

## Tierfreundliche Verhaltenssteuerung im Anbindestall

### Entwicklung einer wirksamen Kuhtraineralternative

Matthias Schick, Hubert Bollhalder und Michael Zähler, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Vorhandene Steuerungseinrichtungen zur Lägerreinigung bei Kühen im Anbindestall befriedigen nicht vollumfänglich. Entweder ist die Wirksamkeit gut, aber die Einschränkung im Tierverhalten zu gross oder umgekehrt. Eine an der

FAT entwickelte Vorrichtung stellt eine wirksame Alternative dar. Ein in die Schwanzschnur integrierter Sensor erfasst das Anheben des Schwanzes beim Koten und Harnen mittels Zugkraftmessung und mit automatischer Tarierung. Ausge-

hend davon wird ein Steuerungsvorgang ausgelöst. Dieser kann darin bestehen, dass über ein Ventil ein Luftdruckzylinder angesteuert wird, mit welchem ein Bügel im Nackenbereich der Kuh mechanisch herabgesenkt wird. Dieser Bügel soll das Zurücktreten der Kuh bewirken. Der Steuerungsvorgang ist nur während des Kotens oder Harnens aktiv und hat ansonsten keinen einschränkenden Einfluss auf das Tierverhalten.

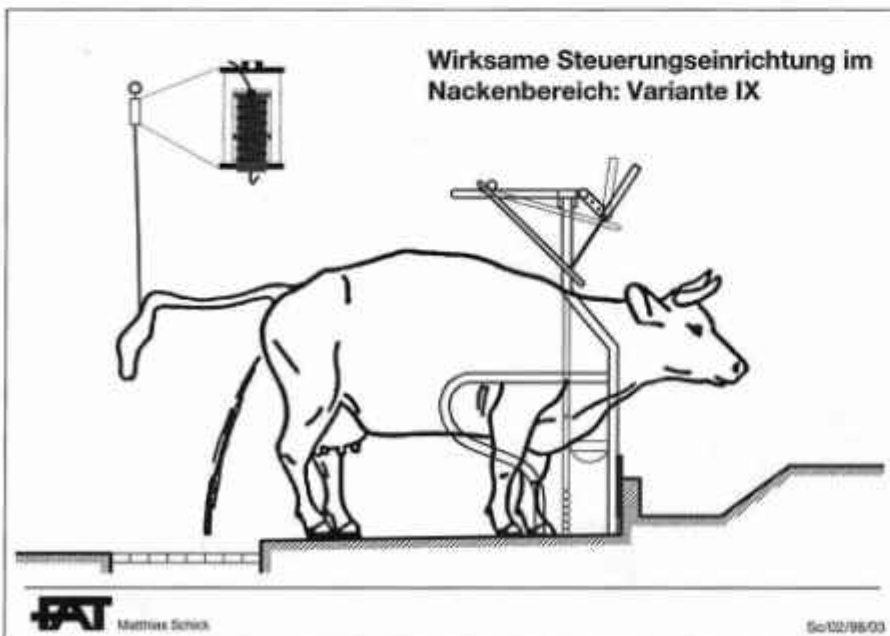


Abb. 1. Beim Koten und Harnen hebt die Kuh den Schwanz und entlastet damit die Schwanzschnur. Über die integrierte Sensorik wird ein elektronisch aufbereitetes Signal an eine Aktorik weitergeleitet. Diese wirkt im Nackenbereich der Kuh durch das Absenken eines Bügels in einer Drehbewegung und veranlasst sie durch sanften Druck zum Zurücktreten.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Entwicklungsschritte	2
Sensorik	2
Auswertelektronik	2
Aktorik	3
Funktionsweise	5
Erste Versuchsergebnisse	7
Schlussfolgerungen	7
Literatur	7

## Problemstellung

Im modernen Anbindestall sind sowohl der Arbeitszeitbedarf als auch die Arbeitsbelastung für den arbeitenden Menschen zu reduzieren. Das Haltungssystem «Anbindestall» ist ausserdem möglichst den Anforderungen der Milchkuh als Nutztier anzupassen. Dies zum einen durch geeignete verfahrenstechnische Hilfsmittel und zum anderen durch verbesserte Arbeitsorganisation. Der Einsatz des elektrischen Kuhtrainers ist für das Tier nicht optimal. Verschiedene Labelprogramme haben den Kuhtrainer schon verboten (Zähner 1997). Daher sind mögliche Alternativen zu finden und auf ihre Tauglichkeit zu untersuchen.

