

Energiewirtschaftliche Probleme der Landwirtschaft werden in den letzten Jahren international sehr intensiv bearbeitet. Im sozialistischen wie auch im kapitalistischen Ausland werden im größeren Umfang Forschungsarbeiten durchgeführt, die sich mit der Elektroenergieanwendung in der Landwirtschaft beschäftigen. Für die sozialistischen Länder treten diese Fragen mit dem Übergang zur genossenschaftlichen Bewirtschaftung besonders in den Vordergrund.

In der Deutschen Demokratischen Republik wird die Notwendigkeit, die energiewirtschaftlichen Belange der Landwirtschaft nach dem Sieg der sozialistischen Produktionsverhältnisse zu untersuchen, besonders wichtig, da durch die Beibehaltung der aus der bäuerlichen Wirtschaft übernommenen energiewirtschaftlichen Gepflogenheiten betriebs- und volkswirtschaftliche Schäden erwachsen können [1].

Gegenwärtig verfügt die Landwirtschaft frei über die Elektroenergie. Im Gegensatz zu anderen Energiearten, wo der Bedarf vom Betrieb exakt geplant wird, und wo die notwendigen Mengen für eine bestimmte Zeit eingelagert werden können, wird die Elektroenergie spontan eingesetzt. Man mißbraucht den Vorteil der ständigen Einsatzbereitschaft der Elektroenergie, in dem man zu jeder Zeit wahllos höchste Leistungen beansprucht. Schwierigkeiten, die bei einer derartigen Einsatzweise auftreten, werden von landwirtschaftlicher Seite der Energieversorgung zur Last gelegt.

Im Rahmen der Volkswirtschaft ist die Landwirtschaft ein kleiner Elektroenergieabnehmer. Nur etwa 2,5 % des Gesamtenergieverbrauchs der DDR entfallen auf die Landwirtschaft. Der geringe Elektroenergieverbrauch der Landwirtschaft im Rahmen der Volkswirtschaft darf nicht zu dem Schluß führen, daß die Landwirtschaft energiewirtschaftlich von geringer Bedeutung oder belanglos ist. Im Gegenteil birgt gerade die landwirtschaftliche Produktion mit ihrer saisonbedingten Energieinanspruchnahme eine Reihe ernster energiewirtschaftlicher Probleme.

## Die Besonderheiten der landwirtschaftlichen Energieabnahme

lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Für die Landwirtschaft müssen immer verhältnismäßig hohe Leistungen bereitstehen, die die einzelnen Betriebe bei Bedarf in Anspruch nehmen können.
2. Die Landwirtschaft arbeitet mit der geringsten Benutzungsstundenzahl der gesamten Volkswirtschaft.
3. Die Kosten der ländlichen Anlagen sind gegenüber der Industrie, bedingt durch die hohen installierten Leistungen, wesentlich höher. Durch die geringen Benutzungsstunden werden die Anlagen langsamer als in der Industrie amortisiert.
4. Während in der Industrie die Elektroenergie kontingentiert ist, und die Betriebe die Abnahme bestimmter Leistungen vertraglich gebunden haben, schaltet die Landwirtschaft lediglich nach Bedürfnissen des augenblicklichen Betriebsgeschehens Anlagen zu und ab.
5. Durch den Einschichtbetrieb, der im wesentlichen vorherrscht, treten während der Arbeitszeit ausgeprägte Leistungsspitzen auf, die nicht selten mit den Lastspitzen des öffentlichen Netzes zusammenfallen und diese noch verstärken.

