

gregat anschließen soll. In den meisten Fällen muß der Elektrofachmann den Auftrag ablehnen, weil die vorhandenen Leitungen viel zu schwach bemessen sind und die Beschaffung des erforderlichen Leitungsmaterials längere Zeit in Anspruch nimmt. Jetzt wird der Nichtfachmann herangeholt. Da dieser die gesetzlichen Bestimmungen nicht beherrscht und auch fachlich den Anforderungen nicht gewachsen ist, schließt er das Gerät an, weil es sein Betriebsleiter gefordert hat. Schmelzen dann die Sicherungen durch, so werden sie geflickt, weil sie angeblich nichts taugen. Oder die Leitungen erwärmen sich derart, daß sie durchbrennen und dabei einen Brand verursachen. Oder wie wir des öfteren schon feststellen mußten, daß der Motor am Dreschsatz sich zwar drehte, aber viel zu langsam lief. Dadurch wurden sehr viel Körner nicht aus der Ähre ausgedroschen und wanderten in das Stroh.

Weiterhin wurde festgestellt, daß die Angehörigen der volkseigenen Güter und die Mitglieder der LPG den elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln häufig sehr wenig Verständnis entgegenbringen. Die Beweise sind abgerissene Gummischlauchleitungen, zerstörte Armaturengläser, abgerissene festinstallierte Leitungen durch Anhängen von Harken, Hacken usw. Große Brände wurden oft durch das Einbansen von Beleuchtungskörpern verursacht.

Viele Direktoren und LPG-Vorsitzende haben schon jetzt vorausschauend ihre elektrischen Anlagen so überholen, instand setzen und erweitern lassen, daß sie den Anforderungen für die nächsten Jahre vollauf gewachsen sind. Sie betreiben schon heute eigene Transformatorstationen. In vielen MTS und RTS sind größere Elektrobri-gaden vorhanden, die die elektrischen Anlagen in ihrem gesamten Bereich vorbildlich instand setzen, warten und erweitern. Hierdurch werden die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten, und die Geräte und Betriebsmittel sind stets voll einsatzfähig.

Leider gibt es aber auch Direktoren in den RTS, MTS und Spezialwerkstätten, die die Ansicht vertreten, daß ihr Elektro-meister oder ihre Elektriker nur für die Instandsetzung der elektrischen Anlagen an den Traktoren zuständig sind. Dazu muß darauf hingewiesen werden, daß jeder Kfz-Schlosser auch die Autoelektrik beherrschen müßte. In anderen RTS wurden die für die Elektriker vorgesehenen Planstellen mit Schlossern und Klempnern besetzt, während in den LPG und VEG die elektrischen Anlagen nicht gewartet und instand gesetzt werden. Andere RTS lassen ihre Elektrobri-gaden in den Städten in Industriebetrieben arbeiten, anstatt die elektrischen Anlagen

auf dem Lande zu betreuen. Weiterhin haben mehrere RTS ihre Elektrobri-gaden aufgelöst, obwohl die durch die Technische Überwachung festgestellten Mängel an den elektrischen Anlagen in den durch die MTS betreuten LPG nicht beseitigt waren. Spricht man mit den Leitern dieser Stationen, dann beklagen sie sich über die ungenügende Zuweisung des erforderlichen Installationsmaterials. Auf diesem Gebiet ist eine gleichmäßige Warenstreuung unbedingt erforderlich. Die Bevorzugung der Industrie gegenüber der Landwirtschaft bei der Belieferung mit Elektromaterial ist unbedingt abzuschaffen, wenn die Landwirtschaft die an sie gestellten Forderungen erfüllen soll.

Für die weitere Elektrifizierung in der Landwirtschaft ist es dringend erforderlich, daß im Landwirtschaftsrat beim Ministerrat der DDR Planstellen für Elektroingenieure geschaffen und schnellstens durch hochqualifizierte Fachkräfte besetzt werden.

Der Fachunterausschuß 1.9 der KDT „Elektrische Anlagen in der Landwirtschaft“ erklärt sich bereit, diese Kollegen bei ihrer Arbeit zu unterstützen. Auch bei den Landwirtschaftsräten in den Bezirken und Kreisen sind Elektrofachkräfte unbedingt erforderlich.