## Notwendige Entwicklungsschritte

Sämtliche bislang bekannten Steuerungseinrichtungen zur Lägerreinhaltung bei Kühen befriedigen nicht vollumfänglich. Entweder ist die Wirksamkeit gut, aber die Verhaltenseinschrän-

kung für das Tier zu gross oder die Wirksamkeit ist nicht zufriedenstellend.

Ausgehend von diesem suboptimalen IST-Zustand standen für die Entwicklungstätigkeit der FAT im Bereich aktiver Steuerungseinrichtungen folgende Zielvorgaben im Vordergrund:

- Ein Steuerungsvorgang für das Zurückweichen der Kuh wird dann ausgelöst, wenn ein Kot- oder Harnvorgang erfolgt.
- Die Kuh ist ohne Strafreiz zurückzudrängen.
- Die Steuerungseinrichtung führt ansonsten nicht zu einer Beeinträchtigung des Verhaltens von Kuh und/oder Arbeitsperson im Stall.
- Eine Konditionierung (Lernen) ist anzustreben.

## Sensorik: Schwanzschnur als Hilfsmittel

Zur Erreichung dieser Zielvorgaben wurde zunächst eine geeignete Sensorik entwickelt, um Kot- und Harnvorgänge einer Kuh gezielt zu erfassen. Die Kuh zeigt beim Koten und Harnen mehrere ausgeprägte und einfach messbare Verhaltensweisen auf: Vor dem Koten hebt sie langsam und dauerhaft den Schwanz. Die Hinter-

beine sind leicht gegrätscht und etwas vorgestellt, so dass der Rücken gebeugt wird. Beim Harnen wird der Schwanz noch weiter angehoben als beim Koten, und der Rücken wird stärker gewölbt (Sambraus 1978).

In der Schweiz werden die Kuhschwänze häufig an einer elastischen Schnur befestigt, um Verschmutzungen vorzubeugen. Diese elastische Schwanzschnur kann nun dazu beitragen, den Kot- und Harnvorgang zu erfassen, indem die veränderte Zugkraft an der Schwanzschnur über einen Sensor gemessen wird (siehe Abb. 1). Beim Koten und Harnen wird über das Anheben des Schwanzes die Schwanzschnur entlastet und nach erfolgtem Kot- bzw. Harnvorgang wieder belastet.

## Auswertelektronik: Vom Eingangssignal zum Ausgangssignal

Mit Hilfe einer geeigneten Elektronik ist das Signal «Entlastung der Schwanzschnur» (= Eingangssignal) aufzubereiten und an einen geeigneten Aktor weiterzuleiten (= Ausgangssignal).

Das vom Sensor weitergegebene Signal unterliegt starken Schwankungen durch unterschiedliche Schwanzgewichte bei verschiedenen Kühen sowie häufige Schwanzbewegungen beim Fliegenabwehren. Diese Schwankungen müssen berücksichtigt und herausgefiltert werden, damit der mechanische Steuerungsvorgang möglichst nur beim Koten und Harnen ausgelöst wird (siehe Abb. 2).

