

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Jahresbericht 2016

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising
E-Mail: TierundTechnik@LfL.bayern.de
Telefon: 08161/71-3450

Auflage: April 2017

Druck: Abteilung Information und Wissensmanagement

© LfL



Jahresbericht 2016

Markus Demmel

Mathias Effenberger

Georg Fröhlich

Zoltan Gobor

Bernhard Haidn

Jan Harms

Christina Jais

Fabian Lichti

Stefan Neser

Klaus Reiter

Jochen Simon

Stefan Thurner

Georg Wendl

**Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung**

Inhalt

	Seite
1 Organisation	10
1.1 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft	10
1.2 Institut für Landtechnik und Tierhaltung	11
1.3 Ansprechpartner am Institut	12
2 Ziele und Aufgaben	13
3 Projekte und Daueraufgaben	14
3.1 Arbeitsvorhaben im Bereich Verfahrenstechnik und Pflanzenbau	14
3.1.1 Bewertung und Optimierung von Verfahren und Technik zur Applikation von Flüssigmist bzw. flüssigen Gärresten in Mais – Erosions- und emissionsmindernde Bodenbearbeitungs- und Güllestrategien für Silomais	14
3.1.2 Optimierung der Gülleausbringung unter Berücksichtigung der Novellierung der Düngeverordnung und der NEC-Richtlinie - Teilprojekt Technik	16
3.1.3 Untersuchung und Bewertung der Wirkung von Zusatzwerkzeugen für Einzelkornsäugeräte für die Mulchsaat von Mais	18
3.1.4 Entwicklung eines Systems für die Verlegung und Bergung von Tropfschläuchen	20
3.1.5 Ernte von Körnermaisstroh – Vergleich verschiedener Erntetechniken hinsichtlich Strohertrag und -qualität	22
3.1.6 Erarbeitung und Optimierung eines praxistauglichen Verfahrensablaufs für das Keimen, Mälzen und Silieren von Sojabohnen und Sojakeimen sowie analytische Untersuchungen des Potenzials als Proteinfuttermittel für die Geflügel- und Schweinefütterung	24
3.1.7 Optimierung dezentraler Sojaaufbereitungsverfahren mittels Online - Prozesssteuerung über Nahinfrarot – Spektroskopie (SojaNIRS)	26
3.1.8 Effiziente Heubelüftung – Erarbeitung von Kennzahlen effizienter Heubelüftungsanlagen und Evaluierung der gesamtbetrieblichen Auswirkungen beim Einsatz von Belüftungsheu als Hauptfutterkomponente in Milchviehbetrieben	28
3.1.9 Grünleguminosen als Eiweiß- und Raufuttermittel in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung – Teilprojekt „Werbungsverfahren für Grünleguminosen“	30
3.1.10 Finalisierung des GPS- und GSM-gestützten Ortungssystems mit Softwareanwendungen für Rinder auf Almen und Weiden	31
3.1.11 i-LEED – Automatisierter Weidebetrieb mit Rindern mittels Grünlandpflegeroboter und innovativem Weidemanagement	33

3.2	Arbeitsvorhaben im Bereich Umwelttechnik in der Landnutzung.....	35
3.2.1	Systematische Evaluation der mechanischen Zerkleinerung als Substratvorbehandlung in der Biogaserzeugung „BioSchred“	35
3.2.2	Verfahrenstechnische, mikrobiologische und agrarökologische Auswirkungen des vermehrten Einsatzes von Zuckerrüben in Biogasanlagen – Modul 1: Lagerung und Aufbereitung.....	37
3.2.3	Verfahrenstechnische, gärbioologische und agrarökologische Auswirkungen eines vermehrten Einsatzes von Zuckerrüben in Biogasanlagen – Anlagenmonitoring und Systembewertung	39
3.2.4	Verfahrenstechnische Auswirkungen eines vermehrten Einsatzes von Zuckerrüben als Spitzenlast-Substrat in Biogasanlagen	41
3.2.5	Weiterentwicklung der Methode für Batchversuche zur Gasertragsbestimmung im Technikumsmaßstab – Modellentwicklung anhand bestehender und neuer Datensätze (Batchformel II).....	43
3.2.6	Weiterentwicklung der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) als Monitoringtool für den Biogasprozess und die Gärrestapplikation	45
3.2.7	Einfluss verpilzter Einsatzstoffe auf den Biogasprozess und die hygienische Beschaffenheit von Gärresten	47
3.2.8	Amarant als spurenelementreiches Biogassubstrat	49
3.2.9	Intervallbetrieb Biogasanlage Grub	50
3.2.10	Biogas Messprogramm III – Teilvorhaben 1: Faktoren für einen effizienten Betrieb von Biogasanlagen	52
3.2.11	Kurzstudie zur Ermittlung der Emissionen fester, separierter Biogasgärreste	54
3.2.12	Biogas Webanwendungen	56
3.2.13	Biogas Forum Bayern - Schulungsmaßnahmen und Qualitätsmanagement	57
3.2.14	Energetische Effizienz und Emissionen der Biogasverwertung.....	59
3.2.15	Expertengruppe Ressourcenmanagement Bioenergie in Bayern	62
3.2.16	Untersuchung zur Nutzung von Abluftreinigungsanlagen in der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern als Grundlage verfahrenstechnischer Verbesserungen – 2. Phase –.....	65
3.2.17	Stickstoffdeposition im Umfeld frei belüfteter Stallanlagen: Windkanal- und Biomonitoringstudien.....	67
3.2.18	Ökonomische und ökologische Folgenbewertung von Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen (THG) in der Landwirtschaft.....	69
3.2.19	Auswertung und Visualisierung der Solarerträge der PV-Anlage und dem Stromverbrauch des Milchviehstalls an der LfL Versuchsstation Grub	72
3.2.20	Verbesserung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft in Bayern – Ermittlung von Vergleichskennzahlen der Produktionsverfahren	74

3.2.21	Unterstützung und fachliche Koordination der Projektmitarbeiter LandSchafttEnergie im Themenschwerpunkt „Energieeinsparung und Energieeffizienz in der Landwirtschaft“	76
3.3	Arbeitsvorhaben im Bereich Tierhaltung	78
3.3.1	18-jährige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur automatischen Registrierung des Tierverhaltens und der Legeleistung von Legehennen mit Hilfe der elektronischen Tiererkennung (RFID).....	78
3.3.2	Weiterentwicklung eines Steuerungsmoduls zur autonomen Führung von Entmistungs-, Liegeboxenreinigungs- und Einstreugeräten	82
3.3.3	Verbesserung der Klauengesundheit von Milchkühen durch tierindividuelle automatische Aktivitätsanalyse.....	84
3.3.4	Weiterentwicklung der Analyse von Aktivitäts- und Leistungsdaten zur Früherkennung von Klauenerkrankungen bei Milchkühen in Praxisbetrieben	86
3.3.5	Weiterführung der Untersuchungen zur automatischen Vorlage von Futtermischungen für Rinder	88
3.3.6	Reduktion des Antibiotikaeinsatzes beim Milchvieh durch Selektives Trockenstellen – RAST	90
3.3.7	Ad libitum Vollmilchtränke und deren Einfluss auf Gewichtsentwicklung, Gesundheit und Verhalten bei Fleckviehkälbern	92
3.3.8	Entwicklung einer tiergerechten LED-Beleuchtung für die Milchviehhaltung	95
3.3.9	Untersuchung und Bewertung technischer Maßnahmen zur Reduzierung des Hitzestresses bei Milchkühen	97
3.3.10	Entwicklung der Tools für arbeitswirtschaftliche Ist/Soll Analyse in Milchviehbetrieben.....	99
3.3.11	Bewertung von Bewegungsbuchten in der Ferkelerzeugung hinsichtlich Handhabung, Funktionalität und Dimensionierung von Buchten und Einbauten.....	101
3.3.12	Einfluss der Haltungsumwelt auf das Verhalten und die Leistung von Mastebnern: Untersuchungen zum Flächenangebot und zum Tier-Fressplatz-Verhältnis.....	103
3.3.13	Schwanzbeißen in Ferkelaufzucht und Schweinemast.....	105
3.3.14	Modulbausystem Grub-Weihenstephan™	107
3.3.15	Untersuchung und Optimierung der Funktionssicherheit integrierter Laufhöfe gem. EG-Öko-VO im Rahmen des BioRegio 2020 - Landesprogramms Ökologischer Landbau.....	110
3.3.16	Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz (Gebrauchsklasse 0 (GK0)).....	111
3.3.17	Untersuchung und Bewertung baulicher Maßnahmen zur Reduzierung des Hitzestresses bei Milchkühen.....	113

3.3.18	Betreuung und Weiterentwicklung des Infozentrums Tier & Technik	115
3.4	Arbeitsvorhaben im Bereich Mechatronik	117
3.4.1	Entwicklung und Optimierung einer Präzisionssämaschine für Heil- und Gewürzpflanzen (Feinsämereien).....	117
3.4.2	Weiterentwicklung des Geräts zur vollautomatischen Aufhängung der Aufleitdrähte in Hochgerüstanlagen für Hopfen	119
3.4.3	Parzellen Güllefass für Grünlandversuche	121
3.4.4	Umbau eines Kartoffelrodgers für die Ernte in Versuchspartellen	122
3.4.5	LfL Automatisierte Schüttelbox zur Untersuchung der Struktur von Futterproben (LAuS)	124
3.4.6	Weiterentwicklung und Bau eines Versuchspartellendüngerstreuers als Schlepperanbaugerät	126
3.4.7	Dienstleistungen im Bereich Mechatronik.....	127
4	Personalien und Auszeichnungen	131
4.1	Todesfälle	131
4.2	Verabschiedung in den Ruhestand	131
4.3	25-jährige Dienstjubiläen	131
4.4	Auszeichnungen	132
5	Veröffentlichungen und Fachinformationen	133
5.1	Veröffentlichungen.....	133
5.2	Veranstaltungen, Tagungen, Vorträge und Kooperationen.....	141
5.2.1	Tagungen und Fachkolloquien, selbst organisiert bzw. mit veranstaltet	141
5.2.2	Ausstellungen	142
5.2.3	Vorträge.....	142
5.2.4	Fachinformationen	168
5.2.5	Führungen, Exkursionen	171
5.2.6	Studienarbeiten (Bachelor- und Masterarbeiten) und Dissertationen	174
5.2.7	Praktika.....	175
5.2.8	Fernsehen, Rundfunk	175
5.2.9	Mitgliedschaften und Mitarbeit in Arbeitsgruppen	176
5.2.10	Vorlesungen im Rahmen eines erteilten Lehrauftrages	180
5.2.11	Vorträge im Rahmen einer Vorlesung an Hochschulen.....	180
5.3	Abkürzungen	181

Vorwort

Mit dem vorliegenden Jahresbericht möchten wir Ihnen einen Überblick über unsere 2016 bearbeiteten angewandten Forschungsarbeiten und Tätigkeitsfelder geben. Unsere Arbeiten beschäftigen sich mit der Entwicklung, Optimierung, Erprobung und Bewertung von innovativen Techniken und Verfahren für den Pflanzenbau, die Tierhaltung und die Umwelttechnik. In Kurzform werden die Zielstellung, die verwendeten Methoden und die bisherigen Ergebnisse der jeweiligen Projekte dargelegt. Der Jahresbericht dokumentiert auch alle Veröffentlichungen, Vorträge und sonstigen Aktivitäten.



Nach 18 Jahren haben wir unsere Entwicklungs- und Forschungsarbeiten zur automatischen Registrierung des Tierverhaltens und der Legeleistung von Legehennen auf der Basis der elektronischen Tiererkennung erfolgreich beendet. Viele wissenschaftliche Veröffentlichungen, Vorträge und Präsentationen sind in dieser Zeit entstanden, einige Forschungsinstitute haben unsere Techniken installiert und das Weihenstephaner Muldennest hat den Weg in die Zuchtpraxis gefunden.

Die besten Forschungsergebnisse nützen wenig, wenn sie nicht umgesetzt werden. Deshalb ist ein schneller Wissenstransfer an Beratung und Praxis von hoher Bedeutung. Daher waren wir im letzten Jahr auf den wichtigen Ausstellungen stark engagiert. So präsentierten wir auf den DLG-Feldtagen in Unterfranken neue Maissaattechniken, einen autonomen Pflegeroboter für das Grünland und im DLG-Special „Gülle & Gärreste“ emissionsarme Ausbringtechniken. Auf dem ZLF wurde erstmals ein Milchviehstall live mit 19 Kühen in Zusammenarbeit mit vielen Partnern vorgestellt, der sich als Besuchermagnet erwies. Auch auf der EuroTier 2016 waren wir vertreten und präsentierten neue Ergebnisse aus den Forschungsvorhaben im Bereich der Tierhaltung.

Die konventionelle Schweinehaltung steht vielfach in der öffentlichen Kritik. Deshalb beschäftigen wir uns seit einiger Zeit mit hochaktuellen Themen wie Schwanzbeißen und Bewegungsbuchten. Diesen Themenbereich hatten wir auch für unsere letztjährige Jahrestagung gewählt, die wir gemeinsam mit dem LKV Bayern, der Ringgemeinschaft Bayern, der EGZH und der ALB Bayern in Ergolding bei Landshut veranstalteten und mit fast 300 Besuchern sehr gut besucht war.

Die Bearbeitung der vielen Forschungsvorhaben ist ohne die Einwerbung von umfangreichen Drittmitteln nicht möglich. Für die Bereitstellung dieser Finanzmittel danken wir herzlich den Bayer. Staatsministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, den Bundesministerien für Ernährung und Landwirtschaft sowie für Bildung und Forschung, der Industrie und den weiteren Geldgebern. Allen Kooperationspartnern aus der Forschung, der Industrie, den Verbänden, der Beratung, den Selbsthilfeeinrichtungen und der Praxis danken wir ebenfalls herzlich für die gewährte Unterstützung, die gute Zusammenarbeit und das uns entgegen gebrachte Vertrauen.

Eine erfolgreiche Arbeit in der Forschung und im Wissenstransfer kann nur mit motivierten und engagierten Mitarbeitern geleistet werden. Deshalb danke ich allen Mitarbeitern sehr herzlich für die im letzten Jahr geleistete Arbeit.

Freising, im April 2017



Dr. Georg Wendl
Institutsleiter

1 Organisation

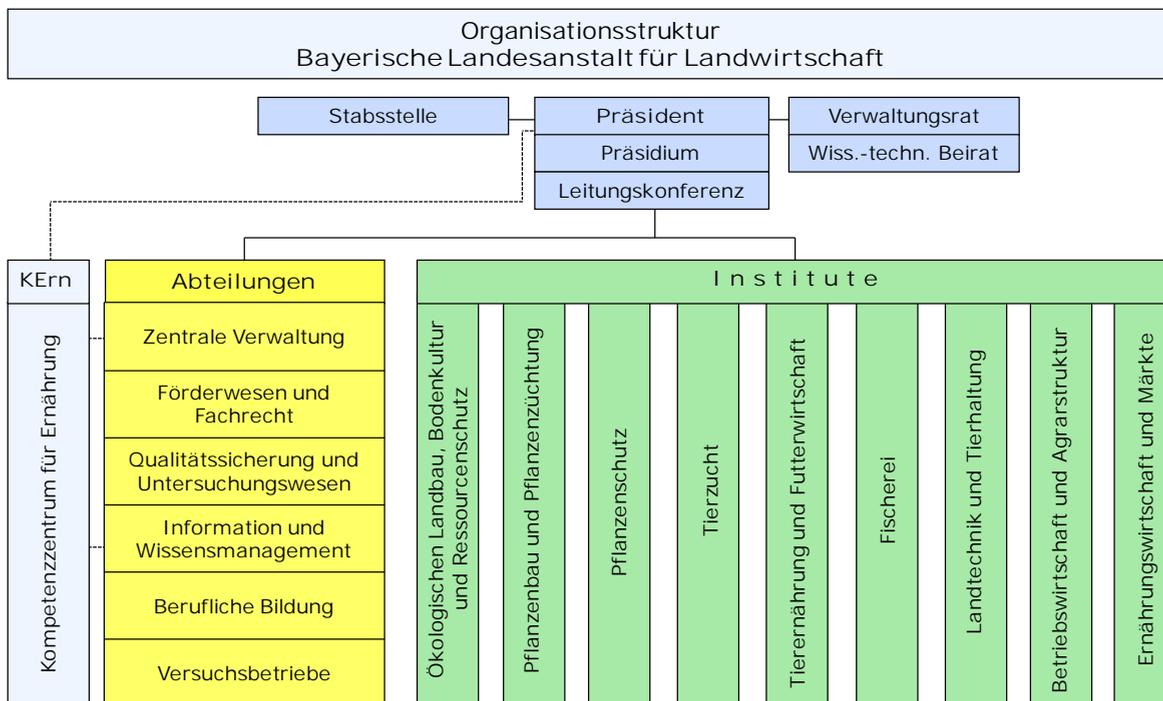
1.1 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ist das Wissens- und Dienstleistungszentrum für die Landwirtschaft in Bayern. Die LfL ist dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten unmittelbar nachgeordnet mit Sitz in Freising-Weißenstephan. Sie betreibt angewandte Forschung in den Bereichen Pflanzenbau, Tierhaltung, Landtechnik, Agrarökonomie, Fischerei und Märkte unter Berücksichtigung der spezifischen Standortbedingungen Bayerns und übernimmt in diesen Fachgebieten Beratungs-, Bildungs- und Vollzugsaufgaben.

Die anwendungsorientierte Forschung der LfL greift Fragestellungen aus der Praxis auf und stellt den landwirtschaftlichen Unternehmen auf verschiedenen Wegen anwendbare Lösungen zur Verfügung. Der Hoheits- und Fördervollzug sowie die Beratung runden das Angebot ab und machen die LfL zu einem wichtigen Partner der bayerischen Land- und Ernährungswirtschaft.

Organisatorisch besteht die Landesanstalt für Landwirtschaft aus

- dem Präsidenten mit dem Präsidium und der Stabsstelle, die für die Leitung und die mittel- und langfristige Ausrichtung verantwortlich sind,
- neun fachlich eigenständigen Instituten, die in ihren jeweiligen Fachgebieten angewandte Forschungsarbeiten und Hoheitsaufgaben durchführen,
- sechs zentralen Abteilungen, die die fachliche Arbeit der Institute unterstützen und aus
- neun Lehr-, Versuchs- und Fachzentren, die überwiegend die berufliche Aus- und Fortbildung in der Agrar- und Ernährungswirtschaft sowie die praxisrelevante Erprobung unter regionalen Standortbedingungen durchführen.



Organigramm der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

1.2 Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Im Institut für Landtechnik und Tierhaltung sind die Fachkompetenzen für die Verfahrenstechnik der pflanzlichen und tierischen Erzeugung, für die tiergerechte Gestaltung der Haltungssysteme in der Nutztierhaltung, für das landwirtschaftliche Bauwesen und für die Umwelttechnik (Biogastechnologie, Wirtschaftsdüngermanagement, Emissionen und Immissionsschutz) gebündelt. Das Institut arbeitet projektbezogen und ist in Arbeitsgruppen unterteilt, die zu Arbeitsbereichen zusammengefasst sind.

Die zwei Arbeitsbereiche, die sich mit der Verfahrenstechnik im Pflanzenbau und der Umwelttechnik befassen, sowie der technische Arbeitsbereich, der als technische Know-how-Stelle für die Entwicklung und den Bau von Versuchs- und Messeinrichtungen fungiert, sind in Freising-Weihenstephan untergebracht. Die beiden Arbeitsbereiche, die sich mit Fragen der Tierhaltung und dem landwirtschaftlichen Bauen beschäftigen, und die Lehrschau befinden sich am LfL-Kompetenzzentrum für Tierhaltung in Grub.

		Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Landtechnik und Tierhaltung <i>Institutsleiter: Dr. Wendl Stellvertreter: Dr. Demmel</i>			
Fachspezifische Arbeitsgruppen					
Standort Freising			Standort Grub		
ILT 1 Verfahrenstechnik im Pflanzenbau <i>Koordinator: Dr. Demmel</i>		ILT 2 Umwelttechnik in der Landnutzung <i>Koordinator: Dr. Nesper</i>		ILT 3 Tierhaltungsverfahren <i>Koordinator: Dr. Haidn</i>	
Ackerbau und Prozesstechnik <i>Dr. Demmel</i>		Wirtschaftsdüngermanage- ment und Biogastechnologie <i>Dr. Lichti</i>		Milchgewinnung und Prozesstechnik <i>Dr. Harms</i>	
Grünland und Futterkonservierung <i>Turner</i>		Emissionen und Immissionsschutz <i>Dr. Nesper</i>		Rinder- und Pferdehaltung <i>Dr. Haidn</i>	
Sonderkulturen und Feldgemüsebau <i>Dr. Gobor</i>		Technikfolgenabschätzung <i>Dr. Effenberger</i>		Schweinehaltung <i>Dr. Jais</i>	
				Produktionssysteme und Info-Zentrum Tier und Technik <i>Dr. Harms</i>	
				Tierverhalten und Tierschutz <i>Prof. Dr. Reiter</i>	
				Landwirtschaftliches Bauwesen <i>Simon</i>	
				Arbeitswirtschaft <i>Dr. Haidn</i>	
Technische Arbeitsgruppen					
Mechatronik ILT 5 - Koordinator: Dr. Fröhlich					
Mess-, Steuer- und Regeltechnik <i>Dr. Fröhlich</i>		Maschinenbau und Konstruktion <i>Dr. Gobor</i>		Werkstatt und Technikum <i>Dr. Fröhlich</i>	

Organigramm des Institutes

1.3 Ansprechpartner am Institut

Name	Arbeitsbereich / Arbeitsgruppe	Telefonnummer
Dr. Georg Wendl	Institutsleiter	08161/71-3451 089/99141-300
Dr. Markus Demmel	Verfahrenstechnik im Pflanzenbau	08161/71-5830
Dr. Mathias Effenberger	Technikfolgenabschätzung	08161/71-5157
Dr. Georg Fröhlich	Mechatronik	08161/71-3463
Dr. Zoltan Gobor	Maschinenbau, Werkstatt	08161/71-3897
Dr. Bernhard Haidn	Tierhaltungsverfahren	089/99141-330
Dr. Jan Harms	Systeme der tierischen Erzeugung	089/99141-320
Dr. Christina Jais	Schweinehaltung	089/99141-340
Dr. Fabian Lichti	Biogastechnologie und Wirtschaftsdün- germanagement	08161/71-3453
Dr. Stefan Naser	Umwelttechnik in der Landnutzung	08161/71-3566
Prof. Dr. Klaus Reiter	Tierverhalten und Tierschutz	089/99141-380
Jochen Simon	Landwirtschaftliches Bauwesen	089/99141-390
Stefan Thurner	Grünland und Futterkonservierung	08161/71-4179

2 Ziele und Aufgaben

Eine zukunftsfähige Landwirtschaft verlangt effiziente Verfahrenstechniken, die den ökonomischen und ökologischen Anforderungen sowie den sozialen Bedürfnissen der Landwirte und der Gesellschaft gerecht werden. Im Acker- und Pflanzenbau werden schlagkräftige, ressourcenschonende, kostengünstige, verlustarme und standortangepasste Verfahren für den Anbau und die Ernte benötigt. In der Tierhaltung sind tiergerechte Halungsverfahren erforderlich, die die Anforderungen der Tiere an die Haltungsumwelt sicherstellen, die Erzeugung von gesunden tierischen Lebensmitteln mit hoher Qualität zu wettbewerbsfähigen Preisen ermöglichen und von der Gesellschaft akzeptiert werden.

Hauptziel unserer Arbeit ist es, neue Technologien und Erkenntnisse in die komplexen Systeme des Pflanzenbaus und der Tierhaltung im Sinne der Nachhaltigkeit und unter Berücksichtigung des Tier- und Umweltschutzes zu integrieren, die unterschiedlichen Verfahrenstechniken für den Pflanzenbau, die Tierhaltung und die Umwelttechnik wissenschaftlich zu untersuchen, zu erproben und zu bewerten sowie die neuen Erkenntnisse an die Beratung und Praxis weiterzugeben. Auch aktuelle Herausforderungen wie Klimawandel, Ressourcenschutz, Emissionen, Tierwohl oder gesellschaftliche Akzeptanz werden dabei entsprechend berücksichtigt.

Das Institut will damit einen Beitrag zur Sicherstellung einer nachhaltigen, wettbewerbsfähigen und umweltgerechten Landwirtschaft in Bayern leisten, die Produktivität und die Effizienz der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren steigern und die Einkommens- und Arbeitsbedingungen für die in der Landwirtschaft tätigen Menschen verbessern helfen.

Ausgehend von dieser Zielstellung leiten sich folgende Aufgaben ab:

- Problemorientierte Forschung und Entwicklung
 - Erfassung des Stands der Technik (national und international)
 - Analyse der Verfahrenstechnik und Tierhaltungsverfahren (Aufzeigen von Schwächen und Entwicklungslücken, Erkennen von Entwicklungstendenzen)
 - Entwicklung, Erprobung und Bewertung neuer Verfahrenstechniken für Pflanzenbau, Tierhaltung und Umwelttechnik
 - Verbesserung der Haltungsbedingungen für die Nutztiere
 - Weiterentwicklung des landwirtschaftlichen Bauwesens
 - Integration moderner Techniken aus Mechanik, Elektronik und Informationstechnologie in die landwirtschaftlichen Produktionsverfahren
 - Entwicklung und Fertigung von Versuchseinrichtungen und Prototypen
- Unterstützung der Landwirtschaftsverwaltung und Verbundpartner
 - Beratung von Politik und Administration
 - Erarbeitung von Beratungsleitlinien und Unterstützung der Beratung
 - Fachliche Vertretung in nationalen und internationalen Gremien
 - Mitwirkung bei Aus- und Fortbildung
- Weitere Aufgaben
 - Technische Dienstleistungen für staatliche Einrichtungen und Industrie
 - Lehre an Hochschulen und Universitäten
 - Betreuung des Informationszentrums mit Lehrschau für Rind und Schwein
 - Internationale Zusammenarbeit in Forschung und Beratung

3 Projekte und Daueraufgaben

3.1 Arbeitsvorhaben im Bereich Verfahrenstechnik und Pflanzenbau

3.1.1 Bewertung und Optimierung von Verfahren und Technik zur Applikation von Flüssigmist bzw. flüssigen Gärresten in Mais – Erosions- und emissionsmindernde Bodenbearbeitungs- und Güllestrategien für Silomais



*Gülleausbringung in Kombination mit Streifenbodenbearbeitung am 21.04.2016 (links)
Gülledüngung im Bestand mit leichtem Scheibenschlitzgerät am 18.07.2016 (rechts)*

Zielsetzung

Um den Erosionsschutz bei der Mulchsaat oder der Streifenbodenbearbeitung zu erhalten und die Ausnutzung des Stickstoffes aus Gülle und Gärsubstratresten durch Mais, d. h. die Stickstoffeffizienz zu erhöhen, sind veränderte Applikationsregime mit einer Ausbringung des organischen Düngers bis zu einer Wuchshöhe von 100 cm in Maisbestände mit intakter Mulchdecke (Erosionsschutz) notwendig (60 % des gesamten Stickstoffbedarfs nimmt der Mais ab einer Wuchshöhe von 50 cm auf). Neue Ausbringverfahren ermöglichen außerdem eine Erweiterung der Zeitfenster für die Applikation. Dies ist in Anbetracht der neuen Düngeverordnung, die unter anderem längere Sperrfristen beinhaltet, notwendig. Hierzu wurden im Projekt die technischen Voraussetzungen geschaffen. Dabei sollten nicht nur die bekannten Anbau- und Bestellverfahren (Mulchsaat mit und ohne Saatbettbereitung) sondern auch neue Technologien wie die Streifenbearbeitung (Strip-Tillage) berücksichtigt werden. Hier gilt es auch, die These zu überprüfen, dass eine einmalige Flüssigmistgabe kurz vor der Saat unter den Saathorizont ein hinsichtlich Dünge- und Umweltwirkung sinnvolles Verfahren darstellt.

Umsetzung

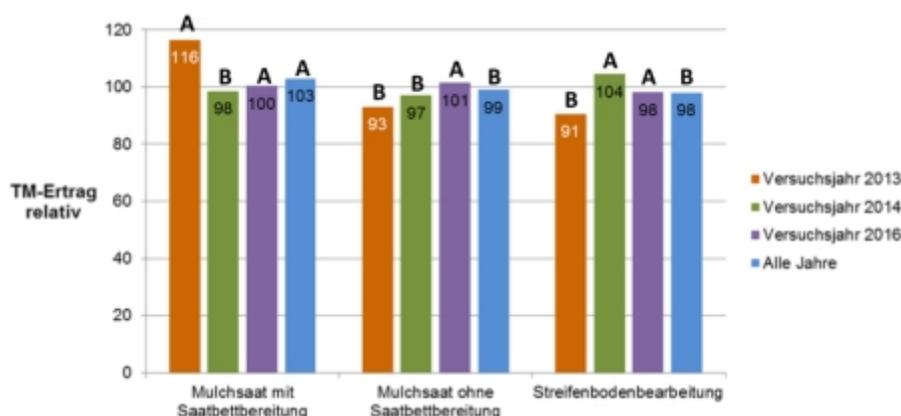
Von April 2013 bis Oktober 2016 wurde zur Untersuchung der oben angeführten Fragestellung auf dem LVFZ Achselschwang ein vierfach wiederholter, vollständig randomisierter, dreifaktorieller Großparzellenversuch durchgeführt.

Die Bodenbearbeitung und Bestellung (Faktor 1) erfolgte bei der Stufe 1 „**Mulchsaat mit Saatbettbereitung flächig**“ mit der Kreiselegge und in Stufe 3 „**Streifenbodenbearbeitung**“ mit Strip Tillage. In Stufe 2 „**Mulchsaat ohne Saatbettbereitung**“ wurde der Mais direkt in den abgefrorenen Zwischenfruchtbestand gesät. Die Gülleausbringung / Güllaufteilung (Faktor 2) erfolgte über alle Bodenbearbeitungsvarianten hinweg, einmal komplett (30 m³/ha) **vor der Saat, aufgeteilt** (15 m³/ha vor der Saat + 15 m³/ha bei etwa 60 cm Wuchshöhe), und auch komplett (30 m³/ha) nach der Saat **als Spätdüngung**. Darüber hin-

aus wurde die späte Gülleapplikation ebenfalls bei etwa 60 cm Wuchshöhe mit drei verschiedenen Geräten (Faktor 3) durchgeführt. Hierzu kamen *Schleppschuhe* sowie leichte *Scheibenschlitzelemente* und schwere *Scheibeninjektoren* zum Einsatz. Der Versuch wurde als Silomais beerntet.

Ergebnisse

Aufgrund eines zu großen statistischen Versuchsfehlers, bedingt durch die extreme Trockenheit im Sommer, wurde das Versuchsjahr 2015 nicht in die Auswertungsserie aufgenommen. Ein signifikanter Ertragsunterschied ist über alle Versuchsjahre hinweg nur zwischen den unterschiedlichen Varianten der Bodenbearbeitung bzw. Saatbettbereitung (Faktor 1) aufgetreten (s. Abb. unten "Alle Jahre"). Jedoch sind diese Unterschiede nur sehr gering. Beispielsweise kam es beim Relativertrag 2016 zu einem maximalen Unterschied von 3 Prozentpunkten. Nur in den ersten beiden Versuchsjahren waren die Unterschiede etwas größer, so dass beim 1. Faktor ein signifikanter Unterschied vorliegt. Festzustellen ist somit, dass keines der angewandten Verfahren in den vergangenen 4 Jahren, im Hinblick auf den Ertrag, größere Nachteile mit sich bringt.



Relative Erträge der unterschiedlichen Bestellvarianten

Demgegenüber unterschieden sich die Varianten der Gülleausbringung/Güllaufteilung (Faktor 2) bzw. der Technik zur Güllespätdüngung (Faktor 3) in allen Versuchsjahren nur gering auf nicht signifikanten Niveaus. Während der im Jahr 2013 für die tiefe Güllespätdüngung gewählte Ein-Scheiben Schlitzinjektor der kanadischen Firma Bourgault gravierende Funktionsprobleme hatte (nicht abzustellender Schräglauflauf mit erhöhten Pflanzenverlusten), arbeitete der für diese Variante ab 2014 verwendete Doppelscheiben Injektor VREDO ZB3 problemlos und kam auch mit den großen Mengen an Zwischenfruchtresten zwischen den Maisreihen zurecht. In allen Jahren war der Mulchdeckungsgrad in den Parzellen der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung am höchsten, gefolgt von der Streifenbodenbearbeitung und der flächigen Saatbettbereitung. Somit ist es in erosionsgefährdeten Lagen sinnvoll, auf eine geringere Bodenbearbeitungsintensität zurückzugreifen, da zudem auf den meisten Standorten keine ertraglichen Einbußen - wenn doch, dann nur auf sehr geringem Niveau - zu erwarten sind.

Projektleitung: Dr. M. Demmel, Dr. S. Nesper
 Projektbearbeitung: S. Lutz, H. Kirchmeier, R. Kerger, W. Heinle, M. Scheidler (LVFZ),
 Laufzeit: 2012 - 2016
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/12/17)
 Projektpartner: IAB1a, IAB2a, IAB2c, LVFZ Achselschwang

3.1.2 Optimierung der Gülleausbringung unter Berücksichtigung der Novellierung der Düngeverordnung und der NEC-Richtlinie - Teilprojekt Technik



Versuchsgüllefass mit tief arbeitender Scheibentechnik im Winterweizen (links) und mit 5-reihigem Strip-Till Gerät im Maisbestand (rechts) zur Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger

Zielsetzung

In den kommenden Jahren müssen die Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft reduziert werden, sowohl wegen der Gesundheits- und Umweltwirkungen über den Luft- und den Wasserpfad als auch unter dem Aspekt der effizienten Nährstoffverwendung. Diese Anforderungen stellen hohe Ansprüche an die Gülleausbringung, die durch Forschungsergebnisse optimiert und entsprechende Beratung unterstützt werden muss.

Hinsichtlich der Wirkung und Effizienz flüssiger Wirtschaftsdünger bei Anwendung im Wintergetreide gibt es bisher keine Untersuchungsergebnisse zum Unterschied zwischen Schleppschuh und unterschiedlich tief arbeitenden Schlitzgeräten. Nachdem die Ausbringung im Frühjahr in den stehenden Bestand erfolgen soll, ist auch die Frage interessant, wie hoch eventuelle Pflanzenschäden durch die eingesetzten Geräte ausfallen können.

In den Versuchen zu Mais werden die zur Verfügung stehenden Techniken Schleppschuh, Scheibeninjektor und Strip Tillage mit der bisher üblichen Breitverteilung verglichen und dabei gleichzeitig verschiedene Ausbringmengen und -zeiten sowie mineralische Ergänzungen erprobt. Ziel ist, den Landwirten erprobte Systeme zur Verfügung zu stellen, die sowohl die NH_3 -Emissionen möglichst gering halten als auch eine bestmögliche Ausnutzung der Nährstoffe garantieren. Ein zweiter Versuch dient der Klärung der Frage, wie intensive Zweinutzungskulturen optimal mit den anfallenden Nährstoffmengen (Gärreste) versorgt werden können.

Methode

An den Standorten Puch und Rottbach (beide Lkr. FFB) wurden im ersten Versuchsjahr 2016 unter Federführung von IAB 2a insgesamt drei Versuche mit den Fruchtarten Winterweizen (zwei Versuchsstandorte), Silomais als Erstfrucht nach Zwischenfruchtanbau und Silomais als Zweitfrucht nach Grünroggen (jeweils ein Versuchsstandort) angelegt. Die Anlage der randomisierten und vierfach wiederholten Versuche erfolgte als einfaktorielles Lateinisches Rechteck mit Großparzellen. Die einzelnen Varianten unterscheiden sich sowohl hinsichtlich dem Zeitpunkt der Düngergabe, der Art der Düngung (organisch und / oder mineralisch), der Aufteilung sowie den Gesamtmengen (kg N/ha) als auch be-

züglich der Technik bei der Ausbringung von organischem Wirtschaftsdünger (Breitverteilung, Schleppschlauch, Schleppschuh, Scheibeninjektoren leicht und schwer). Bei Silomais wird Mulchsaat mit und ohne Saatbettbereitung sowie die Streifenbodenbearbeitung untersucht. Bei der Ausbringung des organischen Düngers mittels Streifenbodenbearbeitung gibt es zudem Varianten, bei denen Nitrifikationshemmstoffe eingesetzt werden. Das ILT ist für die Auswahl, den Aufbau, die Anpassung sowie den Einsatz der unterschiedlichen Techniken und Gerätschaften der Ausbringung der Wirtschaftsdünger sowie auch zur Anlage der beiden Maisversuche (Saatbettbereitung und Saat) verantwortlich. Hierbei wurde auf die umfangreichen Erfahrungen und Ergebnisse des BayStMELF-Projekts *„Bewertung und Optimierung von Verfahren und Technik zur Applikation von Flüssigmist bzw. flüssigen Gärresten von Mais – Erosions- und emissionsmindernde Bodenbearbeitungs- und Güllestrategien für Silomais“* der Jahre 2013 - 2016 zurückgegriffen. Das LVFZ Achselschwang unterstützt technisch die Versuchsdurchführung (Traktor mit hochgenauem, automatischen Lenksystem und Zubringerfass).

Ergebnisse

Trotz wetterbedingter kurzer Zeitfenster bei der Frühjahrsbestellung konnten die Versuche wie geplant angelegt werden. Die im vorangegangenen Projekt erprobte Technik konnte problemlos und störungsfrei eingesetzt werden. Um flüssigen Wirtschaftsdünger bei der Mais Spätdüngung in 10 - 15 cm Tiefe zwischen die Maisreihen abzulegen und den Schlitz komplett zu verschließen (Verhinderung gasförmiger Emissionen) wurde mit fünf Strip-Till Reiheneinheiten aus einem früheren Projekt (AgroKlima Bayern) ein zusätzlicher Injektor an einem neu konzipierten Teleskoprahmen aufgebaut. Nach erfolgreichem Ersteinsatz wurden größere Veränderungen an der *„tief arbeitenden Scheibentechnik“* für die Applikation von flüssigem Wirtschaftsdünger in Getreide vorgenommen, um sie an die speziellen Erfordernisse der Parzellenversuche anzupassen. Da es aufgrund der langen Blattfedern zu ungleichmäßigen Ablageabständen der Gülle kam, hervorgerufen durch einen sehr langen Hebel und schräg angestellte Scheiben, wurden die Federn soweit wie möglich gekürzt. Des Weiteren gab es in der Mitte des Verteilers Probleme mit entwurzelten Weizenpflanzen, die durch zwei V-förmig aufeinandertreffende Scheiben ausgehebelt wurden. Um dieses Problem zu lösen, werden die Scheiben nun komplett getauscht, so dass sie nach außen hin arbeiten. In der Mitte muss aufgrund von Platzproblemen eine Spezialanfertigung für eine versetzte Scheibenhaltung konstruiert und gebaut werden.

Projektleitung: Dr. M. Wendland (IAB 2a), Dr. M. Demmel
Projektbearbeitung: K. Aigner (IAB 2a), U. Dörfel (IAB 2a), R. Kerger, S. Lutz
Laufzeit: 2015 - 2018
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/15/23)
Projektpartner: IAB 2a, AVB Puch, LVFZ Achselschwang

3.1.3 Untersuchung und Bewertung der Wirkung von Zusatzwerkzeugen für Einzelkornsäegeräte für die Mulchsaat von Mais



Mulchsaat ohne Saatbettbereitung (links), abgefrorene Zwischenfrucht im März (rechts)

Zielsetzung

Bodenerosion stellt nach wie vor ein großes Problem beim Maisanbau speziell in Hanglagen dar. Durch eine konsequente Umsetzung der Mulchsaat mit einer möglichst großen (> 30 %) Bodenbedeckung mit organischem Material kann hier eine Verbesserung erreicht werden. Gerade die Mulchsaat ohne bzw. mit schonender Saatbettbereitung konnte sich bislang nicht etablieren. Ein Grund dafür ist, dass vorhandene Sätechnik, trotz Mulchsaatausrüstung, mit großen Mulchauflagen oft nicht zufriedenstellend arbeitet. Abhilfe können hier spezielle Zusatzwerkzeuge, sogenannte „Planter Attachments“ schaffen. Ziel der Untersuchung ist es, Erkenntnisse über die Effekte der Zusatzaggregate hinsichtlich des Feldaufgangs, der Pflanzenentwicklung und des Ertrags zu erarbeiten und daraus Beratungsempfehlungen für die technische Optimierung der Mulchsaat bei Mais abzuleiten.

Methode

Zur Untersuchung der oben angeführten Fragestellung wurde seit 2015 auf 3 Standorten jeweils ein vierfach wiederholter, vollständig randomisierter, dreifaktorieller Großparzellenversuch angelegt, zweimal nach einem abfrierenden Zwischenfruchtgemenge und einmal nach abgeerntetem Grünroggen.

Die Bodenbearbeitung und Bestellung (Faktor 1) erfolgt bei der Stufe 1 **Mulchsaat mit Saatbettbereitung** mit der Kreiselegge bzw. Kurzscheibenegge. In Stufe 2 **Mulchsaat ohne Saatbettbereitung** wird der Mais direkt in den abgefrorenen Zwischenfruchtbestand bzw. die Grünroggenstoppel gesät. Als Vorwerkzeuge (Faktor 2) werden in einer Kontrollvariante **keine zusätzlichen Vorwerkzeuge** eingesetzt. In den übrigen Varianten werden **vorlaufende gewellte Schneidscheiben**, **vorlaufende Räumsterne** bzw. eine **Kombination aus vorlaufender Schneidscheibe und Räumsternen** verwendet. Darüber hinaus werden die Andruckrollen variiert (Faktor 3). Neben den üblichen **gummierten Stahlrollen** wird eine **Kombination aus einer gummierten Stahlrolle und einer strukturierten Stahlrolle** eingesetzt. Die Versuche werden als Körnermais beerntet.

Ergebnisse

Bislang liegen Ergebnisse aus 2 Versuchsjahren vor. Auf allen 3 Standorten und nach beiden Vorfrüchten (abfrierende Zwischenfruchtmischung bzw. abgeernteter Grünroggen) arbeitete das eingesetzte, Mulchsaat taugliche Einzelkornsägerät mit Scheibenscharen störungsfrei und zuverlässig. Zu den einzelnen Varianten kann derzeit noch keine gesicherte Aussage getroffen werden. Dennoch zeichnen sich zumindest einige Tendenzen ab:

1. Der Feldaufgang und der Ertrag war bei der Mulchsaat mit Saatbettbereitung nicht durchwegs höher als bei der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung. Hier spielt der Zustand des Bodens und die Witterung eine entscheidende Rolle. Unter günstigen Bodenvoraussetzungen (keine Verdichtungen/Fahrspuren, Staunässe) führt das Verfahren ohne Saatbettbereitung besonders unter trockenen aber auch normalen Witterungsbedingungen zu adäquaten Erträgen bei einem hohen Erosionsschutzniveau.
2. Mit Strohräumern und zusätzlichen Schneidscheiben ausgerüstet war der Feldaufgang bislang in der Tendenz höher als nur mit Räumsternen. Eine Erklärung hierfür könnte an der Bodenlockerung und damit verbundenen Schaffung von Feinerde durch das Eingreifen der leicht gewellten Schneidscheiben liegen. Allerdings muss in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, dass auch ohne zusätzliche Vorwerkzeuge der Feldaufgang meist deutlich über 90 % lag.
3. Zwischen den Varianten mit gummierter Stahlrolle und strukturierten Andruckrollen zeigt sich bisher ein uneinheitliches Bild. Während an einem Standort die gezackte Andruckrolle zu einer tendenziellen Verbesserung führte, zeigt sich an den anderen Standorten ein eher gegenteiliges Bild.

Es dürfen noch keine endgültigen Schlüsse gezogen werden, sondern der weitere Projektverlauf und mehrjährige Auswertungen sind abzuwarten. Zu bedenken gilt es auch, dass die Witterung der vergangenen Jahre sowohl für das Wachstum des Maises (zum Teil extrem schlechte Maiserträge in 2015) als auch für die Entwicklung der Zwischenfrüchte (sehr trockene Aussaatbedingungen insbesondere im Herbst 2015 und 2016) nicht optimal war. Bislang konnten auf den Versuchsstandorten keine überdurchschnittlich üppigen Zwischenfruchtbestände erzeugt werden, die womöglich eine besondere Herausforderung für die Aussaat darstellen. Bei extrem stark entwickelten Zwischenfruchtbeständen könnten sich durchaus Vorteile für die eingesetzten Zusatzwerkzeuge ergeben, die sich in Feldaufgang und Ertrag wieder finden.

Projektleitung: Dr. M. Demmel
Projektbearbeitung: H. Kirchmeier, R. Kerger, S. Lutz
Laufzeit: 2015 - 2017
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/15/10)
Projektpartner: LVFZ Achselschwang, TUM Versuchsstation Thalhausen und Landwirt (Höckmeier Eschelbach bzw. Starringer Gerenzhausen), mit freundlicher Unterstützung der Väderstad GmbH

3.1.4 Entwicklung eines Systems für die Verlegung und Bergung von Tropfschläuchen



*Prototyp des 6-reihigen Verlegegerätes für Tropfschläuche mit hydraulisch absenkbar
Magazinhaltern (links) Prototyp des 3-reihigen Bergegerätes (rechts)*

Zielsetzung

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

Methode

Nach einer umfangreichen Aufnahme und Bewertung der verfügbaren und angewendeten Verlege- und Bergeverfahren wurden die technischen Anforderungen an eine mechanisierte Verlegung und Bergung unterschiedlicher Tropfschläuche in Zusammenarbeit mit Praktikern in Lastenheften erarbeitet und gemeinsam mit einer Maschinenbaufirma in Pflichtenhefte überführt. Diese bildeten zusammen mit Untersuchungen zur Schlauchdehnung und zum Grünanteil bei frühzeitiger Schlauchbergung die Grundlage für die Konzeption und Konstruktion der optimierten Verlege- und Bergetechnik. Nach dem Bau von ersten Prototypen durchlief das Projekt einen Prozess wiederholter Felderprobung und kontinuierlicher Verbesserungen und Weiterentwicklungen.

Ergebnisse

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

Ein 6-reihiger Prototyp eines Verlegegerätes für Tropfschläuche wurde konstruiert, gebaut und erprobt. Dieser ist mit drei hydraulisch klappbaren Trommelmagazinen ausgestattet, die je Reihe drei Trommeln mit Tropfschläuchen aufnehmen können. Bei der Entwicklung wurde sehr viel Wert auf eine ergonomisch günstige Bestückung der Magazine gelegt. Durch die einzeln hydraulisch zum Traktor hin schwenkbaren Magazine wird die Zugänglichkeit zu den innenliegenden Magazinen deutlich erleichtert. Zudem wird der Schwerpunkt der Maschine zum Traktor verlagert. Die Scharkörper, welche einzeln über Parallelogramme am Grundrahmen montiert sind, folgen den Kartoffelreihen mittels Führungsblechen, in die sie höhenverstellbar integriert sind. Zusätzlich sind die einzelnen Schar-

körper mit einem hydraulischen Be- und Entlastungssystem ausgestattet, damit der Schar-
druck an die unterschiedlichen Bodenverhältnisse angepasst werden kann. Durch die mo-
dulare Bauweise ist es auch möglich, die Magazine auf herkömmlichen Häufelgeräten zu
installieren.

Die Betriebsaufzeichnungen der Agrar-Genossenschaft eG Zodel belegen, dass für das
Verlegen der Tropfschläuche (incl. der Feldan- und Feldabfahrten) mit der neu entwickel-
ten Technik 2,78 Akh/ha aufgewendet wurden. Mit der neuen Verlegetechnik konnte so-
mit der Arbeitsaufwand gegenüber der bisher auf dem Betrieb eingesetzten Verlegetechnik
um mehr als die Hälfte reduziert werden. (Link zum Video über das Verlegen von Tropf-
schläuchen mit dem 6-reihigen Gerät aus dem Jahr 2016:
<http://www.lfl.bayern.de/ilt/pflanzenbau/marktfruchtanbau/062315/index.php>).

Die Bergung der Tropfschläuche erfolgte bisher 2-phasig. Im ersten Arbeitsschritt werden
die Tropfschläuche aus dem Bestand gehoben und wieder abgelegt. In einem zweiten Ar-
beitsschritt werden sie vom Feldrand aus aufgewickelt.

Bei der Neuentwicklung werden die Schläuche in einem Arbeitsgang geborgen. Unter-
schiedliche Hebe- und Wickeltechniken wurden in zwei Versuchsmaschinen implemen-
tiert, im praktischen Einsatz getestet, modifiziert und das erfolgversprechendere System
weiter optimiert. Hierzu wurde auch ein neues Konzept zur Regelung der Schlauchspan-
nung beim Aufwickeln entwickelt. In der Erntekampagne 2015 wurde das neuentwickelte
System zunächst 1-reihig auf dem Versuchsbetrieb „Baumannshof“ und bei der Agrar-
Genossenschaft eG Zodel in der Praxis getestet. Mit dem 1-reihigen Modul konnten so-
wohl Mehrweg- als auch Einwegschläuche geborgen werden. Das Modul wurde sowohl in
stark verunkrauteten als auch in noch nicht abgereiften Kartoffelbeständen erfolgreich ge-
testet. Nach Überprüfung der Funktionssicherheit wurde ein 3-reihiges Bergegerät kon-
struiert und aufgebaut, das auf diesem Steuerungskonzept basiert. Ursprünglich sollte ein
6-reihiges Bergegerät entwickelt werden. Zu Gunsten einer günstigen Ablage von vollen
Schlauchtrommeln und Leermagazinen und den Vorteilen eines ergonomisch optimalen
Handlings wurde jedoch ein 3-reihiges Bergegerät gebaut.

Im 1-Mannbetrieb konnten mit dem Gerät 0,49 ha/h Tropfschläuche geborgen werden
(2,1 Akh/ha). Bisher mussten nach den Aufzeichnungen der Agrar-Genossenschaft eG
Zodel für das Bergen 9,2 Akh/ha aufgewendet werden. Für das Beschicken, Entleeren und
den Wechsel der Magazine im Feld mit der neuen Technik wurden 50 % der Arbeitszeit
aufgewendet. Das Fahren im Bestand während des Bergens beanspruchte 25 % der
Arbeitszeit bei einer rechnerisch ermittelten mittleren Vorfahrtsgeschwindigkeit von
7,2 km/h. In 25 % der Arbeitszeit mussten Störungen wegen sich lösenden Schlauchver-
bindern behoben werden.

Entsprechend der Zielsetzung der Programme zur Innovationsförderung des BMLF beab-
sichtigt die Firma Schöpstal Maschinenbau zusammen mit der Agrar-Genossenschaft Zodel
e.G. die beiden Geräte zur AGRITECHNICA 2017 auf den Markt zu bringen.

Projektleitung: Dr. M. Demmel
Projektbearbeitung: G. Neumaier
Laufzeit: 2013 - 2016
Finanzierung: BLE Programm zur Innovationsförderung (FKZ: 28-1-55004.11)
Projektpartner: Agrar-Genossenschaft eG Zodel, Schöpstal Maschinenbau GmbH

3.1.5 Ernte von Körnermaisstroh – Vergleich verschiedener Erntetechniken hinsichtlich Strohertrag und -qualität



Fachvorträge und Vorführung der Maisstroh-Erntetechniken beim Infotag „Körnermaisstroh als Biogassubstrat“ am 20.10.2016 in Grub

Zielsetzung

Pro Jahr fallen in Deutschland beim Körnermaisanbau etwa 3,8 Mio. t Trockenmasse (TM) Körnermaisstroh an, die bislang ungenutzt auf dem Feld verbleiben. Da Körnermaisstroh ein sehr hohes Methanbildungspotenzial von 80 - 90 % im Vergleich zu Silomais aufweist, nicht unter den „Maisdeckel“ fällt (der Einsatz von Mais und Getreidekörnern wird im EEG 2017 auf bis zu 44 Masseprozent begrenzt) und mit Vollkosten von rund 5 Cent/kWh_{el} konkurrenzfähig ist, stellt es ein überaus interessantes Substrat für die Biogasproduktion dar. Voraussetzung für die künftige Nutzung von Körnermaisstroh in der Biogasproduktion ist jedoch eine genaue Kenntnis der Interaktion zwischen der Verfahrenstechnik zum Schwaden und Bergen und den Strohmengen und -feuchten bzw. den Erntebedingungen und somit die resultierenden technisch erntbaren Strohmengen. Ziel der Untersuchungen ist es daher, die Stroherträge und auch -qualitäten verschiedener Ernteverfahren unter variierenden Bedingungen zu untersuchen.

Methode

Dazu wurden an der LfL-Versuchsstation Grub von 2014 - 2016 Feldversuche mit acht Ernteverfahren (4 Schwadtechniken x 2 Bergungstechniken) auf Großparzellen in vierfacher Wiederholung durchgeführt. Als Schwadtechniken wurden der BioChipper (BioG GmbH), der Schwadhäcksler UP-6400 (Uidl Biogas GmbH/Agrinz Technologies GmbH), der Mais Star* Collect (Carl Geringhoff Vertriebsgesellschaft mbH & Co.KG) und der Merge Maxx 900/902 (Kuhn S.A.) eingesetzt. 2016 wurde zusätzlich die Variante „Dreschen knapp unterhalb des Kolbens ohne Schneiden/Zerkleinern der Restpflanze + Direct Disc 500“ getestet. Die Bergung erfolgte mit einem Feldhäcksler mit Pick-up-Vorsatz und einem Kurzschnittladewagen. Um den Effekt unterschiedlicher Erntebedingungen testen zu können, wurden für alle Ernteverfahren zwei „Feldliegezeiten“ (Schwaden und Bergen direkt nach dem Drusch bzw. erst vier Tage nach dem Drusch) und verschiedene Strohverhältnisse (drei Sorten mit unterschiedlichen TS-Gehalten und Strohmengen) gewählt. Zur Ermittlung des „Maisstrohpotenzials“, wurde für jede Parzelle eine Handerte durchgeführt und der potenzielle Strohertrag (= Gesamtpflanze abzüglich der Körner; Schnitthöhe direkt über dem Boden) erhoben. Durch Aufsammeln und Verwiegen der Schwadmenge eines laufenden Meters wurde der „auf Schwad gelegte Strohertrag“ erfasst. Zielgröße des Versuches war der „abgefahrene Strohertrag“. Hierfür wurde aus jeder

Parzelle das geschwadete Stroh von 0,036 ha mit dem Häcksler bzw. Ladewagen geborgen und verwogen. Zur Beurteilung der Maisstrohqualität, wurden der TS- und Rohaschegehalt (als Maß für die Verschmutzung) und mithilfe einer Trommelsiebmaschine auch die Häcksellängen ermittelt.

Ergebnisse

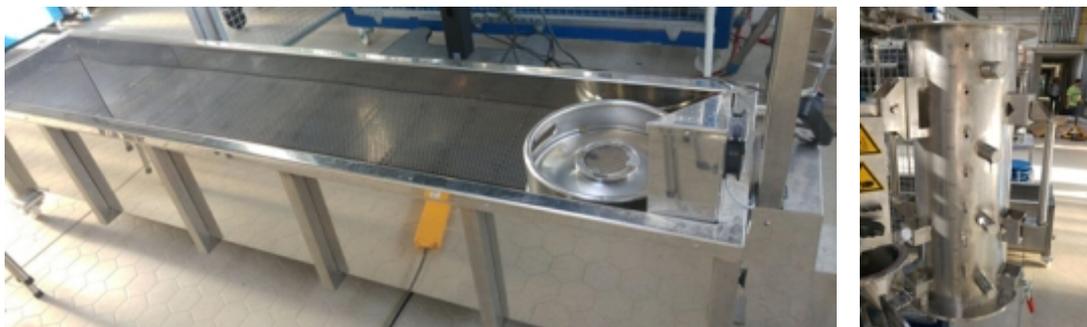
Im Durchschnitt der Jahre 2014 - 2015 lag das Maisstrohpotenzial bei 103,2 dt/ha TM. Davon konnten im zweijährigen Mittel über alle Ernteverfahren 55,6 dt/ha geschwadet und 46,8 dt/ha geborgen werden, so dass die Ernteverluste in Höhe von 56,4 dt/ha größer waren als die abgefahrenen Stroherträge. Während für die auf Schwad gelegten Stroherträgen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Schwadtechniken bestanden, waren die abgefahrenen Stroherträge des Mais Star* Collect (50,7 dt/ha) signifikant höher als die des Schwadhäckslers (42,7 dt/ha). Beide unterschieden sich jedoch nicht signifikant zu den Schwadtechniken BioChipper und Merge Maxx 900/902. Bezüglich der Qualitätsparameter TS-Gehalt und Rohaschegehalt unterschied sich lediglich der Mais Star* Collect von den anderen Schwadtechniken. Eine Ernte mit dem Mais Star* Collect führte zu signifikant geringeren TS-Gehalten (46,5 %) und auch Rohaschegehalten (5,7 %) im Erntegut während die übrigen Schwadtechniken auf einem vergleichbaren Niveau lagen (TS-Gehalte von 51,1 - 52,5 %; Rohaschegehalte von 7,1 - 7,6 %). Im Gegensatz zur Schwadtechnik hatte die Bergungsart keinen Einfluss auf Ertrags- und Qualitätsparameter. Die Ergebnisse von 2016 wie auch die dreijährigen Ergebnisse der Häcksellängen-Bestimmung werden aktuell aufbereitet und verrechnet.

Ertrags- und Qualitätsparameter der untersuchten Schwadtechniken (Mittelwerte ± Standardabweichung; Mittel der Versuchsjahre 2014 und 2015 für die Varianten „kurze Feldliegezeit“ und „Sorte LG 32.58“; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb der Spalte; Student-Newman-Keuls-Test, α= 0,05)

	auf Schwad gelegter Maisstroh-TM-Ertrag [dt/ha] n = 8	abgefahrener Mais- stroh-TM-Ertrag [dt/ha] n = 16	TS-Gehalt Maisstroh [%] n = 16	Rohaschegehalt Maisstroh [% TM] n = 16
BioChipper	52,1 ± 9,6 a	46,4 ± 5,0 ab	52,5 ± 9,9 a	7,4 ± 2,2 a
Schwad- häcksler	53,8 ± 10,0 a	42,7 ± 4,6 b	51,6 ± 11,5 a	7,6 ± 1,6 a
Mais Star* Collect	64,8 ± 12,7 a	50,7 ± 7,1 a	46,5 ± 11,0 b	5,7 ± 1,1 b
Merge Maxx 900/902	51,7 ± 10,1 a	47,4 ± 8,5 ab	51,1 ± 9,8 a	7,1 ± 2,1 a
ø	55,6 ± 11,5	46,8 ± 7,0	50,4 ± 10,6	7,0 ± 1,9
p-Wert	0,0712	0,0111	0,017	0,0077

Projektleitung: Dr. J. Eder (IPZ 4a), S. Thurner
 Projektbearbeitung: M. Fleschhut (IPZ 4a)
 Laufzeit: 2014 - 2017
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: N/14/07)
 Projektpartner: Uidl Parts/Agrinz Technologies GmbH, Kuhn Maschinen-Vertrieb GmbH, BioG Biogastechnik GmbH, Carl Geringhoff Vertriebsgesellschaft mbH

3.1.6 Erarbeitung und Optimierung eines praxistauglichen Verfahrensablaufs für das Keimen, Mälzen und Silieren von Sojabohnen und Sojakeimen sowie analytische Untersuchungen des Potenzials als Proteinfuttermittel für die Geflügel- und Schweinefütterung



Die Versuche wurden im Technikumsmaßstab durchgeführt, wobei nach dem Weichen (links), die feuchten Sojabohnen direkt in der Darre erhitzt wurden (rechts)

Zielsetzung

Um Sojabohnen in der Tierernährung einzusetzen, werden diese hitzebehandelt, um antinutritive Substanzen soweit wie nötig zu reduzieren. Eine weitere Möglichkeit stellt eventuell die Keimung von Sojabohnen dar. Zumindest gibt es in der Literatur Hinweise darauf, dass während der Keimung die Trypsininhibitoraktivität (TIA) als der Hauptvertreter der antinutritiven Inhaltsstoffe stark reduziert wird. In diesem Projekt sollen daher erste Versuche durchgeführt werden, um folgende Fragen zu beantworten:

- Stellt die gekeimte Sojabohne ein neues, hochwertiges Eiweißfuttermittel, insbesondere für Monogastriden, dar? Welchen Effekt hat die Keimung auf die wertgebenden Inhaltsstoffe der Sojabohne?
- Ist der Keimungsvorgang der Sojabohne eine Alternative zu anderen Aufbereitungsmethoden, um den Gehalt an antinutritiven Stoffen (z. B. TIA) zu reduzieren?

Methode

Für die Versuche stand die Technikumsanlage der Brau- und Getränketechnologie der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf zur Verfügung. Diese besteht aus den drei Elementen Weiche, Keimkasten und Darre. Das Funktionsprinzip der Weiche unterscheidet sich dabei kaum von dem einer industriellen Weichanlage. Einziger Unterschied ist, dass das Keimgut durch einzelne Weichgefäße getrennt wird und nicht wie in der Industrie üblich, als Charge behandelt wird. Durch Befüllen mittels Wasserschlauch wird die Naßweiche eingeleitet. Deren Dauer und somit der Beginn der Trockenweiche kann über eine Zeitschaltuhr automatisch geregelt werden. Die Weichgefäße, modifizierte KEG-Fässer mit Gitter, ermöglichen das Eindringen sowie Auslaufen des Wassers. Der Keimapparat besteht aus einer Keimkammer und einer Steuereinheit. Die Weichfässer werden im Keimkasten in beweglichen Aufnahmeeinrichtungen fortlaufend langsam gewendet. Die wichtigsten Parameter wie Wassergehalt und Temperatur werden über eine Steuereinheit geregelt. Das gekeimte Material für die Laboruntersuchungen im Rahmen einer Masterarbeit wurde in einer ersten Bachelorarbeit hergestellt, wobei die Keimrate mit 70 bis 80 % ungewöhnlich niedrig war. Für eine zweite Bachelorarbeit kam nach der Weiche die Darre zum Einsatz. Die Darre kann im Umluftbetrieb oder im Frischluftbetrieb laufen. Beim

Umluftbetrieb ist die Luftfeuchtigkeit in der Darre sehr hoch, wohingegen der Frischluftbetrieb trockene, heiße Luft zum Material führt und auch zum Trocknen des Materials am Ende des Prozesses eingesetzt wird.

Für die zweite Bachelorarbeit wurden die Sojabohnen zunächst nach dem in der ersten Bachelorarbeit erarbeiteten Weichschema gequollen. Dieses Schema sieht nach einer ersten 3-stündigen Naßweiche eine Trockenweiche von 5 Stunden vor. Anschließend folgt wiederum eine Naßweiche über 4 Stunden, gefolgt von einer 12-stündigen Trockenweiche. Die derart geweichten Sojabohnen wurden dann in der Darre unterschiedlich hitzebehandelt. Hierbei variierten die Parameter Dauer (0,5 oder 1,0 Stunden), Temperatur und Luftfeuchte, wobei die Sojabohnen zuerst im Umluftbetrieb bei 30, 40, 50, 80, 85, 95 oder 105 °C aufgeheizt und anschließend unterschiedlich lang hitzebehandelt wurden, bevor sie im Frischluftbetrieb bei 80 oder 100 °C getrocknet wurden. Als entscheidende analytische Zielgrößen wurden die TIA sowie die Eiweißlöslichkeit in Kalilauge (KOH) von feuchten Proben direkt nach dem Umluftbetrieb und den trockenen Proben am Ende des Frischluftbetriebs analysiert.

Ergebnisse

Die Analyse der geweichten und gekeimten Sojabohnen aus der ersten Bachelorarbeit zeigte, dass die TIA nicht auf das gewünschte Niveau von weniger als 4 - 5 mg TIA/g Trockenmasse (TM) abgesenkt werden konnte. Weiterhin zeigte sich ein signifikanter TM-Verlust bereits ab dem 3. Keimtag, der bis zum 10. Keimtag insgesamt 24 % TM-Verlust betrug. Bei allen anderen Rohnährstoffen wurden Verluste in ähnlichen Größenordnungen verzeichnet. Parallel dazu stieg die Konzentration z. B. an Rohprotein im Vergleich zur TM über die Dauer der Keimung leicht an. Abschließend kann festgehalten werden, dass durch die Atmungsprozesse des Keimlings und den damit einhergehenden Verlust an TM und Nährstoffen bei gleichzeitig ungenügendem Abbau der TIA die Keimung keine Alternative zur Hitzebehandlung von Sojabohnen darstellt.

In ersten Tastversuchen mit den oben beschriebenen Darrschemata konnte gezeigt werden, dass bei ausreichender Absenkung des TIA-Gehalts die Eiweißlöslichkeit ebenfalls sehr stark nach unten ging. Daraus resultiert, dass es durch die Behandlungen sowohl bei den Proben, die direkt nach dem Umluftbetrieb, als auch bei den Proben, die nach dem Frischluftbetrieb entnommen wurden, zu einer Proteinschädigung kam. Einige in den Tastversuchen erprobte Varianten lassen etwas Spielraum bei der TIA, so dass durch eine Verfahrensoptimierung in einem zweiten Schritt eine genügende Absenkung der TIA bei gleichzeitig noch akzeptabler Proteinschädigung erreichbar erscheint.

Projektleitung: S. Thurner
Projektbearbeitung: L. Spinnarke, K. Mayr (TUM), D. Hoffmann, D. Brugger (TUM),
Dr. J. Maxa
Laufzeit: 2015 - 2017
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: E/15/02)
Projektpartner: Prof. Dr. W. Ruß: Lehrstuhl für Apparate- und Anlagentechnik in
der Getränkeherstellung, Brau und Getränke Verfahrenstechnik, An-
lagentechnik und -design der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
(HSWT), Prof. Dr. W. Windisch: Lehrstuhl für Tierernährung der
Technischen Universität München (TUM)

3.1.7 Optimierung dezentraler Sojaaufbereitungsverfahren mittels Online - Prozesssteuerung über Nahinfrarot – Spektroskopie (SojaNIRS)



Entölter Sojakuchen (links), Nahinfrarot-Spektrometer zum Aufzeichnen und Validieren der Kalibration (Mitte) und Ross 308 Broiler für Geflügelfütterungsversuche (rechts)

Zielsetzung

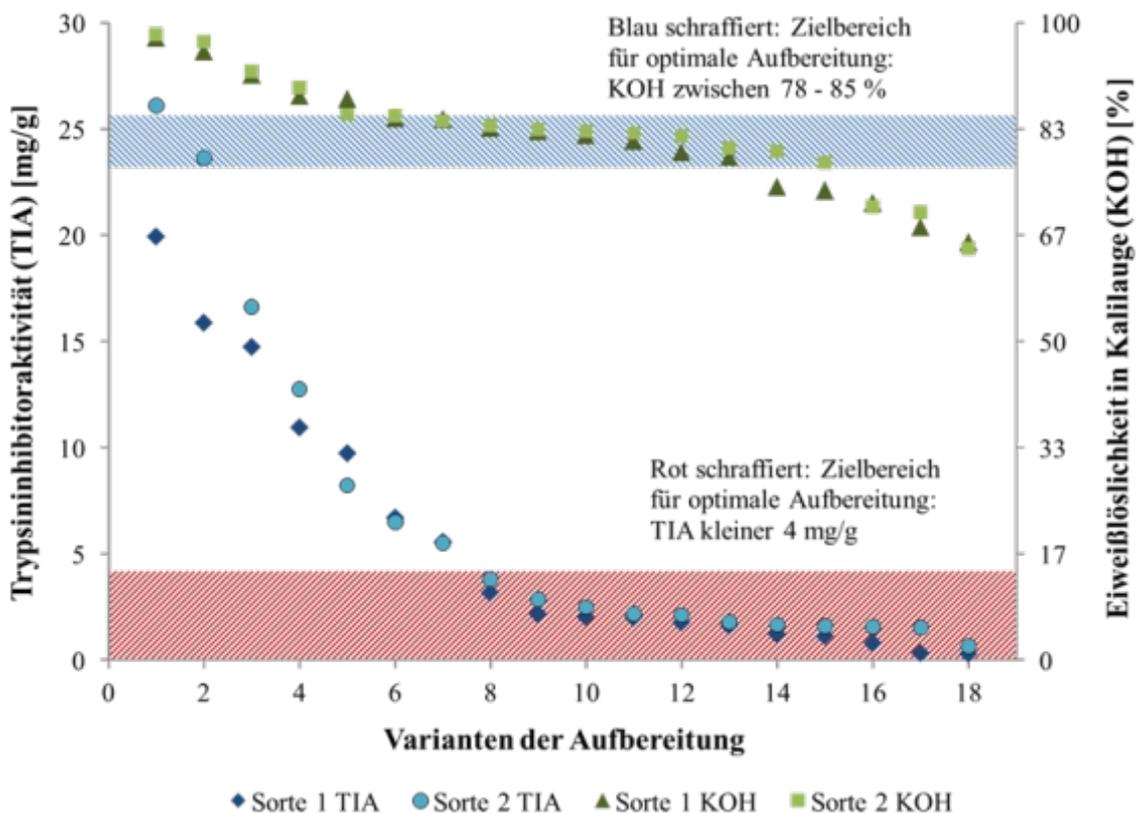
Die Sojabohne stellt auf Grund ihres Aminosäuremusters eine wertvolle Proteinkomponente für Monogastrier dar. Jedoch enthalten rohe Sojabohnen hohe Mengen an antinutritiven Stoffen (z. B. Trypsininhibitoren). Deshalb ist es notwendig, vor der Verfütterung von Sojabohnen verschiedene Maßnahmen durchzuführen (z. B. Hitzebehandlung), um den Gehalt an antinutritiven Stoffen auf ein tolerierbares Maß zu senken. Übermäßige Hitzebehandlung führt durch eine Reduktion der nutzbaren Aminosäuren zu einem negativen Einfluss auf die Qualität des Futtermittels. Folglich muss die Hitzebehandlung von Sojaprodukten optimiert werden. Aus den genannten Punkten leiten sich mehrere Projektziele ab. Zuerst soll der Einfluss verschiedener Aufbereitungsverfahren mit unterschiedlicher Aufbereitungsintensität auf die Inhaltsstoffe der Sojabohnen getestet werden. Mit Hilfe von nasschemischen Analysen und in-vivo-Geflügelfütterungsversuchen werden die verschiedenen Aufbereitungsvarianten analysiert und bezüglich der damit realisierbaren zootecnischen Leistungen bewertet. Ein weiteres Projektziel ist die Erstellung einer NIRS-Kalibration für teilentölte Sojaprodukte mit Hilfe der bei der Aufbereitung aufgenommenen Spektren, den Werten der nasschemischen Analytik und den Ergebnissen der Geflügelfütterungsversuche. Am Ende soll das Projekt in die Integration eines NIRS - Systems in eine dezentrale Aufbereitungsanlage zur Online-Prozesssteuerung und -optimierung münden.