Wären diese Fachkräfte vorhanden, dann könnten nach unserem Ermessen nicht die rückläufigen Tendenzen hinsichtlich der Elektrofachkräfte in den RTS und MTS auftreten. Die durch elektrische Stromeinwirkungen in der Landwirtschaft verursachten Brände würden bedeutend abnehmen. Man würde dann im Bezirk Magdeburg wahrscheinlich auch keine Weidekombinate weitab von Straßen und Eisenbahnen mit schweren Betonpfählen und massivem Eisendraht errichten, sondern bis zu 90 % der Kosten einsparen und Weidekombinate mit Elektroweidezaunanlagen installieren (siehe „Aufbau und Betrieb von Elektrozaunanlagen“ — VEB Verlag Technik, Berlin 1963). Daß u. a. der Bezirk Magdeburg in bezug auf Elektroweidezaunanlagen gewaltig nachhinkt, beweisen folgende Zahlen: Der Bezirk Schwerin hat für das Jahr 1963 beim Herstellerwerk 1920 Geräte bestellt, die Bezirke Dresden 1040, Karl-Marx-Stadt 1890, Potsdam 1030, dagegen aber Magdeburg nur 390 Geräte, trotzdem in der Altmark und in der Wische große Weidewirtschaften betrieben werden.

Schließlich wäre es die Aufgabe der Kollegen bei den Räten der Bezirke und Kreise, unter den Elektrikern im Kreis, im Bezirk und überbezirklich Erfahrungsaustausche zu organisieren und durchzuführen.

A 5445

Kapazitive Aufladung von landwirtschaftlichen Geräten und Maschinen unter Hochspannungsleitungen

Ing. A. REISSMANN, KDT*

In den Sommermonaten häufen sich immer wieder Meldungen, daß bei Arbeiten in der Nähe von Hochspannungsleitungen Unfälle durch direkte Berührung der Leiterseile auftreten. Diese Berührung erfolgt oft durch Arbeitsgeräte und Maschinen, z. B. durch Bagger, Kräne und z. T. auch durch landwirtschaftliche Maschinen. Bei der Untersuchung solcher meist tödlich verlaufenden Unfälle durch elektrischen Strom stellt man oft eine erstaunliche Unkenntnis bei den Betroffenen über die Gefährdung bei unzulässiger Annäherung an spannungsführende Teile fest. Im Rahmen dieses Aufsatzes kann diese Tatsache nur erwähnt werden, kurz zusammengefaßt muß man bei Arbeiten in der Nähe von Hochspannungs-Freileitungen folgendes beachten:

Die Leitungen werden nach den VDE-Vorschriften, insbesondere der VDE 0210, 0101 und 0141, errichtet und betrieben. Der dort festgelegte Mindestabstand des Leiterseils an der Stelle größten Durchhanges nach Erde wird bei + 40 °C bzw. -5 °C mit Eislast eingehalten; er beträgt über freiem Feld 6,00 m.

Dabei ist zu beachten, daß die Seile bei Wind ausschlagen und seitlich der Leitung, z. B. bei Abstellung von Landmaschi-

nen, Errichtung von Antennen und anderen Bauten, ein größerer Abstand als die sogenannte Annäherungsgrenze nach VDE 0105, § 10, eingehalten werden muß.

Tafel 1 zeigt zur Information die unbedingt einzuhaltenden Mindestabstände an Leitungen unter Berücksichtigung der Ausschwingung.

Doch nicht von den direkten Spannungbeeinflussungen soll in diesem Aufsatz berichtet werden, sondern von der sogenannten kapazitiven Aufladung von Maschinen und Menschen in der Nähe von Hochspannungsleitungen.

Tafel 1. Mindestabstände bei elektrischen Leitungen

Betriebsspannung	Annäherungsgrenze nach VDE 0105	Maximal mögliche Ausschwingung Mitte Spannungsfeld	Sicherheitsabstand für Arbeitsgeräte seitlich von Leitungen bei Ausschwingen durch Wind
[kV]	[m]	[m]	[m]
110	2,00	9,00	11,00
220	2,85	14,25	17,00
380	4,00	17,20	21,00

