

Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren

Autoren: Christina Umstätter

Frühjahr 2019

Neue Erkenntnisse und Fortschritte

AW Kennzahlen

Ein neues arbeitswirtschaftliches Tool zum Modellieren des Arbeitszeitbedarfs («Modelliertool») wurde in Zusammenarbeit mit einer IT Firma entwickelt und steht kurz vor der Endabnahme. Des Weiteren wurde das Tool LabourScope weiter ausgebaut, indem weitere Arbeitsverfahren von der Vorgängerversion in das neue Tool überführt und zusätzliche Funktionen ergänzt wurden.

Der erste Teil des Projekts zur Evaluierung der administrativen Vereinfachung wurde erfolgreich durchgeführt und mit einer Zwischenberichterstattung abgeschlossen. Dabei konnte festgestellt werden, dass der modellierte Anteil der administrativen Arbeiten im Landwirtschaftsbetrieb verhältnismässig gering ist. Zukünftige wahrnehmbare Erleichterungen im administrativen Bereich könnten im Tierbereich angesiedelt sein. Im Rahmen des zweiten Teils wurde eine Umfrage zur Wahrnehmung des Aufwands von der FG Sozioökonomie durchgeführt. Zusätzlich konnten die Landwirte in einer Onlinebefragung die Einflussgrösseren für eine detailliertere Berechnung des Arbeitszeitbedarfs liefern. Auch diese elektronische Umfrage mit rund 100 ausgefüllten Fragebögen, wurde von den Landwirten sehr gut angenommen. Die beiden Umfragen werden derzeit ausgewertet.

Für die Erhebung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen für smarte Technologien wurde ein Konzept für den Gemüsebau in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Extension Gemüse erstellt. Die Datenerhebung wird im Frühling und Sommer 2019 durchgeführt.

Erste Auswertungen der Umfrage zum technischen Fortschritt mit Fokus auf den Elektronikeinsatz im Pflanzenbau wurde durchgeführt. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Nutzung von Fahrerassistenzsystemen höher lag, als von elektronischen Messsystemen. Das zeigt, dass die Implementierung von neuen Systemen nicht nur vom Betriebstyp, sondern auch von der Art der Technologie abhängt. Die Technologieeinführung steht in einem positiven Zusammenhang mit steigender Betriebsgröße und den Hauptbetriebszweigen Gartenbau, Dauerkulturen und Veredelungsbetrieben. Betriebe in den Bergzonen und kleine Betriebe nutzen neue Technologien weniger.

Digitale Milchproduktion

In dem Projekt zur Grasqualitätsmessung wurden drei verschiedene Technologien zur Grasaufwuchs- und Grasqualitätsmessung für Schweizer Verhältnisse evaluiert. Die drei Technologien waren Drohnenbilder, der GrassHopper® (TrueNorthTechnologies, Irland) und das Harvestlab 3000™ (John Deere, USA). Dabei konnte festgestellt werden, dass der Algorithmus für den GrassHopper für Schweizer Verhältnisse angepasst werden sollte. Ein erster Schritt dazu ist bereits unternommen. Des Weiteren konnte eine erste grobe statistische Analyse durchgeführt werden. Dabei wurde festgestellt, dass das Harvestlab bezüglich der TS Gehalte für die Schweiz recht gut funktioniert. Die Bestimmung des Rohproteingehalts und des Rohaschegehalts scheint bei Frischgrasproben nicht ausreichend zu sein. Eine detaillierte Analyse steht noch an. Die Drohnenbilder, die erhoben wurden, wurden bisher in die neu entwickelte GrassQ Datenbank eingespeist (www.grassq.com). Der Datensatz wird nun in diesem Jahr noch detaillierter ausgewertet und die Methode weiterentwickelt, um mit Drohnenbildern die Aufwuchsmasse und -qualität für Grünland messen zu können. Die Algorithmen, die in Irland entwickelt wurden, haben hier keine befriedigenden Ergebnisse gebracht.

