Streuströme in landwirtschaftlichen Tierhaltungsbetrieben

Autor(en): **Bräunlich, Reinhold**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **105 (2014)**

Heft 3

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856207

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Streuströme in landwirtschaftlichen Tierhaltungsbetrieben

Mechanismen und Auswirkungen

«Streuströme» im Boden und in leitfähigen Gebäudeteilen von geerdeten elektrischen Einrichtungen werden bei Kühen oft mit gesundheitlichen Störungen oder verminderten Milcherträgen in Verbindung gebracht. Das Technische Komitee Erdungen des CES hat den heutigen Wissensstand zusammengefasst. Entscheidend für eine Beeinträchtigung sind die durch Streuströme verursachten und von den Tieren abgegriffenen Berührungsspannungen. Wissenschaftliche Untersuchungen mit Rindern zeigen, dass Beeinträchtigungen von Nutztieren nur selten – in der Regel bei Fehlern an der Installation oder der Erdung – zu erwarten sind.

Reinhold Bräunlich

Da die Frage der möglichen Beeinträchtigung von Nutztieren durch Streuströme in den betroffenen Kreisen grosse Verunsicherung hervorruft, hat das Technische Komitee Erdungen des CES angeregt, in Zusammenarbeit mit Fachleuten aus Technik, Landwirtschaft und Veterinärmedizin diesen kurzen Informationsartikel für das Bulletin SEV/VSE zusammenzustellen.[1)]

Der Artikel fasst den heutigen Wissensstand zusammen und zeigt auf, wie die Berührungsspannungen überprüft werden können. Zudem enthält der Artikel auch eine Anleitung zur Abklärung, ob ein Potenzialausgleich, der nachteilige Auswirkungen auf die Tiere ausschliessen soll, ausreichend wirksam ist.

Zu den elektrischen Einrichtungen, von denen Streuströme ausgehen können, gehören die Niederspannungsinstallationen, externe elektrische Energieversorgungsanlagen, Kommunikationsanlagen, elektrische Leitungen und Bahnanlagen.

Grundsätzlich zeigen weltweit publizierte Untersuchungsergebnisse mit Rindern Schwellenwerte für die Beeinträchtigungen der Tiere, die nur selten – in der Regel bei Fehlern an der Installation oder der Erdung – auftreten.

Beeinflussungsmechanismen

Durch Erdpotenzialdifferenzen und Magnetfelder von Freileitungen können Ausgleichsströme in Fundamenterdungen und PEN-Leitern[2)] von Niederspannungsinstallationen und metallischen Gebäudeteilen in Ausnahmefällen bis in den Bereich einiger Ampères hervorgerufen werden.