Zu diesen allgemeinen Verhältnissen, die in ähnlicher Form in der Landwirtschaft anderer Länder ebenfalls bestehen, kommen in der DDR noch bestimmte Besonderheiten, die sich aus dem Übergang zu sozialistischen Produktionsverhältnissen in der Landwirtschaft ergeben. Für die Landwirtschaft in Deutschland ist bereits seit längerer Zeit Elektroenergie verfügbar. Die Besonderheiten der Elektrifizierung bäuerlicher Betriebe bestanden darin, daß verhältnismäßig wenig Produktionsprozesse elektrifiziert waren. Die Elektroenergie wurde als „Helfer für Haus und Hof“, besonders für Beleuchtungszwecke und für die Mechanisierung der schwersten Arbeiten eingesetzt. Der größte Verbraucher von Elektroenergie war die Dreschmaschine, nach deren Energiebedarf die Zuleitungen zu den Gehöften bemessen waren. Diese Verhältnisse führten zu ausgeprägten, verhältnismäßig stark bemessenen Ortsnetzen, die der bäuerlichen Elektroenergieversorgung genügten.

Durch die Kriegsjahre und die Nachkriegszeit wurden diese alten Ortsnetze nicht im erforderlichen Maße rekonstruiert, so daß sie heute nur in den wenigsten Fällen den Erfordernissen einer modernen Produktion entsprechen. Der Übergang zu

neuen Produktionsverhältnissen in der Landwirtschaft und die Entwicklung sozialistisch wirtschaftender Großbetriebe komplizierten die energiewirtschaftlichen Verhältnisse weiter. Im Laufe der Entwicklung wurde aus dem „Helfer für Haus und Hof“ die wichtigste Energieform in der Innenwirtschaft. Eine Reihe von Produktionsprozessen wurde elektrifiziert. Die Anzahl der motorischen Antriebe und der Wärmegeräte stieg, und der Anteil der Beleuchtungsenergie ging von 60 % in den Vorkriegsjahren auf gegenwärtig 11 % zurück.

## Rekonstruktion der ländlichen Netze

Waren die Ortsnetze so ausgelegt, daß die einzelnen Gehöfte in den optimalen Versorgungsbereichen der Umspanner lagen, ergibt sich jetzt in unseren Dörfern ein anderes Bild. Die LPG verlegten ihre Hauptproduktionszentren aus der Ortsflur hinaus an den Rand der Ortschaften. Diese neu errichteten Produktionszentren der Schweinehaltung oder Rinder- und Geflügelhaltung weisen Anschlußwerte auf, die bei gleichzeitigem Einsatz stets die Leistungsfähigkeit der Orts Umspanner erreichen oder überschreiten.

Weiterhin wurde durch den Übergang zu sozialistischen Produktionsverhältnissen vor allem die Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Innenwirtschaft in Angriff genommen. Die diesbezüglich durchgeführten Maßnahmen sind vollauf gerichtet, wenn man bedenkt, daß immer noch über 50 % der in unseren Betrieben aufgewendeten Handarbeit auf die Innenwirtschaft entfallen. Da die Elektroenergie die Hauptenergieform der Innenwirtschaft ist, steigen mit zunehmender Innenmechanisierung auch die energiewirtschaftlichen Kennwerte — Anschlußwert, Leistungsanspruchnahme und Verbrauch elektrischer Arbeit — an.

Auf die Netze wirkt sich das besonders deshalb ungünstig aus, weil die Produktionszentren oft außerhalb der optimalen Versorgungsbereiche der Umspanner liegen und häufig nur durch lange Stickleitungen versorgt werden.

Die Folgen davon sind unzulängliche Spannungsverhältnisse, die dann auftreten können, wenn der Umspanner keineswegs überlastet ist, ungünstige Betriebsverhältnisse für Elektromotoren, die dann zur Verringerung der Betriebsdauer führen können und die sich mitunter ergebende Notwendigkeit, auf den weiteren Anschluß elektrisch betriebener Maschinen und Geräte zu verzichten, da die Voraussetzungen für einen gefahrlosen und sicheren Betrieb nicht gegeben sind.