* Leiter der Sicherheitsinspektion im VEB Verbundnetz

in der DDR wurde in den letzten Jahren das Hochspannungsnetz soweit aufgebaut, daß ein Verbundbetrieb mit 220-kV-Leitungen möglich ist. Nach Inbetriebnahme dieser Leitungen kamen immer häufiger Meldungen, daß Personen und Tiere bei Arbeiten in der Nähe der Leitungen einer Beeinflussungsspannung ausgesetzt waren, die verschiedene unangenehme Wirkungen hervorrief. So z. B. verspürten Menschen beim Absteigen von gummisierten Fahrzeugen bei Berühren der Erde elektrische Entladungen; teilweise konnten deshalb Arbeiten nicht fortgesetzt werden. In diesem genannten Fall führt der Mensch die elektrische Ladung des Fahrzeuges über seinen Körper nach Erde ab. Es kann sich aber auch der menschliche Körper selbst aufladen und bei Berührung geerdeter Teile Ladung abgeben. Diese Beobachtung wurde z. B. beim Rübenverziehen gemacht, wo die auf dem durch Gummireifen isolierten Verziehkarren sitzenden Frauen immer dann elektrische Entladungen verspürten, wenn sie die Pflanzen mit der Hand berührten. Hier findet die Entladung des aufgeladenen Körpers nach Erde statt.

Anläßlich der Inbetriebnahme der ersten 380-kV-Leitung von Ragow nach Lauchstädt wurden Messungen vorgenommen, die klären sollten, welche Spannungen und Ströme bei Aufladung von Mensch und Gerät auftreten können und welche Verhaltensmaßregeln sich davon ableiten.

Zur theoretischen Erklärung dieser Vorgänge sei hier nur kurz folgendes bemerkt:

Jeder Leiter, der eine Spannung führt, bildet um sich ein elektrisches Feld aus, das um so größer ist, je höher die Spannung und je kleiner der Abstand zwischen Spannung und Gegenpotential, z. B. Erde, ist.

Man kann die Verhältnisse am einfachsten mit einem Plattenkondensator vergleichen. Zwischen den beiden Belegen tritt ein elektrisches Feld auf, dessen Feldstärke von der angelegten Spannung und dem Abstand d nach der Gleichung $E = \frac{U}{d}$

bestimmt wird.

Bringt man jetzt in das Feld des Kondensators einen leitfähigen Körper, so ladet sich dieser auf eine Teilspannung auf, die vom Verhältnis der Teilkapazitäten C_1 und C_2 abhängig ist. Man spricht in diesem Fall von einer kapazitiven Aufladung.

Bei Berührung des aufgeladenen Teils durch den Menschen fließt über seinen Körper ein Strom nach Erde.

An 110-kV-Leitungen treten im allgemeinen nur sehr geringe kapazitive Aufladungen auf, deshalb sollen nur die Verhältnisse an 220- und 380-kV-Leitungen betrachtet werden. Die Meßergebnisse zeigen, daß unmittelbar unter den Leiterseilen die höchste Ladespannung auftritt, die bei 220-kV-Leitungen bis zu 11 kV (!) beträgt (Bild 1). Diese Tatsache muß besonders bei Arbeiten mit Mähdreschern, hohen Maschinen und Geräten beachtet werden, da die Spannung um so größer wird, je mehr sich diese Maschinen den Leiterseilen nähern (Bauhöhe!).

An 380-kV-Leitungen (Bild 2) liegen diese Werte trotz der höheren Spannung praktisch gleich, was durch die größere Höhe der Maste und der Leiterseile bedingt ist. Der Abstand der Leiterseile von Erde beträgt beim 220-kV-Standard-Horizontalmast auf Hängepunkt 17,8 m, beim 380-kV-Mast 28,7 m. Zu beachten ist jedoch, daß die kapazitiven Aufladungen bei 380-kV-Leitungen in gleichem horizontalen Abstand höher liegen als bei 220-kV-Leitungen. So ist bei 220-kV-Leitungen in einer Entfernung von 12 m vom außen liegenden Seil eine Ladespannung von 5 kV vorhanden, während bei 380-kV-Leitungen 5 kV noch in einer Entfernung von 21 m wirksam sind!

Die Ableitströme über den 3-k Ω -Widerstand liegen unter 0,25 mA, da die Oberflächen der benutzten Meßgeräte klein sind.

Den hohen Berührungsspannungen in der Nähe von Freileitungen sind im wesentlichen Menschen ausgesetzt, die als Nichtfachpersonal und als nicht unterwiesene Personen nach VDE 0105 gelten müssen. Die elektrischen Vorgänge und Beeinflussungen sind ihnen nicht bekannt und haben in verschiedenen Fällen Angstzustände und Schockwirkungen hervorgerufen. Aus diesem Grund wurden die in Frage kommenden Betriebe bei der Inbetriebnahme der 380-kV-Leitung Ragow-Lauchstädt zunächst belehrt.

