

bei Verbrennungsmotoren kann die Hydraulik in den Hintergrund treten.

Bei einigen Maschinen, in denen pneumatische Förderungen oder ähnliches ohnehin vorhanden sein werden, kann auch eine pneumatisch betätigte BMSR-Anlage aktuell sein. Eine Vereinheitlichung der BMSR-Anlagen wird aber insofern erfolgen und ist ja zum großen Teil bereits erreicht, daß es für die drei Hilfsenergien bestimmte Baukastenreihen gibt, die es gestatten, alle Aufgaben mit einheitlichen Bauelementen auszuführen, was dann Aufbau, Wartung und anderes mehr vereinfacht.

Ein Wechseln zwischen den Hilfsenergien ist natürlich durch in die Baugruppen passende Wandler möglich und nötig, um

die besonderen Vorteile nutzen zu können oder den Anforderungen mit vernünftigem Aufwand gerecht zu werden.

Der Anwender in der Praxis wird sich hauptsächlich nach ökonomischen Gesichtspunkten entsprechend dem Angebot an BMSR-Mitteln und der Eignung entscheiden, aber in den Leiteinrichtungen sollte man sich für die Prognose doch auf bestimmte Lösungen zu beschränken suchen.

#### Literatur

- [1] BERA, G.: Welche Hilfsenergie ist für die Anwendung der BMSR-Technik in der Landwirtschaft am besten geeignet? Diplomarbeit Sektion Landtechnik der Universität Rostock 1969  
Eine umfangreiche Aufstellung der ausgewerteten Literatur liegt beim Verfasser vor. A 7860

## Neue Maßstäbe bei netzgespeisten Elektrozaungeräten

Dipl. agr. E. GEITHNER\*  
Elektromeister H. STEUER\*\*

Die zunehmende Konzentration im Bereich der tierischen Produktion stellt bei der Weidehaltung von Rindern an die Einzäunung immer größere Anforderungen. Es gilt daher, die Hütesicherheit von Weidezäunen besonders für große Rinderherden zu verbessern. Die Forderungen der Landwirtschaft bestehen darin, einen im Aufbau wenig material-, AKH- und kostenaufwendigen Zaun zu schaffen, der während der Weideperiode wartungsarm ist.

Ausgehend von den Entwicklungstendenzen der Produktivkräfte in der Landwirtschaft wurden im Institut für Grünland- und Moorforschung Paulinenaue in den vergangenen Jahren Forschungsarbeiten über Elektrozäune aufgenommen. Im Ergebnis dieser Arbeiten können agrotechnische Forderungen an netzgespeiste Elektrozaungeräte abgeleitet werden. Sie zielen darauf ab, die Hütesicherheit von Weidezäunen zu bessern und die Weidenutzung kostengünstiger zu gestalten. Von den Elektrozaungeräten ist zu fordern:

1. Die für die Hütewirkung des Elektrozaunes wichtige Spitzenspannung von Zaunimpulsen muß an einem 5 km langen Zaundraht, dessen Isolationswert nicht über 50 000  $\Omega$  liegt, mindestens 5 000 V betragen.
2. Die Spitzenspannung der Zaunimpulse darf am unbelasteten Geräteausgang höchstens bis 15 Prozent höher sein als an einem 5 km langen Zaundraht, dessen Isolationswert  $10^3$  k $\Omega$  beträgt.
3. Die in Impulsen auf einen 5 km langen Elektrozaundraht gegebene Spitzenspannung darf bei einer durch Bewuchs von Pflanzen oder durch andere Ableitstellen von  $10^3$  k $\Omega$  auf  $10^1$  k $\Omega$  sinkenden Zaunisolationswert höchstens um 20 Prozent abfallen.
4. Die für die Reizwirkung entscheidende Spitzenstromstärke eines Zaunimpulses soll  $> 5,0 \leq 20,0$  A betragen.
5. Um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, daß Mensch oder Tier gefährdet werden, wenn sie mit dem elektrisch geladenen Zaundraht in Berührung kommen, darf die Reizstromdauer je Impuls 5 ms nicht überschreiten. Die

Reizstromdauer wird als Impulsdauer bezeichnet und ist an einem Widerstand von 500  $\Omega$  zu messen. In Abhängigkeit von der Spitzenstromstärke je Impuls darf die Impulsdauer die in Tafel 1 angegebenen Werte nicht übersteigen.