Methode

Zunächst stand die technische Umsetzung der Sojaaufbereitung im Mittelpunkt. Hierfür wurden zwei verschiedene Sorten Sojabohnen aufbereitet. Die Sortenauswahl erfolgte an Hand des Trypsininhibitorgehalts (TIA). Beide Sorten wurden identisch auf vier verschiedene Arten aufbereitet: thermisch, hydrothermisch, druckthermisch und darrthermisch. Im Anschluss an die Aufbereitungsversuche werden Fütterungsversuche mit Broilern, Jung-hennen und Legehennen durchgeführt, um die Eignung der aufbereiteten Sojabohnen als Futtermittel zu bewerten. Die Tierversuchgenehmigungen für alle drei Tierversuche wurden eingereicht. Weiterhin soll für verschiedene Inhaltsstoffe der Rohware und der aufbereiteten Ware eine NIRS - Kalibration anhand der gesammelten NIR-Spektren und den Ergebnissen der chemischen Analytik erstellt werden.

Ergebnisse

Die Aufbereitungsversuche ergaben bei den zwei verwendeten Sorten, wie angestrebt, eine gute Abstufung der Trypsininhibitoraktivität. Es konnten sowohl unterbehandelte, optimal behandelte als auch überbehandelte Teilchargen erzeugt werden (Abb.). Von Seiten der TIA wird ein Wert unter 4 mg/g angestrebt. Bestätigt wird die Erzeugung unterschiedlicher Teilchargen durch Eiweißlöslichkeit in Kalilauge (KOH). Dort liegt der Zielbereich für eine optimale Aufbreitung zwischen 78 und 85 % Eiweißlöslichkeit. Alle untersuchten Verfahren waren geeignet, Soja so aufzubereiten, dass die Zielkriterien (TIA, KOH) eingehalten werden konnten.



Reduzierung der Trypsininhibitoraktivität (TIA) und der Eiweißlöslichkeit in Wasser (KOH) bei Einsatz verschiedener Aufbereitungstechniken

Projektleitung: S. Thurner
 Projektbearbeitung: D. Hoffmann, M. Mika
 Laufzeit: 2014 - 2017
 Finanzierung: BÖLN (FKZ: 2814EPS022)
 Projektpartner: Lehrstuhl für Tierernährung der TUM, Amandus Kahl GmbH & Co. KG, Evonik Industries AG, dezentrale Sojaaufbereitungsanlagen in Bayern

3.1.8 Effiziente Heubelüftung – Erarbeitung von Kennzahlen effizienter Heubelüftungsanlagen und Evaluierung der gesamtbetrieblichen Auswirkungen beim Einsatz von Belüftungsheu als Hauptfutterkomponente in Milchviehbetrieben



*Befüllung der Belüftungsbox der Versuchsanlage Hübschenried
(Innen- und Außenansicht)*

Zielsetzung

Durch den Wegfall der Milchquote und die Suche nach Marktnischen ist das Interesse von Landwirten und Beratern an einer effizienten Nutzung von Grünland durch die Erzeugung von qualitativ hochwertigem Heu stark gestiegen. Dazu beigetragen haben auch aktuelle Förderprogramme für Heubelüftungstechnik (z. B. BaySL) oder für die Produktion von Heumilch (KULAP). Landwirte stellen dabei die Frage, ob Belüftungsheu ähnlich effizient produziert werden kann wie Silage. Daher ist das Ziel des Forschungsprojekts, ausgewählte Verfahren der Produktion und Vorlage von Belüftungsheu und Silage in Milchviehbetrieben zu vergleichen. Dazu soll das Verfahren der Heubelüftung bezüglich Technik und Belüftungsprozess an der im Aufbau befindlichen Versuchsanlage Hübschenried unter Berücksichtigung von hoher Futterqualität und Proteinerhalt evaluiert und optimiert werden. Ein weiterer wirtschaftlich entscheidender Aspekt ist der notwendige Arbeitszeitbedarf für die Verfahren zur Heubelüftung vom Feld bis zum Trog. Dazu gibt es bisher keine neueren einschlägigen Daten. Hier wird jedoch der größte Unterschied zur Silagewirtschaft gesehen. Darum soll zum einen der Arbeitszeitaufwand (d. h. die Ist-Situation) für die untersuchten Verfahren in Praxisbetrieben ermittelt werden und zum anderen Kalkulationsmodelle zur Ermittlung des Arbeitszeitbedarfs für die lose Kette bei der Belüftungsheuproduktion erstellt werden.

Methode

Für verschiedene Verfahren zur Heubelüftung (Luftentfeuchtung, Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmerückgewinnung) werden der Energieverbrauch für Strom und Wärme mittels vergleichenden Messungen an der für Versuche umgebauten Heubelüftungsanlage Hübschenried ermittelt. Es werden grundlegende Zahlen zur notwendigen Energie- und Luftmenge, Lufttemperatur und -feuchte sowie -druck in Exaktversuchen erfasst. Mit Hilfe dieser Heubelüftungsversuchsanlage werden zudem Kennzahlen zu Trockenmasse- und

Nährstoffverlusten während der Trocknung erarbeitet. Weitere Untersuchungen werden zur Futterqualität mit Fokus auf den Proteinerhalt, das pansenstabile Eiweiß (UDP) und der Minimierung von verderbanzeigenden Mikroorganismen sowie zur Ermittlung des Einflusses des Rohaschegehalts auf den Futterwert von Belüftungsheu durchgeführt.

Die Erhebung der arbeitswirtschaftlichen Ist-Situation wird mit Hilfe der Arbeitstagebücher während repräsentativer Perioden in ausgewählten Milchviehbetrieben mit Belüftungsheu- und Grassilageproduktion und -fütterung durchgeführt. Bei der Futterwerbung und -bergung sollen möglichst alle Schnitte und bei der Fütterung zwei 2-wöchige Perioden (einmal während einer Winter- und einmal während einer Sommerperiode) innerhalb eines Jahres erfasst werden. Weiterhin werden Arbeiten an der Erstellung der Kalkulationsmodelle (in MS Excel) zur Berechnung des Arbeitszeitbedarfs durchgeführt. Zur Ermittlung der Planzeiten für diese Modelle werden Zeitstudien (Zeitmessungen auf dem Niveau einzelner Elemente (mittels des MULTIDATA Datenerfassungsgeräts der Firma Drigus) mit der Erfassung der dazugehörigen Einflussgrößen) an ausgewählten Betrieben erfolgen. Zusätzlich werden Rahmenbedingungen, technische Ausstattung und die Verfahrensabläufe der gesamten Kette vom Feld bis zum Trog bei Belüftungsheu und Grassilage durch eine Umfrage ermittelt.

Ergebnisse Versuchsanlage Hübschenried

An der Heubelüftungsversuchsanlage in Hübschenried sind die Holzbauarbeiten und die Installation der Messtechnik (Durchflussanemometer und Heißfilmanemometer im Belüftungskanal, Drucksensoren und Luftfeuchtigkeitsfühler in den beiden Boxen sowie Wiegezellen unter den Boxen) abgeschlossen. Zur Sicherstellung der richtigen Positionierung und der ausreichenden Sensitivität der Messinstrumente zur Ermittlung des Volumensstroms, der abhängig ist vom herrschenden Druck und vom Querschnitt des Belüftungskanals, werden die Instrumente im Testkanal geprüft und mit einem mobilen Flügelradanemometer validiert. Die Tests an der eingebauten Messtechnik wurden im Winter 2016/17 durchgeführt. Die Fertigstellung der Zu-, Um- und Abluftkanäle für Box 1 (Entfeuchtungssystem) für den wahlweisen Umluftbetrieb soll im Frühjahr 2017 erfolgen.

Ergebnisse Arbeitswirtschaft

Die Arbeitstagebücher und der Fragebogen zu arbeitswirtschaftlichen Fragestellungen bei Heubelüftungs- und Silagebetrieben wurden erstellt. Die Arbeitstagebücher wurden im Herbst 2016 an Praxisbetriebe verteilt. Derzeit laufen Arbeitszeitaufzeichnungen bei der Innenwirtschaft während der zweiwöchigen Winterperiode. Die Erfassung des Arbeitszeitaufwands bei Futterwerbung und Bergung wird hauptsächlich im Verlauf des Jahres 2017 durchgeführt. Nur einzelne Betriebe haben im letzten Jahr auch bereits ein bzw. zwei Schnitte erfasst. Die ersten Zeitmessungen zur Ermittlung der Planzeiten für ausgewählte Verfahren der Innenwirtschaft bei der Fütterung des Belüftungsheus beginnen Ende Februar 2017.

Projektleitung: S. Thurner, Dr. B. Haidn
Projektbearbeitung: Dr. J. Mačuhová, S. Jakschitz-Wild
Laufzeit: 2015 - 2018
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/15/03)
Projektpartner: Praxisbetriebe, ITE, LTE (TUM)

3.1.9 Grünleguminosen als Eiweiß- und Raufuttermittel in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung – Teilprojekt „Werbungsverfahren für Grünleguminosen“



Mögliche Verfahren für die Ernte von Luzerneblättern: Ernte mit Standardmähdrescher (links), nach Mahd und Anwelken sowie Ernte mit einem Prototyp zur Kamillenblütenernte (rechts, ATB Potsdam-Bornim) aus dem stehenden Bestand

Zielsetzung

Die Blätter von Leguminosen haben anhand von Laborergebnissen ein hohes Potenzial für die Aminosäurenversorgung gezeigt und können somit als Futter für Monogaster eingesetzt werden. Neben dem beachtlichen Beitrag zur Eiweißversorgung erfüllen solche wirtschaftseigenen Raufuttermittel auch die Forderung nach deren Einsatz bei diesen Tiergruppen. Im Rahmen des im Juni 2016 gestarteten Projekts sollen der Anbau von Luzerne und Rotklee und die Werbung von Blattmasse und Ganzpflanzensilage optimiert sowie Fütterungsversuche mit Legehennen, Masthühnern, Zuchtsauen, Ferkel und Mastschweinen durchgeführt als auch eine ökonomische Bewertung und Einsatzempfehlungen für die praktische Fütterung erarbeitet werden. Im Teilprojekt „Werbungsverfahren für Grünleguminosen“ untersucht das ILT u. a. mehrere Verfahrensketten zur großtechnischen Trennung von Blatt und Stängel bei Luzerne und Rotklee.

Methode und bisherige Ergebnisse

Aufgrund verschiedener Vorüberlegungen werden für die oben genannten Leguminosen folgende Werbungsverfahren untersucht: (I) Ernte stehend am Feld, Trennung von Blattmasse und Stängel mittels Abstreifen der Blätter und anschließender Trocknung,

(II) „Eingrasen“ der Grünleguminosen, Trennung von Blattmasse und Stängel mittels Häckseln und anschließender technischer Trennung mit z. B. einer Sichtanlage und

(III) Mähen und Vorwelken der Grünleguminosen am Feld, Trocknung in einer Heubelüftungsanlage und anschließende Trennung von Blattmasse und Stängel. Bisher wurden folgende Verfahren mit Luzerne evaluiert und beprobt: (i) Ernte mit Standardmähdrescher, (ii) Ernte mit Prototyp zur Kamillenblütenernte des ATB Potsdam-Bornim, sowie (iii) Ernte mit einem franz. Prototyp zur Luzerneblätterernte. Ergebnisse zu den Voruntersuchungen werden demnächst im Rahmen einer Masterarbeit veröffentlicht.

Projektleitung: S. Thurner

Projektbearbeitung: Dr. J. Maxa, F. X. Knott

Laufzeit: 2016 - 2019

Finanzierung: BMEL / BLE (FKZ: 2815OE077)

Projektpartner: IPZ (LfL), HSWT, JLU Gießen, Thünen Institut für ökologischen Landbau, Bioland Beratung GmbH

3.1.10 Finalisierung des GPS- und GSM-gestützten Ortungssystems mit Softwareanwendungen für Rinder auf Almen und Weiden



Der zweite Gehäuseprototyp des GPS-GSM Ortungssystems der Firma Blaupunkt Telematics im Einsatz auf der Alm (links) und im Detail (rechts)

Zielsetzung

Tierortung wird bereits seit mehreren Jahrzehnten mit verschiedenen Techniken praktiziert. Seit der Möglichkeit der Nutzung des Globalen Navigationssystems GPS für zivile Zwecke wurde weltweit verstärkt an Ortungssystemen für verschiedene Tierarten gearbeitet. Nachteile bei der Nutzung dieser Systeme waren bisher der hohe Stromverbrauch und die relativ hohen Kosten für die Technik, womit der Einsatz vor allem auf die Forschung an Wildtieren beschränkt war. In den letzten Jahren ergaben sich Kostenreduktionen bei der GPS-Technologie durch deren weite Verbreitung und auch neue Entwicklungen im Bereich der Stromspeichertechnologie, wodurch jetzt neue Einsatzgebiete denkbar sind. Für neue Einsatzgebiete sind z. B. im Alpenraum weitläufige, meistens extensiv bewirtschaftete Weideflächen mit sehr hoher Artenvielfalt – sogenannte Almen - prädestiniert. Auf den Almen bindet die Arbeit mit den dort weidenden Tieren, konkret die tägliche Tierkontrolle und Tiersuche, einen großen Teil des gesamten Arbeitszeitaufwands. Vor allem die Tiersuche kann im Extremfall den ganzen Tag in Anspruch nehmen. Aus diesem Grund wurde am ILT zusammen mit der Firma Blaupunkt Telematics im Rahmen des Innovationsförderungsprogramms des BMEL ein Prototyp des GPS-GSM Ortungssystems zur Ortung der Tiere entwickelt und erfolgreich getestet. Ende August 2016 wurde ein Nachfolgeprojekt mit dem gleichen Verbundpartner im Rahmen der Deutschen Innovationspartnerschaft Agrar gestartet. Ziel des Nachfolgeprojekts ist die Weiterentwicklung der 0-Serie des entwickelten Ortungssystems bis zur Herstellung einer marktreifen Serie für die geplante Markteinführung im Jahr 2018.

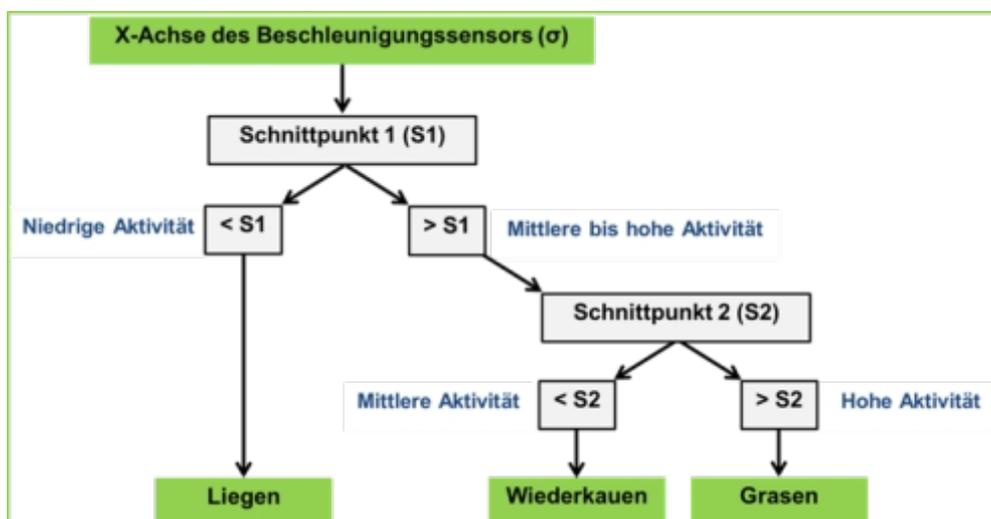
Methode

Entsprechend der Projektziele wurden vom ILT mehrere Untersuchungen mit dem Ziel der Entwicklung von Algorithmen zur Erkennung wichtiger Verhaltensmerkmale der Tiere auf der Weide durchgeführt. Zur Analyse des spezifischen Tierverhaltens mittels GPS- und Beschleunigungssensordaten wurden sechs Färsen der Rassen Limousine und Fleckvieh mit Prototypen des Ortungssystems der Firma Blaupunkt Telematics ausgestattet und gleichzeitig verschiedene Verhaltensmerkmale mittels Direktbeobachtungen erfasst (continuous-sampling über 4 Tage mit max. 8 Stunden pro Tag). Die Ortungssysteme erfassten die GPS-Positionen mit 1 Hz und die Beschleunigungssensordaten (3 Achsen) mit 3 Hz. Nachfolgende statistische Auswertungen mit einer anschließenden Entwicklung von Klas-

sifizierungsalgorithmen wurden für die wichtigsten Verhaltensmerkmale in Bezug auf das Tier- und Weidemanagement, nämlich Grasens, Wiederkauens und Liegens durchgeführt. Zur Identifikation von Unterschieden zwischen verschiedenen Verhaltensmerkmalen wurden Regressionsmodelle mit gemischten Effekten mit der Software SAS verwendet. Schließlich wurden Histogramme erstellt und Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen (WDF) an diese angepasst. Die Grenzwerte zur Unterscheidung der Verhaltensmerkmale der Tiere anhand der GPS- und Beschleunigungssensordaten wurden abschließend über die Schnittpunkte der WDF's berechnet.

Ergebnisse

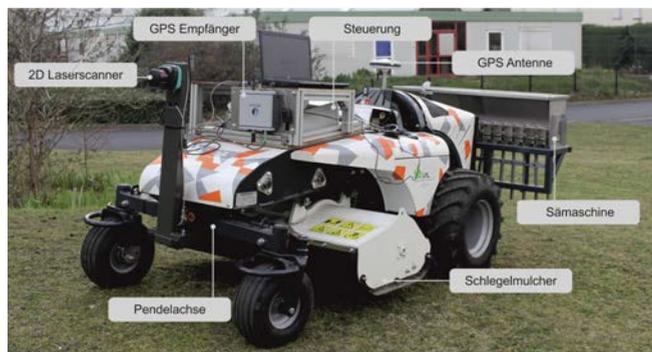
Die Ergebnisse der Regressionsanalysen zeigten, dass die Verhaltensmerkmale Grasens, Liegens und Wiederkauens anhand der Daten der X-Achse des Beschleunigungssensors voneinander unterschieden werden konnten ($P < 0,05$). Weiterhin wurden signifikante Unterschiede ($P < 0,05$) zwischen den Verhaltensmerkmalen Grasens und Liegens anhand der GPS-Positionsdaten festgestellt. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden für die weitere Berechnung der Grenzwerte zwischen den Verhaltensmerkmalen nur die Werte der X-Achse des Beschleunigungssensors verwendet. Dieser Klassifizierungsalgorithmus (dargestellt in der Abbildung) resultierte in einer mittleren bis sehr hohen Sensitivität für die Verhaltensmerkmale (Grasens: 99 %, Wiederkauens: 71 % und Liegens: 56 %). Die Spezifität des Klassifizierungsalgorithmus war ebenfalls hoch bis sehr hoch (Grasens: 81 %, Wiederkauens: 84 % und Liegens: 98 %). Diese Ergebnisse können durch eine Sensorfusion gegebenenfalls weiter optimiert werden. Für den praktischen und dauerhaften Einsatz dieser Technologien im Weidebetrieb bestehen jedoch hohe Ansprüche an die Akkulaufzeit, die Datenübertragung und auch das Datenmanagement. Dies erfordert weitere Entwicklungen und Anpassungen der Ortungstechnologie.



Entscheidungsbaum des Klassifizierungsalgorithmus zur Erkennung des Verhaltens der Rinder mithilfe von Sensordaten des Ortungssystems der Firma Blaupunkt Telematics

Projektleitung: S. Thurner
 Projektbearbeitung: Dr. J. Maxa
 Laufzeit: 2016 - 2018
 Finanzierung: BMEL / BLE (FKZ: 2813IP013)
 Projektpartner: Blaupunkt Telematics GmbH

3.1.11 i-LEED – Automatisierter Weidebetrieb mit Rindern mittels Grünlandpfleroboter und innovativem Weidemanagement



i-LEED Weideroboter



NIR-Sensor

Zielsetzung

Ziel des Verbundprojektes war es aufzuzeigen, wie die Attraktivität der Weidehaltung bei Rindern erhöht werden und damit eine gute Alternative zur ganzjährigen Stallhaltung geschaffen werden kann. Zur Steigerung der Futtereffizienz bzw. -qualität der Weide gehören eine genaue Datenerfassung für ein optimiertes Weide- und Fütterungsmanagement sowie konkrete selektive Weidepflegemaßnahmen. Bisherige Methoden zur Datenerfassung erweisen sich entweder als zu aufwändig oder beschränken sich auf das Augenmaß des Landwirts. Mithilfe von moderner Sensortechnik sollen Informationen über die Futterqualität und -quantität ermittelt werden. Weidepflegemaßnahmen, wie das Mulchen von Geilstellen zur Verhinderung der Verunkrautung oder die Nachsaat von Fehlstellen in der Grasnarbe finden, wenn überhaupt, nur großflächig und nicht nach jeder Beweidungsphase statt. Grund dafür ist vor allem der bisherige hohe Arbeitsaufwand für Weidepflegemaßnahmen. Eine automatisierte Lösung im Sinne von „Landwirtschaft 4.0“ wurde deshalb angestrebt.

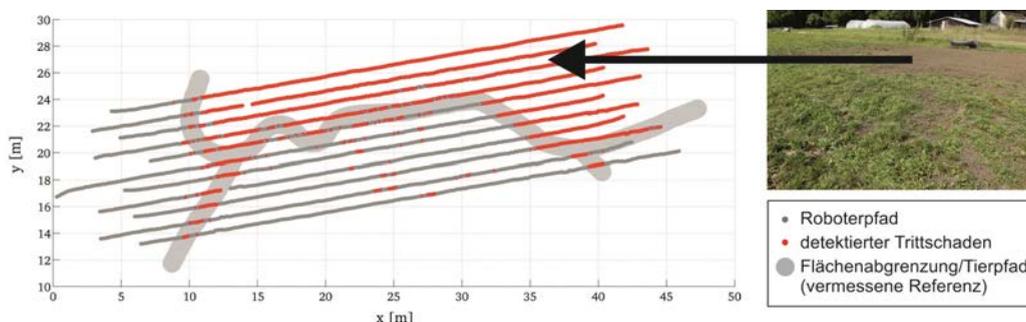
Methode

Als Basis für diese Aufgaben diente eine kommerziell erhältliche funkferngesteuerte Mähmaschine, die mit entsprechender Hardware zur automatisierten Maschine aufgerüstet wurde. Die vorhandene Funkfernsteuerung wurde durch eine embedded Hardware ersetzt, sodass die Maschine über das existierende Steuerungsprotokoll (CANopen) mit einer frei programmierbaren Software angesteuert werden kann. Die Fahrzeugnavigation basierte auf einem GPS-RTK System und vordefinierten Pfaden. Die Lokalisierung von Weideresten und Trittschäden erfolgte mit einem an der Fahrzeugfront angebrachten 2D-Laserscanner, der sogenannte Distanz- und „Energie“-werte liefert. Die Distanzwerte dienen zur Grashöhenberechnung und damit indirekt zur Ermittlung der Biomasse, da beide Werte miteinander korrelieren. Zusätzlich kam ein Nahinfrarot (NIR) Sensor mit einer Wolfram-Lichtquelle zur Ermittlung der Grasqualität zum Einsatz. Der Sensor ist an einem Blech mit Fenster befestigt, welches durch den Bewuchs gestreift wird. Zur Kalibrierung fand eine Reihe von Messungen für beide Sensoren mittels eines eigens konstruierten Messwagens statt. Dieser fuhr dabei auf einer Art Schienen über die Messfläche von 1 m². Nach dem Abernten des Grases wurde dessen Frisch- und Trockenmasse bestimmt und eine Laboranalyse durchgeführt. Zur Nachsaat von Trittschäden wurde eine Sämmaschine auf

Basis des vorhandenen ILT-Parzellendüngerstreuers entwickelt und an das Fahrzeugheck angebaut.

Ergebnisse von Feldversuchen

Bei Feldversuchen wurde die Lokalisierung von Weideresten und Trittschäden getestet und bewertet. Bei der Untersuchung stellte sich heraus, dass Weidereste mithilfe von Laserdaten detektiert werden können, jedoch hängt die Fehlerrate der Detektion von der Einstellung der Software ab. Aufgrund der Bodenunebenheiten besteht ein Konflikt in der Optimierung. Entweder alle Weidereste werden erkannt, jedoch auch Bodenwellen als Weidereste identifiziert. Oder es werden keine Bodenwellen missinterpretiert, aber Weidereste mit geringen Grashöhen werden nicht erkannt. Die Einstellung der Detektionsempfindlichkeit muss letztendlich dem Landwirt überlassen werden. Hinsichtlich der Detektion von Trittschäden mithilfe der ausgegebenen „Energiewerte“ des Laserscanners wurden sehr zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Beim Abscannen von Weideflächen konnten von Tieren getretene Pfade, sowie Flächen ohne Grasnarbe und sonstige Trittschäden erfolgreich detektiert werden. Dieserverbrauchsmessungen der Maschine ergaben, dass durch selektives Mulchen im Vergleich zu großflächigem Mulchen bis zu 10 % Kraftstoff eingespart werden können. Mit einem optimierten Motormanagement kann dieses Kraftstoffeinsparpotential sogar noch weiter gesteigert werden. Die Ergebnisse der Kalibration zur Frischmasseermittlung anhand mittels Laserscanner gemessener Grashöhen ergaben Bestimmtheitsmaße R^2 von bis zu 0,79. Der Pflanzenbestandstyp der jeweiligen Weidefläche hat dabei einen großen Einfluss. Messungen mit dem NIR-Sensor haben gezeigt, dass neben aussagekräftigen Referenzwerten robuste Modelle Voraussetzung für eine gute Validierung sind. Es konnte festgestellt werden, dass heterogene Bestände durch lokale Modelle besser erklärt werden können. Der TS-Gehalt konnte, insbesondere dank der ausgeprägten Wasserbande, mit guten Modellen erklärt werden. Erste Ansätze mit dem vorliegenden Sensor den Gehalt an Stickstoff zu bestimmen, führten nicht zu zufriedenstellenden Ergebnissen.

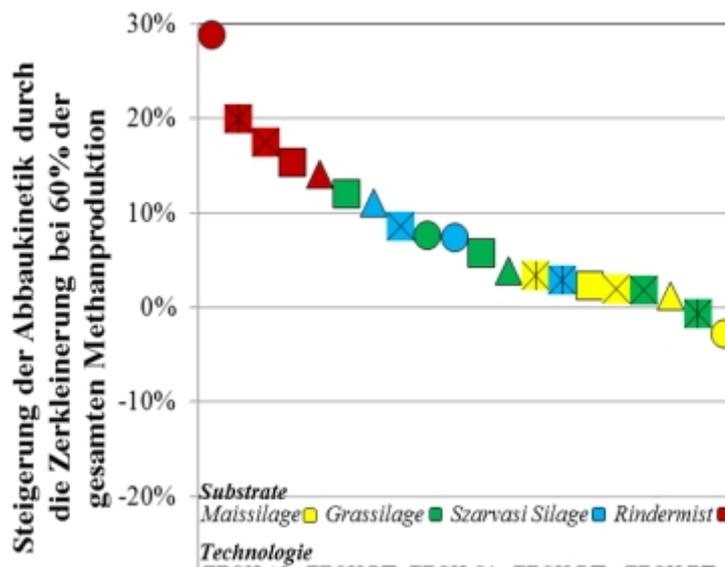


Ergebnis der Detektion von Trittschäden auf der Kuhweide

Projektleitung: Dr. Z. Gobor, S. Thurner
 Projektbearbeitung: B. Seiferth, A. Gain
 Laufzeit: 2013 - 2017
 Finanzierung: ICT-AGRI (BLE)
 Projektpartner: Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea), Frankreich, Ege Universität, Türkei, Effidence S.A.S, Frankreich, Data Service Paretz GmbH, Deutschland

3.2 Arbeitsvorhaben im Bereich Umwelttechnik in der Landnutzung

3.2.1 Systematische Evaluation der mechanischen Zerkleinerung als Substratvorbehandlung in der Biogaserzeugung „BioSchred“



Steigerung der Abbaukinetik durch Substratzerkleinerung bei 60% der gesamten Methanproduktion der unzerkleinerten Variante (Ergebnisse der ILT-Batchuntersuchungen)

Zielsetzung

Ziel in diesem Forschungsvorhaben ist die Überprüfung der Effekte einer mechanischen Zerkleinerung als Vorbehandlung von pflanzlichen Biogassubstraten auf die Biogasproduktivität und/oder die anaerobe Abbaukinetik. Durch die Laborexperimente am ILT und Praxistests soll ein unabhängiger wissenschaftlich-technischer Vergleich von verfügbaren Marktlösungen durchgeführt werden.

Methode

Fünf verschiedene am Markt verfügbare Zerkleinerungstechnologien (Hammermühle, Bioextruder, Querstromzerspanner, Gerator, Rotary Cutter) wurden im Batchversuch verglichen. Die Zerkleinerungstechnologien wurden mit einer Auswahl an Biomassesubstraten (Maissilage, Grassilage, Rindermist, Szarvasigrassilage), welche einen Großteil der an Biogasanlagen verwendeten Substrate abdeckt, geprüft.

Die Batchexperimente wurden an der LUFA und an der LfL durchgeführt. Die Durchführung der Versuche erfolgte unter vergleichbaren experimentellen Voraussetzungen. Zwei Technologien und zwei Substrate wurden auf Basis der Ergebnisse im Batchversuch ausgewählt, um die erfassten Effekte der mechanischen Zerkleinerung weiter in den semikontinuierlichen Durchflussversuchen zu verifizieren.

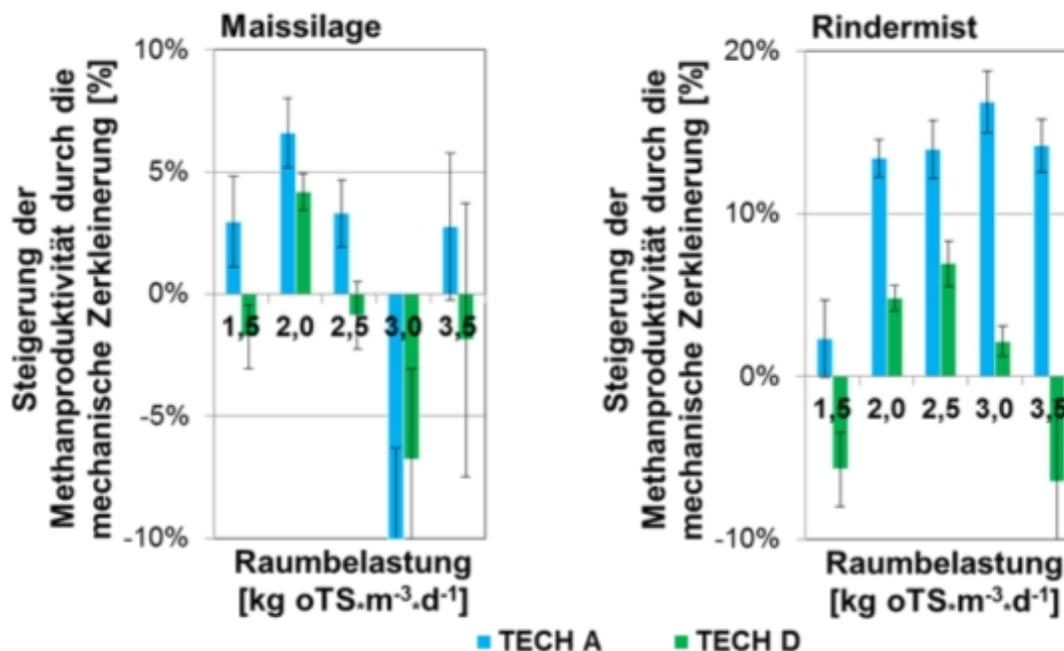
Ergebnisse

Mit der statistischen Auswertung der Batchuntersuchungen konnte festgestellt werden, dass die Substrate einen großen Einfluss auf den spezifischen Methanmehrertrag nach der Aufbereitung haben. Zusätzlich konnte ein Effekt der Behandlung hinsichtlich der Geschwindigkeit des Substratabbaus nachgewiesen werden.

Um eine weitere Beurteilung des Zerkleinerungseffekts machen zu können, wurde der Methanmehrertrag bezogen auf die gesamte Methanproduktion der unzerkleinerten Variante berechnet. Diese unzerkleinerte Probe dient hierbei als Referenz. So kann erfasst werden, ob die Biomasse durch die Zerkleinerung schneller umgesetzt wurde. Als Referenzmarke wurde der Versuchstag ausgewählt, bei dem die erste Variante 60 % des gesamten spezifischen Methanertrags erreicht hat.

Hierbei zeigte sich, dass die Varianten Rindermist und Maissilage mit den zugehörigen Technologien A und D durch die Steigerung des spezifischen Methanertrags und der Abbaukinetik statistisch signifikant höhere Erträge lieferten. Diese wurden dann auch für die anschließend durchgeführten semi-kontinuierlichen Versuche ausgewählt.

Unter semi-kontinuierlichen Durchflussbedingungen konnte durch die mechanische Substrataufbereitung eine Erhöhung der Methanproduktivität (Maissilage bis zu 17 % und Rindermist bis zu 22 %) gemessen werden. Weiterhin wurde ein positiver Effekt auf die Abbaukinetik der Substrate erzielt, insbesondere bei dem Substrat Rindermist. Die Technologie A zeigte einen positiven Einfluss auf die Methanproduktion bei der Variante Rindermist bis zu einer Raumbelastung (σ_{TS}) von 3,5 kg/(m³*d).



Steigerung der Methanproduktivität durch die mechanische Behandlung im Vergleich zu den Kontrollproben im semi-kontinuierlichen Durchflussversuch (Technologie A und D)

Im Moment findet die statistische Auswertung des Einflusses der mechanischen Substrataufbereitung auf die Methanbildung im Durchflussversuch statt.

Projektleitung: Dr. F. Lichti
 Projektbearbeitung: D. Andrade, J. Bart
 Laufzeit: 2015 - 2018
 Finanzierung: BMEL/FNR (FKZ: 220-312-14)
 Projektpartner: APMA Service GMBH, LUFA Nord-West, TU Braunschweig - Institut für Siedlungswasserwirtschaft

3.2.2 Verfahrenstechnische, mikrobiologische und agrarökologische Auswirkungen des vermehrten Einsatzes von Zuckerrüben in Biogasanlagen – Modul 1: Lagerung und Aufbereitung



Rübenbrei frisch (links) und 10 Monate eingelagerter Rübenbrei im Silo der Versuchsanlage (rechts)

Zielsetzung

Während der Projektphase sollen Erkenntnisse zur Eignung der Zuckerrübe als Substrat für eine ganzjährige, flexible Bereitstellung von Biogas im Rahmen der bedarfsorientierten Stromproduktion gewonnen werden. Die Versuche ermöglichen eine Klassifizierung von Lagerverlusten, welche durch verschiedene Verfahren und unterschiedliche Lagerdauer bei Zuckerrüben hervorgerufen werden.

Methode

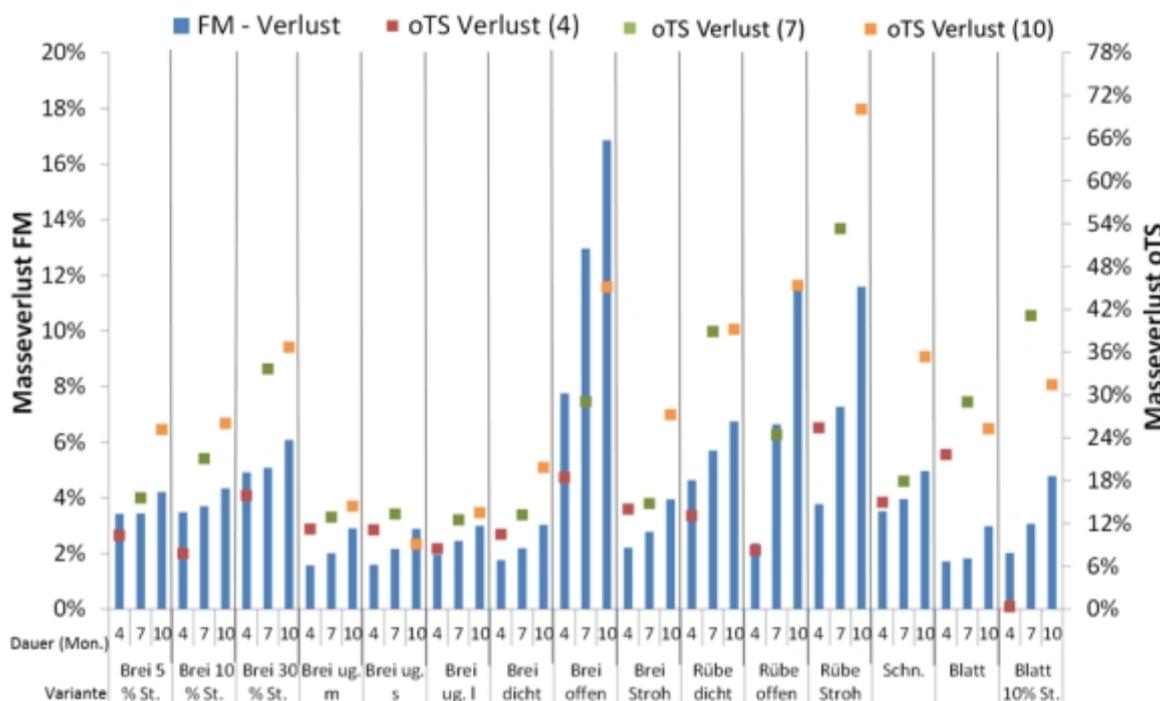
Zur Ermittlung von Verlusten in Abhängigkeit des Einlagerungsverfahrens wurde eine Versuchsanlage angefertigt, die aus 45 Lagerbehältern mit einem Fassungsvermögen von je 100 l besteht. Die Varianten werden in dreifacher Wiederholung für zehn Monate eingelagert. Zur Ermittlung der auftretenden Verluste werden die chemische und physikalische Standardeigenschaften sowie die GasPotenziale der Ausgangsmaterialien mit denen der Varianten nach vier, sieben und zehn Monaten Einlagerungsdauer verglichen. Die Einflussgrößen umfassen Standort (leichter, mittlerer, schwerer Boden), Reinigung, Art der Abdeckung (ohne, luftdicht, Strohabdeckung), Aufbereitungsverfahren (Brei, Schnitzel, ganze Rüben) und Strohbeimischung (5, 10 und 30 %). Zudem wird der Einfluss einer 10%igen Strohbeimischung bei der luftdichten Einlagerung von Rübenblättern geprüft. Der Versuch umfasst zwei Ernteperioden.

Ergebnisse

Die Datenaufnahme für das erste Erntejahr ist abgeschlossen und es liegen vorläufige Erkenntnisse zum Frisch- und Trockenmasseverlust sowie über die Beeinträchtigung des Biogaspotenzials in Abhängigkeit der Einlagerungsvariante vor.

Im Mittel wurde ein Frischmasseverlust von 4,5 % festgestellt, wobei die Werte zwischen 1,6 % und knapp 17 % schwankten. Im Durchschnitt verdoppelten sich die Frischmasseverluste im Zeitraum zwischen dem vierten und dem zehnten Lagermonat. Die höchsten Frischmasseverluste wiesen die offen gelagerten Breivarianten auf. Diese lagen mehr als fünf Mal höher als die der luftdicht gelagerten Varianten, welche von allen am wenigsten Masse verloren.

Mit Werten zwischen 8 % und 70 % (\bar{x} 23 %) lagen die Verlustraten der enthaltenen Organik (oTS) deutlich höher und schwankten stärker. Eingelagerte und mit Stroh abgedeckte ganze Rüben schnitten hier am schlechtesten ab. Die besten Ergebnisse erzielten auch die luftdicht abgedeckten Breivarianten (s. Abb.).



FM und oTS Verlustraten der Zuckerrüben in Abhängigkeit der Einlagerungsdauer und des Einlagerungsverfahrens (St. = Stroh; ug = ungereinigt; m = mittelschwerer; l = leichter; s = schwerer Standort; Schn. = Schnitzel)

Der Biogasertrag von vier bzw. sieben Monaten gelagerten Rüben wurde mit dem des Ausgangsmaterials verglichen. Die Lagerungsdauer hatte kaum Auswirkungen auf den Biogasertrag von luftdicht gelagertem Rübenbrei. Hinsichtlich dieses Potenzials wurden bei offen bzw. mit Stroh abgedecktem Brei Verluste von 10 % festgestellt. Überrascht hat, dass der Gasertrag durch die Beimischung von 5 % Stroh im Vergleich zu den Erträgen der Einzelbestandteile noch leicht gesteigert werden konnte (ca. 8 %).

Weiteres Vorgehen

Der Lagerungsversuch wird noch für ein weiteres Jahr fortgesetzt, wobei die Varianten mit Strohbeimischung aufgrund der Praxisrelevanz leicht verändert werden. Im zweiten Versuchsjahr wird auch das GasPotenzial der 10 Monate eingelagerten Varianten überprüft. Dies war im ersten Jahr aufgrund begrenzter Laborkapazitäten nicht möglich.

Projektleitung: Dr. F. Lichti
 Projektbearbeitung: R. Kissel
 Laufzeit: 2015 - 2018
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: N/15/05)

3.2.3 Verfahrenstechnische, gärbiologische und agrarökologische Auswirkungen eines vermehrten Einsatzes von Zuckerrüben in Biogasanlagen – Anlagenmonitoring und Systembewertung



In Biogasanlagen, die hauptsächlich Energiepflanzen oder Festmist ohne Zugabe nennenswerter Mengen an zusätzlicher Flüssigkeit einsetzen, ist die Viskosität des Gärgemisches in der ersten Vergärungsstufe typischer Weise hoch. Nicht nur unter solchen Bedingungen kann der Einsatz von Zuckerrüben (ZR) mit ihrem hohen Anteil an rasch vergärbaren Inhaltsstoffen zur Verringerung der Viskosität und Verbesserung der Rührfähigkeit des Gärgemisches beitragen. Anlagenbetreiber berichten zudem, dass durch eine selektive Beschickung des Gärprozesses mit Zuckerrüben eine Modulation der Biogasproduktion innerhalb relativ kurzer Ansprechzeiten realisiert werden kann.

Die Vergärung von Zuckerrüben bringt neben einigen genannten Vorteilen aber auch gewisse verfahrenstechnische Schwierigkeiten bzw. Herausforderungen mit sich. So gelangt je nach Standort, Ernteverfahren und Nachreinigung der Zuckerrüben Erd- bzw. Schmutz-anhang mit in die Gärbehälter. In Abhängigkeit der Korngrößen der Schmutzpartikel kann es hierdurch zur Bildung von Sinkschichten/Sedimentkörpern in den Gärbehältern kommen, die das effektive Arbeitsvolumen deutlich reduzieren. Auch die Konservierung von ZR für den ganzjährigen Einsatz in Biogasanlagen stellt aufgrund der leichten Verderblichkeit der Rüben besondere Anforderungen an die Verfahrenstechnik, um Lagerungsverluste zu minimieren.

Zielsetzung

Ziel des Biogas-Monitoring der LfL ist es, Messdaten und Erfahrungswerte aus der Praxis zum Betrieb landwirtschaftlicher Biogasanlagen (BGA) mit unterschiedlichsten Einsatzstoffen und technischen Konfigurationen zu gewinnen. Ausgehend von den oben dargestellten Herausforderungen werden aktuell auf fünf bayerischen Biogas-Pilotbetrieben, welche schon seit längerer Zeit Erfahrungen im Umgang mit ZR zur Biogaserzeugung sammeln, wesentliche Fragestellungen zu geeigneter Verfahrenstechnik und praxistauglichen Lagerungsverfahren von ZR bewertet.

Methode und Stand der Untersuchungen

Auf den Pilotbetrieben werden die zur Bewertung der Biogaskette erforderlichen Daten über einen zusammenhängenden Zeitraum von mindestens zwei Jahren erfasst. Der Fokus liegt hierbei auf den Kettengliedern der Biogasproduktion und der Biogasverwertung. Zwei der im Vorgängerprojekt "Diversifizierung der Einsatzstoffe und Verfahrenstechnik" untersuchten Pilotbetriebe setzten bereits saisonal ZR ein und werden deshalb im laufen-

den Projekt weitergeführt. Für die Aufnahme neuer Betriebe wurden aus einem Pool von zehn besichtigten Biogasbetrieben diejenigen drei ausgewählt, die hinsichtlich des Verfahrenskonzeptes für die Zuckerrübenlagerung und der Biogasanlagentechnik am interessantesten erschienen. Alle ausgewählten Anlagen setzen zudem den Großteil der anfallenden BHKW-Wärme an externe Nutzer ab. Nachfolgend werden vier der aktuellen „Biogasrüben-Pilotbetriebe“ vorgestellt. Die fünfte Anlage wird derzeit baulich stark verändert und daher erst nach Beendigung der Baumaßnahmen beschrieben.

Beschreibung der vier untersuchten „Biogasrüben-Pilotbetriebe“

Betriebskennung	22	25	27	28
Geografische Lage	Mittelfranken	Mittelfranken	Niederbayern	Nordschwaben
BHKW-Nennleistung elektrisch, kW	103	190 + 100	400	2 x 250
Anlagenkonstellation*	F1/F2 → GLGD → GLO	HY → F → N → GLO	HY1 → HY2 → F → FBR1 → FBR2 → GLO	F → N → GLGD
Gesamt-Netto-Gärraum, m ³	220	1400	1650	2800
Installierte elektrische Leistung kW je m ³ Gesamt-Gärraum	0,47	0,21	0,24	0,18
Gärtemperatur, °C				
Fermenter	53	40	42	45
Nachgärer	-	40	-	45
Festbettreaktor	-	-	42	-
Anlagentyp	Kompakt-Biogas-anlage	Hof-Biogasanlage (Gülle + NawaRo)	Hof-Biogasanlage (NawaRo)	Hof-Biogasanlage (Mist + NawaRo)
Art der Rübenlagerung	Miete, Frischverfütterung	Miete - teils Frischverfütterung, teils Kosi-lierung mit Stroh und Mais	Breisilierung im Rundbehälter	Miete, Frischverfütterung
Rübenzerkleinerung	Silofräse am Futtermischwagen; Rübenschnitzler	Rübenschnitzler	Biomasse-Gehölzschredder	Rübenschnitzler

*) HY = Hydrolyse; F = Fermenter; N = Nachgärer; FBR = Festbettreaktor; GLGD = Gärrestlager gasdicht; GLO = Gärrestlager offen

Datenerfassung und -fernübertragung erfolgen mittels des im Institut entwickelten elektronischen Betriebstagebuchs „BAMILT“ für Tablet-PC/Smartphone, Datenlogger und regelmäßige Kontaktaufnahme mit den Betreibern. Mit der Beprobung wie auch Analyse der Einsatzstoffe und Gärgemische der Pilotbetriebe wurde im Oktober 2016 begonnen. Bis zum Frühjahr 2017 wird teilweise noch Messtechnik nachgerüstet, so dass belastbare Ergebnisse zur Effizienz der ZR-Vergärung Ende 2017 verfügbar sein werden.

Projektleitung: Dr. M. Effenberger
 Projektbearbeitung: G. Streicher, R. Kliche
 Laufzeit: 2016 - 2019
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: N/15/06)
 Projektpartner: AQU 1c

3.2.4 Verfahrenstechnische Auswirkungen eines vermehrten Einsatzes von Zuckerrüben als Spitzenlast-Substrat in Biogasanlagen



Substratbeschaffung am Standort im Tertiärhügelland Donau Süd, Beschickung der einstufigen Biogasanlagen an dem ILT-Technikumslabor

Zielsetzung

Ziel des interdisziplinären Forschungsprojekts ist die Untersuchung wesentlicher gärobiologischer wie auch verfahrenstechnischer Parameter einer Kofermentation von Zuckerrüben. Ergänzt werden die Laborversuche durch die wissenschaftliche Begleitung von Praxisanlagen zur Optimierung des Einsatzes von Zuckerrüben im Rahmen der Bereitstellung flexibler Energieträger. Dabei sollen Effekte auf die Methanbildungsrate in Abhängigkeit der Substratzufuhr, des Rübenprodukts (bezogen auf die Lagerung) sowie synergetische Effekte (insbesondere durch die Nutzung von landwirtschaftlichen Koppelprodukten) zur Optimierung der flexiblen Produktion von Biogas geprüft werden.

Methode

Zur Beurteilung der Möglichkeiten eines Einsatzes von Zuckerrüben im Rahmen der Deckung von Bedarfsspitzen bei der Strom und Wärmeerzeugung durch die Biogastechnologie werden diskontinuierliche Durchfluss-Laborfermenter am Institut für Landtechnik und Tierhaltung betrieben. Die stehenden Durchflussfermenter werden in semi-kontinuierlicher Betriebsweise zur Simulation praxisähnlicher Bedingungen betrieben. Um die Langzeitprozessstabilität sowie Grenzen der Flexibilisierung verschiedener, in der Praxis gängiger Substratmischungen mit Zuckerrüben zu erfassen, sollen kurzfristige Stoßbelastungen (Nachstellung saisonaler und kurzfristiger Bedarfsspitzen) simuliert werden.

Für die bessere Beurteilung des Einflusses von Zuckerrüben zur Biogaserzeugung werden zwei Anlagekonstellationen ausgewählt, welche relevante Praxismodelle in Bayern repräsentieren. Anlagentyp 1 soll eine Hofanlage mit 80 % der Frischmasse Rindergülle und 20 % der Frischmasse Mais- und Grassilage in der Substratmischung widerspiegeln. Anlagentyp 2 soll eine typische NawaRo-Biogasanlage darstellen.

Im Forschungsvorhaben werden zwei Arbeitspakete bearbeitet:

Arbeitspaket 1: Betrachtung des Einflusses saisonal zur Verfügung stehender Zuckerrüben nach entsprechender Lagerung in Mono- und Co-Silierung mit Stroh.

Arbeitspaket 2: Prüfung der Möglichkeiten und Grenzen einer Zuckerrübe als „Spitzenlast-Substrat“ zur gezielten Produktion von Energie.

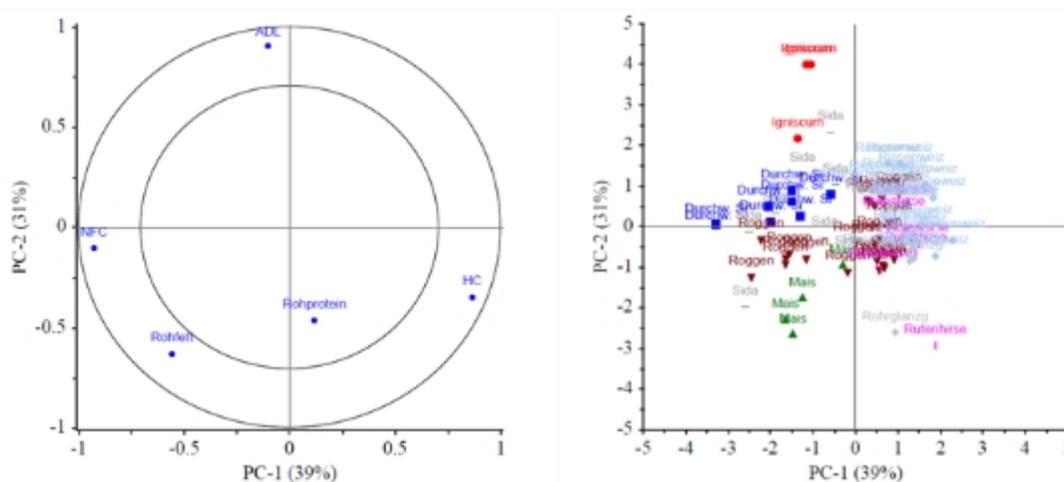
Ergebnisse

Aktuell laufen die Versuche des Arbeitspakets 1, so dass noch keine endgültigen Ergebnisse präsentiert werden können. Die Kontroll-Variante läuft im Moment stabil bei einer Raumbelastung (oTS) von 2,0 kg/(m³*d) mit einem spezifischen Methanertrag von ca. 320 L_N CH₄/(kg oTS), was dem erwarteten Methanpotenzial der ausgewählten Substratmischung entspricht. Für Sommer 2017 sind Batchuntersuchungen geplant, welche zur Bestimmung des maximalen Methanbildungspotenzials der getesteten Substratmischungen dienen. Diese Ergebnisse werden mit den theoretischen Werten auf Basis der Futteranalytik verglichen.

Die Varianten mit Zuckerbreisilage zeigen einen spezifischen Methanertrag von 330 bis 340 L_N CH₄/(kg oTS) bei einer Raumbelastung (oTS) von 1,5 kg/(m³*d). Bei dieser Raumbelastungsstufe ist kein Einfluss der Silierungsvariante oder des Zuckerbreianteils in der Substratmischung erkennbar. Seit kurzem wurde die Raumbelastung auf 2,0 kg oTS*(m⁻³*d⁻¹) gesteigert. Die Fermenter laufen weiter stabil ohne Anzeichen einer Prozessstörung.

Projektleitung: Dr. F. Lichti
Projektbearbeitung: D. Andrade, J. Bart, C. Bieloeh
Laufzeit: 2016 - 2018
Finanzierung: BayStMWi (FKZ: BE/16/02)
Projektpartner: AQU 1c

3.2.5 Weiterentwicklung der Methode für Batchversuche zur Gasertragsbestimmung im Technikumsmaßstab – Modellentwicklung anhand bestehender und neuer Datensätze (Batchformel II)



Korrelations-Loadings-Plot der Hauptkomponentenanalyse (PCA) für Hauptkomponente 1 (PC1) und Hauptkomponente 2 (PC2) (links) und Score der PCA der Inhaltsstoffe der Dauerkulturenproben (rechts)

Zielsetzung

Die Kenntnis der Gasproduktion und Methanausbeute eines Substrats liefert wichtige Informationen nicht nur bezüglich der Anlagenplanung und -optimierung, sondern auch für eine ökonomische und pflanzenbauliche Bewertung von Biogassubstraten. Batch-Gärtests ermöglichen es, die Gasausbeute aus einem Substrat zu bestimmen sowie dessen Abbaucharakteristik zu beschreiben. Aber das Batch-Verfahren ist sehr zeitaufwändig und kostenintensiv.

Im Rahmen dieses Projekts wird überprüft, inwieweit die Biogasausbeute mittels eines mathematischen Modells schnell und kosteneffektiv abgeschätzt werden kann.

Die Ziele des Projekts sind:

- substratspezifische Modelle zu entwickeln, um die potenzielle Biogas- und Methanausbeute möglichst vieler Substrate kosteneffektiv abzuschätzen und
- eine weitere Reduktion des Schätzfehlers bei der Berechnung der Gasausbeute zu erreichen.

Methode

Bestehende Datensätze aus bisher durchgeführten Batchuntersuchungen und neue Datensätze werden statistisch ausgewertet. Während des Projekts werden Projektpartnern innerhalb der LfL die vorhandenen Kapazitäten im Batch-System auch weiterhin zur Verfügung gestellt und gleichzeitig Synergien bei der Weiterentwicklung einer „Batchformel“ genutzt. Daher werden im Rahmen von Forschungsk Kooperationen Proben aus der Praxis auf spezifischen Biogasertrag und Inhaltsstoffe untersucht und für die Weiterentwicklung eines Modells verwendet. Im Rahmen des Projekts werden landwirtschaftliche Koppelprodukte und NawaRo-Proben untersucht. Maisstroh und verschiedene Dauerkulturen (z. B. Riesenweizengras, durchwachsene Silphie) wurden als Testsubstrate ausgewählt.

Insgesamt werden 278 Einzelproben analysiert. Die Daten werden statistisch ausgewertet, um den Einfluss der verschiedenen Inhaltsstoffgehalte auf den Biogasertrag zu bestimmen.

Die Batchversuche werden in Anlehnung an die VDI Richtlinie 4630 und an das VDLUFA Methodenbuch durchgeführt. Die potenzielle Biogas- und Methanausbeute wird als Normliter (trockenes Gas bei Standardtemperatur und Druck) je Kilogramm organische Trockensubstanz (L_N/kg_{oTS}) angegeben. Durch die Futtermittelanalytik werden Trockensubstanz (TS), organische Trockensubstanz (oTS), Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Rohfasser (XF), stickstofffreie Extraktstoffe (NfE), neutrallösliche Faser (NDF), säurelösliche Faser (ADF) und säurelösliches Lignin (ADL) bestimmt. Alle chemischen Analysen wurden von der Abteilung für Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) durchgeführt.

Die pflanzlichen Substrate wurden vom Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) und vom Technologie- und Förderzentrum (TFZ) bereitgestellt.

Ergebnisse

Die ersten Ergebnisse der Maisstrohproben zeigen statistisch signifikante Unterschiede innerhalb einer Pflanzenart (*Zea mays*). Pflanzenreife (Erntetermin) und -sorte bzw. die chemische Zusammensetzung der Pflanzen hat Einfluss auf die Biogasausbeute. Bezogen auf die Futtermittelanalyse wurde festgestellt, dass die Korrelation zwischen Biogasausbeute und Ligningehalt (ADL) den höchsten Korrelationskoeffizient (r) aufweist. Der r -lag bei $-0,59$ für den Datensatz des ersten Versuchsjahrs, und bei $-0,47$ für den Datensatz des zweiten Versuchsjahrs.

Die Batchversuche der Dauerkulturenproben ergaben, dass die Gasausbeute von 333 bis 720 L_N/kg_{oTS} mit einem Variationskoeffizienten von etwa 14 % variierte. Die Varianz der Biogasausbeute reflektierte den Unterschied zwischen den Pflanzenarten. Für die Hauptkomponentenanalyse (PCA) wurden die Parameter Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Nichtfaser-Kohlenhydrate (NFC), Hemizellulose (HC), und Lignin (ADL) ausgewählt. Hauptkomponente 1 (PC1) wird von den Variablen NFC und HC erklärt (Abb. links), die in der entgegengesetzten Richtung angeordnet sind. Dies bedeutet, dass Proben mit positiven Werten in PC1 eine höhere Konzentration an HC bzw. eine niedrigere Konzentration an NFC haben (Abb. rechts). Hauptkomponente 2 (PC2) wird von der Variablen ADL erklärt, so dass Proben mit positiven Werten in PC2 eine höhere Konzentration an ADL haben.

Die Ergebnisse werden derzeit in eine Online-Anwendung zur Abschätzung des Biogasertrags nachwachsender Rohstoffe eingearbeitet.

Projektleitung: Dr. F. Lichti
Projektbearbeitung: V. Dandikas, A. Aschmann, N. Siddiqui
Laufzeit: 2015 - 2017
Finanzierung: BayStMWi (FKZ: BE/15/06)

3.2.6 Weiterentwicklung der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) als Monitoring-tool für den Biogasprozess und die Gärrestapplikation



Externe Pumpe mit Loop zur Zirkulation des Fermentersubstrats und Nah-Infrarot-Sensor zur Spektrenerfassung mit Probenahmehahn

Zielsetzung

Die Nahinfrarot-Spektroskopie bietet die Möglichkeit, die spezifischen Prozesskenngrößen des mikrobiellen Abbaus des Fermentersubstrats wie alle flüchtigen Fettsäuren (FFS_{ges} titriert und kalkuliert, Essig- und Propionsäure), die Trockensubstanz (TS), die organische Trockensubstanz (oTS), Ammonium-N (NH₄-N), den FOS/TAC-Wert und den Carbonatpuffer (TAC) zu erfassen, zu quantifizieren und somit online zu überwachen.

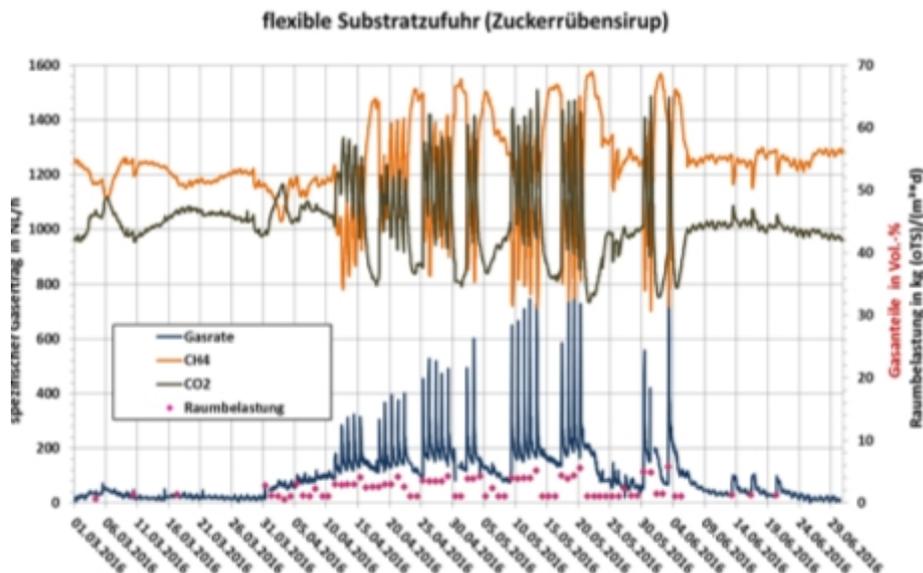
Ziel ist es zu klären, innerhalb welcher Grenzen mittels NIRS ein maximaler Regelbereich bei einem Last-Regelbetrieb über die Substratzufuhr ohne Verluste der Prozessstabilität eingestellt werden kann und inwieweit sich der Fermentationsprozess durch den Einsatz der NIRS am Fermenter optimieren lässt und ob sich Nährstoffgehalte von Gärresten mit NIRS nach fachrechtlichen Vorgaben abschätzen lassen. Abgerundet wird das Projekt durch die Verifizierung der Praxistauglichkeit des NIR-Messsystems an der Forschungsbiogasanlage in Grub im Last-Regelbetrieb.

Methode

Der Projektteil dient der Erweiterung von Kalibrationsmodellen mit speziellen Versuchen zum Last-Regelbetrieb in einem 3,5 m³ Technikumsfermenter (der BGA Pellmeyer angegliedert) unter Verwendung einer am ILT entwickelten automatischen Fütterungseinrichtung. Diese gewährleistet eine kontinuierliche Substratzugabe (Mais- und Grassilage) und hält die Biogasproduktion auf einem stabilen Niveau. Zusätzlich wurden einmalige, tägliche Stoßbelastungen mit Zuckerrübensirup (plus Gülle zur Erhaltung der Pufferkapazität) an den Wochentagen und Aussetzung derselben an den Wochenenden durchgeführt, um den spezifischen Biogasertrag festzustellen und anschließend Kalibrierungsmodelle zur Abschätzung der Prozessparameter erstellen zu können.

Ergebnisse

Die dargestellte Abbildung gibt den spezifischen Gasertrag (Gasrate) in Abhängigkeit der Raumbelastung wieder. Eine konstante Fütterung mit Mais/Grassilage und Gülle zur Erhaltung der Grundlast erstreckt sich über den gesamten Versuchszeitraum, mit einer gleichmäßig niedrigen Gasrate unter 100 Normlitern pro Stunde. Die Zugabe von Zuckerrübensirup erhöht nicht nur die Raumbelastung, sondern auch sehr stark die Biogasrate (ersichtlich in den Peaks), die teilweise bis 800 Normliter pro Stunde beträgt. Die Aussetzung der Zugabe an Zuckerrübensirup an den Wochenenden zieht ein Einbrechen des spezifischen Gasertrags nach sich.



Spezifischer Gasertrag und Gasanteile in Abhängigkeit der Raumbelastung bei flexibler Substratzufuhr (Zuckerrübensirup)

In der Gasanalyse (Abb.) zeigt sich, dass der Methangehalt (CH_4) bei niedriger Raumbelastung um 55 % schwankt und der Kohlendioxidgehalt (CO_2) mit 45 % im Mittel darunter liegt. Durch die Stoßbelastungen wird nicht nur dieses Verhältnis zumeist umgedreht, sondern auch der jeweilige Gasanteil quantitativ angehoben. An den Wochenenden fällt der Kohlendioxidgehalt wieder sichtlich unter den Gehalt an Methan, wobei dieser mit bis zu 70 % auffällig hoch ist.

Aus einer bereits vorliegenden, umfassenden Datengrundlage (spektrale Messungen nebst Laboranalytik) in Kombination mit diesem spezifischen dreimonatigen Projektteil konnten für alle Prozessparameter valide Kalibrationsmodelle mit guten Bestimmtheitsmaßen erzielt werden: flüchtige Fettsäuren titriert ($R^2 = 0,94$), flüchtige Fettsäuren kalkuliert ($R^2 = 0,96$), Essig- und Propionsäure (jeweils $R^2 = 0,90$), TAC-Wert ($R^2 = 0,93$), FOS/TAC-Wert und Ammonium-N (jeweils $R^2 = 0,96$), sowie Trockensubstanz ($R^2 = 0,97$) und organische Trockensubstanz ($R^2 = 0,86$).

Projektleitung: Dr. F. Lichti
 Projektbearbeitung: Dr. A. Stockl
 Laufzeit: 2016 - 2017
 Finanzierung: BayStMWi (FKZ: BE/16/03)

3.2.7 Einfluss verpilzter Einsatzstoffe auf den Biogasprozess und die hygienische Beschaffenheit von Gärresten



Unbehandelte Maissilage (links), mit *Aspergillus fumigatus* Stamm 1 verunreinigte Maissilage (Mitte), mit *Aspergillus fumigatus* Stamm 2 verunreinigte Maissilage (rechts)

Zielsetzung

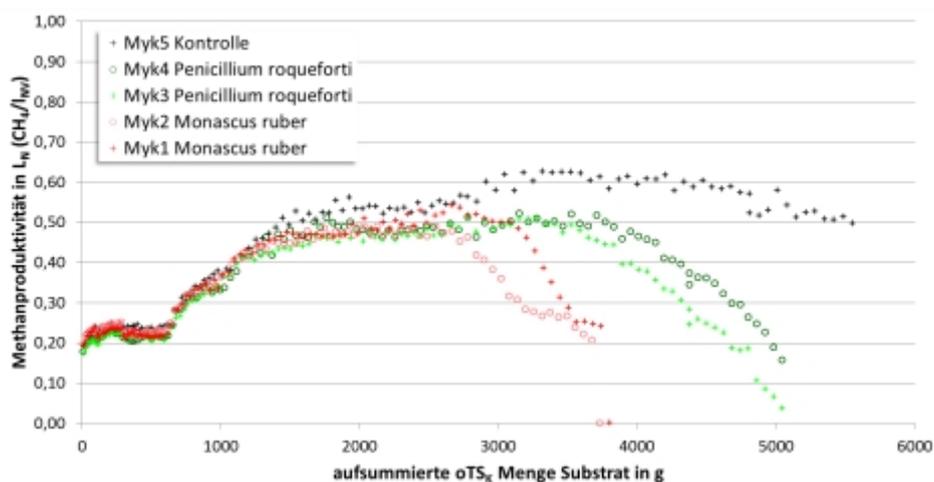
Mangelhafte Abdeckung, zu geringe Verdichtung oder zu geringer Vorschub sind nach wie vor die Hauptursachen für Schimmelpilzbildung im Silostock. Möglicherweise gebildete Sekundärmetabolite stehen im Verdacht sowohl toxische als auch antibiotisch wirksame Substanzen zu enthalten, die die Stoffwechselaktivität der Mikroorganismen in Gärbehältern und in der Folge die Effizienz einer Biogasanlage beeinträchtigen können. Neben Untersuchungen zu Einfluss auf Stabilität des Biogasprozesses soll auch der carry-over Effekt in Gärresten geprüft werden.

