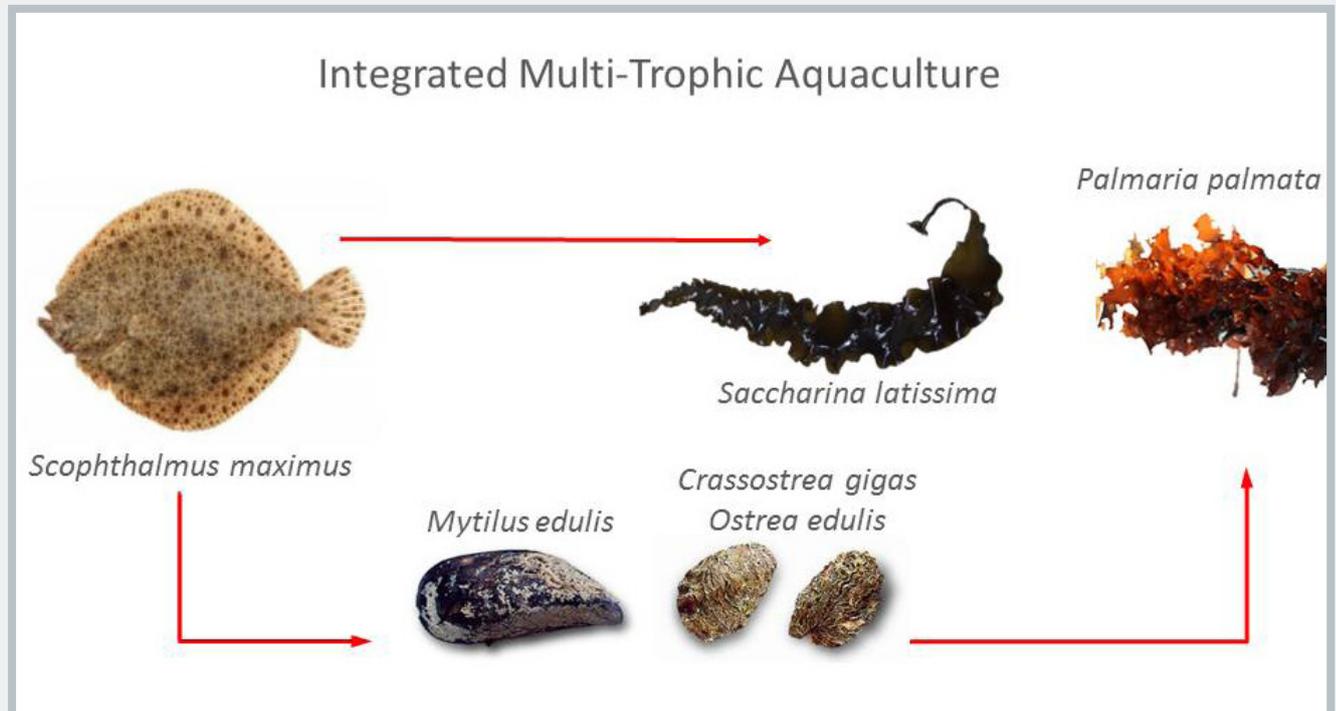


Abb. 1: Zu untersuchende Nährstoffflüsse zwischen gefütterten (Fisch) und extraktiven (Muscheln, Austern, Makroalgen) Aquakultur-Kandidaten in einer integrierten-multitrophischen Aquakultur (IMTA).

- und ob als Folge dieser Untersuchungen eine Prüfung, eine Angleichung oder eine Ergänzung der SeeAnIV sowie bei den erforderlichen Untersuchungen (UVS/UVP bzw. Standarduntersuchungskonzept I, II, III) erwirkt werden kann, um die gemeinsame Nutzung von Meeresflächen zu erleichtern und zu fördern und gleichzeitig den negativen Einfluss durch mehrere Newcomer auf noch mehr Meeresflächen einzuschränken.

Realisierung

Für die Durchführung des Projektes wurden Arbeitsgruppen gebildet, die je nach ihrer Expertise Inhalte mit biologischer, wirtschaftlicher, rechtlicher und sozio-ökonomischer Basis bearbeiten.

Es erfolgen Untersuchungen des Zoobenthos auf mögliche Indikatorarten für anthropogene Belastungen, die Auswahl geeigneter Fischarten für die futterbasierte Aquakultur sowie geeigneter Muschel- und Makroalgenarten für die extraktive Aquakultur unter Berücksichtigung biologischer, technischer und ökonomischer Parameter.

Außerdem wird an der Entwicklung geeigneter Testfuttermittel gearbeitet, um aquakulturbedingte Nährstoffeinträge in das marine System zu verfolgen, sowie an der Modellierung von Fischfütterung, Fischwachstum und Nährstoffausscheidung und der

Nährstoffaufnahme durch Mollusken und Algen. Nur so kann in der Zukunft, in einem integrierten, multitrophischen Aquakultursystem (IMTA) ein Gleichgewicht zwischen Nährstoffeintrag durch Futter und Nährstoffentzug über die Ernte von Fischen, Mollusken und Algen erreicht werden.

Weiterhin erfolgt die Zusammenstellung der anzuwendenden Rechtsgrundlagen auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene. Anschließend wird die Zulassungsfähigkeit einer Pilotanlage einer standortbezogenen rechtlichen Prüfung unterzogen, ungeeignete Standorte werden ausgeschlossen. In Abstimmung mit dem BSH werden Anpassungsvorschläge für die Seeanlagenverordnung und das Standarduntersuchungskonzept (StUK) erstellt.

Für die Entwicklung der GIS gestützten Entscheidungshilfen zur Bestimmung von „site-selection-criteria“ steht zunächst die Beschaffung der Basisdaten im Vordergrund. Im zweiten Schritt erfolgt die Kopplung von GIS und Multi-Criteria-Analyse (MCA) zur Identifizierung möglicher Standorte für Aquakultur. Geeignete Standorte werden mit den Antrags- bzw. Baugebieten von Offshore-Windkraftanlagen überlagert, um Gebiete für eine mögliche Co-Nutzung zu identifizieren. Durch die Zusammenarbeit mit dem BSH liegen auch alle georeferenzierten Daten der beantragten und genehmigten offshore Windkraftanlagen vor.

Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit beinhalten die Durchführung einer ökonomischen Potentialanalyse. Dafür werden neben der reinen Analyse der Aquakultur auch mögliche Potentialsteigerungen durch zusätzliche, komplementäre oder alternative passive Fischereimethoden getestet.

Ergebnisse und geplante Verwertung

Dieses Projekt soll eine Vorphase darstellen, welches gleichzeitig als Vorkriterium einer möglichen Folgeantragstellung für den realen Testbetrieb 1:1 dient. Bei einem hinsichtlich der Durchführbarkeit positiven Projektabschluss dienen die erhaltenen Daten für eine Umsetzung im Offshore-Einsatz (Hauptphase).

Geeignete Multi-Use-Flächen sowie geeignete Kandidaten für die Aquakultur in WEA-Flächen der AWZ sind identifiziert und werden auf dem Stakeholder-Workshop im Dezember 2014 einer breiten potenziellen Nutzergruppe vorgestellt. Die regional verschiedenen Nutzergruppen wurden vorab im Rahmen des Projektes identifiziert, um durch intensive Partizipation ein konzertiertes Co-Management einzuleiten.

Weiterhin ist das Modell für ein integriertes multitrophisches Aquakultursystem (IMTA) am potentiellen Mehrfachnutzungsstandort konzipiert und wird aktuell unter Berücksichtigung der technischen Gegebenheiten und der Ökonomie der Produktion skaliert. Es steht damit den Nutzergruppen voraussichtlich ebenfalls für den Stakeholder-Workshop und den Endbericht zur Verfügung.

Darüber hinaus werden alle Resultate in Anlehnung an die DFG-Richtlinien für gutes wissenschaftliches Arbeiten in peer-reviewed Journalen der Veröffentlichung zugeführt, die durch die Präsentation auf Tagungen ergänzt wird. Zudem fließen die Ergebnisse des Projektes direkt in die Beratungstätigkeit des TI für das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ein.

Sektion 8: Tierernährung

„Entwicklung innovativer pflanzlicher Futtermittelzusatzstoffe zur Verbesserung der Tiergesundheit und Effizienzsteigerung in der Produktion tierischer Lebensmittel“ (Nutriplant)

„Development of innovative plant-based additives in animal feedstuffs for the improvement of animal health and efficiency in the production of animal-based food products“

Projektlaufzeit

01.04.2012 bis 31.05.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Dr. h.c. Reinhold Carle

Universität Hohenheim, Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, Stuttgart

Verbundpartner

Prof. Dr. Jürgen Zentek

Freie Universität Berlin, Institut für Tierernährung, Berlin

Jürgen Sautter

agro Food Solution GmbH, Werder/Havel

Prof. Dr. Hans-Ulrich Endreß

Herbafood Ingredients GmbH, Werder/Havel

Kurzfassung

Ziel

Das Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung innovativer pflanzlicher Futtermittelzusatzstoffe auf der Basis bisher nicht nachhaltig genutzter Nebenprodukte aus der Verarbeitung von Mangofrüchten.

Aufgrund der gesetzlichen Situation in Europa ist der Einsatz von antibiotischen Leistungsförderern seit Ende 2005 verboten. Es besteht somit ein hohes wirtschaftliches und politisches Interesse, alternative Futtermittelzusatzstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu entwickeln, um mögliche positive Wirkungen sekundärer Pflanzenstoffe auf Verdauungsprozesse, die Nährstoffverdaulichkeit und letztlich die Ressourceneffizienz zu nutzen und somit direkt oder indirekt die Tiergesundheit sowie die Produktqualität und -sicherheit zu verbessern. Die entwickelten Futtermittelzusatzstoffe sollen der Verbesserung von Mischfuttermitteln hinsichtlich der tierart- und leistungsspezifischen Anforderungen bei Ferkeln und Broilern dienen. Eine durch die innovativen Produkte resultierende Förderung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Nutztieren in besonders empfindlichen Lebensphasen verbessert die Sicherheit und Qualität tierischer Erzeugnisse, insbesondere durch die zu erwartende Reduktion der Anzahl antibiotischer Behandlungen und ist zugleich aus ethischer Sicht wünschenswert.

Realisierung

Die Entwicklung pflanzlicher Futtermittelzusatzstoffe aus Nebenprodukten der Mangoverarbeitung soll im ersten Schritt durch die Charakterisierung der Zusammensetzung von Mangoschalen bzw. daraus gewonnener Extrakte anhand phytochemischer und ernährungsphysiologischer Methoden realisiert werden. Effekte und Wirkmechanismen der Schalen bzw. Extrakte auf die intestinale Mikrobiota von Ferkeln und Broilern sollen durch *in vitro*- und *in vivo*-Untersuchungen bestimmt werden. Weiterhin soll die Wirkung der Zusatzstoffe auf Leistungsparameter, verdauungsphysiologische Aspekte und die Produktqualität *in vivo* im Rahmen gezielter Fütterungsversuche an den Zieltierarten überprüft werden.

Auf der Basis charakterisierter und quantifizierter Inhaltsstoffe – insbesondere phenolischer Verbindungen sowie Pektin, sowie definierter Wirkmechanismen – ist durch die Kombination von *in vitro*- und *in vivo*-Untersuchungen eine effiziente Produktentwicklung zu erwarten.

Ergebnisse

Mangoschalen stellen eine sehr gute Ressource für Ballaststoffe, Pektin sowie phenolische Verbindungen, wie z. B. Gallussäure und diverse Derivate, Gallotannine und Alk(en)ylresorcinole, dar. Sowohl Mangoschalen als auch depektinisierte Mangoschalen zeigten *in vitro* eine sehr gute Verdaulichkeit bei gleichzeitig hoher Dichte an metabolisierbarer Energie. Im Fütterungsversuch an Broilern konnten nach einer vorläufigen Auswertung Leistungsunterschiede gegenüber der Kontrollgruppe durch Fütterung von Mangoschalen gezeigt werden. Darüber hinaus reduzierte ein Gallussäurehaltiges phenolisches Mangoschalenextrakt *in vitro* die ruminale Methanogenese (Geerkens et al., 2013).

Weitere *in vitro* Untersuchungen mit verschiedenen Inkubationsmethoden zeigten, dass Mangoschalen und deren Extrakte Effekte auf eine aus dem Verdauungstrakt von Schweinen stammende Mikrobiota erzielen konnten. Die Zugabe von Pektin, aber auch von Mangoschalen, erzeugte eine pH-Wert-Reduktion, die auf eine hohe mikrobielle

Fermentierbarkeit der Substrate hinweist. Darüber hinaus konnte anhand von Arbeiten mit einer porcinen Zellkultur (IPEC-J2) belegt werden, dass Mangopektin eine schützende Wirkung gegenüber einer Infektion mit pathogenen Keimen aufweist (Brucker et al., 2014). So zeigen auch diese Ergebnisse, dass Mangoschalen und ihre Extrakte deutliche Effekte erzielen können, aus der eine positive Beeinflussung der Tiergesundheit resultieren könnte. Zudem konnte durch die gezielte Anwendung technologischer und phytochemischer Verfahren das Nebenprodukt Mangoschale zu einem nützlichen Wertstoff valorisiert werden. Dabei konnten neben Pektin bioaktive phenolische Verbindungen gewonnen werden.

(Geplante) Verwertung

Die gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse sollen im Laufe der Projektperiode in international referierten Fachzeitschriften veröffentlicht werden. Zudem sollen die Ergebnisse auf wissenschaftlichen Tagungen sowohl dem wissenschaftlich als auch industriell interessierten Publikum zugänglich gemacht werden.

Das Vorhaben soll den Industriepartnern die Erschließung eines völlig neuen Geschäftsfeldes im Bereich innovativer Futtermittelkomponenten sowie die Verwertung eines bisher nicht genutzten Rohstoffes ermöglichen.

Literatur

Geerkens, C. H.; Schweiggert, R. M.; Steingass, H.; Boguhn, J.; Rodehutschord, M.; Carle, R. Influence of apple and citrus pectins, processed mango peels, a phenolic mango peel extract, and gallic acid as potential feed supplements on *in vitro* total gas production and rumen methanogenesis. *J. Agric. Food Chem.* 2013, 61, 5727–5737.

Brucker, L.; Geerkens, C. H.; Carle, R.; Zentek J. *In vitro* Studie zur Eignung von getrockneten Mangoschalen (*Mangifera indica* L.) als Futtermittelzusatzstoff. Tagungsband, BOKU Symposium 2014, 13, 235-239.

„Sensorgesteuerte Totale Mischration zur nährstoffoptimierten Fütterung von Milchkühen“ (SenToMiRa)

„Sensor controlled total-mixed-ration for nutrient optimized feeding of dairy cattle“

Projektlaufzeit:

01.11.2010 bis 31.04.2014

Projektkoordinator, Institution

Dipl. Ing. Sven Warnck
m-u-t AG, Wedel

Verbundpartner

Prof. Dr. agr. habil. Wolfgang Büscher
Universität Bonn, Bonn

B. Strautmann & Söhne GmbH u. Co. KG, Bad Laer

Dr. Johannes Marquering

Kurzfassung

Ziel

Ziel des SenToMiRa-Projektes war die Integration eines NIR-Sensors in einem selbstfahrenden Futtermischwagen, um während der Gutaufnahme neben der Frischmasse den TM-Gehalt und Nährstoffgehalte der Futtermittel zu bestimmen.

Bei dem Befüllvorgang des Futtermischwagens sollen permanent und in Echtzeit die Inhaltsstoffe der Futtermittel bestimmt werden. Durch einen Soll-Ist-Abgleich nach der Befüllung sollen die Sollwerte je nach den gemessenen Inhaltsstoffen für den darauffolgenden Tag angepasst werden, sodass kalkulierte Werte der TMR eingehalten werden können und die Tiere trotz Differenzen in den Futterkomponenten mit einer nahezu konstanten Ration versorgt werden.

Realisierung

Im ersten Schritt des SenToMiRa-Projektes wurden die Spezifikationen für das Nahinfrarot-Messgerät in Bezug auf die Anforderungen von landwirtschaftlichen Maschinen erstellt. Die Vibrations- und Temperaturanforderungen für ein Messgerät auf einer



Abb. 1: NIR-Messkopf am Fräsarm des selbstfahrenden Futtermischwagens von Strautmann

landwirtschaftlichen Maschine unterscheiden sich stark von den Bedingungen im Labor, wodurch die Nahinfrarot-Messtechnik demensprechend überarbeitet werden musste.

Zweite wichtige Grundlage für ein Nahinfrarot-Messgerät, welches die Inhaltsstoffe von landwirtschaftlichen Substraten vorhersagen soll, ist eine robuste Kalibrierung. Hierzu wurden in Zusammenarbeit mit der Universität Bonn und der m-u-t AG mehrere hundert Referenzproben mit einem mobilen NIR-Messgerät aufgenommen und diese dann auf die Inhaltsstoffe im Labor nasschemisch analysiert, die später mit dem Nahinfrarot-Messgerät bestimmt werden sollen.

Auf Grundlage dieser Referenzproben konnten für die Substrate Mais- und Grassilage Kalibrierungen für die Inhaltsstoffe Trockensubstanz, Rohfaser, Rohprotein, Rohfett und Rohasche erstellt werden. Parallel wurde vom Projektpartner Strautmann die Integration der NIR-Einheit auf dem selbstfahrenden Futtermischwagen vorbereitet. Hierbei galt es vor allem eine optimale Position für den Messkopf an der Entnahmefräse zu ermitteln, die eine bestmögliche Präsentation des aufgenommenen Futters vor dem Messfenster gewährleistet und dabei auch eine mechanisch geschützte Position der

Einheit zulässt. Weiterhin war die Verlegung des Lichtwellenleiters und der Einbau der Auswerteeinheit zu realisieren.

Das Nahinfrarot-Messgerät besteht aus drei Hauptkomponenten (Messkopf, Hybridkabel und Auswerteeinheit). Der Messkopf bestrahlt im Einzug der Entnahmefräse die Futtermittel mit einer Lichtquelle (siehe Abb. 1). Das reflektierte Licht wird über einen optischen Lichtwellenleiter, der sich in einem Hybridkabel befindet, zum Spektrometer in der Auswerteeinheit weiter geleitet. Anhand des Spektrums können mit Kalibrationsmodellen die Inhaltsstoffe der Futtermittel in Echtzeit bestimmt werden.

Die gemessenen Inhaltsstoffe werden auf dem Gerät abgespeichert und können über einen USB-Stick ausgelesen werden. Anschließend können die gemessenen Inhaltsstoffe auf einen Rechner mit der entsprechenden TMR-Berechnungssoftware übertragen werden. Durch die Anpassung der Ration wird eine konstante Milchleistung bzw. eine Einsparung von Futtermitteln erwartet.

Ergebnisse

Im Projekt konnten die Aufgaben ein NIR-Messgerät zu entwickeln und die dafür notwendigen Kalibrationsmodelle zu erstellen, erfolgreich abgeschlossen werden. Es wurde ein NIR-Messgerät entwickelt, das für die Anforderungen von landwirtschaftlichen Maschinen ausgelegt ist. Dazu wurden Belastungstests (Temperatur-, Vibrations- und Schocktests) mit dem Gerät erfolgreich abgeschlossen.

In Zusammenarbeit mit der Universität Bonn wurde eine hohe Anzahl von Referenzproben für die Kalibrierung ausgewertet. Anhand dieser Referenzproben konnten die Kalibrationsmodelle für die Parameter erstellt werden, die für eine TMR-Optimierung notwendig sind. Dazu zählen die Parameter Trockensubstanz, Rohprotein, Rohfaser, Rohfett und Rohasche.

Die Ergebnisse aus Tabelle 1 und 2 zeigen die erreichten Genauigkeiten und Messbereiche, die durch die Kalibrierung abgedeckt werden können. Um die Genauigkeiten der Modelle zu ermitteln, wurde eine Validierung mit unabhängigen Proben durchgeführt, die nicht in der Kalibrierung enthalten sind.

Die Validierung zu den Kalibrationsmodellen hat gezeigt, dass die Vorhersage der spezifizierten Inhaltsstoffe mit dem entwickelten Messgerät möglich ist. Die Vorhersagegenauigkeiten der berechneten Kalibrationsmodelle liegen in einem Bereich der für die TMR-Optimierung in der Praxis genutzt werden kann. Die Abweichungen zu den Absolutwerten sind hierbei von verschiedenen Einflussfaktoren, wie z. B. der Probenahme, der Probenpräsentation und der Analytik im Labor abhängig.

(Geplante) Verwertung

Ziel des Projektes war es ein NIR-Messsystem für die selbstfahrenden Futtermischwagen von Strautmann zu entwickeln, um die TMR-Rationen und Arbeitsabläufe bzgl. der

Parameter	StandAbw Online	Messbereich
Trockensubstanz	1,8 [%FM]	25-45 [%FM]
Rohfaser	1,4 [%TM]	15-25 [%TM]
Rohprotein	0,9 [%TM]	6-10 [%TM]
Rohfett	0,3 [%TM]	2-4,5 [%TM]
Rohasche	0,8 [%TM]	2,5-5,5 [%TM]

Tab. 1: Validierungsergebnisse Maissilage

Parameter	StandAbw Online	Messbereich
Trockensubstanz	3,0 [%FM]	20-55 [%FM]
Rohfaser	1,5 [%TM]	22-30 [%TM]
Rohprotein	1,6 [%TM]	11-19 [%TM]
Rohfett	0,7 [%TM]	2-5 [%TM]
Rohasche	1,4 [%TM]	9-14 [%TM]

Tab. 2: Validierungsergebnisse Grassilage

Fütterung zu optimieren. Das im SenToMiRa-Projekt entwickelte NIR-Messsystem ist in der Lage online auf der Maschine Futtermittel zu analysieren und dem Anwender Daten zur täglichen Optimierung der Futtermischung zur Verfügung zu stellen. Dementsprechend wird es in Zukunft das Ziel sein den NIR-Sensor zusammen mit den Futtermischwagen von Strautmann zu vermarkten und dem Kunden so die Möglichkeit zu geben die ausgebrachten Futtermittelmengen in Bezug auf die Inhaltsstoffe zu dokumentieren und die TMR-Fütterung zu optimieren.

Für den Landwirt können sich folgende Vorteile durch den Einsatz der neuen Technologie ergeben: Die ausdosierten Futtermischungen lassen sich nach Mengen, Qualitäten und Zuteilungen dokumentieren. Dies könnte auch von Lohnunternehmern als Leistungsnachweis für die durchgeführte Futtermischung dienen. Die Tiere werden insgesamt konstanter in Bezug auf die leistungsrelevanten Kriterien (Energie + Hauptnährstoffe) versorgt. Dadurch wird eine höhere Produktionssicherheit in Form einer konstanteren Milchleistung sowie ein positiver Effekt auf die Tiergesundheit erwartet.

Weiterhin wird es für die Firma m-u-t AG möglich sein, die hohe Anzahl von Referenzproben auch für weitere Applikationen in der Landwirtschaft einzusetzen. Dazu zählt z. B. die Kalibrationserstellung für ein mobiles NIR-Messgerät und die NIR-Analyse von Biogassubstraten.

Der erzielbare Effekt auf die Milchleistung bzw. eine mögliche Futtereinsparung durch mit Hilfe der NIR-Technik optimierter Futterrationen könnte noch Gegenstand weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen sein.

„Frühwarnsystem zur Beurteilung der Nährstoffversorgung in Milchviehbeständen mittels Erfassung und Auswertung der Fress- und Wiederkäuaktivitäten“ (NutriCheck)

„Early warning system for the evaluation of nutritional supply in dairy herds by means of recording and analyzing of feeding and rumination activities“

Projektlaufzeit:

01.11.2010 bis 31.05.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Otto Kaufmann
Humboldt-Universität, Berlin

Lebenswissenschaftliche Fakultät, Berlin

Albrecht Daniel Thaer - Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Berlin

Department für Nutzpflanzen- und Tierwissenschaften
Fachgebiet Tierhaltungssysteme und Verfahrenstechnik, Berlin

Verbundpartner

Prof. Dr. Albert Sundrum, Universität Kassel, Fachbereich 11,
Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Tierernährung/Tiergesundheit,
Witzenhausen

Dr. Sven Schmidt
BITSz engineering GmbH, Zwickau

Dr. Joachim Metter
BIJO-DATA GmbH, Seßlach-Dietersdorf

Kurzfassung

Ziel

In der Milchviehhaltung werden hohe Milchleistungen durch energiereiche Fütterungsrationen erreicht, deren Zusammensetzung sowohl die Energiezufuhr als auch die Strukturwirksamkeit gewährleisten muss. Tierindividuelle Veränderungen in der Fress- und Wiederkäudauer als Indikatoren für die Futteraufnahme und -verwertung lassen

Rückschlüsse auf Erkrankungen der Tiere zu. Ziel dieses Projektes war die Entwicklung und Etablierung eines Sensorsystems zur tierindividuellen Kontrolle des Fress- und Wiederkäuerhaltens von Milchkühen.

Realisierung

Projektablauf:

Das Projekt gliederte sich in drei Abschnitte:

- Entwicklung eines ersten praxistauglichen Sensorsystems inklusive Anbringung
- Gewinnung valider Daten zur Validierung der Signalmuster mit anschließender Weiterentwicklung von Hard- und Software
- On-Farm-Versuche zur Bewertung der Praxistauglichkeit

Systembeschreibung:

Das während der Projektlaufzeit entwickelte Sensorsystem basiert auf der elektromyografischen Erfassung der Kaumuskelaktivität des großen Kaumuskels (*M. masseter*). Die Messplattform beinhaltet zwei Elektromyogrammsensoren (EMG-Sensoren) und eine Zentraleinheit zur Signalverarbeitung. Es bietet eine für Stallbedingungen ausreichende Robustheit gegen mechanische Belastungen, Schmutz und Nässe. Erfasst wird mit einer Frequenz von 10 Hz die Muskelaktivität des großen Kaumuskels an zwei verschiedenen Positionen. Die Anbringung des Systems an das Tier wird derzeit über ein Halfter realisiert. Die Technik ist teilweise in das Halfter integriert, so dass die EMG-Elektroden dauerhaft an der manuell angepassten, individuellen Messposition mit entsprechendem Andruck am Tier bleiben.



Abb. 1: Sensorsystem mit Halfter
1 – EMG-Elektroden



Abb. 2: System mit Halfter am Tier
2 – Genickstück mit Zentraleinheit für Signalverarbeitung, Akku und 3D-Beschleunigungssensor

Die Datenübertragung erfolgt funkbasiert in Echtzeit. Die Live-Übertragung mit Möglichkeit der Datenpufferung der Rohdaten bei verringerter Funkleistung schließt Datenverluste aus. Dies ermöglicht die automatische und kontinuierliche Messung.

Softwaretools ermöglichen die Datenerfassung, -speicherung und -visualisierung im Stall sowie die retrospektive Datenanalyse.

Signalverarbeitung, Datenauswertung und Ereigniserkennung erfolgen in einer nachgelagerten Analysesoftware und ermöglichen die Auswertung der Muskelaktivität über verschiedene Auswertelgorithmen, um die Rohdaten zu filtern und in aktive und inaktive Phasen mit einer Genauigkeit von 90 – 95 % einzuteilen. Des Weiteren differenziert die Software innerhalb der aktiven Phasen das Wiederkäuen von sonstigen Aktivitäten und liefert tierindividuelle Tagesprofile. Abbildung 2 zeigt typische EMG-Signalmuster für verschiedene Maulaktivitäten.