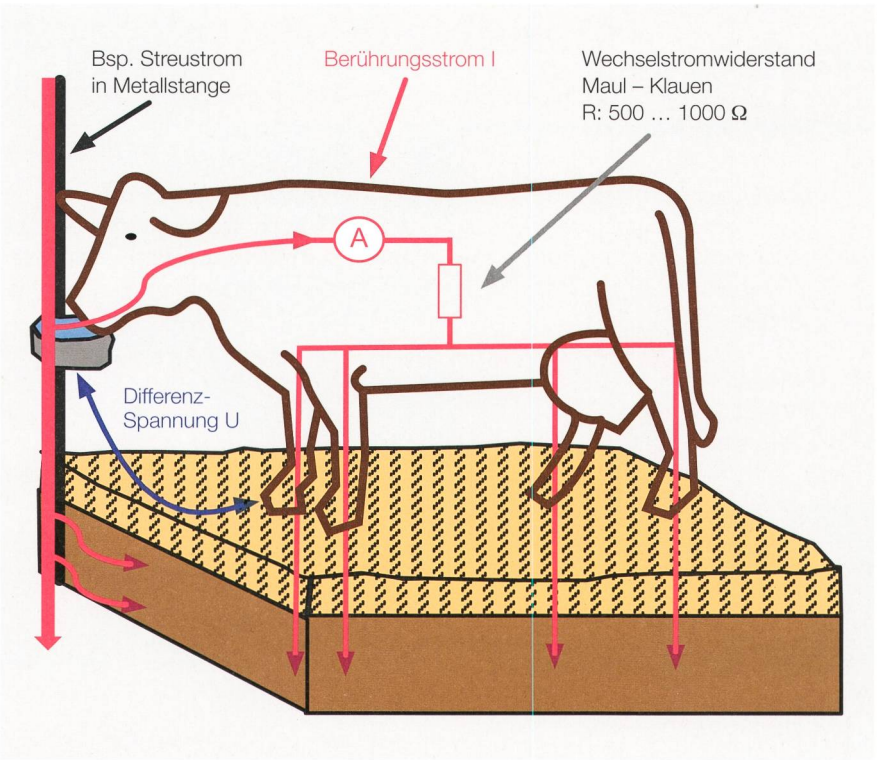
Auswirkungen von Erdleiterströmen

Erdleiterströme (induzierte Ströme oder ohmsche Ausgleichsströme) erzeugen sekundär selbst Magnetfelder. Diese sind aber abgesehen von Fehlersituationen (Erdschlüsse, Installationsfehler) aufgrund der geringen Stromstärken meist vernachlässigbar klein.

Als besonders ungünstiges Beispiel wird von einem Strom in einem einzelnen, gerade verlaufenden, geerdeten Leiter von 1 A ausgegangen. Die magnetische Flussdichte, welche durch den Strom von 1 A in diesem Leiter erzeugt wird, klingt bereits in einem Abstand von 20 cm auf einen Wert von 1 µT ab.[3)]

Bei Bedarf und in ausserordentlichen Situationen mit hohen Erdausgleichsströmen können Magnetfeldmessungen im Bereich der Aufenthaltsorte der Tiere Aufschluss über die vorliegenden Werte geben.

An allen zugänglichen Orten, wie auch in Ställen, müssen nach der NISV [1] die frequenzabhängigen Immissions-



[2]

Bild 1 Prinzipbild für das Abgreifen einer Berührungsspannung zwischen Maul und Klauen bei einem Rind (nach [6]).

TK Erdungen

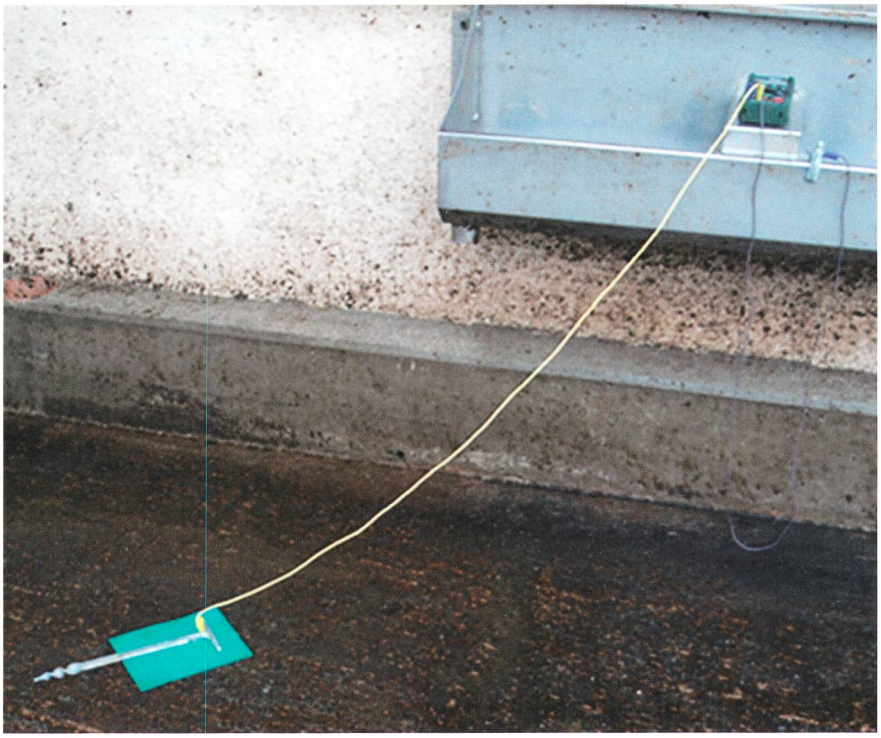


Bild 2 Einfache Möglichkeit zur Kontaktierung eines Betonbodens mittels eines nassen Schwammlappens unter einer Metallelektrode zur Messung einer Wechselspannungsdifferenz zwischen dem Betonboden und einer metallischen Tränke.