Ebenso interessant sind die Messungen, die am Menschen selbst vorgenommen wurden, d. h., die Aufladung des menschlichen Körpers in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen. Hierzu wurde eine Bockleiter benutzt, auf der sich die

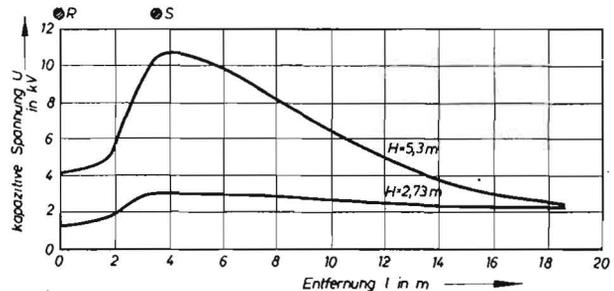
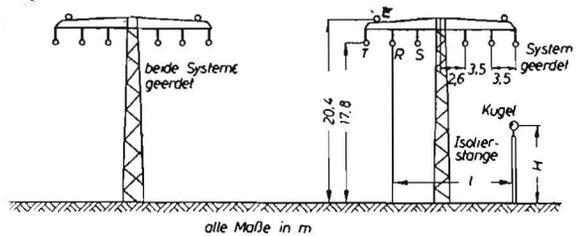


Bild 1. Kapazitive Aufladung einer Kugel (25 cm \varnothing) bei 220-kV-Leitungen in Abhängigkeit von der Entfernung

Versuchsperson bis zur Annäherungsgrenze an 220- und 380-kV-Sammelschienenseile näherte. Die gemessenen Spannungswerte lagen maximal bei 4 kV, der höchste Ableitstrom über den Widerstand von 3 k Ω nach Erde bei 0,25 mA (Bild 3). Beim Berühren geerdeter Teile verspürte man recht unangenehme, durch Funkenbildung entstehende Beeinflussungen, die selbst vom Fachmann auf die Dauer ohne Schutzmittel nicht ertragen werden. Nachdem die Versuchsperson normale Lederhandschuhe anzog, war lediglich ein leichtes Summen durch den Handschuh zu verspüren.

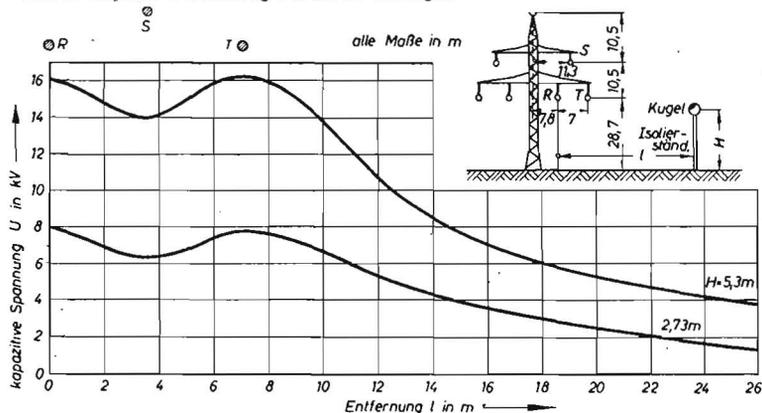
Die gemessenen Ableitströme über den menschlichen Körper beim Berühren aufgeladener Teile und bei Einhaltung der Annäherungsgrenze liegen bei Kapazitäten der Geräte von ≤ 100 pF gegen Erde unter der Empfindlichkeitsschwelle, die bei etwa 1,0 bis 2 mA liegt. Eine Gefährdung durch elektrischen Strom kann daher nicht eintreten, lediglich die wahrnehmbaren Entladungserscheinungen infolge der hohen Berührungsspannung und der intensive Entladungsstromstoß, der kurzzeitig höhere Werte erreicht, führen zu einer Schockwirkung.

Die kapazitive Aufladung von gummibereiften Fahrzeugen unter 380-kV-Leitungen ist erheblich größer, sie ist allerdings von der Kapazität des Fahrzeugs gegen Erde abhängig. Ein Lastwagen „Granit“ wurde bei einer Leiter-Spannung UR-S = 358 kV auf 1,5 kV und bei UR-S = 420 kV auf 1,8 kV aufgeladen. Der Ableitstrom über den 3-k Ω -Widerstand betrug im ersten Fall 0,9 mA, im zweiten Fall 1,1 mA.