6. Die Impulsfolge des Elektrozaungerätes soll nicht unter 40 und nicht über 75 Impulse/min betragen.
7. Das Gerät muß betriebs- und funktionssicher sein. Während einer Weideperiode sollten grundsätzlich überhaupt keine Störungen auftreten. Es darf auch nicht notwendig werden, das Gerät jährlich nach der Weideperiode zur Durchsicht an eine Vertragswerkstatt schicken zu müssen. Hauptverschleißteile müssen im Gerät gut sichtbar und leicht auswechselbar sein. Das Altern der Hauptverschleißteile sollte von einem Weidespezialisten oder Techniker des Einsatzbetriebes rechtzeitig, d. h. vor dem Auftreten einer Störung erkennbar sein, und die Bauteile müssen von ihm ausgewechselt werden können.
8. Das Gerät sollte sich entweder vom Netz mit 220 V oder über eine Kleinspannungszuführung mit  $\leq 42$  V speisen lassen.

Die genannten agrotechnischen Forderungen liegen wesentlich höher als die in der zurückliegenden Zeit an Elektrozaungeräte gestellten. Sie werden von keinem der bei uns handelsüblichen Elektrozaungeräte auch nur annähernd erfüllt. Es bestand daher die Notwendigkeit, ein neues Elektrozaungerät zu entwickeln. Dabei zeigte sich, daß die vorgegebenen Parameter nicht erreicht werden können, wenn an dem Prinzip der Impulsgewinnung festgehalten wird, das den zur Zeit bei uns hergestellten Geräten zugrunde liegt.

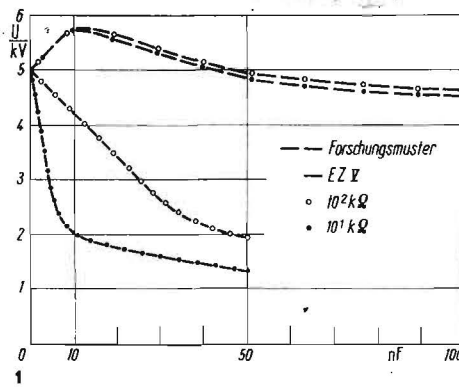
Die induktive Arbeitsweise der herkömmlichen Elektrozaungeräte bedingt, daß bereits beim Anschluß kurzer Zäune ein deutlicher Spannungsabfall eintritt. Dieser Abfall ist vom Innenwiderstand des Impulsgerätes abhängig und folgt bei einer zusätzlichen Widerstandsbelastung des Zaunes einer logarithmischen Funktion. Eine solche zusätzliche Widerstandsbelastung des Zaunes tritt z. B. ein, wenn Pflanzen an den Zaundraht heranwachsen und/oder der Widerstandswert des Isolators durch Witterungseinflüsse verringert wird. Ein Anschließen von mehr als 3 km Zaundraht an einen Geräteausgang führt in Abhängigkeit von dem Isolationswert des Zaundrahtes deshalb dazu, die Impulsspitzenspannung

Tafel 1. Maximalwerte für die Impulsdauer in Abhängigkeit von der Spitzenstromstärke

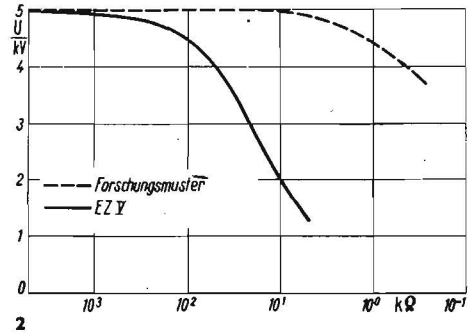
Spitzenstrom A	Impulsdauer ms
5	4
10	2
20	1

\* Institut für Grünland- und Moorforschung Paulinenaue der DAL zu Berlin  
\*\* Oberlungwitz

**Bild 1**  
Verhalten verschiedener Elektrozaungeräte an Zaunnachbildungen. 10 nF entsprechen der Kapazität eines 1 km langen Zaundrahtes. Ein Widerstand von  $10^2$  k $\Omega$  10 nF entspricht einem gut, ein Widerstand von  $10^1$  k $\Omega$  10 nF einem schlecht isolierten Zaun



**Bild 2**  
Abfall der Impulsspitzen-spannung bei verschiedenen Elektrozaungeräten an Ohmschen Widerständen



auf einen Wert unter 2000 V abfallen zu lassen. Der Wert von 2000 V wird als untere Grenze für das Auslösen eines physiologischen Reizes beim Tier und damit für seine Hüt-sicherheit angegeben.