Zur Bewertung des Systems wurden abschließend Versuche unter on-farm-Bedingungen durchgeführt. Anhand der Ergebnisse dieser Versuche wurde die Bewertung des Gesamtsystems im Hinblick auf seine Praxistauglichkeit vorgenommen.

Bewertung des Gesamtsystems/Ausblick:

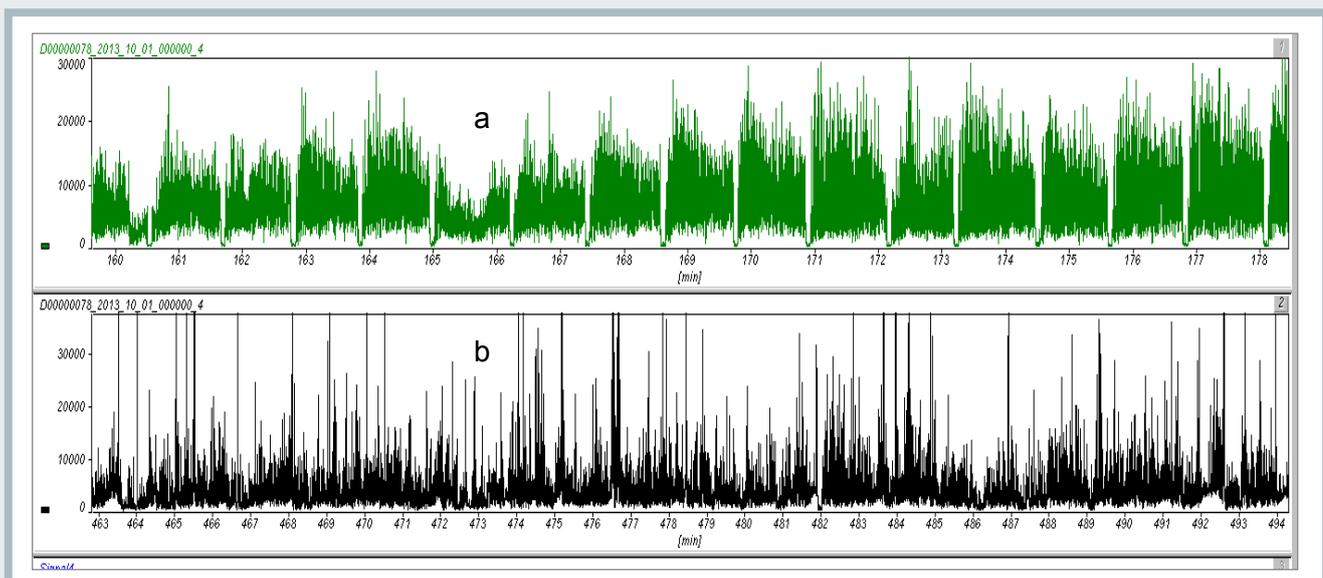


Abb. 2: Typische EMG-Signalmuster beim Wiederkäuen (a) und Fressen (b)

Die EMG-Signalmuster bilden das Fress- und Wiederkäuverhalten gut ab, die Methode ist damit geeignet zur Erfassung der Kaumuskelaktivität.

Das Sensorsystem ist in mehreren Entwicklungsschritten kleiner und kompakter geworden. Die Akkulaufzeit liegt bei detailliertester Aufzeichnung bei ca. 3 Wochen. Die Langzeitstabilität des Signals hängt stark von der Anbringung ab und konnte nicht umfassend bewertet werden. Die Interaktion zwischen Tier und Sensor spielt eine große Rolle und wurde bislang nicht ausreichend bewertet. Das Signal hat einen Wertebereich

von 0 – 65000 mV; tierindividuelle Anpassungen des Verstärkungsfaktors sind möglich, solange die Signalmuster als solches bestehen bleiben.

Die Anbringung des Sensorsystems erfolgt über ein Halfter, das die Integration eines Teils der Technik erlaubt. Die optimale Anbringung des EMG-Sensors auf der Oberfläche des Kaumuskels (richtige Positionierung und dauerhafter Andruck) ist zwingend erforderlich zum Erhalt qualitativ hochwertiger Daten. Dies konnten die derzeitigen Halfter noch nicht in vollem Umfang gewährleisten und stellten damit das Hauptproblem für die lückenlose Aufzeichnung auswertbarer Daten dar.

Während die Messdatenerfassungssoftware die Betrachtung der Daten in Echtzeit ermöglicht aber nicht weiter vorverarbeitet oder analysiert, bietet die nachgelagerte Analysesoftware die Datenfilterung und -analyse. Dies geschieht teilweise automatisiert mit entsprechend entwickelten Algorithmen. Die Analysesoftware hat bereits ein für Forschungszwecke akzeptables Niveau erreicht.

Bei guter Signal- und damit Datenqualität kann man relativ gut auf die Maulaktivität der Kuh schließen. Der aktuelle Algorithmus liefert dabei zufrieden stellende Ergebnisse. Die Genauigkeit der Erkennung bei guten Messdaten der Pausen/Aktivphasen liegt bei 90 – 95 %.

Das Wiederkäuen zeigt ein sehr typisches Muster, das man bereits visuell gut erkennen kann. Bei guter Datenqualität sind 85 – 90 % der Wiederkäuphasen bestimmbar.

Die Fressaktivität hat ein unspezifisches und unrhythmisches EMG-Signalmuster im Vergleich zum Wiederkäuen. Es kann zwar gut von letzterem getrennt werden, da dies selbst gut zu erkennen ist, aber von sonstigen Aktivitäten kann es derzeit nur visuell und nicht automatisiert erkannt werden. Hier sind weitere Entwicklungsschritte notwendig, um die automatisierte Erkennung der visuellen anzugleichen.

Um die Daten zu bewerten und damit Aussagen über das Tierverhalten treffen zu können, ist eine stabile Langzeitdatenerfassung die Voraussetzung. Eine valide Bewertung der Daten in Hinblick auf physiologische Reaktionen konnte während des Projekts nicht erfolgen.

Verwertung:

Die Ergebnisse des Projektes NutriCheck liefern einen Beitrag für die Entwicklung sensorgestützter Verfahren des Tiermonitorings. Die gewonnenen Ergebnisse wurden z.T. veröffentlicht, weitere werden in absehbarer Zeit publiziert.

Die Umsetzung und Verwertung des erarbeiteten Wissensstandes war Ziel der Unternehmens- und Forschungspartner. Aufgrund der erzielten Ergebnisse im Projekt war abschließend keine Gesamtbewertung des Systems möglich. Es erfolgten keine Erfindungen oder Schutzrechtsanmeldungen. Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten nach Projektende sind z.Z. nicht konkretisierbar.

**„Innovationsforschung zum Futterwert von Getreide und seiner Verbesserung“
(GrainUp)**

„Innovation research on the feeding value of cereal grains and its improvement“

Projektlaufzeit:

01.02.2011 bis 28.02.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Markus Rodehutscord

Prof. Dr. Rainer Mosenthin

Institut für Tierernährung, Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim

Verbundpartner

Prof. Dr. Hans Schenkel

Landesanstalt für landwirtschaftliche Chemie, Universität Hohenheim,
Stuttgart-Hohenheim

Dr. Hans Peter Maurer

Landessaatzuchtanstalt, Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim

Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum

Institut für Tierwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn,
Bonn

Prof. Dr. Annette Zeyner

Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Martin Luther Universität
Halle-Wittenberg, Halle (Saale), zuvor Institut für Nutztierwissenschaften und
Technologie, Universität Rostock, Rostock

Prof. Dr. Josef Kamphues

Institut für Tierernährung, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover

Dr. Antje Priepke

Institut für Tierproduktion, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und
Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Dummerstorf

Prof. Dr. Dr. Sven Dänicke

Institut für Tierernährung, Friedrich-Loeffler-Institut, Braunschweig

PD Dr. Holger Kluth
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Martin Luther Universität
Halle-Wittenberg, Halle (Saale)

13 Unternehmen und Verbände der Pflanzenzüchtung, sowie der Futtermittel- und
Futterzusatzstoffsektoren

Kurzfassung

Ziel

Ziel dieses Verbundvorhabens ist es, den Futterwert von Getreide mit innovativen tierexperimentellen Methoden umfassend zu charakterisieren und Schnellverfahren für die Beurteilung wichtiger Kriterien der Getreidequalität für die Futtermittelwirtschaft und die Pflanzenzüchtung zu entwickeln. Außerdem werden Effekte der Futtermittelaufbereitung auf die Tiergesundheit und Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Qualität des Getreides untersucht.

Realisierung

Zur Bearbeitung haben sich sieben Forschungseinrichtungen mit Experten aus den Bereichen Tierernährung und Pflanzenzüchtung sowie weitere Experten aus der Wirtschaft zusammengeschlossen. Die Forschungseinrichtungen arbeiten mit ihrer spezifischen Expertise in zwölf Teilprojekten welche sich in die Themenfelder ruminaler Abbau von Rohprotein und Stärke, Nährstoffverdaulichkeit, Tiergesundheit und Umwelteffekte gliedern. Ausgewählte Genotypen von Weizen, Roggen, Hafer, Mais, Gerste und Triticale (insgesamt 134 Partien) wurden unter definierten Bedingungen angebaut, geerntet und laboranalytisch umfassend beschrieben. Das Erntematerial wurde von den Forschungspartnern in spezifischen Tierversuchen eingesetzt. Neben der umfangreichen Charakterisierung der Genotypen wird an neuen Schätzverfahren zur Bewertung des Getreides gearbeitet, die in die Arbeitsroutine von Futtermittelherstellern und Pflanzenzüchtern eingebunden werden können. In anderen Teilprojekten werden die Auswirkungen unterschiedlicher Varianten der Futteraufbereitung auf die Tiergesundheit untersucht sowie Einflüsse unterschiedlicher atmosphärischer CO₂-Konzentrationen auf den Futterwert simuliert. Der Verbund beschäftigt sich auch mit dem Futterwert von Trockenschlempen, einem wichtigen Koppelprodukt der Ethanolgewinnung aus Getreide.

Ergebnisse

Mit der umfangreichen chemischen und physikalischen Charakterisierung der Getreidepartien werden die Informationen zum Futterwert der verschiedenen Kulturarten in Bezug auf Rohnährstoff-, Stärke- und Energiegehalte aktualisiert. Substanziell erweitert werden sie durch systematische Untersuchungen zum Gehalt an Mineralstoffen, Inositolphosphaten und pflanzeigener Phytase.

Die Tierversuche sind beendet, jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht alle endgültig ausgewertet. Der Ergebnisstand lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Bei einem grundsätzlich hohen Niveau der Verdaulichkeit von Rohprotein und Aminosäuren bei Schweinen, Hühnern und Puten zeigten sich deutliche Unterschiede in der Aminosäurenverdaulichkeit zwischen verschiedenen Kulturarten und zwischen den Genotypen einer Kulturart. Die Rangierung der standardisierten praecaecalen Verdaulichkeitswerte beim Schwein ergab für fast alle Aminosäuren Höchstwerte für Weizen, gefolgt von Triticale, Gerste und Roggen.

Die Variation der chemischen Zusammensetzung und der Verdaulichkeit der Aminosäuren innerhalb einer Kulturart war deutlich geringer als zwischen einzelnen Kulturarten, wobei die praecaecalen Verdaulichkeitswerte deutlich unter den bisher in Futterwerttabellen publizierten Werten liegen. Bei der Legehennen lagen die Werte für die Aminosäurenverdaulichkeit von Triticale zwischen denen von Weizen und Roggen. Die Aminosäurenverdaulichkeit von Mais lag auf einem hohen, dem Weizen ähnlichen Niveau. Bei Broilern und Puten wurde auf der Basis der praecaecalen Verdaulichkeit ebenfalls ein sehr hohes Niveau für Aminosäuren und Stärke aus Weizen ermittelt, mit Unterschieden zwischen verschiedenen Genotypen. Der Zusatz einer Xylanase blieb im Wesentlichen ohne signifikante Effekte auf die Aminosäurenverdaulichkeit von Weizen. Aus den bisher vorliegenden Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Schätzung der standardisierten praecaecalen Aminosäurenverdaulichkeit aus der *in vitro* N-Verdaulichkeit grundsätzlich möglich ist.

Bei Fütterung unterschiedlich hoher Stärkemengen aus verschiedenen Genotypen von Hafer, Gerste und Mais an Pferde war die postprandiale glycaemische und insulinaemische Reaktion signifikant sowohl von der Kulturart, als zum Teil auch von dem Genotyp beeinflusst. Der Einfluss der Stärkemenge war nicht linear. Im Hinblick auf die Insulinreaktion auf einen standardisierten postprandialen Anstieg der Plasmaglukosekonzentration bestanden signifikante Unterschiede sowohl zwischen einzelnen Kulturarten als auch Genotypen.

Unterschiedliche Genotypen von Mais, Triticale und Weizen beeinflussten die praecaecale Verdaulichkeit des Phosphors beim Broiler. Die Unterschiede zwischen Triticale- und Weizengenotypen waren nicht allein durch die pflanzeigene Phytaseaktivität oder den Gehalt an Phytat erklärbar. Bei den untersuchten Maisgenotypen führte eine hohe Phytatkonzentration sowohl ohne als auch mit Zulage einer Phytase zu einer geringeren praecaecalen Phosphorverdaulichkeit beim Broiler. Auch beim Schwein wurde eine hohe Variabilität in der Verdaulichkeit des Phosphors zwischen und innerhalb der Kulturarten ermittelt.

Der Abbau von Rohprotein und Stärke im Pansen von Rindern war für Mais geringer, die Variation zwischen den Genotypen jedoch sehr viel größer als bei Weizen, Gerste, Roggen und Triticale. Für Mais und Weizen konnte gezeigt werden, dass Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung, den physikalischen Faktoren, sowie *in vitro* Messwerte

in einer engen Beziehung zur Variation im Abbauverhalten stehen. Verdaulichkeitsbestimmungen mit Hammeln ergaben für Roggen eine gute Übereinstimmung mit bislang bekannten Werten. Für Weizen, Gerste und Triticale wurden Energiegehalte ermittelt, die im Mittel der Sorten 3 – 4 % höher lagen als derzeit in den DLG-Tabellen genannt. Beim Hafer lag der Energiegehalt sogar um 6 % höher als tabelliert. Die größte Variabilität wurde bei den Genotypen des Hafers und des Maises ermittelt. Als Koppelprodukte der Getreideverarbeitung wurden Trockenschlempen aller bedeutenden europäischen Hersteller untersucht. Es zeigten sich erhebliche Variationen in der chemischen Zusammensetzung und dem Abbau des Rohproteins im Pansen.

Die chemisch-analytische Charakterisierung von Weizen- und Gerstenkörnern zeigte eine signifikante Abnahme der Rohprotein- und Aminosäuregehalte unter erhöhter atmosphärischer CO₂-Konzentration, während bei höherer N-Düngung ein signifikanter Anstieg der Rohproteinkonzentration festzustellen war. Bei Mais gab es zwar keinen signifikanten Einfluss der atmosphärischen CO₂-Konzentration auf die chemische Zusammensetzung, jedoch eine tendenzielle Zunahme in der Verdaulichkeit von Rohprotein und organischer Substanz beim Schwein, eine signifikante Zunahme in der Verdaulichkeit von Rohprotein, organischer Substanz, Fett und Faser beim Broiler, sowie eine signifikante Abnahme der NDF- und Rohprotein-Abbaubarkeit im *in sacco* Versuch am Rind.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse werden wissenschaftlich publiziert, auf Kongressen vorgestellt und sind Grundlage vieler Doktor-, Master- und Bachelorarbeiten. Die Ergebnisse sind zudem von unmittelbarem Interesse für die Wirtschaftspartner, mit denen sie auf regelmäßig stattfindenden Projekttreffen diskutiert werden. Es ist eine schnelle Verbreitung für die Anwendung geplant. Dies soll unter anderem über die Bereitstellung der Daten in der DLG-Futtermitteldatenbank geschehen. Die erstellten Schätzgleichungen sollen sowohl für die Futtermittelwirtschaft als auch für Pflanzenzuchtunternehmen vorbereitet werden.

Sektion 9: Ressourceneffiziente Milchwirtschaft

„Entwicklung und Nutzung neuer On-Farm-Verfahren zur Leistungsprüfung auf Gesundheitsstabilität und Fruchtbarkeit beim Deutschen Holstein“ (Breeding)

„Development and application of new on-farm procedures for the determination of the health and fertility status of German Holstein cows“

Projektlaufzeit

15.10.2009 bis 30.06.2013

Projektkoordinator, Institution

Dr. Ralf Fischer

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Referat Tierzucht und Tierhygiene, Köllitsch

Verbundpartner

Dr. U. Bergfeld, Dr. S. Pache, Dr. R. Fischer

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung
Landwirtschaft, Köllitsch (LfULG), Köllitsch

Dr. D. Frese

MASTERRIND GmbH (MAR), Verden/Aller

F. Frank

FrimTec GmbH (FT), Oberostendorf/Lengenfeld

Dr. R. Hölscher

Hölscher + Leuschner GmbH Co. KG (HL), Emsbüren

Dr. J. Lehmann

Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie (Fraunhofer-IZI), Leipzig

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Projektes war die Entwicklung automatisierter Erfassungsmethoden für Leistungsmerkmale in den Bereichen Fruchtbarkeit und Gesundheit, die direkt auf den Zuchtbetrieben (On-Farm) erhoben werden. Die züchterische Nutzung dieser neuen Merkmale war zu prüfen.

Realisierung

Zur Detektion von neuen Gesundheitsmarkern wurden Milch- und Blutproben von Kühen in verschiedenen Krankheitszuständen untersucht. Die Proben wurden in Kooperation mit lokalen Milchbetrieben und der Tierklinik Leipzig zusammengetragen. Es wurden Erkrankungen außerhalb des Euters (systemische Erkrankungen), wie Labmagenverlagerung (LMV), Uterusentzündung und Eutererkrankungen (Mastitis) unterschieden. Gesunde Kontrollkühe wiesen keine klinischen Krankheitssymptome auf. Weiterhin wurden verschiedene Schweregrade der Erkrankungen differenziert. Leicht erkrankte Tiere wurden nach kurzer Zeit (einige Stunden bis Tage) direkt in den Milchbetrieben detektiert und beprobt. Die Einschätzung des Krankheitszustandes erfolgte durch den Landwirt. Schwer erkrankte Tiere waren bereits mehrere Tage bis Wochen auffällig und teilweise medikamentös vorbehandelt. Diese wurden in der Tierklinik Leipzig beprobt. Die Diagnosen wurden durch Tierärzte gestellt.

Die Milch- und Blutproben wurden auf Transkriptebene (Microarray, quantitative Polymerasekettenreaktion (realtime RT-PCR)), Proteinebene (ELISA, Proteomanalyse mittels Massenspektrometrie (LC-MS-MS)) und zellulärer Ebene (Durchflusszytometrie) untersucht. Zur Validierung wurden die gefundenen Parameter in verschiedenen Testszenarien erprobt. Das erfolgte zum Einen täglich bei jedem Melkvorgang am vollautomatischen Melksystem mit paralleler Erfassung der Zellzahl um Konzentrationsschwankungen bei unauffälligen Tieren zu ermitteln. Weiterhin sollte die empfindliche Phase der Früh-laktation überwacht werden. Das erfolgte durch eine Beprobung an jedem dritten Tag. Zusätzlich wurden Kühe im Krankheitsverlauf zur Therapieüberwachung in der Klinik und im Betrieb beprobt.

Im Verbundprojekt wurden weiterhin die Fettmobilisation, die anoestische Zeit nach der Kalbung (CLA) sowie die Oestrusqualität und das Akut-Phase-Protein (APP) Haptoglobin (Hp) als Parameter in der Milch zur Früherkennung von Entzündungen untersucht. Zur Erfassung der Fettmobilisation als Merkmal des Stoffumsatzes wurde das Sensorsystem optiCOW entwickelt und in der Praxis getestet. Dabei scannen Infrarot-Sensoren das Erscheinungsbild der Kühe. Aus der Videosequenz wird ein 3D-Modell berechnet und online die Körperkondition geschätzt.

Die anoestische Zeit nach der Kalbung und die Oestrusqualität sind Merkmale der Fruchtbarkeit. Die Verfahren zur Progesteron-Bestimmung in Rohmilch unter Nutzung des eProCheck Gerätes der Firma FrimTec wurden wesentlich weiterentwickelt und im

breiten Umfang in Zuchtbetrieben eingesetzt. Der neu entwickelte Progesteron-Test konnte erfolgreich stabilisiert und in definierten Versuchsreihen validiert werden.

Die Leistungsfähigkeit der Immunabwehr der Kühe ist in der Früh-laktation besonders beansprucht. Zur Früherkennung von Entzündungen wurde das Hp detektiert und ein Enzyme-linked-immunosorbent-assay- (ELISA-)Test für Rohmilch auf dem automatisierten System eProCheck entwickelt.

Ergebnisse

Im Rahmen der Detektion von Gesundheitsparametern in der Milch konnten zwei neue Biomarker identifiziert werden, für die die Labortestentwicklung läuft. Die Biomarkerkonzentrationen stiegen in der Milch bei erkrankten Kühen entsprechend an. Hp konnte auch hier als Gesundheitsmarker bestätigt werden. Ergebnisse der Bestimmung in Milch mittels ELISA sind beispielhaft in Abbildung 1A dargestellt.

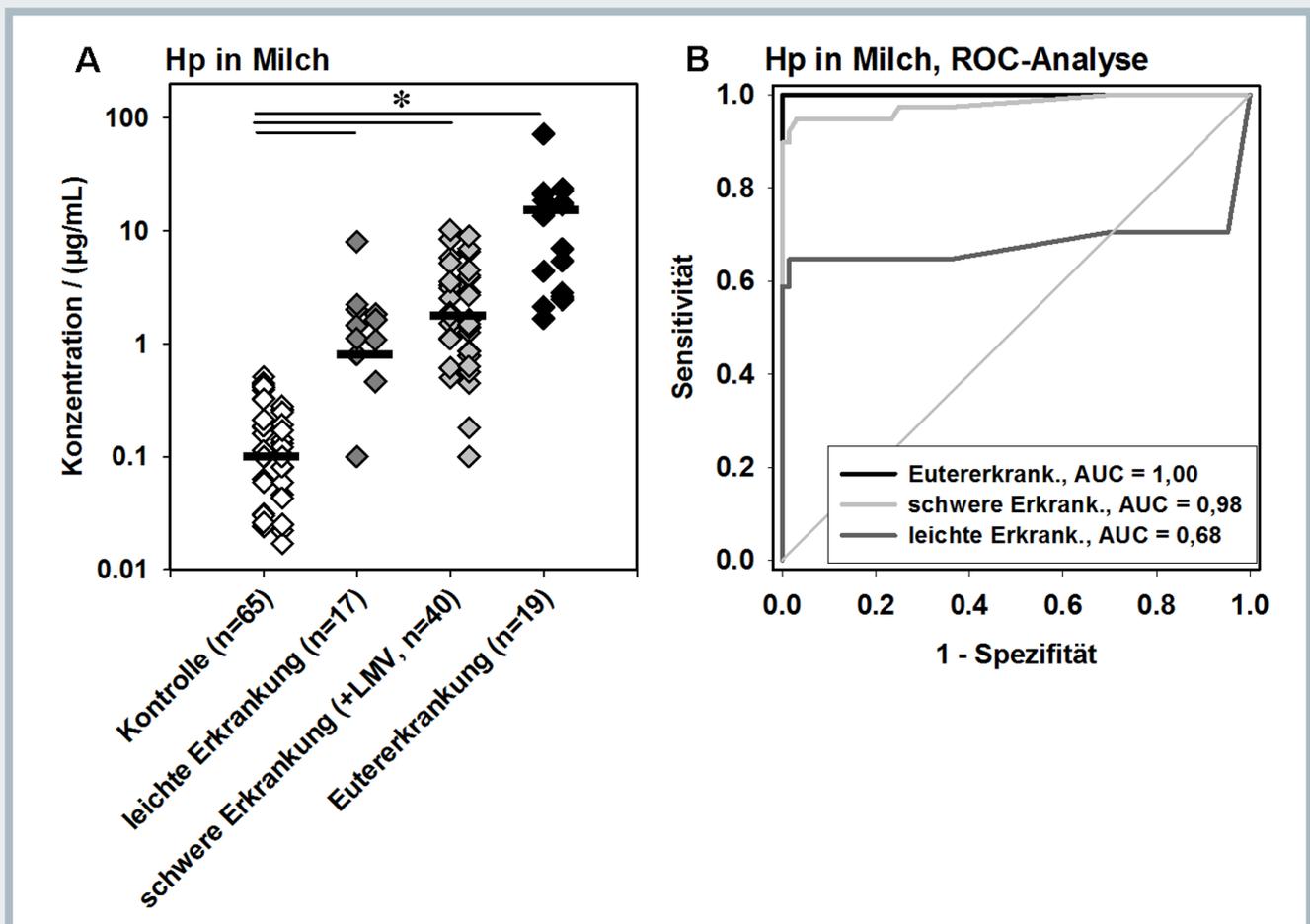


Abb. 1: Konzentration von Hp in Milch von Kühen in verschiedenen Krankheitszuständen (A) und entsprechende ROC-Analyse (B), * $p < 0,05$

Mittels Receiver-operating-characteristic- (ROC-) Analyse wurde die Eignung als neuer Biomarker überprüft (Abb. 1B).

Während der Validierung sprach die Hp-Konzentration in Plasma und Milch schnell und zuverlässig auf Änderungen des gesundheitlichen Zustands der Tiere an. Zusätzlich konnte die Korrelation der Hp-Konzentration in Milch mit der Zellzahl bestätigt werden. Nach der Kalbung (Tag 1-10 post partum) war die Hp-Konzentration in der Milch deutlich erhöht. Durchschnittlich ab dem 15. Tag stellte sich eine niedrige Basiskonzentration ein, die in der frühen Laktation größere Schwankungen durch Veränderung des Gesundheitszustandes aufweisen konnte.

Die gesammelten Proben (Milch, Plasma, Zelllysate) wurden in eine Rinderprobenbank eingelagert, die ein weiteres wesentliches Ergebnis des Projekts darstellt und für eventuelle Nachfolgeprojekte zur Verfügung steht.

Das entwickelte Sensorsystem OptiCOW ist geeignet um die Körperkondition aus einer 3D-Videosequenz automatisch millimetergenau zu analysieren und reproduzierbare 3D-BCS-Noten nach EDMONSON et al. (1989) zu schätzen. Sie ermöglicht somit eine objektive Beurteilung der Milchkühe und kann die Dynamik der körperlichen Verfassung kontinuierlich über die Laktation darstellen. Somit konnte die Erfassung eines Schlüsselmerkmals zur Herdenführung, Fütterung und Gesundheitsüberwachung ohne Bindung von Personal automatisiert werden.

Die Heritabilität für das Merkmal CLA ist bedeutend höher als die Heritabilitäten für gängige Fruchtbarkeitsparameter, beispielsweise Rast- oder Verzögerungszeit. Es besteht daher die Möglichkeit, das Merkmal CLA für Selektionsentscheidungen in der Milchrindzucht zu nutzen. Die Progesteronverläufe um den Oestrus im Zusammenhang zur Konzeption wiesen eine unerwartet hohe Variabilität auf und bedürfen weiterer Untersuchungen.

Der erfolgreiche Einsatz des eProCheck Gerätes zum Nachweis von Haptoglobin in der Milch konnte in Feldstudien belegt und der Informationsgewinn (Sensitivität, Spezifität) für die Gesundheitsüberwachung im Rahmen des Herdenmanagements aufgezeigt werden.