Schlußfolgerungen aus den Meßergebnissen

Bei der Projektierung von Anlagen, Halteplätzen von Omnibussen usw. unter oder in der Nähe von 220- und 380-kV-Leitungen ist zu beachten, daß erhebliche kapazitive Aufladungen auftreten, die bei empfindlichen Menschen u. U. gesundheitliche Schädigungen durch Schockwirkung und Angst-

Bild 2. Kapazitive Aufladung bei 380-kV-Leitungen



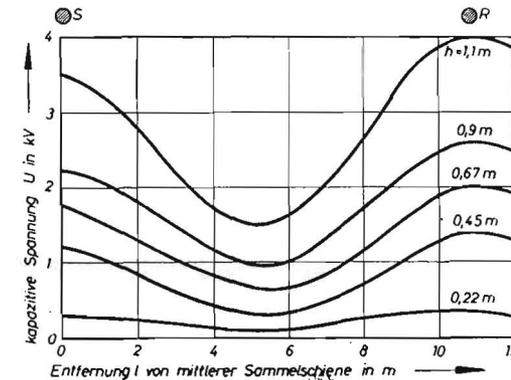
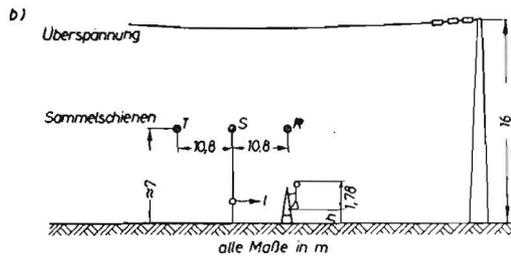
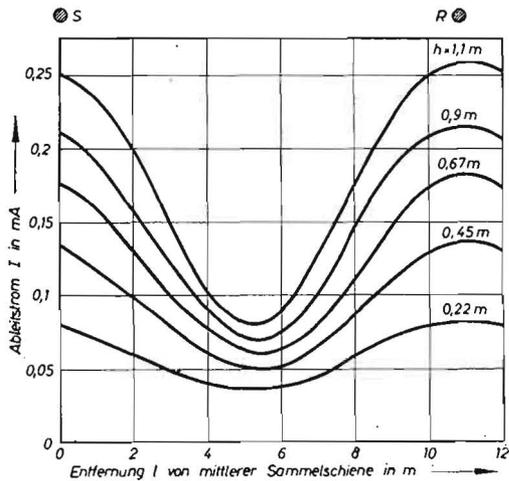
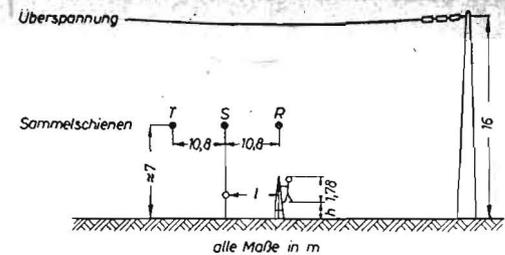


Bild 3.
Messung der Aufladungsspannung und des Ableitstroms am menschlichen Körper
a) Ableitstrom vom Menschen zur Erde über $R = 3 \text{ k}\Omega$; $U_{RS} = 375 \text{ kV}$
b) Kapazitive Aufladung eines Menschen in der Nähe der 380-kV-Sammelschiene $U_{RS} = 375 \text{ kV}$

zustände hervorrufen können. Grundsätzlich sollen deshalb in der Nähe von Hochspannungsleitungen der genannten Spannungsebenen derartige Anlagen nicht errichtet werden. Die Genehmigung des Anlagenbetreibers (Energieversorgerbetrieb) ist in jedem Fall einzuholen.

Bei der Konstruktion von Landmaschinen und Großgeräten muß in Zukunft auf die Abstände Leiter-Erdboden der Hochspannungsleitungen Rücksicht genommen werden, auch die entstehenden kapazitiven Aufladungen sind zu berücksichtigen. Bauhöhen über 3 m können ernsthafte Gefährdungen, besonders beim Arbeiten mit langstieligen Werkzeugen und Arbeitsgeräten (Gabel u. ä.) mit sich bringen. In der Nähe von Hochspannungsleitungen darf nur mit Schleppketten gefahren werden, um die Ladeströme von den Maschinen und Geräten nach Erde abzuführen.