Um das Weidemanagement zu verbessern und Arbeitszeit einzusparen, wurde auch die Entwicklung von einem tierfreundlichen virtuellen Zaun weiter vorangetrieben. In Zusammenarbeit mit der NTB Buchs wurde ein Prototyp eines virtuellen Zauns entwickelt und gebaut, der neben Audiosignalen auch visuelle Signale an die Kuh weitergeben kann.

Die Betrachtung der Ultra-Hochfrequenz Radiofrequenzidentifikation (UHF-RFID) ergab, dass diese eine geeignete Technologie ist, um das Verhalten von Rindern und Schweinen im Stall zu überwachen. Bei Milchkühen konnten beispielsweise in Pilotversuchen die Besuche am Futtertisch überwacht und somit das Fressverhalten als Indikator für die Stoffwechselgesundheit der Tiere bestimmt werden. Bei Schweinen ist die Überwachung des Fress-, Trink- und Spielverhaltens sowie der Bewegungsaktivität im Stall möglich. Diese Daten können Hinweise auf Erkrankungen der Tiere geben.

Milchgewinnung

Es fanden Untersuchungen zum Platzangebot für Kühe im Melkstand bei verschiedenen Melkstand-Typen auf Praxisbetrieben und experimentell im Versuchsmelkstand statt. Es konnte festgestellt werden, dass das Platzangebot im Melkstand einen Einfluss auf das Kuhverhalten hat. Eine abschliessende Beurteilung war aufgrund der Versuche nicht möglich. Allerdings gab es positive Effekte zwischen Melkstandlänge und Wiederkauverhalten. Zudem traten Kühe in den Melkstand früher und schneller ein, wenn mehr Platz vorhanden war. Daraus konnte geschlossen werden, dass es einen Zusammenhang zwischen dem gesteigerten Wohlbefinden der Tiere und grösseren Melkplätzen zu geben scheint.

ND-MoniGreen

Das Forschungsprojekt PISA (Platform applying Intelligent Signal Analysis to Gain Insights to Plant Electrophysiology) ist ein InnoSuisse Projekt (27661.1 PFLS-LS), das im Juni 2018 gestartet ist. Das Ziel ist die Entwicklung eines innovativen elektrophysiologischen Sensors, der unter Produktionsbedingungen im Gewächshaus ohne Faraday-Käfig verwendet werden kann und elektrische Signalmessungen in Echtzeit ermöglicht. Im Laufe des Jahres 2018 konnten wir feststellen, dass die bioelektrische Aktivität in Reaktion auf (1) die Bedingungen von Wasserstress sowie (2) als Funktion des diurnalen Rhythmus modifiziert wird. Darüber hinaus ermöglicht die automatische Klassifizierung des Pflanzenstatus durch überwachtes «machine learning» die Erkennung dieser physiologischen Veränderungen. Dieser Sensor stellt ein effizientes alternatives agronomisches Werkzeug dar, das den Produzenten zur Entscheidungsunterstützung oder zur Einleitung vorbeugender Massnahmen zur Verfügung steht, bevor erste sichtbare Symptome von Pflanzenstress auftreten.

Aktuelle und zukünftige Versuche (2019) und Entwicklungen werden dazu dienen, Nährstoffmängel zu modellieren, indem die aufgezeichneten elektrischen Biosignale von Tomatenpflanzen analysiert werden, denen bestimmte Mikro- oder Makroelemente (Mn, Fe, Mg, Ca, N, P, K) fehlen.

Ein neues "SMART-DENDRO" Projekt wurde als Teil einer InnoSuisse Feasibility Studie im Februar 2019 gestartet. In Zusammenarbeit mit der Firma JDC Electronic wird ein Sensor entwickelt, der in der Lage ist, das Wachstum von Früchten und den Durchmesser des Stammes kontinuierlich zu messen. Dabei werden alle gesammelten Daten digitalisiert und von einem drahtlosen System übertragen. Dieser Sensor ist nicht auf dem Markt erhältlich und hat den Vorteil, dass er eine potenzielle physiologische Störung im Zusammenhang mit dem Entwicklungsstand der Frucht erkennen kann. Bei erfolgreicher Machbarkeitsstudie wird ein vollständiges InnoSuisse-Projekt eingereicht werden.

