

# Neufassung des Standards TGL 200-0629/02 über Elektrozäune

Dipl.-Ing. R. Müller, KDT, Institut für Elektroanlagen Berlin

Eine effektive Weidewirtschaft, d.h. das Durchführen einer ganztägigen und nur gelegentlich beaufsichtigten Beweidung bestimmter Futterflächen durch Rinder, Schafe, Pferde und andere weidefähige Nutztiere — aber auch deren Unterbringung während der Nachtstunden (Nachtkoppel) —, steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Schaffung von hütensicheren Umzäunungen. Diesem Erfordernis nach sicherer Einzäunung von Weiden, Treibewegen, Ausläufen usw. — auch hinsichtlich der Abwehr von Wild (Wildschutzanlagen) — werden am besten Elektrozäune<sup>1)</sup> gerecht (Bild 1). Sie haben eine hohe Hütewirkung und zeichnen sich gegenüber Stabzäunen (mechanische Hütewirkung) vor allem durch geringen Aufwand an Material, Arbeitszeit und Kosten für den Zaunbau sowie durch leichtes Handhaben des Zauns aus.

Die hohe Hütewirkung von Elektrozäunen im Vergleich zu konventionellen Stabzäunen basiert auf der physiologischen Reizwirkung des elektrischen Stroms. Reizwirkungen kommen zustande, wenn ein Tier den elektrisch geladenen Zaundraht berührt und dabei Strom durch seinen Körper zur Erde ableitet. Die elektrische Durchströmung löst Erregungen in den Zellen aus, reizt Nerven sowie Muskeln und führt unwillkürlich zu einer schreck- oder gar schmerzhaften Muskelkontraktion (unbedingter Reflex) sowie zu einer Fluchtreaktion vor dem Zaundraht. Eine allgemeine Unruhe, die bei Jungtieren ausgeprägter ist als bei Alttieren, schließt sich an.

Der unbedingte Reflex hat einen bedingten Reflex zur Folge, wodurch das Tier über eine bestimmte Zeitdauer dem Zaundraht ausweicht. Da bedingte Reflexe nur so lange bestehen bleiben, wie sie biologisch sinnvoll sind, mit der Zeit also nachlassen, wird die „Respektwirkung“ des Elektrozauns (psychologische Hütewirkung) nur dann erhalten bleiben, wenn das Tier bei einer wiederholten Berührung des Zaundrahts erneut einen elektrischen Schlag bekommt.

Daraus ergibt sich für den praktischen Betrieb von Elektrozäunen die Schlußfolgerung, daß die erforderliche Hütensicherheit nur bei ständig anliegender Zaunspannung gewährleistet ist [1].

## 1. Vorschriften

Wie für die meisten elektrotechnischen Anlagen mit Spannungen über 1 kV, so auch für Elektrozäune, deren Impulsspannung im Leerlauf bis zu 10 kV betragen kann, gelten strenge sicherheitstechnische Forderungen. Sie beziehen sich nicht nur auf die Ausführung der Elektrozaungeräte, sondern auch auf das Er-

Bild 1  
Prinzipieller Aufbau eines Elektrozauns;  
1 Elektrozaungerät, 2 Elektrozaundraht, 3 Überspannungsableiter, 4 Erdungsleitung, 5 Erde, 6 Warnschild „Vorsicht Elektrozaun“, 7 Griffisolator, 8 Zaunpfahl, 9 Pfahlsolator, U elektrisches Potential

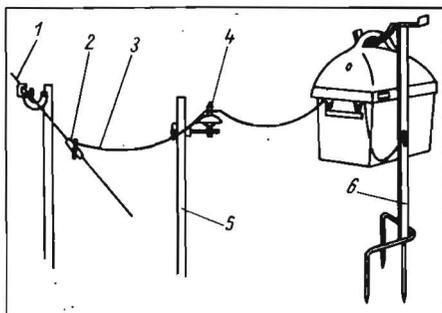
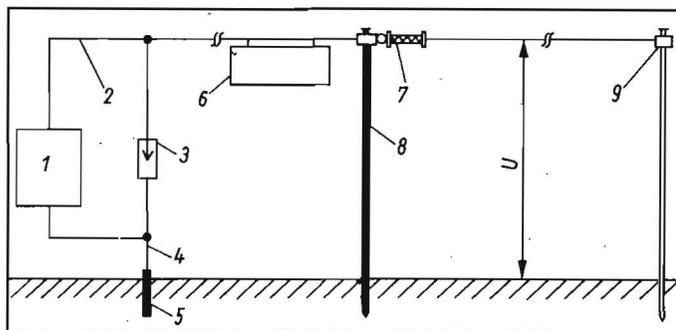