Der Ruf der Landwirtschaft nach Rekonstruktion der ländlichen Netze, nach Einsatz leistungsfähiger Umspanner ist vom Gesichtspunkt der Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Innenwirtschaft verständlich, stößt aber bei der Energieversorgung auf Schwierigkeiten. Eine umfassende Änderung der gegenwärtigen Verhältnisse ist aus Gründen der Materialbereitstellung, der zu erwartenden Kosten und der Arbeitskräftelage in Kürze nicht zu erwarten.

In diesem Zusammenhang ist aber zu bemerken, daß die Landwirtschaft die Elektroenergie keineswegs immer rationell einsetzt. Wenn auch die Abnahmebedingungen in der Landwirtschaft durch die Besonderheiten der Produktion nicht mit denen der Industrie zu vergleichen sind, stehen der Landwirtschaft doch Wege offen, die Elektroenergie rationeller einzusetzen und in prinzipiellen Fragen die Forderungen der Energiewirtschaft zu erfüllen.

Wenn beispielsweise die Landwirtschaft größere Objekte plant und baut und erst nach deren Fertigstellung an die Energieversorgung mit der Forderung nach Bereitstellung bestimmter Leistungen herantritt, ist es nicht die Schuld der Versorgungsbetriebe, wenn diese Leistungen nicht bereitstehen.

Andererseits ist es notwendig, daß bei der Rekonstruktion der Niederspannungsnetze durch die Energieversorgung die Belange der landwirtschaftlichen Produktion in der Perspektive berücksichtigt werden. Diese Forderung ist nur durch eine ständige und enge Zusammenarbeit der für die Innenmechanisierung verantwortlichen Kollegen mit dem Energiebeauftragten zu erfüllen. Ebenso muß das ländliche Bauwesen bei der Projektierung von Neuanlagen oder Umbauten den Einsatz der verschiedenen Energieformen richtig einschätzen und den Einsatz der Energieträger nach betriebs- und volkswirtschaftlichen Forderungen erwägen. Voraussetzung dafür ist

\* Institut für Landtechnische Betriebslehre der TU Dresden

die Ausarbeitung feststehender Verfahren in der Innenwirtschaft.

### Charakterisierung der energiewirtschaftlichen Verhältnisse eines Betriebes

Man verwendet dazu vergleichbare Kennwerte. Die wichtigsten Kennwerte sind Anschlußwert, Leistungsanspruchnahme, Elektroenergieverbrauch.

#### Der Anschlußwert

Die Ausrüstung eines landwirtschaftlichen Betriebes mit elektrisch betriebenen Maschinen u. ä. wird durch den Anschlußwert und die Anschlußwertdichte charakterisiert. Mit zunehmender Innenmechanisierung steigt der elektrische Anschlußwert und bei gleichbleibender Nutzfläche auch die Anschlußwertdichte. In diesem Sinne ist die Größe der Anschlußwertdichte, bezogen auf den ha LN, ein Gradmesser für den Stand der Innenmechanisierung.

Die Aussagekraft dieses Wertes darf man insofern nicht unterschätzen, als in unseren Betrieben noch viele elektrische Geräte vorhanden sind, die aus bäuerlichen Beständen herühren und heute nicht mehr voll genutzt werden. Anschlußwert und Anschlußwertdichte sind nur dann voll aussagefähig, wenn Umfang und Zusammensetzung der elektrischen Anlagen den tatsächlichen Bedürfnissen der modernen Produktion entsprechen. Anschlußwertdichten verschiedener Betriebe, aufgetragen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße, zeigen als Tendenz ein Absinken bei steigenden Betriebsgrößen (Bild 1). Diese Tatsache wurde bereits von FRIEDRICH [2] festgestellt und ließ sich durch eigene Untersuchungen bestätigen.