Smart Modul

Für die SBB wurde prototypisch ein Heisswasserverfahren für die Unkrautregulierung auf Bahngleisen entwickelt und in verschiedenen Feldversuchen umgesetzt. Diese Verfahren sollen im laufenden Jahr in erweiterten Versuchen getestet werden.

Das InnoSuisse Projekt Ortspezifische Wiesenübersaat wurde in Zusammenarbeit mit der Fa. Krummenacher AG, Dietwil, und mit CSEM, Neuenburg, durchgeführt und Ende 2018 erfolgreich abgeschlossen. Der Prototyp wurde an der Agrama ausgestellt und wird im laufenden Jahr von der Fa Krummenacher erweiterten Praxistests unterzogen. Nach diesen Tests soll dann die Kommerzialisierung starten.

Das InnoSuisse Projekt «Sustainable Intensification of Agricultural Cropping Systems Supported by Smart Swiss ICT-AGRI Solutions» in Zusammenarbeit mit Enveve, Nestlé, Syngenta, CSEM wurde Ende 2018 abgeschlossen. Ein Agroscope Science befindet sich im Druck. Internetbasierte Verfahren ermöglichen es sowohl Apfel- wie Kakaoplantagen deutlich effizienter und ressourcenschonender zu bewirtschaften.

In Zusammenarbeit mit dem ILVO, Belgien, wird eine Datenbank für die Erfassung der Daten im Milchviehstall konzipiert und umgesetzt. Dies ist Teil des ICT-AGRI ERANET Projekts CowData. Gemeinsam mit dem Zentrum für Tiergerechte Haltung soll die Lahmheit von Milchkühen mittels Beschleunigungssensoren erfasst werden.

In Zusammenarbeit mit der ETH und der Swiss Future Farm werden die Grundlagen für die ortsspezifische Stickstoffdüngung erarbeitet und in der Praxis umgesetzt. Im vergangenen Jahr konnten mit einer verminderten Stickstoffdüngung von 10 % ebenbürtige Erträge realisiert werden, was aber in direktem Zusammenhang mit der trockenen Witterung des vergangenen Jahres stand.

Ziel ist es, Verfahren zu entwickeln, die sich für die Unkrautregulierung im Acker- und Gemüsebau für den Einsatz mit Robotern eignen. Ein erster Prototyp für das Abflammen einzelner Pflanzen wurde erstellt und in ersten Versuchen an Pflanzen getestet. Als weitere Schritte erfolgen Feldversuche im laufenden Jahr, die zusätzlich um ein Heisswasserverfahren ergänzt werden. Ein erster Zwischenbericht wurde ans BLW abgeliefert.

In Zusammenarbeit mit der HSR Rapperswil soll ein neuer Prototyp für die automatisierte Bekämpfung von Ampfern konstruiert werden. Das Automatisieren des Fahrzeuges, die Detektion des Ampfers sowie die Verbesserung der Applikation werden in verschiedenen Arbeitspaketen durch die Partner bearbeitet.

Nutzen für die Praxis

AW Kennzahlen

Mit LabourScope stehen den Nutzern arbeitswirtschaftliche Kennzahlen in aktueller und anwenderfreundlicher Form zur Verfügung. Mit den neuen Funktionen können individuell Daten aus Fremdquellen ergänzt werden. Das neue Modelliertool hilft der arbeitswirtschaftlichen Forschung schneller neue arbeitswirtschaftliche Kennzahlen zu erarbeiten. Hier stehen in den nächsten Jahren vor allem Kennzahlen für den Einsatz neuer Technologien im Vordergrund. Ein Beispiel hierfür sind u.a. die arbeitswirtschaftlichen Erkenntnisse und Kostenkalkulationen zum Heisswasserverfahren für die Blackenbekämpfung, die den Landwirten als Entscheidungsunterstützung dienen. Die Erkenntnisse zur administrativen Vereinfachung und zur Technikfolgenabschätzung von neuen Technologien dienen der Politikunterstützung.