Die verwendete Sensorik misst die Zugkraft in der Schwanzschnur zwischen 0,2 und 2 N (ca. 20–200 g). Die Auswertelektronik reagiert bei einer Kraftverringering um 0,5 N (ca. 50 g), ausgehend vom mittleren Seilzug der jeweils letzten 20 Sekunden (= Tariierung). Um das Nutzsinal von den unerwünschten Signalen zu unterscheiden, beinhaltet die Elektronik mehrere einstellbare Zeitfilter. Die erste Einstellung legt die Zeitdauer für die ununterbrochene Entlastung des Kuhschwanzes bis zur Signalauslösung fest (= Verzögerungszeit). Die zweite Einstellungsmöglichkeit legt die Zeitdauer des Ausgangssignals fest (= Steuerungszeit). Eine dritte Einstellungsmöglichkeit wird als so-

Funktionsdiagramm einer tierfreundlichen Steuerungseinrichtung

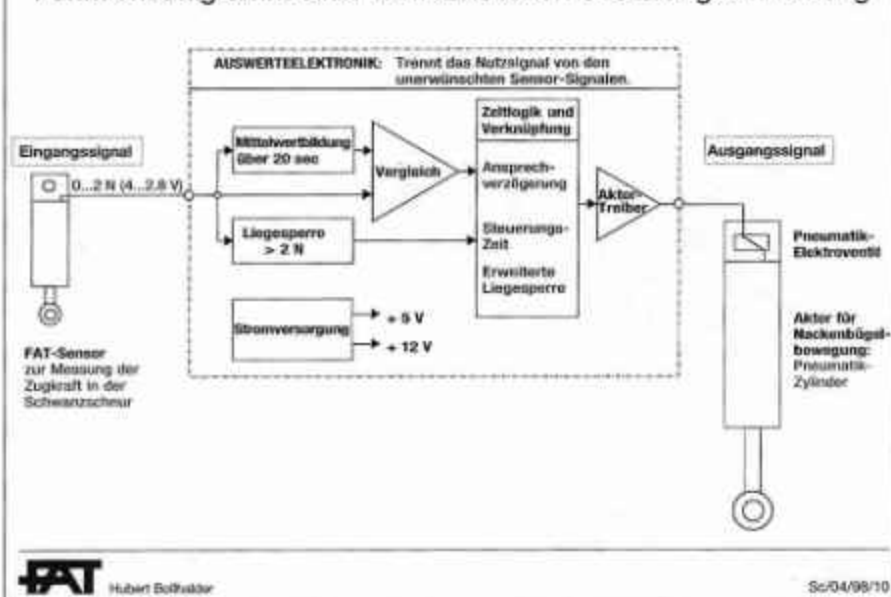


Abb. 2. Die Kombination von Sensorik und Aktorik erfolgt über eine Auswertelektronik, welche unerwünschte Signale von den Nutzsinalen trennt.



Foto 1. Mit einem Scheibenwischermotor und angebauten elastischen Kunststoffröhren wurde ohne Erfolg versucht, die Kuh zurückzudrängen.



Foto 2. Luftdruckdüsen verschiedenster Bauart reichen nicht aus, um eine Kuh wirksam nach hinten zu steuern.

genannte Liegesperre bezeichnet. Mit dieser wird erreicht, dass die Steuerung bei einer liegenden Kuh ausgeschaltet ist. Die Funktionsweise der Liegesperre basiert auf der Tatsache, dass bei einer liegenden Kuh die über die elastische Schwanzschnur auf den Sensor einwirkende Zugkraft wesentlich grösser ist als bei einer stehenden Kuh. Übersteigt die einwirkende Kraft einen einstellbaren Wert, so wird das Ausgangssignal gesperrt. Mit einer vierten Einstellungsmöglichkeit – der erweiterten Liegesperre – kann festgelegt werden, wann nach dem Aufstehen der Kuh ein Ausgangssignal wieder an den Aktor weitergeleitet wird. Damit wird verhindert, dass der Aktor eine Kuh beim Aufstehvorgang behindert.

### Aktorik: Verschiedene Wirkungsorte

Der Aktor als Steuerungsmechanismus hat die Aufgabe, die Kuh beim Koten und Harnen sanft nach hinten zu drängen, damit das Lager nicht verschmutzt wird. Es wurden insgesamt sieben Aktorvarianten auf ihre Wirksamkeit und Praxistauglichkeit überprüft. Diese können in drei nach ihrem Wirkungsort unterschiedliche Gruppen eingeteilt werden (siehe Tab. 1).