Methode

Der Einfluss von verpilzten Silagen auf den Biogasprozess wurde in Durchflussversuchen geprüft. Die Maissilagen wurden vom Institut für Tierernährung am Standort Grub im Vorfeld mit den Schimmelpilzkulturen *Monascus ruber*, *Penicillium roqueforti* und *Aspergillus fumigatus* (Abb.) beimpft und über zwei Wochen dem kontrollierten Verderb ausgesetzt. Als Inokulum wurde die Mais adaptierte Biozönose SB1 in den ersten Durchflussversuchen verwendet, in den zweiten Durchflussversuchen das Gärgemisch eines Praxisbetriebs. Zum Zeitpunkt der Entnahme aus dem Nachgärer wurde die Anlage mit einem hohen Anteil an Maissilage bei gleichzeitig geringem Substratanteil an tierischen Wirtschaftsdüngern gefüttert. Versuchsbegleitend wurden chemische, molekularbiologische und Untersuchungen zum Verbleib der Mykotoxine im Gärrest durchgeführt.

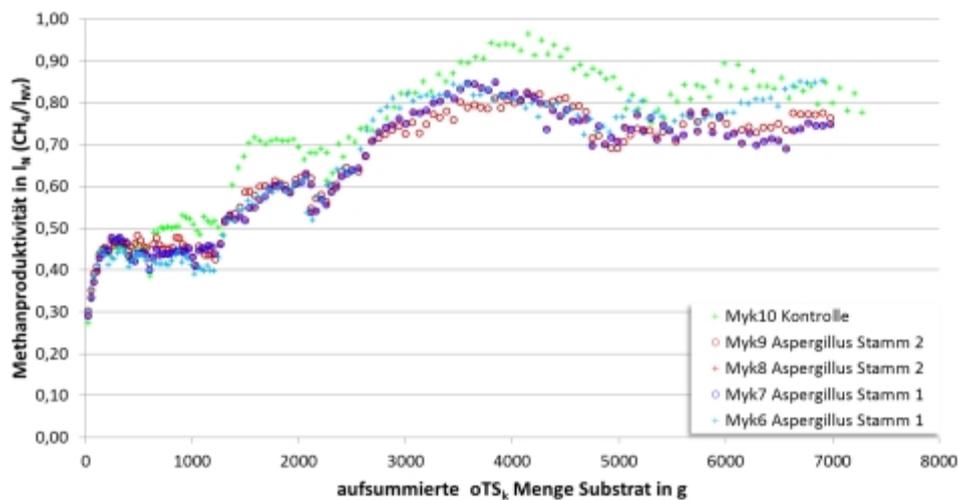
Ergebnisse

Die kontinuierliche Zugabe verpilzter Maissilage führte in den ersten Durchflussversuchen zu einer Prozessstörung mit darauf folgendem Einbruch der Methanproduktivität (Abb. nächste Seite).



Verlauf der Methanproduktivität in den ersten Durchflussversuchen mit Monascus ruber und Penicillium roqueforti kontaminierter Maissilage

Dabei konnte über den gesamten Versuchsverlauf eine Konzentrationszunahme der von *Monascus ruber* gebildeten Mykotoxinen Monakolin K1 und Monakolin Ks, sowie von *Penicillium roqueforti* gebildetem Roquefortin C festgestellt werden. Bei den zweiten Durchflussversuchen (Abb. unten) konnte keine deutliche Prozessstörung festgestellt werden. Auffällig war lediglich die Konzentrationszunahme von Roquefortin C über den gesamten Versuchszeitraum. Die chemischen und molekularbiologischen Untersuchungen ergaben in beiden Durchflussversuchen keine Unterschiede zwischen den Fermentern.



Verlauf der Methanproduktivität in den zweiten Durchflussversuchen mit Aspergillus fumigatus kontaminierter Maissilage

Projektleitung: Dr. F. Lichti
 Projektbearbeitung: M. Hartel
 Laufzeit: 2013 - 2017
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: EW/13/59), BayStMWi (FKZ: BE/14/29)
 Projektpartner: ITE 1b, AQU 1c, TUM Lehrstuhl für Tierhygiene

3.2.8 Amarant als spurenelementreiches Biogassubstrat



Roter und gelber Amarant im Zuchtgarten des TFZ Straubing

Zielsetzung

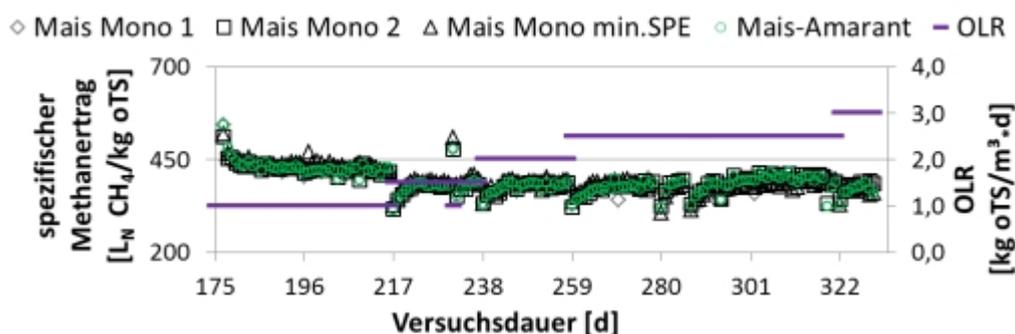
Wegen der geringen Nachlieferung an wichtigen Spurenelementen für die Methanbildung durch bspw. Maissilagen soll durch die Zugabe von Amarant (s. Abb. oben) als Co-Substrat ein möglicher Ausgleich der Spurenelementversorgung geprüft werden. Aus ersten Anbauversuchen von Amarant zur Selektion praxistauglicher Amarantlinien für baye-rische Standortbedingungen ging hervor, dass die Gehalte bestimmter Spurenelemente deutlich über denen von Mais liegen können.

Methode

In Durchflussfermentern werden praxisnah Langzeitversuche zur Prüfung der Prozessstabilität und Erkennung von Belastungsgrenzen bei der (i) Monofermentation von Mais, (ii) der Fermentation von Mais mit einer Nährstoffsupplementierung sowie (iii) von einer Mais-Amarant-Mischung erprobt.

Ergebnisse

Bis zum jetzigen Zeitpunkt gibt es keine Merkmale einer Prozessstörung. Aktuell werden die Varianten mit einer Raumbelastung von 3,0 kg oTS/m³*d beschickt (s. Abb. unten).



Verlauf des spezifischen Methanertrags der drei Kontrollen (schwarz) und der Variante Amarant (grün)

Projektleitung: Dr. F. Lichti
 Projektbearbeitung: M. Hartel
 Laufzeit: 2016 - 2018
 Finanzierung: BayStMWi (FKZ: BE/16/01)
 Projektpartner: AQU 1c, TFZ Straubing, IZNE Universität Göttingen

3.2.9 Intervallbetrieb Biogasanlage Grub



Luftbild der Biogasanlage in Grub

Zielsetzung

Die Nutzung von Biogas als speicherbarer und regenerativer Energieträger kann zu einer flexiblen und dezentralen Lösung der Energiebereitstellung beitragen und im Gegensatz zu Windkraft und Photovoltaik der Netzstabilität dienen. Im Zuge der Direktvermarktung können Anlagenbetreiber durch den Intervallbetrieb und der Regelleistung Energie flexibel bereitstellen. In diesem Forschungsprojekt sollen Aussagen über die Auswirkung des Intervallbetriebs auf folgende Verfahrensweisen getroffen werden:

- **BHKW:** Start-/Stop-Verhalten, Wirkungsgrad, Emissionen, Wartungsbedarf
- **Gärprozess:** Durchführung einer dynamischen Prozessfütterung und Gasproduktion durch Variation der Fütterung (z. B. diskontinuierliche Fütterung, Stoßbelastung) unter Einhaltung der gegebenen Lagerkapazitäten
- **Prozesswärmebedarf und -bereitstellung:** Prozesstemperatur und Prozessstabilität, Wärmepufferung, wärmeorientierte Prozessführung

Methode

In der ersten Versuchsphase wurde die bestehende Biogasanlage von Grundlast- auf den Intervallbetrieb vorbereitet und umgerüstet. Die Einbindung des Spitzenlast-BHKW wird durch eine Gasaufbereitung und Motorerwärmung mit unterstützt. Während der Vorbereitungszeit konnte bereits die Vorgehensweise und Steuerung der Motoren im Intervallbetrieb geplant werden.

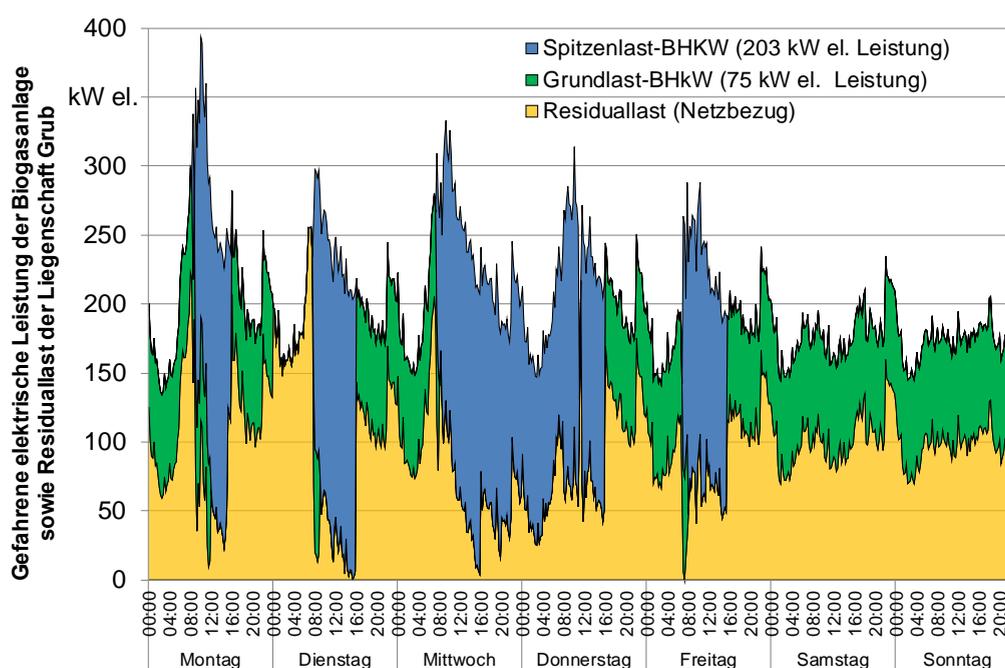
Mittlerweile konnte das Spitzenlast-BHKW mit einer installierten elektrischen Leistung von 203 kW neben dem Grundlast-Motor mit 75 kW elektrischer Leistung erfolgreich in das Stromnetz eingebunden werden. Seit Ende November 2016 konnte mit der Inbetriebnahme und dem Abfahren der Verbrauchsspitzen in Grub gestartet werden.

Mit Prognosemodellen aus den Verbrauchsdaten des letzten Kalenderjahres wird der wöchentliche Substrateinsatz sowie die Fahrweise der BHKWs angepasst. Nach der Einlaufphase in den ersten Wochen kann nun das Spitzenlast-BHKW verstärkt eingesetzt werden.

Ergebnisse und Ausblick

Im Intervallbetrieb konnten bereits erste Ergebnisse gesammelt werden, welche im Nachfolgenden zusammengefasst werden:

- Insbesondere während der Startphase im Intervallbetrieb sind hauptsächlich Störmeldungen über die BHKW-Motoren eingegangen. Der Betreiber sollte daher bei der Umstellung Start-Eigenschaften und Serviceverträge der BHKWs beachten.
- Die Prozessbiologie lief trotz der Stoßbelastung und des vermehrten Eintrags von energiereichem Substrat stabil: Der FOS/TAC-Wert stabilisiert sich bei 0,2 und der pH-Wert liegt im Schnitt zurzeit bei 7,83.
- Das Planmodell wird in der Praxis täglich angepasst. Der großzügig dimensionierte Gasspeicher dient als Puffer mit dem Ziel, zu Beginn der Spitzen möglichst voll zu sein.



Gefahrene Leistung der Biogasanlage Grub sowie Residuallast der Liegenschaft Grub während der Kalenderwoche 50 (12.-18.12.2016) – Eigenstrombedarf als Anteil in der Stromproduktion oder bei Stillstand der Anlage in der Residuallast enthalten

Der Spitzenlastbetrieb soll in Zukunft weiter ausgeweitet werden. Durch den Zubau eines neuen und größeren Beschickers sowie dem automatisierten Einsatz zum Pumpen des Zuckerrübenbreis könnte ein Volllaststundenbetrieb von rund 140 kW elektrischer Leistung mit einer Stromproduktion von bis zu 1,2 Mio. kWh realisiert werden. Zudem werden Ideen zur intensiveren Nutzung der thermischen Energie entwickelt.

Projektleitung: Dr. F. Lichti
 Projektbearbeitung: S. Tappen
 Laufzeit: 2014 - 2017
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: N/14/13)

3.2.10 Biogas Messprogramm III – Teilvorhaben 1: Faktoren für einen effizienten Betrieb von Biogasanlagen



Gärrestlager mit Gasspeicher

Zielsetzung

Das Biogas-Messprogramm (BMP) soll den Stand der Technik der Biogastechnologie im Lichte aktueller und zukünftiger Entwicklungen abbilden. Dafür wird an einer repräsentativen Anzahl von Biogasanlagen in Deutschland ein detailliertes Monitoring durchgeführt. Übergeordnetes Ziel des aktuellen Biogas-Messprogramms III ist es, neue Methoden zur Bewertung der Effizienz von Biogasanlagen, im speziellen der Quantifizierung des Erfolgs von Repowering-Maßnahmen zu entwickeln und zu evaluieren. Im Fokus der methodischen Weiterentwicklung stehen Vorschriften zur Probenahme und Probenbehandlung, der Prozessbewertung über Massen- und Energiebilanzen sowie der Analyse der biologischen Prozessstabilität und Substratausnutzung. Das Projekt soll dazu genutzt werden, diese Methoden stärker in die angewandte Forschung und Praxis hineinzutragen.

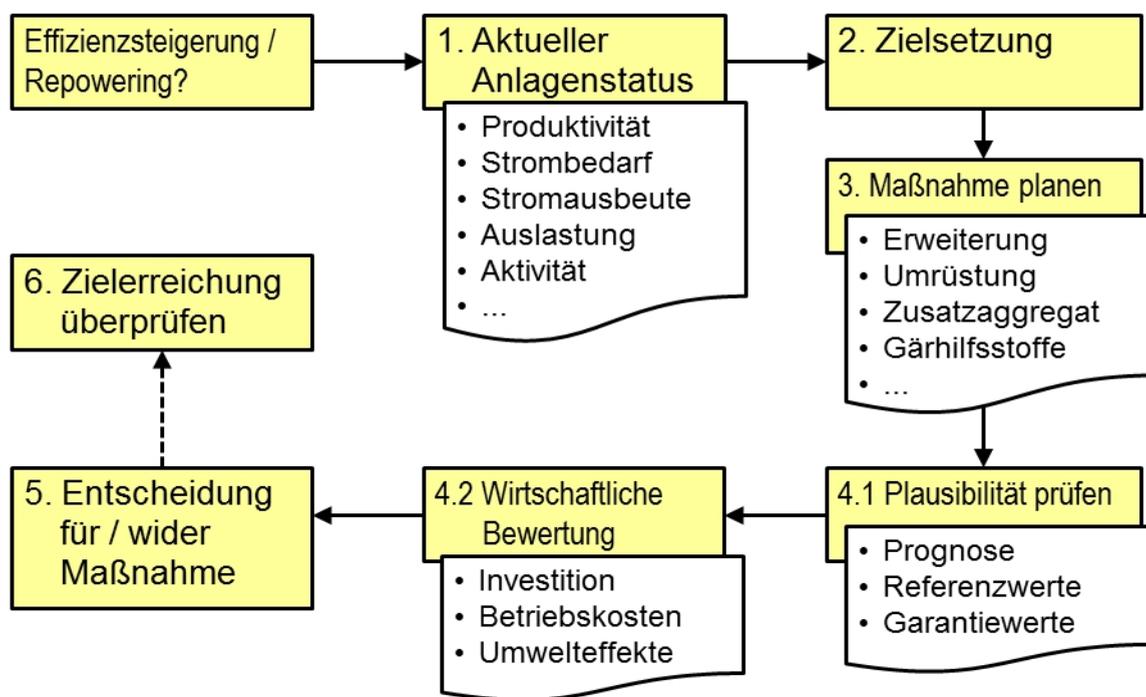
Methode und Stand der Untersuchungen

Um eine fundierte Datengrundlage zur Weiterentwicklung von Methoden der Effizienzbewertung von Biogasanlagen bereitstellen zu können, wird an 60 Praxisbiogasanlagen in Deutschland ein detailliertes Prozessmonitoring durchgeführt. Die Anlagenauswahl erfolgte anhand der jährlich durchgeführten Anlagenbefragung durch das Deutsche Biomasse Forschungszentrum Leipzig (DBFZ), erweitert um Detailfragen zur messtechnischen Ausstattung der Biogasanlagen.

Voraussetzung zur Bewertung des Betriebserfolgs im Status Quo bzw. nach erfolgten Repowering-Maßnahmen ist die Untersuchung des Anlagenbetriebs über einen ausreichend langen Zeitraum. Als Bewertungsmaßstab werden die im Rahmen des Biogas-Monitoring an der LfL und im BMP entwickelten und etablierten Effizienz-Kenngrößen herangezogen.

Für jede im BMP begleitete Praxisbiogasanlage werden eine Ad hoc-Bewertung des Anlagenzustands sowie eine Schwachstellenanalyse mit entsprechender Ursachenforschung durchgeführt. Hierfür wird die am Institut für Landtechnik und Tierhaltung entwickelte Methode zur Bewertung von Biogasanlagen (*Biogas Doc*) angewandt. Werden an einer Anlage signifikante Schwachstellen ermittelt, kann der zu erwartende Erfolg möglicher

Verbesserungsmaßnahmen abgeschätzt werden, indem der Zielstatus simuliert wird (s. Abb.).



Vorschlag für ein systematisches Vorgehen

Die Methode der Effizienzbewertung wird dahingehend weiterentwickelt, dass der Betreiber mittels einer Webanwendung eine kontinuierliche Überwachung der Effizienz seiner Anlage durchführen kann.

Derzeit liegen erst für wenige Monaten Daten aus dem Anlagenmonitoring vor. Um Schlussfolgerungen daraus zu ziehen, ist die Datengrundlage noch nicht ausreichend.

Projektleitung: Dr. M. Effenberger
 Projektbearbeitung: R. Kliche, G. Streicher
 Laufzeit: 2016 - 2018
 Finanzierung: BMEL (FKZ: 224-036-15)
 Projektpartner: DBFZ Leipzig; Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie Universität Hohenheim; Kompetenzzentrum Erneuerbare Energien und Klimaschutz Schleswig-Holstein

3.2.11 Kurzstudie zur Ermittlung der Emissionen fester, separierter Biogasgärreste



Darstellung der Versuchsvarianten und des -aufbaus zur Bewertung der vier unterschiedlichen Verfahren zur Lagerung von festen separierten Gärresten (links); Blick auf einen markgängigen Pressschneckenseparator (rechts)

Zielsetzung

Ziel dieser Kurzstudie ist zum einen die Bewertung von mechanischen Separatoren hinsichtlich deren Effizienz sowohl bezogen auf die Nährstoffe als auch aus energetischer Betrachtungsweise. Dabei gilt es, mögliche Verlustpfade (Emissionen aus der Lagerung) zu definieren sowie den energetischen Input-Bedarf zu ermitteln. Um eine Beratungsaussage für die Praxis treffen zu können, müssen die Verluste quantifiziert sowie technische Möglichkeiten zur Minderung der Emissionen bei verschiedenen Lagerungsverfahren getestet werden.

Methode

Die Versuche zur Bewertung verschiedener Lagerungsverfahren von festen, separierten Gärresten (als loser Haufen; mit Folie abgedeckt; nur verdichtet; verdichtet und abgedeckt) hinsichtlich deren emissionsmindernden Wirkung wurden in vierfacher Wiederholung durchgeführt. Zusätzlich wurde jede Variante und Wiederholung in drei Tiefen (25, 50 und 75 cm vom Behälterboden) zu vier Zeitpunkten (zu Beginn sowie nach 7, 14 und 47 Tagen) beprobt, um die Stickstoffverluste räumlich sowie im zeitlichen Verlauf quantifizieren zu können.

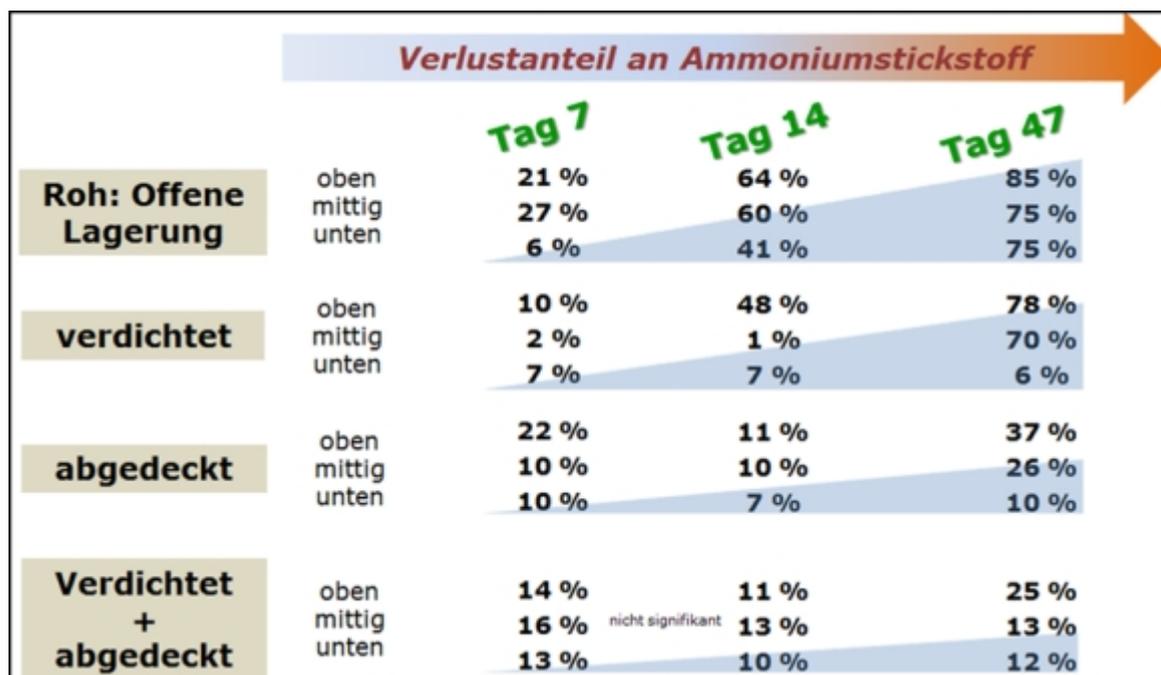
Ergebnisse

Die Ergebnisse mit Pressschneckenseparatoren zeigen einen durchschnittlichen Masseabtrenngrad von 10 %, wobei 18 % N_{Ges} , 12 % NH_4-N sowie 33 % P_2O_5 in der abgepressten festen Phase zu finden waren. Dabei weisen vor allem Biogasgärreste im Vergleich zu anderen Wirtschaftsdüngern höhere Anteile an Ammoniumstickstoff (NH_4-N) in der Frischmasse der abgetrennten festen Phasen auf, was das Risiko von Verlusten erhöht.

In diesem Zusammenhang wird zum einen das Emissionspotenzial bei der flüssigen Phase durch die höhere Infiltrationsleistung reduziert. Andererseits steigen gerade bei der offenen Lagerung von festen, separierten Biogasgärresten aufgrund des erhöhten pH-Werts (bis 9,0) sowie den hohen Ammoniumgehalten bei hohen Temperaturen die Ammoni-

akemissionen erheblich an. Diese können jedoch mit geeigneter Lagerung (Verdichtung sowie Folienabdeckung) reduziert werden.

Die Versuche zur Bewertung unterschiedlicher Lagerungsverfahren von festen separierten Gärresten hinsichtlich des Emissionspotenzials zeigen, dass die Lagerung als loser Haufen zu erheblichen Stickstoffverlusten auch in tieferen Schichten führen kann und durch eine Abdeckung diese Verluste signifikant reduziert werden (Abbildung).



Reduktion der Stickstoffemissionen durch unterschiedliche Lagerungsverfahren von separierten Gärresten (feste Phase) nach 7, 14 und 47 Tagen

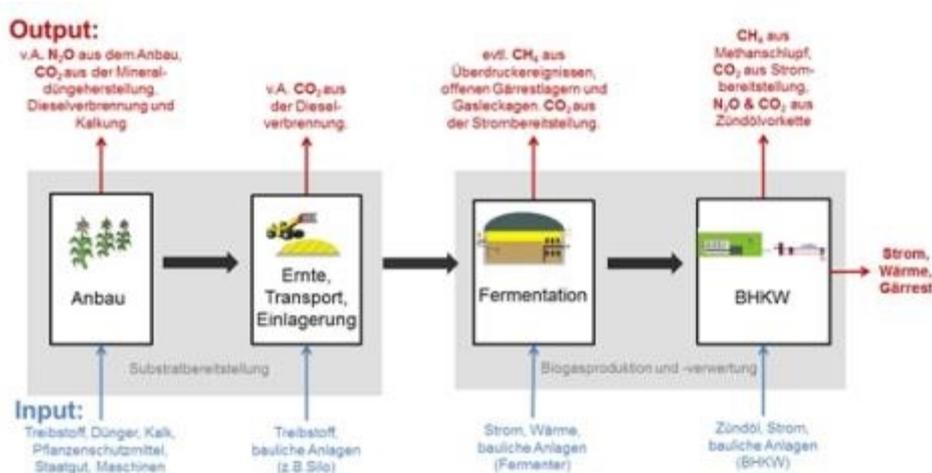
Problematisch ist jedoch, dass im Praxiseinsatz in vielen Fällen kontinuierlich festes separiertes Material anfällt und somit eine dauerhafte Abdeckung nach einmaliger Separation bis zur Ausbringung nur in wenigen Fällen umgesetzt werden kann. Dennoch zeigen die Versuchsergebnisse, dass durch eine Minimierung der „offenen“ Lagerzeiten am Separator und diskontinuierliche Füllung eines abgedeckten Lagers Potenzial zur Reduktion von Ammoniakverlusten am Lager besteht. Des Weiteren wird deutlich, dass bereits eine Verdichtung des Materials nach jedem Separiervorgang zur Reduktion der Emissionen führt.

Generell muss das Verlustrisiko immer in Verbindung mit allen Einflussfaktoren auf die Umwelt bewertet werden. Die durchgeführten Versuche dienen ausschließlich zur Beurteilung des Verlustreduktionspotenzials und sollten nicht einer quantitativen Beurteilung unterzogen werden.

Projektleitung: Dr. F. Lichti
 Projektbearbeitung: F. Ebertseder
 Laufzeit: 2016 - 2016
 Finanzierung: BayStMWi (FKZ: BE/14/16a)
 Projektpartner: AVB

3.2.12 Biogas Webanwendungen

Um dem Betreiber eine systematische Analyse der Effizienz und Umweltwirkungen der eigenen Biogasanlage zu ermöglichen sowie Verbesserungspotenziale zu erkennen, bieten sich entsprechende Software-Anwendungen an. Am Institut für Landtechnik und Tierhaltung wurden mit dem *Biogas Doc* bzw. dem *THG-Rechner Biogas* zwei Web-Anwendungen für die Schwachstellenanalyse und Identifizierung von Verbesserungsmaßnahmen von Biogasanlagen im Bestand bzw. die Bilanzierung der THG-Emissionen bei der Bereitstellung von Strom und Wärme in landwirtschaftlichen Biogasketten (s. Abb.) entwickelt.



THG-Rechner Biogas: Stoffströme entlang der Biogaskette mit Hervorhebung der klimarelevanten Emissionen

Zielsetzung

Mit diesem Vorhaben sollen die genannten Anwendungen fachlich weiterentwickelt und in der Praxis etabliert werden, um einen entsprechenden Nutzen für die Verringerung negativer Umweltwirkungen und die Steigerung der Effizienz bayerischer Biogasanlagen im Bestand zu erzielen.

Methode

Die Anwendung *Biogas Doc* verwendet Methoden der Fuzzy-Mathematik und der regelbasierten Entscheidungsfindung. Der Algorithmus wird anhand von Daten aus dem Monitoring der Bayerischen Biogas-Pilotbetriebe an den aktuellen Stand der Technik angepasst und im Rahmen des Biogas-Messprogramms (BMP) validiert. Die Webanwendung *THG-Rechner* wird um die Bilanzierung des kumulierten Energieaufwands (KEA) erweitert. Außerdem wird an der Berücksichtigung bisher vernachlässigter Prozesse wie alternative Biogasverwertungspfade, Humusdynamik und Nährstoffbilanz gearbeitet. Zur besseren Etablierung in der Praxis sollen die beiden Anwendungen über eine gemeinsame Web-Plattform angeboten und der komfortable Austausch von Anlagendaten ermöglicht werden.

Projektleitung: Dr. M. Effenberger
 Projektbearbeitung: A. Buschmann, Dr. M. Maze
 Laufzeit: 2016 - 2018
 Finanzierung: BayStMWi (FKZ: BE/15/07)

3.2.13 Biogas Forum Bayern - Schulungsmaßnahmen und Qualitätsmanagement



Schulungsteilnehmer vor einer Biogasanlage

Zielsetzung

Das Schulungskonzept „Biogas Kompetenz Bayern“ wurde 2010 entwickelt, um den Wissensstand von Biogasanlagenbetreibern auf ein einheitliches Niveau zu bringen und um neue Erkenntnisse aus der Forschung in die Praxis zu vermitteln. Ziel der Fortsetzung dieses Schulungsprojekts war es, das Angebot weiterzuführen und die Qualität der Schulungen zu sichern.

Methode

Zur Wissensvermittlung wurden verschiedene Module (M0, M1, M2, M3, M4 und M+) konzipiert und an den bayerischen Landmaschinenschulen Triesdorf, Bayreuth, Landsberg am Lech und Landshut angeboten. Die Module beinhalteten praktisches Wissen aus den Bereichen Bau- und Anlagentechnik (Modul M0), Substratproduktion und -bereitstellung (Modul M1), Prozessbiologie und Analytik (Modul M2), Anlagensicherheit und Arbeitsschutz (Modul M3) sowie Ökonomie und Öffentlichkeitsarbeit (Modul M4). Neben diesen Grundmodulen gab es spezielle Module (M+) zu aktuellen Themen, wie z. B. Wärmeverwertung oder Flexibilisierung. Für die staatlichen Berater an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) wurden jedes Jahr Module (MBerater) zur Aktualisierung des Fachwissens abgehalten. Die Referenten der einzelnen Module kamen vorwiegend aus den wissenschaftlichen Bereichen der LfL und den bayerischen Behörden, so dass eine objektive Wissensvermittlung gewährleistet werden konnte. Die einzelnen Module wurden zweitägig mit theoretischen und praktischen Übungseinheiten und einer abschließenden Prüfung zur Erlangung eines Zertifikats durchgeführt. Nach erfolgreicher Absolvierung aller Module (M1-M4) konnte ein Gesamtzertifikat „Biogas Kompetenz Bayern“ erlangt werden.

3.2.14 Energetische Effizienz und Emissionen der Biogasverwertung

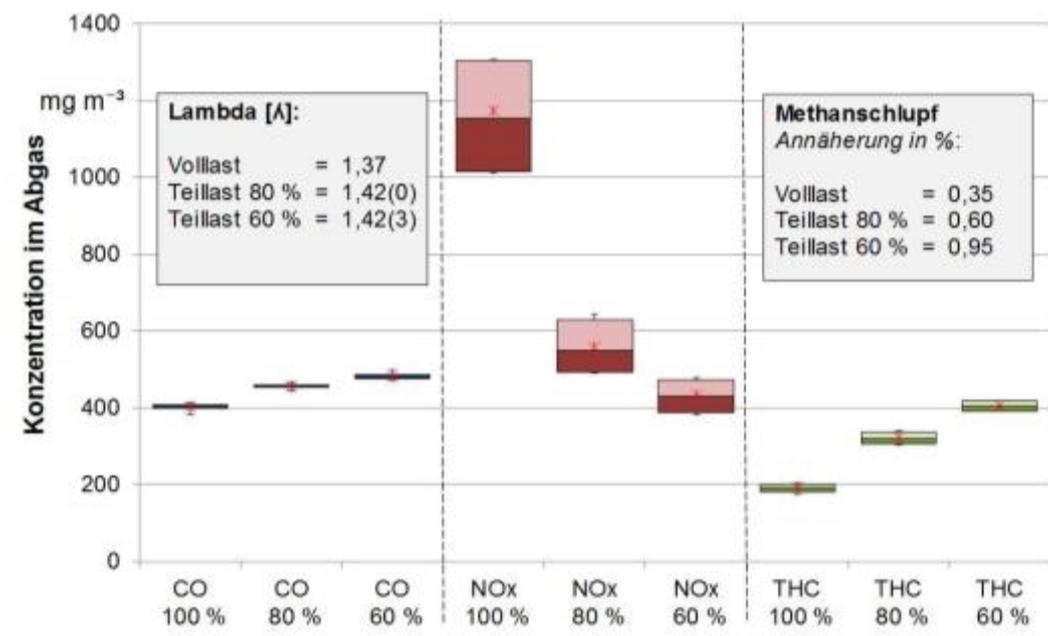
Die Veränderungen am Strommarkt bewirken zunehmend höhere Anforderungen an die Strombereitstellung aus Biogas in Richtung mehr Flexibilität und Regelbarkeit. Daher werden Biogasmotoren immer häufiger in Intervallen oder unter Teillast betrieben. In diesem Forschungsprojekt wurden speziell die Auswirkungen solcher Betriebszustände auf das Abgasverhalten und den elektrischen Wirkungsgrad von Hubkolbenmotoren und Mikrogasturbinen untersucht.

Methoden

An insgesamt zehn mit Biogas bzw. Klärgas betriebenen Aggregaten wurden vor Ort der elektrische Wirkungsgrad (η_{el}) und die Abgasemissionen untersucht. Die acht Hubkolbenmotoren (sieben Gas-Otto-, ein Zündstrahl-Motor) mit elektrischen Nennleistungen (P_{el}) von 75 bis 549 kW waren teilweise mit Abgasreinigungseinrichtungen ausgestattet; nicht so die beiden Mikrogasturbinen mit 30 und 65 kW elektrischer Nennleistung. Die Messungen erfolgten unter Volllast, 80 % und 60 % Last, in einzelnen Fällen auch auf anderen Laststufen über einen Zeitraum von mindestens einer Stunde oder während eines Start-Stopp-Vorgangs. Insgesamt wurden alle Aggregate in mindestens vierfacher Wiederholung im Abstand von etwa einem halben Jahr gemessen.

Ergebnisse

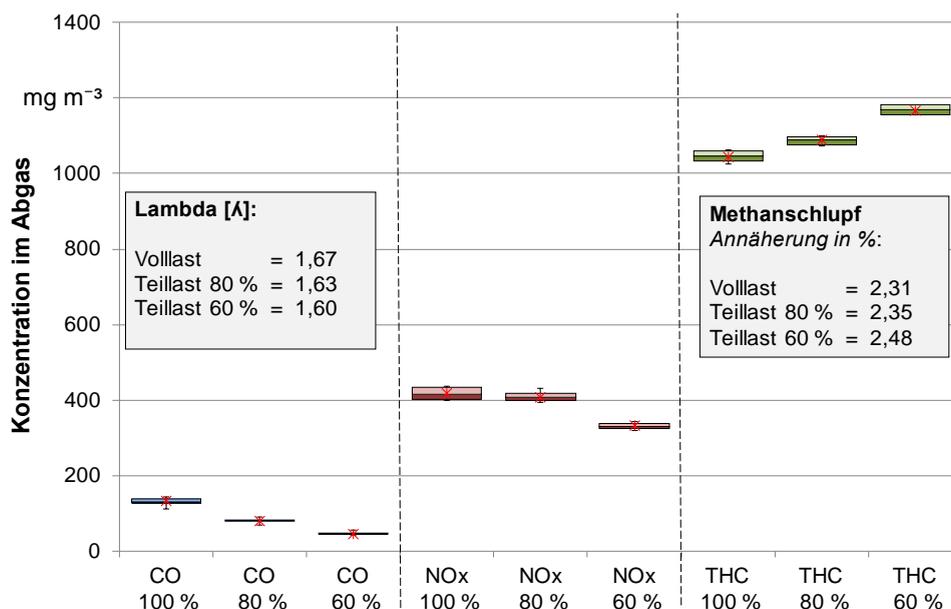
Die höchsten elektrischen Wirkungsgrade unter Volllast von bis zu 43 % zeigten der Gas-Otto-Motor mit BlueRail®-Zündverfahren sowie der Zündstrahlmotor im Leistungsbe- reich um $P_{el} = 250$ kW. Unter Teillast ging der elektrische Wirkungsgrad in allen Fällen, jedoch von Aggregat zu Aggregat unterschiedlich stark zurück: bei 80 % Last um 0,9 bis 2,6 Prozentpunkte, bei 60 % Last um 2,5 bis 6,1 Prozentpunkte. Der anteilige Eigenstrom- bedarf nahm unter Teillast zu.



Gemessene Konzentrationen von CO, NO_x und THC im Abgas eines 530 kW Gas-Otto-Motors (ohne Abgasbehandlung) unter Voll- und Teillast

Der Lambdawert (λ) war ein Schlüsselfaktor für das Abgasverhalten der Kolbenmotoren, anhand dessen die untersuchten Aggregate in zwei Kategorien unterteilt werden konnten: Motoren, die auf Vollast bei λ -Werten unter 1,5 betrieben wurden, zeigten höhere NO_x -Konzentrationen im unbehandelten Abgas bei relativ niedrigen THC-Konzentrationen. Unter Teillast wurde λ angehoben, woraufhin der Stickoxid (NO_x)-Wert sank, die Kohlenwasserstoff (THC)-Konzentration und damit auch der Methanschluß jedoch deutlich anstiegen (s. Abb. Seite vorher).

An Motoren im Magerbetrieb bei $\lambda > 1,5$ wurden unter Vollast deutlich geringere NO_x -Emissionen gemessen bei gleichzeitig sehr hohem Methanschluß. Unter Teillast wurde der λ -Wert leicht abgesenkt, so dass die NO_x -Konzentration im Abgas mehr oder weniger gleich blieb und der Methanschluß nur geringfügig zunahm (s. Abb.).



Gemessene Konzentrationen von CO, NO_x und THC im Abgas eines 360 kW Gas-Otto-Motors (mit Oxidationskatalysator) unter Voll- und Teillast

Wurden Oxidationskatalysatoren eingesetzt, so waren diese für Kohlenmonoxid (CO) sehr wirksam, nicht jedoch für Methan. Um den Methanschluß aus dem Abgas zu eliminieren, ist eine thermische Nachverbrennungseinheit erforderlich. Die im vorliegenden Projekt untersuchte thermische Nachverbrennungseinheit an einem 549 kW Gas-Otto-Motor erzielte eine Reduktionsleistung für THC/Methan von bis zu 99,5 %.

Die Mikrogasturbinen wiesen ohne Abgasbehandlung sehr geringe Abgasemissionen auf, die gemessenen elektrischen Wirkungsgrade erreichten jedoch nur maximal 23 bis 26 %.

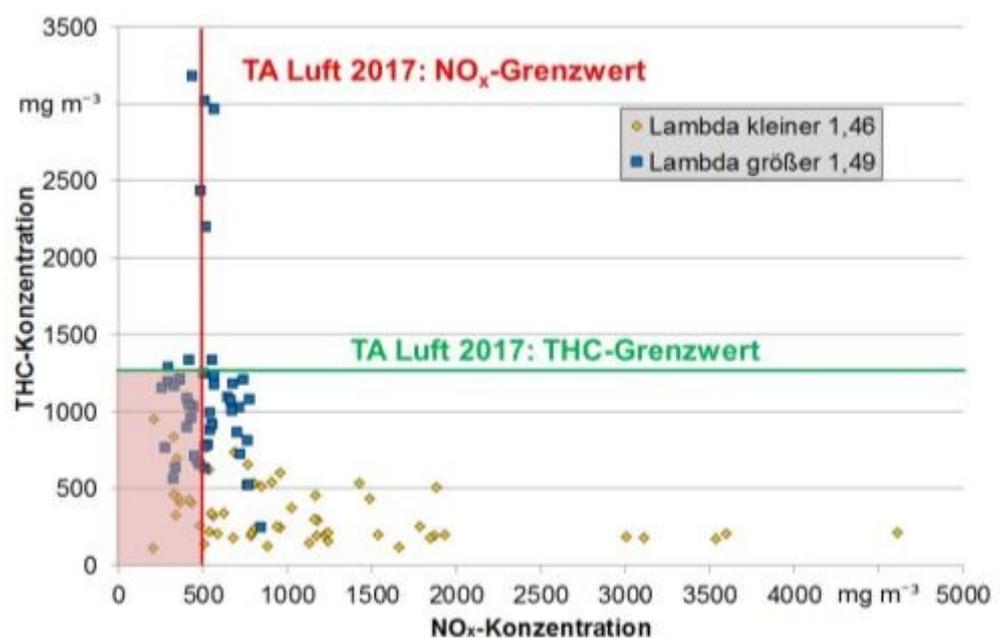
Schlussfolgerungen und Ausblick

Aus den Ergebnissen ist klar ersichtlich, dass sich sowohl der elektrische Wirkungsgrad als auch die Abgaszusammensetzung der BHKW-Aggregate unter Teillast gegenüber Vollast deutlich veränderten. Die große Streubreite der Werte deutet darauf hin, dass einzelne Motoren bereits auf einen möglichst hohen Wirkungsgrad auch unter Teillast getrimmt wurden. Der Rückgang des elektrischen Wirkungsgrades, ob durch Alterung des Motors oder durch länger anhaltenden Teillastbetrieb, führt zu einem höheren Bedarf an

Biogas und damit an Einsatzstoffen. Dies führt zu einer erhöhten Umweltbelastung bei gleichem Stromertrag.

Insgesamt wurde bei Anlagen mit einem hohen Methanschluß tendenziell ein höherer elektrischer Wirkungsgrad gemessen. In der Regel war dies darauf zurückzuführen, dass die effizienteren BHKW-Motoren mit einer hohen Verdichtung arbeiteten. Daraus ergibt sich die Fragestellung, ob es ökologisch sinnvoller ist, bei höherem Methanschluß effizienter Strom zu produzieren oder den Methanschluß auf Kosten des elektrischen Wirkungsgrades möglichst gering zu halten.

Für Kolbenmotoren würden die erwarteten strengeren Grenzwerte der zu novellierenden TA Luft erheblich höhere Anforderungen an die Motor- und Abgasbehandlungstechnik stellen. Zur Begrenzung der CO-Emissionen könnte auf eine Abgasbehandlung nicht mehr verzichtet werden. Innermotorische Maßnahmen zur Begrenzung der NO_x-Emissionen limitieren hierbei den elektrischen Wirkungsgrad. Daher könnte bei Motoren mit geringem Luftüberschuss die selektive katalytische Reduktion (SCR-Kat) ins Spiel kommen. (vgl. Abb. unten).



Mittlere gemessene NO_x- und THC-Konzentration (verschiedene Laststufen) im Abgas von acht Motoren, klassifiziert nach λ -Werten vor dem Hintergrund der zu erwartenden Grenzwerte nach TA Luft 2017

Die beim Herunter- und Wieder-Hochfahren von BHKW auftretenden Emissionsspitzen, sind für das gesamte Emissionsgeschehen eines BHKW nicht ausschlaggebend, da diese Betriebsphasen zeitlich eng begrenzt sind und ein geringes Abgasvolumen ausgestoßen wird. Im Falle einer Abgasreinigung mit Oxi-Kat dürften längere Stillstandszeiten sowie das wiederholte Aufheizen und Abkühlen die Lebensdauer des Katalysators jedoch tendenziell verkürzen.

Projektleitung: Dr. M. Effenberger
 Projektbearbeitung: S. J. Tappen
 Laufzeit: 2012 - 2016
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: EW/12/02), BayStMWi (FKZ: BE/14/14)

3.2.15 Expertengruppe Ressourcenmanagement Bioenergie in Bayern

Zielsetzung

Die übergeordneten, langfristigen Ziele, die durch die Expertengruppe ExpResBio bearbeitet und umgesetzt werden sollen, sind die Reduktion der Treibhausgas (THG)-Emissionen in Bayern durch Analyse und Optimierung der Energie- und Stoffströme in der land- und forstwirtschaftlichen Produktion von Biomasse in Abwägung mit anderen wichtigen Umweltwirkungen zur Bereitstellung von Rohstoffen und für die Energieumwandlung. Gleichzeitig soll auch eine volks- und betriebswirtschaftliche Bewertung der untersuchten Verfahrensketten auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen erfolgen, so dass eine möglichst nachhaltige Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Ressourcen in Bayern sichergestellt werden kann.

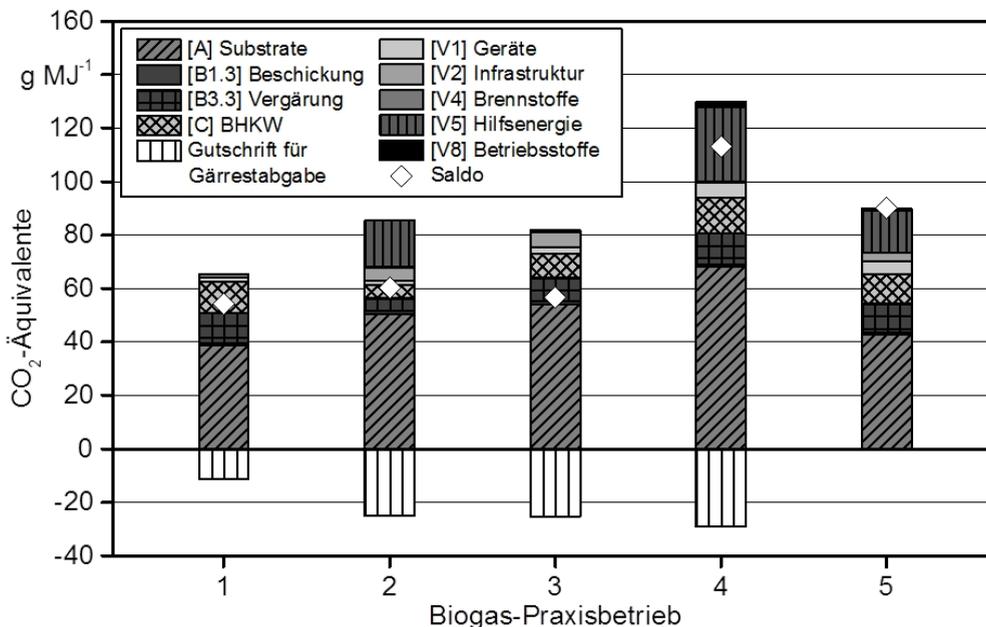
Methode

Am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der LfL wurde speziell die Energiebereitstellung aus Biogas in fünf Praxisbetrieben mit unterschiedlichen Standortbedingungen und Konzepten untersucht. Die Stoffstromanalyse wurde mit der Software GaBi 6 durchgeführt. Als funktionelle Einheit wurde ein Megajoule (MJ) in das öffentliche Netz eingespeiste elektrische Energie definiert. Die Systemgrenze reichte vom Anbau der Energiepflanzen bzw. vom Bezug von Gülle aus der Tierhaltung bis zur Abgabe der Nutzenergie aus dem Blockheizkraftwerk (BHKW) und der Abgabe des Gärrests.

Ergebnisse

In allen fünf untersuchten Biogas-Praxisbetrieben verursachte die Stromerzeugung aus Biogas im Vergleich zur Stromerzeugung aus Erdgas (138 g MJ^{-1}) sowie dem deutschen Strommix (178 g MJ^{-1}) eine signifikante Verringerung der CO_2 -Äquivalent-Emissionen (s. Abb. auf der nächsten Seite). Hauptquelle für THG-Emissionen war in allen untersuchten Betrieben die Erzeugung von Energiepflanzen. Wird der größte Teil des Biogasertrags aus Energiepflanzen gewonnen, ist dieser Anteil entsprechend höher als beim Einsatz von Reststoffen, Gülle und Mist. Als dominierende Einflussgrößen auf die THG-Emissionen aus dem Betrieb der Biogasanlagen wurden der Bezug von elektrischer Hilfsenergie als Mix aus dem öffentlichen Netz und der Methanschluß aus dem BHKW identifiziert.

Aus den Untersuchungen können eine Reihe von Optimierungsansätzen zur Reduktion der THG-Emissionen der Energiebereitstellung aus Biogas abgeleitet werden. Bei der Erzeugung von Energiepflanzen tragen die Lachgasemissionen in Folge der Stickstoffdüngung maßgeblich zu den produktspezifischen THG-Emissionen bei. Maßnahmen zur Vermeidung dieser Emissionen liegen in der Reduktion des N-Mineraldüngereinsatzes sowie einer an den Pflanzenbedarf angepassten N-Düngung (regelmäßige Nährstoffanalyse der Gärreste). Wird überschüssiger Gärrest an andere Betriebe abgegeben, kann eine Gutschrift für den dort vermiedenen Einsatz von Mineraldünger angerechnet werden, welche einen gewissen Anteil der THG-Emissionen kompensiert. Der Anbau von Zwischenfrüchten kann einerseits frei verfügbaren Stickstoff und andererseits durch Humusaufbau atmosphärischen Kohlenstoff binden. Je mehr Biogas aus Gülle oder Mist gewonnen wird, desto weniger Emissionen aus dem Energiepflanzenanbau sind in der Bilanz anzurechnen.



THG-Emissionen der Strombereitstellung aus Biogas als CO₂-Äquivalente in Gramm je MJ eingespeiste elektrische Energie nach exergetischer Allokation (Saldo und Aufteilung auf einzelne Prozessgruppen)

Auch auf Ebene der Biogasanlage gibt es eine Reihe von Maßnahmen zur Verringerung der THG-Emissionen (s. Tab.). Hierzu zählen die Minimierung des Einsatzes von elektrischer Hilfsenergie aus fossilen Quellen, die professionelle Wartung des BHKW, die regelmäßige Kontrolle der Gärstrecke auf Leckagen, die Ausstattung der Gärrestlager mit Gaserfassung sowie die Steigerung des Wärmeabsatzes zur Substitution fossiler Energieträger.

Maßnahmen zur Verringerung der spezifischen THG-Emissionen der Energiebereitstellung aus Biogas

Maßnahme	Ausmaß des Effekts (qualitativ)*	Begründung des Effekts
Nutzungsgrad und -pfad der BHKW-Wärme verbessern	+++	Vermeidung des Einsatzes fossiler Energieträger
Regelmäßige Überprüfung der Gärstrecke auf Leckagen	++	Direkte Methanemissionen haben ein erhebliches THG-Potenzial
Regelmäßige professionelle Wartung und ggf. Revision des BHKW	++	Minimierung des Methanschlupfs, Erhalt des elektrischen Nutzungsgrads
Erhöhung der Lebensdauer und des energetischen Nutzungsgrads der Biogasanlage	+	Verringerung des Anteils der Infrastruktur an den spezifischen CO ₂ -Äq-Emissionen. Dieser ist allerdings i. d. R. gering
Verringerung des Strombedarfs der Biogasanlage	+	Spielraum für die Senkung des Strombedarfs i. d. R. gering

*) +++: groß; ++: nennenswert; +: eher gering

Schlussfolgerung

Die grundsätzlich am stärksten wirksamen Faktoren für die THG-Bilanz der Energiebereitstellung aus Biogas sind mittlerweile wissenschaftlich gut abgesichert. Jedes Biogassystem stellt allerdings hinsichtlich der Biogassubstraterzeugung (unter anderem Substratart/-qualität/-management) und des Biogasanlagenbetriebs einen Einzelfall dar und muss entsprechend individuell analysiert und optimiert werden, um die kosteneffektivsten Maßnahmen zur THG-Vermeidung zu identifizieren. Von ExpResBio wurde eine Systematik entwickelt, innerhalb derer sich prinzipiell alle möglichen Produktsysteme, die auf land- oder forstwirtschaftlicher Biomasse basieren, darstellen und hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen bilanzieren lassen (WOLF ET AL., 2016). Mit dieser harmonisierten Bilanzierungsmethode wurde eine wesentliche Grundlage geschaffen, um für alle künftigen Bewertungen der land- und forstwirtschaftlichen Produktion sowie der Bereitstellung und Nutzung von Bioenergieträgern und Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen vergleichbare und transparente Bilanzergebnisse sicherzustellen.

Um die im Laufe des Projekts gewonnenen Ergebnisse zu verschiedenen Biomasseketten in der Land- und Forstwirtschaft zu sichern, wurde am ILT eine Datenbank unter PostgreSQL erstellt. In dieser Datenbank sind die Bilanzierungsergebnisse gemäß der ExpResBio-Systematik abgelegt. Die Datenbank wurde auf einem Server im Geschäftsbereich des BayStMELF implementiert und kann innerhalb des Behördennetzwerks über den Geofachdatendienst der LfL abgefragt werden. Für Anfragen zu einzelnen Datensätzen steht der Projektleiter zur Verfügung (E-Mail: mathias.effenberger@LfL.bayern.de).

Die Förderphase für ExpResBio wurde mit einer wissenschaftlichen Tagung im Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Dezember 2016 abgeschlossen. In anschließenden Forschungsvorhaben wären vor allem alternative energetische Nutzungspfade für Biomasse sowie vielfältige Produktsysteme der stofflichen Nutzung zu untersuchen.

Literaturhinweis

WOLF, C.; DRESSLER, D.; ENGELMANN, K.; KLEIN, D. ET AL. (2016): ExpResBio – Methoden. Methoden zur Analyse und Bewertung ausgewählter ökologischer und ökonomischer Wirkungen von Produktsystemen aus land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen. Berichte aus dem TFZ Nr. 45. Straubing: Technologie- und Förderzentrum, 166 Seiten. ISSN 1614-1008.

Projektleitung: Dr. M. Effenberger
Projektbearbeitung: Dr. O. Hijazi, Dr. M. Maze
Laufzeit: 2012 - 2016
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: EW/12/11)
Projektpartner: TFZ (Gesamtleitung), LWF, TUM, HSWT

3.2.16 Untersuchung zur Nutzung von Abluftreinigungsanlagen in der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern als Grundlage verfahrenstechnischer Verbesserungen – 2. Phase –



*Abluftfilter mit Wärmetauscher (links: BJ 2014);
(Mitte: BJ 2006); Kontrollanzeige (rechts)*

Ausgangslage und Zielsetzung

Nach Einführung von sog. Filtererlassen in vier deutschen Bundesländern liegt mittlerweile auch ein erster Referentenentwurf zur Novelle der TA Luft vor. Demnach ist geplant, die Abluftreinigung für Schweinehaltungsanlagen ab BImSchG-Größe zum Stand der Technik zu erklären. Dies ruft vielerorts Kritik hervor. Aktuelle Diskussionspunkte sind vor allem die Wirtschaftlichkeit bei Bau und Betrieb und damit die Frage, ob Abluftreinigungsanlagen zum Stand der Technik in der Schweinehaltung erklärt werden können, sowie die Frage nach der fachlich zulässigen Verwertung der anfallenden Waschwässer z. B. durch Ausbringung als Wirtschaftsdünger. Ebenso wird die langfristige Funktionssicherheit der Anlagen mit der Frage nach der Höhe des notwendigen Betreiberaufwands diskutiert.

In Projektphase I dieses Projekts wurden bereits die Abluftreinigungsanlagen von vier bayerischen Betrieben näher untersucht. Die Reinigungsleistungen der Anlagen lagen hierbei nicht immer im gewünschten Bereich. Dies betrifft sowohl die Geruchsreduzierung als auch die Emissionsminderung von Ammoniak.

Von Seiten einzelner Anlagenhersteller wurde die Kritik geäußert, dass die untersuchten Anlagen (Inbetriebnahme zwischen 2006 und 2012) nicht dem neusten technischen Standard entsprechen und somit auch nicht die gewünschten Leistungen der modernen Abluftreinigung erbringen könnten.

In einer zweiten Phase werden nun die Untersuchungen an Abluftreinigungsanlagen in Bayern fortgeführt, wobei der Fokus auf Anlagen neueren Baujahrs liegt.

Methode

Zur Fortführung des Projekts ist zunächst ein Betrieb ausgewählt worden, an dem mittlerweile zur bereits untersuchten Abluftreinigungsanlage ein Stallneubau mit zwei weiteren Abluftfiltern hinzugekommen ist. An diesem Betrieb lassen sich nun bei gleichem Betriebsleitereinfluss zwei ältere und zwei neue DLG-zertifizierte Filter direkt miteinander vergleichen. Die Auswahl weiterer Anlagen ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen.

Wie auch in Phase I des Projekts stehen die Erfassung von Ammoniak und Geruch, sowohl auf der Rohgasseite als auch im Reingas, im Vordergrund der Untersuchungen. Eine

methodische Veränderung im Vergleich zur ersten Phase ist die Verwendung beheizter Messschläuche, um Auswirkungen von Kondensation in den Probenmeschläuchen auszuschließen. Zudem konnte das Messequipment erweitert werden, so dass Parallelmessungen erleichtert durchgeführt werden können und sich somit auch die Messdauer erhöhen lässt.

Ergebnisse

Ein entscheidender Aspekt bei der Betrachtung der Abluftreinigungsanlagen ist die Frage nach dem laufenden Bedarf an Strom und Wasser. Häufig fehlt es an Zählern mit getrennter Erfassung für die Anlagen. In Phase I des Projekts wurde damit begonnen, den Energieverbrauch an ausgewählten Anlagen zu erfassen. Mittlerweile liegen für drei Betriebe die Verbrauchsdaten der Abluftreinigung über einen Zeitraum von jeweils einem Jahr vor (Tab.).

Übersicht über den Strom- und Wasserverbrauch von 3 Betrieben über jeweils ein Jahr

Betrieb (Inbetriebnahmejahr der Abluftreinigung)	Stromverbrauch durch den Wäscher (zzgl. Verbrauch durch Mehraufwand Lüftung) [kWh/Tierplatz*a]	Wasserverbrauch durch den Wäscher [m ³ /Tierplatz*a]
Betrieb A (2007)	13,6 (9)	0,89
Betrieb C (2012)	15 (8)	0,45
Betrieb D (2006)	10 (9)	0,45
Betrieb D (2014)	11 (6)	-

Erfasst wird neben dem Wasserverbrauch (über Wasserzähler) der Stromverbrauch, der direkt dem Wäscher zuzuordnen ist (in erster Linie Betrieb der Pumpen sowie die Steuerung). Hinzu kommt noch ein Anteil am Energiebedarf für die Lüftung, da durch das Zwischenschalten der Filterelemente ein erhöhter Luftwiderstand zu überwinden ist. Ein Vergleich mit dem Verbrauch in KTBL-Modellställen (KTBL 2014, Tab. 17) lässt vermuten, dass beim Betrieb eines Rieselbettreaktors (mit Unterflurabsaugung) ca. 1/3 des Verbrauchs durch die Lüftung der Abluftreinigung zuzuschreiben ist.

Rechnet man die Stromverbräuche in Kosten um (Annahmen: 1 kWh kostet 25 ct; 1 Tierplatz entspricht 2,3 Mastdurchgängen) entstehen alleine durch den Stromverbrauch direkte Kosten für die Abluftreinigung zwischen 1,85 und 2,50 € pro Mastschwein. Für die Kalkulation der Betriebskosten der Abluftreinigung kommen hier noch Kosten für Frisch- und Abwasser, Betriebshilfsstoffe, Wartung und Instandhaltung der Anlage hinzu.

Messphase II befindet sich noch in der Vorbereitung. Erste Messkampagnen sollen im Frühjahr 2017 stattfinden.

Projektleitung: Dr. S. Nesper
 Projektbearbeitung: K. Pöhlmann, W. Bonkoß
 Laufzeit: 2014 - 2017
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/16/12)

3.2.17 Stickstoffdeposition im Umfeld frei belüfteter Stallanlagen: Windkanal- und Biomonitoringstudien

Zielsetzung

Seit Jahren sind die Anforderungen an die Landwirtschaft hinsichtlich der Reduzierung überhöhter Ammoniakemissionen und N-Einträge in die Umwelt stetig gestiegen. So wird bspw. in der Ende 2016 in Kraft getretenen EU-NERC-Richtlinie (National Emission Reduction Ceilings) für die kommenden Jahre eine deutliche Reduzierung der bundesdeutschen Ammoniakemissionen gefordert.

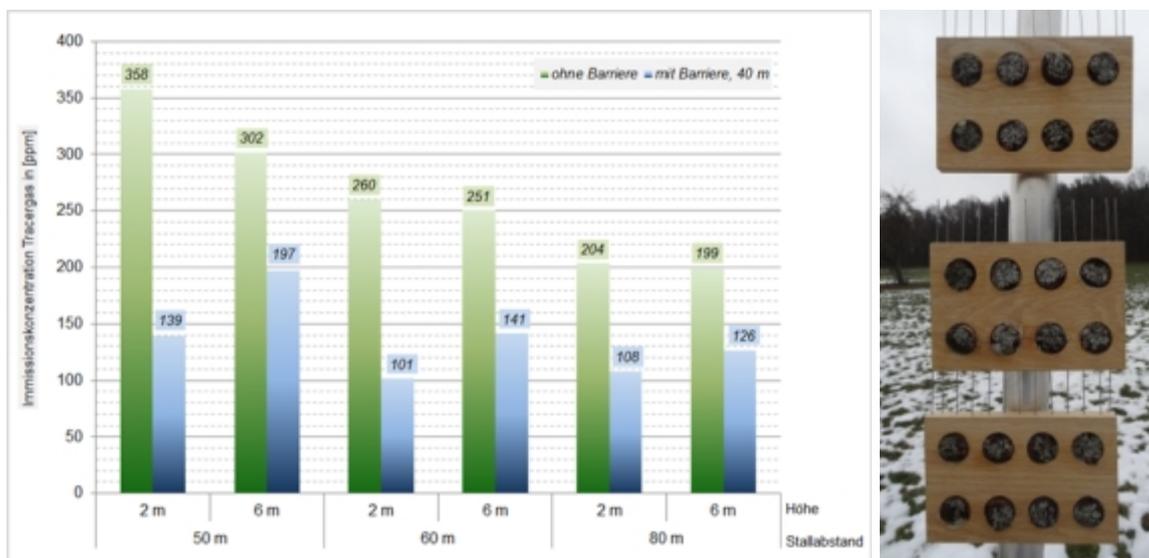
Um jedoch die Stickstoffeinträge in der Nähe frei belüfteter landwirtschaftlicher Anlagen wirksam zu reduzieren, müssen vorrangig eintragsseitige Maßnahmen wie bspw. Depositionsbarrieren eingesetzt werden. Deren Wirksamkeit soll im Grenzschichtwindkanal des Leibniz-Instituts für Agrartechnik und Bioökonomie in Potsdam-Bornim überprüft werden. Außerdem soll in Zusammenarbeit mit der Technischen Hochschule Mittelhessen Gießen an 10 Immissionsmessstellen für Ammoniak nahe eines Außenklimamilchviehstalls die Wirkung von N-Einträgen auf Flechten untersucht werden (Biomonitoring). Die Ergebnisse sollen für die Entwicklung eines wirtschaftlichen und praxistauglichen Biomonitoringverfahrens herangezogen werden.

Methode

Das Stallmodell im Maßstab 1:200 (Außenklimamilchviehstall am LVFZ Almesbach, 120 Tiere) wurde im Grenzschichtwindkanal (Maße 18 x 3 x 2,3 m) hinter der Anlaufstrecke zur Rauigkeits- und Turbulenzmodellierung auf eine drehbare Bodenscheibe gestellt. Um eine näherungsweise Flächenquelle zu simulieren, erfolgte der Tracergaseinstrom (Ethan, Quellkonzentration 120 l/h) vor Messbeginn jeweils über mehrere Austrittsdüsen im Stallinneren. Der Erstversuch diente dem Test der Nullvariante ohne Barriere; anschließend kam eine heckenähnliche Barriere (Realmaßstab 10 x 5 m) quer zur Kanalachse ins Lee des Modellstalls. In mehreren Versuchsreihen wurden einzelne Parameter wie Porosität, Quellenabstand der Barriere und Anströmungswinkel variiert und ihre Auswirkungen auf die Immissionskonzentration des Tracers und die Windturbulenz (vertikale Windkomponenten u und w) in unterschiedlichen Höhen und Entfernungen untersucht. Die Konzentrationsmessungen mittels Fast-Flammenionisationsdetektor (FID) und die Turbulenzmessungen per Laserdoppleranemometer erfolgten in den Realabständen 10, 50, 60, 80 und 160 m. Die Realhöhen für die Tracergasmessungen lagen bei 2, 6, 10, 14, 21 und 31 m, diejenigen für die Strömungsmessungen bei 4, 8, 12, 16 und 26 m.

Für das Biomonitoring wurden je Messort (Stallabstände 40 bis 160 m) drei mit zwei unterschiedlich N-sensitiven Flechtenarten (*Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*) bestückte Eichenholztafeln in 140, 160 und 190 cm Höhe befestigt. Die Expositionsphase begann nach der Wirtschaftsdüngerausbringung im Herbst 2016 und dauert bis zur ersten Frühjahrsdüngung 2017 an. Nach dem Einholen werden die Proben von Fachpersonal der kooperierenden Hochschule aufbereitet und laboranalytisch auf Gesamtstickstoff analysiert. Während der Exposition wird ihr Zustand regelmäßig photographisch dokumentiert und ihr Zustand beurteilt.

Ergebnisse



Immissionskonzentrationen hinter Barriere mittlerer Durchlässigkeit (links), Flechtentafeln am Untersuchungsort (rechts)

Das oben abgedruckte Säulendiagramm zeigt die Tracergaskonzentrationen hinter der Barriere im Vergleich zur barrierefreien Variante (Mittelwerte, 9 benachbarte Messorte, durchströmbare Stallhälfte, bodennah). Bei verschiedenen Barriereabständen (20, 30 und 40 m; mittlere Porosität) trat der stärkste konzentrationsmindernde Effekt beim größten Barriereabstand und in 2 m Realhöhe über dem Boden auf. In den folgenden Versuchsreihen wurde die Barriendurchlässigkeit daher stark vermindert, um sowohl die Immissionskonzentration im meist landwirtschaftlich genutzten Bereich zwischen Stall und Barriere zu erhöhen, als auch durch rasche Verlagerung und Verdünnung in höheren Luftschichten die Belastung in Bodennähe hinter der Barriere zu verringern. Die Auswertung der letzten Versuchsreihen soll im ersten Quartal 2017 erfolgen.

Die Exposition der Flechten dauert noch bis zur ersten Wirtschaftsdüngerausbringung im Frühjahr 2017 an, so dass voraussichtlich am Ende des zweiten Quartals 2017 mit Untersuchungsergebnissen zu rechnen ist.

Projektleitung: Dr. S. Nesper
 Projektbearbeitung: K. Bonkoß, Dr. S. Nesper
 Laufzeit: 2014 - 2017
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/12/18)
 Projektpartner: Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e. V. (ATB),
 Technische Hochschule Mittelhessen (THM)

3.2.18 Ökonomische und ökologische Folgenbewertung von Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen (THG) in der Landwirtschaft

Auf der UN-Klimakonferenz in Paris 2015 haben sich die Teilnehmerstaaten verpflichtet, die globale Erwärmung auf „deutlich unter 2 °C“ im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu begrenzen. Deutschland hat das Pariser Klimaabkommen im Jahr 2016 ratifiziert und damit einer Verschärfung der Emissionsvermeidungsziele zugestimmt. Die nationalen THG-Emissionen sollen nach bisherigem Stand bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 um 40 % reduziert werden. Dazu sollen auch in der Landwirtschaft Emissionen vermieden werden, insbesondere durch die Novellierung der Düngeverordnung, Verbesserungen in der Stickstoffeffizienz und eine Ausweitung des ökologischen Landbaus.

Zielsetzung

In einer vorgelagerten Studie wurde ein „Multi-Skalen-Modell“ als Werkzeug entwickelt, um für Praxis und Politikberatung geeignete Ansatzpunkte für die THG-Vermeidung zu identifizieren, die den komplexen Wirkungszusammenhängen und der betriebsindividuellen Vielfalt gerecht werden. In der nun laufenden Hauptstudie wird dieses Modell fachlich und technisch erweitert, um *ex ante* effektive THG-Vermeidungsoptionen zu identifizieren und hinsichtlich ihrer betriebswirtschaftlichen Auswirkungen und weiterer Nebenwirkungen bewerten zu können. Hierdurch sollen Hemmnisse zur Umsetzung klimaschonender Maßnahmen und Verfahren aufgedeckt und geeignete Ansatzpunkte für eventuelle Fördermaßnahmen abgeleitet werden. Im Sinne eines bi-direktionalen Wissenstransfers sollen Landwirte Hilfestellung für die Auswahl von kontextspezifischen, betrieblichen Maßnahmen zur Vermeidung von THG-Emissionen unter Beachtung der ökonomischen Konsequenzen erhalten. Individuelle, vorbildhafte Lösungen für Leuchtturm-Betriebe sollen den Wissenstransfer ermöglichen und einen Anreiz zur THG-Vermeidung geben („Vom Nachbarn lernen“).