Verwertung

Für die Gesundheitsparameter in der Milch sowie deren Nachweis ist die Anmeldung von Schutzrechten geplant. Mit einer geeigneten d.h. robusten und automatisierten Methodik wäre ein solcher Test in die Melkroutine integrierbar. Auch die Analyse einer Biomarkerkombination ist hier denkbar. Ein solcher Test könnte sowohl zur monatlichen Überprüfung von Milchviehbeständen als auch zur Überwachung am auffälligen Einzeltier eingesetzt werden.

„Nationaler Plan für eine nachhaltige Milchproduktion - Verbesserte Ressourcennutzung und Klimaeffizienz durch optimierte Eutergesundheit sowie innovative Diagnose-, Informations- und Integrationskonzepte“ (NaPlaNaMi)

„National plan for sustainable milk production - improved use of resources and climate efficiency through optimize udder health and innovative diagnosis, information and integration concepts“

Projektlaufzeit

01.05.2012 bis 31.12.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Folkert Onken

Deutscher Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen e.V. (DLQ), Bonn

Verbundpartner

Prof. Dr. Volker Krömker

Hochschule Hannover, Abteilung Bioverfahrenstechnik – Mikrobiologie, Hannover

Kurzfassung

Ziel

Die Mastitis der Milchkuh ist eine der verlustreichsten Einzeltierkrankungen in der Milchviehhaltung. Im Vergleich zu den besten 5 % Betrieben in Bezug auf die Eutergesundheit gehen den Landwirten von durchschnittlichen Betrieben bis zu 2 Eurocent durch Kosten oder an nicht realisierten Erlösen pro kg Milch verloren. Somit verursacht die Mastitis Probleme im Bereich des Tierwohls, der Tiergesundheit, des Antibiotikaeinsatzes und der Wirtschaftlichkeit.

Ziel des Vorhabens ist die deutliche Reduzierung der Mastitisprävalenz und der mit ihr einhergehenden Milchverluste und Kosten sowie die Steigerung der Ressourceneffizienz in der Milcherzeugung.

Realisierung

In dem Projekt wird auf drei sich ergänzenden Ebenen gearbeitet.

Auf der ersten Ebene werden die Voraussetzungen geschaffen, um auf Basis der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse und der bereits verfügbaren Proben und Daten aus der Milchleistungsprüfung Kennzahlen zur Beschreibung der Eutergesundheitssituation

eines Milchviehbetriebes zu implementieren. Diese Kennzahlen sind die Grundlage für ein kontinuierliches Monitoring der Eutergesundheit auf Herdenebene. Darauf aufbauend können entstehende Probleme zeitnah identifiziert und zielgerichtet bekämpft werden. Somit wird die Basis für eine systematische und gezielte Mastitisbekämpfungsstrategie geschaffen.

Auf der zweiten Ebene soll eine standardisierte durchflusszytometrische Methode der Zelldifferenzierung von in der Milch vorkommenden somatischen Zellen entwickelt bzw. eingebunden werden. Hierauf aufbauend soll eine innovative Hochdurchsatzmethode auf der Basis bestehender Routinegeräte zur Zellzahlbestimmung entwickelt werden, die die Zelldifferenzierung in Proben aus der Milchleistungsprüfung erlaubt. Mit den ermittelten Analyseergebnissen können zusätzliche neue Diagnose- und Prognose-Tools zur Erkennung und Bewertung subklinisch infizierter Kühe zur Unterstützung von Managemententscheidungen herangezogen werden.

Auf der dritten Projektebene wird die Kommunikation der beteiligten Akteure hinsichtlich einer erfolgreichen Verbesserung der Eutergesundheit gestärkt. Hierzu werden im Vorfeld Milcherzeuger, Tierärzte und Berater hinsichtlich ihrer Wünsche zur Informationsbereitstellung einbezogen. Die bereitgestellten Datenanalysen sollen vor allem die kontinuierliche und sachliche Kommunikation zwischen Landwirten und Beratern sowie Haustierärzten anregen und verbessern.

Ergebnisse

Die bundeseinheitliche Definition und Berechnung von sechs epidemiologischen Kennzahlen zur Beschreibung der Eutergesundheitssituation eines Milchviehbetriebes werden in 2014 abgeschlossen. Hiermit geht eine bundesweit abgestimmte Berechnung von Vergleichswerten einher. Mit deren Hilfe kann der Milcherzeuger die für seine Milchviehherde ermittelten Kennzahlen mit denen seiner Region vergleichen. Spätestens in 2015 werden diese Informationen den Milcherzeugern zur Verfügung stehen. Seit 2013 werden Landwirte, Berater und Tierärzte in mehr als 50 Seminaren, Workshops und Vorträgen bundesweit in der Nutzung und Interpretation der Kennzahlen geschult.

Der Einsatz von Antibiotika in der Mastitisbekämpfung kann reduziert werden, indem Antibiotika nur dann eingesetzt werden, wenn der Einsatz auch zur bakteriologischen Heilung führt. Die Identifikation von Tieren mit geringer bakteriologischer Heilungschance bei klinischen Mastitiden war das Ziel der Arbeit der Hochschule Hannover. So wurde eine Technik der durchflusszytometrischen Zelldifferenzierung entwickelt und validiert, die in Verbindung mit vorhandenen tierindividuellen Daten eine belastbare Aussage zur Heilungswahrscheinlichkeit eines Tieres ermöglicht.

Zur Etablierung und Optimierung der Zelldifferenzierung in der Routinemilchuntersuchung wurde die analytische Robustheit der Zelldifferenzierung von Milchproben überprüft. So wurde der Einfluss der bei den DLQ-Mitgliedern verwendeten Konservierungsmittel, der Lagerungsdauer und der Lagerungstemperatur getestet. Für diesen Versuch wurden 1.500 Zelldifferenzierungsanalysen mit dem kommerziell erhältlichen

Durchflusszytometer (40 Messungen/Stunde) durchgeführt. Es konnte hierbei nachgewiesen werden, dass ein Konservierungsmittel die somatischen Zellen soweit schädigt, dass deren Differenzierung zu verfälschten Ergebnissen führt. Die betroffenen DLQ-Mitglieder werden auf ein alternatives Konservierungsmittel umstellen.

Im April 2014 wurde mit einer Feldstudie begonnen, um Anwendungskonzepte für die Zelldifferenzierung zu entwickeln. Mit Hilfe dieser Feldstudie soll der Nutzen und der Vorteil der Zelldifferenzierung gegenüber der herkömmlichen Zellzahlanalyse herausgearbeitet werden, mit dem Ziel neue, auf der Zelldifferenzierung basierende Kennzahlen in die MLP-Berichte zu integrieren.

Bundesweit wurden Experteninterviews mit Milchviehhaltern, Beratern und Tierärzten durchgeführt. Diese Interviews wurden zusammen mit einem Agrarsoziologen und einer Diplom-Psychologin entwickelt. Die Ergebnisse aus diesen Interviews sollen für eine optimierte Bereitstellung der Informationen zur Eutergesundheit beitragen. Ebenso sollen die gewonnenen Erkenntnisse für eine verbesserte Zusammenarbeit dieser drei Gruppen im Hinblick auf das Projektziel beitragen.

Für die Vermittlung der Projektergebnisse werden laufend Merkblätter zu einzelnen Themen rund um die Gesunderhaltung der Euter erstellt und auf der Projekthomepage www.milchQplus.de bereitgestellt. Ebenso wurden zwei PowerPoint Filme zu den Kennzahlen und ein Informationsfilm zur Überprüfung des Melkprozesses, einschließlich Checklisten, erstellt. In Workshops wurde begonnen bei den DLQ-Mitgliedern Multiplikatoren zu schulen, die die Milcherzeuger bei der Umsetzung der Projektergebnisse unterstützen werden. Parallel wird in Arbeitsgruppen an der Weiterentwicklung der Informationsbereitstellung für die Landwirte gearbeitet.

(Geplante) Verwertung

Aufgrund der engen Zusammenarbeit zwischen der Hochschule Hannover und dem DLQ ergibt sich in dem Vorhaben eine Netzwerkstruktur, die einen zeitnahen Erkenntnistransfer aus der Wissenschaft in die Praxis sicherstellt. So werden durch den DLQ die Projektergebnisse den Milcherzeugern in ganz Deutschland zur Verfügung gestellt. Diese Ergebnisse werden in Papierform sowie über die bereits existierenden Internetplattformen der DLQ-Mitglieder den Landwirten mit über 86 % der deutschen Milchviehpopulation bereitgestellt. Die neu ermittelten Kennzahlen sowie die Identifizierung chronisch euterkranker Kühe stellen neue Serviceleistungen der DLQ-Mitglieder für die der Milchleistungsprüfung (MLP) angeschlossenen Milcherzeuger dar.

„Tool zur systemischen Erfassung und Optimierung der Nährstoffeffizienz in der Milchviehhaltung“ (Effizienz)

„Tool for the systemic survey and optimisation of the nutrient efficiency on dairy farms“

Projektlaufzeit

17.07.2012 bis 16.07.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Albert Sundrum, Dr. Andrea Machmüller
Universität Kassel, Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit, Witzenhausen

Verbundpartner

Dr. Werner Feucker, Dr. Simon Harnisch
Data Service Paretz GmbH (dsp-Agrosoft), Ketzin

Kurzfassung

Ziel

Durch eine unzureichende Kenntnis und Abstimmung der Nährstoffflüsse zwischen den verschiedenen Bereichen im landwirtschaftlichen Betriebssystem können landwirtschaftlichen Betrieben erhebliche Nährstoffmengen verloren gehen und unter Umständen die Umwelt belasten. Eine gezielte Steuerung der Nährstoffflüsse ermöglicht die Verringerung von Verlusten, die Verbesserung der Effizienz bei der Nährstoffausnutzung und damit ein entsprechend hohes Potential zur Kosteneinsparung und Produktivitätssteigerung im landwirtschaftlichen Betrieb. Auf diese Weise können ökonomische und ökologische Ziele aufeinander abgestimmt werden. Das Ziel des vorliegenden Projektes ist die Entwicklung einer anwenderfreundlichen Computersoftware für die Praxis. Diese soll milchviehhaltenden Betrieben einen Überblick über den Stickstoff-(N)-Fluss auf ihrem Betrieb geben und sie in die Lage versetzen, die Effizienz der N-Ausnutzung zu steigern.

Realisierung

Grundlage für die Erreichung des Projektzieles ist die Analyse von aktuellen Betriebsdaten aus der Praxis. In einem ersten Schritt wurden 2013 Daten zum betrieblichen N-Fluss von 16 milchviehhaltenden Betrieben erhoben und analysiert. Hierbei war es vor allem wichtig festzustellen, welche Datenquellen, insbesondere elektronisch lesbare, auf den Betrieben vorhanden und für eine weitergehende elektronische Datenverarbeitung

nutzbar sind. Elektronisch lesbare Datenquellen können u.a. folgende softwarebasierte Systeme sein: Herdenmanagement (z. B. Herde), Futterrationsplaner (z. B. Futter-R), Futtermischwagen, Ackerschlagkartei (z. B. AgroWIN), Buchhaltungsprogramm (z. B. Hannibal).

Um mögliche Zielkonflikte in den unterschiedlichen, betrieblichen Bereichen erkennbar zu machen, wurde eine Analyse der Betriebsdaten auf der Ebene des Gesamtbetriebes sowie auf den darunterliegenden Sub-Systemebenen durchgeführt (Abb. 1).

Alle Bausteine der vier System-Ebenen haben einen quantifizierbaren N-Input und N-Output. Über bestimmte Zeiträume können die Input- und Output-Mengen bilanziert bzw. miteinander verrechnet werden. N-Salden sind die Differenz zwischen N-Input und N-Output. Die N-Effizienz ergibt sich als Quotient zwischen N-Output und N-Input. Für die N-Bedarfsdeckung wird der N-Input (Verbrauch) dem eigentlichen N-Bedarf

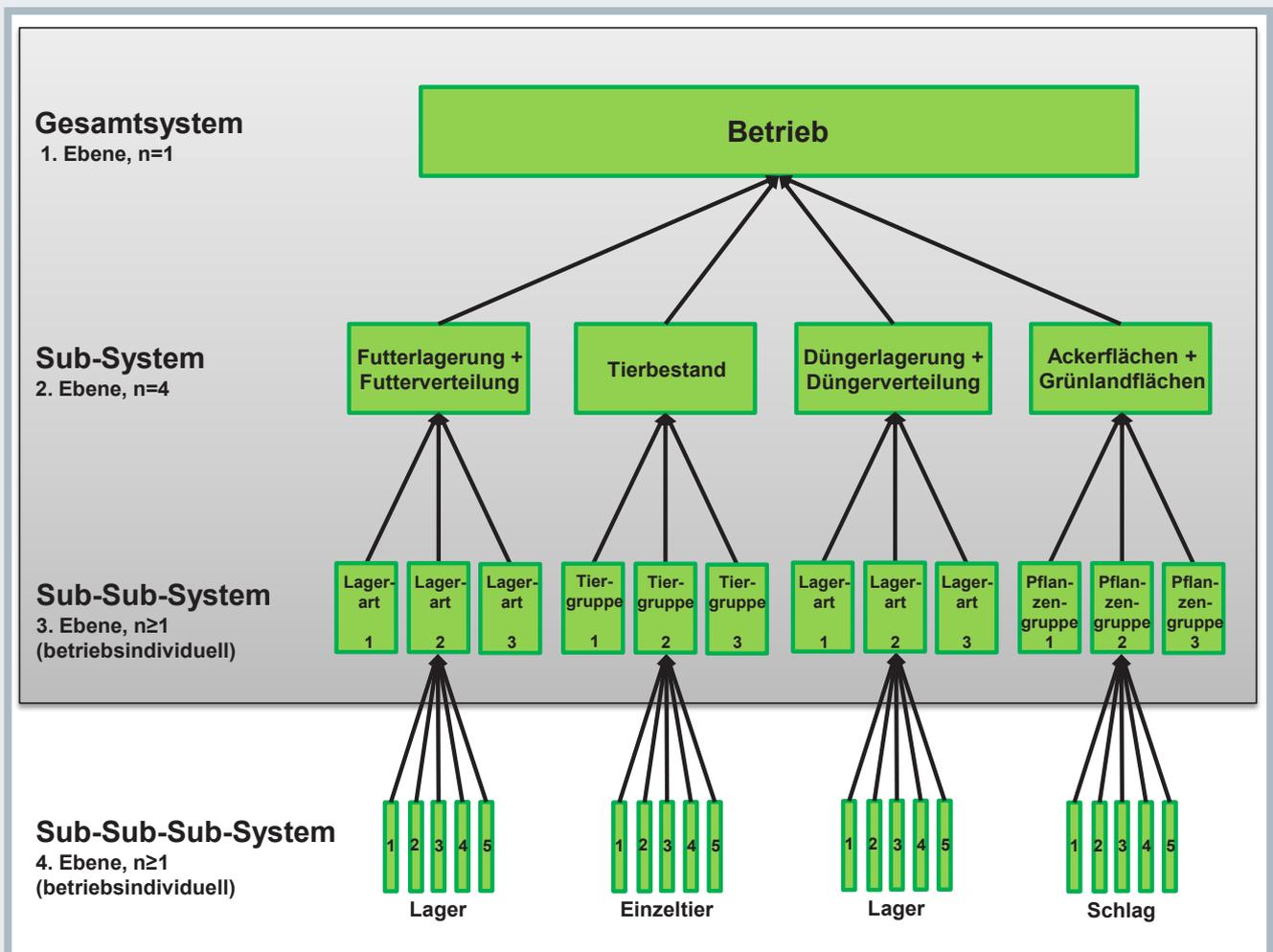


Abb. 1: Hierarchische Struktur von Sub-Systemen in einem landwirtschaftlichen Betriebssystem mit Nutztierhaltung

gegenüber gestellt. Einsparungspotentiale ergeben sich aus der Reduzierung der N-Verluste und der Differenz zwischen N-Input und N-Bedarf.

Auf der 2. System-Ebene wird der Nährstofffluss durch milchviehhaltende Betriebe durch die Einteilung in vier voneinander abgrenzbaren Sub-Systemen beschrieben: (1) Tierbestand, (2) Düngelagerung und Düngerverteilung, (3) Ackerflächen und Grünlandfläche und (4) Futterlagerung und Futterverteilung. Nach Abzug der Nährstoffverluste ist der Output eines Sub-Systems gleichzeitig der Input des daran anschließenden Sub-Systems. In ihrer Gesamtheit bilden die vier Sub-Systeme den Kreislauf der Nährstoffe auf dem Betrieb ab und ermöglichen dadurch eine Plausibilisierung der z.T. geschätzten Mengen (Abb. 2). Alle 16 Betriebe verwendeten für das Herdenmanagement eine Software (Herde), 12 Betriebe eine softwarebasierte Ackerschlagkartei (z. B. AgroWIN) und 7 Betriebe einen Rationsplaner (z. B. Futter-R). AODüngeverordnung ist eine Software zur Erstellung des betrieblichen Nährstoffvergleichs und wurde im Projekt zur Abschätzung unterschiedlicher Input- und Output-Mengen genutzt.

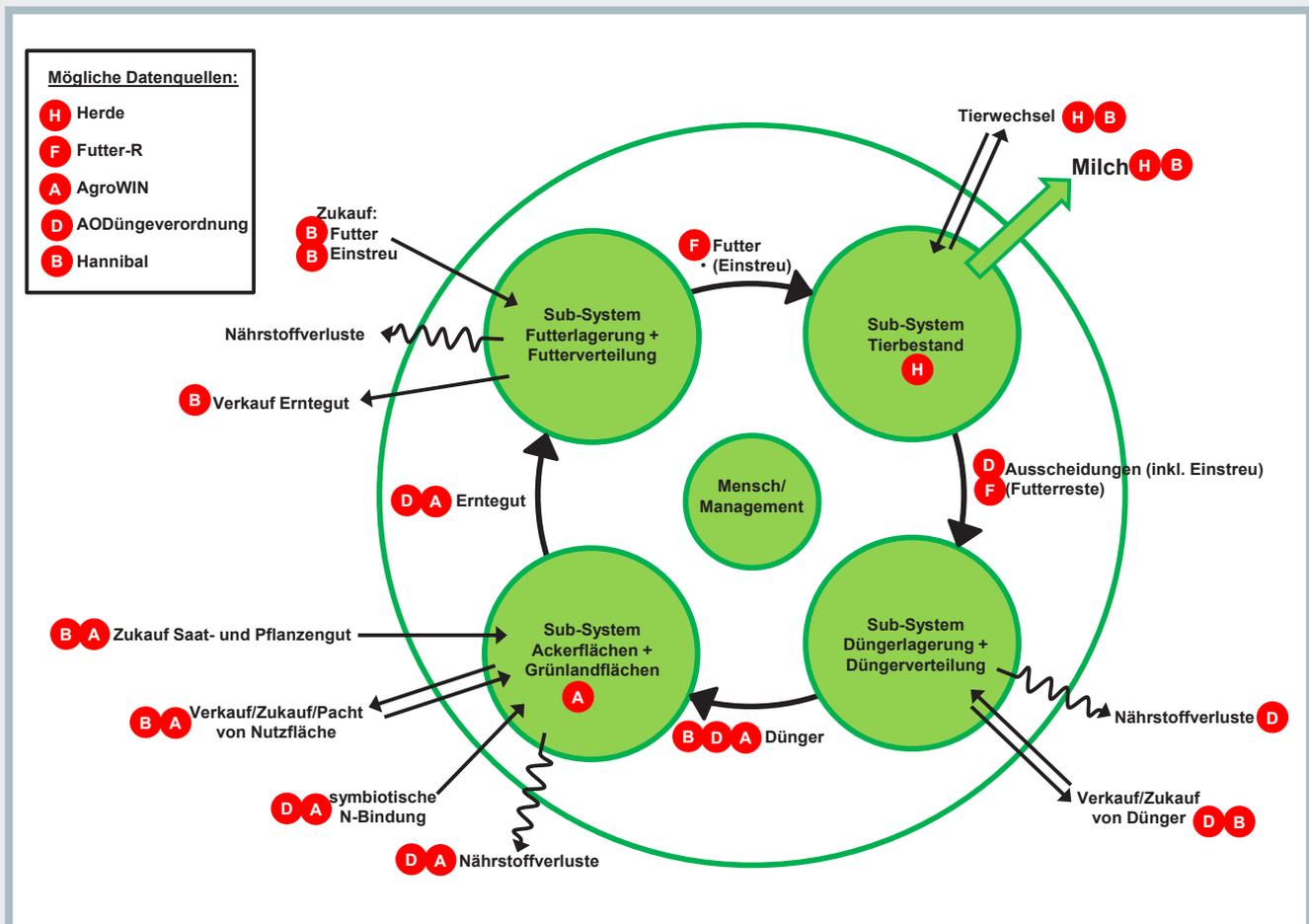


Abb. 2: Nährstoffkreislauf auf einem milchviehhaltenden Betrieb (1. und 2. System-Ebene) und mögliche Datenherkünfte

Ergebnisse

System-Ebene	Mittelwert ± Standard- abweichung	Minimum - Maximum
1. Ebene (HofTOR):		
N-Saldo (brutto, kg N/ha) ¹	107 ± 57	33 - 225
N-Saldo (netto, kg N/ha) ^{1,2}	69 ± 47	7 - 180
N-Effizienz (alle Produkte, %)	52 ± 20	19 - 83
N-Effizienz (Milch, %)	15 ± 5	6 - 26
2. Ebene (Sub-Systeme):		
Sub-System Acker + Grünland		
N-Saldo (brutto, kg N/ha) ³	68 ± 43	-14 - 150
N-Saldo (netto, kg N/ha) ^{2,3}	31 ± 31	-21 - 91
N-Effizienz (alle Produkte, %)	87 ± 13	69 - 116
N-Bedarfsdeckung (%)	117 ± 17	86 - 144
Sub-System Dünger		
N-Verluste (kg N/ha)	37 ± 26	5 - 90
N-Effizienz (alle Dünger, %)	86 ± 8	72 - 97
Sub-System Tierbestand		
N-Effizienz (alle Produkte, %)	19 ± 4	14 - 27
N-Effizienz (Milch, %)	16 ± 3	12 - 23
3. Ebene:		
Tiergruppe „Milchkühe“		
N-Effizienz (Milch, %)	31 ± 2	28 - 36
N-Bedarfsdeckung (%) ⁴	113 ± 7	97 - 126

¹Betriebs-Bilanz, ²abzüglich Dünger-N-Verluste, ³Flächen-Bilanz, ⁴Futterreste nicht enthalten

Tab. 1: Erste Ergebnisse (Daten von 16 Betrieben, Bilanzzeitraum 1 Jahr, 2012)

Im Mittel besaßen die 16 Projektbetriebe 409 ± 345 Milchkühe (Min-Max 69-1119 Milchkühe), 800 ± 775 ha Nutzflächen (Min-Max 61-2612 ha) sowie $1,23 \pm 0,55$ GV/ha (Min-Max 0,28-2,34 GV/ha, GV = Großvieheinheit). Tabelle 1 gibt Ergebnisse einer ersten Datenauswertung zur N-Effizienz, -Saldo, -Verlusten und -Bedarfsdeckung der Betriebe auf den verschiedenen Ebenen des Systems wieder und zeigt die Variabilität der Betriebe auf.

Auf der Hoftor-Ebene lag die N-Effizienz im Mittel der Betriebe bei 52 %. Die durchschnittliche N-Effizienz der Sub-Systeme Tierbestand und Ackerfläche + Grünlandfläche unterscheidet sich um den Faktor 4,6 (19 vs. 87 %). Alle Betriebe zeigten in der Betriebsbilanz (Hoftor) einen N-Überschuss (positive N-Salden), in der Flächenbilanz waren es noch 15 (Brutto-Saldo) bzw. 14 der 16 Betriebe (Netto-Saldo). Im Durchschnitt beliefen sich die N-Verluste auf 37 kg N/ha (erwartete N-Verluste während Lagerung (Stall- und Außenlager) sowie Ausbringung der organischen Dünger). Aus den Daten kann abgeleitet werden, dass sowohl in der Tier- als auch in der Pflanzenproduktion Stickstoff über dem Bedarf eingesetzt wird, wobei die durchschnittliche N-Bedarfsdeckung bei 113 bzw. 117 % lag.

Der Vergleich zwischen dem Mittelwert aller Betriebe und den einzelbetrieblichen Ergebnissen gibt den Betrieben einen ersten Anhaltswert darüber, in welchen Betriebsbereichen und in welchem Umfang N-Einsparungspotentiale vorliegen. 2014 wird die Datengrundlage erweitert und Daten von insgesamt 60 Betrieben erhoben.

(Geplante) Verwertung

Aufgrund der sehr unterschiedlichen betrieblichen Verhältnisse können erst durch die Darstellung der kompletten N-Flüsse durch den gesamten landwirtschaftlichen Betrieb und auf allen betrieblichen Ebenen, wichtige betriebsspezifische Stellschrauben in Hinblick auf eine Minimierung der N-Verluste und einer Optimierung der N-Nutzung betriebseigener und zugekaufter N-Ressourcen identifiziert werden. Das im Rahmen des Projektes zu entwickelnde Managementtool soll den Betrieben diese betriebsspezifischen Stellschrauben aufzeigen und kann daher dazu beitragen, dass auf mehr landwirtschaftlichen Betrieben eine nachhaltige, ressourcen- und umweltschonende Bewirtschaftungsweise durchgeführt wird.

**„Ökonomische und bioverfahrenstechnische Energie- und Stoffstrom-
optimierung für die Milchwirtschaft“ (Ökobest)****„Economical and biotechnological energy- and material flow optimization for
the dairy industry“****Projektlaufzeit**

01.07.2012 bis 30.06.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr.-Ing. Reimar Schumann, Hochschule Hannover, Hannover

Verbundpartner

DMK Deutsches Milchkontor GmbH, Zeven

GEA TDS, Sarstedt

Kurzfassung**Ziel**

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer systematischen Vorgehensweise zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz, die auf Produktionsstätten der Milchwirtschaft allgemein angewendet werden kann, unter Einschluss einer ökonomischen Bewertung von Optimierungsvorschlägen.

Realisierung

Der Projektplan umfasst die drei zentralen Arbeitsschritte „Energie- und Stoffstromscreening“, „Technische und ökonomische Optimierung“ und „Systematisierung und Praxistransfer“. Für eine umfassende Betrachtung wurde das Forschungsprojekt in die Arbeitsgruppen Infrastruktur, Mess- und Regeltechnik, Milchtechnologie und Ökonomie aufgeteilt. Als Besonderheit gehört zu diesem Projekt eine Studie zur Monovergärung von Sauermolke, die sowohl das Thema Stoffstrom als auch Energiestrom beinhaltet.

Das Energie- und Stoffstromscreening wurde exemplarisch von jeder Arbeitsgruppe für den zugehörigen Bereich durchgeführt. So wurden durch die Arbeitsgruppe Infrastruktur unter anderem Daten zu Erzeugung und Verbrauch von Eiswasser, Dampf und Druckluft aus vorhandenen Datenbeständen gesammelt und bei Bedarf an den Anlagen nachermittelt. Durch die Arbeitsgruppe Mess- und Regeltechnik wurden

speziell statistische Auswertungen zu Inhaltsstoffverteilungen und Füllmengenabweichungen angefertigt, um Anhaltspunkte für eine Reduzierung von Produkttoleranzen zu erhalten. Durch die Arbeitsgruppe Milchtechnologie wurden Produktstoffströme dargestellt, Reinigungsprozesse analysiert und produktspezifische Energiebedarfe und Produktverluste ermittelt. Durch die Arbeitsgruppe Ökonomie wurden Daten zum Energieverbrauch und zu den Stoffströmen aus dem Controlling gesammelt, geprüft und ausgewertet. In einer Abstimmung aller Arbeitsgruppen wurden die Daten miteinander verglichen und bei Abweichungen abgeglichen.