Bild 2. Batteriebetriebenes Elektrozaungerät mit Zaunanschluß;  
1 Zaundraht, 2 Drahtverbinder, 3 Zaunanschlußleitung, 4 Überspannungsableiter, 5 Metallpfahl für Überspannungsableiter, 6 Geräteträger

richten und Betreiben (Instandhalten) von Elektrozäunen. Die mit dem Aufbau und Betrieb von Elektrozäunen betrauten Werk tätigen müssen diese Forderungen genau kennen und danach handeln. Das wiederum setzt die Kenntnis der diesbezüglichen Standards und Herstellerdokumentationen voraus, ein Erfordernis, dem in der Praxis nicht immer die notwendige Bedeutung beigemessen wird. Darum sollte künftig das Thema „Elektrozaun“ sehr viel stärker in den Qualifizierungsprogrammen berücksichtigt und in den zutreffenden Betrieben (LPG, VEG usw.) ein Verantwortlicher für Elektrozauntechnik bestimmt werden [2, 3].

Welche Vorschriften sind für den Bau und Betrieb von Elektrozäunen zu beachten?

Zu den Vorschriften gehören in erster Linie die Standards TGL 200-0629/02 [4], TGL 21663/03 [5] und TGL 22291 [6] sowie in bezug auf Elektrozaungeräte TGL 22156/02 [7]. Wichtige Hinweise für den Elektrozaunbau, speziell für die Betriebsführung, den Schutz gegen Blitzspannungen, die Standortwahl und Gebrauchslage des Zaungerätes sowie die höchstzulässige Zaundrahtlänge, enthalten darüber hinaus die spezifischen Zaungerätestandards, z. B. Standard TGL 31455 [8], sowie die Bedien- und Montageanleitungen der Gerätehersteller. Bei Freilandhaltung von Bullen sind darüber hinaus die sicherheitstechnischen Forderungen nach Standard TGL 30125/02 „Gesundheits- und Arbeitsschutz; Umgang mit landwirtschaftlichen Zucht- und Nutztieren; Rinder“ zu beachten.

Der für den Elektrozaunbau und -betrieb grundlegende Standard TGL 200-0629/02 wurde in den Jahren 1980/81 neu bearbeitet. Im folgenden werden die wichtigsten Festlegungen dieses Standards kommentiert.

## 2. Elektrozaungeräte

Das Elektrozaungerät muß bezüglich seiner technischen Kennwerte (Impulsspannung, -dauer und -frequenz), aber auch hinsichtlich der höchstzulässigen Ladungsmenge je Impuls und des Spitzenstrom-Zeit-Produkts die Forderung nach einer möglichst hohen Hütewirkung berücksichtigen; andererseits dürfen Elektrozaungeräte natürlich weder Mensch noch Tier gefährden. Die Einhaltung dieser elementaren Forderungen ist bei allen Elektrozaungeräten gewährleistet, die nach den dafür geltenden Standards [7, 8] hergestellt und entsprechend [4 bis 6] sowie der Herstellerdokumentation betrieben und gewartet werden.

Elektrozaungeräte gibt es für Batteriebetrieb (z. B. Typ EZ III b oder Typ EZ 6 und/oder Netzanschluß (z. B. Typ EZK 10 oder Typ EZK 20). Batteriebetriebene Zaungeräte benötigen keinen externen Netzanschluß (Bild 2) und sind deshalb an beliebigen Orten (abgelegenen Flächen) verwendungsfähig sowie schnell umsetzbar. Diesem Vorteil steht jedoch der Nachteil gegenüber, daß ihre Hütensicherheit nur bei Zaundrahtlängen bis etwa 3 km gewährleistet ist und daß wegen der vergleichsweise niedrigen Impulsspannung ( $\geq 2$  kV) die Zaunanlage von Pflanzenbewuchs freigehalten werden muß (hoher Wartungsaufwand).