Tabelle 1. Untersuchte aktive Steuerungseinrichtungen, unterteilt nach Wirkungsort, Wirkungsprinzip, Kraftaufwand und Wirksamkeit

Wirkungs-ort	Variante	Wirkungsprinzip	Kraft-aufwand	Wirk-samkeit
Kopf	IVa	Scheibenwischermotor mit Kopfwedel	10–15 N	—
	IVb	Verschiedene Luftdruckdüsen	<10 N	—
	V	Luftdruckzylinder mit seitlichen Krippenabtrennungen	100–200 N	o
	VI	Luftdruckzylinder mit Brett von oben	300–400 N	+
Widerrist	VII	Luftdruckzylinder mit Bügel von oben	300–400 N	+
Nacken	VIII	Luftdruckzylinder mit Bügel schräg von oben	400–600 N	++
	IX	Luftdruckzylinder mit Bügel schräg-drehend von oben	400–600 N	++

(— = keine, - = wenig, o = mittel, + = gut, ++ = sehr gut); (10 N = 1 kg)



Foto 3. Beim Koten und Harnen wird die Krippe pneumatisch verschlossen. Die Wirksamkeit hat sich als mittelmässig herausgestellt.

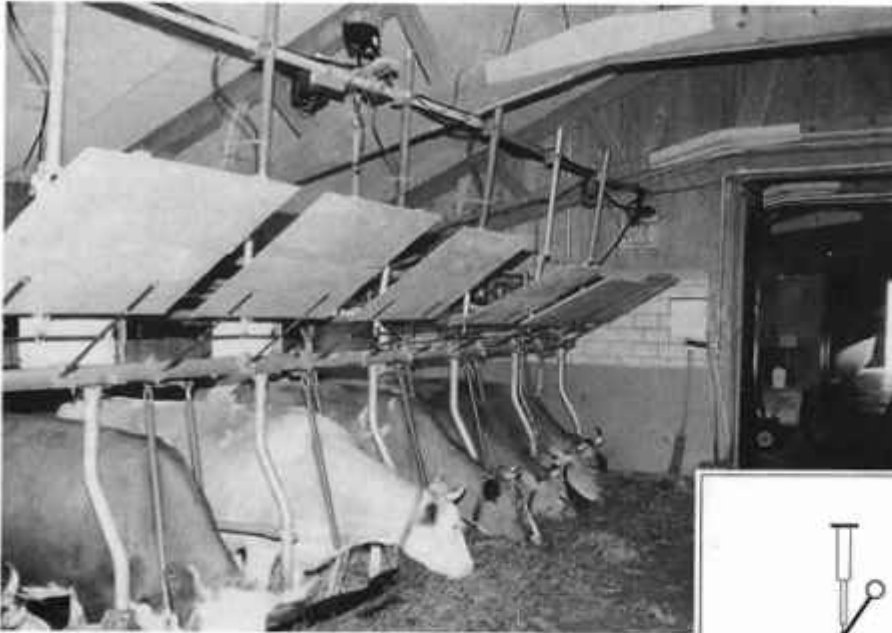


Foto 4. Ein Brett wird pneumatisch in den Kopfbereich der Kuh herabgelassen. Der mechanische Aufwand ist hoch, die Wirksamkeit befriedigend.

Bei den Varianten mit Wirkungsort Kopf (siehe Abb. 3) und Widerrist (siehe Abb. 4) war die Wirksamkeit nicht zufriedenstellend. Entweder wichen die Tiere dem Aktor aus, stemmten sich mit aller Kraft dagegen oder begannen damit herumzuspielen. Der Nacken im Bereich des ersten Brustwirbels ist der Wirkungsort der zwei letzten Varianten (siehe Abb. 1 und 5). Diese haben sich als bisher wirksamste Steuerungsmechanismen erwiesen.

