

Gefährdung unserer Großvögel durch Stromschlag – eine Dokumentation

Endangerment of our large birds by electrocution – a documentation

Von **Dieter Haas**

Zusammenfassung

In der Bundesrepublik Deutschland werden eine Reihe von Großvögeln in einem Ausmaß durch Stromschlag dezimiert, daß die Bestände z.T. akut gefährdet werden (z. B. Weißstorch und Uhu). Das bedrohte Artenspektrum wird vorgestellt. Die Verluste gehen zum größten Teil auf das Konto von gefährlich konstruierten Mittelspannungsmasten. Aber auch Hoch- und Höchstspannungsleitungen führen zu Todesopfern unter gewissen Vögeln. Die verschiedene Gefährdung durch die Masttypen wird diskutiert und Abhilfemaßnahmen vorgestellt. Unter Strommasten gefundene Vögel – viele werden durch Raubtiere abgeräumt und täuschen so geringere Verluste vor – weisen z.T. charakteristische anatomisch-pathologische Befunde auf.

Auch in anderen Ländern – exemplarisch werden Untersuchungen aus Spanien vorgestellt – werden vogelgefährdende Strommasten verwendet. Da einige Masten die betroffenen Großvögel in der Bundesrepublik Deutschland um ein mehrfaches stärker als der gesamte Kfz-Verkehr dezimieren, ist ihre weitere Verwendung nicht mehr zu rechtfertigen. Notwendige Schritte zur Reduzierung des Stromschlagproblems werden diskutiert.

Summary

In the Federal Republic of Germany a number of large birds species are being decimated to such an extent by electrocution, that the populations are becoming acutely jeopardised (e. g. White Stork, Eagle Owl). The endangered species spectrum is presented. The losses are caused in the most part by dangerously constructed medium voltage pylons. But also conductors for high and maximum tension are fatal to certain birds. The danger arising from the different pylon types is discussed and remedial measures are suggested. Birds found under electric pylons – many are scavenged by wild animals and thus give a misleading picture of fewer losses-show in some cases characteristic anatomical-pathological conditions.

Electric pylons that jeopardise birds also in use in other countries – investigations from Spain illustrating this – are presented. As some types of pylons in the Federal Republic decimate the large birds concerned to a far greater extent than the entire motorised road traffic, their further use cannot be justified. The steps necessary to reduce the electrocution problem are discussed.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Dieter Haas, Charlottenstr. 21, 7470 Albstadt-Tailfingen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	8
2. Material und Methode	15
3. Ergebnisse und Diskussion	16
3.1 Vom Stromschlag betroffene Vogelarten	16
3.2 Einfluß auf die Bestände der einzelnen Arten	41
3.3 Einfluß von Hoch- und Höchstspannungsleitungen	43
3.4 Beobachtungen aus Südspanien	44
3.5 Anatomisch-pathologische Befunde bei unter Masten gefundenen Vögeln	46
3.6 Allgemeine Schäden durch Tierunfälle an Strommasten	48
3.7 Das Abräumen stromtoter Vögel durch Raubtiere	49
3.8 Reaktionen der EVU auf Verlustmeldungen	49
3.9 Wirksame Entschärfungsmaßnahmen für gefährliche Strommasten	50
3.10 Wenig wirksame Entschärfungsmaßnahmen	51
3.11 Zukunftsweisende Entschärfungsmöglichkeiten	53
3.12 Notwendige Schritte zur Reduzierung des Stromschlagproblems	54
Literatur	55

1. Einleitung

Die in großem Maße durchgeführte Verdrahtung der Landschaft hat nicht nur ästhetische Probleme mit sich gebracht. Schon seit vielen Jahren werden über negative Einflüsse von elektrischen Freileitungen auf unsere Vogelwelt berichtet. Diese Gefährdung geschieht im wesentlichen auf drei Arten:

- Durch Biotopveränderung: Werden Freileitungen durch flaches Wiesen- und Sumpfgelände geführt, so brüten manche Vögel in einem breiten Streifen um die Leitungen, die Feinden, wie z. B. Krähen, als Ansitz dienen, nicht. Ein wertvoller Feuchtbiotop kann dadurch z. B. als Brutgebiet erheblich entwertet werden (s. S. 125).
- Durch Anprall gegen die Leiterseile oder andere Leitungsdrähte werden zahlreiche Vögel getötet oder so schwer verletzt, daß sie später eingehen. Dies trifft hauptsächlich nachts ziehende Arten (s. S. 118–119).
- Gefährdung durch Stromschlag: Speziell davon soll in diesem Beitrag die Rede sein. Man hat zwischen Kurzschluß und Erdschluß zu unterscheiden. Stromschlag tötet Tiere, wenn sie mit ihrem Körper zwei elektrische Leiter, die

unterschiedliche Spannung führen, berühren. Es kommt dann zum Stromfluß durch den Tierkörper, der einen Kurzschluß (Abb. 1) verursacht. Bei engen Phasenabständen können mechanische Tötung durch Anflug und Verbrennung durch Kurzschluß kombiniert auftreten (Abb. 2).



Abb. 1: An Niederspannungsleitung durch Stromschlag (Verursachen eines Kurzschlusses) getötete Fruchtfledermaus, 16 Tage nach der ersten Entdeckung (in gleicher Position). 26. 3. 79 Gambia (Foto: D. Haas).



Abb. 2: Anflug und Kurzschluß. Dieser Kranich flog am 18. 4. 1977 nachts um 1.30 Uhr, im Kreis Stade gegen eine Mittelspannungsleitung mit engen Phasenabständen (Traversen in Lyraform). Neben mechanischen Verletzungen (u. a. Bruch beider Beine) ausgedehnte Verbrennungen – verschmortes Gefieder, aufgeplatzter Bauch, tiefe Gewebsverbrennungen. An der Leitung Bruch eines Leiterseils (G. Dahms; Foto: D. Haas).

Eine weit größere Rolle spielt heutzutage aber die Tötung durch Erdschluß. Ein solcher entsteht beim Durchschlagen der Isolation zwischen einem Leiter und der Erde mit der Folge eines Stromflusses zu der Erdschlußstelle. Dieser Durchschlag unter Umgehung des Isolators kommt über den

Tierkörper und/oder damit zusammenhängende Strukturen, wie z. B. Kotstrahl oder mitgeführtes Nistmaterial zustande.

Aufgrund der Größe der Isolatoren und der Tierkörper kommt es bei Freileitungen vor allem im Mittelspannungsbereich (10–30 kV = Kilovolt; Abb. 3, 4. u.a.) zum Erdschluß, gelegentlich aber auch – z. B. über den Kotstrahl – im Hochspannungsbereich (KAISER 1970). Besonders bei feuchter Luft kann der Strom dabei kleine Distanzen überspringen und es kommt zum „Funkenüberschlag“.

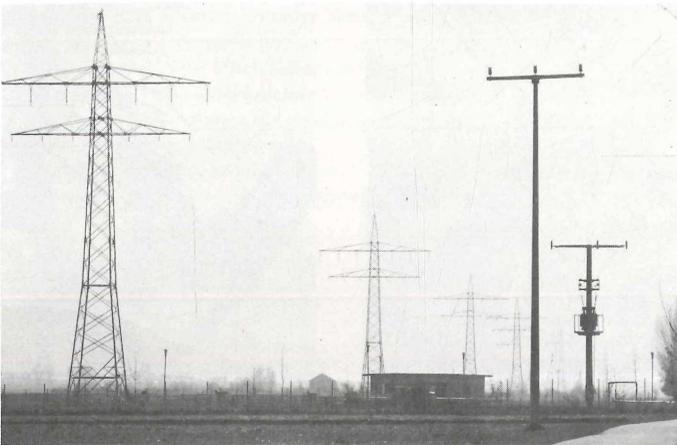


Abb. 3: Rechts für Großvögel gefährliche Mittelspannungsleitung (20 kV) auf Spannbetonmasten mit Stützenisolatoren. Links Stahlgittermast mit 110 kV Trasse (Hochspannung) und Erdungsdraht (ganz oben), unten Trasse mit 20 kV Leitung (Mittelspannung, viel kürzere Isolatoren). Bei Tübingen, 1980 (Foto: D. Haas).