Derzeit befindet sich das Projekt in der technischen und ökonomischen Optimierungsphase; parallel dazu werden erste Strategien für die Systematisierung des Vorgehensmodells entwickelt. Bei der technischen und ökonomischen Optimierung werden unterschiedliche Optimierungsansätze bearbeitet und bewertet, die aus dem Energie- und Stoffstromscreening über eine Schwachstellenanalyse identifiziert worden sind. Dies soll dann mit einem Vorgehensmodell, das sämtliche Projektphasen beinhaltet, abgeschlossen werden.

Ergebnisse

Beispielhaft für alle Arbeitsgruppen stellt die Arbeitsgruppe Milchtechnologie ihre Vorgehensweise vor.

Beim Energie- und Stoffstromscreening wurden Messungen zu Produktverlusten und Energieverbräuchen durchgeführt. In der Regel waren die Produktströme messtechnisch sehr gut zu erfassen, die Energieströme (Eiswasser, Heißwasser, Dampf) an einzelnen Apparaten jedoch kaum. Aus diesem Grund wurde ein Messsystem entwickelt und zum Einsatz gebracht, bei dem es ohne Produktionsunterbrechungen und Umbaumaßnahmen möglich war, diese Daten zu erfassen und aufzuzeichnen. Das Messsystem basiert auf Ultraschalldurchflussmessung und Auflegethermometern, die von außen an der Rohrleitung befestigt werden. Die Messung ist somit ohne Umbaumaßnahmen möglich. Die mit einem Datenschreiber erfassten Messwerte stehen für diverse Auswertungen zur Verfügung. Aus den Ergebnissen konnten so Schwachstellen identifiziert und Lösungsvorschläge erarbeitet werden.

Die Produktverluste wurden auf ähnliche Weise erfasst. Es ist bekannt, dass bei der Reinigung durch Mischphasen und Anhaftungen an Tankwandungen Produktverluste entstehen. Es ist jedoch nicht bekannt, wie groß diese Produktverluste sind. Hierzu wurde eine Methode entwickelt und angewandt, die es erlaubt, die Produktverluste zu bestimmen. Ein Aspekt bei der Entwicklung dieser Methode war es wiederum, Produktionsunterbrechungen und Umbaumaßnahmen zu vermeiden. Bei dieser Methode wurde die Produktmischphase bei der Reinigung am Reinigungsrücklauf aufgefangen und chemisch analysiert, um auf die Menge Reinprodukt zurückzuschließen. In Verbindung mit einer Auswertung der Reinigungshäufigkeit kann so auf den absolut anfallenden Produktverlust zurückgeschlossen werden.

In der technischen Optimierungsphase geht es nun darum, die Technologie so zu verändern, dass z. B. weniger Produktverluste auftreten. Der Einsatz veränderter Membrantechnologie sowie die damit notwendige Anpassung der Rezeptur werden die Produktverluste verringern. Ob dies ökonomisch vorteilhaft ist, wird die anschließende Bewertung zeigen, wofür man neben Produktausbeuten und -verlusten auch den veränderten Energiebedarf ermitteln muss. Da es sich hierbei um eine neue Technologie handelt, müssen durch Versuchsanstellungen die notwendigen Informationen bestimmt werden.

Jede Arbeitsgruppe kann neben den aus dem Screening erhaltenen Schwachstellen weitere Effizienzpotentiale benennen, die im Sinne einer Checkliste eine schnelle Einschätzung der Produktionsstätte erlauben. Verknüpft man die Einschätzung mit Handlungsempfehlungen, die ökonomisch unter den gegebenen Rahmenbedingungen sinnvoll sind, so erhält man erste Bausteine für das systematische Vorgehensmodell, welches das eigentliche Projektziel darstellt.

(Geplante) Verwertung

Das Vorgehensmodell soll einer wirtschaftlichen Verwertung zugeführt werden. Dies soll als Dienstleistung von der Hochschule Hannover gemeinsam mit GEA TDS angeboten werden. Darüber hinaus sind die Durchführung von Industrieseminaren und Workshops sowie die Veröffentlichung von Forschungsergebnissen, Präsentation auf Messen und der Anstoß neuer Forschungsprojekte geplant.

„Neue ressourcen- und energiesparende Prozesse zur Herstellung, Vertrieb/Logistik und Einsatz von Milch- und Molkekonzentraten als Ersatz für Milch- und Molkepulver“ (PROLOG)

„New and energy saving processes for production, distribution and application of milk and whey concentrates as a substitute for milk and whey powder“

Projektlaufzeit

15.07.2012 bis 15.09.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kulozik

Technische Universität München, Lehrstuhl für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie (LMVT), Freising-Weihenstephan

Verbundpartner

Prof. Dr. Martin Grunow

Technische Universität München, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre – Produktion und Supply Chain Management, München

Herr Theodor Naarmann

Privatmolkerei Naarmann GmbH (MoNa), Neuenkirchen

Herr Peter Hartmann

Bayerische Milchindustrie eG (BMI), Landshut

Kurzfassung

Ziel

Die Kernziele des Projektes sind zum einen Milch- und Molkenkonzentrate durch thermische und Membrantrennverfahren haltbar zu machen, so dass für einen Teil der heute hergestellten Konzentrate auf das energieaufwändige Trocknen verzichtet werden kann. Ferner sollen sie den Pulvern funktional überlegen sein. Dies wird durch eine ähnlich lange Haltbarkeit erreicht ohne die bei Pulvern häufig auftretenden Qualitätsprobleme durch Verklumpen und durch den beim Redispersieren hohen technischen Aufwand. Weiterhin sollen die durch Einsatz von Konzentraten nötigen Umstellungen in Logistik und Weiterverarbeitung eruiert und bewertet werden, sodass die zu erwartenden Energieeinsparungen den erhöhten Aufwendungen an anderer Stelle gegenübergestellt werden. Daraus resultiert eine Gesamtbeurteilung der komplexen Verfahrensentwicklung entlang der Wertschöpfungskette.

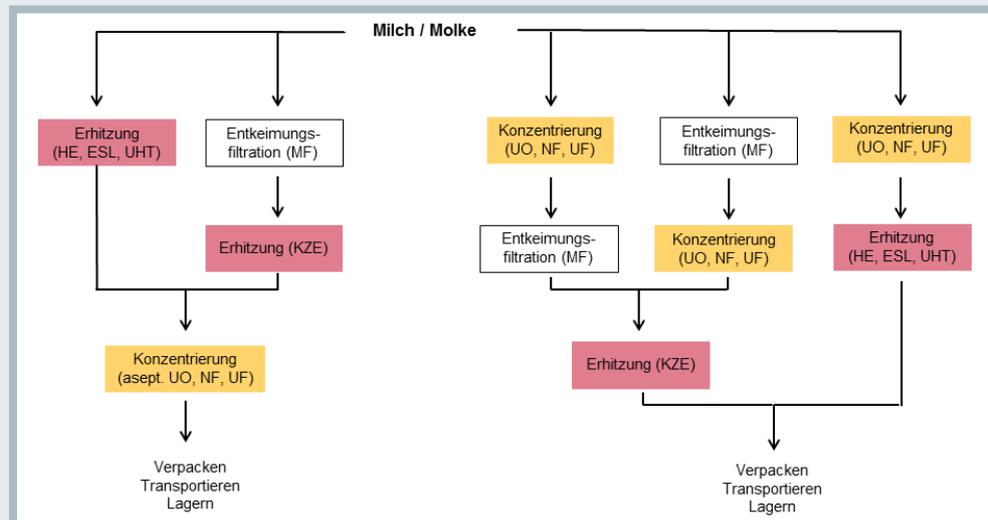


Abb.1: Mögliche Verfahrensvarianten zur Herstellung von haltbaren Milch- und Molkenkonzentraten

Realisierung

Mögliche Verfahrensvarianten zur Herstellung von haltbaren Milch- und Molkenkonzentraten sind in Abbildung 1 zusammengefasst. Zur Konzentrierung von Milch und Molke können die Membrantrennverfahren Umkehrosmose (UO), Nanofiltration (NF) und Ultrafiltration (UF) eingesetzt werden.

Die Haltbarmachung der Konzentrate soll mittels thermischer Behandlung erfolgen, wobei geeignete Erhitzungsbedingungen für Milch- und Molkenkonzentrate neu definiert werden müssen, um lagerstabile sowie sichere Produkte herstellen zu können. Mikrobiologische Inaktivierungseffekte der Erhitzung werden für Milch und Molke aufgrund unterschiedlicher Verkeimungsmuster bzw. Resistenz der Verderbniserreger gesondert untersucht. Der maximal erreichbare Konzentrierungsgrad von Milch und Molke wird mit Hilfe der unterschiedlichen Verfahrensvarianten ermittelt.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sowie Umweltverträglichkeit von Pulvern und Konzentraten werden diese im Zusammenhang der Wertschöpfungskette analysiert. Dabei werden aufbauend auf einer Vielzahl empirisch erhobener Daten verschiedene Szenarien für Konzentrate entwickelt. Mithilfe von modernen Optimierungs- und Nachhaltigkeitswerkzeugen erfolgt eine Bestimmung der optimalen Produktionstechnologie im Supply Chain Kontext und eine Gesamtbeurteilung der Nachhaltigkeit einzelner Verfahrensvarianten.

Ergebnisse

Im Rahmen der Erforschung und Entwicklung von thermischen und membranrentech-nischen Verfahrensvarianten konnten mittels Umkehrosmose Konzentrate mit hohen Trockenmassegehalten von bis zu 35 % hergestellt werden. Die Haltbarmachung der Konzentrate erfolgte mittels thermischer Behandlung, wobei aufgrund der hohen Trockenmassegehalte der Konzentrate verstärkte Produktansatzbildung und verkürzte Anlagenstandzeiten

festgestellt wurden. Durch den Erhitzungsvorgang wird eine Denaturierung enthaltener Proteine verursacht, die durch die hohen Trockenmassegehalte zusätzlich verstärkt wird. Die Denaturierungsvorgänge in Milch- und Molkenkonzentraten unterscheiden sich allerdings aufgrund der unterschiedlichen Proteinzusammensetzung grundsätzlich. Auch die thermische Inaktivierung von Mikroorganismen ist vom Trockenmassegehalt der Konzentrate abhängig und nimmt mit zunehmendem Trockenmassegehalt ab. Anhand ermittelter kinetischer Daten zur Proteindenaturierung sowie zur Keiminaktivierung in Milch- und Molkenkonzentraten können abhängig von den Anforderungen an Funktionalität und Haltbarkeit geeignete Erhitzungsbedingungen abgeleitet werden.

Zur Gesamtbeurteilung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit von haltbaren Konzentraten wurden Methoden des Supply Chain Planning sowie des Life Cycle Assessment (LCA) angewandt. Das mathematische Modell integriert die Auswahl der Milchproduktionstechnologien mit den relevanten Supply Chain Entscheidungen.

Darüber hinaus wurden drei praxisrelevante Unsicherheiten bezüglich der Nachfrage von Konzentraten in das Modell integriert: die räumliche Verteilung der Kunden, das Nachfragevolumen der Kunden sowie die Nachfrage nach bestimmten Trockenmassegehalten. Die Ergebnisse der numerischen Studie zeigen, dass die Auswahl der Produktionstechnologie stark von den Nachfrageunsicherheiten abhängt. Das durchgeführte Delta-LCA umfasst jene Prozessschritte, die von dem Wechsel von Pulver hin zum neuen Produkt Konzentrat betroffen sind. Das Produkt Milchkonzentrat besitzt über dessen Wertschöpfungskette hinweg einen deutlich niedrigeren kumulierten Energiebedarf als Milchpulver. Da Konzentrat während des Transports im Gegensatz zu Pulver gekühlt werden muss, nehmen die energetischen Vorteile mit steigender Transportdistanz ab. Auch in Bezug auf weitere für die Bewertung von Milchprodukten wichtige Umweltkategorien, wie Karbondioxidemissionen, Eutrophierung oder Versäuerung, schneidet Konzentrat besser ab als Pulver.

Geplante Verwertung

Aus wissenschaftlich-technischer Sicht sind die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung der Ergebnisse aus Vorarbeiten gegeben. Die Ergebnisse stehen nach Projektende bereits vor ihrer Umsetzbarkeit und werden geeignet sein, um in einem iterativen interdisziplinären Ansatz global für die Milchindustrie bzw. unternehmensspezifisch aufzuzeigen und zu bewerten, welche neuen oder zusätzlichen technischen Lösungen zu schaffen sind und welchen Investitions- und Kostenaufwand dies auf industrieller Ebene auslöst.

Diese Erfordernisse sind dem o.g. enormen Energieeinsparpotenzial gegenüberzustellen, um einen belastbaren Vorschlag im Sinne der klimaeffizienten und ressourcenschonenden Produktion von Milch und Milcherzeugnissen ausarbeiten zu können. Daraus werden sich Kosten- und Wettbewerbsvorteile gegenüber Konkurrenten aus dem Ausland sowie gegenüber dem Handel ableiten lassen, wodurch sich die derzeitigen Marktpositionen festigen und ausbauen lassen werden. Die Verbundpartner Privatmolkerei Naarmann GmbH sowie die Bayerische Milchindustrie eG führen derzeit bereits Erhitzungen von Konzentraten im industriellen Maßstab durch.

„Automatisierte Energiedatenerfassung und Monitoring für milchverarbeitende Betriebe“ (ENCOMO)

„Automatic Energy Data Acquisition and Monitoring for Milk Processing Establishments“

Projektlaufzeit

01.04.2012 bis 31.03.2015

Projektkoordinator, Institution

Sören Rose

inray Industriesoftware GmbH, Schenefeld

Verbundpartner

Sönke Matzen

Max Rubner-Institut, Kiel

Tim Hansen

Meiereigenossenschaft Holtsee-Ascheberg eG, Holtsee

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines umfassenden Werkzeugs für das Energiemonitoring in Molkereibetrieben von der Datenaufnahme bis zur Bewertung und Entwicklung verfahrenstechnischer Maßnahmen zur Effizienzsteigerung („Energiecockpit“). Das fertige Produkt- und Dienstleistungspaket umfasst alle Schritte der Inbetriebnahme eines solchen Systems: Analyse der Energieverteilungsnetze, Festlegung von Systemgrenzen (Bilanzrahmen), Auswahl von sinnvollen Messorten und passenden Messgeräten, deren Installation, Signalanbindung, Datenerfassung und Entwicklung von Bewertungsalgorithmen und Ausgabe an ein webbasiertes Monitoringwerkzeug („Cockpit“). Bestandteil des Vorhabens ist die Entwicklung eines Analyseverfahrens und eines Kennzahlensystems zur stetigen Kontrolle des Energieversorgungssystems und zur Bewertung verfahrenstechnischer Maßnahmen mit dem Ziel der Effizienzsteigerung.

Das Energiecockpit und seine Datenbasis dienen als permanentes Werkzeug zur Kontrolle von Maßnahmen des betrieblichen Energiemanagements. Außerdem erhält der Betreiber detaillierte Kenntnis über seine tatsächlichen Lastprofile und damit wichtige Informationen für den Bereich Energiebeschaffung sowie bei Neu- oder Ersatzinvestitionen

im Energiebereich. Das Energiecockpit visualisiert die zusammengefassten Auswertungen und Kenngrößen mit der jeweils geeigneten Kombination von Anzeigen (Zahlen, Gauges, Balken, Sankey-Diagrammen, o.ä.) auf einen Blick. Informationen werden quasi in Echtzeit vorgehalten und automatisch aktualisiert. Dem Stand der Technik entsprechend stehen die Informationen als Webanwendung bereit, sind also von Desktop-PCs, Tablets oder Smartphones gleichermaßen abzurufen. Die Anwendung ist dem Mitarbeiterkreis entsprechend bedarfsgerecht anzupassen (Maschinenführer, Schichtleitung, technische Leitung, Controlling, etc.). In Zusammenarbeit mit den jeweiligen Verantwortlichen werden aussagekräftige Leistungskenngrößen (Energy Performance Indicators, EnPIs) ausgewählt und geprüft.

Realisierung

Das Forschungsvorhaben wird in der Meiereigenossenschaft Holtsee-Ascheberg eG durchgeführt (Entwicklung des Verfahrens und des Produktes, Anwendungstests), um eine reale Datenbasis zu erhalten und verfahrenstechnische Maßnahmen unter realen Bedingungen zu analysieren und zu bewerten.

Die Produktentwicklung umfasst:

- das Verfahren, die beim Kunden benötigte Infrastruktur und Komponenten so zusammenzustellen, dass bei minimalem Aufwand ein Maximum an verwertbarer Information unter Berücksichtigung individueller und branchenspezifischer Anforderungen gewonnen wird,
- die Entwicklung vorkonfigurierter Monitoringwerkzeuge, die ebenfalls mit minimalem Aufwand an Kundenerfordernisse anzupassen sind und
- die Implementierung von Bewertungsalgorithmen (Leistungskenngrößen) im Hinblick auf die in milchverarbeitenden Betrieben typischerweise eingesetzten Produktionsanlagen

Betrachtet werden die Verbräuche von Wasser, Strom und Erdgas (Heizöl) sowie die daraus erzeugten Mengen an Dampf, Druckluft und Kälte. Je nach der vorgefundenen Struktur eines Verteilungsnetzes in Bezug zu den Produktionsabteilungen wurde entschieden, wo und welche Messgeräte eingesetzt werden. Dabei wurden bereits verbaute und nutzbare Messgeräte in das System mit einbezogen und vernetzt. Die Speicherung der Daten erfolgt über eine lange Zeitspanne (unbegrenzte Vorhaltung möglich).

Ergebnisse

Im Aufbau des Messnetzwerkes hat sich gezeigt, dass mit wenigen, sorgfältig ausgewählten Messpunkten bereits hinreichende quantitative Erfassung möglich ist. Vorbereitende Analyse, Messungen mit temporären Geräten, Berücksichtigung bekannter Parameter wie Sollverbräuche einzelner Anlagen und daraus folgend sinnvolle Gruppierung sowie nachgelagerte Berechnungen reduzieren den Bedarf an teilweise teurer Messtechnik ganz erheblich.

Dieses Vorgehen unterstützt den Ansatz einer übergreifenden Gesamtschau auf das Werk und seine Abteilungen. Das aufzubauende Kennzahlensystem muss sich für eine solche Betrachtung bis zu einem gewissen Grad von den Prozessdetails lösen.

Hier werden derzeit die einzelnen Indikatoren (Energy Performance Indicators, EnPIs) entwickelt und auf ihre Aussagekraft für die Praxis untersucht. Eine Listung als geeignet oder ungeeignet befundener Indikatoren soll an dieser Stelle unterbleiben, da der Bezug auf einzelne Kennzahlen nur in einem ganzheitlichen Kennzahlensystem sinnvoll ist. Letztlich muss hier auch auf das Ende der ersten Datensammelphase gewartet werden, um z. B. Jahresgänge zu berücksichtigen.

Erste verfahrenstechnische Maßnahmen wurden auf Basis der erfassten Daten ergriffen, auch hier ist der Zeitraum noch zu kurz (Datensammlung), um bereits Aussagen zu treffen.

Für die geplante Verwertung – die Beratung potenzieller Kunden – sind auch Erkenntnisse über weiche Faktoren wichtig. Es sollte bei der Einführung eines solchen Energieinformationssystems dringend empfohlen werden, dass ein Mitarbeiter des jeweiligen Betriebs für die intensive Auseinandersetzung mit den gewonnenen Daten und der Verfahrenstechnik sowie der Einbindung der Mitarbeiter (Motivation) freigestellt wird.

(Geplante) Verwertung

Die inray Industriesoftware GmbH wird aus den gewonnenen Erkenntnissen das Produktpaket „Encom“ entwickeln und vertreiben. Das Max Rubner-Institut wird die im Projektverlauf erfassten Energiedaten auswerten, um weitere verfahrenstechnische Maßnahmen zur Prozessoptimierung zu entwickeln und Empfehlungen für branchenspezifische Energiekenngrößen abzuleiten. Die Meiereigenossenschaft Holtsee wird die gesammelten Erkenntnisse selbst zur Effizienzsteigerung, damit zur Emissionsminderung und Kosteneinsparung verwerten.

„Energie- und Klimaeffizienz in der Milchindustrie durch intelligente Kopplung von Energieströmen (EKliM)“

„Climate and energy efficiency in the dairy industry through intelligent coupling of energy flows“

Projektlaufzeit

15.06.2012 bis 31.07.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Jens Hesselbach
Universität Kassel, Kassel

Verbundpartner

Hans-Martin Lohmann
DMK Deutsches Milchkontor GmbH, Zeven

Dipl.-Ing. Klaus Schleiminger
KSI Ingenieurbüro GmbH & Co. KG, Krefeld

Dr. Markus Ewert
Imtech Deutschland GmbH & Co. KG, Hamburg

Kurzfassung

Ziel

Wenn man an Lebensmittel denkt, vergisst man häufig, welche moderne Technologie hinter der Produktion steht. Die Anlagen zur Herstellung von Milchprodukten benötigen große Mengen an elektrischer und thermischer Energie. So entfallen laut der Energie-Agentur NRW bei Molkereien ca. 1,5 Prozent des Jahresumsatzes auf Energiekosten. Der höchste Energiekostenanteil mit bis zu 14 Prozent wird bei Betrieben erreicht, die Molkepulver herstellen. Aufgrund dieser Problematik wurde gemeinsam mit Deutschlands größtem Milchverarbeiter DMK, dem Anlagenbauer Imtech und dem Molkereiexperten KSI ein Verbundprojekt zur Energie- und Klimaeffizienz in der Milchindustrie gestartet.

Ziel ist es, die Produktionsprozesse und Energiebereitstellung einer Molkerei mit Simulationsmodellen abzubilden. Anhand der virtuellen Fabrik können Energieströme verschiedener Produktionsprozesse untersucht werden. Die Analyse ermöglicht es, Wärmesenken und -quellen energetisch optimal miteinander zu verknüpfen.

Realisierung

Täglich liefern die Landwirte der Region 1,5 Millionen Liter Milch an den DMK-Standort Altentreptow. Nach aufwendiger thermischer Vorbehandlung im Pasteur erfolgt eine Zugabe von Kulturen. Im vollautomatischen Käsefertiger wird die Kesselmilch durch Lab dickgelegt. Dabei fällt die nährstoffreiche Molke aus. Der Bruch wird zu einem Käselaib gepresst, gesalzen, gereift, aufgeschnitten, verpackt und verkauft. Am Ende des Tages verlassen 150.000 Kilogramm Käse die Werkstore. Das gilt jedoch nicht für die Molke. Moderne Betriebe der Milchindustrie setzen mechanische und thermische Trennverfahren ein, um diese in ihre wertvollen Bestandteile zu zerlegen. Deshalb leitet DMK das beim Käsen anfallende Nebenprodukt zum benachbarten Tochterunternehmen wheyco. Hier wird die Molke zunächst durch Ultrafiltration in eine protein- und eine lactose-reiche Lösung aufgeteilt. Anschließend werden die zwei Stoffströme aufkonzentriert und getrocknet. Bei der Herstellung der pulverförmigen Produkte wird besonders viel thermische Energie eingesetzt, um den Wassergehalt der Lösungen zu reduzieren. In Abbildung 1 sind der Produktfluss und die für den jeweiligen Prozessschritt typischen Energieformen dargestellt. Neben den klassischen Trennverfahren wie Eindampfen und Sprühtrocknen sind vor allem hygienisch bedingte Reinigungs-, Auf- und Abkühlprozes-

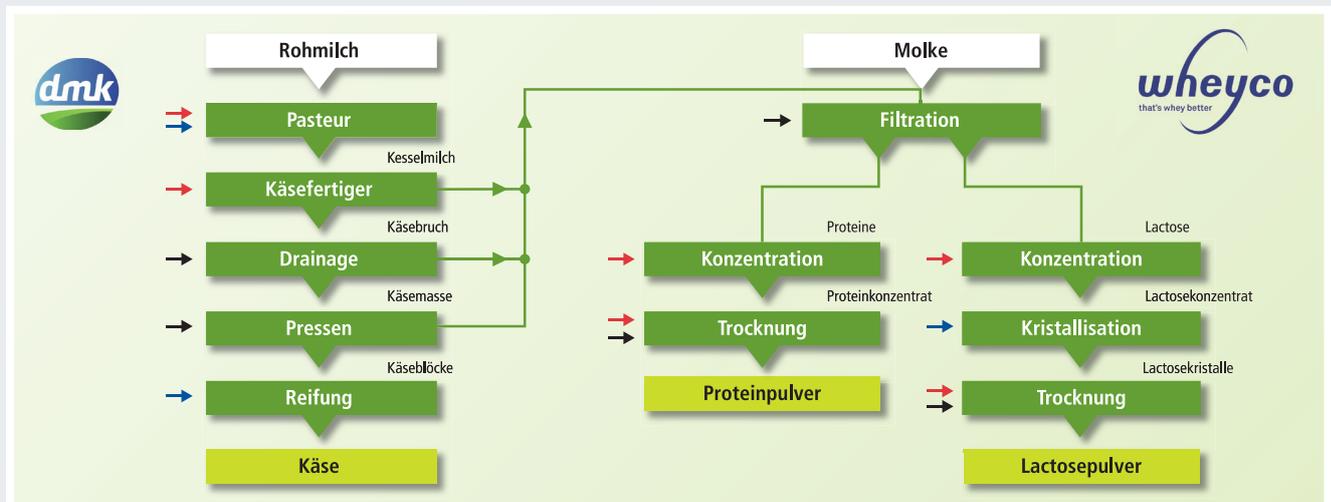


Abb: Fließschema der Produktionsprozesse einer Molkerei

se energierelevant. Die Verwertbarkeit der Simulationsergebnisse beschränkt sich somit nicht nur auf die Milchindustrie. Die Übertragbarkeit ist auf weite Teile der Lebensmittelindustrie sowie andere Branchen wie zum Beispiel die Pharmaindustrie gegeben. Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.⁴¹

⁴¹Bereits erschienen im HIER! Newsletter Ausgabe 10, Dezember 2012

Sektion 10: Applikationstechnik im Pflanzenschutz

„Adaption von Düsen und Sensoren zur Lückenschaltung am Sprühgerät –
Voraussetzung zur präzisen Applikation von Pflanzenschutzmitteln im
Obstbau“ (LADUS)

“Adaption of nozzles and sensors for gap switching - pre condition for the
accurate spraying in orchards”

Projektlaufzeit

01.03.2012 bis 28.02.2015

Projektkoordinator, Institution

Markus Mesmer

Hans Wanner GmbH - Maschinen- und Fahrzeugbau, Wangen im Allgäu

Verbundpartner

Dr. Tanja Pelzer

Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz,
Braunschweig

Dr. Matthias Görgens

Obstbauversuchsanstalt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (OVA), Jork

Kurzfassung

Ziel

Im Erwerbsobstbau ist die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) ein wichtiger Baustein zur Sicherung der Produktqualität und des Ernteertrages. Dabei sollten Risiken durch übermäßigen Eintrag von PSM in den umliegenden Naturhaushalt vermieden werden. Zwar existieren bereits zahlreiche technische Verfahren im Pflanzenschutz,

die die Applikation mit Hilfe von Sensoren und Dosiermodellen steuern, dennoch sind Verbesserungen und Weiterentwicklungen in der Applikationstechnik erforderlich.

Ziel im Sinne des „Nationalen Aktionsplanes zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln“ ist es, eine höhere Effizienz und damit größere Einsparraten bei der Anwendung zu erreichen.