Die Aufteilung der Anschlußwerte auf den Verwendungszweck der Elektroenergie ist aus Bild 2 ersichtlich. Die motorischen Antriebe machen bei beiden Betriebsformen — VEG und LPG — den Hauptanteil der Gesamtanschlußwerte aus. Bild 3 zeigt eine Aufteilung der Anschlußwerte auf die einzelnen Wirtschaftszweige. Die Schwerpunkte der Anschlußwerte liegen bei der Speicherwirtschaft, der Rinderhaltung und der Schweinehaltung. In diesen Wirtschaftsbereichen ist demnach auch hohe Leistungsanspruchnahme zu erwarten.

Zum Anschlußwert kann abschließend gesagt werden: Es treten bereits unter derzeitigen Mechanisierungsverhältnissen hohe Anschlußwerte auf (zwischen 0,5 und 0,9 kW/ha LN), die die veränderte Stellung der Elektroenergie im Landwirtschaftsbetrieb gegenüber der bäuerlichen Wirtschaft kennzeichnen.

#### Die Leistungsanspruchnahme

Landwirtschaftsbetriebe sind typische Einschichtbetriebe und weisen die für diese Betriebe typischen Belastungskurven auf. Alle Untersuchungen der Leistungsanspruchnahme, die in den verschiedenen Betrieben über längere Zeiträume hinweg durchgeführt wurden, zeigen folgende charakteristische Merkmale:

In den Betrieben kommt es zu typischen Früh- und Abendspitzen, während der Mittagszeit finden wir ein Leistungstal.

Die Leistungskurven landwirtschaftlicher Betriebe sind sehr unausgeglichen sowohl im Verlauf als auch in der absoluten Höhe der in Anspruch genommenen Leistung. Ein charakteristisches Beispiel einer Belastungskurve eines Gesamtbetriebes zeigt Bild 4.

Die in Anspruch genommene Leistung ist im Verhältnis zum Anschlußwert gering. Bei den untersuchten Betrieben ergab sich ein Ausnutzungsgrad des Anschlußwertes von 0,09 bis 0,15.

Interessant in Verbindung mit der Leistungsanspruchnahme ist das Verhalten des Leistungsfaktors  $\cos \varphi$ . Während häufig

Bild 1. Anschlußwertdichte in LPG in Abhängigkeit von der Betriebsgröße

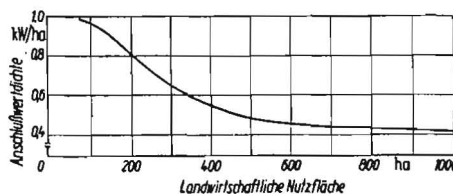


Bild 4 Tagesbelastungskurve eines VEG

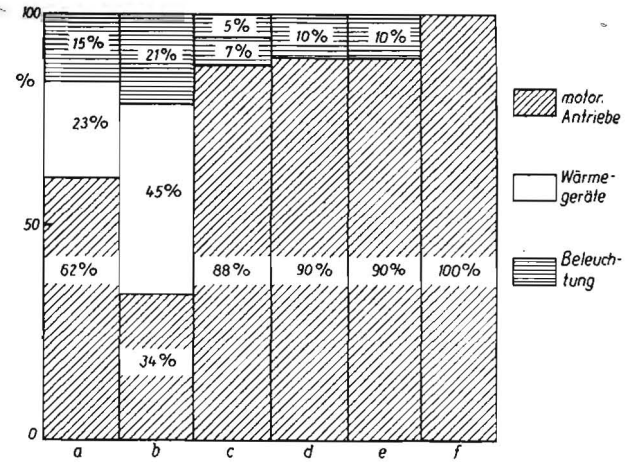


Bild 2. Aufteilung der Anschlußwerte an LPG nach dem Verwendungszweck der Elektroenergie; a Rinder, b Schweine, c Speicher, d Hof, e Werkstatt, f Feldbau

die Auffassung vertreten wird, daß der Leistungsfaktor in landwirtschaftlichen Betrieben schlecht ist unter  $\cos \varphi = 0,85$  liegt, was durch den Betrieb zu großer, dem Leistungsbedarf der Maschinen nicht entsprechender Motoren begründet wird, zeigen die Untersuchungen, daß der Gesamtbetrieb mit einem günstigen Leistungsfaktor arbeitet.