Schon am Anfang unseres Jahrhunderts war Stromtod von Vögeln bekannt und durch die auftretenden Kurzschlüsse zum Problem für die Industrie geworden. Ing. H. HÄHNLE hielt schon 1913 einen Vortrag mit dem Thema „Elektrizität und Vogelschutz“, in dem er vor allem auf das Stromschlagproblem einging (III. Deutscher Vogelschutztag in Hamburg). Sein Fazit: „Man darf wohl die Behauptung aufstellen, daß es heute ohne Schädigung wirtschaftlicher Interessen den Überlandzentralen möglich ist, die Vernichtung von Vögeln auf Einzelfälle zu beschränken, die für die Erhaltung der Vogelwelt nicht in Frage kommen. Es empfiehlt sich jedoch, . . . , „ausreichenden Schutz für die Vogelwelt“ diesen Werken vorzuschreiben, damit, falls Mißstände auftreten, eine rasche Abhilfe herbeigeführt werden kann.“ Im KOSMOS 1923 wurde das Thema sodann

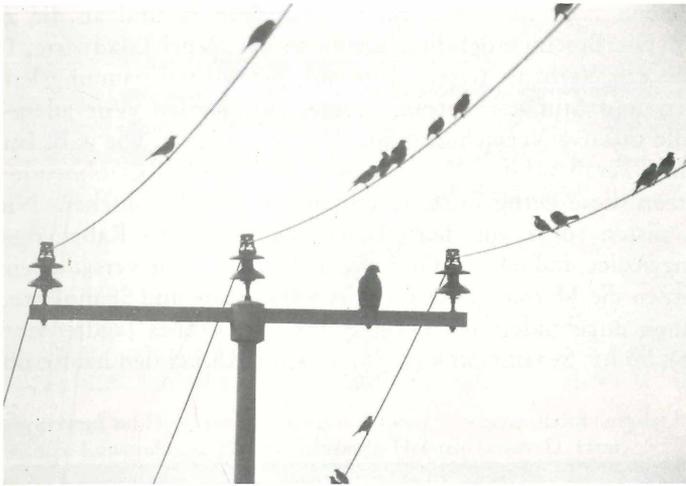


Abb. 4: Mäusebussard auf gefährlichem 20 kV Mast. Berührt er im Sitzen ein Leiterseil (z.B. mit Flügel oder Schnabel), ist er auf der Stelle tot (Auslösen eines Erdschlusses). Auf den Drähten Stare und Wacholderdrosseln. Bei Oberjesingen, 3. 9. 1977 (Foto: D. Haas).

leidenschaftlich und kontrovers diskutiert. Elektroingenieure machten darin gute, heute noch brauchbare Lösungsvorschläge. Dabei wurde betont, daß eine einvernehmliche Lösung auch sehr im Interesse der Industrie läge, um Störfälle und Schäden an den Anlagen zu vermeiden. Auch wurde eine damals schon gültige Vorschrift, zur „Vermeidung von Gefährdung von Vögeln“ erlassen, die in den Grundbestimmungen (Normalien) für die Errichtung von Freileitungen aufgeführt ist. Gute Kontakte zwischen Vogelschützern und Elektrizitätsfirmen führten in der Folgezeit zu Konstruktionen im Leitungsbau, die Vögel weniger durch Stromschlag gefährdeten. Im Mittelspannungsbereich wurden vor allem Masten aus isolierendem Holz verwendet. In den VDE-Vorschriften 0210-2 für den Bau von Starkstrom-Freileitungen von 1958 steht ein gegenüber 1923 gering veränderter Vogelschutzparagraph mit folgendem Wortlaut:

§ 19: „Die Querträger, Isolatorenstützen und sonstigen Bauteile der Starkstrom-Freileitungen sind möglichst so auszubilden, daß Vögeln keine Sitzgelegenheiten in gefahrbringender Nähe der unter Spannung stehenden Leiter gegeben werden“.

Aber diese Empfehlung wurde, für Naturschützer völlig unverständlich, 1969 ersatzlos gestrichen! Umso unverständlicher deshalb, weil sich in Süddeutschland Ende der 60er, verstärkt Anfang der 70er Jahre, die Proteste über die Tötung von Greifvögeln durch Stromschlag häuften. So liegen aus dieser Zeit Kopien vieler

Protestschreiben z. B. an den Bund für Vogelschutz und an die zuständigen Firmen vor. Die Beschwerdeführer waren in der Regel Landwirte, Förster und Jäger. Massierte Verluste traten dort auf, wo Mittelspannungsleitungen mit Betonmasten und Stützenisolatoren aufgestellt wurden. Vor allem Landwirte beklagten die massive Vernichtung von Mäusevertilgern, wie z. B. Bussarde und Turmfalken. Überall auf der Welt, wo es baum- und felsbewohnende Großvögel gibt, benützen diese gerne Freileitungsmasten zum Aufblocken. Nicht wenige Großvögel nisten sogar auf den Masten: hauptsächlich Rabenvögel, Störche, verschiedene Adler und andere Greifvögel. Vor allem die verschiedensten Greifvögel benutzen die Masten gerne auch als Sitz-, Rast- und Spähplätze, da sie von dort aus einen ungehinderten Überblick über ein großes Jagdterritorium haben (Abb. 4–10). So hat STAHLLECKER (1978) in den USA bei den häufig überwintern-

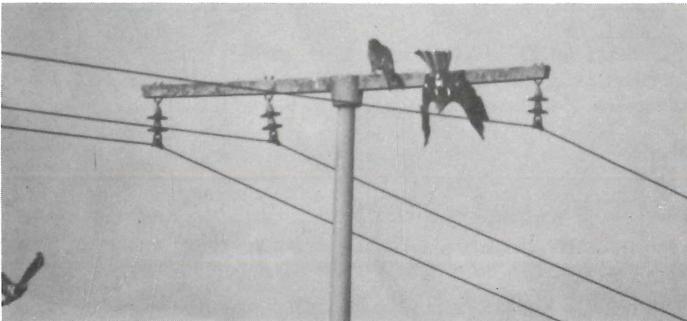


Abb. 5: Ein Rotmilanpaar hat sich den Sommer über einen vogelfreundlich konstruierten Mast (20 kV Leitung) als Ruheplatz ausgesucht. Ein von links angreifender Mäusebussard bringt einen der Vögel zum Abstreichen. 7. 9. 77, Tübingen-Entringen (Foto: D. Haas).

den Greifvögeln, z. B. Steinadler *Aquila chrysaetos*, Rauhußbussard *Buteo lagopus* und Präriefalke *Falco mexicanus* entsprechende Untersuchungen angestellt. Er fand, daß die Zahl dieser Vögel nach Bau einer Freileitung im Untersuchungsgebiet signifikant anstieg. Die Vögel haben ganz bevorzugt die Masten als Ansitz und Ruheplätze gewählt. Bei Autofahrten durch Süddeutschland fiel mir auf, daß in der Regel zwischen 20% und 70% aller von der Straße aus entdeckten Mäusebussarde auf Freileitungen (Masten und Leiterseilen) rasteten. Für andere Greifvögel gilt Ähnliches. Besonders in der ausgeräumten Kulturlandschaft oder in Steppengebieten werden die Masten immer wieder angefliegen, auch wenn sie für das Aufbaumen recht ungünstig konstruiert sind (Abb. 9). Dabei werden durchaus nicht nur die höchsten Stellen zum Aufbaumen benutzt, wie das oft behauptet wird (Abb. 10, 26). Die deutschen Firmen haben (im Gegensatz zu den

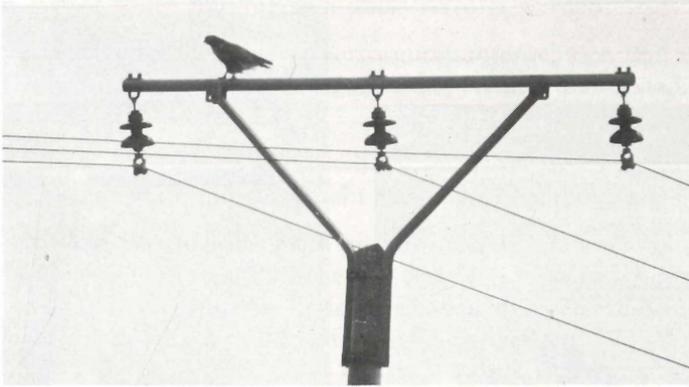


Abb. 6: Mäusebussard auf Holzmast mit Hängeisolatoren. Einebenenordnung der Leiterseile. Für Vögel relativ sichere Konstruktion. Mai 76, Schleswig-Holstein (Foto: D. Haas).



