

## Grüne Aussichten: mehr Weidegang für Milchkühe durch virtuelle Zäune?

F. Riesch<sup>1,2</sup>, M. Komainda<sup>1</sup>, J. Horn<sup>1</sup>, J. Isselstein<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Graslandwissenschaft, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

<sup>2</sup> Zentrum für Biodiversität und nachhaltige Landnutzung, Georg-August-Universität Göttingen, Büsgenweg 1, 37077 Göttingen

### Einleitung und Problemstellung

Die typische europäische Milchkuh lebt das gesamte Jahr über im Stall (Läpple und Sirr, 2019) und wird dort mit einer Totalmischung (Schingoethe, 2017) bestehend aus Konzentrat- und konserviertem Raufutter versorgt. Mit zunehmender Intensivierung der Milchviehwirtschaft wurden Herden vergrößert und der Weidegang reduziert, um den Milchertrag pro Kuh zu maximieren (Knaus, 2016). Um die hohen Energieansprüche einer heutigen Hochleistungsmilchkuh überhaupt mit einer grasbasierten Ernährung erfüllen zu können, ist ein aufwendiges Weidemanagement erforderlich. Solche Weidesysteme, wie beispielsweise aus Irland bekannt (Humphreys *et al.*, 2009), sind abhängig von physischen Zäunen. Das Einzäunen von Weiden ist arbeitsintensiv: Zäune müssen aufgestellt, instand gehalten und umgesetzt werden, damit die Kühe regelmäßig Zugang zu frischem Futter erhalten. Demnach ist es aus ökonomischen und praktischen Gründen naheliegend, sich als Landwirt gegen die Weidehaltung von Milchkühen zu entscheiden – vor allem wenn wenig arrundierte Flächen vorliegen. Forschungsergebnisse zeigen hingegen, dass Weidegang in Bezug auf die Gesundheit der Kühe und das Tierwohl vorteilhaft ist (Burow *et al.*, 2013). Auch aus diesen Gründen gewinnt die Weidehaltung von Milchkühen bei Kaufentscheidungen von Kunden an Bedeutung (Weinrich *et al.*, 2014). Hinzu kommt, dass eine grasbasierte Ernährung von Kühen mit einem moderaten Leistungsniveau den Einsatz importierter Futtermittel aus Tropenregionen reduzieren und damit die globalen ökologischen Kosten der Milcherzeugung (z.B. Treibhausgasemissionen, Landkonversion) senken könnte (Weiss und Leip, 2012). Auf lokaler Ebene kann Beweidung bei umweltfreundlichem Management die strukturelle, funktionelle und biologische Diversität sowie Ökosystemdienstleistungen im Grünland fördern (Tallowin *et al.* 2005; Peyraud *et al.*, 2010; Enri *et al.*, 2017).

Neuartige Technologien, welche die praktische Durchführung der Weidehaltung erleichtern, indem sie Kosten und Arbeitsaufwand für das Einzäunen von Weiden reduzieren, könnten Landwirten einen Anreiz liefern, ihre Kühe wieder auf die Weide zu lassen. Eine solche Rückkehr zur Weidehaltung mit modernen Mitteln könnte die ökologischen Auswirkungen der Milchproduktion abmildern, das Tierwohl fördern und auf diese Weise sowohl den gesellschaftlichen als auch ökonomischen Ansprüchen an die Landwirtschaft gerecht werden. Hier präsentieren wir eine Zusammenstellung der wissenschaftlichen Literatur zur Entwicklung von virtuellen Zäunungstechnologien, welche eine Rückkehr zur

Weidehaltung attraktiv machen könnten, weil konventionelle physische Einzäunungen überflüssig werden. Basierend auf den Ergebnissen unserer Literaturrecherche beurteilen wir die Aussichten von virtuellen Zäunen als ein geeignetes Hilfsmittel, um die Bewegung von Weidetieren zu kontrollieren, die Beweidung mit der räumlich-zeitlichen Verteilung und der Qualität des Futteraufwuchses abzustimmen sowie wertvolle Habitatstrukturen auf der Weide zu schützen.

## Material und Methoden

Um den neuesten Stand der Forschung und Entwicklung in Bezug auf virtuelles Zäunen zu untersuchen, haben wir in Web of Science and Google Scholar nach entsprechenden wissenschaftlichen Artikeln (Reviews und originäre Forschung) gesucht (Dez. 2019). Dazu wurden folgende Schlagwörter in verschiedenen Kombinationen verwendet: *virtual/wireless/fenceless fencing; dairy cows, cattle, sheep, goat, ruminants; control/movement control, animal management; pasture/grazing system/management; animal welfare, ethically acceptable; animal/cattle/cow responses/behaviour; nature conservation, landscape/habitat restoration; grazing/pasture efficiency/utilization, agronomic outcome/performance*. Insgesamt wurden 47 relevante Studien herausgefiltert.