Digitale Milchproduktion

Die Evaluation der drei neuen Technologien zur Bestimmung der Aufwuchsmenge und -qualität unter Schweizer Verhältnissen hilft den Landwirten eine Kaufentscheidung zu treffen. Darüber hinaus können durch die Forschung Anpassungen gemacht werden, damit die Technologien auch in der Schweiz sinnvoll anwendbar sind.

In diesem Jahr sind erstmal zwei virtuelle Zaunsysteme für landwirtschaftliche Nutztiere auf den Markt gekommen, die aktiv beworben werden. Derzeit erlaubt das Schweizer Tierschutzgesetz den Einsatz nicht. Momentan müssen die Systeme auch noch hinsichtlich des Tierwohls optimiert werden. Die derzeit durchgeführte Forschung von Agroscope hat dies zum Ziel. Virtuelle Zäune könnten dann hinsichtlich Kosten und Arbeitseinsatz eine bedeutende Erleichterung für die Schweizer Landwirtschaft bringen.

UHF-RFID ist eine vergleichsweise kostengünstige und wartungsarme Technologie, die gerade für kleine milchviehhaltende Betriebe einen Einstieg in das Smart Farming bieten kann. Darüber bietet die Technologie neben der Nutzung für die Gesundheitsüberwachung Potential für weitere Managementanwendungen, wie z.B. die Erkennung der Tiere im Melkstand oder am Weidetor. In der Rinder- und Schweinehaltung kann UHF-RFID die Gesundheitsüberwachung mit der Rückverfolgung von Tieren, beispielsweise auf Transporten, kombinieren.

Milchgewinnung

Mithilfe der Erkenntnisse aus dem Projekt zu den Melkstandabmessungen können zukünftig die Empfehlungen zum Bau von Melkständen aktualisiert werden. Nicht nur grössere Abmessungen führen zu einer Verbesserung der Wohlbefinden bei Milchkühen, sondern auch die Gestaltung des Melkstandgerüsts, zum Beispiel mit Abtrennungen der Melkplätze. Empfehlungen zu grösseren Melkständen müssen aber unter dem Aspekt der Ergonomie für die melkenden Personen erfolgen.

ND-MoniGreen

Im vorliegenden Projekt PISA sollen die Forschungsergebnisse auf konkrete Probleme von Treibhausbetreibern angewendet werden. Bei Tomaten, die auf substratfreien Systemen angebaut werden, kann ein Wassermangel schnelle und irreversible Schäden verursachen. Deshalb soll zunächst einmal die automatische Erkennung eines Ausfalls des Bewässerungssystems entwickelt werden. Darüber hinaus wird die Detektion des physiologischen Erwachens der Pflanze nützlich sein, um die Ernährung und Bewässerung der Pflanze auf effiziente Weise zu steuern. Darüber hinaus könnte die direkte Bereitstellung der von der Pflanze angefragten Ressourcen zu einer

Verringerung des Einsatzes natürlicher Ressourcen führen. Wir haben unser Projekt auf der Landwirtschaftsmesse ÖGA 2018 (Koppigen) unter dem Sonderthema "Culture Maraîchère informatisée" ausgestellt.

Um den Transfer unserer Ergebnisse in die Praxis zu gewährleisten, haben wir beim BLW - Innovation ein Projekt eingereicht, das darauf abzielt, ein autonomes System für die Bewässerung von Gewächshäusern aufzubauen, das auf einer Echtzeitanalyse der elektrischen Signale von Pflanzen basiert.