Abb. 7: Von Holzmast abstreicher Kaiseradler *Aquila heliaca* ad. Der Kontakt mit den Leiterseilen wird geschickt vermieden. 3. 8. 69, Europäische Türkei (Foto: D. Haas).



Abb. 8: Raubadler *Aquila rapax* auf Holzmast. Anatolien, 3. 1968 (Foto: A. Haas).

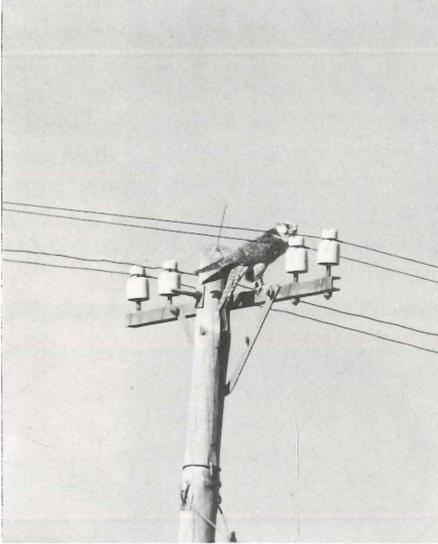


Abb. 9: Würgfalk *Falco cherrug* mit Beutereist auf einem Mast, der trotz seiner „landfeindlichen Struktur“ als Kröpfplatz ausgenutzt wurde. Ostanatolien, 7. 8. 69 (Foto: D. Haas).

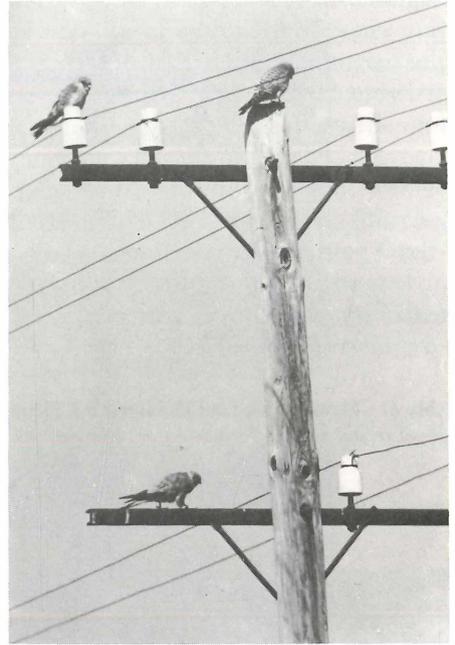


Abb. 10: Rötelfalke *Falco naumanni* auf beiden Traversen eines Mastes. 5. 8. 69 Şivas, Anatolien (Foto: D. Haas).

EVU in den USA) seither nur sehr wenig zur Erforschung des Stromschlagproblems bei Vögeln beigetragen. Die längst von Naturschützern geforderten Maßnahmen (Anhang S.131) wurden in regional sehr unterschiedlichem Ausmaß durchgeführt. Öffentlich gaben die entsprechenden Industriekreise nur sehr allgemein gehaltene Stellungnahmen ohne solide Untermauerung durch Zahlen ab, häufig mit irreführenden Aussagen (Anhang S. 140–141). Höchste politische Stellen übernahmen gelegentlich diese Argumentation kritiklos. In den Bundesministerien sind inzwischen jedoch ernsthafte Bestrebungen zur Lösung des Problems im Gange, die auf eine baldige allgemein vertretbare Lösung des Problems hoffen lassen.

Die vorliegende Arbeit habe ich, als Beauftragter des Deutschen Bundes für Vogelschutz in meiner Freizeit erstellt. Sie ist als erste Notmaßnahme gedacht und kann längst überfällige größere Forschungsvorhaben von seiten der Industrie und des Naturschutzes nicht ersetzen.

Mit dieser Arbeit sollen nun folgende Ziele verfolgt werden:

- Das Informationsdefizit der Energieversorgungsunternehmen und der Naturschützer über die tatsächlich durch Stromschlag verursachten Schäden in unserer Vogelwelt zu verkleinern.
- Wirksame Schutzmaßnahmen vorzustellen, um damit beizutragen, daß Geld sinnvoll angewandt wird und damit sehr viel mehr bewirken kann.
- Die Öffentlichkeit über das Problem zu informieren. Denn es geht selbstverständlich nicht nur „um die Wünsche des Bundes für Vogelschutz nach dem Schutz seltener Arten“, sondern um den gesetzlich abgesicherten Anspruch der Allgemeinheit auf den Erhalt einer artenreichen Vogelwelt.
- Internationale Breitenwirkung zu erzielen, da es sich um ein hochbrisantes, weltweites Natur- und Umweltschutzproblem handelt. Eine wirksame, vogelfreundliche Lösung dürfte außer zum Umweltschutz auch zur Reduzierung von Stromausfällen beitragen.

2. Material und Methode

Mein 1974 verstorbener Vater G. HAAS und ich befaßten uns seit Ende der 60er Jahre mit dem Problem, nachdem die Meldungen über stromtote Greifvögel zugenommen hatten (HAAS 1970). Wir dokumentierten in Verbindung mit dem Deutschen Bund für Vogelschutz DBV uns zugetragene Fälle und meldeten sie den EVU weiter. 1975 begann ich mit einer systematischen Erforschung und fotografischen Dokumentation. Mitarbeiter und ich kontrollierten zahlreiche gefährlich konstruierte Mittelspannungsmasten und sammelten dabei vor allem stromtote Raben- und Greifvögel. Seit 1976 verteilt der DBV außerdem einen dringenden Appell zur Problematik mit Mastprotokollen bundesweit (Anhang S. 138–139). In erster Linie wurden die Ortsgruppenleiter des DBV und andere speziell Interessierte mit insgesamt etwa 10 000 Blättern beliefert. Über diesen Aufruf bekam ich zahlreiche Zusendungen aus dem gesamten Bundesgebiet und dem benachbarten Ausland. Obwohl die Untersuchung nur Stichprobencharakter haben konnte (sicher wurden weit weniger als 1% aller in der BRD seit diesem Zeitpunkt durch Stromschlag getöteten Vögel gemeldet), gibt sie doch Erkenntnisse über die für unsere Großvögel gefährlichsten, leider weit verbreiteten Todesfallen.

Weitere Unterlagen stammen aus Spanien. Nachdem ich von stromgetöteten Spanischen Kaiseradlern *Aquila beliiaca adalberti* erfahren hatte, führte ich mit meinen Mitarbeitern A. KÖNIG und B. SCHÜRENBERG Untersuchungen in Südspanien durch. Weitere Unterlagen kamen von J. v. BOROVICZENY, der 1978 einschlägig publizierte und eine Materialsammlung in Spanien angeregt hatte.

Eigene Funde sowie die Funde meiner Mitarbeiter wurden gesammelt. Frischtote Vögel wurden nach genauer Untersuchung auf Strommarken usw. präpariert, ferner Skelettreste und Gefiederteile als Belege gesammelt. Auch mit den DBV-Meldungen bekam ich reichlich Skelett- und Federreste zugesandt.

Das verfügbare Material über Weiß- und Schwarzstörche habe ich nach Auswertung an G. FIEDLER und A. WISSNER weitergeleitet, die es für ihre umfassende Arbeit über die Drahtgefahren beim Storch verwandten. Eine quantitative Wertung der Verluste hinsichtlich des Einflusses auf die Bestände einzelner Vogelarten wird aus halbquantitativen Untersuchungen hergeleitet (Ringfundanalysen der

zwischen 1960 und 1975 im Bereich der Vogelwarte Radolfzell zurückgemeldeten Uhus durch H. NAUENBURG und D. HAAS mit brieflichen Rückfragen bei den Findern), sowie aus der Beurteilung von lokalen Verlusten. Eine detaillierte Übersicht liegt beim Weißstorch *Ciconia ciconia* vor (s. S. 59-109).