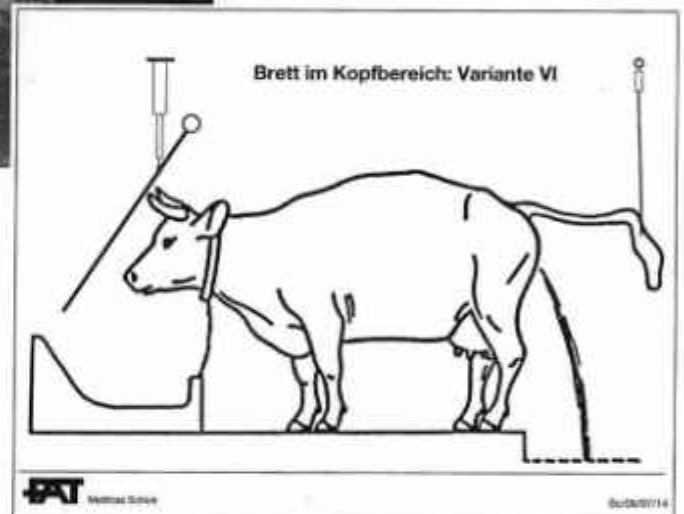


Abb. 3. Mit einem mechanischen Reiz im Kopfbereich wird versucht, die Kuh nach hinten zu bewegen.

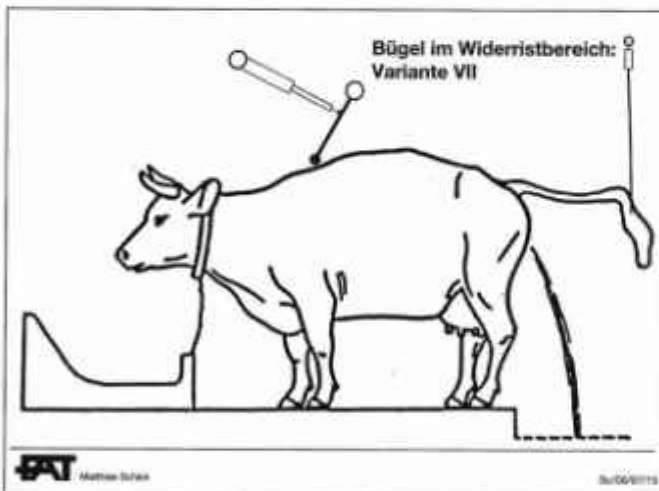


Abb. 4. Bei der Steuerung im Widerristbereich senkt sich ein Bügel über dem gewölbten Rücken der Kuh. Einzelne Kühe wölben ihren Rücken allerdings nicht und weichen auch nicht zurück.

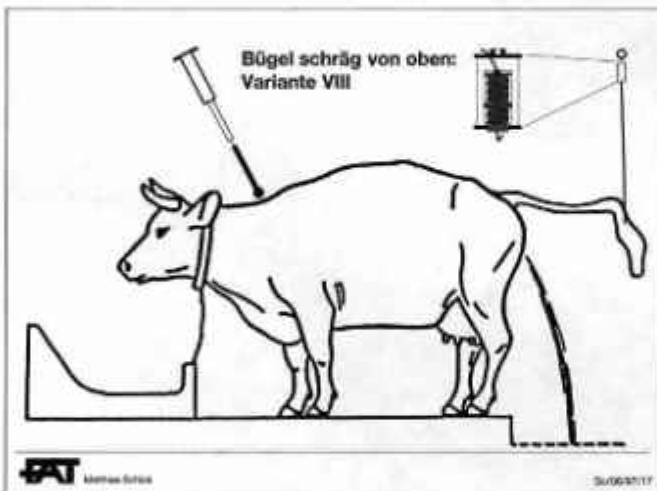


Fotos 5, 6. Ein Bügel wird beim Koten und Harnen in den Widerristbereich herabgesenkt. Geht die Kuh zurück, kann sie eine normale Körperposition einnehmen.



Fotos 7, 8. Der pneumatisch bewegte Bügel mit geradliniger Steuerung auf den Nackenbereich zeigt eine sehr gute Wirkung.

Abb. 5. Der mechanische Reiz schräg von oben auf den Nackenbereich der Kuh zeigt eine sehr gute Steuerungswirksamkeit.