Wenngleich einzelne Motoren überdimensioniert sind, ergibt sich durch deren geringe Betriebsstundenzahl und durch den Einsatz der Elektrowärme und der Beleuchtung ein günstiger mittlerer Leistungsfaktor, der über der Mindestforderung der Energiewirtschaft von  $\cos \varphi = 0,85$  liegt.

Von den einzelnen Betriebsteilen können die Rinderwirtschaft und die Speicherwirtschaft zeitweise den kritischen Wert unterschreiten. In Einzelfällen kann für diese Betriebsteile eine Blindstromkompensation erwogen werden.

#### Der Verbrauch elektrischer Arbeit

Entsprechend dem Besatz mit elektrischen Verbrauchern liegt der Elektroenergieverbrauch in den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben recht unterschiedlich. Man kann mit folgenden Zahlen je ha LN rechnen (jährlich):

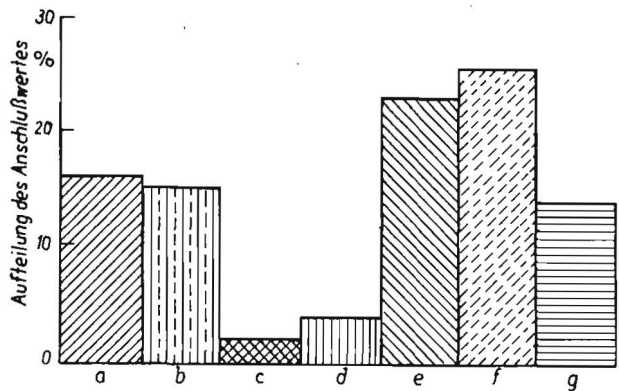
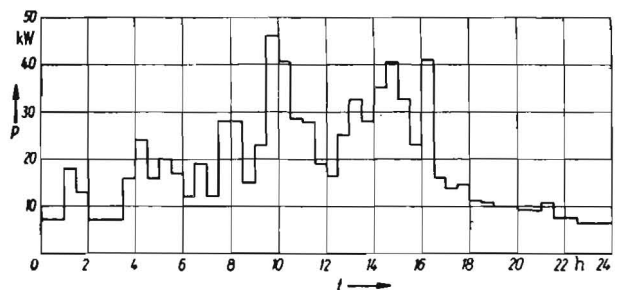


Bild 3. Aufteilung des Anschlußwertes auf die Wirtschaftszweige in LPG; a Rinder, b Schweine, c Schafe, d Geflügel, e Speicher, f Werkstatt und Hof, g Feldbau



stark mechanisierte Betriebe 300 bis 400 kWh/ha LN  
schwach mechanisierte Betriebe 200 bis 300 kWh/ha LN  
Dabei ergibt sich eine Zuwachsrate von etwa 11 %.

Die jahreszeitliche Verteilung des Stromverbrauchs ist abhängig von der Betriebsform. Entgegen der verbreiteten Annahme von Sommerverbrauchsspitzen tritt gegenwärtig noch ein Sommertal auf. Dabei zeigt sich aber die eindeutige Tendenz, daß dieses Sommertal durch die steigende Mechanisierung der Innenwirtschaft und durch den Einsatz energieaufwendiger Geräte in der Getreideernte (Zentralrohrsilos, Gebläse, Reinigungsmaschinen) in absehbarer Zeit wieder aufgefüllt wird. In stark mechanisierten Betrieben sind diese Entwicklungen an den Verbrauchskurven abzulesen. Die Einsparung von Elektroenergie durch Einsatz des Mähdeschers (Wegfall der Druschenergie) wird wieder ausgeglichen.