Ohne die Mitarbeit zahlreicher freiwilliger Helfer wäre eine solche Dokumentation wohl kaum zu erstellen. Folgenden Damen und Herren, die mir Fundmeldungen und wertvolle Unterlagen zum Problem zugesandt haben, gilt deshalb mein ganz besonderer Dank:

W. ASSFALG, D. BACKHAUS, B. BÄUMER, H. BAUER, S. BAUER, B. T. BAUMANN, R. BERGER, E. BEZZEL, W. BINDER, K. H. BLUM, J. BOPST, I. v. BOROVICZENY, A. BRENNER, P. BRIXIUS, H. BUB, K. BURGER, J. CASTROVIEJO, G. DAHMS, W. EBERT, J. EINSTEIN, H. ELLINGER, W. ENGELHARDT, H. ESCHER, J. ETTLE, G. FAHRBACH, H. FEILKE, G. FIEDLER, H. FINCKH, O. FLOHR, A. FÖRSTEL, O. v. FRANKENBERG, H. FUCHS, J. GARZON-HEYDT, A. GÄCK, R. GERECKE, W. GERLACH, S. GÖHRING, H. GOOS, A. GÖRLACH, F. GOETHE, GRÖNING, M. GRÜNER, B. GRZIMEK, A. HAAS, G. HAAS, J. HAECKS, H. HANEMANN, W. HANSEN, HAUER, R. HEIJNIS, M. HELLER, B. HELLWEGE, K. HEPP, G. HEPPERLE, G. HERBIG, E. HERRLINGER, R. HEUSEL, H. v. HINTEN, J. HÖLZINGER, A. HOMBACH, W. HORSTMANN, W. IRSCH, A. JAKOBS, O. KLEINHANS, A. KLETT, H. KNOBLOCH, D. KOBURGER, A. KOCH, W. KÖBELE, A. KÖNIG, C. KÖNIG, H. KOPP, E. KÜMMERLE, K. KUSSMAUL, E. LANG, R. G. LÖSEKRUG, R. MACHE, W. MANGOLD, E. MATHIAS, E. MEIDERT, F. MEISTER, A. METTLER, B.-U. MEYBURG, C. MITTELSTÄND, L. MIESLINGER, G. MOLL, G. MÜLLER, H. MÜLLER, H. MOHR, J. MÜNZER, H. D. NAUENBURG, H. NAUKE, E. PAULOWEIT, P. PFEILSTICKER, M. PROBST, H. RITTER, D. ROCKENBAUCH, K. RÖGELEIN, L. ROSENBERGER, U. RUDOLPH, H. R. RUHL, H. RUPP, H. SCHAFFER, A. SCHILER, M. SCHILLER, F. SCHILLING, SCHLÖGEL, W. SCHMID, H. SCHMITT-VOCKENHAUSEN, H. SCHNEIDER, M. SCHÖN, A. SCHOPP, G. SCHUBER, L. SCHUPP, B. SCHÜRENBERG, E. SCHÜZ, G. SCHULZ, R. SCHUMANN, H. SCHWARZ, E. SEIDLER, K. SOJKA, G. STEHLE, G. STEINBRÜCK, S. STEINHÜLBER, H. STERN, A. STICH, H. STORCH, F. STRAHL, STRECKER, B. STREHL, B. TÄUFER, J. THOMAS, G. THIELCKE, M. WALDSCHMIDT, H. WALLISER, A. WEBERSINKE, P. WEGENER, D. WEIZÄCKER, A. G. v. WENGERSKY, W. WICK, A. WISSNER, G. WITTMANN, A. WITZEL, B. WOLFER und K. ZIMMERMANN.

Außerdem wurde ein umfangreicher persönlicher Schriftverkehr mit der VDEW, dem Bundeswirtschaftsministerium, Dr. H. SCHMITT-VOCKENHAUSEN (†) und anderen Politikern, mit der EVS, den Badenwerken, den Neckarwerken und anderen EVU, mit der Fa. F. Driescher (Wegeberg), der Fa. Elsic (Mönchengladbach) und anderen Firmen geführt. Die Allgemeinaussagen des Berichtes resultieren z. T. aus diesem Schriftverkehr und aus von dieser Seite überlassenen, z. T. unveröffentlichten Unterlagen. Ganz besonders danken möchte ich auch den Wissenschaftlern von der Industrie, die mich in technischen Fragen beraten haben. Sie möchten ungenannt bleiben. Den Herren Prof. Dr. E. SCHÜZ, G. FIEDLER und B. SCHÜRENBERG danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie für wertvolle Anregungen.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Vom Stromschlag betroffene Vogelarten

Die wichtigsten Daten aus Deutschland sind in den Tab. 1-5 dargestellt. Verarbeitet sind Funde ab 1970, hauptsächlich von 1975 bis 1980 (bis einschließlich 20. 4. 1980). Ältere Verluste und die Literaturdaten bleiben hier unberücksichtigt, um die Aktualität der Arbeit nicht zu beeinträchtigen.

Es sind eine Reihe von Vogelarten betroffen, die gern auf Masten und Drähten rasten. Dem Ornithologen fällt sofort auf, daß größere Vögel stärker unter den Stromopfern vertreten sind als kleinere. Allerdings gibt Tab. 1 ein etwas verzerrtes Bild, da große und seltene Vögel (wie z. B. Störche und Uhus) sehr viel leichter gefunden und gemeldet werden als kleinere und häufigere Vögel. Tab. 2 gibt einen Eindruck von der relativen Häufigkeit der in unserer Kulturlandschaft getöteten Vögel, in der große Arten z.T. als Brutvögel bereits verschwunden sind. Die in Tab. 2 aufgeführten Verluste wurden durch Absuchen von als gefährlich erkannten Mittelspannungsmasten ermittelt. Es zeigt sich, daß Vögel ab Taubengröße in – im Verhältnis zu ihrer Bestandstärke – großen Mengen vertreten sind (Turmfalke *Falco tinnunculus*, Elster *Pica pica*, Waldkauz *Strix aluco*). Es sind dies Vogelarten, die unsere freie Landschaft und unsere Ortschaften besiedeln, zum größten Teil geschützt und für den Naturhaushalt von großer Bedeutung sind. Relativ stärker sind mittelgroße Greifvögel wie Mäusebussard *Buteo buteo* und Milane vertreten (Größenangabe vgl. Anhang S. 134). Sie werden auch (relativ zur Bestandsgröße) weit mehr durch Stromschlag getötet als die kleineren Rabenkrähen *Corvus corone* und Saatkrähen *Corvus frugilegus*.

Daneben werden alle großen Arten, die oft auf Masten landen, stark durch Stromschlag dezimiert.

In der Literatur wird aus der Bundesrepublik auch von stromtoten Türkentauben *Streptopelia decaocto* berichtet (6, 1977). Das RWE meldet u.a. offenbar durch Stromschlag getötete Möwen.

Tabelle 1: Vom Stromschlag betroffene Vogelarten in Abhängigkeit zu verschiedenen Masttypen. Zahlen ohne Klammer: Verluste insgesamt; davon in Klammern: Verluste aus der Schweiz (CH), aus der DDR (DDR) und aus Spanien (E).