Im Rahmen eines potentiellen vollen InnoSuisse Projekts, als Nachfolge des Projekts "SMART-DENDRO", werden auch Produzenten am Projekt teilnehmen. Dieser Antrag wird voraussichtlich bis Ende 2019 einreicht. Hauptziel ist es, die Erzeuger von Äpfeln und Aprikosen dabei zu unterstützen Wasser, das den Bäumen zur Verfügung gestellt wird, möglichst ressourcenschonend zu verwalten.

Smart Modul

Das im InnoSuisse Projekt weiterentwickelte Prognosesystem SOPRA (Prognose von Schädlingsbefall im Obstbau) wird innerhalb des Ressourcenprojektes «PFLOPF» im Kanton Thurgau umgesetzt. Dasselbe ist für die automatische Bewässerung von Obstanlagen im Bewässerungsprojekt des Kantons Waadt der Fall. Ebenso wurden erste Obstanlagen in den Kantonen Thurgau und Zürich mit einer automatischen Bewässerung ausgerüstet.

Das System der ortsspezifischen Wiesenübersaat, welches durch die Fa. Krummenacher konstruiert und künftig vertrieben wird, soll den Landwirten ermöglichen, die Qualität ihrer Wiesenbestände zu verbessern und gleichzeitig Saatgut und Kosten einzusparen.

Von der Automatisierung der einzelpflanzenspezifischen Unkrautregulierung erhoffen wir uns eine starke Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes ohne den Arbeitszeitbedarf stark zu erhöhen. Diese Verfahren befinden sich allerdings erst im Prototypenstadium.

Publikationen

Peer Review

AW Kennzahlen

Cockburn, M., Gómez, Y., Schick, M., Maffioletti, N. A., Gygax, L., Savary, P., & Umstätter, C. 2019. Effect of milking stall dimensions on upper limb and shoulder muscle activity in milkers. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4563-4576. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15316>.

Mack G., Kohler A., Heitkämper K. und El Benni N. 2019. Determinants of the perceived administration costs caused by the uptake of an agri-environmental program. *Journal of Environmental Planning and Management*, S. 1–18, DOI: 10.1080/09640568.2018.1515311.

Digitale Milchproduktion

Brown-Brandl T.M., Adrion F., Maselyne J., Kapun A., Hessel E.F., Saeys W., Van Nuffel A., Gallmann E. accepted. A Review of Passive Radio Frequency Identification Systems for Animal Monitoring in Livestock Facilities. *Applied Engineering in Agriculture*.

Werner, J., Leso, L., Umstätter, C., Niederhauser, J., Kennedy, E., Geoghegan, A., Shalloo, L., Schick, M. and Bernadette O'Brien, B. 2018. Evaluation of the RumiWatch System for measuring grazing behaviour of cows. *Journal of Neuroscience Methods* 300, 138-146.

Marsiglio Sarout, B.N., Waterhouse, A., Duthie, C.-A., Poli, C. H. E. C., Haskell, M. J., Berger, A. and Umstätter, C. 2018. Assessment of circadian rhythm of activity combined with random regression model as a novel approach to monitoring sheep in an extensive system. *Applied Animal Behaviour Science* 207, 26-38, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.06.007>.

Zehner, N., Niederhauser, J.J., Schick, M. and Umstätter, C. 2018. Development and validation of a predictive model for calving time based on sensor measurements of ingestive behavior in dairy cows. *Computers & Electronics in Agriculture*, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.037>.

Werner, J., Umstätter, C., Kennedy, E., Grant, J., Leso, L., Geoghegan, A., Shalloo, L., Schick, M. and O'Brien, B. 2019. Identification of possible cow grazing behaviour indicators for restricted grass availability in a pasture-based spring calving dairy system. *Livestock Science* 220, 74-82, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.12.004>.

Werner, J., Umstätter, C., Leso, L., Kennedy, E., Geoghegan, A., Shalloo, L., Schick, M. and O'Brien, B. (n.d.). Evaluation of an Accelerometer-based collar device for measuring grazing behavior of dairy cows. *Animal*, 1-10. doi:10.1017/S1751731118003658.