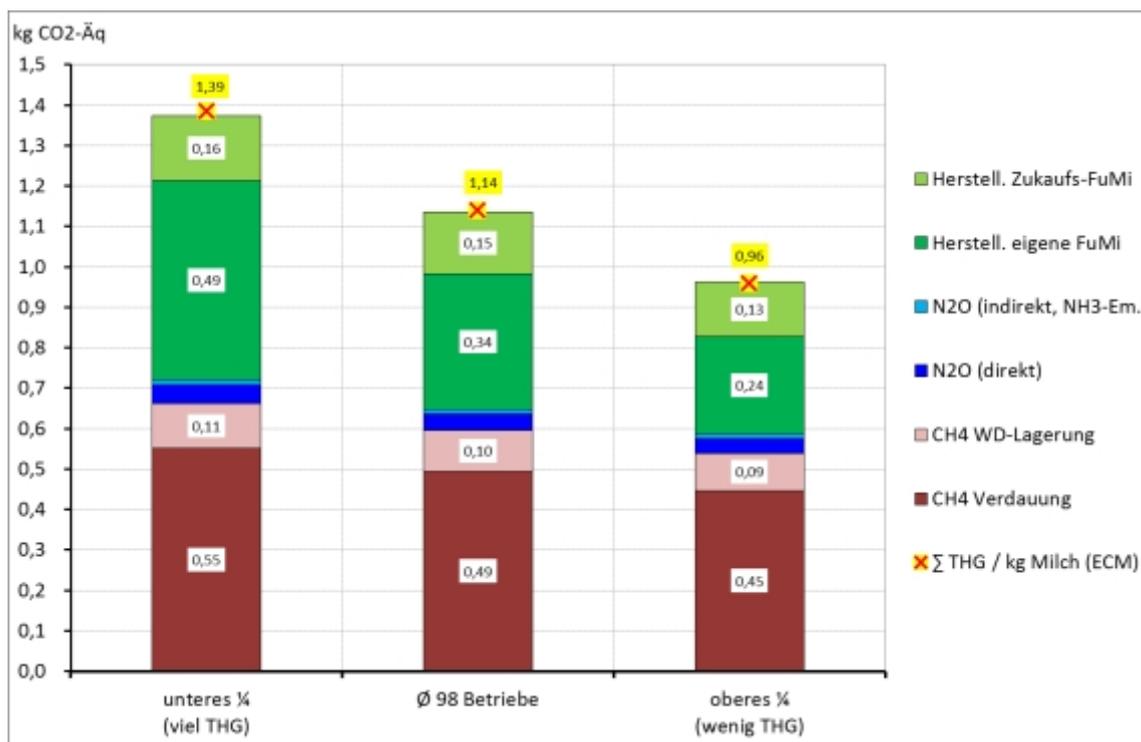
Ergebnisse

Aus anonymisierten Betriebsdaten zu Ökonomie, Produktionstechnik und Flächenbewirtschaftung werden im Multi-Skalen-Modell die Emissionen an Methan, Lachgas und Kohlendioxid (CO₂) berechnet und zu sogenannten CO₂-Äquivalenten zusammengefasst. Beispielhaft dargestellt werden die Ergebnisse für 98 Milchviehbetriebe (auf Basis desselben Wirtschaftsjahres) mit den folgenden Kennzahlen:

Kennzahl, Einheit	Mittelwert	(Min.-Max.)
Anzahl Milchkühe	78	(13-172)
Ackerfläche, ha	57	(13-207)
Dauergrünland, ha	33	(5-83)
Milchleistung, kg ECM/Kuh u. Jahr	7.901	(4.461-10.264)
Bereinigte Remontierungsrate, %	24	(11-45)
Erstkalbealter (EKA), Monate	28	(24-32)
Zwischenkalbezeit (ZKZ), Tage	385	(359-438)
Gewinn ¹⁾ , Cent/kg ECM	8,22	(0,17-28,84)
, Tausend €/Betrieb	101	(-21-314)

¹⁾ Betriebswirtschaftlicher Gewinn ohne Faktorkosten und Betriebsprämie, ECM = Energie korrigierte Milch

Hierfür wurden diese Betriebe nach ihren THG-Emissionen je kg Milch (ECM) geschichtet und der Durchschnitt des „oberen“ (günstigeren) Viertels mit den niedrigsten THG-Emissionen mit dem Durchschnitt des „unteren“ (ungünstigeren) Viertels mit den höchsten THG-Emissionen sowie mit dem Gesamtdurchschnitt verglichen. Wie die folgende Abbildung zeigt, verursacht die Produktion von 1 kg Milch im oberen Viertel der untersuchten Betriebe durchschnittlich 0,96 kg CO₂-Äq, im unteren Viertel 1,39 kg CO₂-Äq (45 % mehr). Verglichen mit dem Gesamtdurchschnitt verursacht das obere Viertel im Mittel um 16 % geringere THG-Emissionen pro kg Milch, während das untere Viertel 22 % mehr THG-Emissionen verursacht. Die wichtigsten Emissionsquellen sind Methan aus der Verdauung der Rinder und die bei der Futtermittelerzeugung entstehenden THG-Emissionen. Während sich die Betriebe bei den Methan-Emissionen relativ wenig unterscheiden, sind die Unterschiede bei der Futtererzeugung beträchtlich.

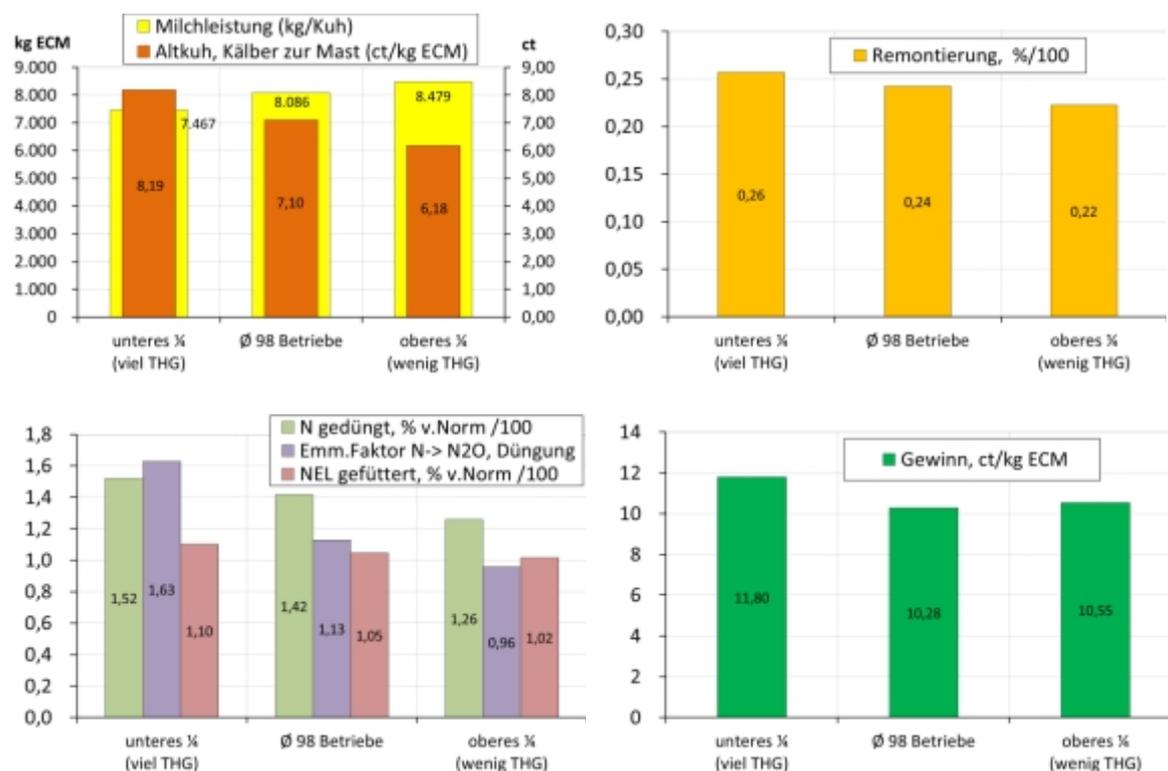


THG-Emissionen je kg Milch (Milchkuh, Nachzucht, Futterherstellung) - Vergleich „oberes“ und „unteres“ Viertel von 98 bayerischen Milchviehbetrieben

Die Betriebe mit den geringeren THG-Emissionen pro kg Milch haben tendenziell eine etwas höhere Milchleistung, allerdings fällt bei höherer Milchleistung je kg Milch weniger Rindfleisch an. Muss das fehlende Rindfleisch anderweitig erzeugt werden (Mutterkuhhaltung, Import), entstehen zusätzliche THG-Emissionen, die den Effekt hoher Milchleistung überkompensieren können (vgl. Abb. nächste Seite). Eine niedrigere Remontierungsrate erfordert weniger Kalbinnenaufzucht und vermeidet somit THG-Emissionen, ist jedoch auch an eine geringere Milchleistung gekoppelt.

Die Abbildung zeigt auch, dass eine effiziente, verlustarme Stickstoff (N)-Düngung (ausgedrückt in N-Input nach Abzug von Lagerverlusten in Relation zum N-Bedarf nach Entzug) für das Bilanzergebnis von Bedeutung ist, da höhere N-Gaben zu höheren N₂O-Emissionen führen. Gleichzeitig sind standortspezifische N₂O-Emissionsfaktoren für höhere THG-Emissionen verantwortlich. Diese sind z. B. abhängig von der Bodenart und

dem Klima und können vom Landwirt nicht beeinflusst werden. Hohe N₂O-Emissionsfaktoren verstärken jedoch die THG-Wirkung der N-Düngung. Außerdem weisen Betriebe mit hohen THG-Emissionen tendenziell eine geringe Effizienz im Bereich der Fütterung auf (ausgedrückt in Netto-Energie-Laktation der Futtermittel im Vergleich zum Normbedarf).



Vergleich einiger Kennzahlen des „oberen“ und „unteren“ Viertels (bezüglich der THG-Emissionen je kg Milch)

Hinsichtlich des Gewinns und der THG-Emissionen je kg Milch lässt sich bei den untersuchten Betrieben kein eindeutiger Zusammenhang erkennen. Sowohl bei den Betrieben des oberen als auch des unteren Viertels liegt der Gewinn über dem Durchschnitt.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass es je nach Betrieb verschiedene Stellschrauben gibt, welche die THG-Bilanz beeinflussen. Nun wird untersucht, wie geeignete Maßnahmen zur THG-Vermeidung möglichst treffsicher identifiziert und ausgeschöpft werden können, wie sich dies betriebswirtschaftlich auswirkt und wie dieses Wissen der Praxis vermittelt werden kann.

- Projektleitung: W. Zickgraf (IBA), Dr. M. Effenberger
- Projektbearbeitung: B. Zerhusen, Dr. M. Maze, Dr. M. Zehetmeier (IBA)
- Laufzeit: 2016 - 2019
- Finanzierung: BayStMELF (FKZ: KL/16/03)
- Projektpartner: IBA

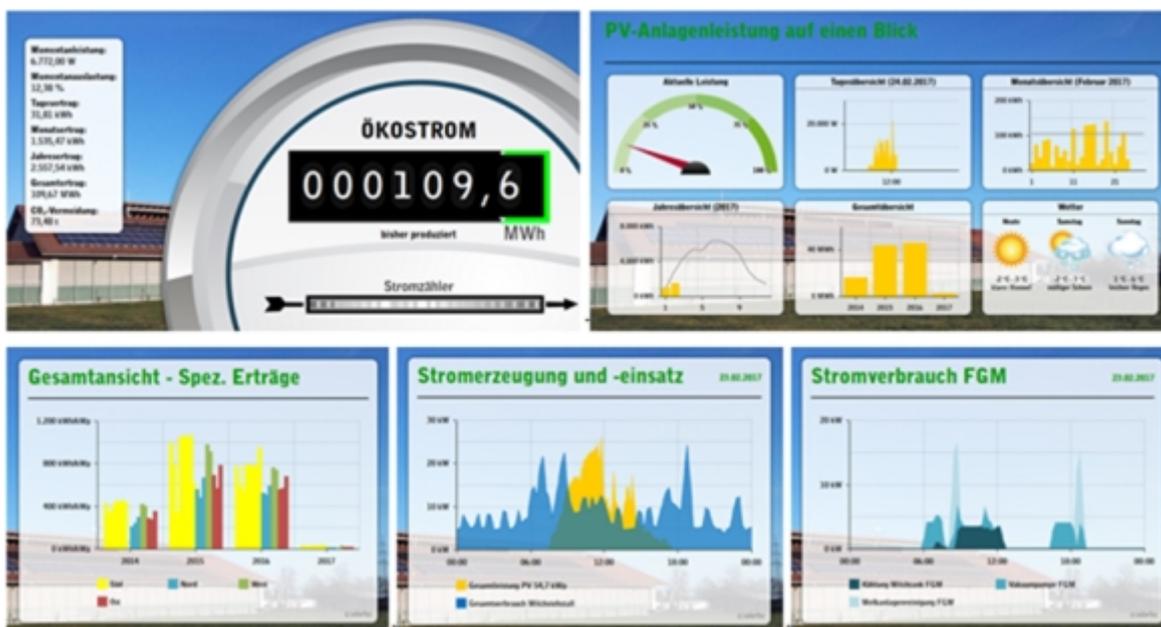
3.2.19 Auswertung und Visualisierung der Solarerträge der PV-Anlage und dem Stromverbrauch des Milchviehstalls an der LfL Versuchsstation Grub

Zielsetzung

Um die Solarerträge der Demonstrations-Photovoltaikanlage der Versuchsstation Grub für die Beratung und für interessierte Besuchergruppen aus der landwirtschaftlichen Praxis vor Ort, aber auch auf Fachveranstaltungen der LfL über das Internet tagesaktuell darzustellen, werden die Energiedaten und Kennzahlen aufbereitet und über Displays visualisiert. Neben den technischen Anlageninformationen, der Momentanleistung, der Monats-, Jahres- und Gesamterträge der Modulflächen mit unterschiedlicher Zelltechnologie und Ausrichtung werden auch die Möglichkeiten der Einbindung in das betriebliche Lastprofil des Milchviehstalls aufgezeigt.

Material und Methode

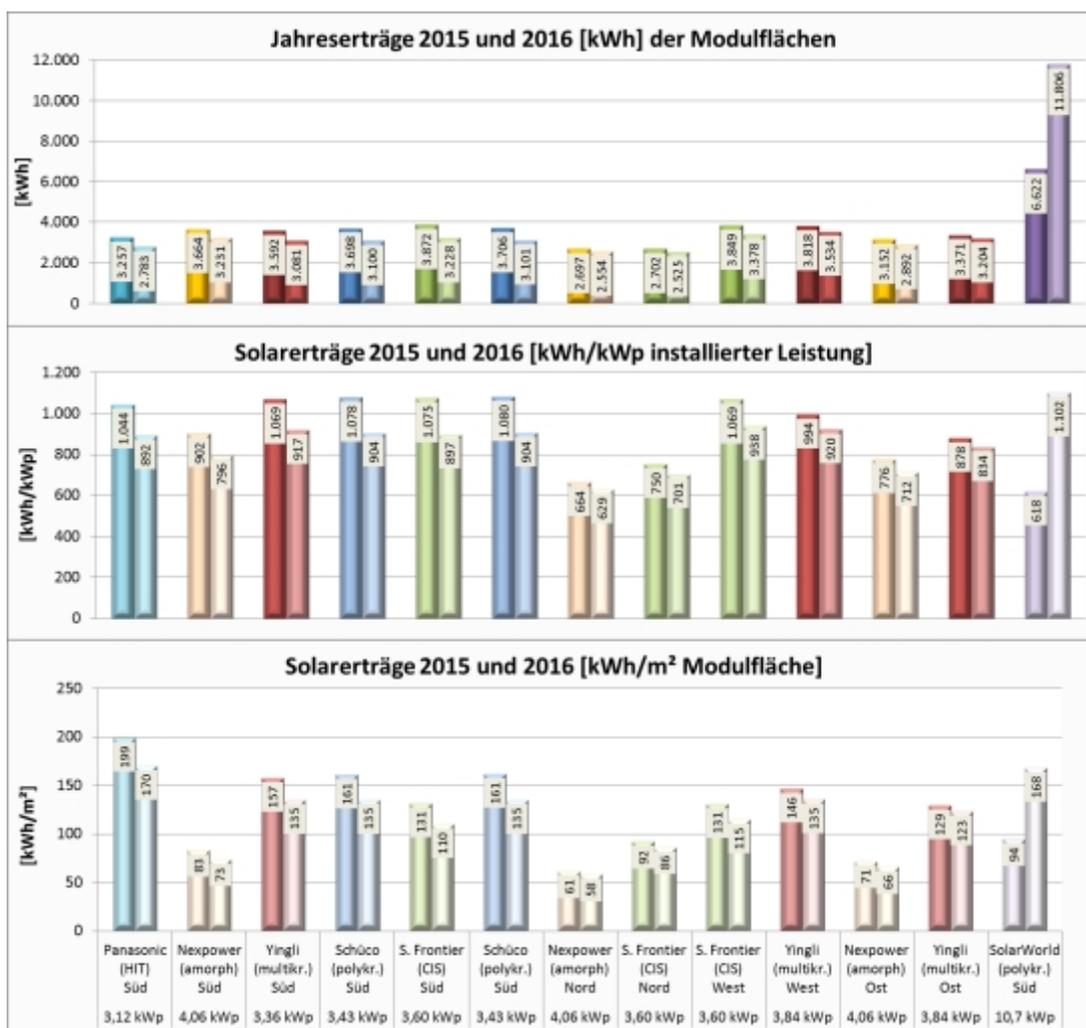
Die Photovoltaikanlage auf den Milchviehställen mit einer Gesamtleistung von 44 kWp wurde im Februar 2014 in Betrieb genommen und im Juli 2015 um 10,7 kWp auf insgesamt 54,7 kWp erweitert. Die produzierten Gleichstromerträge der einzelnen Modulflächen werden über Wechselrichter in Wechselstrom gewandelt und mit dem Solar-Log Datenlogger getrennt erfasst und an einen WEB-Server gesendet. Diese Daten werden dann abgerufen und in eine zentrale Datenbank am ILT importiert. Mit dem Solarfox-Display-System können die Energiedaten der verschiedenen Modulflächen in Grafiken kumuliert oder einzeln bzw. pro Teilanlage aufbereitet und visualisiert in einer Sendeschleife abgespielt werden. Das System ermöglicht neben der Anzeige der Solarstromerzeugung auch den Import der Stromverbrauchsdaten des Milchviehstalls. Aufgrund der zeitlich aufgelösten Erfassung (1/4-h Messwerte), können sowohl Last- und Leistungsprofile, als auch die mögliche Eigenstromnutzung angezeigt werden.



Visualisierungsmöglichkeiten der Solarstromerzeugung und des Stromverbrauchs auf dem Solarfox Display

Ergebnisse

Die Stromerzeugung der 54,7 kWp Photovoltaikanlage lag im Jahr 2016 bei 48.416 kWh. Der durchschnittliche Solarertrag je kWp sank im Vergleich zum Jahr 2015 von 940 kWh/kWp auf 885 kWh/kWp installierter Leistung. Die geringeren Solarerträge lassen sich zum einen auf die 10 % geringere Globalstrahlung (Agrarmeteorologische Messstation am Standort Grub 2015: 1.236 kWh/m² und 2016: 1.113 kWh/m²) zurückführen. Zum anderen könnten die Ertragseinbußen von bis zu 16,6 % auf den nach Süden ausgerichteten Flächen durch Verunreinigungen der Solarmodule verursacht werden. Der Stromverbrauch des Milchviehstalls von 109.957 kWh konnte zu ca. 27 % aus Solarstrom gedeckt werden. Der Eigenverbrauchsanteil lag in 2016 bei 62 %.



Solarstromerzeugung der einzelnen Modulflächen in 2015 und 2016

Die Solarstromerzeugung und der Stromverbrauch des Milchviehstalls wurden vor Ort mit dem Solarfox Display visualisiert und sollen im Laufe des Jahres 2017 im LfL-Internet eingestellt und fortlaufend aktualisiert werden.

- Projektleitung: Dr. S. Nesper
- Projektbearbeitung: J. Neiber, T. Lehner
- Finanzierung: BayStMELF
- Laufzeit: Daueraufgabe
- Projektpartner: AVB

3.2.20 Verbesserung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft in Bayern – Ermittlung von Vergleichskennzahlen der Produktionsverfahren

Zielsetzung

Aufgrund des ständigen technischen Fortschritts (z. B. Einsatz von LED-Leuchtmitteln bei Beleuchtungsprogrammen, automatischen Milchgewinnungs-, Fütterungs-, Entmistungssystemen) und der Anpassung an Änderungen von gesetzlichen Vorgaben (Digitalisierung der Energiewende, Bundes-Immissionsschutzgesetz) werden in der landwirtschaftlichen Produktion vermehrt neue Verfahren eingesetzt, die einen geänderten Energiebedarf haben können.

Um für die Beratung und Ausbildung aktuelle und zeitgemäße Daten und Beratungsgrundlagen zur Verfügung stellen zu können, zeigt sich die Notwendigkeit der Durchführung und Auswertung von Messungen auf zukunftsorientierten landwirtschaftlichen Betrieben. Hauptziele sind die energieeffiziente Produktion, die energiewirtschaftliche Optimierung und die infrastrukturelle Energieversorgung am Praxisbetrieb.

Material und Methode

Mit dem Aufbau und der Entwicklung des Pilotbetriebsmessnetz zur langfristigen Energieverbrauchs- und Energieerzeugungsmessung können energetische Vergleichskennzahlen, Last- und Leistungsprofile erstellt werden.

Die Einrichtung der fest installierten Dauermesseinrichtung kann sowohl die zeitliche Variabilität als auch die Variabilität in der technischen Ausstattung (Änderungen bei der Produktionstechnik) auf den Betrieben erfassen. So kann gerade beim Austausch und technischen Weiterentwicklungen von Anlagen kurzfristig auf aktuelle Fragestellungen eingegangen und entsprechende Beratungsunterlagen erstellt werden. Die Analyse des Stromverbrauchs der Einzelverbraucher erlaubt es zudem, energetische Einsparpotenziale zu erkennen und auf dieser Grundlage mögliche Optimierungsmöglichkeiten zu entwickeln und zu bewerten.

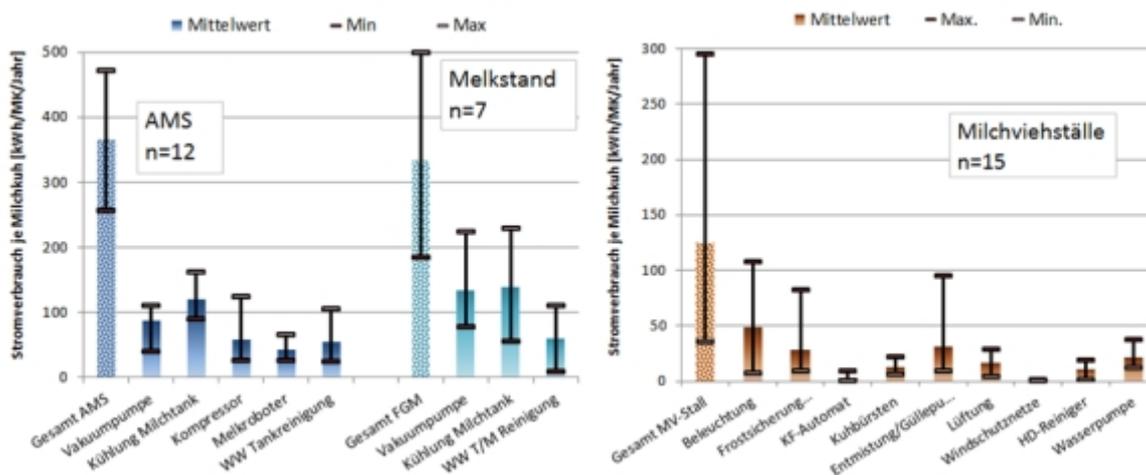
Mit dieser detaillierten und umfangreichen Datengrundlage können die bisher erstellten Berechnungsprogramme zum Energieeinsatz weiterentwickelt werden. In der Entwicklung ist ein Prognoseprogramm, mit dessen Hilfe sowohl für spezialisierte, als auch für landwirtschaftliche Gemischtbetriebe spezifische Verbrauchskennzahlen und Lastprofile abgeleitet werden können. Die Kalkulation und Beurteilung des betriebsindividuellen Strombedarfs und dem daraus resultierenden Lastprofil erfolgt unter Berücksichtigung der technischen Ausstattung der vorhandenen betrieblichen Produktionsverfahren. Darauf aufbauend können Einsparpotenziale aufgrund von verfahrens-, management- und technikbedingten Einflüssen erkannt und mögliche energetische Optimierungsmöglichkeiten entwickelt werden. Die Erweiterung um die Möglichkeit, die Stromproduktion von Photovoltaikanlagen inkl. Energiespeicherung und die Energieerzeugung von Biogasanlagen einzubinden, bietet die Möglichkeit, die Höhe der Eigenstromnutzung abzuleiten, diese ökonomisch zu bewerten und so das betriebliche Energiemanagement zu optimieren.

Ergebnisse

Der Aufbau und die Einrichtung des Pilotbetriebsmessnetz sind größtenteils abgeschlossen. Hauptaufgaben auf den Praxisbetrieben sind inzwischen die Überprüfung und der Austausch von defekten Messinstrumenten, sowie die Nachrüstung von Messtechnik bei betrieblichen Änderungen. Auf insgesamt 11 Ferkelerzeugerbetrieben (Betriebsgrößen:

140 - 600 ZS), 6 Schweinemastbetrieben (Betriebsgrößen: 400 - 1.400 MP), 10 Milchviehbetrieben (Betriebsgrößen: 40 - 140 MV) und einem Bullenmastbetrieb (140 MB) sind Verbrauchszähler für Strom und Wärme bei betriebsbedingtem hohen Heiz- oder Kühlbedarf installiert. Um wetterbedingte Einflüsse und Rückschlüsse auf die Effizienz von temperaturabhängigen Anlagen und Komponenten (z. B. Lüftung, Heizung, Kühlung und Wärmerückgewinnungssysteme) abzugrenzen, werden ebenfalls die Außen-, Stall- und Prozesstemperaturen gemessen. In Verbindung mit den erhobenen spezifischen produktionstechnischen Größen auf den Praxisbetrieben können qualitative Aussagen zur Energieeffizienz der eingesetzten technischen Anlagen getroffen und für die Beratung und für Programmentwicklungen berücksichtigt werden.

Nachfolgend werden beispielhaft die Stromverbrauchswerte in Milchviehbetrieben beschrieben. Der Stromverbrauch in milchviehhaltenden Betrieben ist vor allem von der technischen Ausstattung, aber auch vom betrieblichen Management abhängig. In den Auswertungsjahren 2014 und 2015 lagen die Verbrauchswerte für die reine Milchgewinnung in den Pilotbetrieben mit automatischen Melkssystemen bei 380 kWh/MK/Jahr und mit konventionellen Melkständen bei 330 kWh/MK/Jahr, im Stallbereich mit den Hauptverbrauchern Beleuchtung und Frostsicherung der Wasserversorgung im Durchschnitt bei 125 kWh/MK/Jahr (s. Abb.)



Stromverbrauch in Milchviehbetrieben und Streuung innerhalb der einzelnen Verbrauchsbereiche

Projektleitung: Dr. S. Nesper
 Projektbearbeitung: J. Neiber, T. Lehner
 Laufzeit: 2010 - 2020
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/09/08)
 Projektpartner: ÄELF

3.2.21 Unterstützung und fachliche Koordination der Projektmitarbeiter Landschaftsenergie im Themenschwerpunkt „Energieeinsparung und Energieeffizienz in der Landwirtschaft“

Zielsetzung

Die Beratungsarbeit im Themenschwerpunkt „Energieeinsparung und Energieeffizienz in der Landwirtschaft“ wird im Wesentlichen durch die Projektmitarbeiter an den Fachzentren für Diversifizierung und Strukturentwicklung an den Ämtern für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) durchgeführt. Die fachlichen Grundlagen und Leitlinien zu den verfahrenstechnischen Fragestellungen werden am ILT erarbeitet. Es werden Beratungskonzepte und -werkzeuge erstellt, die es ermöglichen, Energieeinsparpotenziale auf landwirtschaftlichen Betrieben zu erkennen, abzuschätzen und zu bewerten. Das nötige Fachwissen wurde in Seminaren und Praxistagen auf landwirtschaftlichen Betrieben von der Arbeitsgruppe ILT 2b vermittelt. Zur Unterstützung der Projektmitarbeiter bei regionalen Veranstaltungen und Energietagen werden Fachinformationen in Form von Broschüren, Vortragsunterlagen und Flyer zum Thema Energieeffizienz und -einsparung erstellt.

Material und Methode

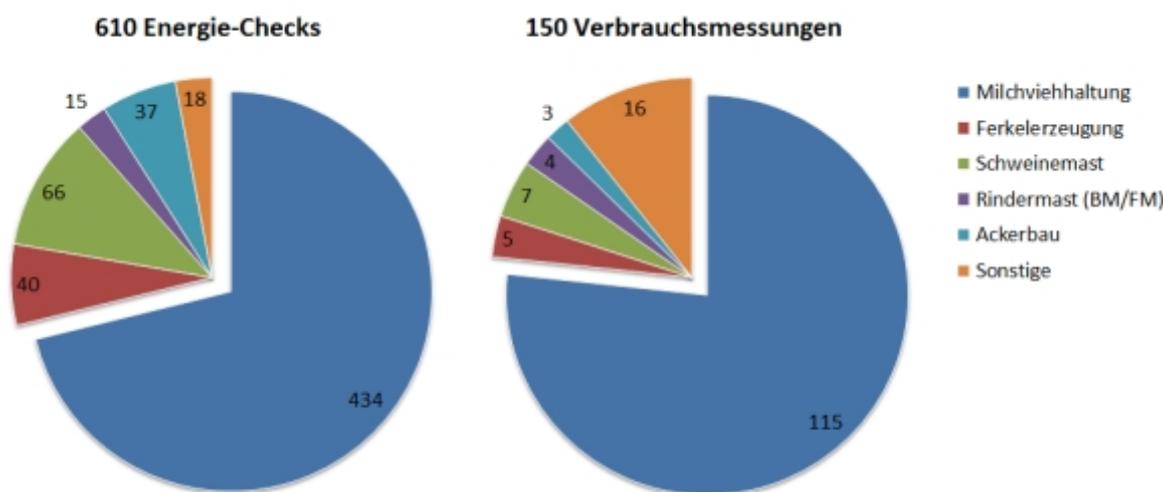
Die Grundlage für die einzelbetriebliche Beratung, der Arbeitskreisarbeit und für Unterrichtseinheiten in der landwirtschaftlichen Ausbildung ist der Energie-Check. Darauf aufbauend können die Berater vor Ort, unter Berücksichtigung optimaler produktionstechnischer Standards und unter Beachtung ökonomischer Gesichtspunkte, betriebspezifische Beratungsempfehlungen entwickeln. Zwischenzeitlich wurde ein zusätzliches Excel-Programm mit Auswertungsmöglichkeiten und einer vergleichenden Darstellung der Verbrauchskennzahlen mehrerer Betriebe entwickelt und den Beratern für die Gruppenberatung in Arbeitskreisen oder in Klassen der landwirtschaftlichen Fachschulen ausgehändigt.

Im letzten Jahr stand im Fokus der Fort- und Weiterbildungstätigkeit die Vertiefung zu Einsparmöglichkeiten durch energieeffiziente technische Lösungen in der Milchvieh- und Schweinehaltung. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Anwendung und dem Einsatz der zur Verfügung gestellten Messinstrumente. Hierbei kann sowohl der Stromverbrauch des Gesamtbetriebs mit Messtastköpfen auf Zählern mit Ferraris-Scheibe bzw. Infrarot-LED, als auch der Stromverbrauch einzelner Verbraucher mit einem Zwischenstromzähler erfasst werden. Die Messwerte werden im Datenlogger gespeichert und können auf einen PC zur Auswertung übertragen werden. Durch den Einsatz dieser mobilen Messtechnik ist es möglich, den Stromverbrauch innerhalb bestimmter Zeiträume als Tages- oder Wochenlastgang aufzuzeichnen, einzelne steckbare Geräte zu analysieren und mit „vorher-nachher-Messungen“ den Erfolg einer Effizienzmaßnahme zu dokumentieren. Ferner können betriebliche Gesamtlastprofile erstellt werden, die bei der Integration von eigen erzeugtem regenerativem Strom, Hilfestellungen für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit geben. Die Messtechnik wird derzeit gut nachgefragt und stellt eine wertvolle Ergänzung in der Beratung dar.

Ergebnisse

Im Laufe des letzten Jahres wurden 212 Energieeffizienzberatungen inkl. Beratungen zum Thema Einbindung selbst erzeugter regenerativer Energie auf landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt. Seit Projektbeginn bis Ende September 2016 wurden von den Projektmitarbeitern „LandSchafttEnergie“ insgesamt 698 Einzelberatungen und Schulungseinheiten in Gruppenseminaren durchgeführt. 610 rückgemeldete Beratungsprotokolle konnten nach Produktionsverfahren bzw. Betriebszweigen ausgewertet werden. Wie in der Abbildung erkennbar, liegt der Schwerpunkt der Beratungsarbeit im Bereich der Milchviehhaltung, aber auch die Ergebnisse von schweinehaltenden Betrieben, Rindmastbetrieben, Ackerbaubetrieben sowie die Energiedaten von sonstigen Anbauverfahren mit Sonderkulturen (z. B. Hopfen) konnten ausgewertet werden.

Seit der Ausgabe der Messgeräte und Schulung der Projektmitarbeiter in 2014, wurden 153 Lastgangmessungen auf landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt und an das ILT zur Auswertung übermittelt. 150 Lastprofile konnten Betriebszweigen und Produktionsrichtungen zugeordnet werden. Wie bei den Energieberatungen wurden auch bei den Verbrauchsmessungen am häufigsten Milchviehbetriebe untersucht. Vereinzelt konnten Lastprofile von Einzelverbrauchern auch in Betrieben mit Diversifizierung (z. B. Direktvermarktung, Ferienwohnungen, Milchverarbeitung und Weinbau) erstellt werden.



Ausgewertete Energie-Checks und Verbrauchsmessungen nach Produktionsrichtung

Projektleitung: Dr. S. Nesper
 Projektbearbeitung: J. Neiber
 Laufzeit: 2012 - 2018
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: EW/12/16)
 Projektpartner: ÄELF, TFZ, ALE, CARMEN

3.3 Arbeitsvorhaben im Bereich Tierhaltung

3.3.1 18-jährige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur automatischen Registrierung des Tierverhaltens und der Legeleistung von Legehennen mit Hilfe der elektronischen Tiererkennung (RFID)



Farblich gekennzeichnete Lohmann Selected Leghorn Hennen bei Legebeginn vor den Weihenstephaner Muldennestern an der Versuchsstation Thalhausen der TUM

Zielsetzung

Ziel der Entwicklung und Erprobung verschiedener Radiofrequenzidentifikationssysteme (RFID-Systeme) für Legehennen war es, Daten zu verschiedenen Verhaltens- und Leistungsmerkmalen von individuellen Legehennen in Gruppenhaltungssystemen automatisch, möglichst präzise und in hoher zeitlicher Auflösung zu erfassen. Im Einzelnen sollten Daten zum Auslaufverhalten, zum Legeverhalten, zur Legeleistung und zur Eiqualität von jedem Einzeltier in der Herde gewonnen werden. Auslöser für die Arbeiten war die weltweite Umstellung von Käfig auf Boden- und Freilandhaltung, beides Gruppenhaltungssysteme mit anderen Umweltbedingungen für die Hennen. Dadurch wurde eine Ergänzung der bisherigen Testumwelten Einzel- oder Familienkäfig für die Leistungsprüfung bei Legehennen nötig, um mögliche Genotyp-Umwelt-Interaktionen zu erkennen. Weiterhin galt es geeignete Algorithmen zu entwickeln, um die Daten für eine Schnellauswertung zur täglichen Eiabnahme vor zu verdichten, über mehrere Tage zu plausibilisieren und für den Nutzer, in der Regel den Züchter, in Form einzelner Ereignisse in einer Datenbank für weitere Auswertungen zur Verfügung zu stellen.

Methode

Ausgangsbasis für die Entwicklung der verschiedenen Systeme war jeweils die neueste, verfügbare RFID-Technologie. Für die ersten Systeme wurde die Niederfrequenz- (LF-) RFID-Technologie verwendet, welche nach wie vor die Standardtechnologie für die Tierkennzeichnung ist. Zum Einsatz kamen Half-Duplex-(HDX-)Transponder mit der Frequenz 134,2 kHz (ISO 11784 und ISO 11785). Bei den LF-Systemen müssen die Tiere an jeder Antenne vereinzelt werden, um zuverlässig identifiziert zu werden. Bei den Hochfrequenz-(HF-)Systemen mit der Frequenz 13,56 MHz (ISO 15693) stand eine gute Pulklesefähigkeit (Antikollisionssystem) der Transpondern im Vordergrund.

Die Entwicklung, Optimierung und Datenerfassung mit den RFID-Systemen wurde in 6 Projekten gefördert und finanziert. Zuerst wurde das enge elektronische Schlupfloch (Einzel-ESL), das in vier Abteile der Versuchsstation Thalhausen (VTH, TUM) zur Erfassung des Auslaufverhaltens mit 16 Einzel-ESL eingebaut wurde, entwickelt. Vom Doppel-ESL (Abb. nächste Seite unten, Bild links), eine Weiterentwicklung des Einzel-ESL, wur-

den vier Stück in zwei Abteile der VTH eingebaut. Es hat den gleichen Leser wie das Weihenstephaner Muldennest (WMN) aber eine andere Antennenanordnung und eine höhere Abfragerate pro Antenne im Vergleich zum Einzel-ESL. Es kann durch die Synchronisierung der Leser gemeinsam mit dem WMN im selben Stall betrieben werden.

Die Entwicklung des WMN (Abb. unten, Bild Mitte rechts) zur Legeleistungs- und -verhaltensdatenerfassung bei Legehennen in Gruppenhaltungssystemen war das Hauptziel der ab 2003 gestarteten Projekte. Ausgehend vom Marienseer Autonest wurde zunächst ein Nestprototyp von Firmen entwickelt und eingebaut. Die Funktionstests ergaben jedoch kein zufriedenstellendes Ergebnis. Aus diesem Grund wurde schließlich das als Einzelnest konzipierte WMN hard- und softwaremäßig am ILT komplett neu entwickelt. Basis für das WMN ist die am ILT entwickelte Vierfachleseeinheit. Diese besteht aus den Komponenten Radiofrequenzmodul, Steuermodul und Ein-/ Ausgabemodul für bis zu vier RF-Module sowie acht Sensor-/ Aktorsignale. Über PC und Bus wird die Synchronisation von mehreren Leseeinheiten möglich, wobei bei einer Abtastrate von 1 s pro Leser und einer Pulsrate von 100 ms pro Antenne bis zu 50 RF-Module bzw. 200 Antennen gleichzeitig betrieben werden können. Neben dem Leser wurde der Muldenboden so entworfen, dass ein gelegtes Ei sofort abrollt, die Hennen aber trotz der Neigung noch das Nest zur Eiablage nutzen. Weiterhin war es nötig, die Vereinzelungsvorrichtung und die Eierfassung neu zu entwickeln. Später wurde das WMN zum Doppelkipp-WMN (DKWMN) weiterentwickelt und zusätzlich ein Doppelkippboden eingebaut, um Doppel- und Mehrfachbelegungen zu identifizieren. Im Jahr 2004 wurden zunächst 48 WMN an der VTH eingebaut, 2009 wurde die Anlage um 24 DKWMN erweitert, bevor im Jahr 2011 auch die ursprünglichen 48 WMN umgerüstet wurden.

Im Anschluss an das WMN wurde das breite elektronische Schlupfloch (BESL, Abb. unten, Bild Mitte links), basierend auf HF-RFID-Technologie, entwickelt. Der Vorteil dieser Technologie liegt in der im Vergleich zur LF-RFID-Technologie möglichen schnellen Pulklesefähigkeit. So können mehrere Transponder bzw. Hennen gleichzeitig an den Antennen gelesen werden. Durch eine maximale Lesedauer pro Antenne von 500 ms ist sichergestellt, dass an beiden Antennen alle das BESL passierenden Hennen in ausreichender Geschwindigkeit erfasst werden. Anfang 2008 wurden vier BESL an der VTH installiert. Die Abmessungen des BESL entsprechen den gesetzlichen Vorgaben, es wird von den Hennen besser angenommen als das ESL und es gibt keine Hennen die den Kalscharrraum nicht nutzen. Parallel zur Entwicklung des BESL wurde das Hochfrequenz-Gruppennest (HFGN, Abb. unten, Bild rechts) zur Legeverhaltensdatenerfassung entwickelt. Insgesamt wurden 16 HFGN parallel zu den BESL eingebaut.

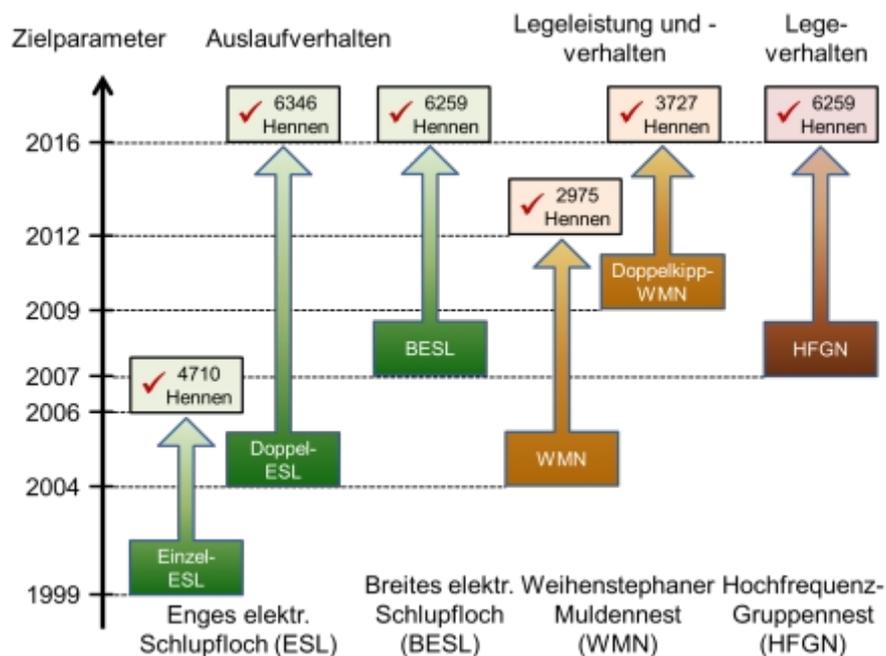


Enges elektronisches Schlupfloch, Typ Doppel-ESL (links), breites elektronisches Schlupfloch (BESL, Mitte links), Weihenstephaner Muldennest (WMN, Mitte rechts) und Hochfrequenz-Gruppennest (HFGN, rechts)

Nach erfolgreicher Entwicklung aller Erfassungssysteme wurden verschiedene Softwarepakete für die Datenauswertung erstellt und optimiert. Zur Datenerfassung stehen mehrere Varianten der Software RFID-Bus zur Verfügung, zur Datenvorverdichtung und schnellen Kontrolle der Eizahl pro Nest wurde die Software Ident-Converter (IDC) konzipiert. Die letzte Stufe bei der Datenauswertung übernimmt die Software ChickenChecker, die auch tagesübergreifende Effekte berücksichtigt. Als Ergebnis stehen die einzelnen Ereignisse wie z. B. ein Nestaufenthalt mit Beginn- und Endzeit sowie ggf. Zeitpunkt der Eiablage für jedes Einzeltier in einer Datenbank zur Verfügung. Diese Daten können anschließend z. B. zur Selektion verwendet werden.

Ergebnisse

Mit den beschriebenen Systemen konnten in den vergangenen 18 Jahren hochaufgelöste, einzeltierbezogene Daten über Zeiträume von einem halben bis zu über einem Jahr pro Tier von verschiedenen Hybrid- und Pedigreehennen gewonnen werden (Abb. diese Seite). Mit dem Einzel-ESL wurden Auslaufdaten von insgesamt 4710 Legehennen aus 5 Herden erfasst. Beim weiterentwickelten Doppel-ESL wurden weitere 6346 Legehennen aus 17 Herden bezüglich des Auslaufverhaltens getestet. Mit dem WMN wurden Daten zur Legeleistung und zum Legeverhalten von insgesamt 2975 Hennen aus 11 Herden erfasst. Das weiterentwickelte DKWMN kam bei 3727 Hennen aus 10 Herden zum Einsatz. Mit dem BESL und HFGN konnten von insgesamt 6259 Hennen aus 12 Herden Daten zum Auslauf- und Legeverhalten erfasst werden.



Übersicht über Verlauf und den Umfang der Entwicklungen und Untersuchungen

Die entwickelten Systeme wurden im Laufe der verschiedenen Projekte auch auf ihre Zuverlässigkeit getestet. Dabei konnten für die Verhaltensdatenerfassung gute bis sehr gute Identifizierungssicherheiten der Tiere in den Systemen festgestellt werden (ESL: 96,5 %, WMN/DKWMN je nach Doppelbelegungsrate: 76,1 – 97,8 %, BESL: 98,9 %, HFGN: 90,8 - 92,6 %). Auch für die Legeleistungsdatenerfassung lag die Henne-Ei-Zuordnungssicherheit, abhängig von der Anzahl der Doppelbelegungen, in einem guten bis sehr guten Bereich (WMN: 91 – 96 %, DKWMN: 91 – 97 %). Durch die Weiterentwicklung zum

DKWMN konnten zwar keine Doppelbelegungen verhindert werden, diese aber bei der Datenauswertung berücksichtigt werden und somit eine falsche Zuordnung von Henne und Ei vermieden werden, ohne die Legeleistung der einzelnen Henne zu reduzieren.

Neben der erfolgreichen Technikentwicklung und Datenerfassung konnten mit den Daten der verschiedenen Systeme mehrere neue Merkmale für die Züchtung erarbeitet werden. So konnte gezeigt werden, dass das Auslaufverhalten (Anzahl an Aufenthalten im Auslauf und Dauer der Aufenthalte im Auslauf sowie tageszeitlicher Rhythmus) aufgrund sehr niedriger Heritabilitäten für die getesteten Merkmale nur schwer züchterisch beeinflusst werden kann und somit eine Zucht auf bessere Auslaufnutzung zu Lasten eines anderen Zuchtziels gehen würde. Weiterhin ist es mit den Daten des DKWMN möglich, den Eiablagezeitpunkt zu erfassen, da ein gleichbleibender Eiablagezeitpunkt eine hohe Legeleistung anzeigt. Ein wichtiges Merkmal, das nur in der Gruppenhaltung mit dem DKWMN oder HFGN getestet werden kann, ist die Nestgängigkeit der Legehennen. Hier konnten die gewonnenen Daten erfolgreich zur Selektion und somit zur Verbesserung der Nestgängigkeit eingesetzt werden. Auswertungen zu weiteren Zusammenhängen, wie z. B. zwischen Legeleistung und Auslaufnutzung konnten durchgeführt und publiziert werden.

Während der vergangenen 18 Jahre wurde eine Vielzahl an Publikationen zu den verschiedenen Systemen und Ergebnissen erstellt. Neben zwei Dissertationen (Icken und Heinrich) wurden zwei Masterarbeiten (Thurner und Pauli), drei Bachelorarbeiten (Pauli, Lassner und Buschmann) und eine Meisterarbeit (Kneuer) zum Thema erstellt. Weiterhin wurden drei umfangreiche Projektendberichte zu den öffentlich geförderten Projekten verfasst sowie 50 wissenschaftliche Artikel, davon acht peer-reviewed in internationalen Zeitschriften, veröffentlicht. Das landwirtschaftliche Fachpublikum wurde mit 11 Beiträgen in Fachzeitschriften und zahlreichen Vorträgen sowie Poster Präsentationen bei Ausstellungen und Tagungen über die Arbeiten zu den elektronischen Registrierungssystemen bei Legehennen informiert. Weiterhin wurde das WMN als Anschauungsobjekt zweimal bei der Agritechnica, einmal bei der EuroTier und einmal bei Lohmann Vermehrertagen gezeigt. In vier Fernsehbeiträgen (ZDF, ARD, 3-sat und BR), einem Rundfunkbeitrag (BR) sowie bei mehreren Tagen der offenen Tür wurden die Ergebnisse der breiten Öffentlichkeit vorgestellt.

Die Entwicklungsarbeiten an den RFID-Systemen und Softwarepaketen konnten am ILT erfolgreich und abschließend durchgeführt werden. Mittlerweile werden zahlreiche Systeme deutschlandweit eingesetzt, für die das ILT den Service von Seiten der Technik und Software weiterhin durchführt. Bei der Firma Lohmann Tierzucht GmbH in Cuxhaven stehen aktuell 96 DKWMN für die Zuchtdatenerfassung zur Verfügung. Weiterhin werden 40 WMN beim Bezirk Mittelfranken in Triesdorf für die Zucht von Zweinutzungshühnern eingesetzt. An der Humboldt-Universität zu Berlin sind neben 32 WMN auch vier Doppel-ESL im Einsatz. Das Institut für Nutztiergenetik des FLI in Mariensee nutzt derzeit 24 WMN für verschiedene Zuchtprojekte. An der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf sind vier adaptierte BESL für die Auslaufdatenerfassung bei Broilern und Puten im Einsatz.

Projektleitung: Dr. G. Wendl, Dr. G. Fröhlich, S. Thurner
Projektbearbeitung: K. Klindtworth, S. Böck, A. Heinrich, ILT 5c
Laufzeit: 1998 - 2016
Finanzierung: BayStMELF (1998-1999: LTV, A7-4209-490), BMBF (2003-2007: FKZ: 0330496 und 0330496AN), Lohmann Tierzucht GmbH
Projektpartner: Versuchsstation Thalhausen der TUM, Lohmann Tierzucht GmbH

3.3.2 Weiterentwicklung eines Steuerungsmoduls zur autonomen Führung von Entmistungs-, Liegeboxenreinigungs- und Einstreugeräten



Versuchsträger mit Reinigungs- und Einstreumodul (rechts), um verschmutzte Hochboxen im Milchviehstall (links) zu pflegen

Zielsetzung

Mit der Entwicklung von Spaltenrobotern in der Milchviehhaltung wurde eine Automatisierungslösung für die Laufflächenreinigung geschaffen. Für die automatisierte Liegeboxenpflege fehlt derzeit allerdings noch eine geeignete Technik. Gerade bei Betrieben mit automatischen Melksystemen ist der Liegebereich und damit die Liegeboxen ohne Wegsperrern der Tiere zu keiner Zeit des Tages vollständig leer, so dass die Liegeboxenpflege nicht in einem Arbeitsgang durchgeführt werden kann. Daher soll in diesem Verbundforschungsprojekt mit den Projektpartnern der Firma Prinzing GmbH und dem Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der TU Braunschweig ein Spaltenroboter um ein Reinigungs- und Einstreumodul für die automatische Liegeboxenpflege erweitert werden. Speziell für die Liegeboxenpflege soll der Roboter einzelne Hochboxen ansteuern können, um gezielt dann nur die leeren Hochboxen zu reinigen und einzustreuen. Zunächst war es notwendig, Grundlagendaten zum Umfang der Verschmutzung der Liegeboxen, zur Eignung verschiedener Einstreumaterialien sowie zur Reinigungs- und Einstreuwirkung bei unterschiedlicher Geräteeinstellung zu gewinnen, um dann geeignete Techniken und Steuerungsparameter auswählen zu können.

Methode

Im Rahmen von zwei Masterarbeiten wurden im Jahr 2016 Versuche mit dem Reinigungs- und Einstreumodul des Versuchsträgers durchgeführt. Vorangehend wurde bei 80 Liegeboxen auf zehn Betrieben in Bayern die Liegeboxenverschmutzung gemessen. Für die Untersuchungen wurde in einem Versuchstall der LfL in Grub ein Prüfstand mit fünf Liegeboxen mit Gummimatten (Kraiburg Wingflex) aufgebaut. An diesem Prüfstand erfolgten die Reinigungs- und Einstreuversuche mit dem Versuchsträger. Ein ausfahrbarer, rotierender Rundbesen bildete dabei das Reinigungsmodul (siehe Abbildung). Das Einstreumodul bestand aus einem Einstreubehälter und einem Förderband. Nachstehende Parameter wurden für die Reinigung getestet:

- Anpressdruck des Besens (Pa): 175 und 626
- Besendrehzahl (U/min): 20, 50 und 80
- Vorfahrtsgeschwindigkeit des Versuchsträgers (m/min): 6, 12 und 15

Für das Einstreuen wurden im Hinblick auf Einstreuweite und -menge folgende Parameter untersucht:

- Einstreumaterial: Kalk, Strohmehl und Biogasgärssubstrat
- Auswurfwinkel: 0° und 15°
- Bandgeschwindigkeit: 2500 U/min
- Vorfahrtsgeschwindigkeit des Versuchsträgers (m/min): 6, 12 und 15

Nachdem der Versuchsträger die mit Kot verschmutzten Hochboxen reinigte, fand eine Bewertung des Reinigungsergebnisses mithilfe eines Rasters (5 x 6 Kästchen je 0,25 m Kantenlänge) statt. Für jedes Kästchen wurde der relative Anteil an verbleibender Verschmutzung bonitiert. Nach dem Einstreuvorgang wurden die Einstreuweite sowie die Einstreumenge ermittelt. Für letzteres wurde eine Hochbox (1,25 x 1,83 m) in 18 Felder aufgeteilt und für jedes Feld die Menge an Einstreu gewogen.

Ergebnisse

Bei 70 % der bonitierten Hochboxen auf den Praxisbetrieben lag eine am weitesten entfernte Verschmutzung beginnend von der Laufgangseite von maximal 70 cm vor. Ein Besendurchmesser und damit eine Reinigung von 80 cm könnte damit sogar 95 % der Hochboxen komplett reinigen.

Das beste Reinigungsergebnis im Prüfstand erzielte die Einstellung mit einem Anpressdruck von 626 Pa, einer Besendrehzahl von 80 U/min und einer Fahrgeschwindigkeit von 6 m/min. Vergleichbar war das Ergebnis bei der Einstellung mit einer Drehzahl von 50 U/min, einer Geschwindigkeit von 12 m/min und einem gleichbleibenden Druck von 626 Pa.

Die Zielwerte für die Einstreuweite und -menge im Prüfstand lagen bei mind. 0,70 m, also der zu reinigenden Fläche. Es sollten je nach Material etwa 100 - 150 g eingestreut werden. Während Biogasgärssubstrat keine zufriedenstellende Einstreuweite und Substratverteilung erreichte, konnte mit der verwendeten Technik bei Kalk eine gleichmäßige Verteilung bis zu einer Weite von $1,05 \pm 0,14$ m und bei Strohmehl bis zu einer Weite von $0,72 \pm 0,06$ m nachgewiesen werden. Der Auswurfwinkel von 0° oder 15° bewirkte je nach Einstreumaterial ein unterschiedliches Ergebnis. Um die angestrebte Einstreumenge zu erzielen, lag die optimale Fahrgeschwindigkeit für Biogasgärssubstrat bei 6 m/min (159 ± 62 g) und für Kalk bei 15 m/min (165 ± 62 g). Für Strohmehl musste eine Geschwindigkeit zwischen 6 m/min (235 ± 13 g) und 12 m/min (99 ± 7 g) angestrebt werden.

Schlussfolgerung

Im weiteren Projektverlauf gilt es, die gewonnenen Erkenntnisse sowohl bei der Ausführung als auch bei der Steuerung des Versuchsträgers zu berücksichtigen. Nach Umsetzung und Vorliegen eines dann funktionsfähigen Gerätes ist in weiteren Versuchsreihen die automatische Arbeitsweise inklusive Kuhverkehr unter praxisnahen Bedingungen zu erproben.

Projektleitung: Dr. B. Haidn
Projektbearbeitung: C. Hohmann
Laufzeit: 2015 - 2018
Finanzierung: BLE, Landwirtschaftliche Rentenbank (FKZ: 768030)
Projektpartner: TU Braunschweig, Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge; Peter Prinzing GmbH

3.3.3 Verbesserung der Klauengesundheit von Milchkühen durch tierindividuelle automatische Aktivitätsanalyse

Zielsetzung

Die Klauengesundheit beeinflusst das Wohlbefinden und den Gesundheitsstatus bei Milchkühen maßgeblich. Um die durch Klauenerkrankungen entstehenden Schmerzen und Leiden sowie wirtschaftliche Verluste zu vermeiden, ist ein frühzeitiges Erkennen von Lahmheiten sehr wichtig. Je früher eine Lahmheit erkannt und die Ursache behoben wird, desto geringer sind die Auswirkungen auf das Wohlbefinden des Tieres, die Heilungsdauer und die wirtschaftlichen Folgen durch Leistungseinbußen und Behandlungskosten. Landwirte unterschätzen jedoch das Auftreten von Lahmheiten im eigenen Stall im Durchschnitt um den Faktor vier bis fünf (WHAY ET AL., 2002). Ziel des Forschungsprojekts war es, Landwirte bei der rechtzeitigen Feststellung von Klauenerkrankungen mithilfe eines automatischen Lahmheitserkennungssystems zu unterstützen und somit dazu beizutragen, dass notwendige Maßnahmen früher eingeleitet werden können. Hierzu sollten zunächst Parameter gefunden werden, mit denen ein geeignetes Berechnungsmodell entwickelt werden kann, das dann aufgrund der Analyse von automatisch erfassten Aktivitäts- und Leistungsdaten Lahmheiten vorhersagen kann. Dieser erste Schritt des Projekts, nämlich das Finden geeigneter auch in Praxisbetrieben erfassbarer Parameter und die Ableitung eines ersten Rechenmodells, sollte zunächst mit Daten aus dem Milchviehbetrieb der Versuchsstation in Grub erfolgen.

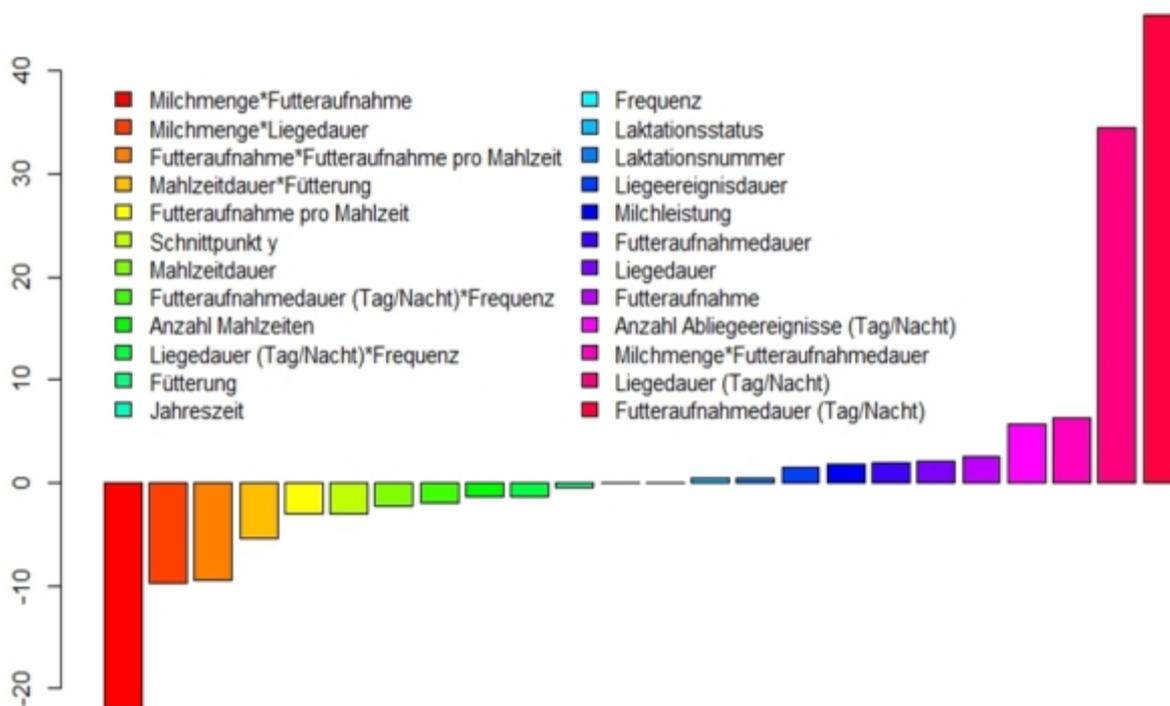
Methode

Im Offenlaufstall der LfL in Grub mit ca. 65 melkenden Fleckviehkühen wurden neben gängigen Tierdaten auch verschiedene Aktivitäts- und Leistungsparameter tierindividuell erfasst. Ein automatisches Melksystem mit integrierter Waage lieferte bei jedem Durchgang Daten über Milchleistung und Körpergewicht jeden Tieres. Mithilfe von RFID-Ohrmarken in Kombination mit Wiegetrögen wurden Menge, Dauer und Frequenz der Futteraufnahme jeden Tieres ermittelt. Weitere Aktivitätsdaten wie die Dauer der Liege- und Aktivitätsereignisse sowie deren Häufigkeit wurden durch Pedometer registriert. Parallel zur automatischen Datenerfassung wurde regelmäßig ein Locomotionscore (LMS) der ganzen Herde erhoben und alle auftretenden Klauenerkrankungen genau dokumentiert. Die Datenerfassung lief während der Zeit von März 2014 bis Mai 2015. Nach Analyse der Parameter auf Zusammenhänge mit dem Lahmheitsstatus sowie untereinander wurden verschiedene statistische Methoden zur Modellierung einer Lahmheitsvorhersage getestet. Eine durch Elastic Net regulierte logistische Regression mit dem Ausgang „lahm“ oder „nicht lahm“ einschließlich der Berücksichtigung von Interaktionen zwischen den Parametern, äußeren Einflüssen, wie der Jahreszeit und tierindividuellen Unterschieden, wie zum Beispiel dem Laktationsstadium, stellte sich als optimale Methode zur Verrechnung der Daten heraus.

Ergebnisse

Bei der Einzelbetrachtung der untersuchten Parameter konnte kein direkter Zusammenhang zwischen Leistungsdaten wie Milchleistung oder Futteraufnahmemenge festgestellt werden. Futteraufnahme- und Liegeverhalten jedoch zeigten einen deutlichen Unterschied zwischen lahmen und nicht lahmen Tieren. War ein Tier lahm, ging es z. B. seltener zum Trog und verbrachte kürzere Zeit am Fressplatz als nicht lahme Tiere, nahm jedoch ähnlich viel Futter auf und fraß demnach schneller. Die Kombination aller relevanten Parameter in

einem Modell bildete die untersuchten Zusammenhänge noch realistischer ab. Das finale Modell zur Vorhersage von „lahm“ oder „nicht lahm“ wies eine Sensitivität von 82 % und eine Spezifität von 87 % auf. In der Abbildung ist die Größe der Koeffizienten der im Modell untersuchten Parameter dargestellt. Je größer sein Koeffizient, desto bedeutender war der Parameter in Bezug auf eine Aussage über den Lahmheitsstatus eines Tieres. Demzufolge waren „Futteraufnahme pro Mahlzeit“ und „Liegendauer tagsüber“ (positive Koeffizienten), gefolgt von „Milchmenge*Futteraufnahmemenge“ (negativer Koeffizient) die wichtigsten Maße zur Lahmheitserkennung. Stieg also die Dauer, die ein Tier tagsüber (05 - 22:00 Uhr) lag oder fraß, relativ zur Nacht an, so war das ein deutlicher Hinweis auf eine vorliegende Lahmheit. Bei gleicher Milchleistung stieg die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier lahmt mit einer im Vergleich zu anderen Tieren geringeren Futteraufnahmemenge. Eine sehr hohe Milchleistung bei gleichzeitig gesteigerter Futteraufnahme stellte im Gegensatz dazu keinen Risikofaktor für Lahmheit dar. Es ist demnach wichtig, gerade Leistungsparameter wie Milchleistung und Futteraufnahmemenge in Beziehung zueinander zu betrachten, da einer der Parameter allein keinen eindeutigen Zusammenhang mit auftretender Lahmheit aufwies. Die Erkenntnisse aus dem Projekt werden seit Juli 2016 in einem Folgeprojekt der LfL an einer größeren Tierzahl und in Praxisumgebung überprüft.



Werte der Parameterkoeffizienten im finalen Modell

Projektleitung: Dr. B. Haidn
 Projektbearbeitung: Dr. K. Schindhelm
 Laufzeit: 2014 - 2016
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/14/30)
 Projektpartner: LMU München (Institut für Tieranatomie und Institut für Statistik),
 University of Wisconsin, School of Veterinary Medicine

3.3.4 Weiterentwicklung der Analyse von Aktivitäts- und Leistungsdaten zur Früherkennung von Klauenerkrankungen bei Milchkühen in Praxisbetrieben



Bei Lahmheit zeigen Kühe einen gekrümmten Rücken und abgesenkten Kopf (linkes Bild). Mit dem „Track a Cow“ Pedometer (rechtes Bild) können Lahmheiten aufgrund von Verhaltensänderungen frühzeitig erkannt werden

Zielsetzung

Lahmheit bei Milchkühen ist ein Thema von großer wirtschaftlicher und tierschutzrechtlicher Bedeutung. Wird sie zu spät erkannt, verursacht sie sowohl höhere Behandlungskosten und Leistungseinbußen als auch erhebliche Schmerzen und Leiden für das betroffene Tier. Die Ergebnisse des zwischen Juli 2014 und Juni 2016 am ILT in Grub durchgeführten Projekts „Verbesserung der Klauengesundheit von Milchkühen durch kontinuierliche tierindividuelle Aktivitätsanalyse“ (s. Beitrag S.82) zeigten, dass die Analyse automatisch erfasster Verhaltensdaten zum Liegen und zur Raufutteraufnahme geeignet sind, Lahmheiten mit hoher Wahrscheinlichkeit frühzeitig zu erkennen. Im aktuellen Forschungsprojekt sollen diese Erkenntnisse nun an einer größeren Tierzahl überprüft, das Berechnungsmodell weiterentwickelt und mit Hilfe der Projektpartner in die praktische Anwendung überführt werden. Hierzu sollte Technik eingesetzt werden, die in Praxisbetrieben verfügbar ist und möglichst geringe Zusatzkosten verursacht.

Methode und Stand der Untersuchungen

Bei insgesamt 450 Milchkühen der Rasse Fleckvieh in vier Praxisbetrieben und dem LfL-Milchviehstall in Grub wurden zur Datenerfassung Pedometer der Firma ENGS (Rosh Pina, Israel) am rechten Vorderbein der Tiere befestigt. Durch einen im Pedometer eingebauten Beschleunigungssensor werden alle zwei Minuten Informationen über Liege- und Aktivitätsverhalten der Tiere erfasst, verrechnet und als Stundenwerte ausgelesen. Zusätzlich ist am Futtertisch und an der Kraftfutterstation eine Induktionsschleife verlegt, die den Pedometer bei Aufenthalt in einem Bereich von 0,4 m aktiviert und somit eine Erkennung der Einzeltiere ermöglicht. Damit kann jeder Aufenthalt am Futtertisch oder an der Kraftfutterstation mit Dauer und Häufigkeit der Futteraufnahme erfasst werden.

Die Datenerhebung mithilfe der Pedometer wird voraussichtlich zwischen April 2017 und März 2018 erfolgen.

Um den Klauengesundheitsstatus der Tiere als Referenz zu erfassen, wird parallel dazu wöchentlich ein Locomotionscore jeder Herde durchgeführt, bei dem jedes Tier auf einer

Skala von 1 bis 3 (1 = gesund, 2 = Verdacht auf Lahmheit, 3 = lahm) beurteilt wird. Tiere mit einem Score von drei werden anschließend direkt behandelt. Tiere mit einem Score von 2 werden im Klauenpflegestand nochmals untersucht, um eine korrekte Statuszuordnung zu gewährleisten. Weist das Tier keine Klauenerkrankung auf, bleibt es in der Gruppe 2 („Verdacht“), wird eine Klauenerkrankung diagnostiziert, wird es der Gruppe 3 („lahm“) zugeordnet. Durch die Verknüpfung der Klauenuntersuchung auffälliger Tiere im Anschluss an den Locomotion Score sollen Ungenauigkeiten in der Lahmheitsbeurteilung minimiert werden. Um den genauen Tag des ersten Auftretens einer Lahmheit bestimmen zu können und somit die Reliabilität der Referenz weiter zu steigern, wurden in allen fünf Betrieben Kameras am Melkstandausgang installiert. Mit Hilfe der Videobeobachtung soll so der Lahmheitsstatus erkrankter Tiere rückwirkend für Tage zwischen zwei Betriebsbesuchen festgestellt werden.