Vogelart	I. Hochspannungsmasten		II. Masten von Mittelspannungs-Freileitungen		a) Spannbeton, b) Metall, c) Holz		
	Reihentragmasten						
	n	1. nur mit Stützenisolatoren u. Hängeisol. (Abb. 3, 4, 12, 14, 15, 42, 44, 51, 75)	2. mit Abspann-zeisenisol. (Abb. 18, 19, 21, 30)	3. nur mit Abspann-zeisenisol. (Abb. 20, 68, 69, 71)	4. nur mit Hängeisol. (Abb. 13, 16, 17, 26, 46)	5. Abzweigmasten mit einzelnen Stützenisol. (Abb. 13, 16, 17, 26, 46)	6. Maststationen mit Ventiletern
Weißstorch	12	a) 2 b) 1 (E)			a) 2		
Schwarzstorch	2						
Gänsegeier	7	b) 6 (E)		b) 1 (E)			
Steinadler	1						
Zwergadler	1	b) 1 (E)					
Sp. Kaiseradler	7	b) 1 (E)				b) 1 (E)	
Schlangenadler	2						
Mäuse- und Rauhfußbussard	363	1	a) 132 b) 34 (7 E) c) 7 (5 CH)	a) 29 b) 23 (9 DDR) c) 2	a) 5	a) 15 b) 26	a) 14 b) 31
Wespenbussard	1						b) 1
Rotmilan	24	a) 15 b) 5 (1 E)				a) 2	a) 1
Schwarzmilan	9	b) 7		b) 1	b) 1 (E)		
Milan spec?	6	b) 1 (E)		a) 1 b) 2	b) 1 (E)		b) 1
Habicht	7	a) 2 b) 2		b) 1		b) 1	
Mittelgr. Greif spec?	18	a) 5 (1 E) b) 2		a) 4		a) 6	
Turmfalke	88	a) 25 (16**) b) 10 (1 E)		a) 3 b) 9 (5 DDR)		a) 5 b) 17	a) 1 b) 1
Rohrweihe	1	b) 1 (E)					
Wiesenweihe	1						
Mantelmöwe	1	a) 1					
Uhu	26	1***	a) 1	b) 6	a) 2	b) 1	b) 2 c) 1

Tabelle 1: Fortsetzung

Vogelart	II. Masten von Mittelspannungs-Freileitungen			
	I. Hochspannungsmasten	a) Spannbeton	b) Metall	c) Holz
	Reihentragmasten			6. Maststationen mit einzelnen Stützenisol. ableitern (Abb. 28, 53, 64)
	1. nur mit Stützenisolatoren (Abb. 3, 4, 12, 14, 15, 42, 44, 51, 75)	3. nur mit Abhängenisol. (Abb. 18, 20, 68, 69, 71)	4. nur mit Hängeisol. (Abb. 34, 35)	5. Abzweigmasten mit einzelnen Stützenisol. (Abb. 13, 16, 17, 26, 46)
n	19, 21, 30			
Waldohreule	2		a) 1	
Waldkauz	15		a) 5 b) 3	b) 4 a) 1
Schleiereule	14	a) 2		b) 5
Mittlereule spec?	5	b) 1 a) 2		
Grünspecht	1			
Ringeltaube	3		a) 1	a) 1
Hohltaube	2			a) 2
Haustaube	7		a) 1	a) 6
Taube spec?	1			a) 1
Kolkrabe	7	a) 2 b) 3 (2 E)	a) 1 b) 1 (E)	
Raben- und Saatkrahe	324	a) 112 b) 16 c) 1	a) 26 b) 46 (4 DDR) c) 2	a) 9 a) 2 a) 36 b) 12 c) 1
Elster	41	a) 5 b) 1 (E)	a) 16 b) 6	a) 4 b) 1 a) 3 b) 4
Dohle	10	b) 10 (E)		
Star	18	a) 2*	b) 12 (DDR)	b) 1 b) 2
Amsel	4		a) 3	a) 1
Mistdrossel	5	a) 3*		b) 2
Wacholderdrossel	6	a) 3*	b) 3 (1 DDR)	
Hausrotschwanz	1		b) 1 (DDR)	
Neuntöter	1	a) 1 (**?)		
Sperling spec?	1			a) 1

Tab. 1: Fortsetzung

Vogelart	II. Masten von Mittelspannungs-Freileitungen				a) Spannbeton		b) Metall,		c) Holz		III. Anflug gegen Drähte**
	7. Mast- stationen mit zu kurzen Abspann- isolatoren n (Abb. 67-69)	8. Schutz- funkenstr. auf Trafo von Mast- stationen (Abb. 28, 29)	9. Stützenisol. ohne Quertra- versen	10. Masten mit zahlreichen Schal- häuschen (Abb. 48)	11. An Trafo- häuschen (Abb. 48)	12. Fahrleitungs- bahn (Abb. 73)	13. Ohne Angabe				
Weißstorch	12 b) 2					1	2	2			
Schwarzstorch	2 b) 1										
Graureiher	1			b) 1							
Gänsegeier	7										
Steinadler	1									1	
Zwergadler	1										
Sp. Kaiseradler	7									5 (E)	
Schlangenadler	2									2 (E)	
Mäuse- und Rauhfußbussard	363		c) 1	b) 20					19		2
Wespenbussard	1										
Rormilan	24									1	
Schwarzmilan	9										
Milan spec?	6										
Häbicht	7									1	
Mittelgr. Greif spec?	18									1	
Turmfalke	88	b) 2 c) 10							5		1
Rohrweihe	1										
Wiesenweihe	1										1
Mantelmöwe	1										
Uhu	26		c) 1			2		4		2	2

Tab. 1 Fortsetzung

Vogelart	II. Masten von Mittelspannungs-Freileitungen				III. Anflug ge- gen Drähre ^{*,**}		
	a) Spannbeton	b) Metall	c) Holz				
n	7. Maststationen m. zu kurzen Ab- spannisolatoren (Abb. 67-69)	8. Schutzfun- kenstr. auf Trafo von Maststationen (Abb. 28, 29)	9. Stützensisol. ohne Quer- traversen	10. Masten m. zahlreichen Schal- tern u. Stützen- isol. (Abb. 32, 65)	11. An Trafo- häuschen (Abb. 48)	12. Fahrleitungs- masten der Bun- desbahn (Abb. 73)	13. Ohne Angabe
Waldohreule	2						1
Waldkauz	15			2			
Schleiereule	14		1	6			
Mittelgroße Eule spec?	5						2
Grünspecht	1		c) 1				
Ringeltaube	3						1
Hohлтаube	2						
Hausstaube	7						
Taube spec?	1						
Kolkrabe	7						
Raben- und Saatkrähe	324	a) 2		9			3
Elster	41			1			
Dohle	10						
Star	18	a) 1					
Amsel	4						
Misteldrossel	5						
Wacholderdrossel	6						
Hausrotschwanz	1						
Neuntöter	1						
Sperling spec?	1						

n = 1046, \geq 38 Arten

* Verluste gehen auf Kosten der Schutzfunkenstrecken an den Isolatoren

** berücksichtigt sind hier nur Vögel, bei denen auch Verluste durch Stromschlag an Masten festgestellt wurden, oder benachbarte Arten (Wiesenweihe).

*** Der Mast führt neben Hochspannungs- auch Mittelspannungsleiterseile (vgl. Abb. 3). Eine Mittelspannungsphase zweigt nach unten ab (über eine zusätzliche Traverse mit Stützensisolatoren, also vermutlich doch Mittelspannungssopfler).

Tabelle 2: Vögel, die durch Absuchen von als gefährlich erkannten Masten von Mittelspannungsleitungen gefunden wurden. Material aus Baden-Württemberg, Januar 1975 bis Februar 1980, gesammelt von A. und D. HAAS, H. RUPP (z. T. bei gemeinsamen Aktionen) und B. WOLFER. Die Funde wurden als Belege gesammelt. $n = 276$. Das relativ zahlreiche Auftreten der kleineren Arten Turmfalke, Star, Misteldrossel und Wacholderdrossel ist auf die in Abb. 12 gezeigten Schutzfunkenstrecken zurückzuführen, die Arten bis (mindestens) hinunter zu Starengöße gefährden und die im Untersuchungsgebiet von Wolfer fehlen.