Milchgewinnung

Gómez Y., Bieler R., Hankele A.K., Zähner M., Savary P. and Hillmann E. 2018. Evaluation of visible eye white and maximum eye temperature as non-invasive indicators of stress in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 198, 1-8.

ND-MoniGreen

Camps, C. 2018. Singular approach to penetrometry by preprocessing of digitized force–displacement curves and chemometry: A case study of 12 tomato varieties. *Journal of Texture Studies*, 49, 378-386.
doi:10.1111/jtxs.12316.

Camps, C., & Camps, Z.-N. 2019. Optimized Prediction of Reducing Sugars and Dry Matter of Potato Frying by FT-NIR Spectroscopy on Peeled Tubers. *Molecules*, 24(5), 967. Retrieved from <http://www.mdpi.com/1420-3049/24/5/967>.

Gabioud Rebeaud, S., Jaylet, A., Cotter, P.-Y., Camps, C., & Christen, D. 2019. A Multi-Parameter Approach for Apricot Texture Analysis. *Agriculture*, 9(4), 73. Retrieved from <http://www.mdpi.com/2077-0472/9/4/73>

Tran, D., Dutoit, F., Najdenovska, E., Wallbridge, N., Plummer, C., Mazza, M., Camps, C. (2019b). UK Patent No.: p. a. T. m. A. Marks & Clerk LLP, 1 New York Street, Manchester, M1 4HD, UK.

Ohne Peer Review

AW Kennzahlen

Harms, J., Heitkämper, K., Stark, R. und Umstätter, C. 2018. Was können arbeitswissenschaftliche Tools für die Beratung leisten? In: 19. Jahrestagung der WGM. FBN Dummerstorf, Deutschland, 16.-18. Oktober, 28-31.

Heitkämper K., Lutz J. u. Stark R. 2019. Arbeitsbelastung in Betrieb und Familie aufzeigen und planen. *Agrarforschung Schweiz*, 10, 3, S. 110–115.

Heitkämper K., Lutz J. u. Stark R., 2019. Identifier et planifier la charge de travail dans l'exploitation et la famille. *Recherche Agronomique Suisse*, 10, 3, S. 110–115.

Heitkämper K., Stark R., Latsch R., Umstätter C. u. Menzel S. 2019. Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen als Grundlage für die Bestimmung von SAK-Faktoren. *Verwaltungsinterner Bericht, Tänikon, Ettenhausen.*

Heitkämper K., Stark R., Umstätter C., Albisser Vögeli G. u. Ammann M., 2019: Arbeitswirtschaftliche Planungsgrundlagen für Hauswirtschaft und Zusammenleben auf bäuerlichen Familienbetrieben. *Verwaltungsinterner Bericht, Tänikon, Ettenhausen.*

Heitkämper K. u. Thalmann E., 2018: Das bisschen Haushalt... – Ein Arbeitsvoranschlag für den Gesamtbetrieb. In: Fahning I., Grossenbacher V., Mölders T. u. Wotha B. [Hrsg.]: 3. Internationale deutschsprachige Tagung: "Frauen bewegen Landwirtschaft - Landwirtschaft bewegt Frauen", 04.-06.04..2017, Schwäbisch Hall, Evangelisches Bauernwerk in Württemberg e.V., S. 140–154.

Latsch R. u. Stark R. 2018. Arbeitszeitbedarf bei der Automatisierung der biologischen Unkrautbekämpfung am Beispiel des Ampfers. In: HBLFA Francisco Josephinum, Wieselburg [Hrsg.]: 21. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium 2018 – Arbeit in der digitalen Transformation, Wieselburg, Österreich, S. 93–99.

Latsch R. u. Stark R. 2019. Arbeitszeitbedarf – Blackenstechen oder Heisswasserbehandlung? [Bêche à rumex vs eau chaude – Temps de travail nécessaire.] *UFA-Revue*, 5/2019, S. 14–15.