Netzbetriebene Elektrozaungeräte — sie finden vorzugsweise für stationäre Weiden Anwendung — sind meistens Kondensatorgeräte. Sie verfügen über einen Hochspannungskondensator, der mit Hilfe einer zwangsgesteuerten Schaltröhre direkt auf den Zaun entladen wird. Derartige Geräte mit Impulsspannungen  $\geq 5$  kV (im Leerlauf) haben gegenüber den Induktionsgeräten<sup>2)</sup> eine wesentlich größere Hü-

1) Elektrozäune sind elektrotechnische Anlagen, deren Zaundraht von einem Elektrozaungerät gespeist wird, welche vorzugsweise der Abgrenzung (Einfriedung) von Weiden, Ausläufen, Pferchen, Triftwegen und anderen landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie der Absperrung von Verkehrswegen, z. B. Straßen, Gleisanlagen und Einrichtungen gegen das Betreten oder Berühren durch Nutztiere sowie von Schonungen, Plantagen, Feldern, Gärten, Autobahnen und anderen Flächen zur Abwehr von Wild dienen.

2) In diesem Fall werden die Hochspannungsimpulse durch eine Induktionsspule erzeugt, wodurch sich ein hoher Innenwiderstand und damit ein starker Spannungsabfall bei Zaunbewuchs ergeben. Zur Minimierung des Gras- und Unkrautbewuchses empfiehlt es sich, den Zaunbereich in die chemischen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen auf den Weideflächen einzubeziehen oder auf einem 1 m breiten Zaunstreifen selektiv wirkende Herbizide einzusetzen.

tesicherheit<sup>3)</sup> und bewirken außerdem, daß die an den Zaundraht heranwachsenden Grashalme und andere Pflanzen beschädigt werden, vertrocknen und abknicken. Die höchstzulässige Zaundrahtlänge beträgt bei diesen Geräten i. allg. 30 km (etwa eine Fläche von 250 ha). Es besteht Veranlassung, darauf hinzuweisen, daß Elektrozaungeräte stoßempfindliche elektronische Erzeugnisse sind, deren Transport schonend zu erfolgen hat. Das gilt hauptsächlich für Kondensatorgeräte mit Hochspannungsschaltröhren (Senditronröhren), z. B. vom Typ „Cerberus“, die nur eine vergleichsweise geringe Erschütterung vertragen. Sie dürfen deshalb auf gar keinen Fall z. B. den Weidetieren um den Hals gehängt oder „aufgestallt“ werden, wie das noch zu beobachten ist.

Die sachgemäße Auswahl des erforderlichen Elektrozaungeräts hat nach Standard TGL 200-0629/02 der Verantwortliche für das Errichten des Elektrozauns vorzunehmen.

### 3. Elektrozaundrähte

Einen wesentlichen Einfluß auf die Hüttesicherheit eines Elektrozauns haben die Zaundrähte. Sie sollen die Stromimpulse ( $\leq 10$  A) zum Tier hin übertragen und müssen folglich gut isoliert aufgehängt sowie durchgängig elektrisch verbunden sein.

Als Zaundrähte eignen sich am besten Dederon-, Lanon- oder PCU-Drähte. Sie sind leichter als massive Stahldrähte (Glattdrähte), gestatten große Pfahlabstände und zeichnen sich durch hohe Elastizität, Flexibilität, Korrosionsbeständigkeit und gute Handhabung aus.

Im Standard TGL 200-0629/02 werden keine bestimmte Zaundrahthöhe und auch nicht die Anzahl der übereinander anzuordnenden Drähte reglementiert, da dies vor allem von der Art der einzuzäunenden Tiere sowie deren Größe und Alter abhängt. Im allgemeinen genügt die Ausführung des Elektrozauns mit einem Draht. Dabei gelten folgende Richtwerte für die Zaundrahthöhe:

- Kühe und Jungrinder 80 cm [5]
- Kälber 60 cm [5]
- Schafe 50 cm
- Schweine 40 cm.