## Ergebnisse und Diskussion

Unter dem virtuellen Einzäunen von Nutztieren versteht man den Einsatz moderner Technik zur Fernlokalisierung zusammen mit einer Kombination aus einem konditionierten Vorwarnsignal und einem aversiven Reiz (z. B. Umstatter, 2011), wodurch die Tiere davon abgehalten werden, eine virtuell definierte Grenze zu überschreiten. Die Signale werden den Tieren von einem Gerät an einem Halsband entweder an der Kehle oder am Nacken erteilt. Wenn ein Tier nicht auf das Vorwarnsignal reagiert, folgt der aversive Reiz in Form eines elektrischen Impulses. Die zurzeit fortschrittlichsten Entwicklungen erlauben es, virtuelle Zäune via Smartphone-Apps zu setzen und nach Bedarf im Raum zu verschieben.

Erste Ansätze, die Bewegung von Tieren ohne sichtbare physische Barrieren zu kontrollieren, wurden bereits in den 1970er Jahren erprobt (Anderson, 2007). Trotzdem sind heute die meisten virtuellen Zaunsysteme noch in der Prototypenphase.

Bisher publizierte Studien zum virtuellen Zäunen beschäftigten sich vorwiegend mit der Technik zur Kontrolle und Überwachung von Tierbewegungen (17 Studien). Diese technischen Studien behandelten die Eignung der Algorithmen zum Setzen der virtuellen Zäune, die Genauigkeit des Lokalisationssystems sowie Batteriekapazitäten. Experimentelle Untersuchungen wurden in zehn Studien mit Schafen, drei Studien mit Ziegen und 17 Studien mit Rindern durchgeführt, darunter vorwiegend Färsen (acht Studien) gefolgt von nicht laktierenden Kühen (fünf Studien) und Bullen (vier Studien). In den meisten Fällen untersuchten diese Studien, wie effektiv virtuelle Zäune verhindern konnten, dass Versuchstiere eine Ausschlusszone betreten (Tabelle 1). Nur zwei Studien beschäftigten sich mit Aspekten des Tierwohls, wobei Herzfrequenz und Cortisolwerte als Kurzzeitindikatoren dienten, um die Stressbelastung einzuschätzen. Langzeitbeobachtungen zu Verhalten, Tierwohl oder Gruppendynamiken bei virtuell eingezäunten Tieren wurden bisher nicht veröffentlicht.

Experimente mit virtuellen Zäunen zum Lernvermögen und Verhalten von Rindern, beispielsweise zur Raumnutzung und Aktivitätsmustern im Vergleich zu konventionell eingezäunten Kontrolltieren, wurden bisher nur mit wenigen Tieren (sechs bis 12 Individuen) und über kurze Zeiträume (drei bis 23 Tage) durchgeführt. Diese Studien zeigten, dass Rinder auf eine virtuelle Einzäunung individuell reagieren und sich unterschiedlich verhalten. Von Tier zu Tier ist eine unterschiedliche Anzahl an Interaktionen mit dem virtuellen Zaun erforderlich, bis ein Individuum die Bedeutung des Vorwarnsignals durch assoziatives Lernen verstanden hat.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Anzahl aversiver Reize grundsätzlich mit fortschreitender Versuchsdauer abnimmt (z.B. Lee *et al.*, 2009). Es gibt bisher nur zwei Studien, in denen ein virtueller Zaun während eines Experiments an eine neue Position im Paddock versetzt wurde.

*Tab. 1: Untersuchungsschwerpunkte publizierter Studien, in denen virtuelle Zäunungstechnologien an Rindern getestet wurden.*

Schwerpunkt der Studie	Anzahl Studien
Effektivität des virtuellen Zäunungssystems (Erlernbarkeit, Lernerndauer)	15
Tierverhalten (räumliche Verteilung und Aktivitätsmuster, Sozial- und Gruppenverhalten)	15
Kurzzeitige Indikatoren für Stress und Tierwohl	2
Weidezuteilung (Verschieben virtueller Zäune)	2

Diese ersten Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, dass die virtuelle Zäunungstechnologie auch für Rotations- oder Portionsweiden eingesetzt werden könnte. Die Tiere zeigten keine Scheu sich den virtuellen Grenzen zu nähern und auch eine neu zugeteilte Paddockeinheit wurde zügig angenommen, nachdem die ursprünglich gesetzte virtuelle Abgrenzung entfernt wurde (z.B. Lomax *et al.*, 2019). Auch unter Naturschutzgesichtspunkten erscheint der Einsatz virtueller Zäune vielversprechend, denn sie eröffnen eine Möglichkeit, ökologisch sensible Bereiche flexibel auszuzäunen (Campbell *et al.*, 2018), beispielsweise um die Nester bodenbrütender Vögel zu schützen.