### Funktionsweise: Wieviel Kraft ist notwendig?

Der über die Aktorik ausgeübte Druck auf den Nacken ist für die Kuh unangenehm. Sie geht deshalb einen Schritt nach hinten, um eine normale Körperposition einnehmen zu können. Dadurch fallen Kot und Harn nicht auf das Lager. Nach erfolgtem Kot- oder Harnvorgang sinkt der Schwanz wieder in Normalposition, und die Schwanzschnur wird wieder belastet. Der Schwanzschnur-Sensor erkennt dies und steuert den Aktor via Aus-



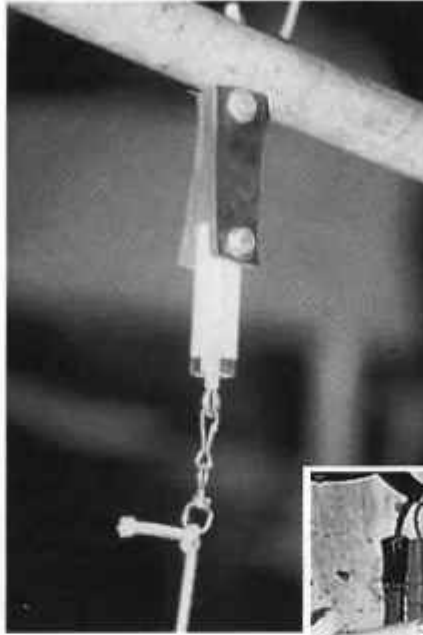
Fotos 9, 10. Der pneumatisch bewegte Bügel mit einer Drehbewegung auf den Nackenbereich funktioniert unabhängig vom Anbindeverfahren.



Fotos 11, 12. Die Bügelmechanik wirkt nur beim Koten und Harnen einschränkend auf das Verhalten der Kuh. Ansonsten befindet sich der Metallbügel nicht im störenden Einflussbereich.

wertelektronik in die Ruhestellung zurück. Der Aktor wirkt dann nicht mehr einschränkend auf das Verhalten der Kuh (siehe Abb. 1).

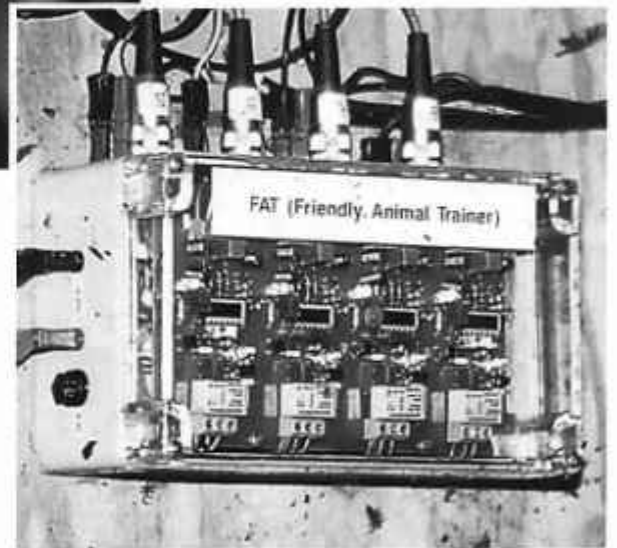
Ein Strafreiz durch elektrische Schläge – wie beim Kuhtrainer – tritt nicht auf. Die Kuh kann reagieren, während der Bügel langsam nach unten gedrückt wird. Der Druck auf den Nak-



ken entspricht lediglich einer Kraft von 400–600 N (ca. 40–60 kg), wodurch eine unzumutbare Verhaltens Einschränkung ausgeschlossen wird. Je nach Körpergröße und vor allem nach Körperlänge jeder einzelnen Kuh kann der Bügel individuell eingestellt werden.



Fotos 13, 14, 15. Beim Koten und Harnen hebt die Kuh den Schwanz und entlastet damit die Schwanzschnur. Dieses Signal wird sensorisch erfasst und an eine Auswerteelektronik weitergeleitet. Diese leitet das Nutzsignal zu einer Aktorik weiter.