Im Rahmen dieses Projektes soll daher ein modulares Sensor-/Düsesystem für Sprühgeräte weiterentwickelt und erprobt werden, das es ermöglicht Lücken im Baumbestand präziser zu erkennen und die Laubwand exakt zu behandeln.

Realisierung

Für das Projekt wurde das Sprühgerät NH 63 der Firma Wanner mit Radialgebläse ausgewählt (Abb. 1). Die Luftauslässe und die Düsen sind auf einem C-Profil schwenkbar montiert, um während der Erprobung die beste Ausrichtung für eine querstromähnliche Applikation zu ermitteln

Um gesetzlichen Forderungen zu entsprechen lässt sich die Luft einseitig umlenken. Jede Seite ist in je 3 Teilbreiten untergruppiert, wobei jede Teilbreite drei Düsen schaltet. Jede



Abb. 1: LADUS Gerät mit montierten IR-Sensoren

Teilbreite kann über die Elektronik zu- bzw. abgeschaltet werden, um die Arbeitshöhe auf die Gegebenheiten der Obstanlage einzustellen.

Das Gerät ist mit einem neu entwickelten Sensor- und Regelsystem ausgestattet. Derzeit sind am Sprühgerät 20 Infrarottastensoren der Firma ELMED montiert. Sie können den vorhandenen 9 Düsen nach Bedarf zugeordnet werden so dass diese bei der Behandlung von Obstplantagen jeweils geschaltet werden können.

Ein Sensor tastet eine Kreisfläche mit ca. 8 cm Durchmesser ab. Um das Schaltverhalten der Sensoren zu bestimmen, wurden Versuche mit unterschiedlichen Objekten und variierten Entfernungen zum Sensor durchgeführt.

Weiterhin wurden verschiedene Düsen hinsichtlich ihres Sprühfächers am Vertikalverteilungsprüfstand charakterisiert. Gesucht wurde eine Düse, deren Sprühfächer zum Sichtfeld der zugeordneten Sensoren passt.

Zum Test der Lückenerkennung und Düsenschaltung des Systems unter Praxisbedingungen werden in der laufenden Saison Versuche an der Obstbauversuchsanstalt in Jork durchgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchungen werden die PSM-Einsparung sowie der Einfluss der Lückenschaltung auf die Anlagerung der PSM auf dem Blatt betrachtet. Zudem wird eine mögliche Verminderung der Abdrift untersucht.

Ergebnisse

Erste Versuche (Tab. 1) legen nahe, dass sich die Düse IDK 90-0067 C am besten eignet, da die Ausdehnung des Sprühfächers im Vergleich mit anderen untersuchten Düsen geringer ist. Somit wäre mit dieser Düse am ehesten eine Zuordnung des Sprühbereichs an

Düse	Entfernung vom Prüfstand			
	50 cm		150 cm	
	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal
IDK 90-015 C	105	-	126	-
IDK 90-01 C	84	-	145	70
IDK 90-0067 C	80	20	91	70
PVDF Düse 60°, blau, Kunststoff	-	-	170	90
Messing, 45°	-	-	110	78

Tab. 1: Vertikale und horizontale Ausdehnung des Sprühfächers am Vertikalverteilungsprüfstand (cm)

das Sichtfeld des Sensors möglich. Dennoch wurde in weiterführenden Untersuchungen die IDK 90-015 C genutzt, da sie für die verwendete Messtechnik besser geeignet ist und mehr Relevanz in der Praxis hat.

Versuche in denen die Düsen vor und in den Luftstrom eingebaut wurden, um die Übereinstimmung von Sprühbereich und Sensorsichtfeld durch Kompressionswirkung zu beurteilen (Abb. 2), zeigten, dass die vertikale Ausdehnung des Sprühbereichs weiter reduziert werden kann.

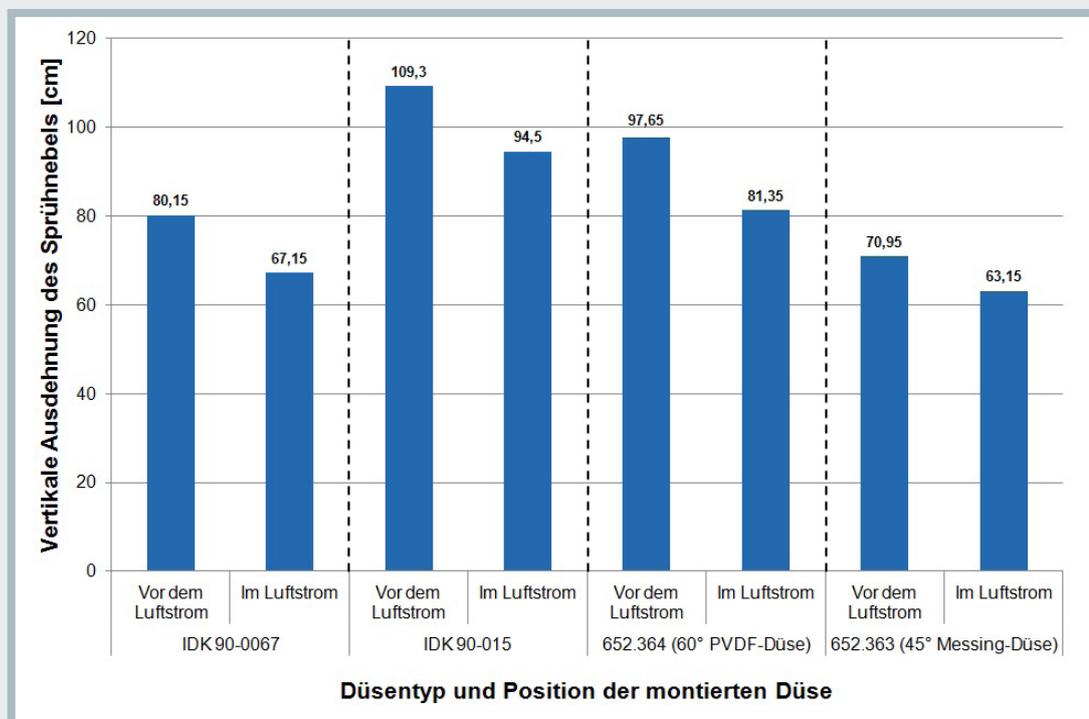


Abb. 2: Vertikale Ausdehnung des Sprühfächers verschiedener Düsentypen bei Positionierung der Düse im und vor dem Luftstrom des jeweiligen Luftauslasses

(Geplante) Verwertung

Untersuchungen zur Erkennung zeigten, dass bis zu einer Distanz von 0,85 m alle Objekte sicher detektiert werden (Abb. 3). Des Weiteren muss nach der Art des Objektes differenziert werden. Der unbelaubte Ast wird vom Sensor ähnlich gut erfasst wie der Apfel. Befinden sich Blätter an dem Ast wird dieser noch in einer Entfernung von 1,22 m sicher erkannt. Somit sollen in zukünftigen Versuchen in einer praxisrelevanten Entfernung von 1 m diese Erkennungsfehler durch Einstellungen im Gesamtsystem kompensiert werden.

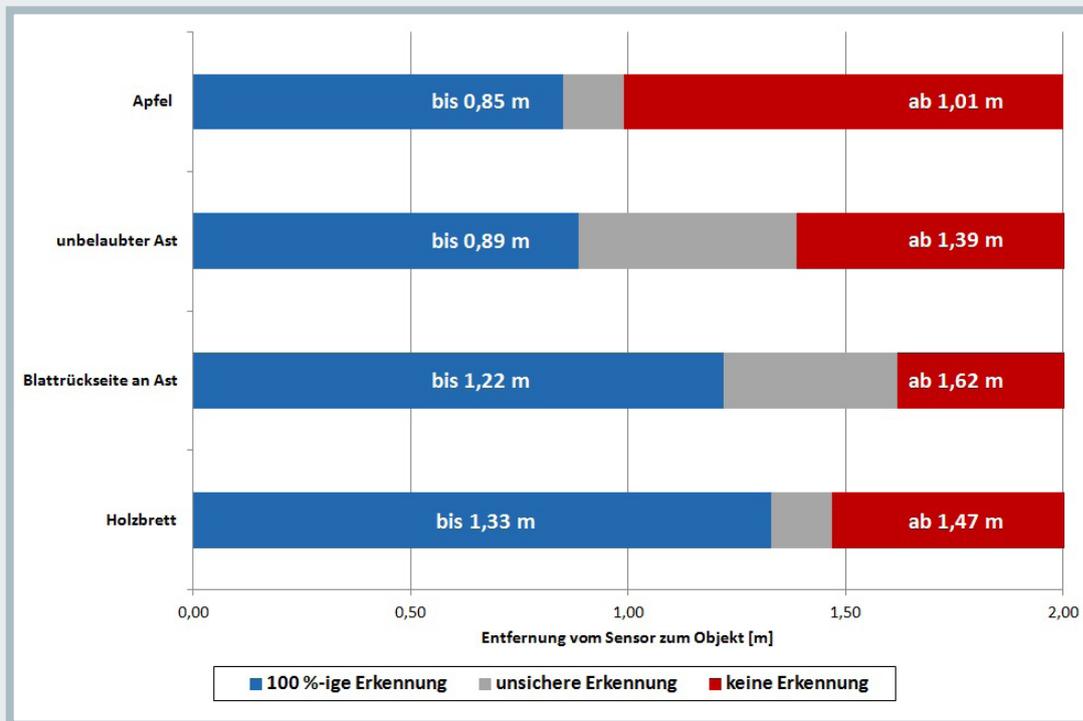


Abb. 3: Detektionsbereich der IR-Sensoren im Bezug auf unterschiedliche Objekten

Um zu verdeutlichen, welchen Einfluss ein gezieltes Abschalten von bis zu drei Düsen durch LADUS auf die Vertikalverteilung des Volumenstromes hat, wurden an einem Vertikalverteilungsprüfstand (25 cm Auflösung) Versuche durchgeführt. Eine Abschaltung dreier Düsen vermindert die Applikationsmenge deutlich im Vergleich zur Referenzmenge (Abb. 4). Wird hingegen nur eine Düse abgeschaltet verändert sich die Verteilung des Volumenstroms nur vergleichsweise wenig. Das LADUS-System kann also die ausgebrachte Menge durch Abschalten von Düsen in bestimmten Bereichen reduzieren.

Die Forschungsergebnisse aus dem Vorhaben sind zum Teil in Abstimmung zwischen den Partnern auf nationalen und internationalen Veranstaltungen vorgestellt worden. Weitere wissenschaftliche Veröffentlichungen sind geplant.

Die Einsparung von Pflanzenschutzmitteln und Reduzierung von Umweltbelastungen durch den Einsatz der Lückenschaltung ist ein innovatives Verfahren und verbessert die gezielte Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Damit kann der Anwender die gesetzlichen und gesellschaftlichen Forderungen erfüllen, den Aufwand von PSM nachhaltig zu reduzieren.

Die PSM-Einsparung kann dem Obstbauern Kosten einsparen, wodurch zudem ein direkter Wettbewerbsvorteil generiert werden kann.

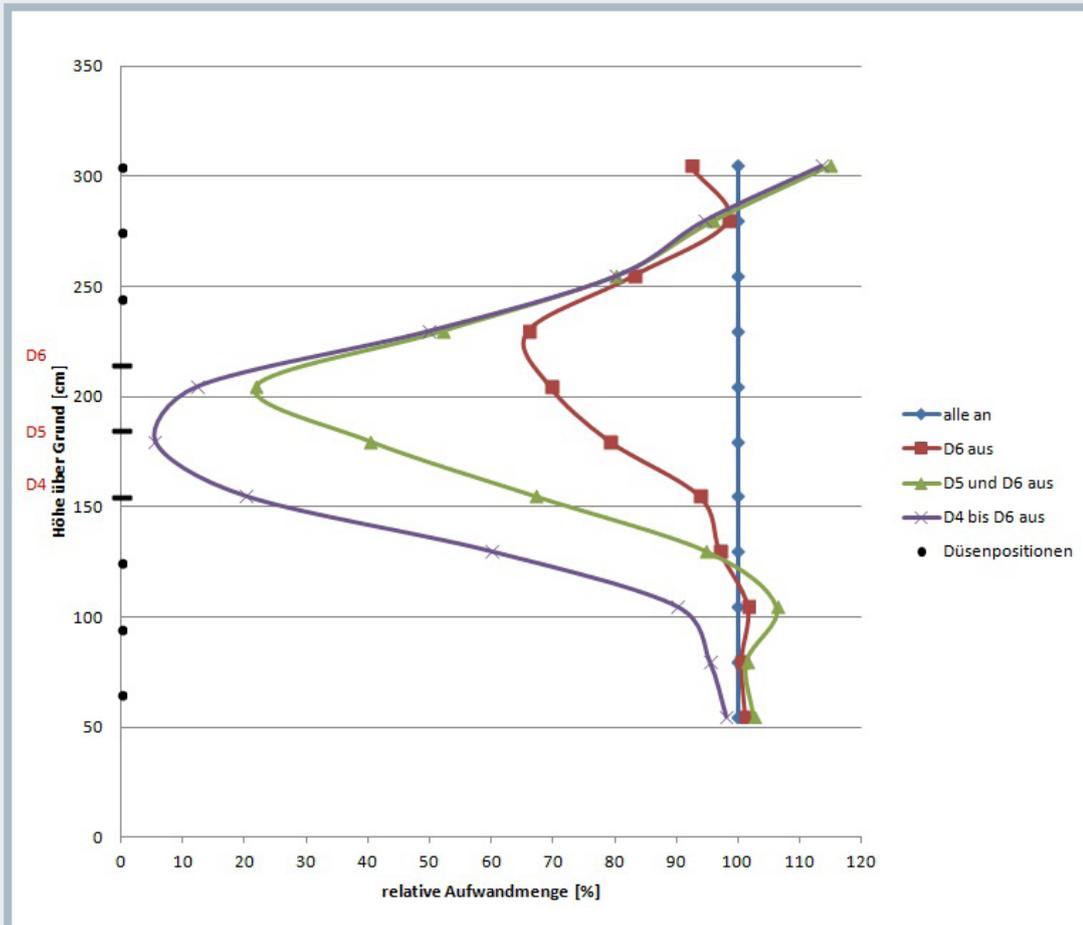


Abb. 4: Relative Veränderung des Volumenstroms bei 1 bis 3 geschlossenen Düsen (D4, D5 & D6) mit eingeschaltetem Gebläse (160 cm Abstand von Gerätemitte, 540 U/min, Getriebestufe I, IDK 90-015 C)

„Entwicklung eines autonomen Plantagen-Pflege-Roboters mit elektrischen Antrieben unter besonderer Berücksichtigung der zeitgemäßen Pflanzenschutzmittelapplikationen im Obst- und Weinbau“ (PlantagenRoboter)

„Development of an autonomous plantation-care robot with electrical drives and special emphasis on up-to-date pesticide applications in orchards and vineyards“

Projektlaufzeit

01.05.2012 bis 30.04.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Herlitzius

Technische Universität Dresden, Institut für Verarbeitungsmaschinen und Mobile Arbeitsmaschinen, Professur für Agrarsystemtechnik, Dresden

Verbundpartner

Prof. Dr. Arno Ruckelshausen

Hochschule Osnabrück, Osnabrück

Prof. Dr. Hans-Peter Schwarz, Dr. Rainer Keicher

Hochschule Geisenheim University, Geisenheim

Dr. Klaus Weidig

Raussendorf Maschinen- und Gerätebau GmbH, Obergurig

Kuno Winkelheide

Karl E. Brinkmann GmbH (KEB), Barntrup

Hans-Dieter Bierig

Obstland Dürreweitzschen AG, Grimma

Walter Beck

Weingut Schloss Proschwitz, Zadel über Meißen

Kurzfassung

Ziel

Aufbauend auf den Ergebnissen früherer Forschungsarbeiten soll ein elektrisch angetriebener Plantagenroboter realisiert werden, der in der Lage ist, verschiedene Arbeiten in Wein- und Obstanlagen autonom auszuführen. Am Beispiel „zeitgemäßer Pflanzenschutz“ als anspruchsvolle Beispielapplikation soll die Prozesssteuerung getestet und optimiert werden. Arbeitsgänge wie Mulchen, Bodenbearbeitung oder Laubschnitt sind als Perspektive für die spätere Erweiterung des Systems denkbar.

Der Einsatz von kleineren – mit entsprechender Sensorik und Intelligenz ausgestatteten – Maschinen, die komplexe Arbeitsvorgänge wie z. B. die Pflanzenschutzmittelapplikation autonom bewältigen können, wäre ein großer Fortschritt. Der dadurch mögliche Betrieb mehrerer Einheiten durch einen Operator würde die einzelbetriebliche Produktivität erheblich erhöhen. Dabei würde der Einsatz elektrischer Antriebe, besonders unter Berücksichtigung der Energierückgewinnung, den Gesamtwirkungsgrad des Trägerfahrzeuges signifikant verbessern und so den erforderlichen Energieeinsatz reduzieren. Die Nutzung der Laubwandabtastung zur Spritzmitteleinsparung und neuartiger Gebläse mit deutlich reduzierter Antriebsleistung reduzieren den Ressourcenbedarf weiter. Die autonome Fahrzeugführung schließlich ermöglicht zusätzlich durch die permanente Überwachung aller relevanten Maschinen und Gerätedaten eine automatische, lückenlose Dokumentation durchgeführten Arbeiten und dient so der Gewährleistung der von Handel und Gesetz geforderten Rückverfolgbarkeit in der Lebensmittelproduktion.

Realisierung

Das geplante Projekt umfasst drei Kernbereiche, die Gegenstand der FuE- Tätigkeit sind:

1. Kernbereich 1 (Fahrzeug):

Entwurf, Konstruktion und Bau des modular aufgebauten, elektrischen Antriebs für Wein- und Obstplantagenroboter mit entsprechender Leistungselektronik, Auswahl und Dimensionierung der Motoren, Entwurf und Realisierung des Sicherheitskonzeptes, Auswahl und Realisierung der Schnittstelle zum Steuerungsrechner, Entwurf, Konstruktion und Fertigung der Prototypen, Realisierung einer Steuerungs- und Regelungsstrategie, Versuche auf dem Prüfstand und in der Praxis.

2. Kernbereich 2 (Applikation):

Entwurf, Konstruktion und Bau des elektrisch angetriebenen Pflanzenschutzgerätes unter Berücksichtigung der entsprechenden Richtlinien, Auswahl und Dimensionierung der Gebläsemotoren und der Leistungselektronik, Implementierung der Laubwandabtastung, Entwurf und Realisierung des Sicherheitskonzeptes, Auswahl und Realisierung der Schnittstelle zum Steuerungsrechner, Versuche am Prüfstand und in der Praxis.

3. Kernbereich 3 (Sensorsysteme & Fahrzeug-Management):

Auswahl der erforderlichen Sensorik für Wein- und Obstbau und deren Fusion zur Erkennung der Reihe und des Reihenedes sowie der aktuellen Position, gegebenenfalls Verknüpfung mit a-priori-Information, Hinderniserkennung und Aktor-Überwachung. Realisierung der Sicherheitstechnik und der Schnittstelle für andere Anbaugeräte, Versuche im Labor sowie unter idealen und realen Feldbedingungen.

Die Umsetzung des Projektes bringt eine Weiterentwicklung der elektronischen Überwachung, Steuerung und Regelung von Arbeitsgeräten in der Landwirtschaft mit sich. Weiterhin wird die Anwendungstechnik für Pflanzenschutzmittel in Raumkulturen verbessert, Pflanzenschutzmittel werden eingespart und die Flächenproduktivität wird erhöht. Vorbehaltlich der juristischen Klärung des Sicherheitsaspektes bei autonomen Fahrzeugen soll das Projekt mit der Erstellung je eines Prototyps die Praxisrelevanz autonomer Maschinen belegen.

Ergebnisse

Im bisherigen Projekt wurde ein autonomes Fahrzeug konstruiert und konzipiert und befindet sich derzeit in der Fertigung und Montage. Die Abmessungen des Fahrzeuges sind 2600 mm lang, 1300 mm breit und 930 mm hoch. In dem Fahrzeug wird eine Plattformstrategie konsequent umgesetzt, d.h. alle Elemente, die notwendig für den Betrieb des Fahrzeuges sind, befinden sich unterhalb einer 930 mm hohen Plattform und alle Arbeitselemente können oberhalb, auf der Plattform montiert werden.

Der Antrieb des Fahrzeuges wird dieselelektrisch erfolgen. Dabei treibt ein 30kW Dieselmotor einen Generator an und über einen Zwischenkreis werden die vier elektrischen Einzelradantriebe mit elektrischer Energie versorgt. Das Spannungsniveau beträgt 600 V Gleichstrom. Die Einzelradantriebe bestehen aus einem luftgekühlten Torquemotor und einem Planetengetriebe, und können das Fahrzeug mit maximal 6 km/h antreiben. Weiterhin realisiert wird eine Einzelradlenkung, wobei jedes Rad mittels eines elektromechanischen Zylinders gelenkt werden kann.

Ein Steuer- und Regelungskonzept wurde entwickelt. Die Kommunikation auf Antriebsebene erfolgt per CAN-Bus. Das Fahrzeug kann wahlweise autonom fahren und selbständig navigieren oder es wird per Fernbedienung gesteuert. Die verschiedenen Sensoren, Kameras, GPS-Empfänger und Sicherheitseinrichtungen sind per Ethernet verbunden.

Ein Pflanzenschutzgerät wurde auf elektrische Antriebe umgerüstet. Das Gerät verfügt über acht elektrisch angetriebene Gebläse, eins für jede Düse. Der Luftstrom kann über Frequenzumrichter an die jeweiligen Umweltbedingungen angepasst werden. Das gesamte Spritzgerät ist CAN gesteuert.

(Geplante) Verwertung

Ziel des Projektes ist die Realisierung eines autonom in Plantagen agierenden Fahrzeuges für den Obst- und Weinbau mit elektrischen Antrieben und zeitgemäßer Pflanzenschutztechnik. Der sinnvolle Einsatz derartiger Trägerfahrzeuge in Obst- und Weinplantagen, die den Stand der Technik repräsentieren und manngeführt sind, ist unter heutigen wirtschaftlichen Gesichtspunkten bereits nicht mehr wettbewerbsfähig und zudem nicht ohne gesundheitliche Risiken für das Bedienpersonal. Deshalb bekommen automatisierte Roboterlösungen große praktische Bedeutung.

Den Projektinitiatoren sind derartige Produktlösungen im deutschen Obst- und Weinbau nicht bekannt. Schlussfolgernd lässt sich ableiten, dass die Vermarktungschancen für einen autonomen Pflegeroboter mit elektrischem Antrieb aufgrund der Alleinstellungsmerkmale ausgezeichnet sind. Nach dem Abschluss des Projekts sollte der funktionsfähige Prototyp eines führerlosen, autonomen Arbeitsgerätes für den Obst- und Weinbau erprobt und in Varianten aufrüstbar zur Verfügung stehen. In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern ist die Bearbeitung des Projektes bis zur Fertigung eines marktfähigen Produktes geplant.

Die Firma RAUSSENDORF Maschinen- und Gerätebau GmbH Obergurig soll als Finalproduzent und Fahrwerklieferant des Gerätes fungieren. Die Firma KEB ist für die Lieferung der Leistungselektronik und der Motoren zuständig. Das Produkt soll eine effiziente, kostengünstige Alternative zur bisherigen Mechanisierung nach dem Stand der Technik darstellen und durch seine Verbreitung zur Erhöhung der arbeitswirtschaftlichen und energetischen Effizienz, der Verbesserung der Pflanzenschutzmittelapplikation in Raumkulturen und der Reduzierung der Anwenderkontamination beitragen.

„Entwicklung und Praxistest eines Direkteinspeisungssystems ohne Verzögerungszeiten zur Teilflächenapplikation von Pflanzenschutzmitteln“ (Direkteinspeisung)

„Development and field test of a direct injection system without delay times for site-specific application of pesticides“

Projektlaufzeit

15.07.2012 bis 14.07.2015

Projektkoordinator, Institution

Dipl.-Ing. Nadine Dammann, Dipl.-Ing. Frank von Bargaen
Herbert Dammann GmbH, Buxtehude-Hedendorf

Verbundpartner

Dipl.-Ing. Dirk Rautmann, Julius Kühn-Institut, Braunschweig

Kurzfassung

Ziel

Unkrautpopulationen sowie tierische und pilzliche Schaderreger bilden auf Ackerflächen formenreiche Verteilungsmuster, die in Abhängigkeit vom Betrachtungsmaßstab durch eine mehr oder weniger hohe Heterogenität gekennzeichnet sind. Eine bisher in der landwirtschaftlichen Praxis übliche einheitliche Ganzflächenbehandlung mit Pflanzenschutzmitteln ist daher ökonomisch und ökologisch als nachteilig zu werten und überschreitet kleinräumig betrachtet oft das notwendige Maß der Pflanzenschutzmittelanwendung. Die erfolgreiche Umsetzung des Teilschlagkonzeptes ist gebunden an eine geeignete Aktorik. Ziel des Projektes ist es, Pflanzenschutzmittel durch teilflächenspezifische Anwendung einzusparen. Dazu soll zur situationsgerechten und punktgenauen Applikation ein Prototyp eines Direkteinspeisesystems ohne Verzögerungszeiten entwickelt und erprobt werden. So werden z. B. bei einer Teilflächenunkrautbekämpfung nur solche Teilflächen mit Herbiziden behandelt, auf denen nach dem Schadschwellenkonzept eine Bekämpfung empfohlen wird.

Realisierung

Es wurde ein Prototyp (Abb. 1) entwickelt, der die Möglichkeit bietet, drei verschiedene Pflanzenschutzmittel über Direkteinspeisung zu applizieren. Dazu verfügt das Gerät über drei Direkteinspeiseeinheiten, bestehend aus einer elektrisch angetriebenen Kolbenpumpe und einem Vorratsbehälter für das Pflanzenschutzmittel. Jede



Abb. 1: Prototyp Feldspritzgerät mit Direkteinspeisung ohne Verzögerungszeiten

Direkteinspeiseeinheit ist einem eigenen Spritzsystem bestehend aus Pumpe, Armatur und Düsenleitung zugeordnet. Der Tank des Prototyps ist in fünf Kammern unterteilt, ein Behälter für jedes der drei Systeme für die Trägerflüssigkeit (im Normalfall Wasser) und zusätzlich einen Frischwassertank und einen Spülwasserauffangtank.

Der Prototyp bietet außerdem die Möglichkeit in System I konventionelle Tankmischungen anzumischen, womit auch eine Verwendung von nicht flüssig formulierten Pflanzenschutzmitteln ermöglicht wird. Dazu verfügt dieses System über eine Einspülschleuse und ein Rührwerk im Behälter.

Um Verzögerungszeiten im Zusammenhang mit der Direkteinspeisung zu minimieren, steht in den Düsenleitungen immer die voreingestellte Pflanzenschutzmittelkonzentration zur Verfügung. Die Vorladung wird dadurch erreicht, dass die Düsenleitungen als Ringspülleitungen ausgelegt sind welche geschlossen werden können.

Sobald die Düsen geöffnet werden wird das Pflanzenschutzmittel auch appliziert. Die Spülflüssigkeit, welche beim Vorladen bis die Sollkonzentration erreicht ist entsteht, wird in den Spülwasserauffangtank geleitet. Die in diesem Tank gesammelten Flüssigkeiten werden auf der Behandlungsfläche ausgebracht.