grenzwerte verbindlich eingehalten werden (100 µT bei 50 Hz). Grundsätzlich werden in der Verordnung nur das extern erzeugte magnetische Feld reglementiert, nicht aber Magnetfelder, die durch die betriebseigene Niederspannungsinstallation erzeugt werden. Aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen über Magnetfelder, aber auch aufgrund der Grössenordnungen der Magnetfelder, besteht demnach kein Bedarf für Massnahmen gegen Ströme in Erdleitern.

Besteht dennoch der Wunsch, generell Vorsorgemassnahmen im Bereich der Magnetfelder über die Bestimmungen der NISV hinaus zu treffen, so kann als Orientierungshilfe der für Personen angegebene Anlagengrenzwert der NISV von 1 µT für Orte mit empfindlicher Nutzung herangezogen werden. Er ist als Mittelwert über den Körper zu verstehen. Der Vorsorgegrenzwert von 1 µT gilt an Orten, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten. Er ist für Nutztierställe nicht verbindlich, da diese nicht zu den Orten mit empfindlicher Nutzung zählen, bzw. der Anlagengrenzwert nicht für Tiere gilt. Selbst der Vorsorgewert wird angesichts obigen Beispiels durch Magnetfelder von Streuströmen als Körpermittelwert bei Rindern aber kaum überschritten.

Eine störende Beeinträchtigung von Nutztieren durch Magnetfelder von Streuströmen in Erdleitern und anderen metallischen Strukturen ist nach heutigem Wissensstand nicht zu erwarten.

Auswirkung von Spannungsdifferenzen

Aufgrund der genannten Ströme in Erdleitern und in geerdeten Strukturen können zwischen leitfähigen berührbaren Teilen im Stallbereich messbare ohmsche oder induktive Spannungsabfälle auftreten. Bei Auslegung des Potenzialausgleichs gemäss NIN [2] liegen diese im Bereich von einigen mV bis zu einigen 10 mV. Nur bei fehlendem oder ungenügendem Potenzialausgleich oder im Erdschlussfall treten Differenzspannungen im Volt-Bereich auf. Wegen der geringen Spannungen und des relativ grossen elektrischen Körperwiderstands von Menschen und Tieren können Ausgleichsströme (Streuströme) auch bei Berührung der metallischen Teile nur zu einem sehr kleinen Bruchteil über den Körper fliessen.

Ausschlaggebend für die Beurteilung dennoch möglicher Beeinträchtigungen sind die genannten im Betrieb auftretenden Spannungsdifferenzen zwischen leitfähigen berührbaren Objekten.

Tatsächlich können Nutztiere im Stallbereich viel geringere Differenzspannungen wahrnehmen und darauf reagieren, als dies für Menschen unter Alltagsbedingungen der Fall ist. Der Grund dafür ist, dass die Tiere Spannungen zwischen metallischen Einrichtungen wie Futterkrippen, Tränken, Melkmaschinen und nassen Betonböden mit blossen Körperteilen abgreifen. Rinder beispielsweise berühren die metallischen Einrichtungen mit dem Maul und stehen gleichzeitig mit den Klauen auf dem nassen Stallboden. Beide Kontaktstellen weisen einen geringen Übergangswiderstand zwischen Metalloberfläche und Körper auf, sodass das Verhältnis aus Differenzspannung zu Berührungsstrom in erster Linie durch den Körperwiderstand der Tiere gegeben ist (Bild 1).

Der Strom I, der durch den Tierkörper mit elektrischem Widerstand R fliesst, ergibt sich bei einer abgegriffenen Spannung U nach dem Ohmschen Gesetz: $I = U/R$.