Vogelart	(n)	A. und D. Haas, H. Rupp (204)	B. Wolfer (72)
Mäusebussard	(53)	36 (18%)	17 (24%)
Rotmilan	(9)	5 (2,5%)	4 (5,5%)
Mittelgr. Greifvogel spec.?	(11)	7 (3,5%)	4 (5,5%)
Turmfalke	(20)	18 (9%)	2 (3%)
Waldkauz	(6)	5 (2,5%)	1 (1,5%)
Ringeltaube	(1)	1	
Hohltaube	(2)	2	
Haustaube	(8)	7 (3,5%)	1
Raben- und Saatkrähe	(130)	94 (46%)	36 (50%)
Elster	(23)	16 (8%)	7 (10%)
Star	(3)	3	
Amsel	(4)	4	
Misteldrossel	(3)	3	
Wacholderdrossel	(3)	3	

Tabelle 3: Die Biotope um die Fundmasten. Auf eine Auflistung nach Geländeformation (Bergkuppe, Hang, Tal u.a.) wird verzichtet, da sich die Verluste hier etwa gleichmäßig verteilen. Im Gegensatz dazu häufen sich in den USA die Verluste beim Steinadler *Aquila chrysaetos* auf Bergkuppen – entsprechend dem sehr großen Jagdgebiet des Steinadlers.

Art	(n)	Wiesen- und Ackergerände	Wald	Ruderalgerände/Gebüsch (davon an Müllplätzen)
Mäusebussard	(133)	107	6	20 (6)
Rotmilan	(14)	11		3 (2)
Turmfalke	(43)	42		1
Uhu	(15)	8	1	6 (5!)
Waldkauz	(12)	3	7	2
Schleiereule	(7)	7		
Raben- und Saatkrähe	(212)	141	3	68 (44)
Elster	(32)	22	1	9 (2)

Tabelle 4: Entfernung der Funde zum nächsten Baum, Gehölz oder Wald (9 Arten exemplarisch herausgegriffen). Auf eine Auflistung nach Ortschaftsnähe wurde verzichtet. Direkt bei Ortschaften wurden Schleiereulen, Turmfalke und Rabenvögel gehäuft gesammelt.

Art	(n)	bis 20 m	20-100 m	100-500 m	über 500 m
Mäusebussard	(115)	21	30	51	13
Rotmilan	(13)	3	7	3	
Turmfalke	(37)	1	18	17	1
Uhu	(15)	7	4	4	
Waldkauz	(11)	10	1		
Schleiereule	(5)	2	3		
Raben- und Saatkrähe	(197)	70	47	57	23
Elster	(28)	17	5	5	1



Abb. 11: Durch Stromschlag getötete Vögel, von Febr. bis Aug. 1978 gesammelt an gefährlichen Masten von Freileitungen, an denen nach Angaben der zuständigen Firmen seither keine Vogelverluste bekannt waren (mit Ausnahme des Storchs, der an einem Bundesbahn-Fahrleitungsmast endete) (Foto: A. Haas).

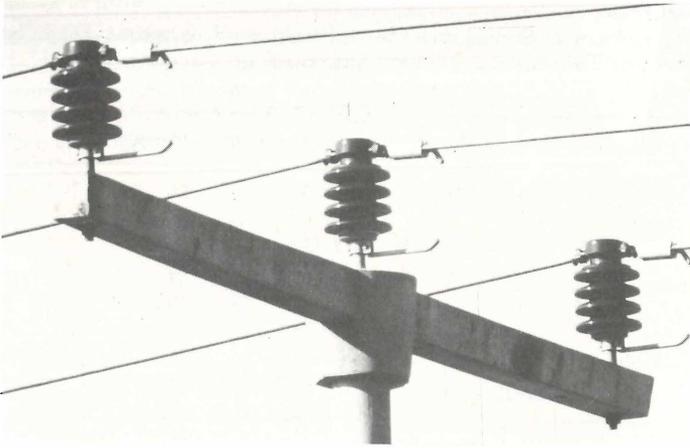


Abb. 12: Gefährlicher Spannbetonmast mit Schutzfunkenstrecken („Blitzhörner“), die sich als Sitzplätze anbieten und das Spektrum der betroffenen Arten bis hinunter zur Starengroße erweitern. Hier festgestellte Verluste: Rotmilane, Turmfalken, Elster, Misteldrossel, Staren. Bei Trochselfingen, 1979 (Foto: D. Haas).



Abb. 13: Rotmilan ad., umgekommen im April 78 bei Schwäbisch Hall an Abzweigmast mit Stützenisolator (Mitte oben). In der Lokalpresse veröffentlichtes Foto (Haller Tagblatt 25. 4. 1978; Foto: B. und H. Kunz).

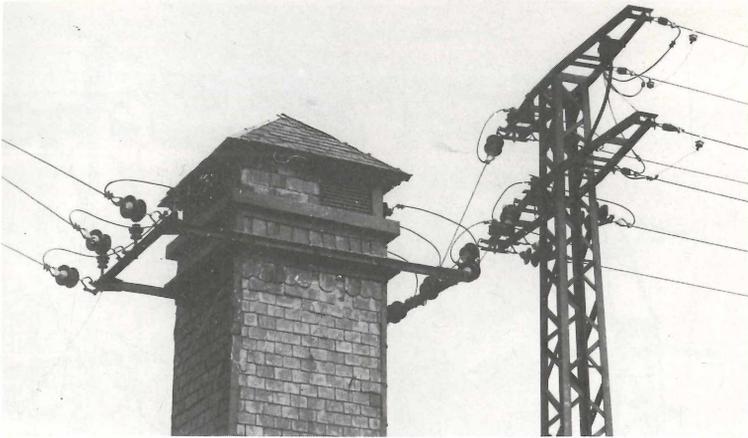


Abb. 14: Mast und Traföhäuschen bei Erkelenz. Viele kleine Stützenisolatoren, zahlreiche gefährliche Stellen für Vögel. Verluste 9.-11. 78: 5 Turmfalken, 2 Misteldrosseln, 1 Star (Foto: B. Bäumer).

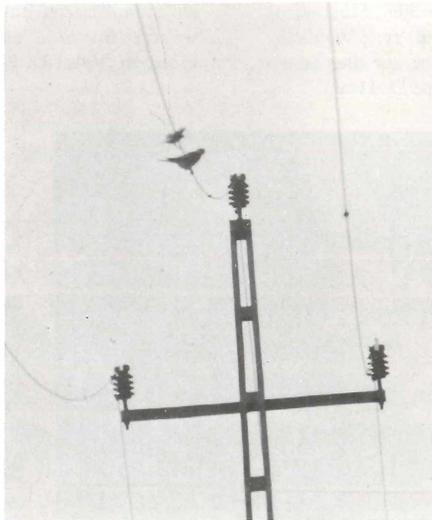


Abb. 15: Reihentragmast, Stahlkonstruktion mit Stützenisolatoren. An diesem Masttyp (bei Schlaitt) gesammelte Vögel: Rotmilan, Mäusebussard, Rabenkrähe, Turmfalke (Foto: D. Haas).

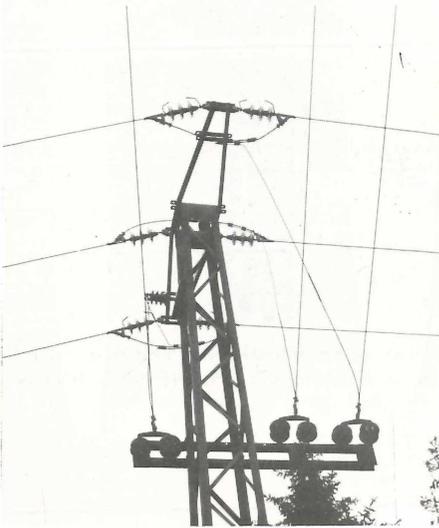


Abb. 16: Abzweigmast in einer Waldschneise bei Neufra (zu kurze Abspannisolatoren mit Schutzfunkenstrecken, Stützenisolator). Bei Kontrolle am 30. 6. 75: 4 Waldkäuze und ein Mäusebussard tot, auf allen Seiten des Mastfußes verteilt (Foto: D. Haas).