Ergebnisse

Der Prototyp ist mit drei Direkteinspeiseeinheiten mit unterschiedlichen Arbeitsbereichen ausgestattet. Dies ist auf Grund der jeweiligen Aufwandmengen der Pflanzenschutzmittel notwendig. Die kleine Version deckt einen Bereich von 0,03 – 1,18 l/min ab, die große Version einen Bereich von 0,15 – 5,9 l/min. Bei geringen Aufwandmengen von z. B. 0,1 l/ha und einer Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h beträgt die kleinste mögliche tatsächliche Behandlungsbreite 24 m wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist. Für große Aufwandmengen gibt es dagegen mit der großen Einheit keine Beschränkungen im Bereich der heute üblichen Behandlungs- bzw. Arbeitsbreiten.

Aufwand PSM	Behandlungsbreite mit kleiner Direkteinspeiseeinheit		Behandlungsbreite mit großer Direkteinspeiseeinheit	
	min.	max.	min.	max.
0,1 l/ha	24m	>36m	-	-
0,2 l/ha	12m	>36m	-	-
0,5 l/ha	6m	>36m	24m	>36m
1 l/ha	<3m	>36m	12m	>36m
2 l/ha	<3m	>36m	6m	>36m
3 l/ha	<3m	27m	6m	>36m
4 l/ha	<3m	21m	<3m	>36m
5 l/ha	<3m	15m	<3m	>36m

Tab. 1: Grenzen der Behandlungsbreite bei 8 km/h Fahrgeschwindigkeit und 3m Teilbreiten in Abhängigkeit der PSM-Aufwandmengen

Die verwendeten Direkteinspeiseeinheiten wurden im Prüflabor auf ihre Dosiergenauigkeit hin überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass die Dosiergenauigkeit in dem vom Hersteller angebenen Arbeitsbereich innerhalb der geforderten Genauigkeit von +/- 5 % vom Sollwert liegt. In Feldversuchen soll geprüft werden wie praxistauglich das „Vorladen“ der Düsenleitungen und der geplante Umgang mit den Spülflüssigkeiten ist. Über erste praktische Erprobungen und deren Ergebnisse wird berichtet. Auch die Bedienerfreundlichkeit, Handhabbarkeit und der Ausschluss von Fehlbedienungen werden untersucht. Dabei ist die Reduzierung der Anzahl der Bedienterminals von derzeit 7 auf 1 bis max. 2 noch eine große Herausforderung.

(Geplante) Verwertung

Hauptbestandteil der Zielsetzung des Projektes ist die praxisnahe und anwenderorientierte Verwertung der Forschungsergebnisse in der Landwirtschaft. Die Neuartigkeit des Systems birgt ein großes Potential zur Verwendung in der Praxis und einen Beitrag zur derzeit geführten wissenschaftlichen und politischen Diskussion zu Precision Farming. Die Firma Dammann plant die Ergebnisse aus dem Projekt in das vorhandene Angebot der Feldspritzgeräte einzubringen. Die Umsetzung kann als Teil- oder Zusatzausrüstung erfolgen. Ziel ist die Einführung einer neuen Produktlinie mit konsequenter Umsetzung der „Direkteinspeisung mit kurzen Reaktionszeiten“.

Diese neuen Geräte können als Anhängegeräte, selbstfahrende Arbeitsmaschine oder Geräte auf Spezialfahrgestellen realisiert werden. Eine Nachrüstung bei bestehenden Endkundengeräten mit vorhandener Isobus-Technologie ist ohne Probleme möglich.

Im Wesentlichen sollen Anhäng- und Selbstfahrerfeldspritzen mit der Technik ausgestattet werden, wie sie in größeren landwirtschaftlichen Betrieben und Lohnunternehmen eingesetzt werden. Dadurch wird eine Erweiterung der bereits vorhandenen Marktstellung im Bereich Pflanzenschutzgerätetechnik erwartet.

Da die Firma Dammann in diesem Bereich bereits viele Kunden hat, kann sie die vorhandenen Vertriebsstrukturen nutzen. Das geschätzte Marktpotential des Systems wird aus gegenwärtiger Sicht mit 30 % beziffert, erwartet wird jedoch eine Steigerung. Nach einer gewissen Anlaufzeit und wenn größere Stückzahlen erreicht werden ist auch eine Ausdehnung auf kleinere Feldspritzgeräte denkbar, so dass die Zahl der für die Nutzung der Technik in Frage kommenden Betriebe sich erheblich erhöht.

„Entwicklung innovativer Beiztechniken für Getreidebeizanlagen zur Vermeidung von Staubemissionen bei Saatgut für einen nachhaltigen, umweltsicheren Pflanzenbau“ (Beiztechnik)

“Development of innovative Seed Treatment Techniques for Treatment Sites active in cereal seeds aiming at the avoidance of dust emissions arising from treated seeds for a sustainable and environmentally safe crop production”

Projektlaufzeit

01.10.2011 bis 31.03.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Udo Heimbach

Julius Kühn-Institut (JKI) Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen,
Braunschweig

Verbundpartner

KWS Lochow GmbH, Bergen

Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V. (GFP)

Willy Niklas GmbH Apparatebau, Mönchengladbach

Kurzfassung

Ziel

Die Beizung des Saatgutes ist eine Schlüsseltechnologie, um in der Keim- und Jugendentwicklung eine optimale Schutzwirkung zu erzielen. Da die Wirkstoffapplikation direkt am Wirkungsort erfolgt, hat die Beizung auch aus Umweltschutzgesichtspunkten gegenüber dem breit ausgebrachten chemischen Pflanzenschutz wesentliche Vorteile.

Im Mai 2008 ist es allerdings bei der Maisaussaat mit pneumatischen Sägeräten in Baden-Württemberg zu einer Verdriftung von Stäuben gekommen, die Wirkstoffe insektizider Beizmittel enthalten haben. Die Stäube haben sich auf benachbarten Feldern unter anderem an blühenden Rapsbeständen abgelagert und zu einer Vergiftung von Bienen geführt. Die Wiederholung eines derartigen Vorfalls soll das vorliegende Projekt vermeiden helfen, indem innovative technische Verfahren beim Beiz- und Aufbereitungsvorgang die Staubentwicklung reduzieren. Zugleich soll die Saatgutbeizung als vorzugswürdige Methode der Pflanzenschutzmittelanwendung weiter verbessert werden, um die Zulassungsfähigkeit von Beizmitteln zu erhalten bzw. wieder herzustellen.

Das Projekt dient der Optimierung der Beiztechnik und des Beizprozesses zur Verminderung von Beizmittelabrieb, insbesondere in Getreidebeizanlagen.

Es wurde eine neuartige Technik modellhaft konzipiert und erstmalig am Getreide eingesetzt, die Potential zur Verringerung der Staub- und Abriebwerte beinhaltet: ein technisches Modul zur Saatgutnachbehandlung mit gleichzeitiger Staubabsaugung, die das Beizmittel nach dem Beizvorgang und vor Absackung des Saatgutes schonend aushärten lässt.

Zudem werden im vorliegenden Projekt verschiedene Faktoren (unterschiedliche gängige Beiztechniken, unterschiedliche Beizmittelrezepturen, unterschiedliche Saatgutqualitäten) modellhaft variiert und auf ihre Auswirkungen hinsichtlich des Staubaufkommens untersucht.

Realisierung

Seit 2012 werden im Rahmen des Projektes Untersuchungen zu einer möglichen Verbesserung der Getreidebeizung zur Verminderung der Staubemission durchgeführt. Dazu wurden exemplarisch in einer Beizanlage mit 2 separat zuschaltbaren Beizgeräten (Chargenbeizer und Contibeizer) unterschiedliche Getreidearten mit verschiedenen Beiztechniken, Beizmitteln und Klebern gebeizt. Zudem kam eine eigens für das Projekt konzipierte neue Technologie, ein Saatgutkonditionierer, zum Einsatz.

Es wurden Saatgutproben an unterschiedlichen Messpunkten des Beizprozesses entnommen, um die Einflüsse der verschiedenen technischen Ausstattungen auf die Haftung des Beizmittels am Saatgut untersuchen und beurteilen zu können.

Mit Hilfe des Heubachverfahrens wurden die Abriebstäube des gebeizten Saatguts mit mindestens 2 Messungen je Saatgutprobe ermittelt. Desweiteren wurden auch Modifikationen wie z. B. unterschiedliche Kornfeuchten vor der Beizung oder die Auswirkung der Lagerung des gebeizten Saatguts bis zu einem Jahr auf den Staubabrieb getestet. Von einer Auswahl an Staubproben wurde nicht nur der Abrieb sondern auch der Wirkstoffgehalt in den Abriebstäuben bestimmt.

Ergebnisse

Zusammenfassend können vorläufig folgende Aussagen getroffen werden:

Bei gleichen Beizrezepturen und Verwendung der gleichen Saatgutcharge wurde keine reproduzierbaren Unterschiede zwischen dem genutzten Conti- und Chargen-Beizer festgestellt und es gab auch nur geringfügige Unterschiede zwischen Probenahmen an verschiedenen Stellen im Beizsystem.

Die Verwendung von verschiedenen Klebern führte bei den meisten Produkten und bei allen Getreidearten zu deutlich verringerten Abriebwerten bei allen getesteten Mitteln. Bei Nutzung von Fertigformulierungen von Mitteln und Kleber konnte ein zusätzlicher Kleber teils noch deutliche Verbesserungen herbeiführen.

Die Nutzung des Konditionierers ergab tendenziell erniedrigte Abriebwerte, die aber nur bei einer Saatgutcharge von Roggen sehr deutlich war. Insgesamt konnte für alle Saatgutproben ein Staubabrieb von unter 1 g/ha max. Saatgutmenge erreicht werden, wobei auf den insgesamt sehr hohen Qualitätsstandard der gesamten Beizanlage mit hohen Qualitätsansprüchen hingewiesen werden muss. Untersuchungen zum Abriebverhalten von in einer Halle ohne Klimatisierung gelagertem Saatgut ergaben teils deutlich erhöhte Abriebwerte nach Lagerung der Proben zwischen 3 und 12 Monaten. Nicht alle Kleber waren gleichermaßen betroffen, was aber noch abgesichert werden müsste.

Bei einer Vielfalt an Beizvarianten wurden auch die Wirkstoffgehalte im Staubabrieb ermittelt.

Die Staubfiltergewichte korrelierten mit den gemessenen Wirkstoffgehalten im Filterstaub bezogen auf die Getreideart. Die berechneten Bestimmtheitsmaße R^2 liegen zwischen 0,70 und 0,99 und verweisen auf einen guten linearen Zusammenhang hin. Eine Bestimmungsgrenze (LOQ) von 0,010 $\mu\text{g a.i./Filter}$ kann für die erarbeitete Analysemethode abgeschätzt werden und ist als ausreichend anzusehen. Die Wirkstoffgehalte im Staub waren abhängig von der angebeizten Wirkstoffmenge je kg Saatgut und variierten je nach Dosis/kg zwischen unter 1 % bis ca. 10 %. Analytische Untersuchungen von Lagerproben sind für 2014 eingeplant.

(Geplante) Verwertung

Das Konzept zur Verwertung der Ergebnisse sieht vor, dass die im Projekt eingesetzte Nachbehandlungstechnologie sowie die Erkenntnisse zu Beiztechnik und Beizmittelanwendung zum Einsatz kommen, um eine Optimierung der Beizung für alle Beizanlagen zu ermöglichen. Das Konditionierungsmodul wird ggf. anschließend in eine Serienproduktion überführt und den Beizstellen als Nachrüst-Satz angeboten werden.

Die experimentellen Erkenntnisse zu Beiztechnik und Beizmittelanwendung sollen den betroffenen Fachkreisen zugänglich gemacht werden, und so den Beizstellen eine individuelle Anpassung und Optimierung ihrer Anlage sowie ggf. die Schulung ihres Personals ermöglichen. Dieser Transfer wird über die GFP koordiniert. Hierzu organisiert die GFP zum Projektende einen Workshop für die interessierte Fachöffentlichkeit (Saatgutbranche), in der die Ergebnisse des Projektes vermittelt und zugänglich gemacht werden. Als Multiplikator wird die GFP kooperieren mit der Firma SeedGuard GmbH. Hierbei handelt es sich um ein Unternehmen, das von den Verbänden der Saatgutwirtschaft (BDP, DRV, DMK, UFOP, BVO, BDS) und der chemischen Industrie (IVA) getragen wird, und dessen Geschäftsgegenstand die Zertifizierung von Beizanlagen ist.

Bereits jetzt werden vorläufige Ergebnisse mittels Vorträgen in die Fachöffentlichkeit transferiert.

„Optimierung des Bewegungsverhaltens von Spritzgestängen“ (Bewegung Spritzgestänge)

„Optimisation of spray boom dynamics“

Projektlaufzeit

01.02.2012 bis 31.01.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr.-Ing. Andreas Herbst

Julius-Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Braunschweig

Verbundpartner

Dipl.-Ing. Stefan Austermann

Amazonen Werke H.Dreyer GmbH & Co.KG, Hasbergen-Gaste

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Projektes ist die Optimierung technischer Verfahren für den Pflanzenschutz und letztendlich die Einsparung von Pflanzenschutzmitteln (PSM).

Dieses Ziel soll erreicht werden durch die Entwicklung verbesserter Spritzgestänge für Feldspritzgeräte und die Optimierung der Anlenkung an den Geräterahmen, um Gestängebewegungen zu reduzieren und damit eine gleichmäßigere Verteilung der ausgebrachten Pflanzenschutzmittel zu erreichen.

Zur Beurteilung der Gestängebewegungen sollen spezielle Testverfahren entwickelt werden.

Realisierung

Im Rahmen des Projektes werden Gestängeaufhängungen konstruiert und als Prototypen aufgebaut, bei denen durch Optimierung des Bewegungsverhaltens eine Reduzierung der Gestängebewegungen erreicht werden soll. Dazu gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Zum einen lässt sich die Ursache für die Bewegung des Gestänges eliminieren, indem das Gestänge mit dem Grundgerät möglichst schwingungsentkoppelt verbunden wird. Zum anderen lassen sich die Auswirkungen der Schwingungsanregungen reduzieren, indem die Eigenfrequenzen des Gestänges durch technische Maßnahmen so

weit verschoben werden, dass sie nicht mehr angeregt werden. Im Vordergrund soll dabei die Vermeidung der Schwingungsanregung des Gestänges in Längsrichtung in Folge von Fahrgeschwindigkeitsänderungen und Unebenheiten im Bodenprofil stehen. Die entstehende Horizontalschwingung des Gestänges ist die Hauptursache für eine ungenaue Verteilung der ausgebrachten Pflanzenschutzmittel (PSM). Zur Schwingungsentkopplung ist es notwendig, eine in horizontaler Ebene bewegliche Aufhängung zu entwickeln, die die Übertragung der Längsbewegung auf das Gestänge verhindert.

Gleichzeitig sollen geeignete Methoden zur Beurteilung der Gestängebewegungen und der sich daraus ergebenden PSM-Verteilung unter praktischen Bedingungen entwickelt werden. Damit soll es möglich sein, die Auswirkungen unterschiedlicher konstruktiver Lösungen auf die Arbeitsqualität von Feldspritzgeräten auf einfache Weise reproduzierbar zu erfassen. Grundlage dieser Methode ist ein neuer Prüfstand. Dieser Prüfstand dient dazu, bei Feldspritzgeräten definierte Bewegungen anzuregen und deren Übertragung auf das Gestänge zu messen.

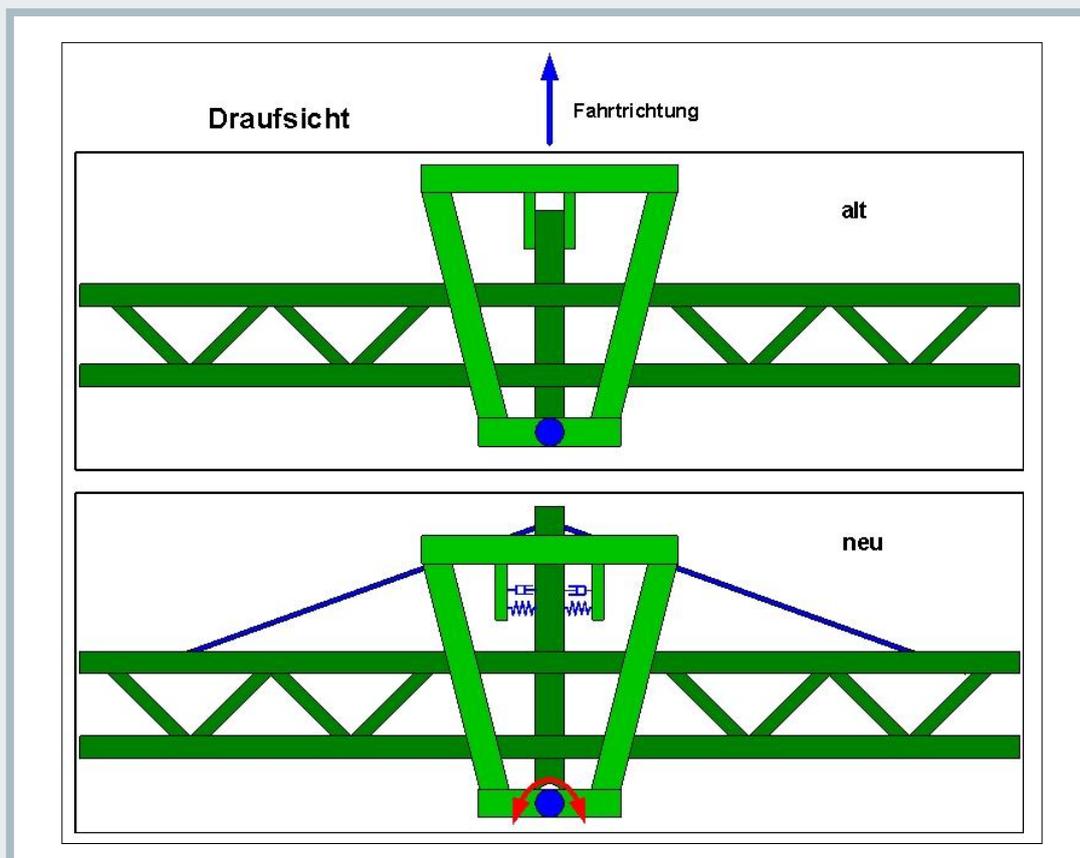


Abb. 1: Gestänge (hell) und -aufhängung (dunkel) in der Ansicht von oben. Schwingungsentkopplung um die Hochachse.

Dazu sind:

- vertikale und horizontale Prüfsignale zu generieren, die bei den Tests in das Gerät einzuleiten sind,
- Parameter zu definieren, die das dynamische Übertragungsverhalten des Gerätes beschreiben,
- vergleichende Feldversuche an verschiedenen Geräten vorzunehmen, um die unterpraktischen Bedingungen auftretenden Gestängebewegungen zu ermitteln,
- Zusammenhänge zwischen den gefundenen Parametern und den Ergebnissen der Feldversuche zu quantifizieren.

Mit Hilfe dieser Methoden sollen die Prototypen der neu entwickelten Gestängeaufhängungen bewertet und Vorzugslösungen mit dem Stand der Technik verglichen werden.

Ergebnisse

Zur Optimierung der Gestängeaufhängung sind Feder-Dämpfer-Systeme denkbar (Abb. 1), die durch die spezielle Auswahl ihrer Wirkkennlinien an die Einsatzbedingungen angepasst werden. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz von aktiven Dämpfern, die nur dann auf die Gestängebewegung Einfluss nehmen, wenn das Gestänge in Schwingung gerät, sodass eine bessere Schwingungsentkopplung und gleichzeitig die gezielte Dämpfung möglich sind.

An den gezogenen Feldspritzen reduzieren Federbleche im Schwenkarmoberteil vom Schwingungsausgleich die Gestängebewegungen in Fahrtrichtung. Diese werden mit dem Flansch des Schwenkarmoberteils verschraubt. Bei der optimierten Aufhängung wird das Federblech durch ein sogenanntes Pendelblech ersetzt. Durch eine kugelgelagerte Verbindung der Bleche mit dem Flansch des Schwenkarmoberteils wird eine dämpfende Wirkung erzeugt. Versuchsergebnisse bestätigen geringere Gestängebewegungen in Fahrtrichtung, welche besonders an den Endauslegern sichtbar werden. Die Schwingungsamplituden konnten somit herabgesetzt werden.

Zur Bewertung der optimierten Gestängeaufhängungen wurde eine Prüfmethode entwickelt, die auf einem stationären Schwingungsprüfstand basiert (Abb. 2). Mit diesem Schwingungsprüfstand können definierte Vertikal- und Horizontalbewegungen erzeugt und über ein Rad des Fahrwerkes auf das Spritzgerät übertragen werden.

Es werden Sinusbewegungen mit Frequenzen im Bereich von (0,1 bis 5) Hz mit definierter Amplituden erzeugt und die Gestängebewegungen gemessen. Aus den sich über den Frequenzbereich ergebenden Verstärkungsfaktor wird ein Gestänge-Index ermittelt. Dieser ist ein Maß für die sich daraus unter Einsatzbedingungen ergebende Gleichmäßigkeit der Spritzflüssigkeit und wird für die Bewertung der Gestängebewegungen herangezogen.

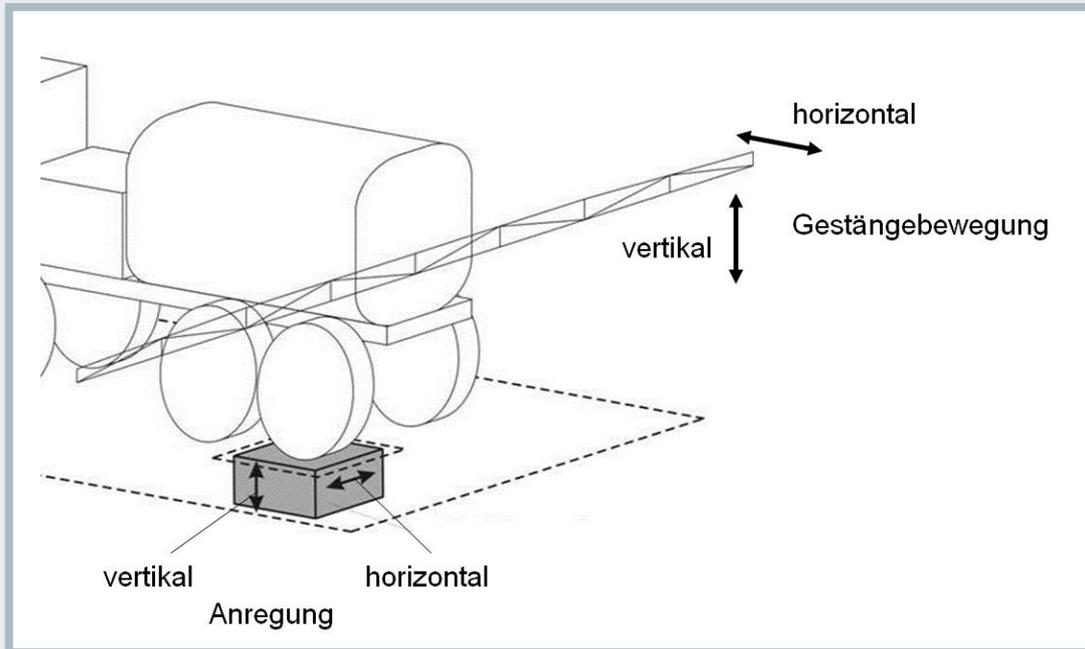


Abb. 2: Selbstfahrendes Spritzgerät auf dem Schwingungsprüfstand.

(Geplante) Verwertung

Durch die Optimierung des Bewegungsverhaltens von Spritzgestängen wird eine gleichmäßigere Belagsverteilung der Pflanzenschutzmittel auf der Zielfläche erreicht. Es werden dadurch PSM-Einsparung von bis zu 10 % gegenüber dem Stand der Technik erreicht. Mit den jährlich vom Projektpartner hergestellten Pflanzenschutzgeräten lassen sich ca. 3,5 Millionen ha landwirtschaftlicher Fläche bewirtschaften, auf die sich diese Effekte auswirken. Mittelfristig ergibt sich aus diesem Vorteil für den Anwender ein Ausbau der Marktposition des Projektpartners.

Die neue Prüfmethode zur Beurteilung der Gestängebewegungen soll im Rahmen der Pflanzenschutzgeräteprüfung angewendet werden. Dies schließt die europäische Prüfung im Rahmen des ENTAM ein. Mittelfristig soll diese Methode Eingang finden in ein ISO-Projekt zur internationalen Normung.

„Entwicklung und Praxistest einer Prüfeinrichtung zur Bewertung von automatischen Gestängesteuerungen an Spritz- und Sprühgeräten für Flächenkulturen“ (Prüfeinrichtung Gestängesteuerung)

„Development of a test stand for automatic spray height control systems on field sprayers“

Projektlaufzeit

01.07.2012 bis 30.06.2014

Projektkoordinator, Institution

Dr.-Ing. Andreas Herbst

Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Julius-Kühn-Institut (JKI)

Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Braunschweig

Verbundpartner

Dipl.-Ing. Hartje Stendel

Ingenieurbüro CheckTec, Braunschweig

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Projektes ist es einen Prüfstand zu entwickeln, mit dem die Prüfung und eine anschließende Bewertung von automatischen Gestängesteuerungen an Spritzgeräten für Flächenkulturen ermöglicht werden. Bei den zurzeit auf dem Markt angebotenen hochwertig ausgestatteten Pflanzenschutzgeräten hat die Elektronik seit einiger Zeit verstärkt Einzug gehalten.

Großgeräte mit Arbeitsbreiten von mehr als 27 m lassen sich oft nur mit Hilfe computergestützter Hilfswerkzeuge sachgerecht bedienen. Der Gestängesteuerung, insbesondere der bodenparallelen Führung des Spritzgestänges, kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu, da nur bei Einhaltung eines vorgegebenen Abstandes zum Zielobjekt - dieser ergibt sich aus der verwendeten Applikationstechnik - eine zielgerichtete Applikation mit geringsten Verlusten, z. B. durch Abdrift, gewährleistet wird.

Der zu entwickelnde Prüfstand soll sich durch die folgenden Eigenschaften auszeichnen:

- Simulation eines Bodenprofils bzw. der bewegten Zielfläche mit simultan veränderbarem Abstand zwischen Gerätesensoren (am Spritzgestänge) und Zielfläche.

- Die zurzeit verfügbaren Spritzgeräte mit max. Arbeitsbreiten bis 48 m müssen prüfbar sein.
- Die abgebildeten/simulierten Boden- bzw. Geländeunebenheiten müssen sich durch den Anwender vorgeben lassen.
- Die Abbildung von realen, verschiedenartigen Geländeverhältnissen muss möglich sein; aber auch einfache vom Nutzer vorgegebene Bewegungen der Zielfläche (z. B. Sinusschwingungen) müssen realisierbar sein.
- Die Reaktionen des Spritzgerätes/Gestänges müssen ohne Zeitversatz aufgezeichnet werden können und für eine spätere Auswertung über eine zu erstellende Software verfügbar sein.
- Der Prüfstand soll leicht transportabel und möglichst gegen Witterungseinflüsse unempfindlich sein, da aufgrund der Abmessungen (bis zu 50 m Breite) in der Regel im Freien geprüft wird.

Realisierung

Zunächst wurde im Rahmen einer Systemstudie das Verhalten der verschiedenen Abstandsensoren zunächst im Labor und anschließend in unterschiedlichen Pflanzenkulturen ermittelt. Um die Daten auszuwerten wurden spezielle Programme entwickelt, mit denen die Messdaten dargestellt und verglichen werden konnten.