Beim Kuppeln von gummiereiften Geräten in der Nähe von Hochspannungsleitungen sind diese vorher zu erden, wenn keine Schleppketten benutzt werden; Gummihandschuhe geben ebenfalls genügend Schutz.

Parallellauf von metallenen Leitungen (elektrische Weidezäune, andere Drahtzäune) mit Hochspannungsleitungen ist zu vermeiden. Die Ergebnisse der Messungen zeigen, daß bei Parallellängen von über 20 m mit hohen Ladespannungen und entsprechenden Ableitströmen zu rechnen ist!

Zum Schluß sei darauf hingewiesen, daß die Einhaltung vorstehender Grundsätze und Forderungen im Interesse eines jeden liegt. Von den Sicherheitsinspektionen der Rechtsträger der Leitungen müssen u. a. auch aus diesen Gründen Zustimmungen zum Bau von Anlagen jeder Art, Häuser, Gärten, Haltestellen u. ä. sowie Antennen und Zäunen unter oder in der Nähe von 220- und 380-kV-Leitungen verweigert werden.

Es ist sicher zweckmäßig, wenn die Ergebnisse dieser Messungen besonders den Angehörigen der LPG in Form einer Belehrung bekanntgemacht werden, damit sie die Beeinflussungen richtig einschätzen können und unbegründete Furcht vor einer Schädigung durch elektrischen Strom gar nicht erst aufkommt.

Elektrosicherheit in der Landwirtschaft

Ing. R. KUPKE, KDT*

Die Anwendung der Elektroenergie spielt bei dem Aufbau und der Mechanisierung der sozialistischen Landwirtschaft eine zunehmende Rolle. Betrachtet man diese Energieform hinsichtlich ihrer Anwendungsgefahren, so sind zwei Gefährdungsmomente zu erkennen:

1. die Unfallgefahr,
2. die Brand- und Explosionsgefahr.

Vorausgeschickt sei, daß fachmännisch ausgeführte und gut gewartete elektrische Licht- und Kraftanlagen eine hohe Sicherheit bieten. Erhöhte Gefahren entstehen jedoch, wenn in elektrische Anlagen von Laienhand eingegriffen wird sowie beim Betrieb verwahrloster Anlagen und Geräte. Die Häufigkeit der elektrischen Unfälle ist zwar gering, der Anteil der tödlichen elektrischen Unfälle an der Gesamtzahl der gemeldeten elektrischen Unfälle in der Landwirtschaft aber besonders hoch. So verlief 1961 etwa jeder 10. elektrische Unfall in der Landwirtschaft tödlich, während im DDR-Durchschnitt erst jeder 20. elektrische Unfall einen tödlichen Ausgang hatte. Der hohe Anteil der tödlichen elektrischen Unfälle in der Landwirtschaft ist unter anderem auf die bessere Leitfähigkeit des Standortes (Feuchtigkeit und Nässe im Stall, in der Futterküche, auf dem Hof usw.) und auf den meist rauen Umgang mit den elektrischen Betriebsmitteln und ihren An-

schlußleitungen zurückzuführen. Eine weitere Ursache besteht darin, daß häufig in unverantwortlicher Weise von Laien Arbeiten an elektrischen Anlagen durchgeführt werden, zu denen sie gar nicht berechtigt sind. Es kann daher nicht genug vor solchen Aushilfsarbeiten gewarnt werden! Die in der Landwirtschaft vielfach anzutreffenden besonderen Umstände sowie die beim Umgang mit elektrischen Betriebsmitteln meist zu beobachtende Unkenntnis und Sorglosigkeit stellen ernste Gefahren dar, so daß jedem unberechtigten Eingriff und jeder fahrlässigen Handhabung elektrischer Betriebsmittel energisch entgegenzutreten ist.

Da die Wirtschaftsgebäude in der Landwirtschaft, insbesondere die Scheunen und Heuböden, Unterstellräume für Traktoren usw., als feuergefährdete Betriebsstätten gelten, ist auch die durch fehlerhafte elektrische Betriebsmittel und Anlagen erhöhte Brandgefahr zu beachten. Hier kann allerdings nur auf einige Schwerpunkte im Unfallgeschehen eingegangen werden.

Eigenarten des elektrischen Unfalls und Auswirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper

Um die Gefahren einer elektrischen Stromeinwirkung richtig einschätzen zu können, ist es nötig, die Auswirkungen auf den menschlichen Körper kurz zu erörtern. Sie treten vor-

* Institut für Arbeitsökonomik und Arbeitsschutzforschung Dresden