### Die Arbeitsweise des neuen Gerätes

ist völlig anders. Hier wird ein Kondensator geladen, der nach Erreichen einer bestimmten Spannung direkt auf den Elektrozaundraht entladen wird. Der Innenwiderstand des Kondensators ist sehr klein, er wird mit null angenommen. Durch die gewählte Dimension des verwendeten Kondensators und durch die direkte Entladung desselben auf den E-Zaundraht ergeben sich gegenüber den bekannten Geräten wesentliche Unterschiede hinsichtlich der Reizwirkung und des Abfalles der Impulsspitzen-spannung:

1. Der physiologische Reiz, der bei Berührung des Tieres mit dem elektrisch geladenen Zaundraht ausgelöst wird, ist bei dem neuen Gerät wesentlich höher. Bedingt wird er durch die höhere Stromstärke eines Impulses. Da mit zunehmender Stromstärke das gereizte Muskelvolumen vergrößert wird, hat das Gerät mit der höheren Stromstärke auch die größere Hütewirkung, die beim Elektrozaun nicht nur physiologischer, sondern auch psychologischer Natur ist.
2. Unerlässlich für den Betrieb von Elektrozäunen ist, Zaundrahte immer unter Impulsspannung zu halten, weil nur unter dieser Voraussetzung der notwendige Strom für das Auslösen eines physiologischen Reizes bei Zaunberührung fließen kann.

Der Abfall der für die Hütewirkung des Elektrozaunes wichtigen Impulsspitzen-spannung ist bei den einzelnen Geräten unterschiedlich. In Abhängigkeit von der Gerätekonstruktion sind für den Spannungsabfall die angeschlossene Zaundrahtlänge und deren Isolationswert ausschlaggebend. Längere und schlechter isolierte Zäune verursachen einen größeren Spannungsabfall als kurze und gut isolierte. Die Zaunlänge kann mit Kapazitäten und der Isolationswert mit Ohmschen Widerständen simuliert werden. Zäune bildet man nach, indem man den Kapazitäten Ohmsche Widerstände parallel schaltet. Das Verhalten verschiedener Elektrozaungeräte an solchen nachgebildeten Zäunen ist im Bild 1 dargestellt.

Der Verlauf der Kurven zeigt, daß die Impulsspitzen-spannung des neuen Gerätes mit der direkten Kondensatorentladung (Forschungsmuster) bei Belastungen mit kurzen Zäunen zunächst ansteigt und im weiteren Verlauf nur allmählich abfällt. Der Anstieg wird auf Resonanz zurückgeführt. Bei einer Ausgangsspannung  $U$  von 5,0 kV hat das Gerät an  $100 \text{ nF} \parallel 10^2 \text{ k}\Omega$  noch 4800 V. Es können offensichtlich noch längere Zäune angeschlossen werden als im Meßbereich mit 10 km erfaßt. Die Isolation des Zaundrahtes übt bei diesem Gerät einen geringen Einfluß auf den Abfall der

Impulsspitzen-spannung aus. An  $100 \text{ nF} \parallel 10^1 \text{ k}\Omega$  tritt nur eine um 0,1 kV niedrigere Spitzen-spannung auf als an der besser isolierten Zaunnachbildung  $100 \text{ nF} \parallel 10^2 \text{ k}\Omega$ .

Im Gegensatz zum neuen Gerät ist bei den bekannten, induktiv arbeitenden Geräten (Beispiel: EZ V) der Abfall der Impulsspitzen-spannung stetig und beträchtlich. Bei einer Ausgangsspannung  $U$  von 5,0 kV am unbelasteten Geräteausgang fällt die Impulsspitzen-spannung an  $50 \text{ nF} \parallel 10^2 \text{ k}\Omega$  auf 2000 V ab. Ändert sich der Isolationswert des Zaundrahtes von  $10^2$  auf  $10^1 \text{ k}\Omega$ , dann fällt die Impulsspitzen-spannung des EZ V bereits an  $10 \text{ nF}$  auf 2000 V ab. Es ist ersichtlich, daß bei diesem Gerät neben der kapazitiven Belastung die Ohmsche Belastung einen bedeutenden Einfluß auf den Abfall der Impulsspitzen-spannung ausübt. Für die Praxis bedeutet das: sollen von einem Geräteausgang des EZ V 5 km Zaundraht unter hüt-sicherer Spannung gehalten werden, dürfen nur beste Isolatoren im Einsatz sein und es dürfen auf dieser Strecke höchstens zwei Pflanzen den elektrischen Draht berühren. Wachsen mehr als zwei Pflanzen an den Zaundraht heran, ist mit der Wartung des Zaunes zu beginnen oder die angeschlossene Zaunlänge zu verkürzen.