## Erste Versuchsergebnisse

Die an der FAT entwickelte Kuhtraineralternative befindet sich noch in einem Versuchsstadium. Die nachfolgenden Ergebnisse geben erste Tendenzen aus jeweils 48 Stunden Direktbeobachtung wieder. Abbildung 6 zeigt den Lägerverschmutzungsindex (nach Oswald 1992) von acht Kühen, die durch die Varianten mit Wirkungsort Nacken (Varianten VIII und IX) gesteuert wurden. Erfasst wurden im Prüfstall der FAT sowohl die Sommersituation mit Stallhaltung und ausschliesslicher Frischgrasfütterung (Variante VIII) als auch die Wintersituation mit Mischsilagefütterung (Variante IX). Der Laufhof stand täglich während einer Stunde zur Verfügung. Die ersten Versuchsergebnisse sind sehr vielversprechend. Die Sauberkeit der Läger ist mindestens vergleichbar mit derjenigen des elektrischen Kuhtrainers und deutlich besser als ohne Steuerung. Weiter konnte beobachtet werden, dass die Kühe schon nach kurzer Angewöhnungszeit (zwei bis drei Wochen) lernen, vor dem Koten und Harnen zurückzutreten, um nicht mit der Aktorik in Kontakt zu gelangen.

## Vor- und Nachteile der Steuerung

Die an der FAT entwickelte Alternative zum elektrischen Kuhtrainer funktioniert ohne Tierbelastung durch elektrische Schläge. Trotzdem ist die Wirksamkeit mindestens mit jener des elektrischen Kuhtrainers zu vergleichen. Die mechanische Steuerung befindet sich nur während des Kot- und Harnvorganges im Tierbereich. Ansonsten wird die Bewegungsfreiheit der Kuh nicht eingeschränkt.

Damit die beschriebene tierfreundliche Verhaltenssteuerung ordnungsgemäss funktioniert, ist ein relativ hoher Aufwand bei der Installation (Sensorik, Elektronik, Pneumatik, Mechanik) notwendig. Dabei fallen Kosten an, die derzeit mit Fr. 200.– bis 300.– je Kuhplatz noch wesentlich höher sind als beim elektrischen Kuhtrainer. Bei grösseren Stückzahlen ist allerdings ein Rückgang der Kosten zu erwarten.

## Schlussfolgerungen

Der Einsatz von Sensor/Aktor-Kombinationen wird in der Landwirtschaft in zunehmendem Masse Einzug halten. Bei der Melktechnik – vom milchflussgesteuerten Melkzeug bis hin zum automatischen Melken – ist dies schon Realität. Auch die tierindividuelle Kraftfutterdosierung ist mittlerweile Stand der Technik. Ob die an der FAT entwickelte Lösung zur tierfreundlichen Verhaltenssteuerung von Kühen im Anbindestall praxistauglich ist, hängt in erster Linie von der Preisgestaltung und vom Interesse der Landwirte ab.

Die vorgestellte tierfreundliche Verhaltenssteuerung ist eine wirksame Alternative zum elektrischen Kuhtrainer. Dies bedeutet für Landwirtschaftsbetriebe, die keinen elektrischen Kuhtrainer mehr einsetzen dürfen oder wollen – aber keine Laufstalllösung für ihre Kühe realisieren können – technischen Fortschritt, arbeitswirtschaftliche Erleichterung sowie tieregerechtere Haltung der Kühe.

## Literatur

OSWALD Th., 1992. Untersuchungen zur Tiergerechtigkeit und Wirksamkeit des elektrischen Kuhtrainers. Dissertation, Bern, FAT Schriftenreihe Nr. 37.

SAMBRAUS H.H., 1978. Nutztierethologie. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 1. Auflage.

ZÄHNER M., 1997. Vergleich aktiver und passiver Steuerungseinrichtungen zur Lägerreinhaltung bei Milchkühen im Anbindestall aus ethologischer und arbeitswirtschaftlicher Sicht. Diplomarbeit, ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften.



Abb. 6. Die Lägerverschmutzung kann durch die an der FAT entwickelte wirksame Kuhtraineralternative stark reduziert werden, ohne dass ansonsten eine Verhaltenseinschränkung durch die Steuerung stattfindet.