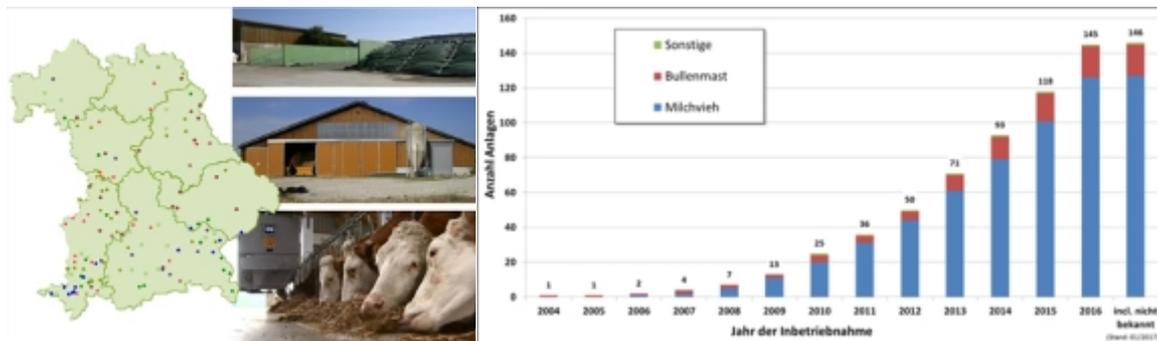
Vor Beginn der Datenerhebung wurden Anfang 2017 die Pedometer am Versuchsbetrieb in Grub validiert. Dies erfolgte über eine Direktbeobachtung des Liegeverhaltens. Hierzu werden die Liegezeiten von 20 Tieren über 25 Beobachtungsstunden festgehalten. Diese Daten werden dann mit den über die Pedometer erfassten Liegezeiten verglichen. Für die Validierung der Daten zum Futteraufnahmeverhalten der Tiere werden die im Versuchsbetrieb in Grub eingebauten Wiegetröge als Referenzmethode dienen.

Ergebnisse

Die Versuchsvorbereitungen sowie der Einbau des Pedometersystems und der Kameras sind bereits abgeschlossen.

Projektleitung: Dr. B. Haidn
Projektbearbeitung: Dr. K. Schindhelm, I. Lorenzini
Laufzeit: 2016 - 2019
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/14/30)
Projektpartner: ENGS Systems (Rosh Pina, Israel), Bayern Genetik GmbH

3.3.5 Weiterführung der Untersuchungen zur automatischen Vorlage von Futtermischungen für Rinder



Regionale Verteilung und Entwicklung der Anzahl automatischer Fütterungssysteme in bayerischen Betrieben (Stand Januar 2017)

Einleitung und Zielstellung

Automatische Fütterungssysteme (AFS) sind in der Milchviehhaltung wie auch in der Bullenmast weit verbreitet. Anfang 2017 wurden von 8 Herstellern insgesamt 146 AFS in Bayern gemeldet. Anhand der Verlaufskurve ist eine deutliche Zunahme in den letzten fünf Jahren zu erkennen. Dieser positive Trend in der Zunahme der Automatisierung des Fütterns verlangt nach weiteren Informationen. Deshalb werden im Rahmen dieses Fortsetzungsprojekts weitere Untersuchungen zu AFS mit Schwerpunkten bei der Analyse der Misch- und Austragsgenauigkeit, den Energie-, Wartungs- und Reparaturkosten sowie dem Betriebsmonitoring, den Steuerungsmöglichkeiten des Tierverhaltens und den Kosten durchgeführt.

Methoden und Stand der Untersuchungen

Analyse der Misch- und Austragsgenauigkeit AFS

Die Entwicklung einer automatischen Schüttelbox konnte realisiert werden (s. Beitrag „Lfl Automatisierte Schüttelbox zur Untersuchung der Struktur von Futterproben“ (LAuS, S. 122). Die LAuS kann helfen, bei einer Vielzahl von Futterproben eine standardisierte, vergleichbare und wiederholbare Fraktionierung der Halmgutlängen vorzunehmen, um damit zuverlässige Aussagen über die Misch- und Austragsgenauigkeit und somit über die Fütterungskonstanz zu treffen. Die Untersuchungen finden auf 21 Betrieben (MV und BM) mit AFS von 8 verschiedenen Herstellern statt. Zum Vergleich sollen Analysen von drei Betrieben mit konventionellen Futtermischwägen in die Untersuchung mit einbezogen werden.

Energie-, Wartungs- und Reparaturkosten

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass durch AFS Energiekosten und der Treibstoffeinsatz deutlich gesenkt werden können. Die bestehenden Messungen der Einzelverbraucher werden mit aktualisierten Rahmenbedingungen weitergeführt. Da durch starke Schwankungen in den Betriebskennzahlen die bisherigen Messungen nicht als verallgemeinerte Aussagen dienen können, sollen allgemein gültige Kennzahlen über ein Berechnungsmodell erarbeitet werden. Unterschiedliche Bezugseinheiten (Plangrößen für TP, kg Futter, Größe der Anlagen usw.) werden dabei berücksichtigt, um verschiedene AFS und in den Anlagen eingesetzte Technikkomponenten vergleichen zu können.

Die Erfassung des Wartungs- und Reparaturaufwands wurde bisher auf etwa 30 rinderhaltenden Betrieben per Fragebogen erfasst. Während der Erhebungen zur Misch-, Dosier- und Austragsgenauigkeit werden die Werte anhand von Rechnungen der Betriebsleiter über die tatsächlichen Kosten abgeglichen und verifiziert.

Betriebsmonitoring zur Schwachstellenanalyse

Einen weiteren Schwerpunkt stellt das Monitoring von AFS-Betrieben und die Beobachtung der Marktentwicklung dar. Um Schwachstellen bei Technik und Bau gezielt zu vermeiden, müssen auf die Technisierung abgestimmte Stallkonzepte und Empfehlungen entwickelt werden. Um Landwirte bei der Entscheidung für oder gegen ein AFS unterstützen zu können, wird weiterhin ein wichtiger Fokus auf Wissenstransfer gelegt. Mit Hilfe von Betriebsbesuchen und Gesprächen mit erfahrenen Landwirten können Informationen zur Zufriedenheit der Betriebsleiter, mögliche Probleme und Planungsfehler ermittelt und dann auch weitervermittelt werden. So sollen Stallkonzepte entwickelt werden, die verschiedene Funktionsbereiche mit darin enthaltenen Techniken sowie Verfahren optimal aufeinander abstimmen. In Form von Informationsblättern (z. B. ALB) sollen beispielhafte Grundrisse erstellt und an die Bau- und Landtechnikberatung sowie Landwirte weitergegeben werden. Bei ersten Untersuchungen konnte dargestellt werden, dass die Herstellerangaben über den Platzbedarf der Futterhalle sich nicht mit den auf den Praxisbetrieben gefundenen Größen decken. Die tatsächlich gebauten und genutzten Futterhallen weisen größere Dimensionen auf, als von Herstellerseite angegeben.

Möglichkeiten der Steuerung des Tierverhaltens im AFS- und AMS-Betrieb

Umfangreiche Daten zum Tierverhalten liegen aus dem vorherigen Projekt vor, sind ausgewertet und werden im Rahmen einer Doktorarbeit veröffentlicht.

Investitionsbedarf und Kosten von AFS

Der Investitionsbedarf wird über Modellrechnungen auf Basis von Kostenangeboten verschiedener Firmen, die in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden, berechnet. Die Ergebnisse werden mit den Erhebungen aus der Praxis verglichen und bei Bedarf angepasst. Anhand dieser Auswertungen ist zu erkennen, dass die AFS in den vergangenen zwei Jahren teurer geworden sind. Gemeinsam mit den Arbeits-, Energie-, Wartungs- und Reparaturkosten wird die Kostenbelastung pro kg Milch berechnet. Diese liegt bei einer Herdenleistung von 8.000 kg unter den getroffenen Annahmen bei von 80 auf 240 Kühe zunehmender Bestandsgröße zwischen 3,3 und 1,8 ct pro kg Milch.

Projektleitung: Dr. B. Haidn
Projektbearbeitung: C. Leicher
Laufzeit: 2015 - 2018
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/15/25)

3.3.6 Reduktion des Antibiotikaeinsatzes beim Milchvieh durch Selektives Trockenstellen – RAST



Arbeitsmaterialien und Dokumentationsunterlagen als Grundlage für ein erfolgreiches Trockenstellmanagement

Zielsetzung

Viele Infektionen mit Mastitis verursachenden Erregern finden während der Trockenstehzeit statt. Deshalb werden in Deutschland bei rund 80 % aller Kühe antibiotische Trockensteller in die Euterviertel appliziert, um einen ungestörten Verlauf der Trockenstehzeit und eine Ausheilung bestehender Infektionen zu gewährleisten.

Da der Einsatz von Antibiotika in der Gesellschaft zunehmend kritisch diskutiert wird, soll im Projekt RAST ein selektiver und damit reduzierter Einsatz von antibiotischen Trockenstellern evaluiert, eine praxisgerechte Verfahrensweise entwickelt und alternative Trockenstellverfahren gefördert werden.

Methode

In der ersten Projektphase (Vorbereitungsphase) wurden unter Beteiligung des Tiergesundheitsdienstes Bayern e.V. (TGD) 18 bayerische Milchviehbetriebe sowohl nach eutergesundheitlichen Kriterien als auch nach der persönlichen Eignung der Betriebsleiter (Motivation, Bereitschaft zur Öffentlichkeitsarbeit usw.) ausgewählt. Dazu wurde in jedem Betrieb u. a. ein Herdenscreening zur Ermittlung des Eutergesundheitsstatus durchgeführt und die MLP-Daten ausgewertet. Im Projekt wurden ausschließlich Herden mit einer „definierten, guten Eutergesundheit“ (z. B. < 200 Tsd. Zellen / ml in den letzten drei MLP, kein Nachweis von *S. aureus*, *Sc. agalactiae* und anderen wichtigen Mastitiserregern) berücksichtigt.

Die Landwirte stellten nach der Vorbereitungsphase das Trockenstellmanagement von einer grundsätzlichen Gabe des Trockenstellers auf das Verfahren „Selektives Trockenstellen“ um. Entscheidungsgrundlage dieses Verfahrens ist eine bakteriologische Untersuchung der Milch vor dem Trockenstellen sowie der Schalmtest, die Zellzahl und/oder die Mastitis-Historie jedes Tieres. Diese Kriterien sind in einem für das Projekt entwickelten Entscheidungsbaum zusammengefasst. Anhand des Entscheidungsbaums bestimmt jeder Betriebsleiter tierindividuell, ob ein antibiotischer Trockensteller appliziert wird.

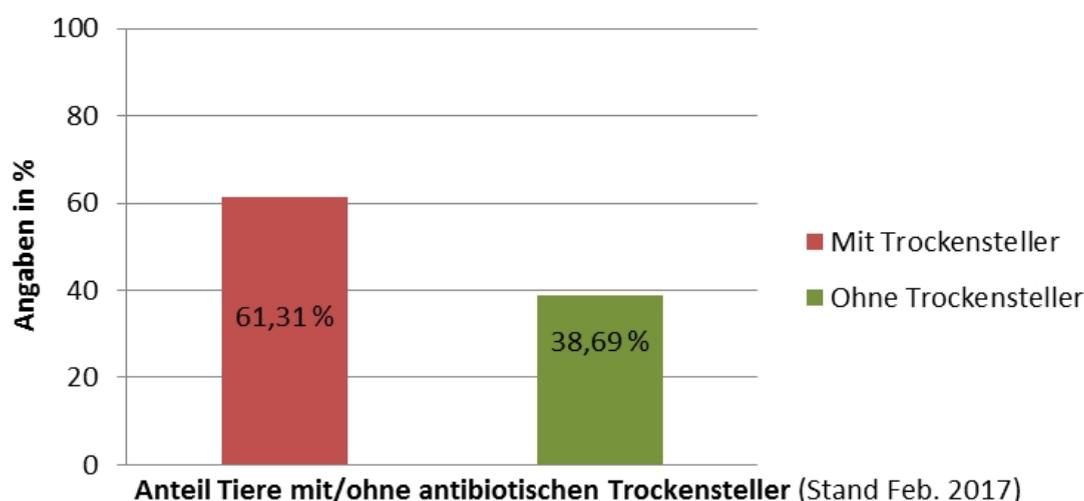
Die 18 teilnehmenden Projektbetriebe kommen aus den Regierungsbezirken Oberbayern (5), Niederbayern (2), Oberpfalz (2), Schwaben (5), Oberfranken (1) und Mittelfranken (3). Während der gesamten Projektlaufzeit werden umfassende Daten zur Eutergesundheit und zu Managementverfahren rund um das Trockenstellen erhoben und ausgewertet.

Um eine breite Diskussion und Wissensvermittlung zu alternativen Trockenstellverfahren anzuregen, werden bereits während der Projektlaufzeit die Zwischenergebnisse und Erfahrungen der Betriebe in Veranstaltungen und Veröffentlichungen dargestellt.

Ergebnisse

Bisher wurden insgesamt 685 Tiere auf Grundlage des RAST-Entscheidungsbaums selektiv trocken gestellt. 38,7 % der Kühe (265 Tiere) konnten ohne Trockensteller trocken gestellt werden, wobei der Anteil an eingesetzten Antibiotika zwischen den Betrieben sehr stark schwankt. Je nach Eutergesundheit der Tiere bzw. der Herde ist im Einzelbetrieb ein Einsparpotenzial an Trockensteller von bis zu 70 % möglich. Es muss hierbei jedoch berücksichtigt werden, dass die Betriebe im Projekt nach strengen eutergesundheitlichen Kriterien ausgewählt wurden und insofern gute Voraussetzungen für entsprechende Einsparungen mitbringen.

Bei Betrieben mit erhöhten Zellzahlen und/oder einem häufigen Nachweis von Mastitiseregen beläuft sich das Einsparpotenzial auf etwa 30 %. Da das Projekt noch nicht abgeschlossen ist, liegen derzeit noch keine weitergehenden Auswertungen beispielsweise zu Leistungsdaten oder Zellzahlverläufen vor.



Einsatz von antibiotischem Trockensteller bei 685 Tieren im Projekt (Stand Feb. 2017)

Die Resonanz von Seiten der beteiligten Betriebe ist überwiegend positiv. Es zeichnet sich ab, dass eine regelmäßige Untersuchung der Milch und eine umfangreiche Dokumentation der Eutergesundheit den Landwirten einen besseren Überblick über das Mastitisgeschehen in der Herde ermöglichen. Die Tiere werden während der sensiblen Trockenstehzeit genauer beobachtet und kontrolliert. Der geschätzte zeitliche Mehraufwand für das selektive Trockenstellen (Entnahme Viertelgemelksproben, Dokumentation usw.) im Rahmen des Projekts beläuft sich derzeit auf ca. 1 Stunde pro Woche.

Im weiteren Verlauf werden zusätzlich Daten zur Haltung und Fütterung in den Betrieben erfasst und ausgewertet. Die Datenerhebung soll Ende des Jahres 2017 beendet werden.

Projektleitung: M. Kühberger
 Projektbearbeitung: C. Stricker, M. Kühberger
 Laufzeit: 2015 - 2018
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/15/04)
 Projektpartner: LMU (Tierärztliche Fakultät), TGD-Bayern e.V.

3.3.7 Ad libitum Vollmilchtränke und deren Einfluss auf Gewichtsentwicklung, Gesundheit und Verhalten bei Fleckviehkälbern



Kalb bei der ad libitum Milchaufnahme und in der Gruppenhaltung

Zielsetzung

Neue Untersuchungen zeigen, dass durch eine unbegrenzte Tränkeaufnahme in den ersten Lebenswochen die Vitalität der Kälber und die Zunahmen erhöht, die Verluste reduziert aber auch die Leistungsausprägung der späteren Milchkühe nachhaltig positiv beeinflusst werden können. Die bisherigen Tränkeempfehlungen in den ersten Wochen basieren aber auf einer restriktiven Milchaufnahme.

Ziel dieser Studie ist es, Effekte einer ad libitum Milchversorgung während der ersten vier Lebenswochen auf die Gewichtsentwicklung, die Kraftfutteraufnahme, die Tiergesundheit, ausgewählte Blutparameter und das Verhalten von männlichen und weiblichen Fleckviehkälbern zu analysieren. Dabei soll auch das gegenseitige Besaugen, Trinkverhalten und die Bewegungsaktivität der Kälber betrachtet werden.

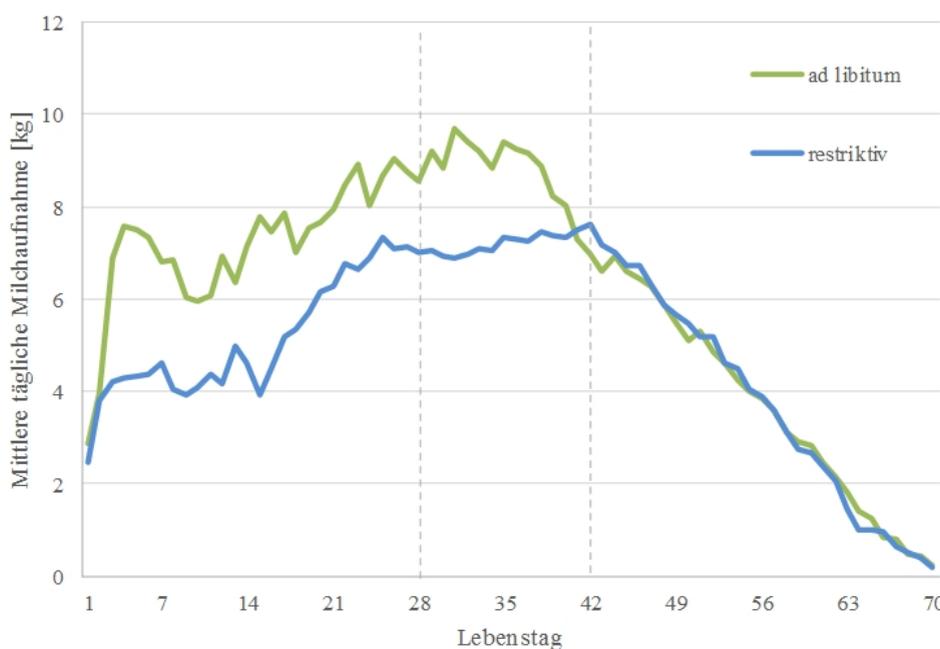
Methode

Die Untersuchungen wurden bei 89 Kälbern (42 Bullenkälber, 47 Kuhkälber) der Rasse Fleckvieh auf der Versuchsstation in Grub durchgeführt. Die Kälber wurden nach der Geburt in die Versuchsgruppe (ad libitum: ADL) und die Kontrollgruppe (restriktiv RES) eingeteilt. Die Tiere wurden in mit Stroh eingestreuten Einzelboxen gehalten. Die Kälber wurden mit Kolostralmilch und später mit Vollmilch getränkt, die mit einem Säuregemisch auf einen pH-Wert von 5,5 angesäuert wurde. Die Kontrollkälber erhielten täglich 2 x täglich 2,5 l Milch in der ersten Woche und 2 x 3 l in der zweiten Lebenswoche. Den Versuchskälbern stand Milch kontinuierlich zur freien Verfügung. Nach zwei Wochen Einzelhaltung wurden die Tiere in die Gruppenhaltung umgestellt. Während der Gruppenhaltungsphase wurde die individuelle Milch- und Kraftfutteraufnahme täglich über entsprechende Automaten der Firma Förster erfasst. Zusätzlich wurde das gegenseitige Besaugen mittels Videotechnik festgehalten. Das Körpergewicht wurde wöchentlich mit einer elektronischen Tierwaage erfasst. Der Versuch endete für Bullenkälber mit einem Alter von 8 Wochen und für Kuhkälber mit einem Alter von 4 Monaten.

Ergebnisse

Milchaufnahme

Die ad libitum getränkten Kälber nahmen bis zum 42. Lebenstag signifikant mehr Milch auf als die restriktiv getränkten Kälber (s. Abb.). Die mittlere tägliche Milchaufnahme der ad libitum getränkten Kälber betrug in den ersten vier Lebenswochen 7,3 kg, während die restriktiv getränkten Kälber durchschnittlich 5,2 kg Milch am Tag aufnahmen. Der Mehrverbrauch an Milch für die ad libitum Tränke betrug in den ersten vier Lebenswochen 56,3 kg pro Kalb. Die ad libitum getränkten Kälber tranken häufiger und länger als die restriktiv getränkten Kälber.

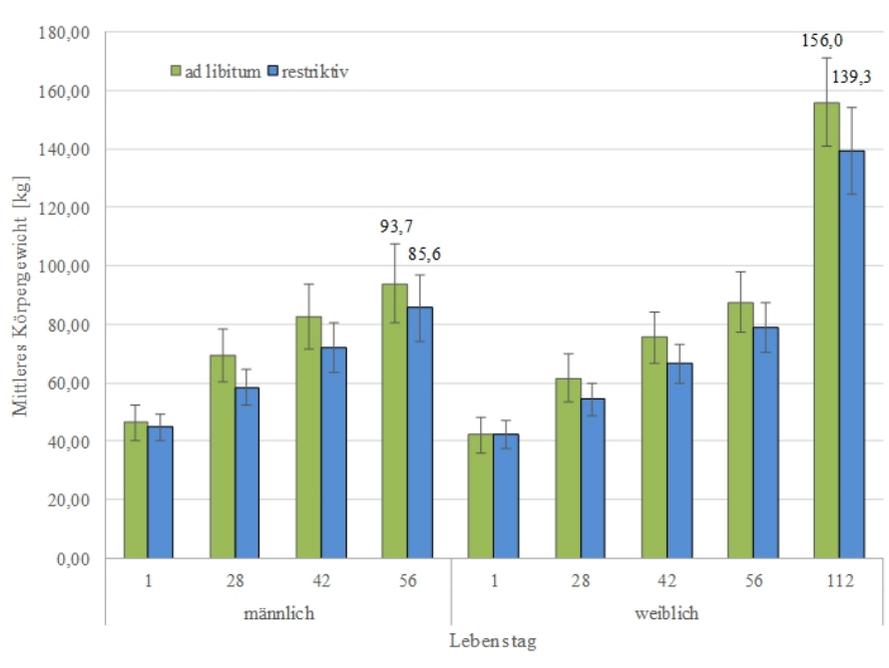


Mittlere tägliche Milchaufnahme [kg] im Verlauf über die gesamte Tränkeperiode (1. bis 70. Lebenstag) von Fleckviehkälbern

Gewichtsentwicklung

Zu Versuchsbeginn ergaben sich keine signifikanten Differenzen der mittleren Geburtsgewichte zwischen den Gruppen. Die ADL Kuhkälber waren mit einem mittleren Gewicht von 156,0 kg am Versuchsende (112. Lebenstag) signifikant schwerer als die RES Kuhkälber (Differenz: 16,7 kg). Die ADL Bullenkälber wiesen ebenfalls am Versuchsende (56. Lebenstag) ein signifikant höheres mittleres Körpergewicht auf als die RES Bullenkälber (Differenz: 8,1 kg). Darüber hinaus fällt auf, dass die ADL Bullenkälber bereits am 42. Lebenstag mehr als 80 kg wogen und damit das Verkaufsgewicht erreichten. RES Bullenkälber überschritten das Verkaufsgewicht erst am 56. Lebenstag. Die Aufzucht der männlichen Kälber kann somit im Rahmen einer ad libitum Tränke um rund zwei Wochen verkürzt werden.

Es wird deutlich, dass der Gewichtsvorsprung der ADL getränkten Kälber auch bis Ende des Versuchszeitraums beibehalten wurde. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ab dem 42. Lebenstag beide Gruppen gleich gefüttert wurden. Auf der folgenden Abbildung ist das mittlere Körpergewicht der ADL und RES getränkten Kälber unter Berücksichtigung des Geschlechts dargestellt.



Mittleres Körpergewicht [kg] zu Versuchsbeginn und an den Endtagen der einzelnen Phasen von männlichen und weiblichen Fleckviehkälbern beider Studiengruppen

Gesundheit

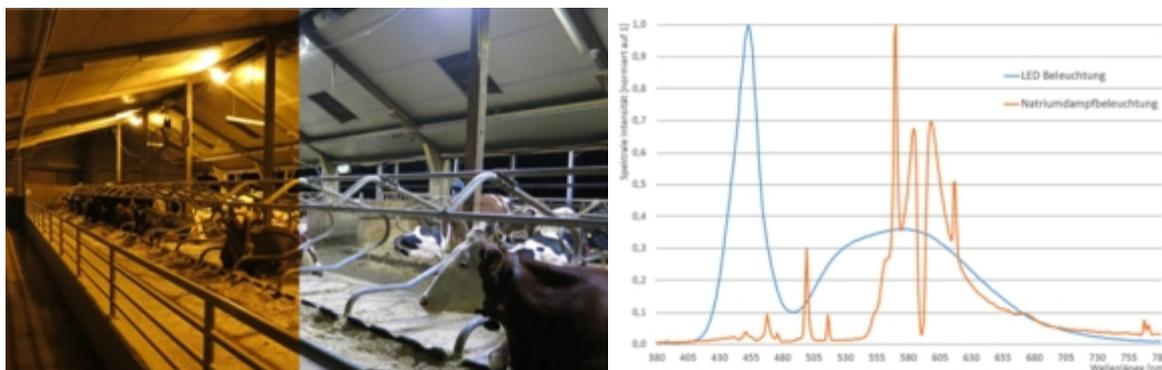
Die RES Gruppe musste über den gesamten Versuchszeitraum signifikant häufiger gegen Pneumonie behandelt werden als die ADL Gruppe ($p = 0,032$). Während in der restriktiv getränkten Gruppe 14 Behandlungsereignisse gezählt wurden, gab es in der ad libitum getränkten Gruppe nur 5 Behandlungsereignisse aufgrund klinischer Anzeichen einer Pneumonie. Bezüglich Diarrhoe ergaben sich keine signifikanten Differenzen.

Schlussfolgerung

- Eine ad libitum Milchtränke führt bei Fleckviehkälbern zu höheren Milchaufnahmen und höheren Gewichtszunahmen.
- Die Untersuchung des Gesundheitsstatus ergab Hinweise, dass die ADL Kälber gesünder waren und insbesondere die Behandlungsinzidenz aufgrund von klinischen Anzeichen einer Pneumonie signifikant niedriger war.
- Die ad libitum Tränke ist tiergerechter, da die Kälber länger und häufiger Milch aufnehmen können und keine Hungerzeiten über den Tag entstehen.
- Die ad libitum Tränke nähert sich der natürlichen Milchaufnahme in muttergebundener Aufzucht an und leistet somit einen Beitrag zu mehr Tierwohl.

Projektleiter: Prof. Dr. K. Reiter, Prof. Dr. M. Erhard (LMU)
 Projektbearbeiter: K. Bernhart, T. Kürn
 Laufzeit: 2014 - 2017
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/14/03)
 Projektpartner: Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU, TGD, AVB

3.3.8 Entwicklung einer tiergerechten LED-Beleuchtung für die Milchviehhaltung



Natriumdampf- bzw. LED-Beleuchtung (links), Licht-Spektren der LED- und Natriumdampfbeleuchtung (rechts)

Zielsetzung

Ziel des von der BLE geförderten Projekts ist die Entwicklung einer LED-Leuchte für die Milchviehhaltung, welche optimal an die Bedürfnisse der Kuh angepasst ist, ohne die Anforderungen des Landwirts zu vernachlässigen. Der blaue (kurzwellige) Anteil des Lichtspektrums besitzt den größten Effekt auf den circadianen Rhythmus, der für die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit der Tiere sehr wichtig ist. Deshalb ist das Lichtspektrum der LED (blaue Linie in Abbildung oben rechts) gegenüber der Natriumdampflampe (orange Linie) besser an die Bedürfnisse der Tiere angepasst. Das Lichtspektrum der Natriumdampflampe besitzt mehr Rotanteile, die biologisch kaum wirksam sind und schlechter vom Rind wahrgenommen werden. Die Auswirkungen der optimierten Beleuchtung auf das Verhalten der Tiere werden im Praxisversuch untersucht. Dabei wird das Verhalten der Tiere bei Natriumdampfbeleuchtung mit dem Verhalten bei LED-Beleuchtung verglichen.

Methode

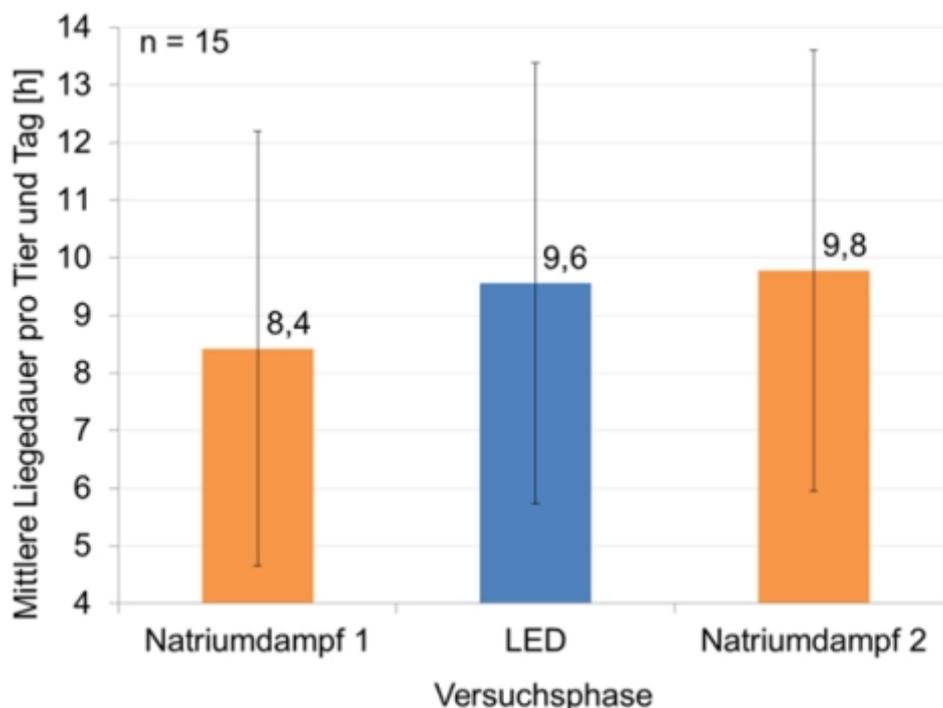
Die Untersuchungen zum Einfluss der Beleuchtung auf das Tierverhalten finden im Versuchsstall mit AMS des Versuchs- und Bildungszentrums Landwirtschaft Haus Düsse statt. Von 20 ausgewählten Versuchstieren werden die Daten des Lely-Melkroboters, per Videoaufzeichnung erfasste Verhaltensparameter (Futteraufnahme-, Komfort- und Sozialverhalten), sowie Ruhe- und Aktivitätsphasen mit ALT-Pedometern erhoben. Die Häufigkeit, die Dauer und die Verteilung der Verhaltensweisen über den Tag sind dabei von großem Interesse, um Rückschlüsse auf die Tiergerechtheit der Beleuchtung zu ziehen.

Ergebnisse

Ein Prototyp der LED-Leuchte wurde von der Firma DeLaval in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Bielefeld weiterentwickelt, gefertigt und im Stall installiert. Die neue LED-Leuchte wurde bereits im Lichtlabor der Fachhochschule Bielefeld vermessen. Durch Lichtmessungen im Versuchsstall wurde die durchgeführte Beleuchtungssimulation verifiziert.

Nach der Installation und Optimierung der Erfassungstechnik findet die Untersuchung des Tierverhaltens im Versuchsstall auf Haus Düsse statt. Die erste Versuchsphase unter Natriumdampfbeleuchtung (1. Kontrolle), die Hauptversuchsphase unter LED-Beleuchtung

und die letzte Versuchsphase unter Natriumdampfbeleuchtung (2. Kontrolle) sind abgeschlossen.



Mittlere Liegedauer der Versuchstiere (n = 15) je Tag (die Auswertung erfolgte auf Grundlage der Pedometerdaten)

Im Versuch wird der Einfluss der spektralen Zusammensetzung der Beleuchtung auf das Tierverhalten untersucht. In der LED-Phase zeigte sich im Vergleich zur ersten Natriumdampf-Phase eine Erhöhung der Liegedauer um ca. eine Stunde (s. Abb.). In der zweiten Kontrollphase unter Natriumdampfbeleuchtung war kein anhaltender Anstieg in der Liegedauer zu beobachten. Das wäre zu erwarten gewesen, da alle Tiere den gesamten Versuch durchliefen und somit am Ende des Versuchs in einem fortgeschrittenen Stadium der Trächtigkeit und der Laktation waren. Es deutet sich an, dass die LED-Beleuchtung das Liegeverhalten der Tiere beeinflusst.

Ausblick

Die Daten des ersten Praxisversuchs werden final ausgewertet und aufbereitet. Es findet eine weitere Untersuchung zum Einfluss unterschiedlicher Beleuchtungsdauern (13 h versus 16 h) auf das Tierverhalten statt.

Projektleitung: Prof. K. Reiter
 Projektbearbeitung: M. Müller, A. Koßmann
 Laufzeit: 2014 - 2017
 Finanzierung: BLE / Landwirtschaftliche Rentenbank (FKZ: 28-RZ-3-72.033)
 Projektpartner: Fachhochschule Bielefeld, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, DeLaval, FAU Erlangen-Nürnberg

3.3.9 Untersuchung und Bewertung technischer Maßnahmen zur Reduzierung des Hitzestresses bei Milchkühen



Schlauchlüftung in einem Jungviehstall

Zielsetzung

Rinder produzieren je nach Alter und Leistungsniveau viel körpereigene Wärme, welche bei hohen Umgebungstemperaturen nicht mehr in ausreichendem Maße abgegeben werden kann. Des Weiteren ergeben sich durch schlecht gelüftete Stallungen hohe Luftfeuchtigkeiten und Schadgasbelastungen, die sich ebenfalls negativ auf den Gesundheitsstatus und das Wohlbefinden der Tiere auswirkt. Deshalb soll in einem Teil des Projekts die mechanische Lüftung für Rinderställe näher betrachtet werden. Als eine Möglichkeit wird die Schlauchlüftung gesehen.

Methode

In einem ersten Schritt wurden die physikalischen Grundlagen, auf denen Schlauchlüftungen basieren, recherchiert. Dazu gehören auch die Berechnungsgrundlagen, die zur Dimensionierung der Anlagen herangezogen werden. In einem nächsten Schritt erfolgte eine Chancen- und Risikoanalyse, die in erster Linie auf Praxisbetrieben stattfand. Die Auswahl der Praxisbetriebe erfolgte dabei in erster Linie über Anbieter von Schlauchlüftungsanlagen. Die Ergebnisse sollen für die Beratung zusammengefasst und aufbereitet werden.

Ergebnisse

Schlauchlüftungen funktionieren grundsätzlich nach dem Prinzip einer Überdrucklüftung. Über einen Ventilator wird Frischluft von außen über einen perforierten Gewebeslauch in den Stall verbracht. Die Zuluft wird dabei gleichmäßig im Tierbereich verteilt. Ziel bei reinen Lüftungsanlagen ist hierbei eine maximale Luftgeschwindigkeit im Tierbereich von 0,2 m/s. Zur Dimensionierung des Luftvolumenstroms wird die nötige Luftwechselrate je

Tier nach Vorgaben durch den Planer herangezogen. Die gleichmäßige Luftverteilung im Tierbereich wird über Positionierung und Dimensionierung der Luftaustrittsöffnungen gewährleistet. Der Durchmesser des Schlauchs, der vom Ventilator erzeugte Luftvolumenstrom und die Luftaustrittsöffnungen müssen dabei exakt auf einander abgestimmt werden. Eine Differenzierung zwischen einer Sommer- und Winterluftwechselrate, wie sie in der DIN 18910 vorgesehen ist, kann daher nicht vorgenommen werden. Bei den Untersuchungen auf Praxisbetrieben konnten unter Zuhilfenahme einer Rauchkanone die Gleichmäßigkeit der Luftverteilung und die gewünschten Luftgeschwindigkeit mit einem Anemometer überprüft werden. Dabei konnte festgestellt werden, dass in der Regel die gewünschten Resultate erzielt werden. Bei einer Eigenbaulösung konnte wiederum festgestellt werden, dass ohne exakte Planung das gewünschte Ziel nicht erreicht wird. Des Weiteren wurde festgestellt, dass nicht bei allen Anbietern neben der Zuluftführung auch die Abluftführung mit berücksichtigt wurde. Daraus resultieren teilweise nicht funktionierende Gesamtkonzepte. Auch konnte festgestellt werden, dass auf Grund des Niederdruckbelüftungssystems diese Anlagen stark auf anstehenden Winddruck von außen reagieren. So kam die Zuluftführung über den Schlauch teilweise vollständig zum Erliegen.

Um die geforderten Luftwechselraten einhalten zu können, sind Schlauchlüftungen so berechnet, dass die Anlage konstant 24 Stunden an 356 Tagen im Jahr in Betrieb ist. Je nach eingesetztem Ventilator entstehen dadurch jährliche Stromkosten in Höhe von 2.000 €. Der Investitionsbedarf wird mit 150 - 200 € je Laufmeter Lüftungsschlauch veranschlagt.

Auf Grund der gesammelten Erfahrungen lässt sich festhalten, dass Schlauchlüftungen grundsätzlich zur Verbesserung des Stallklimas, hinsichtlich Schadgasbelastung, Luftfeuchtigkeit und Staub, herangezogen werden können. Unabdingbar ist dabei eine optimale Konzipierung eines Gesamtlüftungskonzepts, dass auch die Luftabfuhr mit berücksichtigt. Bei Außenklimaställen kann es unter bestimmten Bedingungen, wie Windaufkommen, sinnvoll sein, die Anlage zu deaktivieren. Von Eigenbaulösungen wird grundsätzlich abgeraten.

Projektleitung: Dr. J. Harms
Projektbearbeitung: M. Kutzob, J. Zahner
Laufzeit: 2016 - 2018
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/15/30)

3.3.10 Entwicklung der Tools für arbeitswirtschaftliche Ist/Soll Analyse in Milchviehbetrieben

Dateneingabe im Internet zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwands mit dem LfL-Schätz-Tool Arbeitszeit Innenwirtschaft

Zielsetzung

Eine effektive Arbeitsorganisation und -durchführung gehören zu den erfolgsentscheidenden Faktoren jedes Unternehmens. Die Milchviehhaltung zählt zu den arbeitsintensivsten und vielfältigsten Bereichen der Landwirtschaft. Die Ermittlung des Arbeitszeitaufwands in Milchviehbetrieben bzw. auch die Einschätzung der Auswirkungen von Änderungen im Verfahren (z. B. Einführung einer neuen Technik) auf den Arbeitszeitaufwand ist häufig nicht einfach. Der Arbeitszeitaufwand wird nicht selten falsch geschätzt und dies sogar auch für Arbeitsvorgänge, die täglich durchgeführt werden (wie z. B. Melken und Füttern der Kühe). Bei der Einschätzung der arbeitswirtschaftlichen Auswirkungen durch Veränderungen von Verfahren im Einzelbetrieb sind Informationsquellen wie Faustzahlen, Durchschnittswerte oder Firmenangaben nur bedingt geeignet.

Ziel dieses Projekts war es, bestehende Tools weiterzuentwickeln, die die Landwirte bei ihren arbeitswirtschaftlichen Analysen unterstützen sollen. Erstes Ziel des Projekts war es, Tools für die arbeitswirtschaftliche Ist-Analyse eines Milchviehbetriebs zu entwickeln. Ein weiteres Ziel bestand in der Erweiterung und Verbesserung der Kalkulationsmodelle zur Berechnung des Arbeitszeitbedarfs für ausgewählte Verfahren (Soll-Analyse) in den Bereichen Füttern, Melken, Einstreuen und Entmisten, um damit einen objektiven Vergleich insbesondere neuer Verfahren und Techniken zu ermöglichen.

Methode

Zunächst wurde an der Verbesserung der im Rahmen des vorhergehenden Projekts entwickelten zwei Tools (Schätz- und Arbeitstagebücher-Tool in MS-Excel®) für die Ermittlung der arbeitswirtschaftlichen Ist-Situation in Praxisbetrieben zur Erhebung und Berechnung des Gesamtarbeitszeitaufwands sowie des Arbeitszeitaufwands einzelner Arbeitsvorgänge für den Bereich der Innenwirtschaft gearbeitet. Bei dem Schätztool wurden mehrere unterschiedliche Ansätze der Arbeitszeitaufwandsermittlung überprüft, um die Auswahl für die letztendliche Tool-Version zu treffen. Neben der Excel®-basierten wird auch eine Browser gestützte HTML-Version des Schätztools (mit Hilfe von JavaScript und PHP) erstellt (s. Abb.).

Zur Ermittlung der erforderlichen Planzeiten für die Kalkulationsmodelle der zu untersuchenden Verfahren wurden Arbeitszeitstudien (Zeitmessungen, Umfragen, Ermittlung der

Einflussgrößen für im Voraus festgelegte Arbeitselemente) in geeigneten Betrieben durchgeführt. Zeitstudien erfolgten mittels des Programms PLAZET® und dem Datenerfassungsgerät MULTIDATA der Firma Drigus GmbH. Die Berechnung von Planzeiten oder Planzeitfunktionen erfolgt mit den Programmen MS-Excel® bzw. SigmaPlot®. Die Erstellung von Kalkulationsmodellen zur Arbeitszeitbedarfsmittlung wird ebenfalls in MS-Excel® durchgeführt.

Ergebnisse

Erstellung der Tools zur arbeitswirtschaftlichen Ist-Analyse

Im ersten Schritt wurden die Excel-Versionen des Schätz- und Arbeitstagebüchertools nach Bedarf überarbeitet. In die Überprüfung der überarbeiteten Tools wurden Praxisbetriebe sowie Landwirtschaftsschulen einbezogen. Damit konnten die Tools auf bis zu 15 (Arbeitstagebüchertool) bzw. 30 (Schätztool) Betrieben getestet werden. Bei dem Schätztool stellte sich heraus, dass die Anwendung von zwei bis drei Methoden für die Ermittlung des Arbeitszeitaufwands am besten geeignet ist und diese deshalb im Schätztool integriert wurden. Bei dem Arbeitstagebücher-Tool bleibt die Aufzeichnung der Arbeitszeiten über definierte Zeiträume in den Arbeitstagebüchern die Grundlage der Ermittlung des Arbeitszeitaufwands. Diese Aufzeichnung kann jedoch mit der Schätzung kombiniert werden, insbesondere um die Arbeitszeiten für unregelmäßige Arbeiten besser erfassen zu können. Die für Milchviehbetriebe entwickelten Tools wurden auch für die Erfassung des Arbeitszeitaufwands in Rinder- und Schweinemastbetrieben angepasst. Beide Tools wurden um die Ermittlung der Rahmenbedingungen auf den Betrieben (z. B. Informationen über Arbeitskräfte, Herdengröße, Produktionsdaten, Haltungsverfahren, technische Ausstattung usw.) erweitert.

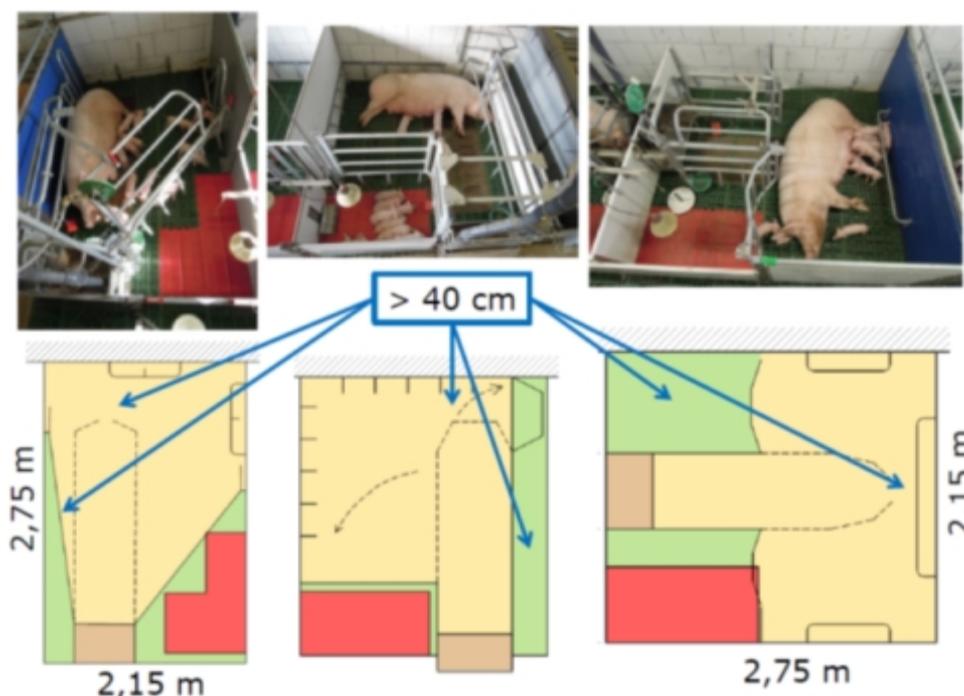
Erstellung der Kalkulationsmodelle für Verfahrensbewertungen in der Soll-Analyse

In diesem Projektteil wurden die Arbeiten hauptsächlich in den Bereichen Melken, Einstreuen, Entmisten und Füttern fortgesetzt. Beim Melken wurden die Kalkulationsmodelle um „Melken im Tandemmelkstand“ erweitert. Beim Einstreuen und Entmisten wurden neben Zeitmessungen für die tägliche Liegeboxenpflege Untersuchungen zur Auslastung von Entmistungsrobotern für drei unterschiedliche Fabrikate durchgeführt. Die Datenqualität im Bereich Füttern mit Futtermischwagen ist jedoch noch nicht ausreichend, so dass weitere Messungen notwendig sind. Weiterhin wurde das Raumprogramm zur Berechnung der Anzahl Kühe und der Größe einzelner Bereiche um Berechnungen für Kälber und Jungvieh verbessert und erweitert.

Der inhaltliche Teil des Projekts wurde im März 2016 abgeschlossen. Danach wurde an der Umsetzung der Ist-Analyse des Schätztools auf eine Browser gestützte Version gearbeitet. Die Programmierarbeiten sollen bis März 2017 abgeschlossen sein. Nach weiteren Praxistests wird diese Anwendung auf einem Server der ALB Bayern frei verfügbar sein. Damit können Landwirte, Schulen, sowie alle anderen Interessierten dieses Tool für arbeitswirtschaftliche Analysen nutzen.

Projektleitung: Dr. B. Haidn, Dr. J. Mačuhová
Projektbearbeitung: Dr. J. Mačuhová
Laufzeit: 2014 - 2016
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/14/19)
Projektpartner: ÄELF, LKV-Bayern

3.3.11 Bewertung von Bewegungsbuchten in der Ferkelerzeugung hinsichtlich Handhabung, Funktionalität und Dimensionierung von Buchten und Einbauten



Mindestmaße für Bewegungsbuchten mit gerader Anordnung des Ferkelschutzkorbs

Zielsetzung

Bei der Planung und Realisierung von neuen Abferkelställen werden vermehrt Bewegungsbuchten berücksichtigt. Stallbauunternehmen bieten hierfür sehr unterschiedliche Systeme mit verschiedenen Abmessungen und Detaillösungen an. Aufgrund bisher nur geringfügig vorhandener Beratungsempfehlungen besteht für Ferkelerzeuger die Gefahr, im Hinblick auf Tiergerechtigkeit und Arbeitserledigung ungünstige Lösungen auszuwählen. Aufgrund dessen sollten im Rahmen des vorliegenden Projekts Empfehlungen zur maßlichen Gestaltung und zu Detailfragen für verschiedene Bewegungsbuchten erarbeitet werden.

Tiere, Material und Methode

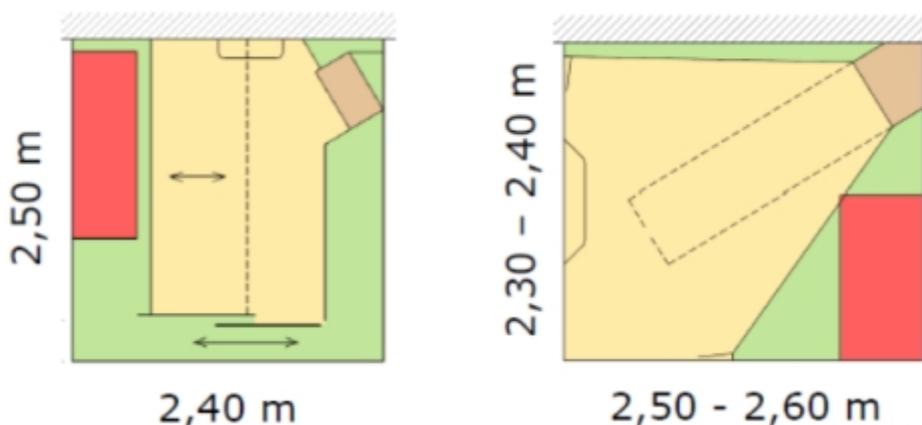
Im Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Schweinehaltung in Schwarzenau wurden im Rahmen des Versuchs insgesamt zwölf strohlose Bewegungsbuchten (je zwei Buchten von sechs unterschiedlichen Systemen) in den Abferkelbereich eingebaut.

Alle Buchten verfügen über eine Fläche von 6 m², mit Ausnahme einer Umbaulösung von 5,5 m². In allen Systemen ist eine Fixiermöglichkeit für die Muttersau in Form eines Ferkelschutzkorbs vorgesehen. Die Buchtentypen unterscheiden sich v. a. in der Ausrichtung des Ferkelschutzkorbs (diagonale oder gerade Anordnung, Saugtroch zur Wand oder zum Betreuungsgang orientiert bzw. eine Parallelstellung des Schutzkorbs zum Gang) sowie in den Außenabmessungen der Bucht. Der Bewegungsbereich der Sau wird bei allen Buchten durch das Öffnen des Ferkelschutzkorbs generiert. Alle Ferkelnester sind zum Betreuungsgang hin angeordnet und von hieraus über eine niedrige, 50 cm hohe Trennwand außerhalb des Bewegungsbereichs der Sau erreichbar. Die Fußböden bestehen aus herstellergleichen Kunststoffrosten, Gusseisenrosten und perforierten Betonelementen.

Die Sauen wurden bis eine Woche nach dem Hauptabferkeltag in Fixierung gehalten. Für die verbleibenden drei Wochen Säugezeit wurden die Ferkelschutzkörbe geöffnet und lediglich zu Tierbehandlungen kurzzeitig wieder geschlossen. Zur Bewertung der Handhabung und Bedienfreundlichkeit der Aufstallungstechnik wurden während fünf Abferkeldurchgängen Interviews mit den betreuenden Mitarbeitern geführt.

Ergebnisse

Aus den Ergebnissen der Mitarbeiterinterviews ist keine eindeutige Präferenz oder Ablehnung einer speziellen Anordnung des Ferkelschutzkorbs bzw. einer Bucht zu erkennen. Alle untersuchten Buchtentypen sind prinzipiell in der Praxis einsetzbar. Bei gerader Anordnung des Ferkelschutzkorbs und Ausrichtung des Trogs zum Kontrollgang bzw. des Ferkelschutzkorbs parallel zum Kontrollgang sollte eine Buchtenlänge von mind. 2,75 m gegeben sein. Diese schließt den hochgelegten Trog, den Stand- bzw. Liegeplatz der Sau und ausreichend Platz für den Geburtsbereich ein. Die Buchtenbreite sollte hier wenigstens 2,15 m betragen. Wird der Trog zur Abteilmwand hin ausgerichtet, kann die Buchtenlänge auf 2,60 m reduziert werden, bei einem seitlich versetzten Trog sogar auf 2,50 m. Diagonale Anordnungen der Ferkelschutzkörbe sind mit Buchtenabmessungen von 2,60 m Breite und 2,30 m Tiefe, alternativ 2,50 m Breite und 2,40 m Tiefe günstig zu gestalten. Bei geraden Schutzkorbanordnungen sollte seitlich der Körbe ein Mindestmaß von 40 cm zum Säugen und sicheren Arbeiten beim Fangen der Ferkel vorhanden sein. Prinzipiell sollen bei allen Systemen mind. 40 cm Abstand zwischen Standende und dahinter liegender Buchtentrennwand bzw. dem Ferkelabweiser zur reibungslosen Betreuung der Geburten zur Verfügung stehen.



*Mindestmaße für Bewegungsbuchten mit gerader Anordnung
„Kopf zur Abteilmwand“ und mit diagonaler Anordnung*

Da die meisten gefährlichen Tierkontakte zwischen Muttersau und Tierbetreuern beim Fangen der Ferkel für Behandlungen und beim Öffnen und Schließen der Ferkelschutzkörbe auftraten, sollten sich diese zum Fixieren der Sau möglichst einfach und schnell schließen bzw. öffnen lassen. Aufwendige und komplizierte Verstell- und Anpassungsmechanismen sollten für ein temporäres Fixieren der Sau möglichst vermieden werden.

Projektleitung: Dr. C. Jais
 Projektbearbeitung: F. Schneider, A. Müller
 Laufzeit: 2013 - 2016
 Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/13/14)
 Projektpartner: LVFZ Schwarzenau

3.3.12 Einfluss der Haltungsumwelt auf das Verhalten und die Leistung von Mast- ebern: Untersuchungen zum Flächenangebot und zum Tier-Fressplatz- Verhältnis



Das Aufspringen auf Buchtengenossen (Mitte) und das sog. Penisbeißen können bei der Mast von Jungebern zu Verletzungen führen (links). Der Einsatz von Genesungsbuchten, z. B. im „Bucht-in-Bucht-Prinzip“ (rechts) kann Tierverluste reduzieren

Einleitung und Zielsetzung

Jungeber zeigen im Vergleich zu Kastraten und weiblichen Mastschweinen vermehrt „kritische Verhaltensweisen“, wie eine erhöhte Aktivität und ein größeres Aggressionspotenzial (Kämpfe, Aufreiten, Penisbeißen).

In den vorliegenden Versuchen wurde deshalb geprüft, ob und wie diese „kritischen Verhaltensweisen“ der Jungeber durch eine Veränderung bzw. Anpassung der Haltungsumwelt und des Managements reduziert werden können. Mischgruppen aus Kastraten und weiblichen Schweinen dienten als Vergleich.

Im Zentrum der Untersuchungen standen dabei zwei Forschungsfragen:

1. Auswirkungen verschiedener Flächenangebote und
2. die Auswirkungen verschiedener Tier-Fressplatz-Verhältnisse, jeweils auf Leistung und Verhalten der Tiere.

Darüber hinaus wurde der Einsatz von Genesungsbuchten nach dem „Bucht-in-Bucht-Prinzip“ getestet, mit dem Ziel, behandlungsbedürftige Tiere schnell aus der Hauptmastbucht zu separieren und sie, falls möglich, nach erfolgreicher Genesung wieder in die Mastgruppe zu integrieren.

Methode

Für Forschungsfrage 1 zum Flächenangebot wurden in zwei Mastabteilen in insgesamt drei Durchgängen jeweils 105 Jungeber und 105 Tiere in Mischgruppen (bestehend aus Kastraten und weiblichen Mastschweinen) in Mastbuchten mit vier verschiedenen Flächenangeboten und identischem Tier-Fressplatz-Verhältnis aufgestellt (0,75 m²/Tier, 0,81 m²/Tier, 0,9 m²/Tier, 1,05 m²/Tier). Für Forschungsfrage 2 zum Tier-Fressplatz-Verhältnis wurden in zwei Mastabteilen in insgesamt zwei Versuchsdurchgängen jeweils 112 Jungeber und 112 Tiere in Mischgruppen in Mastbuchten mit vier verschiedenen Tier-Fressplatz-Verhältnissen von 3,1:1, 3,7:1, 4,2:1 und 5,1:1 und identischem Flächenangebot (0,8 m²/Tier) aufgestellt.

Die übrigen Parameter der Haltungsumwelt wurden in beiden Forschungsfragen in allen Mastbuchten konstant gehalten.

Zur Beurteilung der Wirkung der Versuchsfaktoren wurden Daten am lebenden und am toten Tier erfasst.

Die Datenerfassung am lebenden Tier umfasste die Parameter Gewichtsentwicklung, Tierverluste, Tierbehandlungen, Verletzungen der Haut, Gangweise und Lahmheit, Gelenksveränderungen an den Extremitäten, Liegeverhalten (Videoauswertungen), Futterverbrauch und Futtermittelverwertung. Am toten Schlachtschwein wurden die üblichen Schlachtkörperwerte erfasst, zudem die Gehalte an Androstenon und Skatol im Nackenfett bestimmt und Verletzungen und Veränderungen der Jungebergebnisse erhoben.

Die Genesungsbuchten im „Bucht-in-Bucht-Prinzip“ entstehen durch das Einsetzen einer zusätzlichen Trennwand, die bei Bedarf so in der Hauptmastbucht platziert wird, dass das separierte Tier Zugang zum gemeinsamen Trog hat.

Ergebnisse

Die geprüften Flächenangebote und Tier-Fressplatz-Verhältnisse hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Verhalten und die Leistungen der Mastschweine sowie auf die an den Tieren erhobenen Befunde. Auch das Liegeverhalten, konkret der Anteil der in Seitenlage ruhenden Schweine, wurde nicht durch das zur Verfügung stehende Platzangebot beeinflusst.

Die Jungeber, wie auch die Mischgruppen, erreichten bei den Mast- und Schlachtleistungen in allen Mastdurchgängen ein sehr hohes Leistungsniveau.

In den Jungeberbuchten konnten Aufreiten und Aufreitversuche auf Buchtengenossen während der gesamten Mastdauer beobachtet werden.

Tiefe „tierschutzrelevante“ Hautverletzungen traten kaum auf (< 1,5 % der Bewertungen). Die Jungeber zeigten aber mehr oberflächliche Hautverletzungen als die Mischgruppe. Veränderungen an den Penissen traten bei rund 63 % der Eber auf.

Der frühzeitige Einsatz der Genesungsbuchten erwies sich als sehr erfolgreich und dürfte dazu beigetragen haben, dass die Verluste in den Ebergruppen nicht höher waren als in den Mischbuchten. Aber auch Kastraten und weibliche Tiere profitierten von den Genesungsbuchten, da z. B. für frühzeitig separierte, lahme Tiere verbesserte Heilungschancen bestanden und so Verluste und vorzeitige Abgänge reduziert werden konnten.

Aus den vorliegenden Ergebnissen ergibt sich, dass bezüglich der Mast von Jungebern keine grundlegenden Bedenken im Hinblick auf das Tierverhalten bestehen, wenn auch die Schmerzrelevanz insbesondere der Penisverletzungen nicht abschließend bewertet werden kann.

Projektleitung: Dr. C. Jais
Projektbearbeitung: M. Otting, P. Oppermann, LVFZ Schwarzenau
Laufzeit: 2013 - 2016
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/13/14)
Projektpartner: LVFZ Schwarzenau

3.3.13 Schwanzbeißen in Ferkelaufzucht und Schweinemast



*Grundfutter ist ein unverzichtbares Element bei der Haltung unkupierter Schweine.
Die Stallungen müssen über eine entsprechende Entmistungstechnik verfügen*

Einleitung und Zielstellung

Laut der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung darf das Kupieren der Schwänze nicht routinemäßig durchgeführt werden. Es ist nur dann gestattet, wenn Schwanzbeißen droht und alle anderen Maßnahmen, die vorbeugend ergriffen werden können, bereits ausgeschöpft sind.

Im Rahmen zweier aufeinander folgender Projekte wurde deshalb geprüft,

- wie hoch das Risiko für das Auftreten von Schwanzbeißen ist, wenn in konventionellen Ställen auf das Kupieren verzichtet wird,
- mit welchen Gegenmaßnahmen ein akutes Schwanzbeißgeschehen beendet werden kann und
- welche Maßnahmen geeignet sind, das Risiko für das Auftreten von Schwanzbeißen vorbeugend zu verringern.

Material und Methoden

Konkret wurden folgende Einflussfaktoren auf ihre Wirkung untersucht:

- der Einfluss des Kupierens und verschiedener Kupierlängen (unkupiert - 1/3 des Schwanzes entfernt - 2/3 des Schwanzes entfernt)
- der Einsatz einer sog. Tierwohlbucht, in der den Ferkeln 50 % mehr Platz zur Verfügung stand (bei einer gleichzeitig auf zwei Drittel verringerten Tierzahl je Bucht) und vom Absetzen weg Raufutter zusätzlich zum Kraftfutter angeboten wurde
- der Einsatz verschiedener Rau- bzw. Grundfutterarten im Rahmen der Tierwohlbucht (Luzerneheu, Heu, Grascobs, Maissilage)
- die Erhöhung des Flächenangebots im Vergleich zur gesetzlichen Mindestfläche im Rahmen der Tierwohlbucht und der sog. Standardbucht (letztere ohne Rau- bzw. Grundfutter)
- die Ergänzung der Tierwohlbucht um einen eingestreuten Liegebereich
- die Ausstattung der Standardbucht mit attraktiveren, aber nicht verzehrbaren Beschäftigungsobjekten
- der Einfluss der väterlichen Genetik im Vergleich der Rassen Piétrain und Duroc
- die Haltung der Saugferkel und ihrer Mütter in Bewegungsbuchten im Vergleich zur Haltung in Abferkelbuchten mit durchgehender Fixierung der Sauen im Ferkelschutzkorb.

Es wurden insgesamt 17 Versuchsdurchgänge im Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Schweinehaltung der LfL in Schwarzenau im Bereich der Ferkelaufzucht durchgeführt, welche jeweils sechs Wochen dauerten und zumeist in acht zunächst baugleichen Buchten stattfanden. Je Versuchsdurchgang wurden zwischen 160 und 224 Ferkel eingestallt. Jeder Versuchsfaktor wurde im Vergleich zu einer Kontrollvariante geprüft (zumeist die sog. Standardbucht). Insgesamt wurden rund 3100 Ferkel in den Versuchen beobachtet, von denen ca. 2600 nicht kupiert waren.

Die Datenerhebung beinhaltete eine zweimal wöchentliche Bonitur der durch Schwanzbeißen und Ohrenbeißen verursachten Verletzungen, die Erfassung der Gewichtsentwicklung der Ferkel sowie Aufzeichnungen zu Tierverlusten, zum Futter- und Wasserverbrauch und zum Stallklima.

Ergebnisse

Der vollständige Verzicht auf das Kupieren der Ferkelschwänze führte in den Standardbuchten, in denen den Tieren weder Rau- bzw. Grundfutter noch Einstreu zur Verfügung stand, stets zu erheblichen Schwanzverletzungen, wobei das Schwanzbeißen bereits in der zweiten Woche nach dem Absetzen auftrat. Im Mittel aller Buchten erreichte so nur etwa ein Drittel der Ferkel das Ende der Aufzucht mit vollständiger Schwanzlänge.

Das Entfernen nur eines Drittels des Schwanzes verringerte das Risiko, hatte aber immer noch mehr Verletzungen zur Folge als das Entfernen von zwei Dritteln der Schwanzlänge.

Der Austausch der Vaterrasse, der Einsatz attraktiverer Beschäftigungsobjekte und die Haltung der Sauen und Saugferkel in Bewegungsbuchten hatten keine entscheidende Wirkung, ebenso die alleinige Erhöhung des Flächenangebots.

Das Schwanzbeißen konnte jedoch stets deutlich durch den Einsatz von Rau- bzw. Grundfutter reduziert werden. Von etwa 1100 Ferkeln in den sog. Tierwohlbuchten erreichten im Durchschnitt etwas mehr als 80 % das Ende der Aufzucht mit vollständiger Schwanzlänge. Insgesamt 139 dieser Ferkel wurden im Versuchsbetrieb auch gemästet. Davon behielten zwei Drittel den langen Schwanz bis zum Ende der Mast.

Das zusätzliche Angebot von Einstreu über die Gabe von Rau- bzw. Grundfutter hinaus brachte keinen weiteren Vorteil.

Die Gabe von Rau- bzw. Grundfutter erwies sich zudem als ein sicheres Mittel zur Beendigung eines akuten Schwanzbeißgeschehens. In einigen Fällen musste zudem ein hartnäckig beißendes Tier aus der Bucht entfernt werden.

Zwei Schlussfolgerungen sind aus den Versuchen zu ziehen:

- Ein genereller Verzicht auf das Schwänzekupieren ist derzeit nicht zu empfehlen.
- Stallungen, in denen unkupierte Ferkel nach dem Absetzen gehalten werden sollen, müssen für den Einsatz von Rau- bzw. Grundfutter konzipiert werden. Dieser bedingt den Einsatz mechanischer Entmistungs- und Grundfuttermulden.

Projektleitung: Dr. C. Jais
Projektbearbeitung: M. Abriel, C. Schramm
Laufzeit: 2011 - 2017
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/14/28)
Projektpartner: LVFZ Schwarzenau

3.3.14 Modulbausystem Grub-Weihenstephan™



Musterstall auf dem Zentral-Landwirtschaftsfest 2016 in München

Zielsetzung

Ziel ist die Weiterentwicklung des ModulBauSystems Grub-Weihenstephan™ zur Umsetzung von Ergebnissen aus der angewandten Forschung in den Bereichen tiergerechte Haltung, Optimierung der Arbeitswirtschaft, kostengünstiges Bauen, Erweiterbarkeit, flexible Nutzung sowie der Anpassung baulicher Anlagen an regionale Betriebsstrukturen und die Kulturlandschaft.

Methode

Schwerpunkt sind derzeit mehrhäusige Stallanlagen aus kleinvolumigen Modulen mit geringer Gebäudebreite und -höhe, die eine große Planungsvielfalt zulassen. Die Module eignen sich für die Haltung von Milchvieh, Jungvieh, Kälbern und Mastrindern (Bullen, Mutterkühe) sowie von Pferden, Schweinen und Kleinwiederkäuern. Darüber hinaus können mit diesen Konstruktionen Melkhäuser, Nebenräume (z. B. Technik-, Aufenthaltsräume), Sonderbereiche (z.B. Abkalbe-, Wellnessbereiche) oder mit Traufhöhen bis zu 5,0 m auch kleinere Lager- bzw. Maschinenhallen realisiert werden. Durch verbandsausgesteifte Konstruktionen lassen sich die einzelnen Anlagenteile bzw. Funktionsachsen unabhängig voneinander und nach Bedarf erweitern.

In der Tierhaltung ergeben sich bei mehrhäusigen Anlagen zwischen den Teilgebäuden innenliegende Laufhöfe, die den Anforderungen der EG-Öko-VO nach den bayerischen Festlegungen bzw. den Kriterien der Premiumförderung im Rahmen der einzelbetrieblichen Investitionsförderung (EIF) in Bayern entsprechen. Untersuchungen zeigen, dass sich durch die Anbindung an die Futtermulde eine höhere Nutzungsfrequenz des Laufhofs durch die Tiere ergibt. Ein weiterer Vorzug besteht darin, dass keine zusätzlichen Funktionsflächen außerhalb der Gebäude errichtet werden müssen.

Ergebnisse

Derzeitiger Stand sind verbandsausgesteifte Pult- und Satteldachkonstruktionen mit einem Stützenabstand von 5,60, 8,40 und 8,60 m sowie einem Binderabstand von 5,20 m (bei 1,7 kN/m² Schneelast). Diese Spannweiten lassen sich in erster Linie als Vollholzschnitte aus regionalen Waldbeständen (ggf. in Eigenbesitz) realisieren. Die Bodenplatten in Ortbeton sind statisch als Flächengründung ausgelegt. Beim Kostenvergleich in der Praxis zeigt sich, dass aus der statisch optimierten Kombination der Materialien Holz und Stahlbeton sowie durch die beschriebenen Konstruktionsweisen gegenüber konventionellen In-

genieurtragwerken im Hallenbau Kosteneinsparpotenziale von bis zu 25% und mehr bei einer gleichzeitig höheren Flexibilität möglich sind.

Musterstall auf dem ZLF 2016

2016 wurde im Auftrag des Bayerischen Bauernverbands die Planung eines vollfunktionsfähigen Musterstalls für 19 Kühe (automatisches Melksystem und Grundfuttermittelvorlage) auf dem Bayerischen Zentral-Landwirtschaftsfest in München (ZLF) umgesetzt. Ein Kennzeichen war der hohe Vorfertigungsgrad durch die Verwendung von Stahlbeton-Fertigteilen für die Bodenplatte im Aktivitätsbereich der Tiere, am Futtertisch und Standplatz für das automatische Melksystem. Nach drei Tagen Verlege-Arbeit konnte sofort mit der Errichtung des darüber aufgehenden Holz-Tragwerks begonnen werden. Durch den Wegfall von Ort beton sowie die Vorfertigung der Tragkonstruktion war ein vollständiger Rückbau der Anlage nach dem ZLF möglich. Sämtliche Bauteile sind bereits auf einen Praxisbetrieb transloziert und werden dort in 2017, nach erfolgter Baugenehmigung, als separate Erweiterung (38 Kuhplätze) eines bestehenden Milchviehlaufstalls (42 Kuhplätze) sowie eines Kälberstalls vollständig wiederverwendet.

Preisträger beim BMEL Bundeswettbewerb Landwirtschaftliches Bauen 2015/16

Das BMEL führte 2015/2016 unter der Organisation des KTBL den Bundeswettbewerb Landwirtschaftliches Bauen mit dem Thema "Heute schon draußen gewesen?" durch. Ziel des Wettbewerbs ist, praxismgerechte Entwicklungen und Baulösungen im landwirtschaftlichen Bereich herauszustellen und besonders innovative Lösungen zu prämiieren.