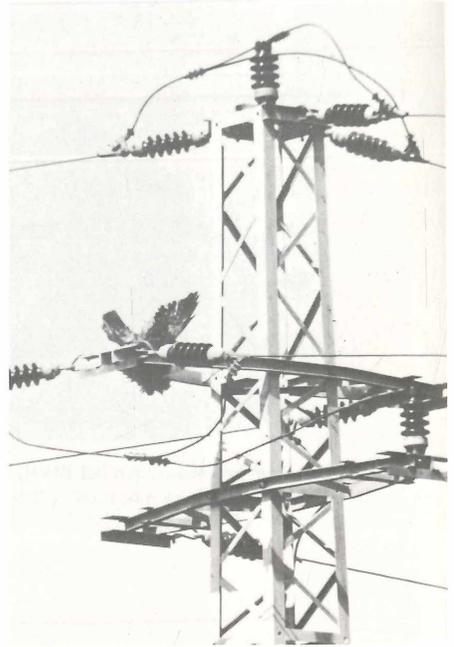


Abb. 17: Abzweigmast mit Abspann- und Stützenisolatoren. Bei Kontrolle im Mai 76 ein mumifizierter Bussard auf dem Mast, drei weitere Bussarde am Mastfuß. Schleswig-Holstein (Foto: D. Haas).

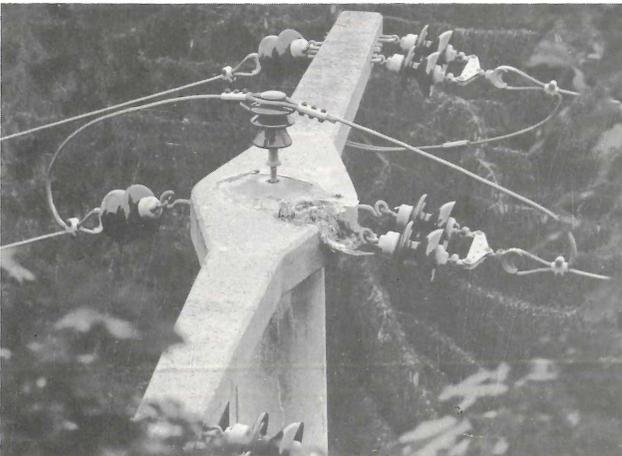


Abb. 18: Spannbetonmast mit individuellem Stützenisolator. Ein Waldkauz blieb an Ort seiner Exekution hängen (bewaldeter Hang in Naturschutzgebiet bei Sulz/N., September '74). Bei Kontrolle im Juni '79 ein weiterer Kauz hier und einer an gleich konstruiertem Nachbarmast (jeweils unter dem Mittelisolator liegend). Am 6. 7. 1980 lag wieder ein toter Waldkauz an derselben Stelle der Traverse (Foto: A. Haas).

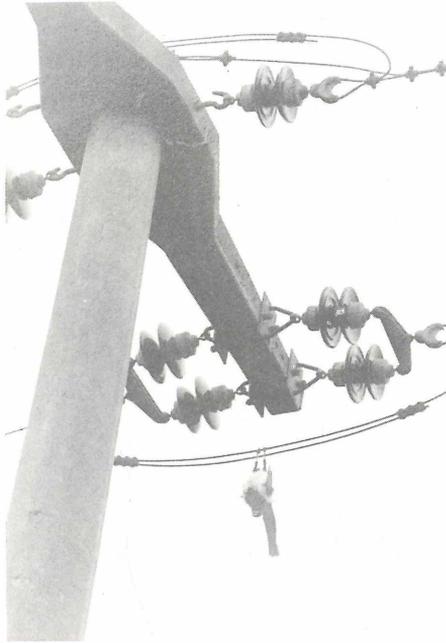


Abb. 19: Spannbetonmast, Leiterseil an Abspannisolatoren sehr nahe unter der Traverse durchgeführt. Am Ort ihrer Exekution hängengebliebene Elster (Foto: B. u. H. Kunz).

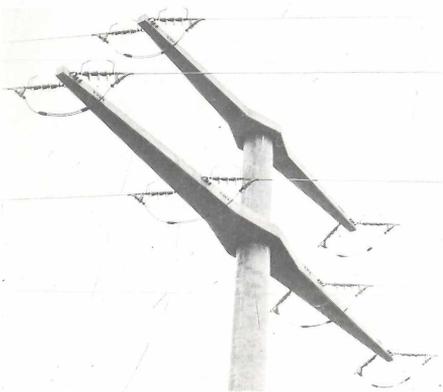


Abb. 20: Spannbetonmast mit zu kurzen Abspannisolatoren und Schutzfunkenstrecken bei Trochertelfingen. Der hier getötete Busard lag unter dem rechten Außenisolator (Foto: A. Haas).



Abb. 21: Dieser Uhu blieb am Ort seiner Exekution (unter einem Stützenisolator) hängen. (29. 4. 1975 bei Sigmaringen mindestens der vierte an diesem Mast getötete Uhu). Strommarken waren nur mit Mühe zu finden (Foto H. K. Blum).

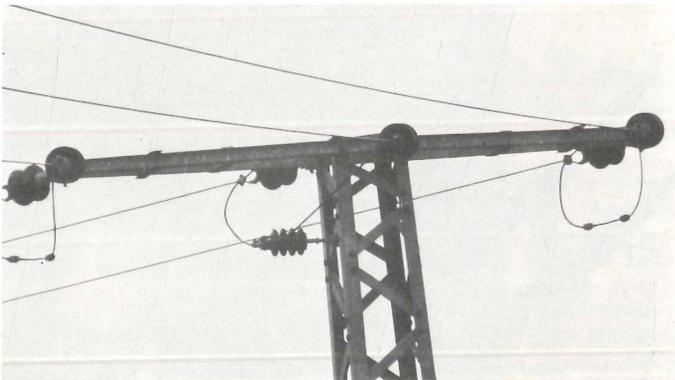


Abb. 22: Der in Abb. 21 gezeigte Mast nach Entschärfung (Verlagerung des mittleren Leiterseils nach unten) (Foto: D. Haas).



Abb. 23: Zwei Jahre alter, durch Stromeinwirkung verbrannter Uhu, am 9. 5. 1962 bei Wunkendorf (Kreis Lichtenfels) „unter Starkstromleitung tot gefunden“. Beringt wurde der Vogel am 21. 5. 1960 bei Schleiz, Thüringen, als Nestling (Foto: Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart).

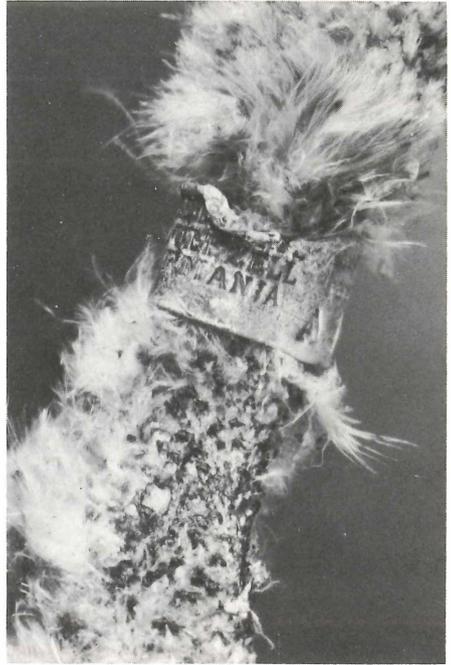


Abb. 24: Derselbe Uhu wie in Abb. 23. Selbst der Aluminiumring des Vogels schmolz (Foto: Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart).

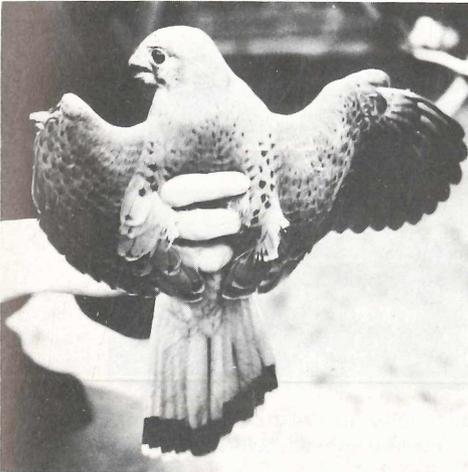


Abb. 25: Typische Verletzung nach Drahtanflug. Die zertrümmerte Hand mußte amputiert werden. Turmfalke ♂ ad. Vogelpflegestation Langen (Foto: G. Fiedler).