Die Ausführung mit zwei Drähten ist nur in Ausnahmefällen, z. B. in der Nähe von Verkehrseinrichtungen, zum Pferchen von Schafen [6], für Mutterkühe mit Saugkälbern (Gewöhnungskoppeln) oder Geflügelausläufe, erforderlich.

Elektrotore sind bei einseitiger Speisung des Elektrozauns so aufzubauen, daß das Torseil nur im eingehängten Zustand stromführend ist. Anderenfalls würde ein am Boden liegendes Torseil die Hüttesicherheit sehr beeinträchtigen. Um eine Unterbrechung des gesamten Zaunstromkreises durch ein ausgehängtes Elektrotor zu vermeiden, ist u. U. auch eine elektrisch leitende Torüberführung (Zaundraht) oder -unterführung (Zünd- oder Leuchtröhrenleitung in PE-Rohr oder Kabel) zweckmäßig.

### 4. Zaunpfähle

Zaunpfähle (Strecken-, Spann-, Eck- und Torpfähle) dienen der Aufnahme von Isolatoren und damit der Führung sowie Halterung der

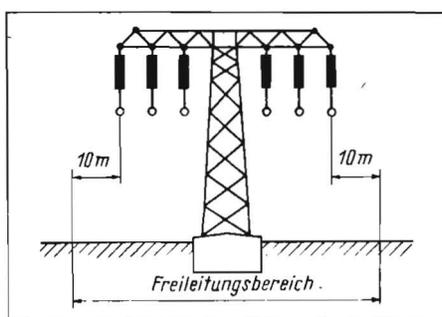


Bild 3. Darstellung des Freileitungsbereichs (Fläche unter Hochspannungs-Freileitungen, die durch die beiden äußeren in Ruhelage befindlichen Leiterseile der Freileitung zuzüglich eines sich beiderseits daran anschließendes Streifens von je 10 m begrenzt wird)

Tafel 1. Höchstzulässige Elektrozaunlänge und -drahthöhe unter Hochspannungs-Freileitungen

Nennspannung der Hochspannungs-Freileitung kV	Elektrozaunlänge im Freileitungsbereich höchstens m	Elektrozaundrahthöhe im Freileitungsbereich
bis 110	nicht durch die Freileitung begrenzt	1,5
220	300	1
380		

Zaundrähte. Sie sollen stabil, Streckenpfähle jedoch möglichst elastisch und federnd sein, eine Eigenschaft, die besonders Plastpfähle, z. B. der 10 mm dicke Polyester-Glasfaserpfahl, haben. Plastpfähle sind darüber hinaus sehr leicht, elektrisch nicht leitend (in diesem Fall werden Isolatoren durch einfache Drathalterungen ersetzt), witterungsbeständig und wartungsfrei.

Neben den genannten Plastpfählen werden in der Praxis gelegentlich auch noch Holz-, Beton-, Stahl- und „lebende“ Pfähle verwendet; ihre Bedeutung nimmt jedoch immer mehr ab.

Nach Standard TGL 200-0629/02 ist es unzulässig, Elektrozaundrähte an Masten für Starkstrom- oder Informationsanlagen zu befestigen. Sie dürfen auch nicht mit leitfähigen Teilen in Verbindung stehen, die nicht zum Elektrozaun gehören, z. B. Brückengeländer und Lifte.

Zaunpfähle (Streckenpfähle) entlang einer geraden Zauntrasse sollen in Flucht stehen und gleiche Höhe haben. Der Pfahlabstand ist so zu wählen, daß sich der Elektrozaundraht bei geringstem Aufwand an Pfählen gut der Oberfläche des Bodens (Senken, Hügel, Mulden) anpaßt. Er soll 30 m möglichst nicht unterschreiten [5], zumal mit der Vergrößerung der Pfahlabstände zugleich der Spannungsverlust abnimmt und damit die Hüttesicherheit steigt.

Die Einrammtiefe der Pfähle richtet sich nach der Pfahl- und Bodenart sowie nach dem Verwendungszweck der Pfähle (Strecken-, Spann-, Eck- oder Forpfähle); als Richtwert gelten für Streckenpfähle 20 bis 30 cm und für Spann- pfähle (Pfahlabstand < 80 m) 30 bis 40 cm.