## Schlussfolgerungen

Virtuelle Zäune scheinen ein geeignetes Mittel zu sein, um die Bewegung von Tieren auf der Weide effektiv räumlich zu begrenzen. Unsere Recherchen verdeutlichen allerdings, dass noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht, bevor virtuelle Zäune im Rahmen eines nachhaltigen, modernen Beweidungsmanagement in der landwirtschaftlichen Praxis angewandt werden können.

Multidisziplinäre Studien sollten virtuelle Zäunungstechnologien hinsichtlich langfristiger Auswirkungen auf Tierwohl, Tierverhalten und Gruppendynamiken untersuchen. Das Potential, virtuelle Zäune zur flexiblen Weidezuteilung in Rotations- oder Portionsweiden-systemen einzusetzen, sollte eingehend geprüft werden, ebenso wie der Einsatz zu Naturschutzzwecken und Aussichten zur Verbesserung der Weidenutzungseffizienz. Auch eine Beurteilung des Systems aus ökonomischer Sicht ist erforderlich. Daher plädieren wir für weitere Studien, die den potentiellen agronomischen und ökologischen Nutzen der virtuel-

len Zäunungstechnologie unter den unterschiedlichen sozio-ökonomischen und ökologischen Bedingungen und der Milchviehhaltung in Mitteleuropa betrachten sollten.

## Literatur

- Anderson, D.M. (2007): Virtual fencing – past, present and future. *The Rangeland Journal* 29, 65-78.
- Burow E., Rousing T., Thomsen P.T., Otten N.D. and Sørensen J.T. (2013): Effect of grazing on the cow welfare of dairy herds evaluated by a multidimensional welfare index. *Animal* 7, 834-842.
- Campbell D.L.M., Haynes S.J., Lea J.M., Farrer W.J., Lee C. (2018): Temporary Exclusion of Cattle from a Riparian Zone Using Virtual Fencing Technology. *Animals* 9, 1-12.
- Enri S.R., Probo M., Farruggia A., Lanore L., Blanchetete A., Dumont B. (2017): A biodiversity-friendly rotational grazing system enhancing flower-visiting insect assemblages while maintaining animal and grassland productivity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 241, 1-10.
- Humphreys J., Aarts H.F.M., Watson C.J., Wachendorf M., Gall A.L., Taube F., Pflimlin A. (2009): Sustainable options for grassland-based dairy production in the northwest of Europe. *Tearmann: Irish Journal of agri-environmental research* 7, 175-194.
- Knaus, W. (2016): Perspectives on pasture versus indoor feeding of dairy cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96, 9-17.
- Läpple D., Sirr G. (2019): Dairy Intensification and Quota Abolition: A Comparative Study of Production in Ireland and the Netherlands. *EuroChoices* 18: 26-32.
- Lee C., Henshall J.M., Wark T.J., Crossman C.C., Reed M.T., Brewer H.G., O’Grady J., Fisher A.D. (2009): Associative learning by cattle to enable effective and ethical virtual fences. *Applied Animal Behaviour Science* 119, 15-22.
- Lomax S., Colusso P. and Clark C.E.F. (2019): Does Virtual Fencing Work for Grazing Dairy Cattle? *Animals* 9, 1-11.
- Peyraud J.L., van den Pol A., Dillon P., Delaby L. (2010): Producing milk from grazing to reconcile economic and environmental performances. *Grassland Science in Europe* 15: 163–164.
- Schingoethe, D.J. (2017): A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 100, 10143-10150.
- Tallowin J.R.B., Smith R.E.N., Goodyear J. and Vickery J.A. (2005): Spatial and structural uniformity of lowland agricultural grassland in England: a context for low biodiversity. *Grass and Forage Science* 60, 225-236.
- Umstatter, C. (2011): The evolution of virtual fences: A review. *Computers and Electronics in Agriculture* 75, 10-22.
- Weinrich R., Kühl S., Zühlsdorf A. and Spiller A. (2014): Consumer Attitudes in Germany towards Different Dairy Housing Systems and Their Implications for the Marketing of Pasture Raised Milk. *International Food and Agribusiness Management Review* 17, 1-18.

Weiss F., Leip A. (2012): Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: A life cycle assessment carried out with the CAPRI model. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 149, 124-134.