Da die Zaunisolations innerhalb kurzer Zeiträume starke Schwankungen aufweist und ein Abfall der Zaunisolations einer geringeren Hüt-sicherheit gleichkommt, ist das Verhalten von Elektrozaungeräten an rein Ohmschen Widerständen untersucht worden. Das Ergebnis ist im Bild 2 gezeigt.

Durch Belastung der Geräte mit Ohmschen Widerständen kann die Isolation des Elektrozaunes simuliert werden. Diesbezügliche elektrische Messungen geben Aufschluß über den Abfall der Impulsspitzen-spannung, der durch Isolatoren und die Anzahl der Ableitstellen — insbesondere durch an den Zaundraht herangewachsene Pflanzen — hervorgerufen wird.

Für den Betrieb von E-Zäunen mit herkömmlichen Weidezaungeräten wird an 3 km langen Zaundrahten ein Mindestisolationswert von  $5 \times 10^1 \text{ k}\Omega$  gefordert. Dieser Wert wird aber selbst bei Einsatz bester Isolatoren unterschritten, wenn mehr als vier Pflanzen an den Draht heranwachsen. In der Praxis muß spätestens zu dieser Zeit mit der Wartung des Zaunes begonnen werden. Aus dem Verlauf der Kurven im Bild 2 folgt, daß die Impulsspitzen-spannung des neuen Gerätes (Forschungsmuster) erst ab dem Bereich um  $10^1 \text{ k}\Omega$  merklich abfällt. An  $2,5 \times 10^{-1} \text{ k}\Omega$  treten aber noch 3,7 kV Spitzen-spannung auf. Die Spitzen-spannung des EZ V beginnt bereits bei der geringeren Belastung im Bereich zwischen  $10^2$  und  $10^3 \text{ k}\Omega$  deutlich abzufallen. Der Abfall ist steiler als beim Forschungsmuster. An  $10^1 \text{ k}\Omega$  liegt die Impulsspitzen-spannung schon unter der 2,0-kV-Grenze, die als Minimalforderung für die Hüt-sicherheit gilt.

Aus unseren Forschungsergebnissen an Modellen geht eindeutig hervor, daß das Prinzip einer direkten Kondensatorentladung auf den Zaun dem Prinzip der induktiven Ar-



Bild 3. Stromeinwirkung auf den Zaundraht berührende Pflanzen: ganze Teile vertrocknen

beitsweise weit überlegen ist. Aufgrund der günstigen Ergebnisse dieser Modellversuche wurden derartige Geräte in Weidekombinaten mit großen Jungrinderherden eingesetzt. Die ersten praktischen Erfahrungen mit solchen Geräten liegen vor. Über Konsequenzen aus der Anwendung solcher Geräte wird in nächster Zeit ausführlich zu berichten sein. Während der Weideperiode zeigte sich, daß die Hütewirkung des elektrischen Zauns durch das neue Gerät wesentlich verbessert wurde.

Nach der ersten Berührung des Zauns ist seine psychologische Wirkung auf die Tiere wesentlich größer als bei anderen Geräten. Dabei wirkt zweifellos die Tatsache mit, daß beim Überspringen der Spannung vom Zaun auf das Tier ein „Knall“ deutlich hörbar ist. Der Wartungsbedarf an lebendiger und/oder vergegenständlichter Arbeit für die Elektrozaunanlage konnte während der Weideperiode reduziert werden. Wie aus Bild 3 ersichtlich, werden den Zaundraht berührende Pflanzen durch die Stromeinwirkung derart beschädigt, daß ganze Teile vertrocknen.

Der Betrieb der vollelektrischen E-Zaunanlage erfolgte nur mit einem impulsspannungsführenden Geräteausgang. Zaunzuleitungen und Stromüber- bzw. -unterführungen an Toren wurden nicht mehr benutzt. Der Aufbau und Betrieb der vollelektrischen Zaunanlage konnte daher übersichtlicher und in der Betreuung einfacher gestaltet werden (Bild 4). Darüber hinaus konnte eine nennenswerte Materialeinsparung erreicht werden gegenüber dem Einsatz eines EZ V-Gerätes. Der Vergleich ist in Tafel 2 gegeben.

Der höhere Materialeinsatz bei dem alten Gerät ist mit höheren Kosten für lebendige und vergegenständlichte Arbeit verbunden.