### 5. Isolatoren

Isolatoren sind entscheidende Trennglieder zwischen dem impulsführenden Zaundraht und dem elektrisch leitenden Zaunpfahl (Erde). Sie

sollen die Zaunspannung möglichst verlustfrei zum Tier führen, um die erforderliche Hüttesicherheit zu gewährleisten. Das erfordert Isolierkörper mit hohen Isoliereigenschaften (Kriechstromfestigkeit), z. B. aus Polystyrol. Dieser witterungsbeständige Werkstoff ist darüber hinaus im Gegensatz zu Porzellan schlagfest und sehr zäh.

Nach Standard TGL 200-0629/02 müssen die an Zaunpfählen befestigten Führungsisolatoren ein ungehindertes Hin- und Hergleiten der Zaundrähte gewährleisten. Für die während des Betriebs von Elektrozaunen zu handhabenden Teile, z. B. Torgriffe, ist eine ausreichende Isolierfähigkeit ständig zu gewährleisten.

### 6. Kreuzungen und Näherungen

Von großer sicherheitstechnischer Bedeutung sind die Festlegungen im Abschnitt „Kreuzungen und Näherungen“ des Standards TGL 200-0629/02. Danach müssen Elektrozaundrähte von seitlichen Begrenzungen öffentlicher Verkehrswege 1 m entfernt und bei deren Überquerung 6 m hoch angeordnet sein. Das Überqueren von Fahr- oder Freileitungen — auch Fernsprechleitungen — ist untersagt. Außerdem ist zwischen Elektrozaunen, die von verschiedenen Elektrozaungeräten gespeist werden, ein Sicherheitsabstand von mindestens 2 m einzuhalten.

Elektrisch leitend verbundene Elektrozaune dürfen nach Standard TGL 200-0629/02 nur von einem Elektrozaungerät gespeist werden.

Mit Rücksicht auf die Gefahr unzulässig hoher kapazitiver Beeinflussungsspannungen dürfen innerhalb des Freileitungsbereichs nach Bild 3 die Elektrozaunlänge und die -drahthöhe die Werte nach Tafel 1 nicht überschreiten. Das gilt nach Standard TGL 200-0629/02 nicht, wenn zur Ableitung von kapazitiven Strömen gegen Erde die Zaundrähte

— ständig am Elektrozaungerät angeschlossen sind und die Zaundrähte vor dem Abklemmen des Elektrozaungeräts (unter Verzicht auf die Hütewirkung) direkt geerdet werden — in Abständen von höchstens 500 m über Widerstände 10 k $\Omega$ , 2 W geerdet sind.

Diese Festlegungen sind neu und zielen darauf ab, den Bereich unter Hochspannungs-Freileitungen unter Einhaltung bestimmter sicherheitstechnischer Grenzwerte in noch stärkerem Maß als bisher für eine Beweidung zu erschließen.

### 7. Prüfung und Wartung

Elektrozaune sind, wie jede andere elektrotechnische Anlage, nach dem Errichten auf ihre Funktionsfähigkeit hin zu überprüfen. Diese Prüfung ist sehr wichtig und soll sich besonders auf die Feststellung folgender Größen konzentrieren:

- einwandfreie Funktion, vorschriftsmäßige Betriebserdung und ordnungsgemäße Anordnung des Elektrozaungeräts
- einwandfreier Zustand des Elektrozaungeräts (evtl. Nachjustieren des Quecksilberstands der Schaltröhre beim Zaungerät „Cerberus“ EZK 20)
- durchgängige Verbindung und ausreichende erdseitige Isolierung des Zaundrahts sowie dessen vorschriftsmäßige Höhe
- ausreichende Einrammtiefe der Zaunpfähle und richtiger Pfahlabstand
- ordnungsgemäße Kennzeichnung des Elektrozauns bei Annäherung an Verkehrswegen, an Absperrungen von Triftwegen und an häufig begangenen Orten mit dem Warnschild „Vorsicht Elektrozaun“.

3) Kondensatorgeräte finden deshalb bevorzugt zur Abgrenzung von Mastbullen, mehr als 100 weiblichen Jungrindern, mehr als 200 Kühen sowie im 500-m-Bereich von Gleisanlagen, Autobahnen und Fernverkehrsstraßen Anwendung [3].