Latsch R., Stark R. u. Heitkämper K. 2019. Arbeitszeitbedarf bei der Bio-Blackenbekämpfung. In: *Agridea Lindau* [Hrsg.]: *Wirz Handbuch – Betrieb und Familie 2020*. Wirz Verlag, Basel.

Mack G., Heitkämper K. u. El Benni N., 2019. Quels facteurs influencent la perception de la charge administrative? [Welche Faktoren beeinflussen die Wahrnehmung des administrativen Aufwands.] *Recherche Agronomique Suisse/Agrarforschung Schweiz*, 10, 3, S. 104–109.

Mack G., Heitkämper K. u. El Benni N., 2019: Verständnis und Nachvollziehbarkeit der Agrarpolitik ist wichtiger Bestandteil, um den wahrgenommenen administrativen Aufwand zu reduzieren. Internetauftritt: Agrarpolitik-Blog, Zugriff unter: <https://agrarpolitik-blog.com/2019/03/05/verstaendnis-und-nachvollziehbarkeit-der-agrarpolitik-ist-wichtiger-bestandteil-um-den-wahrgenommenen-administrativen-aufwand-zu-reduzieren/>.

Umstätter, C. 2018. Arbeitsplatzgestaltung – Aufgeräumt ins neue Jahr. [Bien ordré pour débiter l'année.] *UFA-Revue* 1, 13 [12]. (Cartoon Knipfer, M.).

Umstätter, C. 2018. Stresswahrnehmung in der Schweizer Landwirtschaft. In: Handler, F. and Renz, P. (eds.), 21. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium – Arbeit in der Digitalen Transformation. Wieselburg, Austria, 17-24.

Digitale Milchproduktion

Adrion, F. und Umstätter, C. 2018. Smart Farming in der Milcherzeugung. *CH Braunvieh* 8, 4-5.

- Umstaetter, C., Marsiglio Sarout, B.N., Duthie, C.-A., Haskell, M.J., Waterhouse, A. and Berger, A. 2018. Using activity sensors to characterise behavioural rhythms. In: Grant, R.A., Allen, T., Spink, A. and Sullivan, M. (Eds.): Measuring Behavior 2018, ISBN 978-1-910029-39-8 Manchester, UK, 109.
- Umstätter, C. und Anken, T. 2018. Was wird die Digitalisierung bringen? [Qu'est ce que la numérisation va apporter ?] UFA-Revue 9, 18-21.
- Umstätter, C. und Anken, T. 2018. Biodiversitätsfördernde Landwirtschaftssysteme für die Zukunft I: neue Technologien. Hotspot 38, 18-19.
- Werner J., O'Leary N., Umstatter C. and O'Brien B. 2018. Behavioural pattern of dairy cows in an automatic milking system with a 4-way grazing setup. In: Horan, B., Hennessy, D., O'Donovan, M., Kennedy, E., McCarthy, B., Finn, J.A., O'Brien, B. (eds.) Sustainable meat and milk production from grasslands. Wageningen Academic Publishers / EGF 2018, 494-496.

Smart Modul

- Anken T., 2018. Lösung komplexer Probleme wird möglich. Rheinische Bauernzeitung (35), 12.
- Anken T., Dubuis P.-H. & Lebrun M., 2018. Drohnen: Kaum Abdrift, kaum Lärm. Landfreund (8), 38-40.
- Anken, T., Sax, M. 2019. Feines Gräsersaatgut braucht gutes Saatbeet Wochenblatt Magazin (2), 10-11.
- Latsch, A. 2018. Controlled Traffic Farming (CTF) - mit permanenten Fahrspuren Bodenverdichtungen vermindern, Thurgauer Bauer, März.
- Latsch R., 2018. Automatisierte Blacken-Bekämpfung. Agroscope Jahresbericht 2017, S. 20–22.
- Waldburger T., Monney P., Anken T., Cockburn M., Etienne A., Lecoœur J., Brini M., Forster D. & Jöhr H., 2019. Growing Cocoa in semi-arid climate – A scalable use case for digital agriculture Agroscope Science (86), Agroscope, Tänikon, 65 S.