Auszeichnung des Betriebs Bischof, Erbishofen im BMEL Bundeswettbewerb

Als ein Preisträger des Bundeswettbewerbs wurde der Bio-Milchviehstall (51 Milchkühe, 48 Jungtiere) des Betriebs Bischof prämiert, der als Pilotanlage nach dem Konzept des ModulBauSystems Grub-WeihenstephanTM geplant und errichtet wurde. Kennzeichen sind die baulich voneinander getrennten flach geneigten Pultdachkonstruktionen mit extensiver Dachbegrünung für je eine zweireihige Aufstallung und eine mittig angeordnete, frei stehende Futtertischüberdachung. Auf der Milchviehseite steht den Tieren auf Wunsch der Bauherrenfamilie eine großzügige Aktivitätsfläche von ca. 14,0 m²/ TP (bei Fress- bzw. Laufgangbreiten von 5,0 m bzw. 4,0 m) zur Verfügung. Zwischen den Baukörpern liegt sowohl auf der Milch- als auch der Jungviehseite ein integrierter, nicht überdachter Laufhof, der mit 2,4 m²/ TP die Kriterien der EG-Öko-Verordnung nach den bayerischen Festlegungen bei Weitem erfüllt.

Die Kühe werden über ein seitlich in der Liegehalle angeordnetes automatisches Melksystem gemolken. Technik- und Tankraum sowie die Futterküche sind zusammen mit eingestreuten Gruppenbuchten für die Kälberhaltung in einem separaten Gebäude untergebracht. Der überdachte, witterungsgeschützte Zwischenbereich wird z. B. als Standort für Kälberglus sowie für die Tierbehandlung genutzt. Für den Fall einer Bestandsaufstockung ließe sich die Anlage durch Spiegelung einer weiteren Liegehalle über das Technikgebäude, zusammen mit einem zweiten automatischen Melksystem zum H-Typ ausbauen. Mit Blick auf diese Erweiterungsoption wurde der Jungviehstall als zweireihiger Liegeboxenlaufstall geplant. Er erstreckt sich derzeit auf etwa die Hälfte der Stalllänge und könnte im Fall einer Erweiterung auf die volle Länge ausgebaut werden. Durch die von der übrigen Stallanlage getrennte Anordnung am Technikgebäude lässt sich auch der Einstreubereich bedarfsgemäß und ohne weitere Umbauten vorhandener Funktionsbereiche verlängern.

Dem Tierwohl dient neben dem großzügigen Flächenangebot im Stall das Unterdach in Holz und, an Stelle einer herkömmlichen Eindeckung, die Dachbegrünung. Mit diesen Maßnahmen wird ausreichend Masse vorgehalten, um den Energieeintrag aus der Sonneneinstrahlung abzuf puffern. Auf diesem Weg wird von baulicher Seite für angenehme Temperaturen unter Dach gesorgt und dem sommerlichem Hitzestress vorgebeugt.

Die mehrköpfige Jury kommt zu folgendem Fazit:

Mit der mehrhäusigen Stallanlage gelang es dem Bauherrn, gleich mehrere Vorteile zu nutzen:

- *Das Gebäude bindet sich aufgrund seiner geringen Höhe optisch gut in die Landschaft ein. Das begrünte Dach ergänzt den positiven Eindruck, zudem ist es klimatisch vorteilhaft. Aufgrund der Dachbegrünung musste der Bauherr keine Ausgleichsbepflanzung vornehmen.*
- *Durch die Kombination von Fressgang und Laufhof kam es zu einer Flächeneinsparung; durch den Wegfall zusätzlicher Entmistungstechnik im Auslauf zu einer Kosteneinsparung.*
- *Der offene First bringt viel Licht und Luft in den Stall, was dem Tierwohl, der Tiergesundheit sowie dem Brunstgeschehen zuträglich ist.*

(Quelle: Krause, M. & K. Huesmann (2016): Heute schon draußen gewesen? Tier- und umweltgerechte Ausläufe. KTBL-Heft 114. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt)

Projektleitung: J. Simon
Projektbearbeitung: M. Schmalzbauer, W. Schön und P. Stötzel
Laufzeit: Daueraufgabe
Finanzierung: ILT, ALB Bayern e.V.
Projektpartner: ALB Bayern e.V. (AG ModulBauSystem)
Ingenieurbüro Häussler, Kempten & Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmerhandwerks

3.3.15 Untersuchung und Optimierung der Funktionssicherheit integrierter Laufhöfe gem. EG-Öko-VO im Rahmen des BioRegio 2020 - Landesprogramms Ökologischer Landbau



Ultrasonic Anemometer 3D (Fa. Thies) im nicht überdachten Laufhofbereich

Zielsetzung

Ziel des Projekts ist die Evaluierung und Optimierung integrierter Laufhöfe hinsichtlich der Funktionssicherheit bzgl. des Schneeeintrags im Winter, der Verregnung von angrenzenden Funktionsflächen und ggf. dem Aufheizungsverhalten der nicht überdachten Laufflächen bei direkter Sonneneinstrahlung.

Methode

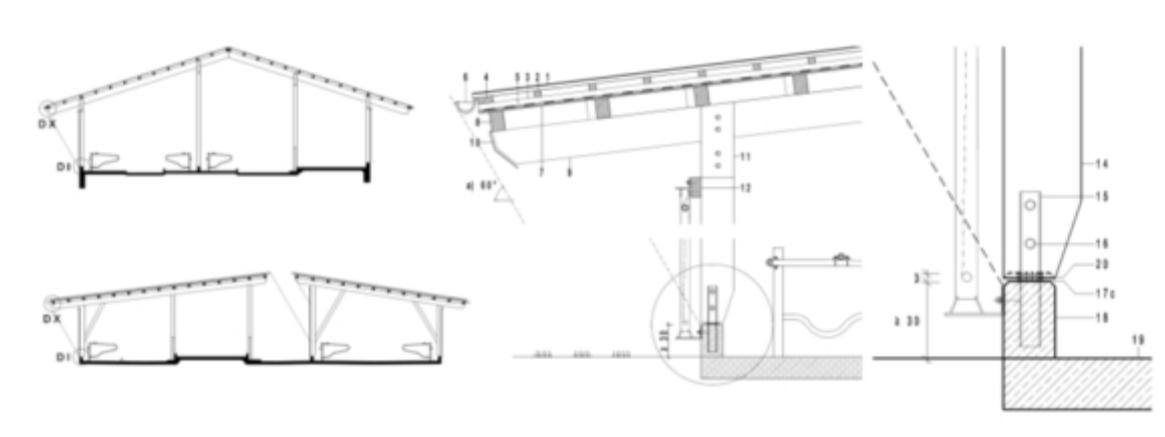
Diese Fragestellungen werden sowohl auf zwei ausgewählten Praxisbetrieben als auch über Modellversuche im Windkanal untersucht. Bei den Onfarm-Messungen werden die Schlagregensituation sowie die Strömungsverhältnisse in den Stallanlagen erfasst. Darüber hinaus werden die ausgewählten Praxis-Anlagen jeweils im Modell, mit den topographischen Gegebenheiten am Standort für die Untersuchung in einem Grenzschichtwindkanal nachgebaut und für verschiedene Windrichtungen analysiert. Dabei werden hochturbulente und instationäre Geschwindigkeits- und Druckfelder der Strömung naturgetreu nachgebildet. Darüber hinaus werden bis zu 10 Gebäudevarianten mit veränderlicher Gebäudegeometrie untersucht, um hier Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich der genannten Parameter zu erhalten.

Ergebnisse

Die gewonnenen Erkenntnisse aus diesem Projekt fließen u. a. in die Weiterentwicklung des ModulBauSystems Grub-WeihenstephanTM ein. Über den Wissenstransfer an Beratung und Praxis hinaus stehen damit die Ergebnisse bauwilligen Landwirten über den Erwerb von Statikunterlagen und Konstruktionsplänen direkt für die bauliche Umsetzung zukunftsfähiger Stallanlagen zur Verfügung. Die Vergabe der Windkanaluntersuchungen an die Gesellschaft für Aerophysik mbH (GfA) ist erfolgt. Auf den beiden Praxisbetrieben sind jeweils Wetterstationen (Fa. Vaisala) mit Dataloggern (Fa. Ahlborn) errichtet sowie jeweils ein Ultrasonic Anemometer 3D (Fa. Thies) installiert. Die Erfassung der Messdaten beginnt voraussichtlich im Februar 2017.

Projektleitung: J. Simon
Projektbearbeitung: M. Schmalzbauer
Laufzeit: 2015 - 2018
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/15/28)
Projektpartner: Gesellschaft für Aerophysik mbH (GfA), München

3.3.16 Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz (Gebrauchsklasse 0 (GK0))



Beispieldarstellung aus dem Entwurf des LfL-Leitfadens landwirtschaftliche Nutzgebäude ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz (gem. DIN 68800)

Zielsetzung

Holz spielt in Bayern auch im landwirtschaftlichen Bauwesen eine wichtige Rolle, da es für vielfältige Konstruktionen und Gebäudenutzungen einsetzbar ist. Als organisches Material muss es durch baulich-technische Maßnahmen vor Schadorganismen (Pilze, Insekten) geschützt werden. Neben dem konstruktiven Holzschutz, Trocknung z. B. gem. DIN 1052 unterscheidet die novellierte DIN 68800-1:2011-10, Ziff. 5 ff. bestimmte Gebrauchsklassen. Aus den Vorgaben der Norm müssen Stallanlagen zunächst in die Gebrauchsklasse 2 bzw. 3 eingestuft werden. Dafür ist z. B. die Fichte, als einer der im landwirtschaftlichen Bauen überwiegend verwendeten Holzarten, gem. DIN 68800-1, Tabelle 5 nicht ohne vorbeugend chemische Holzschutzmaßnahmen geeignet. Ein Verbot chemischer Holzschutzmittel im Aktivitätsbereich der Tiere bzw. im Umfeld der Nahrungsmittelerzeugung besteht in Deutschland nicht. In der Bauberatungspraxis wird aber u. a. im Hinblick auf eine mögliche Anreicherung gesundheitsgefährdender Substanzen in der Nahrungsmittelkette von vorbeugend chemischen Holzschutzmaßnahmen abgeraten. Durch diesen Widerspruch, keinen vorbeugend chemischen Holzschutz im Umfeld der Nahrungsmittelerzeugung einsetzen zu wollen, andererseits aber keine klaren normativen Regeln für landwirtschaftliche Gebäude zur Verfügung zu haben, werden viele der Gebäude heute in einer rechtlichen Grauzone errichtet. Dies führt regelmäßig für Bauherren, Planer und Prüfengeure zu einer juristisch sehr schwierig zu beurteilenden Situation. Ziel des Projekts ist deshalb zunächst die Untersuchung der Gebrauchsbedingungen für Holz unter den typischen Nutzungsbedingungen landwirtschaftlicher Gebäude und ggf. daraus folgend die Erarbeitung und Verifizierung besonderer baulicher Maßnahmen in Anlehnung an die DIN 68800-2, um die Ausführung dieser Tragkonstruktionen ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz zu ermöglichen.

Methode

Um die Gebrauchsbedingungen für Holz bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden zu ermitteln, wurden landwirtschaftliche Stall- und Lagergebäude mit charakteristischen Nutzungen erhoben. Bei diesen wird durch den Partner TUM, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, ein zweijähriges Klima- und Holzfeuchte-Monitoring (u. a. Erfassung von

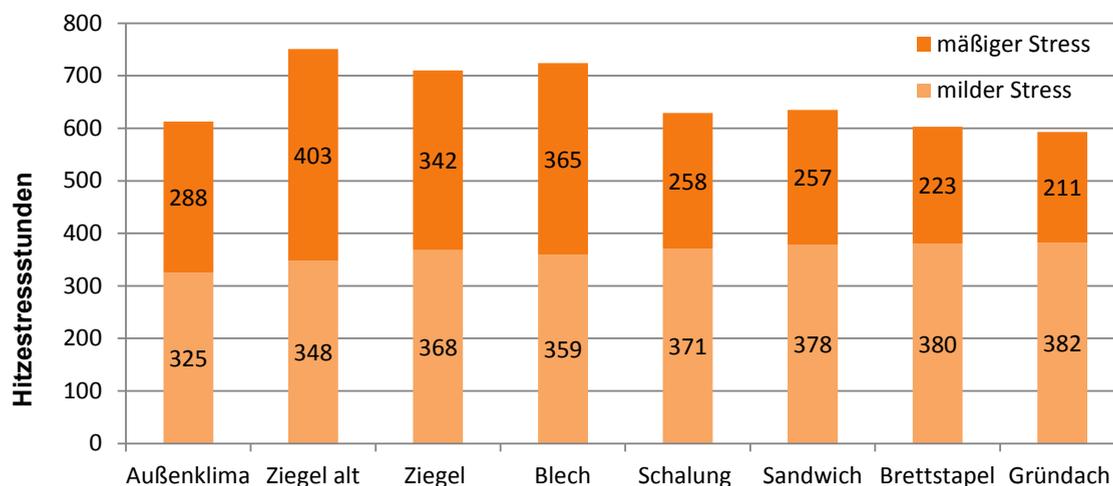
Stallklimadaten, Holzfeuchte) durchgeführt. Im Bedarfsfall kann bei diesen Gebäuden auch die Wirkung möglicher Verbesserungsmaßnahmen durch veränderte bauliche Randbedingungen erprobt werden. Werden die entsprechenden Ergebnisse erreicht, kann auf dieser Grundlage ein Vorschlag für die Fortschreibung der DIN 68800-2 erarbeitet werden, bei der landwirtschaftliche Gebäude eigens berücksichtigt werden. Parallel dazu wird im Sinne besonderer baulicher Maßnahmen gem. DIN 68800-2:2012-02, Anhang A (Beispiele für Konstruktionen, bei denen die Bedingungen der Gebrauchsklasse GK 0 erfüllt sind) ein Leitfaden mit Bauteilkatalog zur praktischen Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen erstellt. Dieser soll mit der Obersten Baubehörde des Freistaates Bayern sowie mit der Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU abgestimmt werden, um die ‚Besonderen baulichen Maßnahmen‘ zur Einstufung der Holzbauteile in die Gebrauchsklasse 0 nach DIN 68800-2 baurechtlich verwendbar zu machen.

Ergebnisse

Bei 3 Milchviehställen, 1 Bullenmast-Stall (Tretmist), 1 Außenklima-Sauenstall, 1 Geflügelstall, 1 Heutrocknungshalle, 1 Hackschnitzzellagerhalle, 1 Düngerlagerhalle, 1 Kartoffellagerhalle und 1 Mehrfachnutzungshalle (stellvertretend für alle nicht beheizten bzw. nicht gedämmten offenen Remisen, Maschinenhallen etc.) ist die Messtechnik installiert. Bei diesen baulichen Anlagen werden durch die TUM, Lehrstuhl für Holzbau und Holzkonstruktion, fortlaufend die notwendigen Messdaten für die Holzfeuchte erhoben. Erste Gebäude sind zeichnerisch sowie fotografisch erfasst und in Form von standardisierten CAD-Grundriss- bzw. Schnittzeichnungen im Maßstab 1/500 umgesetzt. Diese Planunterlagen dienen zum einen der Gesamtdokumentation der über das Monitoring begleiteten Betriebe sowie der Darstellung der Einbaubedingungen der Holzkonstruktion sowie der installierten Messtechnik. Parallel dazu wird der LfL-Leitfaden für „Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz (gem. DIN 68800)“ erstellt. Hier werden teils in Anlehnung an die untersuchten Gebäude- und Nutzungsarten, aber auch darüber hinaus, typische Gebäude für Rinder-, Schweine und Geflügelställe sowie Lager- und Maschinenhallen in unterschiedlicher baulicher Ausführung von ungedämmten bis gedämmten Konstruktionen dargestellt. Die baulichen Lösungen für den konstruktiven Holzschutz werden in den Ebenen des Gebäudequerschnitts bzw. Tragwerks und des Details dargestellt (s. Abb.). Dieser Leitfaden wird in einem ersten Schritt laufend mit der TUM, Lehrstuhl für Holzbau und Holzkonstruktion, abgestimmt. Nach der Veröffentlichung dient er Beratern und Planern als Regelwerk für die Ausführung von landwirtschaftlichen Nutzgebäuden in Holzbauweise ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz.

Projektleitung: J. Simon
Projektbearbeitung: F. Oberhardt
Laufzeit: 2014 - 2018
Finanzierung: BayStMELF, LWF (FKZ: X 41)
Projektpartner: Prof. Dr. S. Winter, Lehrstuhl für Holzbau und Holzkonstruktion, TUM

3.3.17 Untersuchung und Bewertung baulicher Maßnahmen zur Reduzierung des Hitzestresses bei Milchkühen



Simulation der Hitzestressstunden bei Rindern in einem Milchviehstall bei verschiedenen Dachaufbauten im Vergleich zum Außenklima für den Zeitraum vom 01. 04. bis 30. 09.

Zielsetzung

Ziel des Projekts ist es, die Auswirkungen und das komplexe Zusammenspiel baulicher Maßnahmen zur Verringerung von Hitzestress in Milchviehställen beurteilen, quantifizieren und optimieren zu können. Daraus sollen konkrete Empfehlungen für die Praxis abgeleitet und diese Landwirten, Beratern und Planern zur Verfügung gestellt werden. Es sollen nicht nur Konzepte für die Neuerrichtung von Milchviehställen, sondern auch Empfehlungen für Umbau, Sanierung oder den Betrieb von Milchviehställen entwickelt werden.

Methode

Messdaten von verschiedenen Praxisbetrieben mit unterschiedlicher Bauweise dienen der Validierung des Simulationsprogramms WUFI Plus (Wärme und Feuchte instationär, Fraunhofer-Institut), welches unter realen Klimadaten und Berücksichtigung von inneren Wärme- und Feuchtelasten den hygrothermischen Verlauf des Innenraumklimas simulieren kann. Das Simulationsprogramm ist dabei ebenfalls in der Lage, die Einflüsse der Luftwechselrate durch veränderte Fassadenöffnungen im Rahmen einer Massenbilanz zu berücksichtigen.

Um die Wirkung der unterschiedlichen baulichen Einflussfaktoren vergleichen zu können, wurden verschiedene Gebäudemodelle entwickelt und diese hinsichtlich Orientierung, Gebäudegeometrie, Baukonstruktion, Lüftungssteuerung und passiver Bauteilkühlung untersucht. Es wurde der Klimadatensatz des Jahres 2006 für Holzkirchen bei München verwendet, der sich durch hohe Durchschnittstemperaturen im Sommer auszeichnet. Auf dieser Grundlage wurden für die genannten Gebäudevarianten die Summe der Hitzestressstunden (HSS) für den Zeitraum 01. April bis 30. September 2006 ermittelt und miteinander verglichen.

Ergebnisse

Beim Vergleich der Aufstallungsvarianten eines 2-, 3- und 4-reihigen Milchviehlaufstalls weist der 2-Reiher auf Grund des größeren Fassadenflächenanteils im Vergleich zu den anderen Typen etwas weniger HSS auf.

Der Vergleich zweier 4-reihiger Gebäudetypen mit unterschiedlicher Dachneigung von 10° und 30° zeigt, dass trotz des geringeren Luftvolumens Gebäude mit flach geneigten Dächern etwas weniger HSS aufweisen. Dies ist auf die größere sonnenexponierte Dachfläche bei steileren Dächern und damit auf einen höheren indirekten Wärmeeintrag zurückzuführen.

Gebäudetypen ohne wirkungsvollen Sonnenschutz an der Fassade (z. B. Dachüberstände, Lamellen) weisen im Mittel 8 % mehr HSS auf, als solche mit ausreichendem Dachüberstand.

Der Einfluss unterschiedlicher Dachaufbauten auf die HSS ist erheblich. So beträgt der Unterschied zwischen einem einschaligen dunklen Ziegeldach und einem Gründach fast 27 %. Grund hierfür ist der Einfluss der Wärmestrahlung der erwärmten Dachfläche auf die operative Temperatur.

Der Einfluss der Fassadenöffnung und damit des Luftwechsels auf die Summe der HSS ist ebenfalls erheblich und liegt in derselben Größenordnung wie der des Dachaufbaus. Allerdings nimmt die Summe der HSS erst bei einer Öffnungsgröße von weniger als 60 % bezogen auf die Gesamtfläche beider Trauffassaden deutlich zu.

Bei Berechnungen zum Luftwechsel hat sich gezeigt, dass an Tagen mit hohen THI-Werten ein Reduzieren der Luftwechselrate durch Schließen der Fassadenöffnungen vom Morgen bis zum Nachmittag (Leckagefläche bei geschlossenen Öffnungen im Modell ca. 30 m²) zu einer Reduzierung der HSS um 10 - 15 % führen kann. Voraussetzung dafür sind allerdings eine hohe Pufferwirkung im Inneren durch schwere Bauteile wie Gründächer, Wandscheiben oder Einbauten sowie eine fiktive Lüftungssteuerung, die bei kritischen Werten von Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur und Schadgasen die Fassade wieder öffnet.

Durch eine zusätzliche Bewässerung bei Gründächern wird die Feuchtigkeit im Substrat und damit auch die Verdunstungskühlung erhöht, ohne die Luftfeuchtigkeit im Inneren des Stalls zu beeinflussen. Erste Simulationen zeigen, dass dabei eine zusätzliche Reduzierung der HSS um ca. 10 % zu erwarten ist, wenn eine entsprechende Lüftungssteuerung (s. o.) diesen Effekt unterstützt.

Die Summe der HSS des Aussenklimas am Standort Holzkirchen im simulierten Zeitraum liegt bei 620 HSS. Die Gesamtbetrachtung aller Einflussfaktoren zeigt, dass der höchste simulierte Wert eines Modells bei ca. 750 HSS, der niedrigste bei ca. 410 HSS lag, das entspricht einer Differenz von ca. 340 HSS bzw. ca. 45 %. Das zeigt, wie wichtig vor der Ergreifung weiterer, insbesondere technischer Maßnahmen wie dem Einbau von Ventilatoren, Kuhduschen etc. die bauliche Optimierung der Gebäudehülle ist.

Projektleitung: J. Simon
Projektbearbeitung: S. Kupke, P. Stötzel
Laufzeit: 2015 - 2018
Finanzierung: BayStMELF (FKZ: A/15/29)

3.3.18 Betreuung und Weiterentwicklung des Infozentrums Tier & Technik



Blick in das Foyer des Forums (links) und eine der beiden Ausstellungshallen bei einem Info-Tag (rechts)

Zielsetzung

Die bayerische Tierhaltung steht vor großen Herausforderungen und befindet sich in einem ständigen Umstrukturierungsprozess. Deshalb ist eine umfassende Information und Beratung der investitionswilligen Landwirte existenziell. Aufgabe des Infozentrums Tier & Technik ist es, Landwirte, Berater, Auszubildende, Studenten und die interessierte Öffentlichkeit über den aktuellen Stand in Haltingsfragen, der Technik und des Stallbaus in der Nutztierhaltung zu informieren. Das Infozentrum dient als Plattform, um die technischen Entwicklungen aufzuzeigen und eine schnellere Umsetzung von Innovationen in die Praxis zu fördern.

Methode

In den beiden Ausstellungshallen der Lehrscha werden aktuelle Systeme der modernen Tierhaltung, der Melktechnik, der Bautechnik und -gestaltung mit Exponaten der ausstellenden Firmen auf neutralem Boden anschaulich dargestellt.

Bei den Informationstagen (Info-Tage) werden aktuelle Versuchsergebnisse der LfL und anderer Forschungseinrichtungen sowie Erfahrungen aus der Beratung und der Praxis zu ausgewählten Themen vorgestellt. Zudem wird gemeinsam mit Firmen die Möglichkeit geschaffen, die entsprechende neueste Technik zu diesen Bereichen vor Ort zu besichtigen. Zielgruppe sind Landwirte, Berater und weitere Interessierte.

Weitere Formate für den Wissenstransfer sind:

- Sommerschultage für die Studierenden der landw. Fachschulen in Bayern
- Führungen und Besichtigungen von Landwirten, Beratern und sonstigen Besuchern
- Aus- und Fortbildung der Berater vor Ort
- Öffentlichkeitsarbeit: Eine Vielzahl von Schulklassen, Kindergärten usw. nimmt das Informationsangebot über moderne Tierhaltung, Tierwohl und angewandten Tierschutz wahr.
- Internetauftritt der Lehrscha mit aktuellen Infos
- Erstellung von Fachinfos für die ÄELF zur Unterstützung der Beratung.

Ergebnisse

Die Ausstellungsfläche in Grub umfasst ca. 3.500 m². Ende 2016 hatten 56 Hersteller ihre Produkte für die Rinder- und Schweinehaltung auf ihren Ständen dauerhaft präsentiert. An den Info-Tagen erfolgt zusätzlich noch eine zeitlich begrenzte Ausstellung von sehr hochwertiger und damit auch teurer Technik. Dazu stehen zusätzlich die beiden dem Forum zugeordneten Ausstellungshallen mit insgesamt über 700 m² zur Verfügung.

Die Sommerschultage für landwirtschaftliche Fachschulen finden seit 2007 statt und werden seitdem ständig weiterentwickelt. 2016 nahmen elf Schulen mit ca. 140 Studierenden daran teil. Die künftigen Betriebsleiter werden so über die aktuellen Entwicklungen der Tierhaltung informiert und können diese Informationen in ihren betrieblichen Entscheidungen mitverwerten. Neben Fachleuten des ILT wirkten auch Kollegen des ITE an diesen Informationsveranstaltungen mit. Themen dabei waren: Hitzestress Milchvieh, Milchgewinnung/Melktechnik, Silagequalität, Veröden der Hornanlage und aktuelle Forschungsthemen im Gruber Milchviehstall.

Im Jahre 2016 wurden sechs Info-Tage zu aktuellen Themen der Tierhaltung veranstaltet. Dabei wurde durch eine Kombination von Fachvorträgen und Produktvorstellungen durch die Firmen eine wertvolle Plattform zur Information und Diskussion zwischen Landwirten, Firmen und Fachleuten der LfL geschaffen. An diesen Info-Tagen nahmen insgesamt etwa 700 Personen teil. Die Vorträge, Aussteller, Techniken und auch alle sonstigen Informationen zu diesen Veranstaltungen sind im Internet veröffentlicht. (<http://www.lfl.bayern.de/ilt/leherschau/026269/index.php>) und stehen der Beratung und Praxis zur Verfügung.

Neben diesem Kernformat der Info-Tage ist das Forum inzwischen in großem Umfang ein Ort für Besprechungen und Veranstaltungen. So fanden u. a. die "Kick-Off-Veranstaltung" des Projekts RAST, die Ziegen-Info-Tagung des Instituts für Tierzucht aber auch etliche größere Dienstbesprechungen der LfL oder der FüAk statt.

Aber auch für größere Fachtagungen externer Organisationen bietet das Forum eine interessante Plattform, wobei hierbei in allen Fällen darauf geachtet wird, dass ein Bezug zu landwirtschaftlichen Fragestellungen gegeben ist. So führte das KTBL die Auftaktveranstaltung zum Ideenwettbewerb „Stall der Zukunft“ durch. Des Weiteren fanden die Tagung des DMK-Ausschusses Futterkonservierung und Fütterung, die Jahreshauptversammlung des Landesverbandes der bayerischen Geflügelwirtschaft oder die Tagung „Hygiene und Tierwohl in der Legehennenhaltung“ des TGD in den Räumlichkeiten des Forums statt.

Nicht zuletzt wird das Forum gerne für feierliche LfL-Veranstaltungen wie die Einführungsveranstaltung für die neuen LfL-Auszubildenden oder die Abschluss- und Meisterfeier Pferdewirte genutzt.

Projektleitung: Dr. J. Harms
Projektbearbeitung: J. Zahner, C. Heigl, weitere Mitarbeiter ILT
Laufzeit: Daueraufgabe

3.4 Arbeitsvorhaben im Bereich Mechatronik

3.4.1 Entwicklung und Optimierung einer Präzisionssämaschine für Heil- und Gewürzpflanzen (Feinsämereien)



Auf vierreihige Aussaat angepasste, elektrisch angetriebene und elektronisch gesteuerte Sämaschine für Heil- und Gewürzpflanzen der LfL (links); Sämaschine im Heckanbau während der Erprobung (rechts)

Zielsetzung

Eine präzise Direktsaat von Heil- und Gewürzpflanzen ist wegen höchst unterschiedlicher Korngrößen, Tausendkorngewichten (TKG), Aussaatstärken sowie Formen und Oberflächen des Saatguts sehr anspruchsvoll. Besonders im Versuchswesen ist hierzu eine präzise und modulare Sätechnik erforderlich, die den Einsatz bei möglichst vielen Kulturarten und Anbaubedingungen erlaubt.

Im Rahmen eines LfL-internen Projekts wurde ein neues Konzept erstellt und als modulare Lösung mit folgenden Eigenschaften entwickelt:

- Gleichmäßige Verteilung des Saatguts für verschiedene Feinsämereien
- Gleichmäßige Verteilung des Saatguts auf Flächen mit Längs- und Querneigung
- Automatische Anpassung an Bodenunebenheiten
- Gleichmäßige Ablagetiefe unabhängig von den Bodentypen
- Längsverteilung
- Aussaat im Flachanbau und auf hohen Dämmen
- Schnell und variabel einstellbare Reihenzahlen und Reihenabstände
- Höchste Sicherheit, harmonisiert mit der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- Qualität der Aussaat vergleichbar oder besser als bei herkömmlichen Systemen

Methode

Die Entwicklung und Optimierung der Präzisionssämaschine für Heil- und Gewürzpflanzen wurde im Zeitraum von 2011 bis 2016 durchgeführt. Die modular entwickelten Aggregate wurden an den Geräterahmen einer bestehenden Parzellen-Sämaschine für Feinsämereien (Gaspardo) angepasst. Die Bandkopfverteiler der Firma Wintersteiger wurden modifiziert, um diese und das gesamte Sägerät ansteuern zu können. Hierdurch sollen die Verluste minimiert, eine optimale Längsverteilung erreicht und die Aussaat genau do-

kumentiert werden. Als Säkörper wurden bewährte Doppelscheibenschare (Lemken) gewählt.

Nach der Entwicklung wurden die Schwerpunkte auf das Testen der elektrischen Komponenten, der Software für den Embedded Controller, Ergonomie und Benutzerfreundlichkeit der Benutzerschnittstelle, als auch des Gesamtsystems gesetzt. Schließlich wurde der aus fünf Einzelaggregaten bestehende Prototyp unter Feldbedingungen erprobt, um Erkenntnisse über die Betriebseigenschaften und die Längsverteilung zu gewinnen.

Ergebnisse

Im Frühjahr 2016 wurden Petersilie, Baldrian, Saussurea und Coix am Standort Baumannshof ausgesät. Die Drillsaat der kleinsamigen Kulturen ergab gleichmäßig auflaufende Säreihen. Bei großkörnigen Arten mit niedrigen Ständdichten würden Bandverteiler mit größerem Radius die Genauigkeit verbessern.

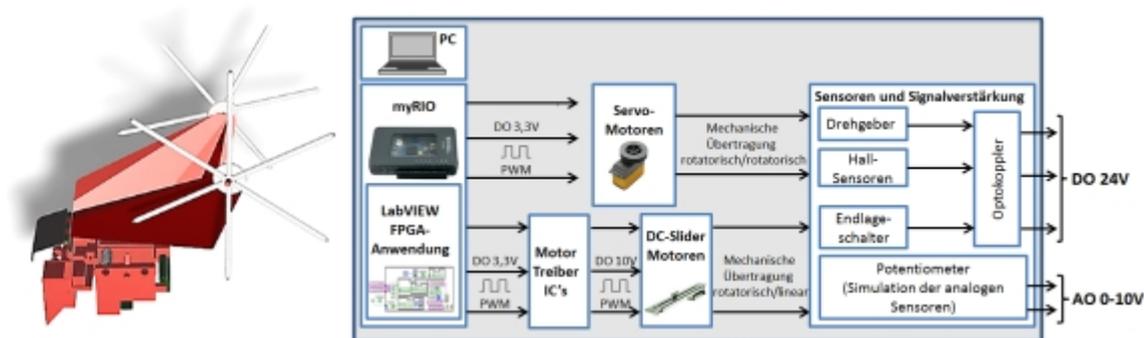


Ergebnisse der Felderprobungen mit der vierreihigen, elektrisch-angetriebenen und elektronisch gesteuerten Sämaschine für Heil- und Gewürzpflanzen der LfL. Aussaat im Zeitraum ab 04.04.2016 (links); Ergebnisse der Felderprobungen aufgenommen am 23.05.2016 (rechts)

Die Elektrifizierung der modularen Einzelaggregate ermöglicht eine genauere Saatgutablage und eine genaue Verteilung auf der über die Software definierbaren Gesamtlänge einer Versuchsparzelle. Da es sich um die Entwicklung einer vollkommen neuen Lösung handelt, die auch ein detailliertes Dokumentieren der Zustände der implementierten Sensoren und Aktoren ermöglicht, können weiterhin wichtige Informationen für die Aussaat selbst und Optimierung des Geräts gesammelt werden.

Projektleitung: Dr. Z. Gobor, Dr. H. Heuberger (IPZ 3d)
 Projektbearbeitung: Th. Kammerloher, Dr. G. Fröhlich, H. Link, Werkstatt,
 R. Rinder (IPZ 3d)
 Laufzeit: 2011 - 2016
 Projektpartner: IPZ 5

3.4.2 Weiterentwicklung des Geräts zur vollautomatischen Aufhängung der Aufleitdrähte in Hochgerüstanlagen für Hopfen



3D-Modell des neukonstruierten Mechanismus für das Drahtnachführen (links);
Schaltplan Schema des kostengünstigen Demonstrators (rechts)

Zielsetzung

Ziel des Vorhabens ist die Weiterentwicklung des Geräts zur vollautomatischen Aufhängung der Aufleitdrähte für Hopfen. Da die meisten Hopfenanlagen nicht für eine maschinelle bzw. automatisierte Aufhängung der Aufleitdrähte entworfen wurden, herrschen oft suboptimale Bedingungen für einen fehlerfreien Einsatz des Geräts. Demzufolge ist einerseits die Optimierung der Sensorik und mechatronischen Systeme am Gerät und andererseits das Dokumentieren der auftretenden Fehler und der Ausfallgründe notwendig, um die bestehenden Probleme beheben zu können.

Die Fehlfunktionen können unter anderem sowohl durch die Trägheit einzelner, in der Maschine eingebauter Komponenten als auch durch inadäquate Sensortechnik verursacht werden. Um die Störeinflüsse problemorientiert dokumentieren und die Ausfallgründe schnell diagnostizieren zu können, wurden zwei Szenarien (S) definiert: (S1) Datenerfassung mit automatisierter Datenanalyse in Echtzeit, redundant zur Gerätsteuerung, und (S2) manuelles Dokumentieren der Ereignisse während der Erprobung, zusammengefasst mit den Kommentaren des erfahrenen Maschinenbedieners.

Methode

Basierend auf den bestehenden Komponenten und während der Erprobung gewonnenen Erkenntnissen wurde der Mechanismus für das Drahtnachführen neukonstruiert (s. Bild oben links), mit dem Ziel eine redundante Positionserfassung des Spanndrahts anhand weiteren Sensoren zu ermöglichen und die dynamische Eigenschaften des Positionserfassungssystems zu verbessern.

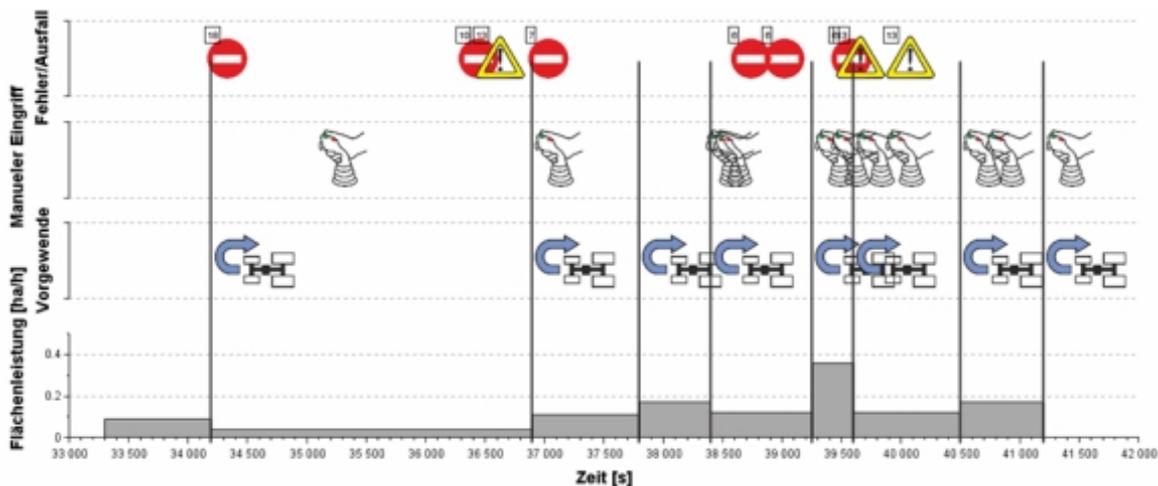
Um die Weiterentwicklung und Optimierung der eingebetteten Software eines mobilen Diagnose und Effizienz-Analysesystems zur redundanten Datenerfassung parallel zur Maschinensteuerung zu vereinfachen, wurde ein kostengünstiger Demonstrator entwickelt. Der Demonstrator ermöglicht das Nachbilden der analogen und digitalen Signale, entsprechend den Modulen bzw. der manuellen Steuerung des Geräts. Darüber hinaus ist ein zuverlässiges und wiederholbares Einspielen unterschiedlicher Phänomene innerhalb des nachgebildeten Steuerzyklus möglich.

Die Felderprobungen wurden fortgesetzt und mit einer im Bindekopf integrierten Hochgeschwindigkeitskamera dokumentiert, um Fehler zu erkennen und weitere Optimierungs-

maßnahmen definieren zu können. Nach der Realisierung entsprechender Optimierungsmaßnahmen wurden die Ereignisse der Felderproben in dafür erstellten Formblättern notiert und dokumentiert, in Excel-Tabellen übertragen und in Scilab mit einer selbst geschriebenen Funktion ausgewertet.

Ergebnisse

Die automatische Auswertung der Ereignisse während einer Felderprobung erleichtert die Analyse durch die einfache Visualisierung der aufgetretenen Fehler und Ausfälle, der manuellen Korrekturen des automatischen Modus in Kombination mit der hochgerechneten Flächenleistung (siehe Bild unten). Die Scilab-Funktion kann weiterentwickelt werden, damit in einem weiteren Schritt die notwendigen Informationen aus den Log-Dateien der Datenerfassung mit den Ergebnissen der automatisierten Datenanalyse und notierten Ereignissen kombiniert werden können.



Automatische Auswertung einer Erprobung mit Darstellung der wichtigen Ereignisse und der Flächenleistung

Die Einführung angepasster Simulationsmodelle, die das Nachbilden der relevanten Eigenschaften der Komponenten und deren Zusammenspiel ermöglichen, unterstützt die Entwicklung unter Laborbedingungen, ohne dass ein kontinuierlicher Zugang zu dem betroffenen realen System oder physikalischen Komponenten erforderlich ist. Demzufolge ist die Softwareüberprüfung nicht mehr auf das Prüfen am Nullseriengerät zur automatischen Aufhängung der Aufleitdrähte eingeschränkt. Weiterhin kann der Demonstrator die Untersuchung von bestimmten Phänomenen unterstützen, die auf der realen Maschine nur sporadisch auftreten und oft nicht einfach zu erkennen bzw. für den Dauerbetrieb nicht typisch sind.

Projektleitung: Dr. Z. Gobor

Projektbearbeitung: M. Seidl-Schulz, K. Nikulin, Dr. G. Fröhlich, Werkstatt

Laufzeit: 2014 - 2016

Finanzierung: BLE, Landwirtschaftliche Rentenbank im Rahmen des DIP-Programms (FKZ: Z20147-1)

Projektpartner: Soller GmbH, IPZ 5a

3.4.3 Parzellen Güllefass für Grünlandversuche



Versuchsparzellengüllefass mit Injektionseinheit (links) und Ausbringkombination Schleppschuh-, Schleppschlauch-, Prallplattenverteiler (rechts)

Zielsetzung

Für praxisnahe Exaktversuche zur Gülleausbringung auf Wirtschaftsgrünland wird eine spezielle, moderne, mit der Praxis vergleichbare Technik benötigt. Auf dem Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum Spitalhof musste eine Erneuerung der vorhandenen, veralteten Technik vorgenommen werden. Die neue Technik muss nachhaltig nutzbar und insbesondere auch an die speziellen örtlichen Gegebenheiten des Versuchsbetriebs angepasst sein.

Methode

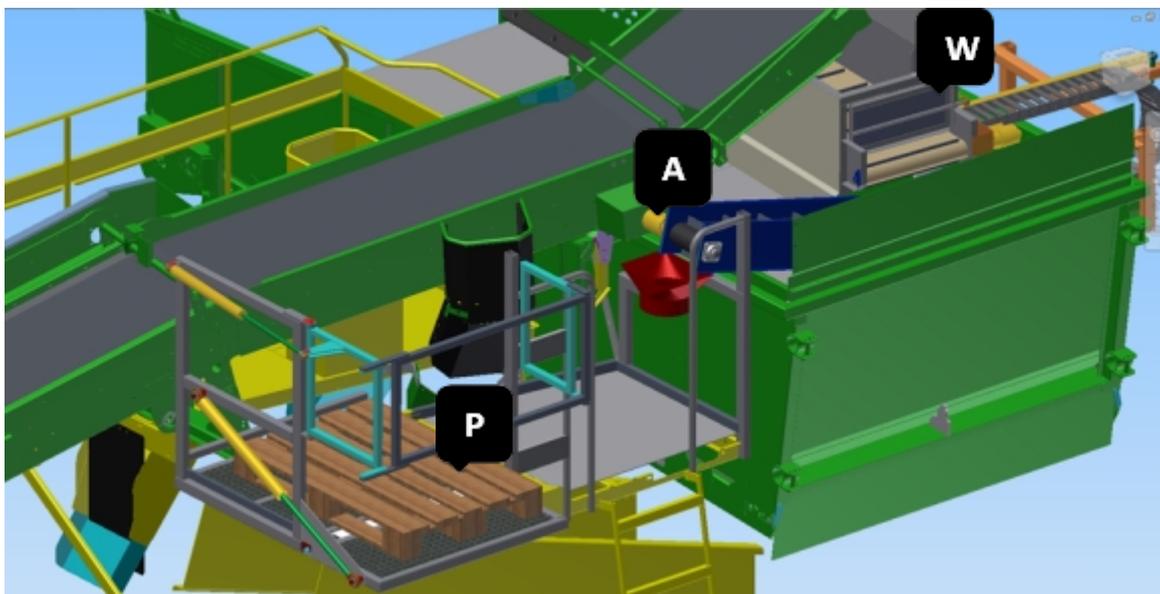
Mit allen beteiligten Instituten und dem Versuchsbetrieb wurden die Anforderungen definiert. Weiterhin wurden bestehende Lösungen analysiert und darauf aufbauend die genaue Anforderungsliste erstellt. Nach Abwägungen, welche Baugruppen in Eigenregie gefertigt werden konnten, wurden Hersteller von Gülleausbringtechnik für die Spezialanfertigung hinzugezogen. Als Lösung wurde ein modulares Konzept erstellt, bestehend aus einem Fendt-Geräteträger, einem 1400 Liter-Pflanzenschutzmittel-tank mit Wiegeeinrichtung, Versorgungsbaugruppen des Zunhammer „Güllezwerg“ mit Cutter und VAN-Control sowie verschiedenen Ausbringeinheiten (Zunhammer Farmlandfix, Schleppschlauch, Prallplattenverteiler, Veenhuis Eurojet).

Ergebnisse

Gemeinsam mit der Fa. Zunhammer wurde auf der Basis der oben dargestellten Komponenten eine angepasste modulare Lösung entwickelt und in verschiedenen Prototyp-Stadien umgesetzt. Erste Funktionstests des Geräts am ILT und ausgiebige praxisnahe Ausbringtests am LVFZ Spitalhof führten zu einer Reihe von Anpassungen und Optimierungen. Die Ausbringgenauigkeit ist sehr hoch, jedoch das schnelle Ein- und Ausschalten an den Parzellengrenzen lässt noch Wünsche offen. Nach der Umsetzung der letzten offenen Anforderungen ist der Versuchseinsatz für 2017 geplant.

Projektleitung: Dr. G. Fröhlich, R. Höck (LVFZ)
Projektbearbeitung: T. Kammerloher, LVFZ Spitalhof, H. Link, Werkstatt
Laufzeit: 2014 - 2016
Finanzierung: AVB
Projektpartner: IAB 2b, AVB-3, Fa. Zunhammer

3.4.4 Umbau eines Kartoffelrodgers für die Ernte in Versuchspartzen



Ausschnitt aus dem 3D-Modell des erweiterten Kartoffelrodgers Keiler 1, links Probenlagerplatz (P), rechts Waage-(W) und Abfülleinheit (A)

Zielsetzung

Für mehrere Versuchsstandorte der LfL wurde ein neuer Kartoffelvollernter benötigt, der sowohl für die Beprobung von Kleinparzellen als auch für die schlagkräftige Ernte der Restflächen geeignet sein soll. Um die schnelle Umsetzung auf andere Betriebe zu gewährleisten, muss die Maschine auf Achse transportiert werden können (also ohne Verladung auf einen Tieflader) und die zulässige Geschwindigkeit auf der Straße 40 km/h betragen. Für die Parzellenernte ist eine Wiegeeinrichtung mit Probenabfüllung nötig. Eine Reihe abgefüllter Proben muss auf der Maschine zwischengelagert werden können und die erfassten Daten müssen möglichst einfach mit der vorhandenen IT-Lösung zur Feldversuchsplanung und -Auswertung (piaf) abgeglichen werden können.

Eine komplette Maschine, die diesen Ansprüchen genügt, ist am Markt nicht verfügbar und wird von den industriellen Kartoffelerntemaschinen-Herstellern auch nicht auf Anfrage angefertigt. Es muss immer eine Umrüstung durch einen erfahrenen Partner stattfinden. Bisherige spezielle Realisierungen durch kleine Mess- und Agrartechnikfirmen beschränken sich auf andere, in diesem Fall nicht optimale Grundmaschinen. Aus diesem Grund wurde der Arbeitsbereich Mechatronik des ILT beauftragt, die beschaffte Erntemaschine ROPA Keiler I entsprechend zu erweitern.

Methode

Von der Versuchsstation wurde ein gezogener einreihiger Kartoffelrodger für höchste Qualitätsansprüche mit 6 t Bunker beschafft (ROPA Keiler 1), bei dem bereits möglichst viele der oben aufgeführten Anforderungen erfüllt waren. Vom Hersteller wurden neben anderen wichtigen technischen Detailinformationen 3D CAD Modelle und Hydraulikpläne der Maschine zur Verfügung gestellt und planerische Unterstützung beim Umbau zugesagt. Das ILT erstellte gemeinsam mit Anwendern, Wiegetechnik-Spezialisten und dem Hersteller das Konzept für die Erweiterung des Geräts. Dem folgte die konstruktive Umsetzung mit Hilfe von 3D CAD Modellen. Anhand der so entstandenen virtuellen Prototypen

konnten die Funktionen mit den Anwendern diskutiert und die funktions- sowie sicherheitstechnischen Anforderungen gemeinsam mit dem Hersteller der Grundmaschine überprüft werden. Auf dieser Basis erfolgte die Fertigung der Zusatzbaugruppen und der Umbau der Maschine durch die ILT Werkstatt. Die Wiegeeinrichtung basiert auf gekapselten Wiegezellen mit Gummi-Metall-Lagern (HBM HLCEB/ ZEL) und einer robusten Auswerteeinheit mit parametrierbaren Filtern und einer Schnittstelle zu Belegdrucker und pifad-Datenerfassungsterminal. Alle Antriebe (Entleerung Wiegebehälter, Befüllung Probenbehälter, Sicherheitseinrichtungen) wurden hydraulisch realisiert. Komplettiert wird die Erweiterung durch die Steuerungstechnik für Waage und Abfülleinrichtung auf der Basis einer elektronischen Relaissteuerung EATON 822 sowie Kameras zur Beobachtung des Schaars durch den Fahrer bzw. das Bedienpersonal auf dem Vollernter.

Ergebnisse



Die funktionalen Erweiterungen durch das ILT, also Waage, Abfülleinrichtung, Anpassung der Arbeitsplattform, wurden im Sommer 2016 fertiggestellt. Im September erfolgte die erste praktische Erprobung an drei Versuchsstandorten. Die Zusatzfunktionen wurden erfolgreich getestet und der noch bestehende Optimierungsbedarf ermittelt. Vom Hersteller sind noch Veränderungen und Anpassungen zur Verbesserung der exakten und verlustfreien Ernte zu realisieren. Zurzeit optimiert ILT die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Proben, komplettiert das Zwischenlager für die abgefüllten Proben und führt Maßnahmen zur Minimierung von Gefährdungen auf der Maschine durch. Die Veränderungen sollen vor der Ernte der Frühkartoffeln 2017 abgeschlossen sein, so dass der Praxiseinsatz in den Versuchspartellen möglich ist.

Ansicht der Anzeige- und Bedieneinheit mit dem Probenabfüllband

Projektleitung: Dr. G. Fröhlich
Projektbearbeitung: T. Kammerloher, H. Link, A. Schultes, Werkstatt
Laufzeit: 2015 - 2017
Finanzierung: AVB, Eigenmittel
Projektpartner: AVB (VS Straßmoos), AELF AU, Fa. ROPA

3.4.5 LfL Automatisierte Schüttelbox zur Untersuchung der Struktur von Futterproben (LAuS)



Teilmodell und Teilansicht der Prüfmaschine

Zielsetzung

Die strukturelle Zusammensetzung des Futters für Milchkühe hat Einfluss auf Tiergesundheit und Leistung. Zur Untersuchung der Struktur von Futterproben werden diese in 3 bis 4 Fraktionen separiert. Die in der Praxis anerkannte und verbreitete Methode ist der „Penn State Particle Separator“ (PSPS), ein Siebturm aus quadratischen Boxen, den die Futterprobe von oben durchläuft und dabei fraktioniert wird. Der Boxenstapel wird manuell nach einem standardisierten Muster bewegt bzw. „geschüttelt“. Bei umfangreichen Vergleichsversuchen ist bedingt durch die körperliche Konstitution, Fitness und Ermüdung ein subjektiver Einfluss hinsichtlich Kraft, Amplitude und Frequenz möglich, der zu verfälschten Versuchsergebnissen führen kann. Zur Erhöhung der Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse und zur Verbesserung der Effizienz und Ergonomie der Versuchsdurchführung sollte daher der Schüttelvorgang weitgehend automatisiert werden.

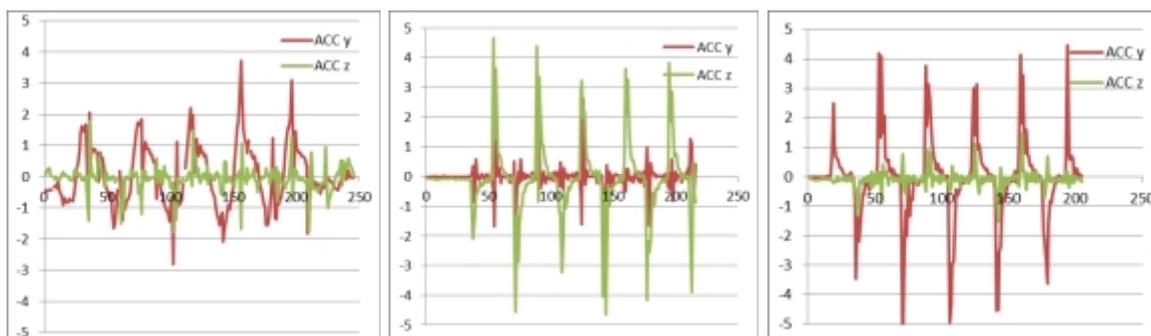
Methode

Vor der Geräteentwicklung wurden, insbesondere im Rahmen einer von ITE und ILT 3 betreuten Bachelorarbeit, vorhandene mechanisierte Verfahren und Lösungen recherchiert und analysiert. Dabei zeigte sich, dass für Futtermischungen mit hohen Anteilen von Grassilage keine der existierenden Lösungen, auch nicht in modifizierter Form, erfolgreich einsetzbar ist. Daher wurden Vorversuche zur Analyse des manuellen Vorgangs der PSPS insbesondere hinsichtlich Beschleunigung, Frequenz und Amplitude mit Videoanalyse sowie verschiedenen Beschleunigungs- und Wegmesssystemen durchgeführt. Besonders interessant waren die hohen Linearbeschleunigungswerte von ca. 4 g (40 m/s^2 , kurzzeitige Spitzen sogar noch deutlich höher), die vom Operator aufgebracht werden und vom Antriebsaggregat der geplanten Prüfmaschine realisiert werden müssen. Ausgehend von diesen Parametern wurden geeignete verfügbare Antriebe recherchiert und gemeinsam mit deren Herstellern parametrisiert und validiert. Als Ergebnis wurde eine Portal Lineareinheit (High-Speed-System der Firma HSB Automation (Weg 600 mm , max. Geschwindigkeit 4 m/s , max. Beschleunigung 50 m/s^2)) mit einem Siemens Synchronmotor (2 kW) mit Planetengetriebe und Sinamics Servomotor Steuerung S120 ausgewählt.

Die Entwicklung des gesamten mechatronischen Systems erfolgte bei ILT 5, wobei der Schwerpunkt in der Erstellung der Entwürfe als 3D CAD Modell lag. Damit konnten sowohl Bewegungsmodelle erstellt werden, als auch Kollisionsanalysen durchgeführt und die notwendige Dimensionierung der Bauteile ermittelt und überprüft werden. Dem folgte der Bau der kompletten Prüfmaschine in der ILT Werkstatt, die Programmierung der Bewegungsabläufe, die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung und Ertüchtigung der Maschine für den sicheren Betrieb sowie die Validierung der Lösungen mit den Versuchsanstellern.

Ergebnisse

Die als Prototyp angefertigte Maschine kann zu praktischen Futtermittelstrukturanalysen eingesetzt werden. Die Ergebnisse sind mit den manuell ermittelten gut vergleichbar.



Beschleunigung beim Schüttelzyklus: links manuell; Mitte und rechts (Box 90° gedreht) mit der Prüfmaschine (gemessen in g, Abstand der Messpunkte ca. 0,02 s)

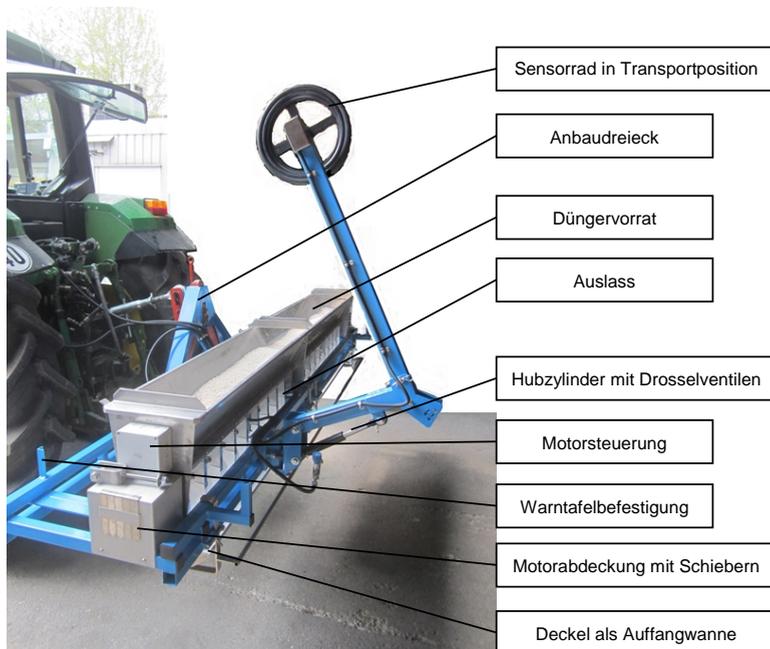
Es wurde eine deutliche Steigerung der Produktivität bei gleichzeitiger Verbesserung der Arbeitssituation des versuchsdurchführenden Personals erreicht. Quantitative Untersuchungen hierzu sowie der Einsatz im Rahmen der laufenden Projekte zur Untersuchung der Strukturwerte verschiedener Futterrationen stehen noch aus.

Von den Projektpartnern bei ILT 3 wurden aber bereits vielversprechende ausführliche Vergleichstests mit der manuellen Methode (PSPS) sowie erste Versuchsreihen zur Untersuchung der Futtermischungen von Praxisbetrieben durchgeführt (s. Beitrag S. 86).

Mögliche Verbesserungen der Bedienbarkeit und Funktionssicherheit werden laufend mit den Erfahrungen der versuchsdurchführenden Mitarbeiter/innen abgeglichen und am Prototyp umgesetzt. Ziel ist die Bereitstellung und Publikation einer zuverlässigen, reproduzierbaren Methode und der damit verbundenen technischen Lösung auch für andere Forschungsinstitutionen und die Unterstützung Dritter beim Aufbau eigener Prüfmaschinen.

Projektleitung: Dr. G. Fröhlich
 Projektbearbeitung: Dr. Z. Gobor, H. Link, A. Schultes, M. Seidl-Schulz, Werkstatt
 Laufzeit: 2015 - 2017
 Finanzierung: BayStMELF, BLE, Eigenmittel
 Projektpartner: ITE

3.4.6 Weiterentwicklung und Bau eines Versuchsparzellendüngerstreuers als Schlepperanbaugerät



Ansicht des an einen Schlepper angebaute Parzellendüngerstreuers (Abdeckung als Auffangbehälter für das Abdrehen verwendet)

Zielsetzung

Auf der Basis des vom ILT entwickelten und in Kleinserie gefertigten elektrisch angetriebenen, handgeführten Parzellendüngerstreuers sollte eine angepasste Lösung zum unkomplizierten Anbau

an beliebige Schlepper für Versuchspartellen bis zu 3 m Breite entwickelt und geliefert werden.

Methode

Die Grundlage bildet die schrittmotorgesteuerte Exaktausbringeinheit mit Zellenrädern des oben genannten Kleinseriengerätes mit 1,5 m Arbeitsbreite. Zwei dieser Module (synchron angesteuert) und ein Prozessrechner mit tastengesteuerter Eingabe sowie ein zusätzliches Sensorrad bilden die Basis für die Weiterentwicklung.

Ergebnisse

Das serienreife Gerät wurde mit einer Arbeitsbreite bis zu 3 m und 20 Auslässen angefertigt. Die Arbeitsbreite kann durch die Verwendung mitgelieferter Auslassrohre und Schieber variiert werden. Der Anbau an den Schlepper erfolgt an der Dreipunktaufnahme am Fahrzeugheck. Die Steuer- und Bedieneinheit wird in der Fahrerkabine untergebracht. Die Stromversorgung erfolgt aus der 12 V Bordsteckdose. Die Anpassung an die Fahrgeschwindigkeit wird über ein nachlaufendes Sensorrad gesteuert, das zum Wenden und Transport hydraulisch ausgehoben werden kann.

Ein Anbaurahmen mit abnehmbaren Abstellstützen und verkehrstechnischer Ausstattung zur Straßenfahrt (Beleuchtung, Warn tafeln) komplettieren das Anbaugerät.

Projektleitung: Dr. G. Fröhlich
 Projektbearbeitung: T. Kammerloher, H. Link, Werkstatt
 Laufzeit: 2016
 Finanzierung: Bezirk Oberbayern
 Projektpartner: Agrarbildungszentrum Landsberg am Lech

3.4.7 Dienstleistungen im Bereich Mechatronik



Kleinserienfertigung von Markierwägen zur Parzellenkennzeichnung

Zielsetzung

Der Arbeitsbereich Mechatronik des ILT unterstützt die Arbeiten der Fachbereiche der LfL-Institute, der Abteilung Versuchsbetriebe und der Lehr-, Versuchs- und Fachzentren durch wissenschaftlichen Gerätebau, Umbau und Erweiterung von landwirtschaftlichen Einrichtungen zur Versuchsdurchführung im Rahmen der Forschungstätigkeit der LfL und zur Aufrechterhaltung der technischen Bereitschaft für den täglichen Dienstbetrieb.

In geringerem Maß werden auch für andere Forschungseinrichtungen und Industriepartner mechatronische Dienstleistungen im Rahmen der Einnahmeverpflichtung der LfL und der Ausbildung von Facharbeitern (Feinwerkmechaniker - Schwerpunkt Maschinenbau) erbracht.

Wissenschaftlicher Gerätebau und andere Dienstleistungen innerhalb der LfL

Institut/ Abteilung	Projekt	Aufgabe
ILT 1a	Versuchsunterstützung	Vorbereitung von Versuchsmaschinen und Unterstützung bei der Versuchsdurchführung zu den Projekten Streifenbearbeitung und Tropfbewässerung von Kartoffeln
ILT 1b	Heubelüftungsanlage Hübschenried	Unterstützung bei der Planung; Beschaffung, Einbau und Inbetriebnahme von Messtechnik; Planung, Beschaffung und Einbau von Lüftungskanälen
ILT 2a	Arbeitssicherheit Ver- suchsanlagen	Kontrolle und Erweiterung der Gasüberwachungs- und Meldeeinrichtungen

Institut/ Abteilung	Projekt	Aufgabe
ILT 2a	Versuchsanlagen Biogas	Fertigung, Wartung und Reparatur von Gaszählern für Batchversuche und kleine Durchflussfermenter; Weiterentwicklung, Wartung, Reparaturen und Verbesserungen an stark beanspruchten Teilen der Versuchsfermenter; Entwicklung und Bau von Befüllleinrichtungen für besondere Substrate (Zuckerrübenbrei)
ILT 2/3	Energieeffizienz Gesamtbetriebe	Einbau umfangreicher Energiemess- und Datenübertragungseinrichtungen in landwirtschaftlichen Pilotbetrieben
ILT 4a AIW PR	Posterständler	Bau von Posterständlern für das Info-Zentrum; Bau von Plakatwänden
ILT 1, 2 und andere LfL Institute	DLG Feldtage	Bau von Schilderhalterungen; Vorbereitung von Ausstellungsflächen und -technik; Unterstützung bei Transporten, Auf- und Abbau
ILT 1, 3, 4	EuroTier 2016	Unterstützung bei Auf-/Abbau und Standbetreuung
IAB 1a	Erosionsmodell	Bau eines weiteren Ausstech-Gefäßsatzes für den Erosionsmodell-Wagen
IAB 2c/ ÄELF	Bodendruckmodelle	Bau von Modellen der „Bodendruckzwiebeln“ für die Fachzentren
IAB 3c	Öko Sauenstall Kringell	Einbau und Inbetriebnahme von Energie- und Klimamesstechnik
IPS 3a	Agrarmeteorologie	Bau von Ausrüstungsteilen für Messstationen (Solarpanelhalterungen, Mastunterbau)
IPS 3a	Agrarmeteorologie	Unterstützung bei Softwareerstellung und Datenmanagement sowie bei der Ausschreibung und Auswahl neuer Datenerfassungssysteme
IPS 4d	Schleusen und Käfige	Bau von Schleusen und Aufbewahrungsboxen für Asiatische Laubholzbockkäfer (ALB)
IPZ 2b	Phenotypisierungsanlage	Einbau eines pneumatischen Blattabweislers in die Bildaufnahmekabine der Moving-Fields Anlage
IPZ 3a	Kartoffelprobeneingang	Weitere Umbauten zur automatischen Sortierung und Gewichtserfassung
IPZ 4b	Waschkörbe	Bau von Waschgefäßen für Anzuchtgefäße

Institut/ Abteilung	Projekt	Aufgabe
IPZ 4a	Soja Sägerät	Umbauten und Anpassung einer Reihensämaschine für Versuchspartellen zur Aussaat von Soja
IPZ 4c	Plakatwagen	Bau von zwei mobilen Plakatständern auf Fahrgestellen zur Beschilderung bei Veranstaltungen
IPZ 4c	Schaukästen, Schildhalterungen	Bau von Schaukästen und Halterungen für Versuchsbeschreibungen
AVB VB	tragbare Pflanzenschutzspritzen	Umbau und Erweiterung diverser Rückenspritzen zur Verbesserung der Ergonomie und Arbeitssicherheit
AVB, AELF, Bezirk OBB	Versuchspartellen-Düngerstreuer	Reparaturen, Service und Kalibrierung der bestehenden Geräte
AVB, AELF	Markierwagen	Bau von drei Markierwägen zum Schlepperanbau zur Kennzeichnung von Versuchspartellen
ITE, AVB Grub, LVFZ Achsel-schwang	Grundfutterwiegetröge	Service und Wartung der automatischen Fütterungssysteme im Nachzuchtstall, Milchvieh- und Jungviehstall Grub und im Milchviehstall Achsel-schwang
AQU/TUM	Mikrobiologische Methanisierung	Unterstützung bei der Versuchsanlagenplanung und Bau von Steuerungseinrichtungen

Dienstleistungen für Forschungs- und Lehreinrichtungen

Institut/ Abteilung	Projekt	Aufgabe
TUM Versuchs-betriebe	Reparaturen	Anfertigung von Spezialteilen für Versuchsgereäte und Versuchsanlagen (Seilwinde, Bodenprobenentnahme, Futtertisch, etc.)
HSWT Landwirt-schaft	Fütterungssysteme für Schafe	Unterstützung bei Rückbau, Reparatur, Anpassung und Inbetriebnahme von Versuchstechnik
LLA Triesdorf	Weihenstephaner Muldenest	Erweiterung der bestehenden Anlage um zwei Nesterheiten
LLA Triesdorf	Erweiterung und Umbau Grundfutterwiegetröge	Reparaturen und Wartung der Gesamtanlage
LLFG Iden	Grundfutterwiegetröge und Futterautomaten	Service und Wartung der 57 Grundfutterwiegetröge, der Rinderdurchlaufwaage und 10 automatischer Fütterungssysteme für Schafe

iZoo Pawlowice (Polen)	Futterautomaten	Wartung und Reparatur der automatischen Fütterungssysteme für Schafe
LKP, IPZ, IEM	Kartoffelbonitur	Prototyp zur Aufnahme von zwei Kameras zur opto-elektronischen Bonitur von Speisekartoffeln
Hopfenring	Hopfenbohrer	Wartung von 37 Hohlbohrern zur Hopfenprobenentnahme
LAZBW Aulendorf	Parzellendüngerstreuer	Nachbau einer Dosierwelle für ein Hege-Gerät

Dienstleistungen für Landwirte, Gewerbe, Industrie u.a.

Kunde	Projekt	Aufgabe
Lohmann Tierzucht (LTZ)	Weihenstephaner Muldenester	Rückbau der Muldenester im TUM Versuchsbetrieb Thalhausen; Reinigung, Reparatur, Wartung und Überprüfung; Vorbereitung zum Wiedereinsatz bei LTZ
Lambrecht	Wetterstation	Fertigung von Spezialteilen für Niederschlagssensoren im Rahmen der Lehrlingsausbildung
diverse Freisinger Metallbaufirmen	gegenseitige Unterstützung	Fertigung von Spezialteilen im Rahmen der Lehrlingsausbildung

Projektleitung: Dr. G. Fröhlich, Dr. Z. Gobor, M. Wildgruber, A. Sixt

Projektbearbeitung: Mitarbeiter ILT 5

Laufzeit: 2016

Finanzierung: LfL + extern

Projektpartner: LfL Institute und Abteilungen, ÄELF, TUM, HSWT, weitere Forschungseinrichtungen, Wirtschaftsbetriebe

4 Personalien und Auszeichnungen

4.1 Todesfälle

Herr **Horst Schürzinger**, der von 01.01.1962 bis 30.09.1997 an der ehemaligen Bayer. Landesanstalt für Landtechnik in Freising beschäftigt war, ist am 13.02.2016 im Alter von 81 Jahren verstorben.

Herr **Anton Oberpriller**, der von 1961 bis 1995 an der ehemaligen Bayer. Landesanstalt für Landtechnik in Freising beschäftigt war, ist am 03.05.2016 im Alter von 84 Jahren verstorben.

Herr **Elmar Stauber**, der seit dem 24.02.1992 an der ehemaligen Bayer. Landesanstalt für Tierzucht und zuletzt am Institut für Landtechnik und Tierhaltung in Grub beschäftigt war, ist am 16.11.2016 im Alter von 55 Jahren verstorben.

4.2 Verabschiedung in den Ruhestand



Frau **Heidemarie Hartberger**, Mitarbeiterin in der Verwaltung und im Vorzimmer in Freising, ist nach 45-jähriger Tätigkeit am 31.12.2016 in den wohlverdienten Ruhestand getreten.

4.3 25-jährige Dienstjubiläen

Herr Stephan Böck, Frau Jeanette Weinmann und Herr Michael Wildgruber erhielten 2016 für ihre langjährigen Tätigkeiten Dankesurkunden von Präsident Jakob Opperer.



Stephan Böck



Jeanette Weinmann



Michael Wildgruber

4.4 Auszeichnungen

Auszeichnungen auf Tagungen und Kongressen

Herr **Dominik Hoffmann** erhielt im Rahmen des 2. HEZagrar PhD Symposiums des Hans Eisenmann-Zentrums für Agrarwissenschaften der TUM am 26. April 2016 für seinen Posterbeitrag die Auszeichnung „Best Poster“.

Frau **Oberschätzl-Kopp** hat auf der Precision Dairy Farming Tagung in Holland (Leeuwarden) den Preis für die beste Präsentation gewonnen.