### Maßnahmen zur Verbesserung der energie-wirtschaftlichen Verhältnisse in der Landwirtschaft

Die Ursache der Energieschwierigkeiten liegt nicht in der Höhe des Jahresstromverbrauchs unserer landwirtschaftlichen Betriebe, sondern ist in der Form der Leistungsabnahme zu suchen. Die bisherige Regelung, die Geräte nur nach betrieblichen Gesichtspunkten zuzuschalten, ist unter derzeitigen Mechanisierungsverhältnissen nicht mehr zu vertreten und wird bei steigender Mechanisierung der Innenwirtschaft immer kritischer. Dort, wo die LPG den Hauptabnehmer darstellt, reichen die Belastungen durch ihre Anlagen in den Spitzenzeiten an die Leistungsfähigkeit der Umspanner heran bzw. überschreiten diese bereits. Derartige Fälle sind in der Praxis häufig und werden sich sicher noch vermehren.

Die in unseren Ortschaften neben den landwirtschaftlichen Betrieben zusätzlich vorhandenen Haushalte und Handwerker entnehmen ebenfalls unkontrollierbar Strom aus dem Netz. Somit kann es vorkommen, daß die Umspanner überlastet werden. Derartige Überlastungen können unbedenklich sein, wenn sie kurzzeitig auftreten, dagegen wirken sie sich häufig äußerst ungünstig auf die Spannungsverhältnisse aus. Der Bau neuer Umspanner beseitigt diese unmittelbaren Auswirkungen. Der ungünstige Einfluß der Landwirtschaftsbetriebe auf die allgemeinen Lastverhältnisse bleibt aber bestehen.

Aus den Darlegungen geht die Notwendigkeit eines kontrollierten Maschineneinsatzes in der Landwirtschaft, sowohl vom Standpunkt des Betriebes als auch von volkswirtschaftlicher Sicht, hervor. Die Landwirtschaft muß für ausgeglichene Leistungskurven durch geregelten Maschineneinsatz sorgen.

Bei der Festlegung von Arbeitsverfahren und beim täglichen Arbeitsablauf sind nicht nur landwirtschaftliche, sondern auch energiewirtschaftliche Forderungen zu beachten und zu erfüllen.

Möglichkeiten, ausgeglichene Belastungen zu erreichen, sind: Anwendung von Maschineneinsatzplänen, Verriegelungsschaltungen an Maschinen, Mehrschichtarbeit.

#### Der Maschineneinsatzplan

wird in der energiewirtschaftlichen Literatur stets angeführt. Besonders FRIEDRICH stellt den Maschineneinsatzplan als

Möglichkeit geregelter Leistungsanspruchnahme heraus [2]. So sehr sich diese Lösung anbietet, hat sie keinen breiten Einsatz in der Praxis erreicht. Da trotz der Maschineneinsatzplanung noch die freie Schaltmöglichkeit besteht, wird diese im Bedarfsfalle immer genutzt.

In den Fällen, wo ein derartiger Plan angewendet werden soll, sind folgende Voraussetzungen zu schaffen:

- a) Gründliche Analyse des Produktionsprozesses, der Technologie und des Arbeitsablaufs,
- b) Benennung eines Energieverantwortlichen, der die Einsatzzeiten überwacht,
- c) Anbringen der zulässigen Einsatzzeiten an jeder Maschine mit größerer Leistung.

#### Verriegelungsschaltungen

In verschiedenen Wirtschaftsbereichen können zur Vermeidung zu hoher Lastspitze Maschinen gegeneinander elektrisch verriegelt werden.

Derartige Verriegelungen sind technisch einfach ausführbar und lassen sich auf der Grundlage des Maschineneinsatzplans durchführen. Bisher wurde von dieser Möglichkeit noch kein Gebrauch gemacht. Dort, wo die Energieverhältnisse sehr schlecht sind, bietet die Verriegelung eine Möglichkeit für den Einsatz weiterer Maschinen ohne Gefahr für den Betrieb der bereits installierten Abnehmer und hoher Spannungsabsenkungen.