Studien zur Beurteilung der Beeinträchtigung

In einem aus vielen Forschungsarbeiten zusammengefassten Bericht [3] wird ein Körperstrom für eine Verhaltensbeeinträchtigung bei besonders empfindlichen Rindern bei Wechselstrom von 2 mA und bei Gleichstrom von 2,8 mA angegeben. Ferner wird für den Körperwiderstand eines Rinds, gemessen zwischen den vier Hufen und dem Maul von einem Wert zwischen 500 Ω bis 1000 Ω [4] ausgegangen, woraus sich ein unterer Wert der Berührungsspannung für eine mögliche Beeinträchtigung für Wechselspannung von 1 V und für Gleichspannungen von 1,4 V ergibt.

Umfangreiche Expositionsstudien an Rindern in den USA und in Frankreich haben Differenzspannungen im Bereich von 1 V bis ca. 5 V ermittelt, ab welchen mit einer Beeinträchtigung der Tiere zu rechnen ist [3, 5, 6]. Bei diesen Studien werden Versuchstiere in ihrer üblichen Stallumgebung über längere Zeit definierten Berührungsspannungen ausgesetzt, wobei nachteilige Auswirkungen im Verhalten, in der Nahrungsaufnahme, in der Milchleistung und aus medizinischer Sicht überprüft werden. Nebst individuellen Unterschieden spielen bei solchen Versuchen über längere Versuchsdauern Gewöhnungseffekte eine entscheidende Rolle.

Hinweise auf Beeinträchtigungen von Tieren mit Wechselspannungen unter 1 V konnten aus Tierexpositionsstudien bisher keine gefunden werden.

Ohne Fehler in der elektrischen Installation oder im Erdungssystem liegen die Berührungsspannungen im Stallbereich deutlich unter 1 V. Deshalb ist mit einer Beeinträchtigung von Nutztieren durch Ausgleichsströme (Berührungsströme) im Körper grundsätzlich nur in Ausnahmefällen zu rechnen.

Gleichspannungsdifferenzen

Kleine Gleichspannungsdifferenzen treten auch ohne Vorhandensein einer elektrischen Einrichtung auf. Sie entstehen beim Übergang zwischen Metallen und dem Erdboden oder einer feuchten Betonkonstruktion als elektrochemische Spannung. In besonders ungünstigen Fällen können Spannungsdifferenzen zwischen unterschiedlichen Metallteilen von über 1 V auftreten. Aufgrund der bei Gleichstrom höheren Wahrnehmbarkeitsschwelle von mindestens 1,4 V ist eine Beeinträchtigung durch elektrochemische Spannungen (Makroelementspannungen) aber ebenfalls unwahrscheinlich.

Eine direkte Beeinflussung durch Gleichstromanlagen gilt in der Schweiz als selten, da nur wenige lokale Bahnanlagen für eine solche Beeinflussungssituation in Betracht fallen.

Überprüfung der Berührungsspannung

Für Fälle, in denen angenommen wird, dass ausserordentlich hohe Berührungsspannungen über 1 V an den berührbaren metallischen Einrichtungen im Stallbereich auftreten, wird im Folgenden beschrieben, wie eine messtechnische Überprüfung vorgenommen werden kann.

Entscheidend ist, dass Installationskontrollen nach NIN [2] systematisch nach Erneuerungen und Änderungen an den Niederspannungsinstallationen von landwirtschaftlichen Tierhaltungsbetrieben durchgeführt werden, wobei auch die Wirksamkeit des Potenzialausgleichs geprüft wird. Der Nachweis der Sicherheit (Installationskontrolle) wird in der NIV [7] Art. 35 + 36 gefordert.

Ausschlaggebend hierfür sind die Ziffern: 4.1.5.2 «Zusätzlicher Schutz-Potenzialausgleich» (Beispiel Stall) und 7.05 «Landwirtschaftliche Betriebsstätten» (§ 7.05.4.1.5.23).

Résumé **Les courants vagabonds dans les exploitations agricoles d'élevage**

Mécanismes et conséquences

La question des conséquences des courants vagabonds dans les exploitations agricoles est suivie ces derniers temps avec une attention et une inquiétude croissantes par les personnes responsables de l'élevage. Le terme « courant vagabond » désigne des courants circulant dans le sol et dans les parties conductrices des bâtiments qui proviennent des équipements électriques mis à la terre. Les agriculteurs, les vétérinaires et les conseillers établissent de plus en plus souvent un lien entre les troubles de la santé et du comportement, la baisse des rendements laitiers des vaches et l'effet produit par les courants vagabonds.