Im Gegensatz zu Glattrahten werden Unterbrechungen bei Dederonrahten mitunter nicht bemerkt. Selbst im Vorbeigehen erkennt man oft nicht, daß die um die Dederonseule kreuz- oder spiralförmig angeordneten Stahldrahtchen gebrochen sind. Bestenfalls hört man in unmittelbarer Nähe der Schadstelle das Knacken von Spannungsberschlagen. Derartige Fehler verursachen nicht nur unzulässige Rundfunk- und Fernsehstorungen, sondern beeinträchtigen vor allem die Hutesicherheit. Tierausruche sind die Folge. Darum sind nach Standard TGL 200-0629/02 Elektrozäune nicht nur im Anschluß an ihre Errichtung, sondern auch während des Betriebs — und zwar einmal am Tag — auf ihre Funktionsfähigkeit hin zu überprüfen. Bei dieser täglichen Prüfung sollte man sich vor allem auf die ordnungsgemäße Funktion des Zaungerats, d. h. auf die Einhaltung der erforderlichen Impulsspannung und vor-

geschriebenen Impulsfrequenz von 40 bis 60 Impulsen/min, konzentrieren. Die Impulsspannungsprufung ist mit einem Spannungsprüfer oder über eine Funkenstrecke vorzunehmen. Bei 2 kV beträgt die Funkenstrecke etwa 2 mm. Bei Tieren, die noch nicht an den Elektrozaun gewöhnt sind, ist mit der höchsten Impulsfrequenz zu arbeiten. Weiterhin sollte man den Stromdurchgang der Zaundrähte überprüfen und darauf achten, daß sie bei Betrieb mit Induktionsgeraten oder Wiedereinschalten nach längerer Außerbetriebnahme frei von Pflanzenbewuchs sind und nicht übermäßig durchhängen (Nachspannen). Spannungsberschlage treten u. a. an Isolatoren, zu Pflanzen, bei Drahtbrüchen auf. Mit den täglichen Routinearbeiten ist der für die Betreuung der Weidetiere eingesetzte Tierpfleger zu beauftragen. Er ist zu diesem Zweck aktenkundig zu befehlen.

## Literatur

- [1] Geithner, E.; Lange, W.; Techow, M.: Elektrozäune. Berlin: VEB Verlag Technik 1974.
- [2] Weiland, G.: Verfahren und Ausrüstungen für die Weidehaltung. *agrartechnik* 31 (1981) H. 2, S. 55—56.
- [3] TGL 21663/03 Rinderproduktion; Weidewirtschaft; Weidezaune. Entwurf Dezember 1980.
- [4] TGL 200-0629/02 Elektrotechnische Anlagen in der Landwirtschaft; Elektrozäune, Errichten, Betreiben. *Ausg.* April 1981 (verbindlich ab 1. Mai 1982).
- [5] TGL 21663/03 Rinderproduktion; Weidekombinat; Elektrozaun. *Ausg.* August 1974.
- [6] TGL 22291 Viehwirtschaft — Schafe; Weiden und Pferchen mit Elektrozaun. *Ausg.* Januar 1973.
- [7] TGL 22156/02 Elektrozaengerate; Allgemeine technische Forderungen. *Ausg.* Dezember 1975.
- [8] TGL 31455 Elektrozaengerat EZK 20. *Ausg.* Dezember 1975.

A 3300

# Zum Einsatz elektronischer Wageeinrichtungen in der Tierzuchtforschung

Dipl.-Ing. C. Lankow/Dipl.-Ing. H. Reichart, KDT, Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock der AdL der DDR  
Dr.-Ing. H. Didik, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## Verwendete Formelzeichen

$b_{Li}$	cm	Breite im Liegen
$b_{St}$	cm	Breite im Stehen
$F_A$	N	Anlenkkraft
$F_B$	N	Belastung
$F_B^v$	N	Belastung in vertikaler Richtung
$F_N$	N	Normalkraft
$F_R$	N	resultierende Kraft
$F_v$	N	Vorspannkraft
$F_x$	N	Vertikalkraft der Anlenkelemente
$h_A$	cm	Auftrittshohe
$h_{ges Li}$		Gesamthöhe im Liegen
$h_{ges St}$		Gesamthöhe im Stehen
$l$	m	Länge der Aufhängung
$\Delta l$	m	Längenänderung
$l_A$	m	Länge der Anlenkelemente
$l_{Ti}$	cm	Tierkorperlange
$m_p$	kg	Eigenmasse der Plattform
$m_w$	kg	Masse der Ferkel eines Wurfs
$x$	—	Kennziffer für die durchschnittliche Masse der Ferkel
$X_A$	%	Meßfehler der Wägezelle
$\alpha$	°	Winkel