Die Ergebnisse unserer Forschungsarbeit wurden dem Erzeugnisuntergruppenleitbetrieb, VEB Gleichrichterwerk Großräschen, zugänglich gemacht, der auf dieser Grundlage ein neues Elektrozaungerät entwickelt. Die ersten Muster sind bereits geprüft worden, und es ist zu erwarten, daß die

Tafel 2. Materialaufwand für den Bau von E-Zaunanlagen beim Einsatz verschiedener E-Zaungeräte, dargestellt am Weidekombinat Dammweide (114 ha, 16 Koppeln)

	Zaunanlage mit:		
	EZ V	Forschungsmuster	
Zaunzuleitungsstrecke	m	1 825	—
Drahtlänge für Zuleitung	m	2 925	—
Stromunterführungen an Koppeltoren	Stück	17	—
gesamte Zaundrahtlänge der Anlage	m	17 625	14 700
relative Zaundrahtlänge der Anlage		100	83

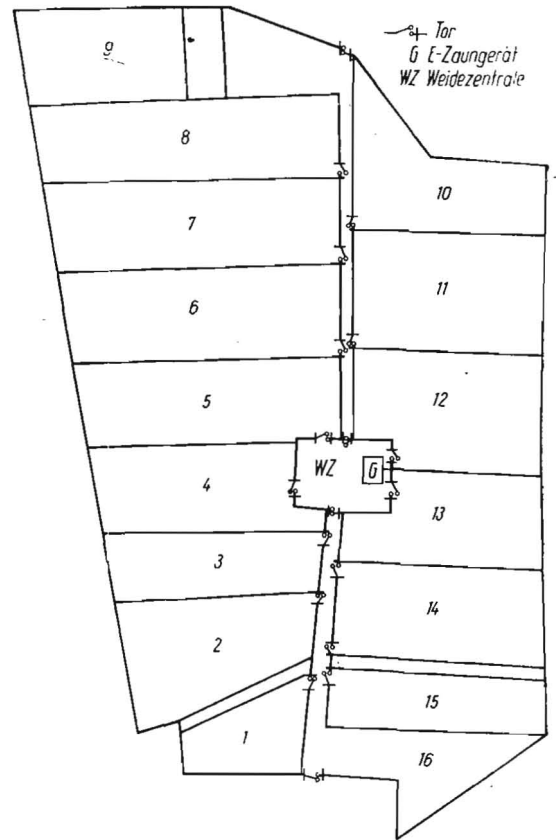


Bild 4. Elektrozaunanlage (Lageplan) im Weidekombinat Dammweide

Landwirtschaft noch in diesem Jahr die ersten Seriengeräte aus Großräschen beziehen und einsetzen kann. Als Ergebnis sozialistischer Gemeinschaftsarbeit zwischen landwirtschaftlicher Forschung und Industrie entstand eine verbesserte Elektrozauntechnik, die den Erfordernissen intensiver Weidewirtschaft entspricht und den wissenschaftlich-technischen Höchststand in der Welt mitbestimmt.

### Zusammenfassung

Aus Forschungsarbeiten über E-Zäune konnten agrotechnische Forderungen an Elektrozaungeräte abgeleitet werden. Ihre Kennwerte sind so hoch, daß sie von keinem der handelsüblichen Geräte erreicht werden. Es wird über ein völlig neues Prinzip der Impulsgewinnung in Elektrozaungeräten berichtet und ein Vergleich zu handelsüblichen Geräten angestellt. Das neue Gerät ist den herkömmlichen Geräten überlegen hinsichtlich der Reizwirkung je Impuls, der anschließbaren Zaunlänge und des hütensicheren Weidebetriebes an schlecht isolierten E-Zaundrahten. Erste praktische Erfahrungen mit dem neuen Gerät wurden mitgeteilt.

### Literatur

- GEITHNER, E.: Neue Gesichtspunkte bei der elektrischen Einzäunung von Weidekombinaten. Zeitschrift für Landeskultur und Grünland (1969) H. 6
- GEITHNER, E.: Ökonomische Vorteile durch den Einsatz eines neuen Elektrozaungerätes aus Großräschen. Tierzucht 24 (1970) H. 3
- KREIL, W. / E. GEITHNER: Weiterentwicklung des Produktionsverfahrens Weide durch neue Wege in der Elektrozauntechnik. Tierzucht 23 (1969) II. 3, S. 116 und 117
- LANGE, W.: Untersuchungen über die Hütewirkung elektrischer Impulse beim Rind. Kolloquium Elektrozauntechnik Dezember 1966 in Berlin, S. 39 bis 54 A 7906