#### Schichtarbeit

wird in der Innenwirtschaft bisher nur in wenigen Fällen angewendet. In den Speichern und in der Rinderhaltung bietet sich die Schichtarbeit zur besseren Auslastung der vorhandenen Anlagen an. Es ist sicher, daß beim Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden in der Landwirtschaft die Gedanken der Schichtarbeit aus betriebswirtschaftlichen Erwägungen weiterhin Gewicht gewinnen werden. Für die Energiewirtschaft ist die damit verbundene Nachtstromanspruchnahme und die Entlastung der Netze zu den Spitzenzeiten notwendig.

### Zusammenfassung

1. Die veränderte Stellung der Elektrizität in der sozialistischen Landwirtschaft gegenüber der bäuerlichen Elektroenergieanwendung und die sich daraus ergebende Problematik werden aufgezeigt.
2. Aus energiewirtschaftlichen Untersuchungen in sozialistischen Landwirtschaftsbetrieben der Bezirke Dresden und Leipzig werden energiewirtschaftliche Kennzahlen abgeleitet, die die Stellung der Elektroenergie im Landwirtschaftsbetrieb charakterisieren.
3. Ermittlungen über Anschlußwerte, Leistungsanspruchnahme und Elektroenergieverbrauch werden verallgemeinert und dargestellt. Es werden Möglichkeiten einer gleichmäßigen Leistungsanspruchnahme erörtert.

### Literatur

- [1] FITZTHUM, H.: Elektroenergieanwendung in der Landwirtschaft. Forschungsabschlußbericht 1963, Institut für Landtechnische Betriebslehre der TU Dresden
- [2] FRIEDRICH, J. H.: Elektroenergie in landwirtschaftlichen Betrieben. VEB Verlag Technik, Berlin 1959 A 5380

## Elektrifizierung in der Landwirtschaft

Die elektrischen Anlagen in der Landwirtschaft sind vielfältigen Beanspruchungen unterworfen. In der Milch und im Futter findet der Chemiker u. a. Essig-, Milch- und Buttersäure. Im Heu und in den Düngemitteln treten Salz-, Schwefel-, Phosphor- und Ameisensäure auf. Eisen und Gummi werden von Säuren aller Art angegriffen und sind daher vor ihnen möglichst zu bewahren. Im Kot und Urin kommen Ammoniak, Harnstoff und Salpetersäure vor, d. h. eine der stärksten Säuren, die Metalle, insbesondere Blei und Kupfer, aber auch Gummi zerfrißt.

Außer den Chemikalien wirkt die Witterung auf die Installation ein. Licht, Ozon und Wasser zerstören elektrische Isolierstoffe, Kälte macht sie spröde, Wärme plastisch. Es gibt Räume, die fast ständig naß, zumindest aber feucht sind. Kondenswasser finden wir an vielen Orten.

Ing. O. GREIL, KDT

Nicht nur diese chemischen und witterungsbedingten äußeren Einflüsse, sondern auch die Alterung des Isoliermaterials bewirken einen natürlichen Verschleiß der elektrischen Anlagen. Das Isoliermaterial wird porös und spröde. Durch die täglichen Temperaturschwankungen entsteht Kondenswasser. Dieses dringt in die Poren des porösen Isoliermaterials ein. Es bilden sich Kriechströme, die von einer zur anderen Phase bzw. von der Phase zur feuchten Wand und weiter zur Erde abfließen. Diese Kriechströme erzeugen Wärme und zerstören dadurch noch zusätzlich das Isoliermaterial. Es bilden sich Glimmstrecken, die nach geraumer Zeit einen Brand entfachen. Außerdem setzen diese Kriechstrecken bei feuchter Witterung die Wände unter Spannung. Wie oft wurde schon ein Elektriker zu einem Stall oder zu einer Waschküche geholt, weil die Wand elektrisierte.