Tafel 1  
Ferkelmasse und aufgenommene Milchmenge in Abhängigkeit vom Haltungstag

Haltungstag	Masse je Ferkel kg	Masse je Wurf <sup>1)</sup> kg	aufgenommene Milchmenge je Ferkel g	aufgenommene Milchmenge je Wurf <sup>1)</sup> g
1.	0,8...2,1	15	10	100
28.	5...7,5	65	50	500

1) Annahme: 1 Wurf  $\triangleq$  10 Ferkel

Wageeinrichtung ergeben sich aus den im Haltungsabschnitt erforderlichen Aufwendungen (Tafel 1).

## 2. Lösung der konstruktiven Aufgabenstellung

Zur Erfüllung der o. g. Forderungen an die Wägetechnik ist es notwendig, Meßverfahren anzuwenden, die bisher in der konventionellen Wägetechnik nicht oder wenig genutzt werden. Bekannte Beispiele hierfür sind die Einführung folgender Prinzipien für elektromechanische Waagen:

- elektrodynamischer Kraftausgleich
  - Prinzip der schwingenden Saite
  - Prinzip des Dehnungsmestreifens (DMS).
- Seit Mitte der 70er Jahre hat sich bei elektromechanischen Wageeinrichtungen das Dehnungsmestreifenprinzip durchgesetzt [1 bis 5]. Elektromechanische Waagen bestehen aus einer Plattform zur Aufnahme der zu wägenden Gewichtskraft, einer oder mehreren Wägezellen und einer Ausgabeeinrichtung. Wägezellen sind Megroenumformer, die eine auf sie einwirkende Gewichtskraft in ein analoges elektrisches Signal umformen. Diese Umformung erfolgt mit einem Federkörper, der sich unter Einwirkung der zu messenden Belastung verformt und dessen Verformung mit Hilfe von DMS erfaßt wird. Für den konkreten Fall der Ferkelwagung ergibt sich als günstige Variante eine hängende Anordnung der Wageeinrichtung. Der grund-

sätzliche Vorteil hängender Wageeinrichtungen liegt in der aufgrund des tief liegenden Schwerpunktes eintretenden Selbststabilisierung. Damit ist auf einfache Weise die Möglichkeit zu günstigen konstruktiven Lösungen gegeben. Die Realisierung ist durch das Aufhängen der Wageeinrichtung an nur einer Wägezelle mit exakter axialer und zentrischer Einleitung der Zugbelastung in die Wägezelle gegeben (Bild 1).

Da bei der Ferkelwagung eine kleine Wageeinrichtung zur Anwendung kommt, sind die erforderlichen Stützkonstruktionen nicht aufwendig. Auch aus diesem Grund empfiehlt sich die hängende Anordnung. Hängende Wageeinrichtungen müssen durch Anlenkbauelemente horizontal festgelegt und vertikal gegen Absturz gesichert sein.

Die Wageeinrichtung ist als „Ferkelnest“ ausgebildet und befindet sich auf einer Plattform, die an einer Wägezelle befestigt ist. Dabei ist eine Wägezelle mit  $F_N = m \cdot g = 1000 \text{ N}$  auszuwählen, da die Summe aus Ferkelmasse (75 kg) und Masse der Wageplattform (20 kg) eine Normalkraft von 950 N ergibt.

### 2.1. Einbau für Zugkraft

Wägezellen für Zugkraft müssen „überkopf“ eingebaut werden, d. h. mit der Gehäuseseite dem oberen Festpunkt zugekehrt. Der Federkörper als Meelement der Wägezelle ist für eine bestimmte Richtung der einwirkenden Kraft konzipiert. Kräfte sind Vektoren und somit in einer bestimmten Richtung wirksam.