Étant donné que la question d'une nuisance éventuelle causée aux animaux d'élevage suscite un désarroi important dans les milieux concernés, la commission responsable des mises à la terre du CES a suggéré d'établir un bulletin d'information à ce sujet, en collaboration avec des spécialistes de la technique, de l'agriculture et de la médecine vétérinaire. Le présent document contient, dans l'état actuel des connaissances, plusieurs critères d'évaluation d'une nuisance éventuelle causée aux animaux d'élevage par les conséquences des courants vagabonds, ainsi qu'un guide d'information relatif à une efficacité suffisante de la liaison équipotentielle censée exclure toute répercussion négative sur les animaux. No

Bei Verdacht auf Mängel in der elektrischen Installation ist deshalb stets eine Installationskontrolle[4)] durchführen zu lassen.

Zur Überprüfung, ob Differenzspannungen oberhalb der oben angegebenen Werte auftreten, können Wechselspannungsmessungen mit einem handelsüblichen Multimeter vorgenommen werden. Die Messspitzen oder Messklemmen werden mit den zwei berührbaren Metallteilen oder zwischen einem leitfähigen Erdboden und einem Metallteil kontaktiert. Leitfähige Böden (Beton) können mit einem nassen Schwamm kontaktiert werden, welcher den Boden und die Prüfklemme möglichst grossflächig berührt (Bild 2).

Eine Gleichspannungsmessung mit metallischen Messanschlüssen ist nur zwischen Metallteilen möglich. Zur Kontaktierung von Beton- und Naturböden müssen bei Gleichspannungsmessungen wegen der elektrochemischen Spannungen Bezugselektroden (elektrochemische Halbzellen) eingesetzt werden.

Referenzen

[1] SR 814.710, «Verordnung vom 23. Dezember 1999 über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV)».
[2] Niederspannungsinstallationennorm NIN, SN SEV 1000:2010.
[3] Douglas J. Reinemann, «Literature review and synthesis of research findings on the impact of stray voltage on farm operations», Prepared for the Ontario Energy Board, 31 March 2008.
[4] G. Biegelmeier, D. Kieback, G. Kiefer, K.-H. Krefter, «Schutz in elektrischen Anlagen, Band 1, Gefahren durch den elektrischen Strom»; VDE-Verlag, 2. Auflage, 2003.
[5] F. Deschamps, L. Devaux, K. Rigalma, S. Roussel, C. Duvaux-Ponter, «Innovative approach of the potential impact of HV lines on their environment: the experimental farm», Cigré Session Paris 2010, Paper C3_113_2010.
[6] « Mieux connaître les risques des courants électriques parasites dans les exploitations d'élevage » ; Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, EDF, Promelec, Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture, Groupama; RTE, 92068 Paris, www.rte-france.com.
[7] Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (Niederspannungsinstallationsverordnung, NIV SR 734.27).

Angaben zum Autor

Reinhold Bräunlich, der diesen Artikel editiert hat und für Rücksprachen zur Verfügung steht, ist Geschäftsleiter der FKH Fachkommission für Hochspannungsfragen, Zürich. Er hat an der ETH Zürich Elektrotechnik studiert und promoviert. Im TK Erdungen war er bis zum Jahr 2013 Mitglied.

FKH, 8044 Zürich, braeunlich@fkh.ch

[1)] Zur Publikation freigegeben an der Sitzung vom 27. März 2013.

[2)] Der PEN-Leiter (Abk. für protective earth neutral), ist ein Leiter, der zugleich die Funktionen des Schutzleiters (PE) und des Neutralleiters (N) erfüllt. Er ist über die Erdungsleitung mit dem Erder (Fundamenterder) verbunden.

[3)] Für einen Strom I in einem einzelnen gestreckten Leiter gilt bei für die magnetische Flussdichte B im Abstand d folgende einfache Beziehung:
B (in µT) = 0,2 x I (in A) / d (in m).

[4)] Die Inhaber einer Kontrollbewilligung sind auf der Internetseite des ESTI unter folgendem Link abrufbar: http://aikb.esti.ch/Default.aspx.

Anzeige

Die Beiträge dieser Ausgabe finden Sie auch unter www.bulletin-online.ch