Im zweiten Schritt wurde untersucht, bei welchen Oberflächen oder Strukturen die Abstandsensoren Messdaten lieferten, die den Referenzdaten aus dem Freiland am nächsten kamen. Anschließend wurde untersucht, welches Antriebssystem in der Lage ist, die künstliche Oberfläche so zu bewegen, dass damit alle Boden- und Bewuchsprofile nachgebildet werden können.

Es wurde ein Prototyp realisiert, der die künstliche Oberfläche vertikal mit einer Amplitude von +/- 500 mm bewegen kann. Hochleistungs-Servoantriebe sorgen für eine millimetergenaue Positionierung. Die Ansteuerung des Systems erfolgt mit einem 7“ Mini-Computer. Die Bewegungsprofile können über einen USB-Stick direkt in das System geladen werden und in Echtzeit simuliert werden. Die Datenübertragung auf bis zu vier Prüfeinrichtungen die simultan angesteuert werden können erfolgt über das CAN Datenprotokoll. Software, Steuerung und Prototyp wurden von CheckTec entwickelt. Untersuchungen an realen Spritzgestängen zeigten, dass mit dem System die Gestängesteuerungen in vollem Umfang geprüft und bewertet werden können.

Ergebnisse

Das entwickelte System ist in der Lage automatische Gestängesteuerungen an Spritz- und Sprüheräten für Flächenkulturen in vollem Umfang zu prüfen, zu bewerten und zu vergleichen. Durch die extrem leichte Bauweise aus Aluminiumprofile ist die Prüfeinrichtung leicht zu transportieren und wetterfest. Ein Betrieb ist sowohl in der Halle wie auch im Freien möglich.

Eine Patentierung des Prüfverfahrens wurde beantragt.

(Geplante) Verwertung

Die Prüfeinrichtung wird den Herstellern von Spritz- und Sprühgeräte sowie den Herstellern der Gestängesteuerungen vorgestellt. Diese können damit die Ihre Komponenten optimal aufeinander abstimmen. Die praxisnahe Simulation ermöglicht auch eine Präsentation der optimierten Gestängeführung ohne dazu mit dem Gerät in den Bestand fahren zu müssen.

„Entwicklung eines unbemannten Hubschraubers als umweltschonendes und abdriftminderndes Rebschutz-Applikationsgerät für den Steillagenweinbau“ (UAV)

„Development of an unmanned helicopter as an environmentally friendly and drift-reducing spraying device for grape-vine in steep-slope viticulture“

Projektlaufzeit

01.08.2012 bis 01.08.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. Wilfried Zipse
DLR Mosel, 54470 Bernkastel-Kues

Verbundpartner

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR-Mosel), Bernkastel-Kues

Institut für Robotik und Mechatronic
DLR Oberpfaffenhofen, Oberpfaffenhofen - Weßling

CAD + Modelltechnik Jung, Hünstetten - Limbach

LASERPLUS AG, Kirchweiler

Kurzfassung

Ziel

Im Verbundprojekt wird ein kleiner unbemannter Helikopter (UAV) inklusive Bedienung und fahrbarer Landeplattform als Pflanzenschutz Applikationsgerät entwickelt, wobei folgende Punkte als Ziele für das Projekt definiert sind:

- Verbesserung der Applikationsqualität von Pflanzenschutzmittel im Vergleich zum bemannten Helikopter
- Verringerung der Umweltbelastung (Lärm, Abdrift, CO₂ Emission) im Vergleich zu vorhandenen Systemen
- Risikoreduzierung für Umwelt und Anwender
- Betriebswirtschaftlich tragfähiges Konzept
- Einfache und sichere Bedienbarkeit für den Anwender

- Anpassung des unbemannten Applikationssystems an luftfahrtrechtliche und pflanzenschutzrechtliche Bestimmungen. Anregung der politischen Willensbildung zur Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen an die Bedürfnisse im Steillagenweinbau (Aufstiegsurlaubnis)

Realisierung

Folgende Schritte wurden unternommen um diese Ziele zu erreichen:

1. Drei Helikopter vom Typ Flettner mit Verbrennungsmotor, und ein Helikopter vom Typ Henseleit TDR 800 mit Elektromotor wurden gebaut, um Tests hinsichtlich der Fragestellungen in der Zieldefinition durchführen zu können.
2. Die entsprechenden Sprühanlagen, Autopiloten und sonstiges Zubehör wurden hergestellt, implementiert und befinden sich teilweise noch in der Testphase.
3. Ein Prüfstand inklusive elektronischer Datenerfassung zum Testen der mechanischen Komponenten des Helikopters vom Typ Flettner wurde gebaut. Verbesserungen an der mechanischen Konstruktion auf Grund der Prüfstandergebnisse wurden durchgeführt.
4. Ein optisches 3-D-Kartenerstellungssystem wurde entwickelt. (Daten dienen der späteren Flugdurchführung des Helikopters.)
5. Untersuchungen zur späteren Einsatzfähigkeit von GPS-, Radar-, Ultraschall- und Lasersensoren wurden durchgeführt. Diese Sensoren werden später der bodenreferenzierten Flugdurchführung dienen (reproduzierbare Höhe über Grund, Fluggeschwindigkeit und Flugbahn).
6. Die Datenfunkstrecke in Echtzeit zwischen Bodenstation und Helikopter wurde entwickelt.
7. Flüge zur Bestimmung der Applikationsbreite, Bestimmung der biologischen Wirksamkeit, Bestimmung der Belagqualität und der Abdrift wurden mit dem UAV Henseleit TDR 800 im teilautonomen Flugmodus durchgeführt.
8. Das Landwirtschaftsministerium von Rheinland-Pfalz hat einen Vorstoß unternommen, die luftrechtlichen Bestimmungen auf Bundesebene so zu gestalten, dass der Einsatz von unbemannten Luftfahrzeugen mit einem Abfluggewicht von über 25 kg in den Steillagen der Deutschen Weinbaugebiete möglich ist.

Ergebnisse

Flugplattform:

Der Helikopter Flettner hat erste autonome Flüge absolviert. Das Gerät fliegt sehr eigenstabil und steuerungsgenau. Lärmmessungen ergaben einen Lärmpegel von 74 dB in 25 Metern Entfernung.

Bei einer Nutzlast von ca. 25 kg kann der Helikopter innerhalb seinen Betriebsgrenzen betrieben werden.

Testläufe auf dem Prüfstand zeigten, dass der Helikopter im fest montierten Zustand zu Bodenresonanzen neigt. Daher ist bei diesen Situationen mit Vorsicht zu operieren. Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, müssen bestimmte mechanische und elektronische Komponenten noch überarbeitet werden (z. B. Rotorblätter, Kupplung, Motor Kühlung, Elektronikbox).

Die Sprühanlage wurde gewichtsoptimiert und mit einer elektrischen Membranpumpe ausgestattet. Das Fassungsvermögen an Spritzmittel beträgt max. 28 Liter.

Der Flettner - Helikopter des DLR Oberpfaffenhofen wurde auf eine Turbine als Antriebseinheit umgebaut. Dies erhöht die Zuverlässigkeit und die Nutzlast auf ca. 50 kg.

Applikationstechnik:

Der Helikopter Henseleit TDR 800 dient als Erprobungsträger und „Proof of Concept“-Plattform.

Die Sprühbalkenbreite und die Düsenbestückung (abdriftmindernde Düsen vom Typ Airmix 80-05 OC) dieses Helikopters wurden so modifiziert, dass sich eine Applikationsbreite von 1,8 – 2,0 Meter ergeben. Ein mittiges Überfliegen jeder Rebzeile bei einer Applikationsgeschwindigkeit von 4 Metern/Sekunde und einer Ausbringmenge von 150 Litern/Hektar hat das beste Applikationsergebnis erzielt. Die Flughöhe des UAV sollte beim Sprühen ca. einen Meter über den Rebzeilen betragen.

Windgeschwindigkeit und Windrichtung haben einen erheblichen Einfluss auf die Applikationsqualität. Daher sollte bei Windgeschwindigkeiten von mehr als 3 Metern/Sekunde keine Applikation stattfinden. Die Ergebnisse dieser Flüge werden auf den Flettner UAV übertragen, und fließen dort in die Weiterentwicklung mit ein.

(Geplante) Verwertung

Die technologische Entwicklung des UAV Helikopters kommt vorwiegend der wirtschaftlichen Entwicklung des Steillagenweinbaus und damit dessen Erhalt zu Gute. Wobei diese Hubschrauber auch in anderen Bereichen wie zum Beispiel der Schädlingsbekämpfung im Forst oder in urbanen Bereichen (z. B. der Bekämpfung der Eichenprozessionsspinner) eingesetzt werden können.

Über diese Anwendungsbereiche hinaus sind jegliche Anwendungen, bei denen eine schwebende Plattform eine Last von bis zu 50 kg tragen muss, denkbar (z. B. Messflüge für Landvermessung, Precision Farming und ähnliches). Die Projektpartner LASERPLUS und CAD-Modelltechnik Jung beabsichtigen den späteren Vertrieb und die Herstellung der Plattform sowie des Autopiloten und der zugehörigen Komponenten zu übernehmen.

Sektion 11: Bewässerung

„Intelligente Funkbasierte Bewässerung“ (IFuB)

„Intelligent Radio Based Irrigation“

Projektlaufzeit

01.02.2012 bis 31.09.2014

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr.-Ing. Henning J. Meyer

Technische Universität Berlin, FG Konstruktion von Maschinensystemen, Berlin

Verbundpartner

Technische Universität Dresden, Agrarsystemtechnik, Dresden

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Potsdam-Bornim

Logic Way GmbH, Schwerin

MMM Mosler Tech Support, Berlin

Virtenio GmbH, Berlin

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines intelligenten und flexiblen Bewässerungssystems mit Automatisierungskomponenten, bei dem moderne Datenverarbeitungs- und -erfassungssysteme drahtlos vernetzt werden, um die Effizienz der Bewässerung auf Agrarflächen und in Plantagen zu steigern und die Ressource Wasser zu schonen.

Dabei wird eine hohe Flexibilität der Komponenten und Systeme angestrebt, um der sehr großen Bandbreite landwirtschaftlicher und gartenbautechnischer Nutzungen gerecht

werden zu können. Der neue Ansatz des Systems besteht darin, den einzelnen verteilten und vernetzten Systemen eine eigenständige Intelligenz einzuprogrammieren, die das System befähigt, selbstständig die gemessenen Daten zu analysieren, zu interpretieren und darauf basierend entsprechende Aktionen dezentral auszulösen.

Realisierung

Für die Umsetzung wurde ein integraler Ansatz gewählt. Dieser beinhaltet die breite Erfassung von Pflanzen-, Boden- und Umweltdaten, eine bidirektionale Kommunikation zwischen allen Einheiten, eine intelligente Verarbeitung der Daten und die Möglichkeit eines aktiven Eingriffs in die Bewässerung. Damit das System schnell und flexibel an die jeweilige Aufgabe angepasst werden kann, gibt es nur drei verschiedene Grundtypen von Einheiten. Dies sind die Sensor-, Aktor- und die Gateway-Einheiten. Durch die Möglichkeit der Parametrisierung jeder einzelnen Einheit innerhalb ihrer Grundfunktion kann das Gesamtsystem individuell an die Aufgabe angepasst werden. Jedes Einheitennetzwerk steht über das Gateway mit einem zentralen Datenserver in Verbindung. Dieser sammelt und verwaltet alle Informationen zu jedem Netzwerk und generiert daraus lokale Bewässerungsempfehlungen.

Weitere besondere Merkmale sind eine einfache Integration von Standardsensoren mittels einer eigens entwickelten Typerkennung und ein äußerst robustes Gehäuse, das die Anforderungen von der IP 67 nach der DIN EN 60529 erfüllt.

Das entwickelte Kommunikationsmodell stellt den Zyklus des Datentransfers beginnend beim Auslesen eines Sensors, dem Übertragen der Daten zum Gateway und weiter zum Datenserver und der Ansteuerung des Ventils auf dem Feld in Abhängigkeit der Bewässerungsprognose dar. In dem Kommunikationsmodell sind alle Interaktionen des Users mit dem System und die komplette interne Box-to-Box (B2B) Kommunikation abgebildet.

Nachdem die Pflanzen-, Boden- und lokalen Wetterdaten der Felder zum Gateway übertragen worden sind, werden sie an den Server weitergeleitet. Daher bildet das Gateway die Kommunikationsschnittstelle zwischen dem Server und dem Sensornetzwerk. Für die Kommunikation zwischen dem Server und dem Gateway sind eine Ethernet-Schnittstelle und ein GSM-Modem installiert. Sollte es zum Ausfall einer Kommunikationsschnittstelle kommen, ersetzt die jeweils andere den Kommunikationsdienst. Im Worst-Case-Fall, beim Ausfall beider Kommunikationsschnittstellen, kann dann das dezentrale Sensor-Aktor-Netzwerk auch weiterhin autonom auf dem Feld reagieren. Eine redundante Basisversion des Berechnungsalgorithmus ist auf dem Gateway installiert. Somit können bezogen auf die lokalen Sensorwerte noch lokal optimierte Entscheidungen für die Bewässerung berechnet werden. Das ermöglicht ein hohes Maß an Sicherheit im Falle einer kritischen Situation.

Der Datenserver ist das zentrale Rechenzentrum für alle über die jeweiligen Gateways angebotenen dezentralen Sensor-Aktor-Netzwerke. Weiterhin bezieht das System noch zusätzliche Informationen aus den regionalen Wetterdaten. Folglich laufen alle

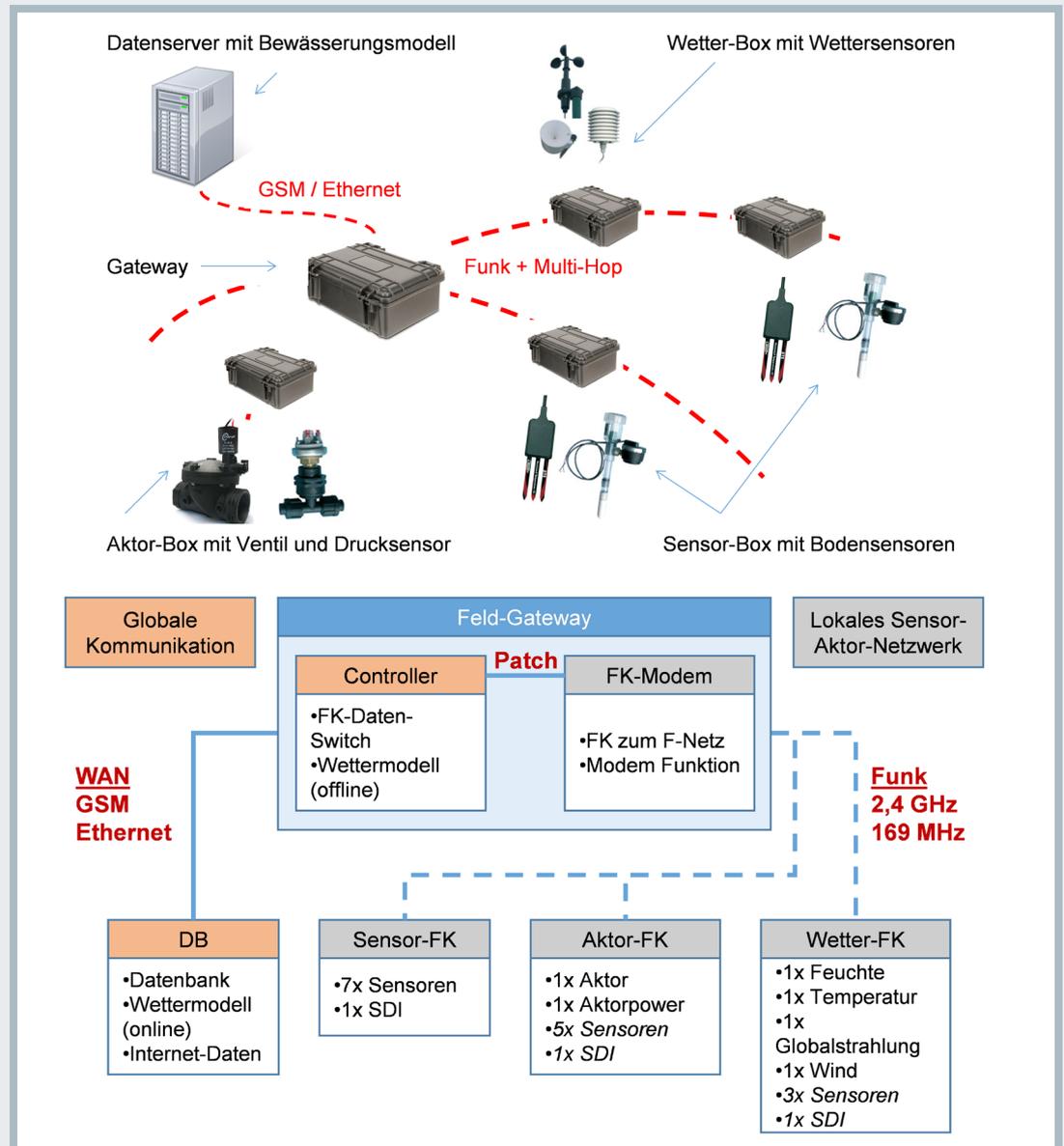


Abb. 1: Systemaufbau und Daten-Transfer-Modell

Informationen an dieser zentralen Stelle zusammen. Mit Hilfe des Berechnungsalgorithmus ist das System in der Lage, die verfügbaren Informationen miteinander zu verknüpfen, um eine Bewässerungsempfehlung daraus zu berechnen. Die Konfiguration des Systems kann von beliebiger Stelle über ein WEB-Interface durchgeführt werden.

Der Berechnungsalgorithmus basiert auf einer Fuzzylogik Modellierung und ist auf dem Datenserver installiert. Mit Hilfe der Fuzzylogik können die verschiedenen

Eingangsquellen zu entsprechenden Datenmengen zusammengefasst und interpretiert werden. Neben den sensorischen und webbasierten Werten werden auch pflanzen-, boden- und bewässerungsspezifische Parameter durch den Benutzer hinterlegt. Es wurde eine Vielzahl von unterschiedlichsten Eingangsparametern bewertet und festgelegt, die logischen Relationen erstellt und ein mehrstufiges Entscheidungskonzept hinterlegt. Das entwickelte Modell führt somit in seiner Gesamtheit zur Entscheidung, eine entsprechende Wassermenge zu geben. Die Bewässerungsempfehlung von IFuB stützt sich sowohl auf sensorgemessene Bodenfeuchtwerte als auch auf Modellberechnungen der Bodenfeuchte. Demzufolge ist das System in der Lage, eine auf breiter Basis stützende, gesicherte Bewässerungsempfehlung zu geben und auf entsprechenden Wassermangel zu reagieren.

Während des gesamten Projektes wurden Praxistests mit den einzelnen Komponenten des Systems in verschiedenen Kulturen durchgeführt. Für die Saison 2014 steht jetzt die dritte, verbesserte Generation des Systems für Tests zur Verfügung.

Verwertung

Neben der Verwertung im wissenschaftlichen Bereich, ermöglicht das System eine ressourceneffiziente Bewässerung. Die kommerzielle Verwertung der IFuB-Box ist aber Bestand der Forschungsarbeit und wurde in den einzelnen Entwicklungsstufen der Box immer weiter vertieft. Ziel ist es, nach Projektende die Systemkomponenten vermarktungsreif weiterzuentwickeln. Die Kosteneinsparpotenziale durch den effizienteren Einsatz der Ressourcen Wasser und Energie lassen gute Vermarktungsmöglichkeiten erwarten.

Fazit

Die bisherigen Ergebnisse aller durchgeführten Tests bestätigen eine erfolgreiche Realisierung eines bedarfsgerechten Bewässerungssystems im landwirtschaftlichen Nutzpflanzenanbau. Die Idee, dass durch die Erhöhung des einfließenden Informationsgehaltes in ein regelndes System, die Fehlerquote für falsche oder zu grobe Stellwerte sinkt, ist hier bestätigt worden. Die Bewässerungsempfehlung für die einzelnen Teilflächen fand sehr dosiert und auf äußere Einflüsse reagierend statt. Somit ist eine bedarfsgerechte Regelung der Bewässerung entwickelt worden. Das System reagierte sehr schnell auf Veränderungen und konnte durch kleine Wassermengenanpassungen den Gesamtwasserhaushalt im Boden gut regulieren. Wie in den Zielen definiert, ist der verfolgte Ansatz weniger die qualitative Optimierung einzelner spezifischer Parameter, sondern vielmehr die quantitative Integration von verschiedensten Quellen und deren Parameterformate zu einem neuen ganzheitlichen System.

„GPS- und servergestütztes Beratungssystem zur Bewässerungssteuerung nach Klimatischer Wasserbilanz von Gemüse“ (GS-Mobil)

„GPS- and server-based irrigation management for vegetable crops using climatic water balance“

Projektlaufzeit

01.10.2012 bis 30.09.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Jana Zinkernagel

Hochschule Geisenheim University, Institut für Gemüsebau, Geisenheim

Verbundpartner

Uwe Helm

Helm-Software, Ladenburg

Rainer Krüger

Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie, Offenbach

Kurzfassung

Ziel

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Beratungssystems zur Bewässerungssteuerung von Gemüsekulturen, das dem Nutzer über eine Mobil-App täglich Bewässerungsempfehlungen schlagspezifisch zur Verfügung stellt.

Als Grundlage dieses Systems soll die Geisenheimer Steuerung dienen. Diese berechnet den Wasserbedarf von Gemüsekulturen mit Hilfe einer Klimatischen Wasserbilanz (KWB). Dabei werden die tägliche Evapotranspiration (ET) der Kultur mit dem Niederschlag und der Bewässerung bilanziert. Die ET wird aus einer klimatischen Größe, der Referenzverdunstung, sowie eines auf das Pflanzenwachstum angepassten Korrekturfaktors (kc) errechnet. Die Anpassung des kc-Faktors erfolgt bisher auf Grundlage von Beobachtungswerten des Pflanzenentwicklungsstatus, die vom Nutzer manuell erfasst werden müssen. Ziel des Projektes ist es nun, das Pflanzenwachstum auf Grundlage von Klimadaten zu prognostizieren, um den kc-Faktor dynamisch dem Pflanzenentwicklungsstatus anzupassen. Dazu sollen mathematische Modelle des Pflanzenwachstums entwickelt werden. Diese ersetzen dann die manuelle Erfassung und Eingabe der Beobachtungswerte.

Eingebettet in ein modernes Server-Endgerätesystem bedeutet dies eine erhebliche Zeitersparnis sowie Sicherheit in der Planung und Durchführung der Bewässerung von Gemüsekulturen. Die Akzeptanz der Nutzer gegenüber der alten Geisenheimer Steuerung soll somit erhöht werden. Darüber hinaus wird dieses System durch eine präzise und zeitnahe Bestimmung des Bewässerungsbedarfs einen entscheidenden Beitrag zur Lösung der logistischen und ökologischen Herausforderungen des Gemüseanbaus leisten können.

Die dazu nötigen Server-Infrastrukturen und Kommunikationsstellen sind ein weiteres Entwicklungsziel dieses Projekts.

Realisierung

Für die Umsetzung der Bewässerungs-App werden vom DWD schlagspezifische KWBs mit rastergestützten Klimadaten berechnet. Dazu werden neue GIS-basierte Datenbanken mit bestehenden Klimamodellen verknüpft, um über die benötigten Daten effektiv zu verfügen. Die Berechnungsempfehlungen werden an dem von Helm-Software zu entwickelnden Kommunikationsserver ausgegeben. Dieser vernetzt mobile GPS- und webunterstützte Endgeräte, überträgt Bewässerungsempfehlungen auf Mobilgeräte in Form eines Ampelsystems und dokumentiert die Berechnung.

Die mathematische Modellbildung erfolgt an der Hochschule Geisenheim exemplarisch für die Kulturen Salat (*Lactuca sativa*, var. *crispa*), Spinat (*Spinacia oleracea*) und Zwiebel (*Allium cepa*). Dazu wird über die Kultur der Pflanzen eine Auswahl an Pflanzen-Messgrößen, sowie die wachstumsrelevanten Klimagrößen erhoben. Es werden Frischmasse, Trockenmasse, Blattfläche und Bedeckungsgrad der Pflanzen gemessen. Aus diesen Größen soll eine für den Wasserbedarf repräsentative Modellkurve für die kc-Faktoren unter Einfluss der Klimagrößen parametrisiert werden. Als Versuchsfläche stehen je Kultur 900 m² zur Verfügung. Die Beprobung erfolgt in Einzelpflanzen, die in randomisierten Ziehungen aus dem Feld geerntet werden. Dabei werden über die Kulturdauer jeweils 40 Pflanzen in einem Abstand von einer Woche entnommen.

Ergebnisse

Das Projekt ist noch nicht abgeschlossen. Daher sind alle Ergebnisse als vorläufig anzusehen.

Die Entwicklung der Serverschnittstellen, Datenbanken und der mobilen Anwendung ist im Prozess. Es ist zu erwarten, dass Funktionstests im Winter 2014 durchgeführt werden können.

Erste Datenanalysen zeigen die Tendenz, dass eine Modellierung des Pflanzenwachstums unter Freilandbedingungen über Klimaparameter möglich ist. Dazu bietet sich zum Beispiel ein auf Temperatursummen basierender Modellansatz an. In Abbildung 1 ist exemplarisch der Verlauf der Frischmasse-Entwicklung von Einzelköpfen der Salatkultur in Abhängigkeit von der Temperatursumme in Gradtagen [°Cd] dargestellt. Die gewählte Basistemperatur beträgt 6 °C. Die gemessene Frischmasse stammt von jeweils

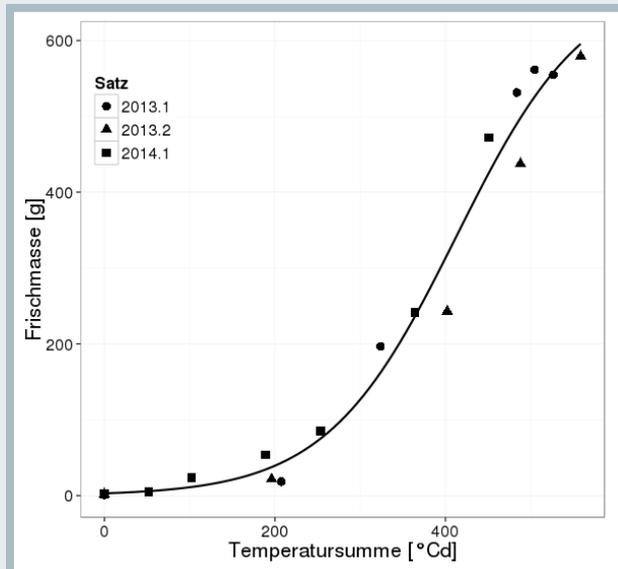


Abb. 1: Salatkopf Frischmasse [g] in Abhängigkeit der über die Kulturdauer summierten Temperatur [°Cd] (Basistemperatur 6 °C). Daten von drei Anbausätzen aus den Jahren 2013 und 2014. Punkte = Mittelwert (n = 40), RSD = 34 g, RRSD = 6,6 %

drei Kultursätzen der Jahre 2013 und 2014. Das gewählte mathematische Modell zeigt eine gute Übereinstimmung mit den Daten. Der Residuen-Standardfehler (RSD), der die durchschnittliche Abweichung des Modells von den Messwerten beschreibt, beträgt 34 g. Die relative Abweichung der Residuen ist 6,6 % (RRSD). Diese Werte sprechen für eine gute Abbildbarkeit des Pflanzenwachstums von Salat über ein Temperatursummenmodell. Die Abweichung des Modells von den Messwerten ist in Relation zu den unter Freilandbedingungen vorkommenden Streuungen im Feld als unbedeutend zu bewerten. Für eine objektive Modellbewertung sind aber weitere Kulturdatensätze notwendig. Die dazu nötigen Versuche sind geplant. Um diese Daten für die Anpassung des kc-Werts zu verwenden, müssen sie abschließend in Relation zu dem Wasserbedarf der Kultur gesetzt werden.