Prämierung eines geplanten Milchviehstalles

Als ein Preisträger des BMEL Bundeswettbewerbs Landwirtschaftliches Bauwesen 2015/16 mit dem Thema "Heute schon draußen gewesen?" wurde der Bio-Milchviehstall des Betriebes Bischof (Erbishofen) prämiert, der als Pilotanlage von der Arbeitsgruppe ILT4c „Landwirtschaftliches Bauwesen“ nach dem Konzept des ModulBauSystems Grub-WeihenstephanTM geplant und betreut wurde.



Milchviehstall des Betriebs Bischof (Erbishofen)

5 Veröffentlichungen und Fachinformationen

5.1 Veröffentlichungen

- [1] ABERLE, J., EFFENBERGER, M., HELM, M., KRIZ, R., KRODEL, T., MÖHRLE, H., STRICKNER, G., ZÖLSMANN, H. (2016): Anforderungen an die Ausführung, den Betrieb und die Wartung von Fahrsiloanlagen. Biogas Forum Bayern, IV-14, Hrsg.: ALB Bayern e.V.
- [2] ALBRECHT, F., MAČUHOVÁ, J., SIMON, J., HAIDN, B., BERNHARDT, H. (2016): Entwicklung von Berechnungsmodellen für die Einschätzung der Auslastung von Entmistungsrobotern. Arbeitswirtschaften. 20. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, 01.-02. 03. 2016. Hrsg.: VDI-MEG, H. 41, S. 129 - 141
- [3] ASCHMANN, V., TAPPEN, S., EFFENBERGER, M. (2016): BHKW: Viele Faktoren beeinflussen den Betrieb. Biogas Journal, Hrsg.: Fachverband Biogas e.V., H. 4, S. 34 - 37
- [4] ASCHMANN, V., TAPPEN, S., EFFENBERGER, M. (2016): Cogeneration: Many factors affect the operation. Biogas Journal, Hrsg.: Fachverband Biogas e.V., H. 11, S. 6 - 9
- [5] ASCHMANN, V., TAPPEN, S., EFFENBERGER, M. (2016): Das Multitalent Biogas - Wärme, Strom und Kraftstoff. Energie Innovativ, 2016, Nachwachsende Rohstoffe in Bayern, Hrsg.: BayStMWi, S. 20 - 24
- [6] AST, P., SCHNEIDER, F., JAIS, C. (2016): Bewegungsbuchten: Praxistest steht aus - MSD Landwirte-Akademie diskutiert neue Abferkelsysteme. Hrsg.: BWagrar, Landwirtschaftliches Wochenblatt (Baden-Württemberg), H. 07, S. 2 - 3
- [7] BAUER, U., HARMS, J., MEHNE, D., RANDT, A. (2016): Schonendes Veröden der Hornanlagen bei Kälbern. Tagungsband zur 17. Jahrestagung der WGM, Hrsg.: Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater, S. 54 - 57
- [8] BERNER, A., BÖHM, H., BRANDHUBER, R., BRAUN, J., BREDE, U., COLLING VON ROES, J., DEMMEL, M., DIERAUER, H., DOPPLER, G., EWALD, B., FISEL, T., FLIEBBACH, A., FUCHS, J., GANTLETT, R., GATTINGER, A., HÄBERLI, H., HEB, J., HÜLSBERGEN, K., KÖCHLI, M., KOLBE, H., ET AL. (2016): The Basics of Soil Fertility - Shaping our relationship to the soil. FiBL Order No. 4002, Hrsg.: Research Institute of Organic Agriculture FiBL
- [9] DEMMEL, M. (2016): Feldhygiene - eine Antwort auf Schädlinge und Krankheiten. Stroh- und Stoppelmanagement. mais, Hrsg.: Deutsches Maiskomitee e.V., H. 3, S. 111-112
- [10] DEMMEL, M. (2016): Trends in der Einzelkornsaat bei Mais - Die Entwicklung der Einzelkornsätechnik geht weiterhin in Richtung höherer Leistungsfähigkeit bei präziser Ablage unter vielfältigen Einsatzbedingungen. Ackerbauprofi, Jänner 2016, Die Revolution in der Sätechnik, S. 26 - 28
- [11] DEMMEL, M., BRANDHUBER, R., DIPOLDER, M. (2016): Schongang für den Boden. Allgäuer Bauernblatt, H. 22, S. 18 - 23
- [12] DEMMEL, M., DIEPOLDER, M., BRANDHUBER, R. (2016): Druck ablassen - Grünlandböden werden durch immer größere Maschinen und Gewichte stark belastet. Die am Markt vorhandene Technik schafft Abhilfe. Landwirtschaftliches Wochenblatt Baden-Württemberg, 26. März 2016, Wochenblatt Magazin, S. 14 - 16
- [13] DEMMEL, M., DIEPOLDER, M., BRANDHUBER, R. (2016): Druck ablassen - Grünlandböden werden durch immer größere Maschinen und Gewichte stark belastet. Die am Markt vorhandene Technik schafft Abhilfe. Schwäbischer Bauer, 26. März 2016, Wochenblatt Magazin, S. 14 - 16

- [14] DEMMEL, M., DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S., BRANDHUBER, R., WALTER, R. (2016): Bodenschonung bei der Grünlandbewirtschaftung. Grünlandheft "Franken". 1. Ausgabe 2016, Versuchsergebnisse und Beratungshinweise, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, S. 103 - 108
- [15] DEMMEL, M., KIRCHMEIER, H., BRANDHUBER, R. (2016): Nur Streifen beackern - Strip-Till konservierende Bestellverfahren für Mais und Rüben gewinnen an Bedeutung. dlz - Agrarmagazin, H. 6, S. 68 - 70
- [16] DEPOUDENT, C., SCHNEIDER, F., JAIS, C. (2016): Cases de maternité: l'impossible Tetris. Tech PORC; La revue technique et économique de l'élevage porcine, Juillet/Aout 2016, Dossier Conduite en bandes. Hrsg.: Chambre d'agriculture de Bretagne, p. 35 - 37
- [17] DOLLHOFER, V., DORN-IN, S., DANDIKAS, V., BAUER, J., LEBUHN, M. (2016): Enhancement of biogas production from lignocellulosic biomass by the implementation of anaerobic fungi. Proceedings of the 2nd HEZagrar PhD Symposium, p. 13 - 15
- [18] EFFENBERGER, M., ZERHUSEN, B. (2016): Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen. Schule und Beratung (SUB), H. 11-12/2016 Hrsg.: BayStMELF, S. 10 - 12
- [19] FLESCHHUT, M., HÜLSBERGEN, K.-J., THURNER, S., EDER, J. (2016): Analysis of different corn stover harvest systems. Agricultural Engineering / Landtechnik, 71 (6), S. 252 - 270
- [20] FLESCHHUT, M., THURNER, S. (2016): Ernte von Körnermaisstroh - Vergleich verschiedener Erntetechniken hinsichtlich Ernteleistung und Maisstrohqualität. Tagungsband zum Info-Tag „Körnermaisstroh als Biogassubstrat“. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 16 - 28
- [21] GEISCHEDER, S. (2016): Grundlagen Hitzestress - Auswirkungen auf die Milchkühe. Tagungsband zum Info-Tag „Möglichkeiten zur Reduzierung von Hitzestress im Milchviehstall“. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 7 - 27
- [22] HAIDN, B. (2016): Automatisches Füttern - Neues aus Praxis und Forschung. Tagungsband zum Info-Tag „Grundfüttervorlage für Rinder“. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 20 - 36
- [23] HAIDN, B., STÜLPNER, A. (2016): Allzeit bereit. dlz-Primus Rind, April 2016, S. 30 - 33
- [24] HARMS, J. (2016): Zwischenmelkzeiten in AMS - Zu kurz - zu lang? Tagungsband zur 17. Jahrestagung der WGM, Hrsg.: Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater, S. 35 - 38
- [25] HARMS, J., BRUCKMAIER, R. (2016): A Tool to analyze and optimize Milking Intervals in Robotic Milking Systems. Congress Proceedings Precision Dairy Farming 2016, Hrsg.: Wageningen Academic Papers, p. 175 - 179
- [26] HARMS, J. (2016): Automatisches Melken – Erfahrungen, Tipps und Tricks. Tagungsband zum Info-Tag „Automatisches Melken“. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 7 - 18
- [27] HARMS, K., OSTERTAG, J., LEBUHN, M., MUNK, B., HARTEL, M., LICHTI, F., MEYER, K. (2016): Investigations on the influence of mycotoxins on biogas production. Proceedings of the 38th Mycotoxin Workshop Berlin 2016, Hrsg.: Gesellschaft für Mycotoxinforschung e.V., S. 62
- [28] HARTMANN, ST., NEIBER, J., PUCHTA, M., REINHOLD, G., REMMERSMANN, TH., WILMS, D. (2016): Strom speichern, Eigenverbrauch steigern - Technik - Auslegung - Kosten. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen e.V., KTBL-Heft 110

- [29] HEINRICH, A. (2016): Sensor-based capturing of nesting behaviour and laying performance in cage free housing systems of laying hens. 2nd HEZagrar PhD Symposium, Hrsg.: Hans-Eisenmann-Zentrum für Agrarwissenschaften, S. 16 - 18
- [30] HEINRICH, A., ICKEN, W., THURNER, S., WENDL, G., BERNHARDT, H., PREISINGER, R. (2016): A comparison of nesting behaviour in RFID-based single and family nests. Proceedings of the XXV World's Poultry Congress, Hrsg.: WPC 2016 Congress Organisation Committee, S. 479 - 479
- [31] HIJAZI, O., EFFENBERGER, M. (2016): Wesentliche Einflussfaktoren für die Treibhausgasbilanz der Strombereitstellung aus Biogas: Erläuterung anhand ausgewählter Praxisbeispiele. Biogas Forum Bayern, V-3, Hrsg.: ALB Bayern e.V.
- [32] HIJAZI, O., MUNRO, S., ZERHUSEN, B., EFFENBERGER, M. (2016): Review of life cycle assessment for biogas production in Europe. Renewable and Sustainable Energy Reviews, p. 1291 - 1300
- [33] HOFFMANN, D. (2016): Establishing a near infrared spectroscopy (NIRS) system to control feed quality of soy cake on base of feed value assessments in-vitro and in-vivo (chicken studies). 2nd HEZagrar PhD Symposium, Hrsg.: Hans-Eisenmann-Zentrum für Agrarwissenschaften, p. 46 - 48
- [34] HOLLIGER, CH., ALVES, M., ANDRADE, D., ANGELIDAKI, I., ASTALS, S., BAIER, U., BOUGRIER, C., BUFFIERE, P., CARBALLA, M., DE WILDE, V., EBERTSEDER, F., FERNANDEZ, B., FICARA, E., FOTIDIS, I., FRIGON, J-C., FRUTEAU DE LACLOS, H., GHASIMI, D., HACK, G., HARTEL, M., HEERENKLA (2016): Towards a standardization of biomethane Potenzial test. Water Science & Technology, (74), 5, Water Science & Technology, p. 1 - 9
- [35] JAIS, C. (2016): Haben die Aufzuchtferkel genug Platz? Badische Bauernzeitung, H. 23, S. 26 - 27
- [36] JAIS, C., ABRIEL, M., MÜLLER, A. (2016) Fünf Jahre Versuche mit unkupierten Ferkeln - Konsequenzen für die Stallsysteme in der Aufzucht und Mast. Tagungsband zur Schweinefachtagung - Jahrestagung, Schweinehaltung - zukunftsorientiert, aber wie?, LfL-Schriftenreihe 11/2016, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 15-24
- [37] JAIS, C. (2016): Mehr Platz für Aufzuchtferkel. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 12, S. 52 - 54
- [38] JAIS, C. (2016): Mehr Platz für Aufzuchtferkel. SUS - Schweinezucht und Schweinemast, H. 4, S. 50 - 53
- [39] JAIS, C. (2016): Mehr Platz für alle. Land&Forst, H. 18, S. 38 - 39
- [40] JAIS, C., ABRIEL, M., MÜLLER, A. (2016): Da braucht man einen neuen Stall. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 44, S. 28 - 29
- [41] JAIS, C., OPPERMAN, P., SCHWANFELDER, J. (2016): Wie wirken Gummimatten im Liegebereich tragender Sauen. Blick ins Land, Oktober 2016, Schweineprofi, S. 22
- [42] JAIS, C., OTTING, M. (2016): Kranken Schweinen eine Auszeit gönnen. BW agrar, H. 48, S. 28 - 30
- [43] JAKSCHITZ-WILD, S. (2016): Bericht über bayerische Betriebe mit hofeigenen Heubelüftungsanlagen. Tagungsband zum Info-Tag „Hofeigene Heubelüftungsanlagen“. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 7 - 24
- [44] JAKSCHITZ-WILD, S. (2016): Luzerneheu in hofeigener Heubelüftungsanlage effektiv konservieren - Beispiele aus Praxisbetrieben. Grünlandheft "Franken". 1. Ausgabe 2016, Versuchsergebnisse und Beratungshinweise, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, S. 84 - 90

- [45] KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M. (2016): Mechanisierung im Haselnussanbau. gartenbau profi, H. 12, S. 12 - 14
- [46] KÜHBERGER, M. (2016): Das Projekt RAST - Eine Kurzbeschreibung, Proceedings: 3. Triesdorfer Tierärztetagung vom 11. bis 13. Mai 2016, Hrsg.: Veticon - Dr. Züchner, S. 91 - 92
- [47] KÜHBERGER, M., STRICKER, C. (2016): Selektives Trockenstellen von Milchvieh. Schule und Beratung (SUB), H. 11-12 / 2016, Hrsg.: BayStMELF, S. 31 - 33
- [48] KÜRN, T., BERNHART, K., RAUCH, E., ERHARD, M., REITER, K. (2016): Einfluss einer ad libitum Vollmilchtränke auf Gewichtsentwicklung, Trinkverhalten und das gegenseitige Besaugen von Fleckviehkälbern. KTBL-Schrift 511, Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, Hrsg.: KTBL, S. 92 - 103
- [49] LEICHER, C., HAIDN, B. (2016): Die Kuh will bequem liegen. Allgäuer Bauernblatt, H. 8, S. 25 - 27
- [50] LEICHER, C., HAIDN, B. (2016): Laufbereiche für gehgesunde Kühe. Allgäuer Bauernblatt, H. 8, S. 18 - 21
- [51] LEICHER, C., HAIDN, B. (2016): Nur dann wollen Kühe gerne fressen. Allgäuer Bauernblatt, H. 8, S. 22 - 24
- [52] LEICHER, C., HAIDN, B. (2016): Ruhe an Trog und Tränke - Tierwohl Serie: Futter- und Wasseraufnahme im Milchviehstall sicherstellen. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 2, S. 28 - 29
- [53] LEICHER, C., HAIDN, B. (2016): Verbesserung von Tierwohl im Bestand - Mängel erkennen und kleine Maßnahmen direkt anwenden. 17. Jahrestagung der WGM, Hrsg.: Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater, S. 59 - 62
- [54] MAČUHOVÁ, J., HAIDN, B. (2016): Entwicklung der Tools für arbeitswirtschaftliche Ist-Analyse für die Innenwirtschaft auf Milchvieh-, Bullenmast- und Schweinemastbetrieben. Arbeitswirtschaften. 20. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, 01.-02. 03. 2016, Hrsg.: VDI-MEG, H. 41, S. 143 - 154
- [55] MAČUHOVÁ, J., HAIDN, B. (2016): Tools zur arbeitswirtschaftlichen Ist- und Soll-Analyse in Milchviehbetrieben. Tagungsband, 17. Jahrestagung der WGM, Hrsg.: Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater, S. 46 - 49
- [56] MAČUHOVÁ, J., JAKSCHITZ-WILD, S., HAIDN, B., THURNER, S. (2016): Labour requirement for barn dried hay production and feeding on dairy farms. Forage Conservation, 17th International Conference Forage Conservation, 27th - 29th September, 2016, p. 175 - 176
- [57] MAČUHOVÁ, L., TANIN, V., UHRINA, M., MILERSKI, M., MAČUHOVÁ, J. (2016): Reakcia bahnic na strojové dojenie - Response of ewes to machine milking. 9, p. 89 - 91
- [58] MAČUHOVÁ, L., TANIN, V., UHRINAT, M., MAČUHOVÁ, J. (2016): The effect of bimodality on milkability of cows. Animal Physiology 2016, Proceedings of 12th International Scientific Conference, 13th - 15th June 2016, p. 177 - 182
- [59] MAXA, J., THURNER, S. (2016): Klappt die GPS-Ortung von Weiderindern? top agrar, H. 8, S. 24 - 25
- [60] MAXA, J., THURNER, S., KÄSS, M., WENDL, G. (2016): Analysis of behaviour of grazing cattle based on GPS and accelerometer data, EAAP Book of Abstracts 2016, Hrsg.: EAAP scientific committee, p. 788

- [61] MAXA, J., THURNER, S., KÄSS, M., WENDL, G. (2016): Verhaltensmonitoring bei Rindern auf der Weide anhand von GPS- und Beschleunigungsdaten. 7. Agrarwissenschaftliches Symposium, Hrsg.: Hans Eisenmann-Zentrum für Agrarwissenschaften, S. 63 - 64
- [62] MAXA, J., THURNER, S., WENDL, G. (2016): Entwicklung, Erprobung und Bewertung eines Ortungssystems mit Softwareanwendungen für Rinder auf Almen und Weiden basierend auf GPS- und GSM-Technologie. Tagungsband, BLE Innovationstage 2016, Hrsg.: BLE, S. 378 - 381
- [63] MAXA, J., THURNER, S., WENDL, G. (2016): GPS-GSM Ortungssystem zum Monitoring von Rindern und zur Analyse der Weidenutzung in alpinen Regionen. Tagungsband internationale Weidetagung - Innovative Weidetechnik und Weidestrategien, Hrsg.: ASTA, S. 15 - 20
- [64] MÜLLER, M., DEMMEL, M., BRANDHUBER, R., KELLERMANN, A. (2016): Kartoffeln tropfgenau wässern. Kartoffelbau, H. 04/2016, S. 45 - 47
- [65] MÜLLER, M., REITER, K., WERNER, D., SCHNEIDER, M., SCHWENZFEIER-HELLKAMP, E. (2016): Ins rechte Licht rücken. dlz-Primus Rind, Februar 2016, S. 42 - 45
- [66] MÜLLER, M., WERNER, D., REITER, K., SCHWENZFEIER-HELLKAMP, E. (2016): Intelligente LED-Leuchte für die Funktionsbereiche "Fressen", "Liegen" und "Laufen" in der Milchviehhaltung. Tagungsband, BLE Innovationstage 2016, Hrsg.: BLE, S. 224 - 228
- [67] NEIBER, J. (2016): Energiecheck für landwirtschaftliche Betriebe - Aus der Beratungspraxis. LandSchaftEnergie, Leistungsbilanz 2016 - LandSchaftEnergie, Hrsg.: BayStMWi + BayStMELF, S. 26 - 27
- [68] NEIBER, J., NESER, S. (2016): Energieeinsparung und Eigenstromnutzung in der Milchviehhaltung - Nutzung von Solarstrom für die Erzeugung von Eiswasser zum Abkühlen der Milch auf Lager-temperatur. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 12 S.
- [69] NEIBER, J., STÖCKER, C. (2016): Solarstrom zur Milchkühlung einsetzen - Selbst erzeugter Strom von Photovoltaik-Anlagen kann Eis für Eiswasserkühlanlagen erzeugen. Elite Magazin für Milcherzeuger, H. 1/2016, S. 66 - 69
- [70] NEIBER, J., NESER, S., STREIBL, TH., BRANDL, A., WILLFARTH, H., GRUBER, K., SCHMID, J. (2016): Energieeffizienz und Solarstromnutzung in der Landwirtschaft - Beispielhafte Beratungsempfehlungen - Energieeinsparlösungen auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 20 S.
- [71] NESER, S., PÖHLMANN, K. (2016): Neuerungen zum Immissionsschutz - Schwerpunkt Rinderhaltung. Schule und Beratung (SUB), H. 7-8/2016, Hrsg.: BayStMELF, S. 44 - 46
- [72] NESER, S., PÖHLMANN, K. (2016): Untersuchung von Abluftreinigungsanlagen in Bayern. Tagungsband zur Schweinefachtagung - Jahrestagung, Schweinehaltung - zukunftsorientiert, aber wie? LfL-Schriftenreihe 11/2016, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 53 - 64
- [73] OBERSCHÄTZL-KOPP, R., HAIDN, B. (2016): Automatisches Füttern in einem AMS Betrieb. VLM Mitteilungen, Bildung im Blick, Hrsg.: Verband landwirtschaftlicher Meister, S. 29
- [74] OBERSCHÄTZL-KOPP, R., HAIDN, B., PEIS, R., REITER, K., BERNHARDT, H. (2016): Effects of an automatic feeding system with dynamic feeding times on the behaviour of dairy cows. Congress Proceedings Precision Dairy Farming 2016, Hrsg.: Wageningen Academic Papers, p. 363 - 369
- [75] OBERSCHÄTZL-KOPP, R., HAIDN, B., PEIS, R. (2016): Den Kuh-Verkehr entzerren. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 34, S.76 - 77

- [76] OBERSCHÄTZL-KOPP, R., HAIDN, B., PEIS, R., REITER, K., (2016): Effects of an automatic feeding system with dynamic feed delivery times on the behaviour of dairy cows. Proceedings of the international Conference on Agricultural Engineering CIGR - AgEng 2016 Jun. 26-29, 2016, Aarhus, Denmark, 8 p.
- [77] OTTING, M., JAIS, C., OPPERMAN, P., ABRIEL, M. (2016): Jungeber bringen Leistung. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 50, S. 30 - 31
- [78] RATH, J., HERRMANN, A., HEUWINKEL, H., DANDIKAS, V., LICHTI, F. (2016): Welcher Maissortentyp für die Biogasanlage? - Wechselspiel der Inhaltsstoffe beeinflusst das Potenzial der Biogasausbeute. mais, H. 4, S. 171 - 175
- [79] SCHINDHELM, K., HAIDN, B. (2016): Lahme Kühe früh erkennen - Die LfL testet Systeme zum rechtzeitigen Aufspüren von Klauenerkrankungen. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 27, S. 48 - 49
- [80] SCHINDHELM, K., HAIDN, B., REESE, S., FIEDLER, A. (2016): Developing A Lameness Detection Model Using Automatically Recorded Performance And Behavior Data. The 29th World Buiatrics Congress, Dublin 2016 - Congress Proceedings, Hrsg.: Michael Doherty, p. 179
- [81] SCHINDHELM, K., HIEMER, J. (2016): Lahmheiten früher erkennen. Allgäuer Bauernblatt, H. 15, S. 29 - 31
- [82] SCHMIDT, E., DAMME K., REITER, K. (2016): Gibt es den Hahn für alle Fälle, Zweinutzungshühner im Test. DGS-Magazin, H. 13, S. 37 - 41
- [83] SCHMIDT, E., DAMME, K., REITER, K. (2016): Sie legen deutlich mehr S-Eier, Zweinutzungshühner im Test. DGS-Magazin, H. 9, S. 22 - 25
- [84] SCHNEIDER, F. (2016): Versuchsergebnisse zu den Bewegungsbuchten des LfL-Projektes im LVFZ Schwarzenau. Tagungsband zum Info-Tag „Haltung von säugenden Sauen in Bewegungsbuchten“. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 7 - 22
- [85] SCHNEIDER, F., JAIS, C. (2016): Bautipps für Bewegungsbuchten. top agrar, H. 7, Spezialprogramm Schweinehaltung, S. 8
- [86] SCHNEIDER, F., JAIS, C. (2016): Versuchsergebnisse zum Einsatz von sechs verschiedenen Bewegungsbuchten am LVFZ Schwarzenau. Tagungsband zur Schweinefachtagung - Jahrestagung, Schweinehaltung - zukunftsorientiert, aber wie? LfL - Schriftenreihe 11/2016, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 25 - 37
- [87] SCHNEIDER, F., JAIS, C., MÜLLER, A., HAIDN, B. (2016): Bewertung von Bewegungsbuchten in der konventionellen Ferkelerzeugung unter Berücksichtigung von funktionsmaßen und arbeitswirtschaftlichen Kriterien. Arbeitswirtschaften. 20. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, 01.-02. 03. 2016, Hrsg.: VDI-MEG, H. 41, S. 89 - 106
- [88] SCHNEIDER, F., JAIS, C., MÜLLER, A. (2016): Im eigenen Betrieb ausprobieren. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 23, S. 42 - 43
- [89] SEIFERTH, B. (2016): Roboter für die Weide? top agrar, H. 9, S. 84
- [90] SEIFERTH, B., CARIOU, C., GOBOR, Z. (2016): Control and guidance system for optimal maintenance operations on pastures by an autonomous mobile machine. MCG 2016 - 5th International Conference on Machine Control & Guidance, "Facing complex outdoor challenges by interdisciplinary research" Vichy, France, October 5-6th, 2016, p.7

- [91] SEIFERTH, B., GOBOR, Z., THURNER, S. (2016): Localization of pasture maintenance spots by a 2D laser scanner. Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering CIGR - AgEng 2016 Jun. 26-9, 2016, Aarhus, Denmark, p.10
- [92] SEIFERTH, B., THURNER, S., FEHRMANN, J. (2016): Selective pasture maintenance by an autonomous mobile machine - Development of a pasture robot. VDI-Bericht 2273, 74. Internationale Land.Technik Tagung 2016, Hrsg.: VDI, p. 235 - 245
- [93] SIEGFORD, J. M., BEREZOWSKI, J., BISWAS, S. K., DAIGLE, C. L., GEBHARDT-HENRICH, S. G., HERNANDEZ, C. E., THURNER, S., TOSCANO, M. J. (2016): Assessing Activity and Location of Individual Laying Hens in Large Groups Using Modern Technology. *Animals* 2016, 6(2), 10; doi:10.3390/ani6020010, p. 1 - 20
- [94] SIMON, J. (2016): Musterstall auf dem ZLF 2016. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 5, S. 49
- [95] SIMON, J. (2016): Rundgang im Wohlfühlstall. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 36, S. 35 - 38
- [96] SIMON, J., HARMS, J., MÜLLER, M. (2016): Warum nicht mehrhäusig. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 51, S. 50 - 52
- [97] SIMON, J., STÖTZEL, P. (2016): Mehrhäusig bauen. *Fleckvieh*, Nr. 2, Hrsg.: Deutscher Landwirtschaftsverlag, S. 44 - 46
- [98] STOCKL, A., LICHTI, F. (2016): Möglichkeiten und Grenzen der NIR-Sensorik bei der Prozessüberwachung in Biogasanlagen - NIRS-Monitoring. *Biogas Infotage 2016 am 13.01. - 14.01.2016*, Hrsg.: renergie Allgäu e.V.
- [99] STOCKL, A., LICHTI, F. (2016): Wenn der Fermenter Bauchweh hat - Prozessüberwachung mit NIR-Spektroskopie. Hrsg.: BWagrar Landwirtschaftliches Wochenblatt (Baden-Württemberg), Ratgeber Energie, H. 19, S. 8 - 10
- [100] STÖTZEL, P. (2016): Bauliche Einflussfaktoren auf das Temperaturverhalten eines Milchviehstalls. Tagungsband zum Info-Tag „Möglichkeiten zur Reduzierung von Hitzestress im Milchviehstall“ LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 28 - 50
- [101] STREIBL, TH., FREIBERGER, M., OBERNÖDER, G., NEIBER, J. (2016): Energieeffizienz in der Landwirtschaft - Einsparung - Effizienz - Erneuerbare Energien. *LandSchaftEnergie*, Hrsg.: BayStMWi + BayStMELF, 24 S.
- [102] STREICHER G., KLICHE R., EFFENBERGER, M. (2016): Rührwerke in Biogasanlagen TEIL I - Worauf ist zu achten? Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 6, S. 55 - 56
- [103] STREICHER G., KLICHE R., EFFENBERGER, M. (2016): Rührwerke in Biogasanlagen TEIL II - Welche Rührwerke passen zu meiner Anlage? Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, H. 7, S. 54 - 55
- [104] TAPPEN, S. (2016): Neues zu BHKW-Emissionen und zum Netzanschluss. *Biogas Journal 2/2016*, Hrsg.: Fachverband Biogas (Bericht von Thomas Gaul), S. 37 - 38
- [105] TAPPEN, S., EFFENBERGER, M. (2016): Auswirkungen einer flexiblen Biogasverwertung auf den elektrischen Wirkungsgrad und die Abgasemissionen von Blockheizkraftwerken. Tagungsband zum 10. Rostocker Bioenergieforum am 16. und 17.06.2016, Hrsg.: Universität Rostock, Band 58, S. 351 - 359

- [106] THURNER, S., JAKSCHITZ-WILD, D. (2016): Heubelüftung: Kein Schnee von gestern. Badische Bauernzeitung, H. 5, 24 - 27
- [107] THURNER, S., JAKSCHITZ-WILD, S. (2016): Die Schnitte in mehreren Chargen ernten. Badische Bauernzeitung, H. 6, S. 25 - 27
- [108] URBATZKA, P., DEMMEL, M., JOBST, F. (2016): Beikrautregulierung bei Soja. Naturland Nachrichten, 1, S. 41 - 42
- [109] URBATZKA, P., DEMMEL, M., JOBST, F. (2016): Möglichkeiten der Beikrautregulierung bei Soja. GÄA Rundbrief, H. 1, S. 2 - 4
- [110] URBATZKA, P., JOBST, F., DEMMEL, M. (2016): Praxiserfahrung, Beikrautregulierung und Mulchsaat bei Soja im ökologischen Landbau - Ergebnisse von Exaktversuchen und einer Praxisumfrage. LfL-Schriftenreihe, 4/2016, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 1-9
- [111] WENDL, G. (2016): Technik der Rinderhaltung. Jahrbuch Agrartechnik, Band 27, Jahrbuch Agrartechnik 2015, Hrsg.: Frerichs, Ludger, S. 1 - 12
- [112] WENDL, G., HARMS, J. (2016): Automatisierung in der Milchviehhaltung - Stand der Technik und Entwicklungstendenzen - Automatisierung Milchviehhaltung. 9. Symposium, Deutsch-Türkische Agrarforschung, Hrsg.: Verband deutsch-türkischer Agrar- und Naturwissenschaftler e.V., S. 288 - 296
- [113] WERNER, D., MÜLLER, M., SCHNEIDER, M., PELZER, A., REITER, K., SCHWENZFEIER-HELLKAMP, E. (2016): Beleuchtung und Beleuchtungstechnik im Rinderstall. DLG-Merkblatt, 415
- [114] WERNER, D., SCHNEIDER, M., MÜLLER, M., SCHWENZFEIER-HELLKAMP, E., REITER, K. (2016): LED-Beleuchtung für Mensch und Tier in einem Milchviehstall unter Berücksichtigung der biologischen Wirksamkeit. Tagungsheft LICHT 2016, Hrsg.: Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V., S. 194 - 195
- [115] ZAHNER, J. (2016): Wie kann sinnvoll auf Hitzeperioden im Stall reagiert werden? BVN Zuchtwahl und Besamung, 2016/175, BVN Zuchtwahl und Besamung, Hrsg.: Besamungsverein Neustadt/Aisch e.V. , S. 53 - 55
- [116] ZAHNER, J. (2016): Technische Möglichkeiten zur Lüftung und Kühlung. Tagungsband zum Info-Tag „Möglichkeiten zur Reduzierung von Hitzestress im Milchviehstall“. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 51- 73
- [117] ZAHNER, J., HARMS, J. (2016): Ventilatoren für den Einsatz im Milchviehstall. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 15 S.
- [118] ZEHETMEIER, M., ZERHUSEN, B., HOFFMANN H., MÜLLER U. K. (2016): One size does not fit all - toward farm-specific GHG mitigation options in agriculture through evaluating variability at multiple levels. Proceedings of the 10th International Conference on Life Cycle Assessment of Food 2016, p. 344 - 353

5.2 Veranstaltungen, Tagungen, Vorträge und Kooperationen

5.2.1 Tagungen und Fachkolloquien, selbst organisiert bzw. mit veranstaltet

Tagungsthema	Veranstalter	Datum
VÖS (Verband österreichischer Schweinebauern)	LVFZ Schwarzenau	18.01.2016
Pflanzenbauliche Kolloquienreihe der LfL „Optimierung der Futtergewinnung vom Grünland“	LfL, ILT	19.01.2016
Info-Tag „Automatisches Melken“	ILT	17.02.2016
LfL Praktiker-Forum „Ferkelerzeugung im globalen Wettbewerb...“	LVFZ Schwarzenau-Haus der Gemeinschaft Schwarzenau	18.02.2016 - 19.02.2016
Info-Tag „Automatische Grundfuttermittelvorgabe für Rinder“	ILT	25.02.2016
Pflanzenbauliche Kolloquienreihe der LfL „Optimierung und Bewertung von Verfahren und Technik zur Applikation von flüssigen organischen Düngern in Mais bei erosionsmindernden Bestellverfahren“	LfL, ILT	15.03.2016
Info-Tag „Hofeigene Heubelüftungsanlagen“	ILT	16.03.2016
Tagung des DMK-Ausschuss Futtermittelkonservierung und Fütterung	DMK, ITE, ILT	05.04.2016 - 06.04.2016
Info-Tag „Hitzestress“	ILT	13.04.2016
VDI-Seminar Landtechnik „Landtechnik im Spiegel der Gesellschaft - Gesellschaftliches Ideal vs. realen Anforderungen“	VDI Max-Eyth-Gesellschaft, TUM, ILT	14.04.2016
„Kick-Off-Veranstaltung“ zum Projekt RAST	ILT	26.04.2016
Feldtag Grub Energiepflanzen	LfL	25.05.2016
Auftaktveranstaltung zum KTBL-Ideenwettbewerb für Studierende der Architektur „Neue Konzepte für die Nutztierhaltung“	KTBL, ILT	29.04.2016
Besprechung DLG-Feldtage	LfL	01.06.2016
Dienstbesprechung „Stellungnahmen“	FüAk	14.06.2016
Vorstellung Forschungsprojekte des StMELF	ILT	16.06.2016
Info-Tag „Haltung von säugenden Sauen in Bewegungsbuchten“	ILT	22.06.2016
Feldtag-Oberhummel Körnerleguminosen	LfL	30.06.2016
Referendarausbildung Vertiefung für 4. Qualifizierungsebene	FüAk, LfL	27.06.2016 - 06.07.2016
Sommerschultag 2016 für Studierende I	ILT	07.07.2016
Sommerschultag 2016 für Studierende II	ILT	14.07.2016
Einführungsveranstaltungen für die neuen LfL-Auszubildenden	LfL	05.09.2016
Info-Tag „Körnermaisstroh als Biogassubstrat“	ILT	20.10.2016
Ziegen-Info-Tagung	ITZ	25.10.2016

Tagungsthema	Veranstalter	Datum
Schweinefachtagung - Jahrestagung 2016	ILT, ALB, LKV, Ringgemeinschaft, EGZH	28.11.2016
Pflanzenbauliche Kolloquienreihe der LfL „Körnermaisstroh - ein Substrat mit überraschendem Potenzial: Erträge und Methanausbeuten, Vergleich verschiedener Ernteverfahren“	LfL, ILT	06.12.2016

5.2.2 Ausstellungen

Name der Ausstellung	Thema	Veranstalter	Datum
Info- und Lehrschautag	„Automatisches Melken“	ILT - (Forum Grub)	17.02.2016
Info- und Lehrschautag	„Automatische Grundfuttermalage für Rinder“	ILT - (Forum Grub)	25.02.2016
Info- und Lehrschautag	„Hofeigene Heubelüftungsanlagen“	ILT - (Forum Grub)	16.03.2016
Info- und Lehrschautag	„Hitzestress“	ILT - (Forum Grub)	13.04.2016
Info- und Lehrschautag	„Haltung von säugenden Sauen in Bewegungsbuchten“	ILT - (Forum Grub)	22.06.2016
DLG Feldtage 2016, Mariaburghausen	Fachmesse für Pflanzenbauprofis	DLG	12. 06. - 14.06.2016
Bayerisches Zentral-Landwirtschaftsfest, München	Landwirtschaftsmesse mit Vorstellung eines Milchviehstalles in Modulbauweise	BBV	17. 09. - 25.09.2016
Info- und Lehrschautag	„Körnermaisstroh als Biogassubstrat“	ILT - (Forum Grub)	20.10.2016
EuroTier, Hannover	Internationale Messe für Tierhaltung	DLG	15.11. - 18.11.2016

5.2.3 Vorträge

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Aschmann, V.	Wartung von Anlagen	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Anlagenbetreiber, Firmen, Behörden	Bayreuth, 05.01.2016
Aschmann, V.	Wartung von Anlagen	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Anlagenbetreiber, Behörden, Firmen	Bayreuth, 13.01.2016
Aschmann, V.	Anforderungen der Flexibilisierung an die Anlagentechnik	Renergie, Anlagenbetreiber, Firmen, Behörden, Landwirte	Ulm, 14.01.2016
Aschmann, V.	Wartung von Anlagen	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Anlagenbetreiber, Firmen, Behörden	Landshut, 20.01.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Aschmann, V.	Biogas Prozess	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Anlagenbetreiber, Firmen	Freising, 21.01.2016
Aschmann, V.	Gasausbeuten verschiedener Substrate	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Anlagenbetreiber, Firmen	Freising, 21.01.2016
Aschmann, V.	Rund um das BHKW - technische Entwicklungen, Wirkungsgrade, Auswirkungen der flexiblen Fahrweise, etc.	LAZBW, Anlagenbetreiber	Kupferzell, 26.01.2016
Aschmann, V.	Rund um das BHKW – technische Entwicklungen, Wirkungsgrade, Auswirkungen der flexiblen Fahrweise, etc.	LAZBW, Anlagenbetreiber	Steinenkirch, 27.01.2016
Aschmann, V.	Wartung von Anlagen	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Anlagenbetreiber, Firmen, Behörden	Landsberg am Lech, 09.02.2016
Aschmann, V.	Wartung von Anlagen	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Anlagenbetreiber, Firmen, Behörden	Triesdorf, 24.02.2016
Aschmann, V.	TRGS 529: Neue Sicherheitsanforderungen für Biogasanlagenbetreiber	LfL, Anlagenbetreiber, Behörden	Freising, 25.02.2016
Aschmann, V.	Möglichkeiten zur Optimierung von bestehenden Biogasanlagen	LfL, Anlagenbetreiber, Firmen, Behörden	Neumerkt i.d. Oberpfalz, 25.02.2016
Aschmann, V.	Möglichkeiten der Repowering bei Biogasanlagen, Nutzung von ORC-Anlagen	AELF, Anlagenbetreiber	Werneck, 29.02.2016
Aschmann, V.	Vorstellung der Betreiberschulung M3 "Betreiberqualifikation - Anlagensicherheit von Biogasanlagen"	BayStMELF, Landtechnik- und LandSchaftEnergie-Berater	Nördlingen, 03.03.2016
Aschmann, V.	Wartung von Anlagen	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Anlagenbetreiber, Firmen, Behörden	Landshut, 09.03.2016
Aschmann, V.	Vorstellung des Biogas Forum Bayern als Bildungseinrichtung im Schulungsverbund Biogas	Fachverband Biogas, DVGW, DWA, Fachbeirat	Fulda, 10.03.2016
Aschmann, V.	Wartung von Anlagen	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Anlagenbetreiber, Firmen, Behörden	Triesdorf, 16.03.2016
Aschmann, V.	AG VI - Schulung und Zertifizierung	ALB, Koordinierungsgremium	Freising, 18.03.2016
Aschmann, V.	Arbeitsgruppe VI - Schulung und Zertifizierung	ALB, Teilnehmer Plenumsitzung	Freising, 13.04.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Aschmann, V.	Wartung von Anlagen	LfL, ALB, Biogas Forum Bayern, Landtechnik- und LandSchafttEnergie-Berater	Freising, 04.05.2016
Aschmann, V.	Biogasanlagen - Status Quo und zukünftige Herausforderungen	Regierung von Niederbayern, Mitarbeiter der Regierung von Niederbayern	Landshut, 30.05.2016
Aschmann, V.	AG VI - Schulung und Zertifizierung	ALB, Koordinierungsgremium	Freising, 14.10.2016
Aschmann, V.	Arbeitsgruppe VI - Schulung und Zertifizierung	ALB, Mitglieder Plenum Biogas Forum Bayern	Freising, 9.11.2016
Aschmann, V.	Konzept Beratung Gewässerschutz	LfL, BayStMELF, LfL - Landtechnikberater, Bauberater	Freising, 22.12.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlage bei Kälbern	Jungzüchterverein Passau, Landwirte	Passau, 25.01.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlage bei Kälbern	AELF, Landwirte / Prüferschulung	Triesdorf, 26.01.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlage beim Kalb	AELF, Landwirte	Grub, 28.01.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlage beim Kalb	AELF, Landwirte	Landau, 10.02.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlage beim Kalb	AELF, Landwirte	Triesdorf, 12.02.2016
Bauer, U.	Stressfreies Veröden der Hornanlagen bei Kälbern	AELF, Landwirte	Pietenfeld, 17.02.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlagen bei Kälbern	AELF, Landwirte	Wemding, 23.02.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlage bei Kälbern	BFL e.V., Berater	Bad Sassendorf, 09.03.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlage bei Kälbern	Naturland, Bio-Landwirte	Unterthingau, 07.04.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlage beim Kalb	FüAk Anwärter	Grub, 13.06.2016
Bauer, U.	Schonendes Veröden der Hornanlage beim Kalb	FüAk Referendare	Grub, 27.06.2016
Bernhart, K., Kürn, T., Reiter, K., Erhard, M., Rauch, E., Reese, S.	Einfluss einer ad libitum Vollmilchtränke auf Fleckviehkälber	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Bernhart, K., Kürn, T.	Einfluss einer ad libitum Vollmilchtränke bei Fleckviehkälbern	LfL, LKV-Berater	Grub, 22.07.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Bernhart, K., Kürn, T., Reiter, K., Rauch, E., Erhard, M.	Einfluss einer ad libitum Vollmilchtränke auf Fleckviehkälber	LfL, Kollegen ILT, ITZ und ITE	Grub, 25.11.2016
Demmel, M.	Precision Farming - Wohin geht die Reise, was ist sinnvoll in unseren Strukturen	AELF, Landwirte, Berater	Köfering, 11.01.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Brandhuber, R.	Bodenschonung bei der Futterernte	DLG, Landwirte, Berater, Landtechnikindustrie	München, 11.01.2016
Demmel, M.	Automatische Lenksysteme: Aufbau, Funktion und Anwendungen	AELF, Landwirte	Dröbling, 15.01.2016
Demmel, M., Brandhuber, R., Kirchmeier, H., Lutz, S.	Streifenbodenbearbeitung zu Mais in Bayern	LWK NRW, Berater, Lohnunternehmer, Landwirte	Saerbeck, 19.01.2016
Demmel, M.	Entwicklung des Elektronik-einsatzes in der Landwirtschaft	LfL, Gutsverwalter und Betriebsleiter	Landshut Schönbrunn, 28.01.2016
Demmel, M.	Entwicklung des Elektronik-einsatzes in der Landwirtschaft	Landmaschinenschule Schönbrunn, Landwirte und Berater	Landshut Schönbrunn, 29.01.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Brandhuber, R.	Bodenschonender Einsatz von Landmaschinen	MR/KBM, Landwirte	Mammendorf, 24.02.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H.	Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren - Eigenschaften, Einsatz und Technik	LKP, Landwirte und Berater	Aiterhofen, 10.03.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Lutz, S., Lichti, F., Neser, S., Brandhuber, R., Wendland, M., Hammerl, G., Scheidler, M.	Optimierung und Bewertung von Verfahren und Technik zur Applikation von flüssigen organischen Düngern in Mais bei erosionsmindernden Bestellverfahren 2013 - 2016	LfL, Forscher, Berater	Freising, 15.03.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Brandhuber, R.	Bodenschonender Einsatz von Landmaschinen im Grünland	MR/KBM, Landwirte	Rothenfeld, 07.04.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Demmel, M., Kirchmeier, H., Lutz, S., Lichti, F., Neser, S., Wendland, M., Hammerl, G., Scheidler, M.	Streifenbodenbearbeitung mit Gülleapplikation zu Mais 2008 - 2015	MR/KBM, Landwirte	Schwifting, 07.04.2016
Demmel, M.	Grundsätze zu Ernte, Trans- port, Lagerung und Aufberei- tung von Körnerfrüchten	LGL - Akademie für Gesund- heit und Lebensmittelsicher- heit, Amtstierärzte	München, 25.04.2016
Demmel, M., Weber, A.	Grundsätze und Empfehlungen zu Lagerung und Transport von Lebensmitteln im landwirt- schaftlichen Betrieb	LGL - Akademie für Gesund- heit und Lebensmittelsicher- heit, Amtstierärzte	München, 25.04.2016
Demmel, M.	Grundsätze zu Ernte, Trans- port, Lagerung und Aufberei- tung von Körnerfrüchten	LGL - Akademie für Gesund- heit und Lebensmittelsicher- heit, Lebensmittelkontrolleure	Grub, 12.05.2016
Demmel, M., Weber, A.	Grundsätze und Empfehlungen zu Lagerung und Transport von Lebensmitteln im landwirt- schaftlichen Betrieb	LGL - Akademie für Gesund- heit und Lebensmittelsicher- heit, Lebensmittelkontrolleure	Grub, 12.05.2016
Demmel, M.	Field Robots - Farmers' ever- lasting Dream	AGCO Fendt, Ingenieure AGCO und BOSCH	Freising, 19.05.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Lutz, S., Brandhuber, R., Kistler, M.	Technik für Streifenbodenbe- arbeitung mit Gülleinjektion	Hochschule Osnabrück, For- scher, Berater, Lohnunter- nehmer und Landwirte	Osnabrück, 20.05.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Brandhuber, R., Blumental, B.	Regelfahrspurverfahren - Controlled Traffic Farming Ergebnisse fünfjähriger Unter- suchungen	KTBL, Referenten und Berater	Mühldorf am Inn, 08.06.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Lutz, S., Brandhuber, R., Kistler, M.	Streifenbodenbearbeitung - abgeschlossene und aktuelle Untersuchungen	KTBL, Referenten und Berater Landtechnik	Mühldorf am Inn, 08.06.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Brandhuber, R., Kistler, M.	Controlled Traffic Farming - A five Years Investigation on Three Locations in Bavaria	CIGR, Wissenschaftler	Aarhus, 22.06.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Demmel, M., Kirchmeier, H., Lutz, S., Kupke, S., Brandhuber, R., Kistler, M., Hammerl, G., Scheidler, M.	Klimaänderung und Antworten der Landtechnik	LfL, Mitglieder des wissenschaftlich technischen Beirates der LfL	Freising, 11.07.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Brandhuber, R.	Bodenbelastung und Bodenschonung im Grünland	MR/KBM, Landwirte, Lohnunternehmer, Berater	Hergatz, 31.08.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H.	Verfahren und Technik zur Zerkleinerung von Maisstroh und Stoppel	DMK Deutsches Maiskomitee, Landwirte, Lohnunternehmer, Berater	Gut Dummerstorf, 12.10.2016
Demmel, M.	Begrüßung LfL Infotag Maisstroh als Biogassubstrat	LfL, Landwirte, Lohnunternehmer, Beratung	Grub, 20.10.2016
Demmel, M.	Untersuchung unterschiedlicher Methoden zum mechanischen Abtöten von Zwischenfrüchten für erosionsmindernde Bestellverfahren von Mais zur Reduzierung des Einsatzes von Totalherbiziden	LfL, Institutsleiter der LfL	Freising, 25.10.2016
Demmel, M.	„Arbeitsgruppe Digitalisierung“	LfL, Institutsleiter der LfL	Freising, 22.11.2016
Demmel, M.	Digitalisierung in der Landwirtschaft - Definitionen, aktuelle Projekte und Versuche an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft	FüAk Erzeugerringberatung LKP, Fachzentrum Pflanzenbau	Freising, 30.11.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H.	Bodenbearbeitungssysteme - Eigenschaften, Einsatz und Technik	FüAk Erzeugerringberatung LKP, Fachzentrum Pflanzenbau	Freising, 30.11.2016
Demmel, M., Kirchmeier, H., Brandhuber, R., Blumenthal, B.	Regelfahrspurverfahren - Controlled Traffic Farming Ergebnisse fünfjähriger Untersuchungen	BLU Bundesverband Deutscher Lohnunternehmer, Lohnunternehmer	Bremen, 07.12.2016
Ebertseder, F.	Nährstoffbilanzierung im landwirtschaftlichen Betrieb	LfL, Wissenschaftler, Amtskollegen	Freising, 05.02.2016
Ebertseder, F.	Emissionsmindernde Wirtschaftsdüngerausbringung	AELF, Landwirte, Berater, Anwärter, Schüler	Rohrdorf, 10.02.2016
Ebertseder, F.	Energie- und nährstoffeffizienter Einsatz von Wirtschaftsdüngern	LfL, Landwirte, wissenschaftliche Mitarbeiter	Freising, 25.02.2016
Ebertseder, F.	Quo vadis?!? - Emissionsmindernde Wirtschaftsdüngerausbringung	BayStMELF, Berater, Landwirte, Wissenschaft, Ministerium	Ergolding, 28.11.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Ebertseder, F., Lichti, F.	Einfluss verschiedener Lagerverfahren sep. fester Biogasgärreste auf das Restgas- und Emissionspotenzial	BayStMELF, Wissenschaftler	München, 02.12.2016
Effenberger, M.	Kurzbericht zu aktuellen Projekten der Arbeitsgruppe ILT 2c - Technikfolgenabschätzung	BayStMELF	München, 01.12.2016
Effenberger, M., Zerhusen, B., Zehetmeier, M., Zickgraf, W.	Klimaschutz und Landwirtschaft: Vor welchen Herausforderungen stehen unsere Milchviehbetriebe?	LAZBW, Landwirte, Berater, Studenten, Wissenschaftler	Aulendorf, 09.12.2016
Feucht, C., Kühberger, M.	Projektvorstellung RAST	Bayerische Milchindustrie, Landwirte im Rahmen einer Erzeugerinformationsveranstaltung der Bayerischen Milchindustrie, BMI	Gollhofen, 16.02.2016
Feucht, C.	Arbeitsseminar RAST	LfL, Landwirte	Grub, 26.04.2016
Fröhlich, G.	Moderation	GIL, Wissenschaftler und Praktiker Agrarinformatik	Osnabrück, 23.02.2016
Geischer, S.	Grundlagen Hitzestress - Auswirkungen auf die Milchkuh	LfL, Landwirte, Beratung	Grub, 13.04.2016
Haidn, B.	Spezial "Automatisches Füttern"	BBV, Besucher des ZLF	München, 22.09.2016
Haidn, B.	Automatische Fütterung für Rinder	BFL, Berater	Haus Düsse, 08.03.2016
Haidn, B.	Aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Milchviehhaltung	LfL, Berater	Triesdorf, 07.07.2016
Haidn, B.	Sommerschultag Kuhstall	LfL, Studierende der Landwirtschaftsschulen	Grub, 14.07.2016
Haidn, B., Harms, J.	Vorstellung LfL und Begrüßung	LfL, Fachschulklassen	Grub, 14.07.2016
Haidn, B.	Abstimmungsgespräch ILT - BayStMELF	LfL, Angehörige des StMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Haidn, B.	Automatisches Füttern	LfL, LKV Berater	Grub, 20.07.2016
Haidn, B., Leicher, C.	Spezial "Automatisches Füttern"	BBV, Besucher des ZLF	München, 17.09.2016
Haidn, B., Leicher, C.	Spezial "Automatisches Füttern"	BBV, Besucher des ZLF	München, 19.09.2016
Haidn, B., Leicher, C.	Spezial "Automatisches Füttern"	BBV, Besucher des ZLF	München, 23.09.2016
Haidn, B., Leicher, C.	Spezial "Automatisches Füttern"	BBV, Besucher des ZLF	München, 25.09.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Haidn, B., Leicher, C., Stülpner, A.	Automatische Fütterungssysteme für Rinder	DLG, Besucher der Messe „EuroTier“	Hannover, 17.11.2016
Harms, J.	Automatisch hohe Leistung durch AMS?	Ring junger Landwirte Bayreuth, Landwirte	Bayreuth, 02.02.2016
Harms, J.	Tierhaltung Rind	BBV, Herrschinger Grundkurs	Herrsching, 05.02.2016
Harms, J.	Automatisches Melken	AELF, Landwirte	Germannsdorf, 12.02.2016
Harms, J.	Analyse der Zwischenmelkzeiten in AMS	LWK Oberösterreich, Berater	Mettmach, 15.02.2016
Harms, J.	Automatisches Melken	LfL, Landwirte, Berater	Grub, 17.02.2016
Harms, J.	Moderation	LfL, Landwirte, Berater	Grub, 17.02.2016
Harms, J.	Moderation	LfL, Landwirte, Berater, Firmenvertreter	Grub, 25.02.2016
Harms, J.	Zwischenmelkzeiten in Automatischen Melksystemen	BFL, Berater und Firmenvertreter	Bad Sassendorf, 09.03.2016
Harms, J., Haidn, B.	Precision Dairy Farming im Milchviehstall Grub	LfL, Journalisten	Grub, 11.03.2016
Harms, J.	Betriebliches Wachstum und Lebensqualität	VLF, Bäuerinnen	Erlstätt, 15.03.2016
Harms, J.	Neues aus dem ILT	FüAk Leiter der Fachzentren Rinderhaltung und Rindermast	Weichering, 06.04.2016
Harms, J.	Automatisches Melken	MR/KBM, Betriebshelfer Maschinering	Herrsching, 12.04.2016
Harms, J.	Moderation	LfL, Landwirte, Berater	Forum, Grub, 13.04.2016
Harms, J.	Zwischenmelkzeiten bei AMS	LKV, Landwirte	Betzigau, 28.04.2016
Harms, J.	Zwischenmelkzeiten bei AMS	LKV, Landwirte	Weilheim, 28.04.2016
Harms, J.	Vorstellung LfL und Begrüßung	KTBL, Architekturstudenten und -dozenten	Grub, 29.04.2016
Harms, J.	Automatisches Melken	HLS, Schüler der HLS Rotthalmünster	Rotthalmünster, 19.05.2016
Harms, J.	Automatisierte Fütterungssysteme in der Rinderhaltung	HLS, Schüler der HLS Rotthalmünster	Rotthalmünster, 19.05.2016
Harms, J., Bauer, U., Zahner, J.	Rinderhaltung	LfL, Anwärter und Referendare	Grub, 31.05.2016
Harms, J.	Zwischenmelkzeiten bei AMS	KTBL, Referenten für Landtechnik	Mühldorf am Inn, 01.06.2016
Harms, J.	Analyse der Zwischenmelkzeiten bei AMS	AELF, Landwirte	Rohrdorf, 09.06.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Harms, J.	Vorstellung LfL und ILT	BBV, BBV Obmänner	Grub, 15.06.2016
Harms, J., Bruckmaier, R.	A Tool to analyze and optimize Milking Intervals in Robotic Milking Systems	Wageningen UR, Wissenschaftler	Leeuwarden, 23.06.2016
Harms, J.	Vorstellung LfL und Begrüßung	LfL, Fachschulklassen	Grub, 07.07.2016
Harms, J., Haidn, B., Bauer, U., Zahner, J.	Vorstellung aktueller Forschungsprojekte	FüAk Fachzentren Rinderhaltung	Triesdorf, 13.07.2016
Harms, J.	Verantwortungsbewusste und zukunftsfähig ausgestaltete Nutztierhaltung-Leitsätze der LfL	LfL, Mitarbeiter LfL	Grub, 15.07.2016
Harms, J.	Automatisches Melken	LfL, LKV Berater	Grub, 26.07.2016
Harms, J.	Analyse der Zwischenmelkzeiten bei AMS	LKV, Landwirte	Nassenbeuren, 11.08.2016
Harms, J.	Tool zur Analyse der Zwischenmelkzeiten bei AMS	WGM, Milcherzeugerberater	Triesdorf, 19.10.2016
Harms, J.	Moderation	WGM, Teilnehmer der WGM Jahrestagung	Triesdorf, 20.10.2016
Harms, J.	Zwischenmelkzeiten bei AMS	LK Oberösterreich, Landwirte	Obertrum, 24.11.2016
Harms, J.	Zwischenmelkzeiten bei AMS	LK Oberösterreich, Landwirte	Werfen-Ilmau, 25.11.2016
Harms, J., Bruckmaier, R.	A Tool to analyze and optimize Milking Intervals in Robotic Milking Systems	DeLaval, Mitarbeiter DeLaval	Tumba, 29.11.2016
Harms, J.	Verbesserung der Anbindehaltung	BBV, Fachgruppe Anbindehaltung	München, 06.12.2016
Heinrich, A.	Sensor-based capturing of nesting behaviour and laying performance in cage free housing systems of laying hens	TUM, Wissenschaftler, Doktoranden	Freising-Weihenstephan, 26.04.2016
Hijazi, O., Effenberger, M.	Greenhouse gas balance of biogas production and different utilization pathways	Universität Szeged & Ungarischer Biogasverband, Wissenschaftler	Szeged, Ungarn, 23.08.2016
Hijazi, O., Effenberger, M.	Gekoppelte Strom- und Wärmebereitstellung aus Biogas - THG-Bilanzen von Fallstudien an bayerischen Praxisbetrieben	TFZ, Berater, Wissenschaftler, Behördenvertreter, Verbände	München, 07.12.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Hoffmann, D., Thurner, S.	Derzeitiger Stand der Sojaaufbereitungstechniken - Möglichkeiten zur Qualitätssicherung von aufbereitetem Sojakuchen	LKP, Landwirte, Berater und Wissenschaftler	Garching an der Alz, 02.07.2016
Hoffmann, D., Thurner, S.	Technische Möglichkeiten zur Qualitätserhaltung von aufbereitetem Sojakuchen	LTZ Augustenberg, LRA Tübingen, Landwirte, Berater und Wissenschaftler	Rottenburg-Ergenzingen, 24.11.2016
Jais, C.	Versuche mit Langschwanzferkeln	LfL, Berater aus Österreich	Schwarzenau, 18.01.2016
Jais, C.	Schwanz- und Ohrenbeißen - was kann man dagegen tun?	AELF, Beratung, Landwirte	Harburg, 21.01.2016
Jais, C., Abriel, M., Müller, A.	Schwanz- und Ohrenbeißen - was kann man dagegen tun?	AELF, Landwirte, Beratung	Ellzee / Hausen, 11.02.2016
Jais, C.	Heute schon für morgen bauen	AELF, Beratung, Landwirte, Firmen	Rottersdorf, 17.02.2016
Jais, C.	Tierwohl im Stall - heute schon für morgen bauen	LfL, Landwirte, Beratung, Firmen	Schwarzenau, 18.02.2016
Jais, C.	Wie viel Platz ist in der Ferkelaufzucht nötig?	LfL, Landwirte	Schwarzenau, 10.03.2016
Jais, C.	Schweinemast	KTBL, Architektur-Studierende	Grub, 29.04.2016
Jais, C.	Zukunftsfähiges Bauen in der Schweinehaltung - aber wie?	AELF, Landwirte, Berater	Altfraunhofen / Wörnstorf, 09.05.2016
Jais, C.	Aktuelle Themen Schweinehaltung	LfL, Anwärter und Referendare aller Fachrichtungen	Grub, 31.05.2016
Jais, C., Schneider, F.	Haltung säugender Sauen in Bewegungsbuchten	DLG, Mitglieder DLG-Arbeitskreis Haltungs- und Fütterungstechnik für Schweine	Echem, 06.06.2016
Jais, C., Abriel, M., Müller, A.	Versuche zur Haltung unkuipierter Ferkel	DLG, Mitglieder des Arbeitskreises Haltungs- und Fütterungstechnik für Schweine der DLG	Echem, 07.06.2016
Jais, C.	Aktuelle Themen Schweinehaltung	LfL, Anwärter Fachrichtung Tierproduktion	Grub, 17.06.2016
Jais, C.	Aktuelle Themen Schweinehaltung	LfL, Referendare und Referendarinnen Schwerpunkt Tierische Erzeugung	Grub, 27.06.2016
Jais, C., Abriel, M., Müller, A., Schneider, F.	Aktuelle Themen aus der Schweinehaltung	FüAk Berater und Beraterinnen der Fachzentren Schweinehaltung und Schweinezucht, Angehörige der LfL	Burghausen, 28.06.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Jais, C.	Verantwortungsbewusste und zukunftsfähig ausgestaltete Nutztierhaltung	LfL, LfL-Angehörige	Grub, 15.07.2016
Jais, C., Abriel, M., Müller, A.	Erarbeitung von Haltungs- und Managementstrategien zur Vermeidung von Kannibalismus bei Ferkeln und Mastschweinen	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Jais, C., Otting, M.	Erarbeitung von Beratungsempfehlungen zur Verbesserung der Tiergerechtigkeit der Haltung von Schweinen: Untersuchungen zur Ebermast	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Jais, C.	Zukunftsorientierte Stallbaulösungen für die Schweinemast	FüAk, Berater des LKV Bayern	Schwarzenau, 11.10.2016
Jais, C.	Zukunftsorientierte Stallbaulösungen für die Schweinemast	FüAk, Berater des LKV-Bayern	Schwarzenau, 13.10.2016
Jais, C.	Zukunftsorientierte Stallbaulösungen für die Ferkelerzeugung	Berater des LKV Bayern	Schwarzenau, 18.10.2016
Jais, C.	Zukunftsorientierte Stallbaulösungen für die Ferkelerzeugung	FüAk, Berater des LKV Bayern	Schwarzenau, 20.10.2016
Jais, C.	Zukunftsorientierte Stallbaulösungen für die Ferkelerzeugung	FüAk, Berater des LKV Bayern	Schwarzenau, 24.10.2016
Jais, C.	Innovative und zukunftsorientierte Stallkonzepte für die Schweinemast	BayStMELF, Minister Brunner, Beratung, Landwirte, Presse	Steinach / Merching, 04.11.2016
Jais, C.	„Kastenstandurteil“ - Problematik und mögliche Reaktionen	BayStMELF, AG „Tierische Erzeugung und Tiergesundheit“	München, 07.11.2016
Jais, C.	Auf dem Weg zum Ringelschwanz - Konsequenzen für die Stallbaukonzepte in Aufzucht und Mast	LfL, Firmen, Beratung, Landwirte	Ergolding, 28.11.2016
Jakschitz-Wild, S., Thurner, S.	Erzeugung von hochwertigem Grundfutter in hofeigenen Heubelüftungsanlagen	LfL, Wissenschaftler, Berater, Landwirte	Freising, 19.01.2016
Jakschitz-Wild, S., Thurner, S.	Bericht aus dem bayernweiten PilotbetriebeNetzwerk mit hofeigenen Heubelüftungsanlagen	LfL, Berater, Landwirte	Grub, 16.03.2016
Kissel, R.	Nutzung von Grünland zur Biogaserzeugung	LfL, Landwirte, Biogasanlagenbetreiber, wissenschaftliche Mitarbeiter	Freising, 25.02.2016
Kliche, R.	Vorstellung der Anlagen und Betrachtung der biologischen Prozessparameter	LfL, Landwirte, Biogasanlagenbetreiber, wissenschaftliche Mitarbeiter	Freising, 25.02.2016
Kühberger, M.	Auswahl und Planung von Melksystemen	AELF, Milcherzeuger Region Tirschenreuth	Großbüchlberg, 13.01.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Kühberger, M.	Auswahl von Melksystemen	AELF, Bauarbeitskreis Landwirte	Passau, 27.01.2016
Kühberger, M.	Rückstandsverhalten von QAV in verschiedenen Melksystemen	WGM e.V., Wissenschaftlicher Beirat der WGM	Bad Hersfeld, 17.02.2016
Kühberger, M.	Melksysteme im Vergleich	AELF, Landwirte	Kollnburg, 29.02.2016
Kühberger, M.	Melksysteme im Vergleich	Fa. Reichbrandstätter, Landwirte	Engelsberg, 16.03.2016
Kühberger, M.	Melksysteme im Vergleich	Fa. Reichbrandstätter, Landwirte	Engelsberg, 17.03.2016
Kühberger, M.	Das Projekt RAST	LfL, Projektpartner, Landwirte und Organisationen, Presse	Grub, 26.04.2016
Kühberger, M.	Das Projekt RAST	Beiratsmitglieder der WGM e.V.	Bad Hersfeld, 11.05.2016
Kühberger, M.	RAST - Reduktion des Antibiotikaeinsatzes durch selektives Trockenstellen	Veticon, Veterinäre	Triesdorf, 13.05.2016
Kühberger, M.	Melktechnik	LfL, Anwärter Fachrichtung Tier (QE3)	Grub, 13.06.2016
Kühberger, M.	Technik der Milchgewinnung	LfL, Leistungsassistenten des LKV Bayern	Almesbach, 01.07.2016
Kühberger, M.	Wartung und Reinigung/Desinfektion von Melksystemen	LfL, Leistungsassistenten des LKV Bayern	Almesbach, 01.07.2016
Kühberger, M., Stricker, C.	Reduktion des Antibiotikaeinsatzes beim Milchvieh durch selektives Trockenstellen	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Kühberger, M.	DIN ISO-Messungen in Melksystemen	LfL, Melkberater des LKV Bayern	Grub, 26.07.2016
Kühberger, M., Stricker, C.	Selektives Trockenstellen von Milchvieh - Das Projekt RAST	LGL, Veterinäre, Humanmediziner	Erlangen, 19.09.2016
Kühberger, M.	Bau und Arbeitsweise von Melkanlagen	LfL, Öko-BiLa-Kurs	Kringell, 29.09.2016
Kühberger, M.	Qualitätsmilcherzeugung	LfL, Öko-BiLa-Kurs	Kringell, 29.09.2016
Kühberger, M.	Reinigungs-/Desinfektions-Prozesse im Milcherzeugerbetrieb	MilchZert GmbH, Erzeugerberater und Milcheinkäufer bayrischer Molkereien	Wolnzach, 13.10.2016
Kühberger, M.	Selektives Trockenstellen bei Milchkühen	AELF, Milchviehhalter	Bissingen, 10.11.2016
Kühberger, M.	Qualitätsmilcherzeugung - Einfluss von Melktechnik, Melkarbeit und Melkhygiene	AELF, Milcherzeuger	Palling, 23.11.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Kürn, T., Bernhart, K., Reiter, K., Rauch, E., Erhard, M., Reese, S.	Einfluss einer ad libitum Vollmilchtränke auf das Verhalten von Fleckviehkälbern	DVG, Wissenschaftler der Nutztierethologie	Freiburg, 17.11.2016
Leicher, C., Haidn, B.	Tierwohlverbesserungen im Milchviehstall	AELF, Landwirte und Berater	Türkenfeld, 18.01.2016
Leicher, C., Haidn, B.	Analyse bayerischer Milchviehställe mit Hilfe von Tierenschutzindikatoren und Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls	BFL, Berater, Wissenschaftler	Bad Sassendorf (Haus Düsse), 08.03.2016
Leicher, C., Haidn, B.	Weiterführung der Untersuchungen zur automatischen Vorlage von Futtermischungen für Rinder	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Leicher, C., Haidn, B.	Spezial "Automatisches Füttern"	BBV, Besucher des ZLF	München, 18.09.2016
Leicher, C., Haidn, B.	Spezial "Automatisches Füttern"	BBV, Besucher des ZLF	München, 20.09.2016
Leicher, C., Haidn, B.	Spezial "Automatisches Füttern"	BBV, Besucher des ZLF	München, 21.09.2016
Leicher, C., Haidn, B.	Spezial "Automatisches Füttern"	BBV, Besucher des ZLF	München, 24.09.2016
Leicher, C.	Verbesserung von Tierwohl im Bestand	WGM, Berater, Melker, Hersteller	Triesdorf, 19.10.2016
Leicher, C.	Verbesserung von Tierwohl im Bestand	WGM, Berater, Melker, Hersteller	Triesdorf, 20.10.2016
Lichti, F., Neser, S., Effenberger, M.	Beratung Gewässerschutz	BayStMELF, LandSchaftEnergie Berater	Nördlingen, 03.03.2016
Lichti, F.	Wirtschaftsdüngerausbringung - steigende Anforderungen an Effizienz und Technik	Düngerkalkgesellschaft, Landwirte, Berater	Großenfalz, 16.03.2016
Lichti, F.	Wirtschaftsdüngerausbringung - Steigende Anforderungen an Technik und Effizienz	MR/KBM, Landwirte und Schüler	Rothenfeld / Andechs, 07.04.2016
Lichti, F.	„Die fetten Jahre sind vorbei? - Die Düngeverordnung und ihre Auswirkungen auf die Applikationstechnik“	DLG, Landwirte, Berater, Besucher DLG - Feldtage	Haßfurt, 14.06.2016
Lichti, F.	Special Gülle & Gärreste Ausbringungstechnik Moderation	DLG, Berater, Landwirte, Besucher DLG - Feldtage	Haßfurt, 15.06.2016
Lichti, F.	Aktuelle Forschungsprojekte im Bereich Biogas	BayStMELF	München, 02.12.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Lichti, F.	Neue DüV und ihre Auswirkungen auf die Applikationstechnik	LU Lohnunternehmer-Service GmbH, Lohnunternehmer	Bremen, 08.12.2016
Mačuhová, J., Haidn, B.	Entwicklung der Tools für arbeitswirtschaftliche Ist-Analyse für die Innenwirtschaft auf Milchvieh-, Bullenmast- und Schweinemastbetrieben	VDI-MEG, Wissenschaftlicher	Stuttgart, 02.03.2016
Mačuhová, J.	Entwicklung von Tools zur arbeitswirtschaftlichen Ist-Analyse in Milchviehbetrieben	FüAk, Referendare	Grub, 17.06.2016
Mačuhová, J.	Entwicklung von Tools zur arbeitswirtschaftlichen Ist-Analyse in Milchviehbetrieben	FüAk, Lehrer, Landwirtschaftsschulen	Niederaltreich, 06.07.2016
Mačuhová, J., Haidn, B.	Entwicklung der Tools für arbeitswirtschaftliche Ist/Soll - Analyse in Milchviehbetrieben	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Mačuhová, J., Haidn, B.	Tools zur arbeitswirtschaftliche Ist/Soll - Analyse in Milchviehbetrieben	WGM, Berater, Wissenschaftler, Firmen	Triesdorf, 19.10.2016
Mačuhová, J., Haidn, B.	Tools zur arbeitswirtschaftliche Ist/Soll - Analyse in Milchviehbetrieben	WGM, Berater, Wissenschaftler, Firmen	Triesdorf, 20.10.2016
Maxa, J., Thurner, S., Wendl, G.	GPS-GSM Ortungssystem zum Monitoring von Rindern und zur Analyse der Weidenutzung in alpinen Regionen	Lycée Technique Agricole, Wissenschaftler, Berater	Luxemburg, 24.08.2016
Maxa, J., Thurner, S., Käss, M., Wendl, G.	Analysis of behaviour of grazing cattle based on GPS and accelerometer data	European Federation of Animal Science, Wissenschaftler	Belfast, 01.09.2016
Müller, M.	Licht im Milchviehstall	Besucher des ZLF	München, 17.09.2016
Müller, M.	Licht im Milchviehstall	Besucher des ZLF	München, 21.09.2016
Müller, M.	Licht im Milchviehstall	Besucher des ZLF	München, 24.09.2016
Müller, M., Reiter, K., Werner, D.	Lichtwahrnehmung von Schwein und Geflügel	Förderkreis Stallklima, Mitglieder Förderkreis Stallklima	Rothenburg ob der Tauber, 05.10.2016
Müller, M., Werner, D.	Intelligente LED-Leuchte für die Funktionsbereiche "Fressen", "Liegen" und "Laufen" in der Milchviehhaltung	BLE, Wissenschaftler, Behörden	Bonn, 26.10.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Müller, M., Werner, D.	Intelligente LED-Leuchte für die Funktionsbereiche "Fressen", "Liegen" und "Laufen" in der Milchviehhaltung	BLE, Wissenschaftler, Behörden	Bonn, 26.10.2016
Müller, M., Reiter, K., Werner, D.	LED-Beleuchtung in der Nutztierhaltung	AELF, Landwirte, LandschafftEnergie - Berater	Wachstein, 02.12.2016
Neiber, J.	Beleuchtung in Stallgebäuden	LfL, Projektmitarbeiter LandschafftEnergie	Grub, 16.02.2016
Neiber, J.	Energieeinsparung und Energieeffizienz in der Landwirtschaft	LfL, Projektmitarbeiter LandschafftEnergie	Grub, 16.02.2016
Neiber, J.	Stromverbrauch und Eigenstromnutzung - Messtechnik, Last- und Leistungsprofile, Beleuchtung - landwirtschaftliche Aspekte	LEL, Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, Energieberater NAPE	Schwäbisch Gmünd, 24.02.2016
Neiber, J.	Leuchtturmbetriebe Bayern	LEL, DBU, Mitglieder des DBU Umweltkommunikationsprojekts	Schwäbisch Gmünd, 25.02.2016
Neiber, J.	Stromverbrauch und Ansätze zur Energieeinsparung in der Landwirtschaft	FüAk Anwärter und Referendare	Grub, 13.06.2016
Neiber, J., Neser, S.	Grundlagen der Lüftungstechnik	FüAk Anwärter und Referendare	Grub, 13.06.2016
Neiber, J., Neser, S.	Vorstellung des Forschungsvorhabens: „Verbesserung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft in Bayern“	LfL, Mitarbeiter LfL	Grub, 16.06.2016
Neiber, J., Neser, S.	Vorstellung des Forschungsvorhabens: „Verbesserung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft in Bayern“	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Neiber, J.	Solarstromerzeugung und -nutzung - Solarstromspeicher in Form von Eiswasser zur Milchkühlung-	Institut für Fort- und Weiterbildung der Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Energieberater, Lehrerfortbildung	Graz, 22.09.2016
Neiber, J., Schmid, W.	LEL Excel-Tool zur Wirtschaftlichkeitsberechnung von Investitionen	TFZ, Projektmitarbeiter LSE	Straubing, 27.10.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Neiber, J.	Innovative Energiesparlösungen am Milchviehbetrieb	Landwirtschaftskammer Steiermark, Landwirte, Berater, Mitarbeiter in landwirtschaftlichen Behörden und Instituten	Graz, 17.11.2016
Neiber, J.	Stromverbrauch und Eigenstromnutzung - Last- und Leistungsprofile, Messtechnik, Beleuchtung - landwirtschaftliche Aspekte	LEL - Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, Energieberater NAPE	Boxberg, 29.11.2016
Neiber, J.	Energiebedarf und Energieeinsparung in der landwirtschaftlichen Tierhaltung	Vereinigte Hagel und Saaten Union, Landwirte	Erbshausen-Sulzwiesen, 30.11.2016
Neiber, J.	Energiebedarf und Energieeinsparung in der landwirtschaftlichen Tierhaltung	Vereinigte Hagel und Saaten Union, Landwirte	Schwarzenfeld, 01.12.2016
Neiber, J.	Energieeinsatz und Energieeinsparung in der Milchvieh- und Schweinehaltung	AELF, Landwirte	Wachstein, 02.12.2016
Neser, S., Pöhlmann, K.	Aktuelle Entwicklungen in der Abluftreinigung (Schweinehaltung)	LKV, Berater LKV-Mitarbeiter	Mettenheim, 11.02.2016
Neser, S., Pöhlmann, K., Bonkoss, K.	Aktuelle immissionsfachliche Regelungen beim Bau von Schweineställen	LfL, Landwirte, Berater	Schwarzenau, 18.02.2016
Neser, S.	Einführung in Immissionsfragen bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben	LfL, Referendare, Anwärter	Grub, 22.02.2016
Neser, S., Bonkoß, K., Pöhlmann, K.	Immissionsschutz bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben	BayStMELF, Sachverständige	München, 24.2.2016
Neser, S., Neiber, J.	Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft	LEL BaWü, Projektpartner, Mittelgeber	Stuttgart, 25.2.2016
Neser, S., Bonkoß, K., Pöhlmann, K.	Einführung in Immissionsfragen bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben	HLS Almesbach, Studierende der HLS	Almesbach, 01.03.2016
Neser, S., Bonkoß, K., Pöhlmann, K.	Einführung in Immissionsfragen bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben	HLS Rothalmünster, Studierende der HLS Rothalmünster	Rothalmünster, 08.03.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Neser, S., Bonkoß, K., Pöhlmann, K.	Einführung in Immissionsfragen bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben	FüAk, Referendare 4. QE	Grub, 13.04.2016
Neser, S., Pöhlmann, K., Bonkoß, K.	Immissionsschutzfachliche Regelungen in der Rinderhaltung	FüAk, Mitarbeiter und Leiter der Fachzentren Rinderhaltung und Rindermast	Ebermannstadt, 28.04.2016
Neser, S.	Grundlagen der Lüftungstechnik	LfL, Lüftungsbauer, Landwirte	Schwarzenau, 12.05.2016
Neser, S., Bonkoß, K., Bonkoß, W., Pöhlmann, K., Neiber, J.	Emissions- und immissionsfachliche Belange	LfL, Referendare, Anwärter	Grub, 31.05.2016
Neser, S., Neiber, J.	LandSchafttEnergie	KTBL, Referenten Land- und Energietechnik der Bundesländer	Töging, 01.06.2016
Neser, S.	Grundlagen der Lüftungstechnik	LfL, Referendare QE 4	Grub, 27.06.2016
Neser, S.	Emissionen und Immissionschutz	FüAk Berater und Leiter der Fachzentren Schweinezucht und -haltung	Burghausen, 28.06.2016
Neser, S., Bonkoß, K.	N-Deposition im Umfeld eines Außenklimamilchviehstalls	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Neser, S., Pöhlmann, K., Bonkoß, K.	Immissionsschutzfachliche Neuerungen und zu erwartende Änderungen	FüAk, Abt. 2.2 der ÄELF	Fürstenfeldbruck, 22.09.2016
Neser, S.	Immissionsschutzfachliche Neuerungen und zu erwartende Änderungen	FüAk, Abt. 2.2 der ÄELF	Regensburg, 04.10.2016
Neser, S.	Immissionsschutzfachliche Neuerungen und zu erwartende Änderungen	FüAk, Sachgebiet L 2.2 der ÄELF	Bamberg, 05.10.2016
Neser, S.	Aktuelle Entwicklungen TA-Luft	BMEL, Abteilungsleiter "Landwirtschaftliche Erzeugung" der Länderministerien	Bonn, 10.11.2016
Neser, S., Pöhlmann, K.	Untersuchungen von Abluftreinigungsanlagen in Bayern	LfL, Berater, Wissenschaftler, Landwirte	Ergolding, 28.11.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Neser, S.	Lüftung - Ansprüche - Problembereiche und (technische) Lösungen	Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Veterinärassistenten	Schwabach, 19.12.2016
Otting, M., Jais, C.	Haltungsversuche zur Jung-ebermast	LfL, Berater aus Österreich	Schwarzenau, 18.01.2016
Pöhlmann, K., Neser, S.	Einführung in immissionsfachliche Fragen bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben	FüAk SG L2.2 - Zuständigkeit für fachliche Stellungnahmen im einzelbetrieblichen Bereich sowie raumbedeutsame Fachplanungen - Neu-/Quereinsteiger	Burghausen, 20.04.2016
Pöhlmann, K., Bonkoß, W., Neser, S.	Untersuchung zur Nutzung von Abluftreinigungsanlagen in der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern als Grundlage verfahrenstechnischer Verbesserungen	LfL, ILT-Kollegen	Grub, 16.06.2016
Pöhlmann, K., Bonkoß, W., Neser, S.	Untersuchung zur Nutzung von Abluftreinigungsanlagen in der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern als Grundlage verfahrenstechnischer Verbesserungen	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Reiter, K.	Verhalten und Sinnesleistungen bei Hühnern	LfL, Meister der Geflügelhaltung	Kitzingen, 23.02.2016
Reiter, K.	Beleuchtung von Rinderställen	DLG, DLG Arbeitsgruppe	Kassel, 01.03.2016
Reiter, K.	Verhalten und Tierwohl bei Nutztieren	LfL, Anwärter	Grub, 13.06.2016
Reiter, K.	Stand der Tierwohl-Diskussion	LfL, Referendare	Grub, 27.06.2016
Reiter, K.	Verhalten von Hühnern	LfL, Öko-Landwirte	Kringell, 06.07.2016
Reiter, K.	Biorhythmen bei Nutztieren	LfL, Doktoranden	Hohenheim, 07.09.2016
Reiter, K.	Methoden zur Verhaltenserfassung	LfL, Doktoranden	Hohenheim, 08.09.2016
Reiter, K.	Sinnesleistungen und Umgang mit Mastbullen	KTBL, Bullenmäster	Zwickau, 24.09.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Reiter, K.	Bedeutung von Licht und Beleuchtung bei Rindern	Landwirtschaftsberater	Wien, 11.10.2016
Reiter, K.	Verhalten von Hühnern als Grundlage für eine ökologische Haltung	LfL, Öko-Landwirte	Kringell, 21.11.2016
Reiter, K.	Tiergerechter Umgang mit Rindern	LfL, Landwirte	Grub, 05.12.2016
Schindhelm, K., Haidn, B.	Entwicklung eines Algorithmus zur Leistungs- und Aktivitätsdatenanalyse für die automatische Lahmheitserkennung bei Milchkühen	DLQ, Wissenschaftler, die interdisziplinär im Bereich automatische Lahmheitserkennung tätig sind	Kassel, 02.06.2016
Schindhelm, K., Haidn, B.	Präsentation der Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Aktivität und Klauengesundheit“	LfL, interessierte Mitarbeiter aus AVB	Grub, 20.06.2016
Schindhelm, K.	Klauengesundheit - Klauenpflege	LfL, Referendare QE4	Grub, 27.06.2016
Schindhelm, K., Haidn, B.	Developing A Lameness Detection Model Using Automatically Recorded Performance And Behavior Data	Tierärzte und Wissenschaftler aus dem Bereich Rind	Dublin, 06.07.2016
Schindhelm, K., Haidn, B.	Verbesserung der Klauengesundheit von Milchkühen durch kontinuierliche tierindividuelle Aktivitätsanalyse 1 und 2	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Schneider, F.	Vorstellung der Bewegungsbuchten des LfL-Projektes in Schwarzenau	MSD Tiergesundheit, Landwirte, Schweinehalter, Fachberater, Tierärzte	Ulm Seligweiler, 11.02.2016
Schneider, F.	Vorstellung der Bewegungsbuchten des LfL-Projektes in Schwarzenau	MSD Tiergesundheit, Schweinehalter, Fachberater, Tierärzte	Landshut Essenbach, 17.02.2016
Schneider, F., Jais, C., Müller, A., Bernhardt, H.	Bewertung von Bewegungsbuchten in der konventionellen Ferkelerzeugung unter Berücksichtigung von Funktionsmaßen und arbeitswirtschaftlichen Kriterien	Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Wissenschaftler, Hochschulvertreter	Hohenheim, 02.03.2016
Schneider, F., Jais, C.	Vorstellung des LfL-Projektes zu Bewegungsbuchten	LfL, Kollegen aus der Forschung zum gleichen Themenbereich	Schwarzenau, 26.04.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Schneider, F.	Bewertung ausgewählter Bewegungsbuchten zur Haltung ferkelführender Sauen unter besonderer Berücksichtigung arbeitswirtschaftlicher Kriterien	TUM, Prüfungskommission zum Abschlusskolloquium der Masterarbeit	Freising, 31.05.2016
Schneider, F., Jais, C.	Verbesserung der Tiergerechtigkeit, Haltung von säugenden Sauen in Bewegungsbuchten	LfL, Mitarbeiter des ILT	Grub, 16.06.2016
Schneider, F.	Versuchsergebnisse zu den Bewegungsbuchten des LfL-Projektes in Schwarzenau	LfL, Landwirte, Stalleinrichtungshersteller, Wissenschaftler, Fachpresse	Grub, 22.06.2016
Schneider, F.	Bewegungsbuchten zur Haltung ferkelführender Sauen	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Schneider, F.	Erfahrungen mit Bewegungsbuchten mit Versuchsergebnissen aus dem LfL-Forschungsprojekt im LVFZ Schwarzenau	Erzeugerring Ost-Alb, Schweinehalter Erzeugerring Ost-Alb	Grub, 28.10.2016
Schneider, F.	Bewegungsbuchten zur Haltung von säugenden Sauen - Ergebnisse aus den Versuchen der Bayerischen LfL	ALB Baden-Württemberg, Schweinehalter	Erbach-Dellmensingen, 24.11.2016
Schneider, F.	Versuchsergebnisse zum Einsatz von sechs verschiedenen Bewegungsbuchten am LVFZ Schwarzenau	ALB, Schweinehalter, Berater, Wissenschaftler	Ergolding, 28.11.2016
Schneider, F.	Bewegungsbuchten für säugende Sauen - Ergebnisse aus dem Versuch der LfL Bayern in Schwarzenau	Erzeugerring Ost-Alb, Schweinehalter, Ferkelerzeuger, Berater	Aalen-Oberalfingen, 29.11.2016
Seiferth, B., Gabor, Z., Thurner, S.	Localisation of pasture maintenance spots by a 2D laser scanner	Aarhus Universitet, Wissenschaftler	Aarhus, 28.06.2016
Seiferth, B.	Weideroboter "i-LEED"	FüAk, Berater	Immenstadt, 14.07.2016
Seiferth, B., Cariou, C., Gabor, Z.	Control and guidance system for optimal maintenance operations on pastures by an autonomous mobile machine	Irstea, EurAgEng u. a., Wissenschaftler	Vichy, 06.10.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Seiferth, B., Thurner, S., Fehrmann, J.	Selective pasture maintenance by an autonomous mobile machine	VDI, Wissenschaftler, Industrie	Köln, 22.11.2016
Simon, J.	Landwirtschaftliches Bauen in Holz	Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, Zimmerer	Weilheim, 12.01.2016
Simon, J.	Landwirtschaftliches Bauen in Holz	Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, Zimmerer	Leipheim, 13.01.2016
Simon, J.	Landwirtschaftliches Bauen in Holz	Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, Zimmerer	Fürth, 15.01.2016
Simon, J.	Landwirtschaftliches Bauen in Holz	Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, Zimmerer	Neudrossenfeld, 19.01.2016
Simon, J.	Landwirtschaftliches Bauen in Holz	Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, Zimmerer	Grafenrheinfeld, 20.01.2016
Simon, J.	Landwirtschaftliches Bauen in Holz	Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, Zimmerer	Bad Füssing, 26.01.2016
Simon, J.	Landwirtschaftliches Bauen in Holz	Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, Zimmerer	Roding - Mitterdorf, 28.01.2016
Simon, J., Klarer, M., Leicher, C., Stötzel, P., Zahner, J.	Bau von Milchviehställen - im Fokus von Tierwohl, Kosten und Erweiterbarkeit	Auszubildende, Studenten, Berater, politische Entscheider, Landwirte	Triesdorf, 16.02.2016
Simon, J., Schmalzbauer, M., Stötzel, P.	ModulBauSystem Grub-Weihenstephan	AELF, Landwirte, Berater, Betreuer	Holzkirchen, 24.02.2016
Simon, J., Stötzel, P.	Milchviehställe mit Ausläufen und Laufhöfen	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Freistaat Sachsen, Landwirte, Planer, Berater angewandte Forschung, politische Entscheider	Köllitsch, 03.03.2016
Simon, J., Moser, P., Schmalzbauer, M., Stötzel, P.	ModulBauSystem Grub-Weihenstephan	ALB Bayern e.V., Landwirte Berater, Planer, Zimmerer	Betzigau, 09.03.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Simon, J., Moser, P., Schmalzbauer, M., Stötzel, P.	ModulBauSystem Grub- Weihenstephan	ALB Bayern e.V., Landwirte, Berater, Zimmerer	Betzigau, 16.03.2016
Simon, J., Moser, P., Schmalzbauer, M., Stötzel, P.	Bauen in der Landwirtschaft	BBV, Landwirte, Waldbauern, Berater, politische Entscheider	Teising, 07.04.2016
Simon, J.	Neues Bauen für die Landwirt- schaft	TUM, Studenten, Auszubil- dende, Assistenten, Lehrkräfte	München, 26.04.2016
Simon, J., Stötzel, P., Zahner, J.	Innovative und kostengünstige Stallbaulösungen für Milch- viehställe	Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Berater	Purgstall an der Erlauf, 10.05.2016
Simon, J., Stötzel, P.	Bau von Milchviehställen - im Fokus von Tierwohl, Kosten und Erweiterbarkeit	AELF, Landwirte, Zimmerer, politische Entscheider, Bera- ter, Planer	Alesheim, 12.06.2016
Simon, J., Stötzel, P., Zahner, J.	Stallbau am Beispiel der Milchviehhaltung	LfL, Anwärter Q 3	Grub, 13.06.2016
Simon, J., Schmalzbauer, M., Stötzel, P.	Neues Bauen mit Holz	Verband der Landwirtschafts- kammern, Berater	Echem, 15.6.2016
Simon, J., Stötzel, P., Zahner, J.	Investitionsbedarf für Stallan- lagen	LfL, LKV-Berater	Grub, 20.07.2016
Simon, J., Schmalzbauer, M., Stötzel, P.	ModulBauSystem Grub- Weihenstephan	AELF, Landwirte	Rosenheim, 02.08.2016
Simon, J., Schmalzbauer, M., Stötzel, P.	ModulBauSystem Grub- Weihenstephan	LfL, Ökoringberater	Grub, 04.08.2016
Simon, J.	ModulBauSystem Grub- Weihenstephan	Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, Berater, poli- tische Entscheider, Zimmerer, Landwirte	Neustadt an der Weinstraße, 19.10.2016
Simon, J., Helm, S., Lubenu, C., Richer, K., Weber-Blaschke, G., Dietl, H.	Landwirtschaftliches Bauen mit Holz oder Stahl	ART Agroscope Reckenholz Tänikon, Berater, Planer, an- gewandte Forschung	Possieux, 08.11.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Simon, J., Schmalzbauer, M., Stötzel, P.	Innovative und kostengünstige Baulösungen für Milchviehställe	Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Landwirte Berater	Rutzenmoos, 09.11.2016
Simon, J.	Kostenermittlung im Bauwesen	BayStMELF, Mitarbeiter EIF-Fachzentren	München, 30.11.2016
Simon, J., Leicher, C., Stötzel, P.	Initiative Laufstallberatung Bayern 2017	BayStMELF, Mitarbeiter FZ Milchviehhaltung	München, 21.12.2016
Stockl, A., Lichti, F.	Möglichkeiten und Grenzen der NIR-Sensorik bei der Prozessüberwachung in Biogasanlagen	Renergie, Betreiber von Biogasanlagen	Ulm, 14.01.2016
Stoetzel, P., Simon, J.	Bauliche Einflussfaktoren auf das Temperaturverhalten eines Milchviehstalls	LfL, Landwirte, Berater	Grub, 13.04.2016
Streicher, G.	Verfahrenstechnische Erkenntnisse aus dem zweijährigen Monitoring von neun Biogasanlagen	LfL, Landwirte, Biogasanlagenbetreiber, wissenschaftliche Mitarbeiter	Freising, 25.02.2016
Stricker, C.	Projektvorstellung RAST	LfL, Mitarbeiter MSD Tiergesundheit	Grub, 27.06.2016
Stricker, C., Kühberger, M.	Projektvorstellung und praktische Erfahrungen mit dem selektiven Trockenstellen	AELF, Milchviehalter	Palling, 23.11.2016
Tappen, S.	Emissionen von Biogas-BHKW: Rechtliche Vorgaben und deren technische Umsetzbarkeit	Fachverband Biogas	Nürnberg, 16.02.2016
Tappen, S.	Auswirkungen einer flexiblen Biogasverwertung auf den elektrischen Wirkungsgrad und die Abgasemissionen von Blockheizkraftwerken	Uni Rostock	Rostock, 16.06.2016
Tappen, S.	Einrichtung und Erprobung des Intervallbetriebs der Hof-Biogasanlage an der Versuchstation Grub	LfL	Freising, 15.07.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Tappen, S.	Anforderungen und technische Umsetzbarkeit des Flex-Betriebs bei Biogas-BHKW - Darstellung des elektrischen Wirkungsgrades und der Abgasemissionen	LfL	Freising, 15.07.2016
Tappen, S.	Abgasverhalten von Biogas-BHKW im Flex-Betrieb unter Berücksichtigung der gesetzlichen Rahmenbedingungen	Biogas Convention / EuroTier	Hannover, 17.11.2016
Tappen, S.	Wirkungsgrad- und Emissionsverhalten von Biogas-BHKW unter Teillast	LfL, Angehörige des BayStMELF und des BayStMWi	München, 02.12.2016
Turner, S.	Technik für die Grünlandbewirtschaftung	BayStMELF, Studierende des Vorbereitungslehrgangs, Tierwirtschaftsmeister - Fachrichtung Schäferei	Grub, 11.02.2016
Turner, S., Jakschitz-Wild, S.	Fachthema Pflanzenbau: Erzeugung von hochwertigem Grünfutter für Heumilch	Genossenschaftsverband Bayern, Geschäftsführer, Vorstände	Grainau, 25.02.2016
Turner, S., Scheiber, P., Heizinger, V., Hoffmann, D.	Grasanwelkguternte: Ladewagen oder Häckselkette - Ein Vergleich	LfL, Biogasanlagenbetreiber (Pilotbetriebe)	Freising, 25.02.2016
Turner, S., Maxa, J., Wendl, G.	Application of GPS to monitor cattle behaviour and pasture use in European Alpine regions	DLR, bavAIRia, Wissenschaftler	München, 03.03.2016
Turner, S.	Hofeigene Heubelüftungsanlagen - Herstellerüberblick und Technikdetails	LfL, angehende LKV-Fütterungsberater	Grub, 16.03.2016
Turner, S.	Stand der Heubelüftung in Bayern	Agroscope Tänikon, Wissenschaftler, Berater, Landwirte, Firmenvertreter	Feldkirch, 14.04.2016
Turner, S., Fleischhut, M.	Ernte von Körnermaisstroh: Vergleich verschiedener Ernteverfahren	LfL, Landwirte, Berater, Wissenschaftler	Grub, 20.10.2016
Turner, S., Maxa, J., Wendl, G.	GPS – Weidemanagementsystem	BLE, Wissenschaftler	Bonn, 26.10.2016
Turner, S.	Heubelüftung: ein altes Verfahren? Stand der Technik und neue Entwicklungen	BayStMELF, Studierende	Landshut-Schönbrunn, 14.11.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Thurner, S.	Heubelüftung: Stand der Technik, Arbeitswirtschaft und Ökonomik	BayStMELF, Studierende	Weilheim, 02.12.2016
Wendl, G., Thurner, S., Maxa, J.	Finalisierung des GPS- und GSM- gestützten Ortungssystems mit Softwareanwendungen für Rinder auf Almen und Weiden	BLE, Gutachterkommission der Bundesanstalt für Landwirtschaft	Bonn, 09.03.2016
Wendl, G.	Moderation "Tierschutz und nachhaltige Erzeugung tierischer Produkte"	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Forschung, Administration, Beratung	Bonn, 26.10.2016
Wendl, G.	Moderation	LfL, Landwirte, Berater, Wirtschaft, Wissenschaft	Ergolding, 28.11.2016
Wendl, G.	Digitalisierung und Landwirtschaft 4.0 Was, Warum, Wie?	Bayerischer Versicherungsverband, Verbände, Wirtschaft, Versicherungswirtschaft	München, 30.11.2016
Wendl, G., Demmel, M.	Digitalisierung und Landwirtschaft 4.0 Definition, Stand, Entwicklungen	LfL, Leitungskonferenz LfL	Freising, 08.12.2016
Zahner, J., Geischer, S.	Hitzestress im Milchviehstall - bauliche und technische Möglichkeiten zur Verringerung	AELF, Landwirte, Berater	Herrieden, 12.01.2016
Zahner, J., Geischer, S.	Technische Möglichkeiten zur Reduzierung von Hitzestress	VLM Coburg, Landwirte	Coburg, 18.01.2016
Zahner, J., Geischer, S.	Hitzestress im Milchviehstall	AELF, Landwirte	Roth, 19.01.2016
Zahner, J., Geischer, S.	Hitzestress im Milchviehstall vermeiden - Welche technischen Möglichkeiten gibt es?	AELF, Landwirte	Schwarzenbach /Saale, 03.02.2016
Zahner, J., Geischer, S.	Lüftung von Gebäuden	HAFL Zollikofen, Berater	Zollikofen, 1.3.2016
Zahner, J., Harms, J.	Möglichkeiten zur Reduktion von Hitzestress bei Milchkühen und ihre praktische Umsetzung	BFL, Berater	Bad Sassendorf, (Haus Düsse), 08.03.2016
Zahner, J., Harms, J.	Technische Möglichkeiten zur Lüftung und Kühlung	LfL, Landwirte, Beratung	Grub, 13.04.2016
Zahner, J., Geischer, S.	Hitzestress bei Milchkühen	FüAk, Anwärter	Grub, 17.06.2016