(Geplante) Verwertung

Neben dem Hauptziel der Entwicklung einer Entscheidungshilfe für die Bewässerungssteuerung von Gemüsekulturen werden für die beteiligten Institutionen eine Vielzahl an Methoden und Technologien entwickelt.

Helm-Software schafft Schnittstellen und Technologien, die neben einer zukünftigen Bewässerungs-App gemüsebaulicher und landwirtschaftlicher Kulturen auch in weiteren Produkten der Softwarefirma ihre Anwendung finden wird.

Für den DWD wird die neue Datenbankstruktur auch für andere Projekte zur Verfügung stehen. Vorteil der neuen Datenbankstruktur ist deren Verarbeitungsgeschwindigkeit. Für die Hochschule Geisenheim stellt dieses innovative Verfahren zur Bewässerungssteuerung eine Stärkung der institutionellen Brückenfunktion zwischen grundlagenorientierter Forschung und Praxis dar. Das Alleinstellungsmerkmal der Hochschule Geisenheim „Forschung und Wissenstransfer von Wassermanagement für Sonderkulturen“ wird dadurch nachhaltig gestärkt. Die Hochschule Geisenheim wird die gewonnene Kompetenz in der Modellierung als auch die Erkenntnisse über die Modellierbarkeit der zeitlichen Veränderung des Wasserbedarfs mithilfe von Temperatursummen-Modellen auf weitere Fragestellungen der Prognostizierung gemüsebaulicher Kulturmaßnahmen übertragen können.

„Ressourcenmanagement – Umsetzung moderner Strategien der Bewässerung zur Qualitätssicherung in weinbaulichen Großprojekten“ (Bewässerung)

„Resource Management – Implementation of Modern Irrigation Scheduling Strategies for Quality Assurance in Viticulture“

Projektlaufzeit

15.11.2009 bis 31.12.2013

Projektkoordinator, Institution

Dr. Bernd R. Gruber

Hochschule Geisenheim, Institut für Allgemeinen und Ökologischen Weinbau, Geisenheim

Verbundpartner

Dr. Arnold Schwab

Bayerische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau, Abteilung Weinbau und Oenologie, Veitshöchheim

Dr. Corvers

Teilnehmergemeinschaft des Flurbereinigungsverfahrens Rüdesheim III

Benno Then

Winzerkeller Sommerach eG, Sommerach

Otmar Zang

Bewässerungsverband Sommerach, Sommerach

Kurzfassung

Ziel

Auf Standorten mit geringer Wasserspeicherkapazität kann auch im traditionell nicht bewässerten deutschen Weinbau die gezielte Bewässerung ein wichtiges Instrument des Qualitätsmanagements darstellen. Voraussetzung ist ein Steuerungskonzept auf Basis einer hinreichend präzisen Einschätzung des aktuellen Wasserstatus. Für direkt betreute Weinberge wurden bereits entsprechende Konzepte erarbeitet. Um die verantwortungsvolle Wassernutzung in der Praxis zu verankern, gilt es jedoch auch für klein parzellerte Produktionsbedingungen Organisationsformen zu finden, die es ermöglichen, ohne eine separate Beprobung/Sensorausstattung aller Einzelparzellen auszukommen.

Eine der zentralen Herausforderungen dabei waren die insbesondere im Steilhang bereits auf engem Raum auftretenden Unterschiede sowohl in den Ausgangsbedingungen als auch in der Bewirtschaftung durch verschiedene Winzer. Es galt eine aus weinbaulicher und bewässerungstechnischer Sicht zufriedenstellende Möglichkeit zur flächigen Beschreibung des vorherrschenden Pflanzenwasserstatus zu erarbeiten, die auch auf andere weinbauliche Situationen übertragen werden kann.

Realisierung

Das Vorhaben wurde als Verbundprojekt zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen der Weinbranche durchgeführt. Unentgeltliche Unterstützung erfolgte durch mehrere Behörden und Ämter, insbesondere durch das Dezernat Weinbauamt Eltville des RP Darmstadt, das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie und die Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation. Zusätzlich konnten Partner für die Versorgung mit Fernerkundungsdaten gewonnen werden.

Für die flächige Beschreibung der Trockenstressgefährdung wurde ein Verfahren entwickelt, welches sich auf eine Klassifizierung aller Weinbergspartellen z. B. eines Bewässerungsverbandes stützt. Für jede der Klassen war eine sog. Referenzfläche auszuwählen. Nur in diesen Referenzflächen soll zukünftig noch eine direkte Beprobung zur Ermittlung der einzelnen Bewässerungstermine erfolgen.

Es war zu ermitteln, welche standardmäßig verfügbaren Datensätze herangezogen werden können und welche Daten zusätzlich als Hilfsmittel erhoben werden müssen, um eine Stressklasseneinteilung vornehmen zu können. Zudem sollte das Verfahren die unvermeidliche Variation innerhalb der Stressklassen im Vegetationsverlauf bzw. über die Jahre hinweg erfassen können, um die Zuordnung einer Fläche zu einer Stressklasse eventuell aktualisieren zu können. Die Ergebnisse wurden durch Kartenmaterial bzw. GIS-Layer dokumentiert und durch geeignete, vor Ort gemessene Parameter validiert.

Ergebnisse

Für die Bildung der ca. 3-5 Trockenstress- bzw. Bewässerungsklassen wurde zunächst der Ansatz verfolgt auf bereits vorhandene Bodendaten zurückzugreifen. Es zeigte sich jedoch, dass eine darauf basierende Stressklasseneinteilung im Rudesheimer Berg keine ausreichende Präzision liefern konnte. Dafür kommen mehrere Ursachen in Frage. Die Korngrößenverteilungen der vorkommenden Böden sind großräumig relativ ähnlich, was bei der bodenbasierten Bewertung zu ähnlichen Nutzbaren Feldkapazitäten führt.

Die Mächtigkeiten der Böden können sich örtlich aber erheblich unterscheiden, ohne dass darüber flächendeckend verlässliche Aufnahmen vorliegen. Besonders kommt dies in von der Flurbereinigung überprägten Bereichen zum Ausdruck. Zudem zeigte sich, dass das Relief des Untersuchungsgebietes, über 200 m Höhenunterschied und mittlere Hangneigungen bis 80 %, nicht vernachlässigt werden kann. Es musste daher ein Weg gefunden werden, der die tatsächliche, durch die natürliche Wasserverfügbarkeit beeinflusste Wüchsigkeit berücksichtigt.

Die letztlich verwendete Methode beruht auf Satellitendaten im sichtbaren und nahinfraroten Bereich. Aus diesen können Vegetationsindices gebildet werden, welche für die Bewirtschaftungseinflüsse korrigiert werden müssen. Anhand des korrigierten Index (Basis: NDVI) werden die Bewässerungsklassen gebildet.

Für die Integration der Fernerkundungsmethoden mussten ursprünglich nicht vorgesehene Fragestellungen in Bezug auf die Wechselwirkung von Stickstoffdüngung und Wasserhaushalt sowie hinsichtlich der Subpixel-Analyse der Satellitendaten (räumliche Auflösung 5 m), bearbeitet werden.

Letzteres wurde mithilfe eines Heliumballons als Trägerplattform für eine Multispektralkamera angegangen, so dass die Beiträge der Reblaubwand und des offenen bzw. begrünten Bodens zum Gesamtsignal getrennt erfasst werden konnten. Hinsichtlich der Stickstoffversorgung konnte durch Einbeziehung eines bereits langjährig bestehenden Düngungsversuches in die Aufnahmen nachgewiesen werden, dass der bekannte Zusammenhang zwischen N-Düngung und NDVI bei praxisüblicher Düngung vernachlässigt werden kann, während eine enge Korrelation zwischen der langfristigen Wasserversorgung (Bodenfeuchte-Mittelwerte) und dem NDVI gegeben ist. Unerlässlich ist die Bonitur der Bodenbearbeitung.

(Geplante) Verwertung

Zielgröße war die Gewinnung von Know-how, um der bedarfsgerechten Bewässerung und ihren nachgewiesenen ökonomischen Effekten, im Gegensatz zur Bewässerung auf Verdacht, in der weinbaulichen Praxis zu größtmöglicher Akzeptanz zu verhelfen. Für das Projektgebiet bestehen nunmehr sowohl Karten für die Bewässerungsklassen, als auch Empfehlungen für die zugehörigen Referenzflächen, die zur Terminfestlegung eines Bewässerungsereignisses benötigt werden.

Der eigentliche voraussichtliche Nutzen ist in der Anwendbarkeit der in einem sehr anspruchsvollen Projektgebiet entwickelten Vorgehensweise auf andere weinbauliche Flächen zu sehen. Die entwickelte Methodik ist nicht zuletzt durch die Veränderung des Ansatzes zur Stressklasseneinteilung, weg von den Bodendaten, hin zu Fernerkundungsdaten, leicht übertragbar.

Auch falls zukünftig Fortschritte bei den Ermittlungsverfahren des aktuellen Wasserstatus eintreten sollten, bleibt das erarbeitete Konzept der Stressklasseneinteilung nutzbar. Die Festlegung der Klassengrenzen könnte auch standardisiert und mit Wasserhaushaltsmodellen gekoppelt werden. Somit wäre eine Art „Bewässerungsfax“ möglich, das sogar ohne eine direkte Vor-Ort-Betreuung der Referenzflächen auskäme.

„Wassersparendes Bewässerungsverfahren durch mehrphasige Streifenapplikation“ (StreifApp)

„Water saving methods for ridge cultivation“

Projektlaufzeit

15.06.2012 bis 14.06.2015

Projektkoordinator, Institution

Dr. C. Krutzinna

Universität Kassel, Lehr-, Versuchs- und Transferzentrum für Ökologische Landwirtschaft und Nachhaltige Regionalentwicklung Domäne Frankenhausen, Grebenstein b. Kassel

Prof. Dr. O. Hensel

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Agrartechnik, Kassel

Verbundpartner

Hr. M. Beinlich

Fa. Beinlich Agrarpumpen und -maschinen GmbH, Ulmen

Kurzfassung

Ziel

In Deutschland ist die großflächige Beregnung die am meisten verbreitete Bewässerungstechnik. Dabei werden Pflanzenbestände über nichtmobile oder mobile Anlagen gleichmäßig mit Zusatzwasser auf der gesamten Fläche beregnet. Basierend auf der Düsenwagentechnik soll eine wassersparende, weil nur streifenförmige, Applikationstechnik entwickelt werden. Bei Dammkulturen beregnet die innovative Technik lediglich die Dammkronen. Dammlanken und Dammfurchen bleiben weitestgehend trocken.

Durch die Reduzierung der zu bewässernden Fläche auf ein Drittel können zwei Drittel der Zusatzwassermenge eingespart werden. Das Feld kann früher von Maschinen wiederbefahren werden. Außerdem erodiert weniger Boden an den Dammlanken und -furchen, an denen auch weniger Unkrautwachstum zu verzeichnen ist. Die Bestandsführung wird durch die geringere Wasserzufuhr nicht negativ beeinträchtigt.

Durch die hohen Beregnungsintensitäten von herkömmlichen Beregnungsanlagen kommt es oftmals zu oberflächigen Abfluss, Verschlämmungen und Versickerung des Wassers unter die aktive Wurzelzone. Insbesondere bei trockenen Böden besteht aufgrund der hydrophoben Eigenschaften die Schwierigkeit, die Zusatzwassermenge vollständig aufzunehmen. Durch die entwickelte zweiphasige Beregnungstechnik wird in einem Arbeitsgang zuerst der trockene Boden befeuchtet.

Die zweite Wassergabe wird in einem geringen zeitlichen Abstand appliziert. Der befeuchtete, vorbereitete Boden kann die nun folgende Wassermenge besser aufnehmen. Insbesondere während des Jungpflanzenstadiums von Saatkulturen kann das einheitliche Auflaufen auch bei fehlenden natürlichen Niederschlägen sichergestellt werden.

Zusätzlich kann auf den Dammkronen das Unkrautmanagement in der Jungpflanzenphase verbessert werden. Durch rechtzeitiges Auflaufen der Unkräuter mit Hilfe von Zusatzberegnung kann die Abflammentechnik zum Einsatz kommen und den manuellen Aufwand beim Jäten verringern.

Realisierung

Nach Vorversuchen zum Wasseraufnahmevermögen des Bodens, des Testens verschiedener Applikationstechniken auf unterschiedlichen Bodentypen sowie der Identifizierung geeigneter Messtechnik wurde ein Versuchsmodell realisiert, mit dem Feldversuche durchgeführt werden können. Dazu wurden zwei unterschiedliche Dammkronenführungssysteme (Führungsarmer, Schlitten) entwickelt, die eine mittige Führung der Applikationstechnik über der Dammkrone ermöglichen.

Über jeder Dammkrone ist eine eigene Wasserzuleitung mit Schieber und Druckminderer installiert. In einem Feldtest wurde diese Applikationstechnik mit Dammkronenführung unter Feldbedingungen getestet. Anschließend wurde ein Düsenwagen der Fa. Beinlich mit der Technik bestückt. In einem nun laufenden Feldversuch werden zwei streifenförmige Beregnungstechniken für Dammkulturen mit einer flächigen Beregnungstechnik, wie sie an Düsenwagen werkseitig vormontiert ist, getestet und verglichen. Als Referenz für die Auswirkungen der Beregnungstechniken auf den Boden und den Wasserhaushalt im Damm sowie die Bestandsentwicklung dient eine nicht beregnete Fläche. Im Anschluss daran soll die Wirtschaftlichkeit der Beregnungstechniken verglichen werden.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse der Feldversuche zeigen, dass die Beregnung ausschließlich der Dammkrone die Dammkulturen im Jungpflanzenstadium ausreichend mit Wasser versorgen kann. Die Dammflanken und -furchen bleiben weitestgehend trocken. Es sind keine erosionsverursachenden Wasseransammlungen und Wasserbewegungen auf den Dammflanken und in den Dammfurchen sichtbar. Das Feld kann bei Bedarf unmittelbar mit Technik befahren werden. Die Makroporen (Risse, Regenwurmgänge) bleiben an den Dammflanken bestehen und begünstigen die Verdunstung von im Dammkörper gespeicherten Wasser. Bei den Dammkronenführungssystemen gibt es deutliche Unterschiede:

Aufgrund des hohen Reibungswiderstands beim Bautyp mit Führungsarmen an den Flanken wird das Wasser ungleichmäßig appliziert. Im Gegensatz dazu verläuft die Wasserapplikation beim System mit Schlitten gleichmäßig. Bei der Bestandsentwicklung der Kulturpflanzen sind derzeit keine Unterschiede sichtbar.

(Geplante) Verwertung

Als Ergebnis des Projekts wird erwartet, dass (a) bei landwirtschaftlichen Betrieben (hier gezeigt am Beispiel der Domäne Frankenhausen beim Möhren- und Rote Bete-Anbau) höhere Erträge erzielt werden. Neben der Sicherstellung des Auflaufens der Saatkulturen auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen stehen eine gezielte Beeinflussung des Unkrautwachstums durch Zusatzwassergaben und damit ein geringerer Aufwand durch manuelles Jäten der Dammkrone im Mittelpunkt. Und (b) erschließt sich die Fa. Beinlich mit der Entwicklung einer dammkronengeführten, zweiphasigen Applikationsmoduls für Damm- oder Reihenkulturen ein weiteres Marktsegment. Für die innovative Technik wird insbesondere bei spezialisierten Gemüseanbauern und auf dem internationalen Markt ein hohes Potential gesehen.

„Entwicklung eines drahtlosen CO₂-Bodensensors zur Wasserstressbestimmung und effizienten teilflächenspezifischen Bewässerung von Nutzpflanzen“ (CWB)

„Development of a wireless CO₂-soil sensor for water stress detection and site specific irrigation management in agriculture“

Projektlaufzeit

01.06.2012 bis 30.06.2015

Projektkoordinator, Institution

Harald Braungardt
STEP Systems GmbH, Nürnberg

Verbundpartner

Prof. Dr. Müller
Universität Hohenheim, Stuttgart

Prof. Dr. Hübner
Hochschule Mannheim, Mannheim

Kurzfassung

Ziel

Bewässerung wird für die Nahrungsmittelproduktion immer wichtiger. 70 % des weltweiten Wasserverbrauchs ist schon heute auf die Landwirtschaft zurückzuführen. Globale Klimaprognosen gehen von zunehmenden Trockenperioden während der Vegetationszeit aus, bei gleichzeitigem Rückgang der Wasserverfügbarkeit bei Oberflächen- und Grundwässern. Ein nachhaltiger Umgang mit der Ressource „Wasser“ ist deshalb entscheidend für die zukünftige Nahrungsmittelversorgung der Weltbevölkerung. In einem gemeinsamen Forschungsprojekt entwickeln die Universität Hohenheim, die Hochschule Mannheim und die STEP Systems GmbH einen drahtlosen CO₂-Bodensensor zur Wasserstressbestimmung und effizienten teilflächenspezifischen Wassernutzung bei der landwirtschaftlichen Bewässerung.

Die Bewässerungswürdigkeit von Nutzpflanzen wird dabei nicht indirekt über Bodenfeuchtemessungen, sondern direkt an der Pflanze mittels einer pflanzenphysiologischen Wasserstress-Reaktion, der Reduktion der Wurzelatmung, erfasst. Beginnender

Wasserstress kann dadurch frühzeitig erfasst und daraus resultierender Qualitäts- oder Ertragsverlust effektiv vermieden werden.

Um ein ungehindertes Befahren der Flächen mit landwirtschaftlichen Maschinen sicherzustellen, wird der CO₂-Sensor komplett unterirdisch installiert und die Messwerte durch ein bodendurchdringendes Funksystem an eine Zentralstation übertragen.

Dort angekommen, werden die Daten weiterverarbeitet und der Wasserstatus des Pflanzenbestandes festgestellt. Auf Basis der ermittelten Bewässerungswürdigkeit steuert die Zentralstation die Bewässerungsventile der einzelnen Schläge unabhängig voneinander an und ermöglicht eine ortsdifferenzierte Bewässerung unter Berücksichtigung räumlicher Unterschiede in Wasserverfügbarkeit und -speicherkapazität des Bodens sowie des Wasserbedarfs der Pflanzen. Somit kann durch eine optimale Bewässerungsplanung die Ressource Wasser effizient genutzt werden.

Realisierung

Die verschiedenen Teilbereiche der Entwicklungsarbeiten wurden entsprechend der fachlichen Kompetenzen zwischen den Kooperationspartnern aufgeteilt.

Die Hochschule Mannheim konzipiert die Elektronik für den CO₂-Bodensensor und entwickelt eine bodendurchdringende Funktechnik zur Übertragung der Messwerte an die Zentralstation, die eine Reichweite von mehreren Hundert Metern abdeckt.

STEP Systems entwickelt das Sensorgehäuse für den unterirdischen Einbau sowie einen Leitfaden zum Sensoreinbau, außerdem einen Sensorschutz und ein Ventil-Modul zur Anbindung an die Zentralstation.

Über die Entwicklung der technischen Komponenten hinaus werden Versuche an diversen Kulturen wie Wein, Kirschen, Tomaten oder Mais in Klimakammern und im Freiland durchgeführt. Die Tests werden begleitet von Stressmessungen an der Pflanze (stomatäre Leitfähigkeit und Blattwasserpotential).

Die Arbeit der Universität Hohenheim konzentriert sich auf die Auswertung der CO₂-Messungen und entsprechenden Ableitungsregeln und -algorithmen zur Wasserstatusbestimmung sowie auf die Umsetzung der gewonnenen Informationen in eine teilflächenspezifische Bewässerung.

Ergebnisse

Das Gehäuse des Sensors soll entwickelt werden und die Komponenten vor eindringendem Wasser, Bodenlebewesen und insbesondere hoher Luftfeuchtigkeit schützen. Grundlagenversuche zum Sensorschutz mit Silikagel wurden begonnen. Die Elektronik für die CO₂-Sensorik sowie die Funkübertragungstechnik inkl. Schnittstellen wurde entwickelt.

Im Zuge erster Untersuchungen konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Bodenfeuchte und dem CO₂-Gehalt im Boden nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurden weitere Einflussparameter wie Bodentemperatur und Nährstoffstatus ermittelt.

Ebenso wurden Unterschiede in den CO₂-Gehalten beim Vergleich verschiedener Messtiefen und Bodenarten festgestellt. Signifikante Korrelationen zwischen dem absoluten CO₂-Gehalt im Boden und dem Pflanzenwasserstatus konnten dagegen bisher nicht aufgezeigt werden. Weitere Praxisversuche sollen zeigen, ob die eventuelle Berücksichtigung eines weiteren Messparameters sinnvoll ist.

(Geplante) Verwertung

Zielgruppe für die neue Technologie sind landwirtschaftliche Betriebe, die bereits bewässern und sowohl die Wassernutzungseffizienz verbessern, als auch die Produktqualität sichern und erhöhen wollen. Darüber hinaus sollen aber auch andere potenzielle Nutzergruppen (z. B. Forschung) angesprochen und weitere Verwendungsmöglichkeiten, z. B. zur Überwachung der Lagerung landwirtschaftlicher Produkte ausgelotet werden. Nach Erreichen der Serienreife wird das Bewässerungssystem von STEP Systems vermarktet.

Die Firma hat sich auf Messtechnologie in der Grünen Branche spezialisiert, der branchenbekannte Name und die langjährig bestehenden Kundenkontakte werden hierbei genutzt, um das neue System auf dem Markt zu positionieren. STEP Systems ist auch auf dem internationalen Markt präsent und nimmt jährlich als Aussteller auf internationalen Fachmessen (z. B. AGRITECHNICA, ca. 10 weitere Auslandsmessen) teil. Diese sind ebenfalls eine aussichtsreiche Werbe- und Informationsplattform für die neue Technik. Das laufende Projekt wird bereits gegenwärtig auf einschlägigen Tagungen und Messen wie z. B. der AGRITECHNICA oder in Fachzeitschriften der Öffentlichkeit vorgestellt. Darüber hinaus soll die neue Technologie für verschiedene einschlägige Preise im Bereich Gartenbau und Landwirtschaft (z. B. INDEGA-Preis, DLG-Prämierung, TASPO-Award, etc.) vorgeschlagen werden.

„Bewässerungssteuerung im Obstbau – Ausbringung minimaler Wassermengen bei hoher Sicherheit für den Anbauer unter Berücksichtigung des Fruchtwachstums“ (Bewässerung Obstbau)

„Fruit growth measurements – A device for scheduling irrigation in fruit tree orchards“

Projektlaufzeit

01.06.2012 bis 31.12.2015

Projektkoordinator, Institution

Prof. Dr. Peter Braun
Hochschule Geisenheim, Institut für Obstbau, Geisenheim

Verbundpartner

Fa. AgrarSystem GmbH, Ebensfeld

Hochschule Weihenstephan Triesdorf, Freising

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum, Oppenheim

Obstgut Geiger, Geisenheim; Obstgut Nickolaus, Mainz

Kurzfassung

Ziel

Neben quantitativ hohen Erträgen entscheiden innere und äußere Qualitätsmerkmale von Früchten über den pflanzenbaulichen Erfolg. Die Fruchtgröße ist ein im Obstbau übergeordnetes Qualitätskriterium, indem Früchte bestimmter Größenklassen am Markt gefragt sind und meist höhere Preise erzielen. Obwohl sich die Fruchtgröße einer Sorte in einem genetisch determinierten Rahmen bewegt, kann die Variabilität der Fruchtgröße infolge kulturtechnischer Maßnahmen, wie beispielsweise einer zusätzlichen Bewässerung, positiv beeinflusst werden. Etablierte Verfahren, Zeitpunkt und Höhe der zusätzlichen Wassergaben zu bestimmen, sind zumeist indirekte Ansätze und in ihrer Aussagekraft limitiert. Obstbäume sind zudem sich in ihrer Altersstruktur, der Wurzelverteilung und Behangstärke heterogen entwickelnde Dauerkulturen. Es erscheint daher zweckmäßig den Bewässerungszeitpunkt anhand direkter Messungen an den Früchten selbst zu ermitteln.

Ziel des Verbundvorhabens ist die Entwicklung eines optischen Sensors, der eine kontinuierliche Erfassung des Fruchtwachstums ermöglicht. Auf Basis des täglichen Schwelungs- und Schrumpfungsverhaltens der Früchte soll eine Bestimmung des Bewässerungszeitpunktes erfolgen. Das neu zu entwickelnde Kamerasystem wird weiter in eine über Funknetze gesteuerte Bewässerungsanlage integriert damit eine nicht ortsgebundene Bedienung und Überwachung des Bewässerungssystems ermöglicht wird.

Realisierung

Auf Basis kontinuierlicher Messungen der Durchmesseränderung von Früchten sollen objektiv die minimal notwendigen Wassergaben bei Süßkirsche und Apfel bestimmt werden. Grenzbedingungen sind zu ermitteln wo Trockenstress das Fruchtwachstum reduziert. Das wird versuchstechnisch durch eine Defizitbewässerung zu unterschiedlichen phänologischen Entwicklungsstadien der Früchte bei gleichzeitiger Überdachung der Versuchsflächen erreicht. Ausgewählte Früchte werden im Wachstumsprozess zunächst mit Differentialtransformatoren (LVDT) überwacht, damit sich die gewonnen Erkenntnisse mit in die Entwicklung des Kamerasystems integrieren lassen. Methoden der Bewässerungssteuerung werden auf ihre Sensitivität hin miteinander verglichen. Das sich in der Entwicklung befindende Kamerasystem wird in Erwerbsanlagen auf Praxistauglichkeit und Zuverlässigkeit des kompletten Systems erprobt.

Ergebnisse

Erste Versuche erfolgten 2013 bei Süßkirsche und werden 2014 und 2015 zusätzlich bei Apfel durchgeführt. Die Erfassung des Wachstumsverlaufs von Früchten erwies sich als hochgradig sensitives System welches intensiv auf sich ändernden Umwelteinflüsse reagiert. Der zeitliche Verzug ist dabei vernachlässigbar gering.

Bei Süßkirsche wurden 2013 sowie 2014 anhand der Verläufe von Bodenfeuchte und Stamm-Wasserpotential bei unbewässerten Varianten Grenzwerte erreicht, die die Bereitstellung zusätzlicher Wassergaben nach bisherigen Richtwerten rechtfertigen. Im Gegensatz dazu konnte im Vergleich der Wachstumskurven von bewässerten und unbewässerten Früchten klar aufgezeigt werden, dass das nachgewiesene Wasserdefizit im Boden nicht mit einer Reduzierung des Fruchtwachstums einherging. Trotz zusätzlicher Wassergaben konnte kein quantitativer und qualitativer Ertragszuwachs verzeichnet werden. Demzufolge wären formulierte Richtwerte zur Steuerung der Bewässerung anzupassen. Das Einsparpotential an Zusatzwasser wurde offensichtlich.

(Geplante) Verwertung

Die Ergebnisse werden in Form von Veröffentlichungen (Dissertation, 2 Artikel in peer-reviewed Journalen sowie 2 Artikel in Fachzeitschriften) sowie in Praxisprojekten genutzt. Ebenso werden die Ergebnisse auf Konferenzen und in Form von Seminarbeiträgen vorgestellt.

Impressum

Herausgeberin

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn

Gestaltung

BLE
Referat 122 – Konferenz- und Tagungsmanagement