Referenten	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Zahner, J.	Untersuchung und Bewertung technischer Maßnahmen zur Reduzierung des Hitzestresses bei Milchkühen	LfL, Angehörige des BayStMELF, Vertreter der Fachzentren und der LfL	München, 18.07.2016
Zahner, J.	Hitzestress bei Milchkühen	FüAk, Grundausbildung der LKV-Berater	Grub, 20.07.2016
Zahner, J.	Lüftung und Kühlung im Rinderstall	Berater der FZ Rinderhaltung der Sachgebiete L2.2 und des LKV	Lorenzenberg, 21.07.2016
Zahner, J.	Spezialführung Stallklima	Besucher des ZLF	München, 19.09.2016
Zahner, J.	Spezialführung Stallklima	Besucher des ZLF	München, 23.09.2016
Zahner, J.	Spezialführung Stallklima	Besucher des ZLF	München, 25.09.2016
Zahner, J.	Stallklima - Reduzierung von Hitzestress bei Milchvieh	ALB Bayern e.V., Industrie, Beratung, Landwirte	Ergolding, 28.11.2016
Zahner, J.	Mehr Frischluft im Mastbulleinstall - Möglichkeiten der Schlauchlüftung	Erzeugerring, Landwirte, Berater	Schwarzenau, 02.12.2016
Zahner, J.	Möglichkeiten zur Verbesserung des Stallklimas	Ringerzeugergemeinschaft, Landwirte, Beratung	Weichering, 07.12.2016
Zahner, J.	Hitzestress im Stall reduzieren	VLF, Landwirte	Erbendorf, 08.12.2016
Zerhusen, B.	Treibhausgasbilanz auf Grundlage von Ergebnissen aus der Betriebszweigabrechnung	Beratungs- und Forschungsinstitute in Deutschland „Arbeitsforum THG-Bilanzierung Landwirtschaft“	Echem, 05.10.2016
Zerhusen, B.	Klimabilanz Bayerischer Milchviehbetriebe im Rahmen des Klimakongresses in Marokko 2016	Pressekonferenz	Grub, 10.11.2016

5.2.4 Fachinformationen

BONKOB, K., NESER, S.: Messung der Stickstoffdeposition im Umfeld landwirtschaftlicher Anlagen N-Deposition. Freising (Internet-Beitrag)

BONKOB, K., NESER, S. (2016): Messung der Stickstoffdeposition im Umfeld landwirtschaftlicher Anlagen (3. Zwischenbericht)

EBERTSEDER, F., ECKL, T., LICHTI, F. (2016): Entwicklung einer Methode zur Abschätzung der tatsächlichen Restgasbildung von Gärrestlagern und dessen Validierung in der Praxis (Projekt-Endbericht)

EBERTSEDER, F., LICHTI, F. (2016): Ergänzende Kurzstudie zu dem Forschungsvorhaben: Entwicklung einer Methode zur Abschätzung der tatsächlichen Restgasbildung von Gärrestlagerung und dessen Validierung in der Praxis - Emissionen sep. fester Biogasgärreste. 31.12.2016, (Projekt-Endbericht)

FLESCHHUT, M., THURNER, S., EDER, J.: Verwertung von Körnermaisstroh für die Biogasproduktion. 18.04.2016, (Projekt-Zwischenbericht)

GOBOR, Z., CARIOU, C., SEIFERTH, B., THURNER, S., FEUCKER, W., TESSIER, C., TEKIN, B., BERDUCAT, M.: Advanced cattle feeding on pasture through innovative pasture management. Dublin, 26.02.2016, ICT-AGRI Seminar, Teagasc, ICT Agri era-net (Poster)

HARTEL, M., LICHTI, F., LEBUHN, M., CALLAGHAN, T., ANDRADE, D., BIELOCH, C.: Amarant als spurenelementreiches Biogassubstrat: Dauererhebung in Durchflussfermentern. 1. Zwischenbericht, 23.12.2016, (Projekt-Zwischenbericht)

HARTEL, M., LICHTI, F., SCHRAML, M.: Spezifische Aktivitäts-, Toxizitäts- und Supplementierungstests für die Optimierung des Anlagenbetriebes, 31.03.2016, (Projekt-Endbericht)

HARTL, J., NEIBER, J.: Der Energiecheck für die Landwirtschaft - Betriebskosten senken und langfristig sparen. Straubing, 10.10.2016, Energietage der ÄELF, (Poster)

HOFFMANN, D., KRAFT, K., BRUGGER, D., WINDISCH, W., THURNER, S.: Optimierung dezentraler Sojaaufbereitungsverfahren mittels Online- Prozesssteuerung über Nahinfrarotspektroskopie. Feldtag Körnerleguminosen in Oberhummel, 30.06.2016, LfL, Bayerische Eiweißinitiative, (Poster)

HOFFMANN, D., KRAFT, K., BRUGGER, D., WINDISCH, W., THURNER, S.: Optimierung dezentraler Sojaaufbereitungsverfahren mittels Online-Prozesssteuerung über Nahinfrarotspektroskopie. Tag der offenen Tür am LVFZ Kitzingen, 12.06.2016, Bayerischer Bauernverband, AELF Kitzingen, (Poster)

HOFFMANN, D., KRAFT, K., BRUGGER, D., WINDISCH, W., THURNER, S.: Optimierung dezentraler Sojaaufbereitungsverfahren mittels Online-Prozesssteuerung über Nahinfrarotspektroskopie. Mariaburghausen, DLG-Feldtage, 14.06.2016, BayStMELF, (Poster)

HOFFMANN, D., THURNER, S.: Möglichkeiten der Sojaaufbereitung. Hannover, 16.11.2016, EuroTier 2016, DLG, (Poster)

HOFFMANN, D., WINDISCH, W., THURNER, S.: Optimierung dezentraler Sojaaufbereitungsverfahren mittels Online-Prozesssteuerung über Nahinfrarotspektroskopie. Feldtag Körnerleguminosen in Oberhummel, 30.06.2016, LfL, Bayerische Eiweißinitiative, (Poster)

HOFFMANN, D., ZEINDL, R., WINDISCH, W., THURNER, S.: Bayerische Sojaaufbereitung: Können die bayerischen Anlagen adäquat aufbereiten? Feldtag Körnerleguminosen in Oberhummel, 30.06.2016, LfL, Bayerische Eiweißinitiative, (Poster)

JAIS, C., MÜLLER, A., ABRIEL, M.: Schwanzbeißen bei Ferkeln und Mastschweinen, Grub, 01.12.2016, (Projekt-Zwischenbericht)

JAIS, C., OTTING, M., SCHNEIDER, F.: Ebermast und Bewegungsbuchten für säugende Sauen. Grub, 01.07.2016, (Projekt-Zwischenbericht)

JAKSCHITZ-WILD, S., MAUHOVÁ, J., HAIDN, B., THURNER, S.: Effiziente Heubelüftung - Erarbeitung von Kennzahlen effizienter Heubelüftungsanlagen. Hübschenried, 19.10.2016, Führung finnische Besuchergruppe (Hayfarmers association, www.laatuheina.com), ILT, (Poster)

JAKSCHITZ-WILD, S., THURNER, S.: Effiziente Heubelüftung. Hannover, 15.11.2016, EuroTier 2016, DLG, (Poster)

JAKSCHITZ-WILD, S., THURNER, S.: Effiziente Heubelüftung. Hübschenried, 19.10.2016, Führung finnische Besuchergruppe (Hayfarmers association, www.laatuheina.com), ILT, (Poster)

JAKSCHITZ-WILD, S., THURNER, S.: Effiziente Heubelüftung. München, 17.09.2016, ZLF, BBV, (Poster)

KÜHBERGER, M., HARMS, J., KUTZOB, M.: Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch - Schwachstellenanalyse - QAV-Projekt - Modul 2 (Projekt-Endbericht)

KÜHBERGER, M., STRICKER, C., SCHMON, K.: 1. Zwischenbericht RAST - Reduktion des Antibiotikaeinsatzes beim Milchvieh durch selektives Trockenstellen. Grub, 11.07.2016, (Projekt-Zwischenbericht)

KÜHBERGER, M.: Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch - Projektmodul 2 - Schwachstellenanalyse (Internet-Beitrag)

LICHTI, F., HARTEL, M., ANDRADE, D., BIELOCH, C., LEBUHN, M., CALLAGHAN, A., SAUER, B., FRITZ, M., TRAUNER, A., EBERL, V.: Amarant als spurenelementreiches Biogassubstrat: Dauererhebung in Durchflussfermentern (Projekt-Zwischenbericht)

MAČUHOVÁ, J., HAIDN, B.: Weiterentwicklung der Datengrundlage zur Arbeitsorganisation in Milchviehbetrieben (Projekt-Endbericht)

MAČUHOVÁ, J., JAKSCHITZ-WILD, S., HAIDN, B., THURNER, S.: Labour requirement for barn dried hay production and feeding on dairy farms. Horný Smokovec, Slowakei, 29.09.2016, 17th International Conference Forage Conservation, (Poster)

MAXA, J., THURNER, S., KÄSS, M., WENDL, G.: Verhaltensmonitoring bei Rindern auf der Weide anhand von GPS- und Beschleunigungsdaten. Freising, 22.09.2016, 7. Agrarwissenschaftliches Symposium, HEZ, (Poster)

MAXA, J., THURNER, S., WENDL, G.: GPS Ortung von Rindern auf Almen. Hannover, 16.11.2016, EuroTier 2016, DLG, (Poster)

MUNK, B., BAUER, C., LEBUHN, M.: Mikrobiologische Diagnose relevanter Teilprozesse in der Biogasproduktion und Frühwarnsysteme – Teilprozessdiagnose (Projekt-Zwischenbericht)

MÜLLER, M., WERNER, D., SCHNEIDER, M., REITER, K.: LED-Beleuchtung in der Milchviehhaltung. Haus Düsse, 17.02.2016, Düsser Milchviehtage 2016, LWK NRW, (Poster)

NEIBER, J., NESER, S.: LandSchaftEnergie: Energieeinsparung und Energieeffizienz in der Landwirtschaft - Auswertung der Energie-Checks und Evaluierung des möglichen Einsparpotenzials der bisher beratenen landwirtschaftlichen Betriebe. Freising, 16.04.2016, (Intranet-Beitrag)

NEIBER, J.: Energiebedarf und Energieeffizienz im Milchviehstall - Energieeinsparung in der Milchviehhaltung. Hannover, 15.11.2016, EuroTier 2016, DLG, (Poster)

NEIBER, J.: Energiebedarf und Energieeffizienz im Milchviehstall - Energieeinsparung in der Milchviehhaltung. München, 17.09.2016, Bayerisches Zentral-Landwirtschaftsfest, BBV, BayStMELF, (Poster)

- NEIBER, J.: Solarstromerzeugung und -nutzung - Nutzung des Solarstroms im eigenen Betrieb. Hannover, 15.11.2016, EuroTier 2016, DLG, (Poster)
- OBERSCHÄTZL-KOPP, R., HAIDN, B., REITER, K., BERNHARDT, H.: Effects of an automatic feeding system with dynamic feed delivery times on the feeding behaviour of dairy cows. Weihenstephan, 26.04.2016, 2nd HEZagrar PhD Symposium, TUM, (Poster)
- PÖHLMANN, K., NESER, S.: Untersuchung zur Nutzung von Abluftreinigungsanlagen in der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern als Grundlage verfahrenstechnischer Verbesserungen - Endbericht Phase I, 15.06.2016, (Projekt-Endbericht)
- REITER, K., BERNHART, K., KÜRN, T.: Einfluss einer ad lib Vollmilchtränke auf die Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung und das Verhalten von Fleckviehkälbern (Projektbericht)
- SCHINDHELM, K., HAIDN, B.: Verbesserung der Klauengesundheit von Milchkühen durch kontinuierliche tierindividuelle Aktivitätsanalyse (Projekt-Endbericht)
- SCHINDHELM, K., WENDL, G., HAIDN B., REESE, S.: Automatische Lahmheitserkennung bei Milchkühen mittels Leistungs - und Aktivitätsdatenanalyse. 22.09.2016, 7. Agrarwissenschaftliches Symposium, Hans Eissenmann-Zentrum, (Poster)
- SEIFERTH, B., GOBOR, Z., THURNER, S.: Automatisierte Weidepflege - Erste Ergebnisse aus dem EU-Verbundprojekt „i-LEED“. Mariaburghausen, 14.06.2016, DLG Feldtage 2016, DLG, (Poster)
- SEIFERTH, B., GOBOR, Z., THURNER, S.: Automatisierte Weidepflege - Projekt "i-LEED" - (Teilprojekt ILT). Sulzberg, 07.07.2016, LfL-Jahrestagung und 29. Allgäuer Grünlandtag, LfL, LFVZ Spitalhof, (Poster)
- SEIFERTH, B., GOBOR, Z., THURNER, S.: Automatisierte Weidepflege und -erkundung - Ergebnisse aus dem EU-Verbundprojekt „i-LEED“. München, 01.12.2016, Tag der Forschung im Landwirtschaftsministerium, BayStMELF, (Poster)
- SEIFERTH, B.: Innovative Weidewirtschaft - Weideroboter „i-LEED“. Hannover, 15.11.2016, EuroTier 2016, DLG, (Poster)
- STOCKL, A., LICHTI, F.: Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) als Monitoringtool für den Biogasprozess und die Gärrestapplikation - NIRS-Monitoring II. Hannover, 15.11.2016, EnergyDecentral, DLG, (Poster)
- STOCKL, A., LICHTI, F.: Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) als Monitoringtool für den Biogasprozess und die Gärrestapplikation - NIRS-Monitoring II. Haßfurt, 14.06.2016, DLG-Feldtage, DLG, (Poster)
- STOCKL, A., LICHTI, F.: Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) als Monitoringtool für den Biogasprozess und die Gärrestapplikation - NIRS-Monitoring II. Ulm, 13.01.2016, Biogas Infotage, Renergie, (Poster)
- STOCKL, A., LICHTI, F.: Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) als Monitoringtool für den Biogasprozess und die Gärrestapplikation - NIRS-Monitoring (Projekt-Zwischenbericht)
- STOCKL, A., LICHTI, F.: Weiterentwicklung der Nahinfrarot Spektroskopie (NIRS) als Monitoringtool für den Biogasprozess - NIRS-Monitoring (Projekt-Endbericht)
- STOCKL, A., LICHTI, F.: Weiterentwicklung der Nahinfrarot Spektroskopie (NIRS) als Monitoringtool für den Biogasprozess und die Gärrestapplikation. Ulm, 13.01.2016, Biogas Infotage, Renergie, (Poster)
- STOETZEL, P., SIMON, J., KUPKE, S.: Untersuchung und Bewertung baulicher Maßnahmen zur Reduzierung des Hitzestresses bei Milchkühen (Projekt-Zwischenbericht)
- STREICHER, G., Kliche, R., BUSCHMANN, A., POHL, A., EFFENBERGER, M.: Monitoring von Biogasanlagen - Diversifizierung der Einsatzstoffe und Verfahrenstechnik. Freising, (Projekt-Endbericht)

STRICKER, C., KÜHBERGER, M.: Das Projekt "RAST" - Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes durch selektives Trockenstellen. Triesdorf, 19.10.2016, Jahrestagung der WGM e.V., (Poster)

TAPPEN, S. (2016): Energetische Effizienz und Emissionen der Biogasverwertung (Projekt-Endbericht)

THURNER, S., HEINRICH, A.: 14 Jahre Weihenstephaner Muldennest. Hannover, 16.11.2016, EuroTier 2016, DLG, (Poster)

THURNER, S., HEINRICH, A.: Ansätze zur Legeleistungsbestimmung im Familiennest. Hannover, 16.11.2016, EuroTier 2016, DLG, (Poster)

THURNER, S., HEINRICH, A.: Elektronische Schlupflöcher für Legehennen. Hannover, 16.11.2016, EuroTier 2016, DLG, (Poster)

ZICKGRAF, W., EFFENBERGER, M., ZEHETMEIER, M., ZERHUSEN, B.: Treibhausgas-Minderungspotenzial in der Milchviehhaltung (3 Poster)

ZERHUSEN, B. (2016): Treibhausgas (THG)-Rechner Biogas - Flyer. LfL-Merkblätter, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

ZERHUSEN, B., EFFENBERGER, M. (2016): Landwirtschaft und Klimaschutz – Handout. EuroTier. LfL-Merkblätter, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

5.2.5 Führungen, Exkursionen

Name	Thema/ Titel	Gäste	Datum	Teilnehmer (Anzahl)
Neiber, J., Schober, J.	Energieverbrauchsmessungen Milchviehstall PV-Anlage, Eiswasserkühlung Last- Regelbetrieb Biogasanlage	Projektmitarbeiter Land- SchafftEnergie	16.02.2016	20
Koßmann, A.	Organisation / Aufgaben der LfL, Betriebsführung mit Be- sichtigung der Rinderställe, Lehrschau Rind	LLA Weitau	23.02.2016	44
Harms, J.	Einblicke in die Forschungsar- beit ILT, Vorstellung der Ver- suche im Gruber Milchviehstall	Journalistenkolleg Tauch- gänge in die Wissenschaft	15.03.2016	20
Koßmann, A., Leicher, C.	Aufgaben der LfL, Besichti- gung Rinderställe (MV mit AMS, JV, Kälber, Bullen, Lehr- schau Rind)	VLF Starnberg	17.03.2016	25
Harms, J., Reiter, K., Schneider, F., Zahner, J.	Milchviehstall, Lehrschau Rind und Schwein, Kälberhaltung	Studierende 2. Semester Landwirtschaft HSWT	22.03.2016	60
Bernhard, K., Haidn, B. Kürn, T., Schneider, F., Zahner, J.	Milchviehstall, Kälberhaltung, Lehrschau Rind und Schwein	Studierende 2. Semester Landwirtschaft HSWT	19.04.2016	60

Name	Thema/ Titel	Gäste	Datum	Teilnehmer (Anzahl)
Koßmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Kälber- u. JV-Stall, Milchviehstall mit AMS, Bullenstall	Lehrer	20.04.2016	15
Schneider, F., Jais, C., Schwemmer, O., Stöckinger, H.	Bewegungsbuchten, Schwanzbeißen	Forschungsteam PRO - SAU	26.04.2016	6
Schneider, F., Jais, C., Schwemmer, O., Stöckinger, H.	Bewegungsbuchten	Forschungsteam PRO - SAU	26.04.2016	9
Harms, J., Jais, C.	Ställe für Milchvieh und Mastschweine, Lehrschauen Rind und Schwein	Architektur-Studierende	29.04.2016	120
Schneider, F.	Bewegungsbuchten	Agrargenossenschaft Bayern	29.04.2016	5
Koßmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Rinderställe, Lehrschauen Rind und Schwein	Agrarstudenten 6. Sem. FH	11.05.2016	30
Koßmann, A.	Aufgaben/Organisation LfL, Besichtigung Rinderställe Gutsbetrieb	Landw. Berufs- und Fachschule	20.05.2016	51
Koßmann, A., Obermaier, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Rinderställe, Vorstellung der Fütterungsversuche	BBV-Obmänner Unterallgäu	24.05.2016	40
Koßmann, A., Zahner, J.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Gutsbetrieb, Lehrschauen Rind und Schwein	Landw. Berufs- und Fachschule	02.06.2016	48
Harms, J.	Automatisches Melken, Automatische Fütterung, Versuchsbetrieb Grub	Landwirte	03.06.2016	8
Koßmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Rinderställe Gutsbetrieb	Fachschule für Agrarwirtschaft	07.06.2016	30
Koßmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Rinderställe Gutsbetrieb	Landwirtschaftliche Fachschule Litzlhof	07.06.2016	27
Koßmann, A.	Vorstellung LfL, Besichtigung Rinderställe Gutsbetrieb	GS 2189 Haldenbergerstraße, Klasse 4c	08.06.2016	23
Koßmann, A.,	Organisation/Aufgaben LfL, Besichtigung Rinderställe Gutsbetrieb	Berufsschüler Landwirtschaft	09.06.2016	27

Name	Thema/ Titel	Gäste	Datum	Teilnehmer (Anzahl)
Harms, J., Košmann, A., Leicher, C.	Organisation/Aufgaben der LfL, Lehrschau Rind, Besichtigung Rinderställe Gutsbetrieb	BBV Obmänner	15.06.2016	78
Peis, R., Schneider, F., Zahner, J.	Rinderställe Lehrschau Schwein, Lehrschau Rind	Praktikum 2. Semester Agrarmarketing "Agrar- technik" HSWT	16.06.2016	45
Zahner, J., Schober, J.	Ventilationskonzept Milchvieh- stall Grub, Biogasanlage	Stallklimaschulung	30.06.2016	10
Košmann, A., Zahner, J.	Lehrschau Rind Gutsbetrieb	Abschlussklasse Landwirt- schaftsschule Ludwigsburg	06.07.2016	12
Bauer, U.	Veröden der Hornanlagen	Fachschulklassen	07.07.2016	103
Harms, J.	Aktuelle Forschungsthemen Milchvieh	Fachschulklassen	07.07.2016	103
Kühberger, M.	Aktuelle Trends bei der Melk- technik Lehrschau	Fachschulklassen	07.07.2016	103
Zahner, J.	Hitzestress Milchvieh	Fachschulklassen	07.07.2016	79
Zahner, J.	Lehrschau Milchviehstall Hitze- stress	Arbeitskreis Milchviehhäl- ter AELF Rosenheim	12.07.2016	25
Bauer, U.	Veröden der Hornanlagen	Fachschulklassen	14.07.2016	72
Haidn, B.	Aktuelle Forschungsthemen Milchvieh	Fachschulklassen	14.07.2016	72
Kühberger, M.	Aktuelle Trends der Melktech- nik Lehrschau	Fachschulklassen	14.07.2016	72
Zahner, J.	Hitzestress Milchvieh, Lehr- schau	Fachschulklassen	14.07.2016	72
Košmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Gutsbetrieb, Lehr- schau Rind	Landwirte	22.08.2016	22
Košmann, A.	Aufgaben/Organisation der LfL, Besichtigung Gutsbetrieb	Landwirte	14.09.2016	49
Košmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Gutsbetrieb	Landwirte	21.09.2016	19
Košmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Gutsbetrieb, Lehr- schau Rind	Landwirte	22.09.2016	2
Košmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Gutsbetrieb, Lehr- schau Rind	Anwärter mittlerer und ge- hobener Dienst	06.10.2016	40
Košmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Gutsbetrieb, Stoffwechsellanlage, Lehrschau Rind	Mitarbeiter Forstgut Lambach	11.10.2016	4
Harms, J.	Kuh- und Rinderställe	Interessierte Bürger	17.10.2016	26

Name	Thema/ Titel	Gäste	Datum	Teilnehmer (Anzahl)
Thurner, S., Jakschitz-Wild, S.	Vorstellung der Heubelüftungsversuchsanlage Hübschenried und wichtiger Aspekte zur modernen Heubelüftungstechnik	Hayfarmers association of Finland	19.10.2016	25
Koßmann, A.	Organisation/Aufgaben der LfL, Besichtigung Gutsbetrieb	Landwirtschaftliche Fachkräfte der Agrarjugend	03.11.2016	12
Zahner, J.	Lehrschau Rind	BG Unternehmerschulung	24.11.2016	20

5.2.6 Studienarbeiten (Bachelor- und Masterarbeiten) und Dissertationen

Name	Thema/ Titel	Betreuer, Zusammenarbeit
Eisenreich, C.	Einfluss der Schnittlänge von Heulage auf das Fressverhalten von Pferden beim Einsatz von Futterspernetzen mit unterschiedlichen Maschenweiten	<u>Haidn, B.</u> HSWT (Schmidt, E.)
Esterl, M.	Einsatz von zeitgesteuerten Heuraufen in der Gruppenhaltung von Pferden	<u>Reiter, K.</u> TUM-WZW (Zeitler-Feicht, M.)
Gain, A.	Kalibration eines Messverfahrens zur Bestimmung von Qualität und Biomasseaufwuchs eines Grünlandbestands mit Hilfe eines 2D-Laserscanners und eines NIR-Sensors	<u>Thurner, S., Seiferth, B.</u> TUM-WZW (von Tucher, S., Buchhart, C.)
Höfelsauer, M.	Nutzung eines Ortungssystems zur Analyse des Verhaltens von Hühnern in Bodenhaltung	<u>Haidn, B., Reiter, K.</u> TUM-WZW (Reiter, K.)
Hohmann, C.	Technische Entwicklung und Evaluierung eines autonom fahrenden Reinigungsgeräts für Hochliegeboxen in Milchviehställen	<u>Haidn, B.</u> TUM-WZW (Bernhardt, H.)
Horn, K.	Einfluss einer ad libitum Tränke auf Gesundheits- und Leistungsparameter	<u>Reiter, K.</u> TUM-WZW
Kühnle, E.	Auswirkungen verschiedener Methoden des Schwanzkupierens bei Lämmern	<u>Reiter, K.</u> Uni-Hohenheim
Mika, M.	Untersuchungen zur technologischen Behandlung von Sojabohnen	<u>Thurner, S., Hoffmann, D.</u> HSWT (Bellof, G.)
Rethmann, L.	Ist die Initiative Tierwohl ein Zugewinn für die konventionelle Schweinehaltung	<u>Reiter, K.</u> TUM-WZW (Zeitler-Feicht, M.)
Schlagenhauser, M.	Untersuchungen zum Verhalten von Milchkühen in einem Laufstall mit Treppen	<u>Reiter, K., Simon, J.</u> TUM-WZW
Schneider, F.	Bewertung ausgewählter Bewegungsbuchten zur Haltung ferkelführender Sauen unter besonderer Berücksichtigung arbeitswirtschaftlicher Kriterien	<u>Jais, C.</u> TUM-WZW (Bernhardt, H.)

Name	Thema/ Titel	Betreuer, Zusammenarbeit
Strauß, C.	Technische Entwicklung und Evaluierung eines autonom fahrenden Einstreugerätes für Hochliegeboxen bei Milchvieh	<u>Haidn, B.</u> TUM-WZW (Bernhardt, H.)
Stricker, C.	Orientierende Beobachtungen zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes beim Milchvieh durch selektives Trockenstellen	<u>Harms, J.</u> TUM-WZW (Meyer, K.)

5.2.7 Praktika

Praktikumsart	Praktikant	Dauer	Betreuer
Betriebspraktikum Feinwerkmechaniker	Schüler(in)	4 Tage	Sixt Andreas
Einfluss verpilzter Substrate auf den Biogasprozess und die hygienische Beschaffenheit der Gärflüssigkeit in einem semikontinuierlichen Durchflussversuch	Student(in) Universität	6 Monate	Lichti, F., Hartel, M.
Studienarbeit zum Thema "Nasse Stickstoffdeposition am Standort Almesbach"	Student(in) Universität	7 Monate	Bonkoß, K., Neser, S.

5.2.8 Fernsehen, Rundfunk

Name	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Hasslberger, M., Hasslberger, J., Thurner, S.	03.01.2016	Wo ist mein Auto und warum stört die Kuh?	Terra Xpress	ZDF
Lichti, F., Ebertseder, F., Demmel, M., Lutz, S., Kirchmeier, H.	17.06.2016	DLG-Feldtage 2016	Unser Land - Moderne Landtechnik der Zukunft	BR
Lichti, F., Ebertseder, F., Demmel, M., Lutz, S., Kirchmeier, H.	19.06.2016	Aus Landwirtschaft und Umwelt	B5 aktuell - Modernste Technik DLG-Feldtage in Unterfranken	BR
Hammerl, G., Bamler, H., Simon, J.	13.09.2016	ZLF 2016 - Ankunft erster Kühe im ZLF-Milchviehstall aus heimischem Holz		ganz-muenchen.de
Hammerl, G., Bamler, H., Simon, J.	16.09.2016	ZLF 2016 - Minister Brunner am ZLF-Milchviehstall		ganz-muenchen.de
Hammerl, G., Bamler, H., Simon, J.	16.09.2016	ZLF: Moderner Kuhstall - Modulstall aus Holz	Unser Land	BR
Fleischhut, M. Thurner, S.	28.10.2016	Maisstroh in die Biogasanlage	Unser Land	BR

5.2.9 Mitgliedschaften und Mitarbeit in Arbeitsgruppen

Mitglied	Organisation
Aschmann, V.	Bayerische Energieagentur ENERGIE INNOVATIV - Arbeitsgruppe "Power to Gas"
	Biogas Forum Bayern - Arbeitsgruppe "Bau und Verfahrenstechnik"
Demmel, M.	KTBL-Arbeitsgruppe "Bundeswettbewerb Biogasanlagen"
	Schulungsverbund Biogas
	American Society of Agricultural and Biological Engineers
	American Society of Biological and Agricultural Engineers ASABE - "MS-49 Crop Production Systems, Machinery, and Logistics"
	CIGR International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering - Section III Plant Production
	DLG-Ausschuss „Technik in der Pflanzenproduktion“
	GKB, Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung
	ISO TC 23/SC 19/WG 7
	KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Technik in der Pflanzenproduktion“
	KTBL-Arbeitsgruppe „Streifenbearbeitung“
Ebertseder, F.	KTBL-Arbeitskreis "Referenten Landtechnik"
	Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI
	Programmausschuss der Tagung "Land Technik für Profis" der DLG und VDI-MEG
	Prüfungskommission "Bodenbearbeitung und Sätechnik" der DLG
	Prüfungskommission "Lenksysteme" der DLG
	Union der Deutschen Kartoffelwirtschaft e. V. UNIKA - Fachkommission Technik
	Verband der Landwirtschaftskammern - Arbeitskreis "Bauen, Energie, Technik"
	Biogas Forum Bayern - Arbeitsgruppe "Prozessbiologie, -bewertung und Analytik"
	Biogas Forum Bayern - Arbeitsgruppe "Substratproduktion"
	Fachverband Biogas e.V. - Arbeitsgruppe "Restgaspotenzial"
Effenberger, M.	KTBL-Arbeitsgruppe "Ringversuch Biogas"
	VDLUFA - Fachgruppe I
	VDLUFA - Fachgruppe II
	VDLUFA - Fachgruppe VIII
	VDLUFA Projektgruppe "Methodenentwicklung Restgasmessung"
	Biogas Forum Bayern - Arbeitsgruppe "Bau- und Verfahrenstechnik"
	Biogas Forum Bayern - Arbeitsgruppe "Ökonomie"
Biogas Forum Bayern - Koordinierungsgremium	
Fachverband Biogas e.V. - Arbeitskreis "Umwelt"	

Mitglied	Organisation
	AG Einzelbetriebliche Treibhausgasbilanzierung in der Landwirtschaft
Fröhlich, G.	FNR-Expertenarbeitsgruppe "Erntetechnik im Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen"
Gobor, Z.	GIL, Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e.V. Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI VDI-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik DLG-Ausschuss "Versuchswesen in der Pflanzenproduktion"
Haidn, B.	EurAgEng LfL-Arbeitskreis "Beikrautregulierung und Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau" LfL-Arbeitskreis "Heil- und Gewürzpflanzen im ökologischen Landbau" VDI-MEG Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB) - Arbeitskreis "landwirtschaftliches Bauwesen" Arbeitskreis Arbeitswirtschaft in der Landwirtschaft (AKAL) Bauförderung Landwirtschaft e.V. DLG e.V., Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Hauptausschuss DLG - Ausschuss "Technik in der tierischen Produktion" KTBL-Arbeitsgruppe "Arbeitswirtschaftliche Grundlagen" KTBL-Arbeitsgruppe "Automatische Fütterungssysteme in der Rinderhaltung" LfL-Arbeitsgruppe "Ökologischer Landbau" LfL-Arbeitsschwerpunkt "Tierwohl" BayStMELF-Fachbeirat "Technik und Bauen"
Harms, J.	Arbeitsgruppe Rind - Runder Tisch zur tiergerechten Haltung von Nutztieren Deutsches Institut für Normung - Arbeitskreis „Automatische Melkverfahren“ DLG, Prüfungskommission Melktechnik EurAgEng Working Group AP06 "Innovative technologies for dairy farming" KTBL-Arbeitsgruppe „Automatische Fütterungssysteme in der Rinderhaltung“ KTBL-Arbeitsgruppe "Automatische Melksysteme" KTBL-Arbeitsgruppe "Normierung-Datenfunk" KTBL-Arbeitsgruppe "Precision Dairy Farming" Länderarbeitsgruppe Landwirtschaft-Arbeitsfeld "Automation in der Tierproduktion" Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., Berlin
Heinrich, A.	World Poultry Science Association, German Branch

Mitglied	Organisation
Hijazi, O.	AG Einzelbetriebliche Treibhausgasbilanzierung in der Landwirtschaft
Jais, C.	Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB) - Arbeitskreis "landwirtschaftliches Bauwesen"
Kühberger, M.	Bauförderung Landwirtschaft, Beirat DLG-Arbeitskreis "Haltungs- und Fütterungstechnik Schweine" VDMA Normengruppe Landtechnik - Arbeitsgruppe "Melkmaschinen" WGM-Arbeitsgruppe "DIN ISO-Melktechnik"
Neiber, J.	Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., Berlin, Beirat DBU Umweltkommunikationsprojekt "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft" KTBL-Arbeitsgruppe "Stromspeicher" Länderübergreifende Arbeitsgruppe "Energieeffizienz in der Landwirtschaft"
Neser, S.	Agrarministerkonferenz (Immissionsschutz in der Tierhaltung und Redaktionsgruppe) - Expertengruppe "Landwirtschaftliche Nutztierhaltung" Bayer. Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz - Arbeitskreis "Immissionsschutz in der Landwirtschaft in Bayern" Internationale Bodenseekonferenz (IBK) - Arbeitsgruppe "Landwirtschaft und Umweltschutz" KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Standortentwicklung und Immissionsschutz (STI)" KTBL-Arbeitsgruppe "Definition von Tierplätzen im Rahmen der 4. BImSchV" KTBL-Arbeitsgruppe "Emissionsfaktoren Tierhaltung" KTBL-Arbeitsgruppe "Online-Anwendung Mastschweine - Weiterentwicklung des "Nationalen Bewertungsrahmens"
Neumaier, G.	FNR-Expertenarbeitsgruppe "Erntetechnik im Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen" LfL Arbeitskreis "Heil- und Gewürzpflanzen im ökologischen Landbau"
Pöhlmann, K.	Bayer. Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz - Arbeitskreis "Immissionsschutz in der Landwirtschaft in Bayern" Internationale Bodenseekonferenz (IBK) - Arbeitsgruppe "Landwirtschaft und Umweltschutz"
Reiter, K.	DLG-Arbeitsgruppe "Kaninchen" Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft - Arbeitsgruppe "Verhalten und Tierschutz" International Society for Applied Ethology LfL-Arbeitsgruppe "Ökologischer Landbau" World Poultry Science Association - Working Group "Waterfowl"

Mitglied	Organisation
Simon, J.	<p>Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB)</p> <p>Arbeitskreis "Baukultur, Denkmalpflege, Landespflege"</p> <p>Förderverein Lehrschau Landwirtschaftliches Bauen und Tierhaltung e.V.</p> <p>KTBL-Bundesprüfungskommission "Landwirtschaftliches Bauen"</p> <p>LfL-Arbeitsgruppe "Planung Lehr- und Versuchsanstalten"</p> <p>LfL-Arbeitsgruppe "Stallbau Ökolandbau"</p> <p>LfL-Arbeitsgruppe "Ökologischer Landbau"</p> <p>VLK-Arbeitsgruppe "JGS-Anlagen"</p> <p>Verband der Landwirtschaftskammern - Arbeitskreis "Bauen, Energie, Technik"</p>
Thurner, S.	<p>Biogas Forum Bayern - Arbeitsgruppe 2 "Substratbereitstellung"</p> <p>DLG</p> <p>KTBL-Arbeitsgruppe „Heubelüftung“</p> <p>World Poultry Science Association, German Branch</p>
Wendl, G.	<p>Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB), Vorstandsmitglied</p> <p>Bauförderung Landwirtschaft e.V., Vorstandsmitglied</p> <p>KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Technik und Bauwesen in der Nutztierhaltung"</p> <p>Lehr- und Forschungsverbund für Agrar- und Gartenbauwissenschaften Weihenstephan und im Koordinierungsgremium des Agrarwissenschaftszentrums Weihenstephan</p> <p>Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI, Vorstandsmitglied</p> <p>Programmausschuss der Internationalen Tagung "Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung"</p>
Zahner, J.	<p>Förderkreis Stallklima</p> <p>LfL-Arbeitskreis „Schaf- und Ziegenhaltung im ökologischen Landbau"</p>
Zerhusen, B.	<p>AG Einzelbetriebliche Treibhausgasbilanzierung in der Landwirtschaft</p>

5.2.10 Vorlesungen im Rahmen eines erteilten Lehrauftrages

Name	Titel	Hochschule	Vorlesung
Effenberger, M.	Bioenergy Systems	TUM, Freising	Modul Agricultural Raw Materials and Their Utilization
Effenberger, M.	Technologie der Biogaserzeugung und -nutzung	TUM, Freising	Technologie und Verarbeitungslinien sonstiger biogener Rohstoffe
Neser, S.	Emission Control in Land-Use and Animal Husbandry	TUM, Freising	WS - 3 ECTS-Modul Sustainable Resource Management
Reiter, K.	Geflügelwissenschaften	TUM, Freising	WS Modul Geflügelwissenschaften
Reiter, K.	Grundlagen der Ethologie, Angewandte Ethologie	TUM, Freising	SS Modul Nutztierethologie und Tiererschutz
Reiter, K.	Verhalten der Nutztiere	TUM, Freising	SS Modul Nutztierethologie und Landtechnik
Reiter, K.	Spezielle Tierhaltung	TUM, Freising	WS Modul Spezielle Tierhaltung
Simon, J.	Landwirtschaftliches Bauen	TUM, Freising	Spezielle Landnutzungstechnik - Tierhaltung

5.2.11 Vorträge im Rahmen einer Vorlesung an Hochschulen

Name	Titel	Hochschule	Datum
Harms, J.	Management automatischer Melksysteme	Uni Hohenheim	14.01.2016
Reiter, K.	Schlafverhalten bei Tieren	Uni Hohenheim	06.04.2016
Demmel, M.	Spurführungssysteme für Landmaschinen	TUM WZW	07.06.2016
Demmel, M.	Kontinuierlich arbeitenden Durchsatz- und Ertragsmesssysteme	TUM WZW	07.06.2016
Demmel, M.	Streifenbodenbearbeitung - Strip Tillage	TUM WZW	21.06.2016
Demmel, M.	Regelfahrspurverfahren - Controlled Traffic Farming	TUM WZW	21.06.2016
Demmel, M.	Prozesssteuerung und Automatisierung in der Außenwirtschaft	TUM WZW	21.06.2016
Reiter, K.	Futteraufnahme- und Trinkverhalten bei Nutztieren	Uni Hohenheim	21.10.2016
Neser, S.	Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung	TUM WZW	21.12.2016

Name	Titel	Hochschule	Datum
Simon, J.	Neues Bauen für die Landwirtschaft, Beispiel Milchviehhaltung	TUM	26.04.2016

5.3 Abkürzungen

AELF	Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
AELF-FZD	Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten - Fachzentrum für Diversifizierung
ÄELF	Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
ALB	Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
ALE	Amt für ländliche Entwicklung
ATB	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.
BayStMELF	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BayStMWi	Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie
BBV	Bayerischer Bauernverband
BFL	Bauförderung Landwirtschaft e.V.
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMI	Bayerische Milchindustrie e.G.
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BÖLN	Bundesprogramm Ökologischer Landbau und anderer Formen nachhaltiger Landwirtschaft
C.A.R.M.E.N.	Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.
CIGR	Commission Internationale du Genie Rural
DBFZ	Deutsches Biomasseforschungszentrum
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
DMK	Deutsches Maiskomitee
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches

EGZH	Erzeugergemeinschaft und Züchtervereinigung für Zucht- und Hybridzuchtschweine in Bayern w.V.
EurAgEng	European Society of Agricultural Engineers
FAU	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
FüAk	Staatliche Führungsakademie
GIL	Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e.V.
HAFL	Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften
HEZ	Hans Eisenmann-Zentrum für Agrarwissenschaften
HLS	Höhere Landbauschule
HSWT	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
IASP	Institut für Agrar- und Städökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin
KBM	Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e.V.
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
LAZBW	Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg
LBM	Landesverband der Bayerischen Milchwirtschaft
LEL	Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfL-AIW	Abteilung Information, Wissensmanagement
LfL-AQU	Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
LfL-AVB	Abteilung Versuchstationen
LfL-IAB	Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
LfL-IEM	Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte
LfL-IBA	Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur
LfL-ILT	Institut für Landtechnik und Tierhaltung
LfL-IPS	Institut für Pflanzenschutz
LfL-IPZ	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
LfL-ITE	Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
LfU	Landesamt für Umweltschutz

LFZ	Lehr- und Forschungszentrum
LGL	Bayer. Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
LK	Landwirtschaftskammer
LKP	Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V.
LKV	Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.
LLA	Landwirtschaftliche Lehranstalten
LLH	Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
LLFG	Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität München
LRA	Landratsamt
LTZ	Lohmann Tierzucht
LUFA	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
LVFZ	Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum der LfL
LWF	Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
LWG	Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
LWK	Landwirtschaftskammer
MR	Maschinenring
ÖKL	Österreichisches Kuratorium für Landwirtschaft
PtJ	Projekträger Jülich im Forschungszentrum Jülich
TFZ	Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe Straubing
TGD	Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.
TLL	Thüringische Landesanstalt für Landwirtschaft
TUM	Technische Universität München
VDI/VDE	Verein Deutscher Ingenieure/Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informations- technik
VDI-MEG	Verein Deutscher Ingenieure - Max Eyth Gesellschaft
VLF	Verband für landwirtschaftliche Fachbildung in Bayern e.V.
VLK	Vorarlberger Landeskonservatorium
VLM	Verband landwirtschaftlicher Meister

VWU	Vereinigung Weihenstephaner Universitätsabsolventen
TI	Johann Heinrich von Thünen-Institut
WGM	Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V.
ZLF	Bayerisches Zentral-Landwirtschaftsfest