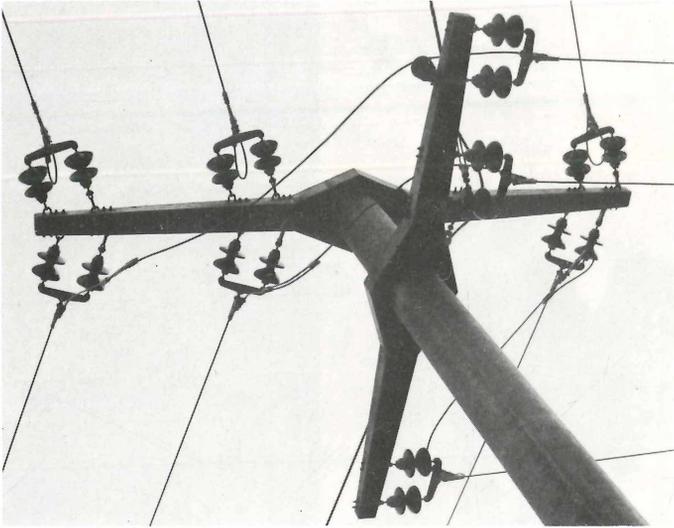


Abb. 26: Abzweigmast mit individuellem Stützisolator auf der unteren Traverse – damals einzige vogelgefährliche Struktur in weitem Umkreis am Stadtrand von Tübingen. Hier sammelte ich von Juli bis Oktober 1975 5 tote Haustauben und 4 Mäusebussarde. Die Bussarde versuchten vor ihrer Exekution, auf der Traverse liegende stromtote Tauben zu kröpfen (Foto: D. Haas).



Abb. 27: Derselbe Mast wie Abb. 26 nach Umbau (Einbau eines zusätzlichen Hängeisolators). Der Mast wurde damit vorbildlich entschärft (nach Publikation im „Schwäbischen Tagblatt“ am 30. 10. 1975; Foto: D. Haas).

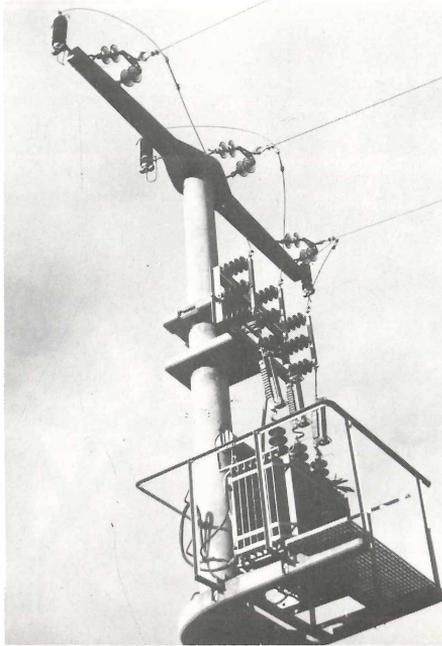


Abb. 28: Maststation (Spannbetonmast) mit Ventilableitern (Überspannungsableiter, ganz oben) und gefährlichen Schutzfunkenstrecken über dem Transformator. Eine tote Rabenkrähe liegt am Ort ihrer Exekution auf dem Transformatorendach (Foto: D. Haas).



Abb. 29: An Schutzfunkenstrecken auf dem Trafo einer Maststation getöteter Turmfalk, mit Fang am unteren Blitzhorn. Oben hängt noch ein versengter Federrest. Darunter lag ein zweiter Falk im gleichen Verwesungszustand. 25. 9. 77 bei Riederich (Foto: D. Haas).

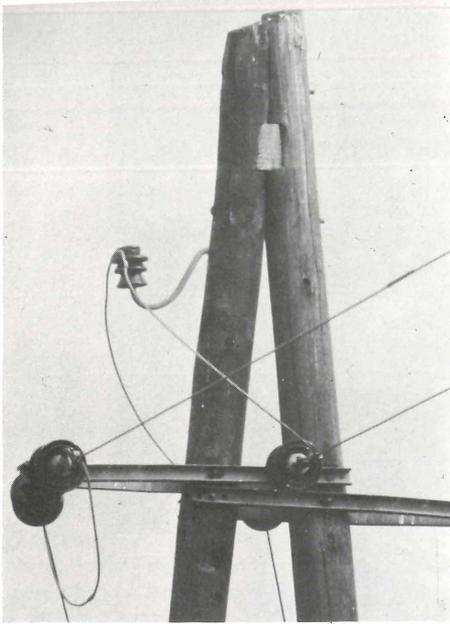


Abb. 30: An diesem Holzmast bei Wendlingen verbrannten am 9. 4. 77 zwei miteinander kämpfende männliche Mäusebussarde. Daneben tote Rabenkrähe. Zu enge Phasenabstände (Meldung A. Schopp; Foto: D. Haas).

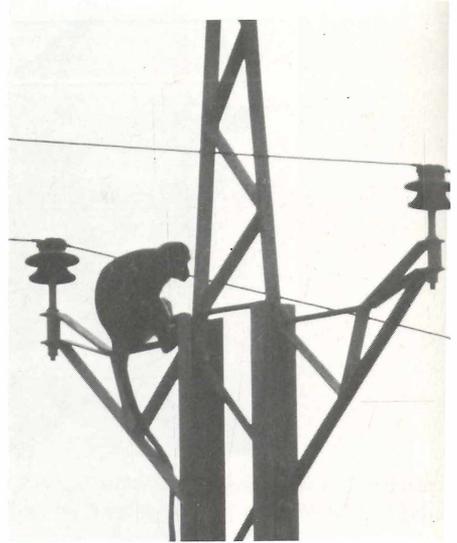


Abb. 31: Grüne Meerkatze *Cercopithecus aethiops*, die spielerisch einen hochgefährlichen Mast bestiegen hat, (wie das gelegentlich auch Kinder tun!). 6. 12. 75 Gambia (Foto: D. Haas).

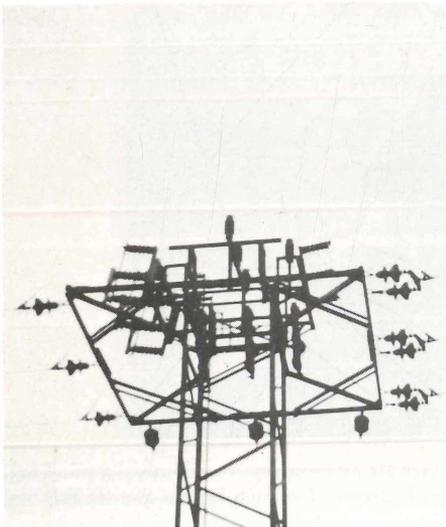


Abb. 32: Mast mit zahlreichen Schaltern und Stützenisolatoren, der viele Gefahrenpunkte für Vögel bietet. Bei Allendorf, im Sommer 75 hier 5 Mäusebussarde und zwei Rabenkrähen gesammelt (Foto: H. Schwarz).



Abb. 33: Fänge von durch Stromschlag an Metall-Abzweigmast mit Stützenisolator getötetem Mäusebussard ♂ ad., gefunden am 12. 4. 1976 bei Mägerkingen. Strom-Ein- und Austrittsstellen an Hinterkopf und Fußsohlen, versengtes Kleingefieder, u.a. Federn der „Hosen“ abgebrannt, Läufe aufgeplatzt (Foto: D. Haas).



Abb. 34: Am Ort des Stromschlags 20 Min. hängengebliebene Rabenkrähe. 6. 6. 76 Gilde an der Aller (Foto: H. v. Hinten).

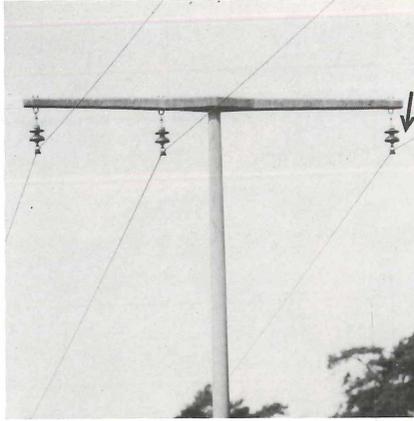


Abb. 35: Dazugehöriger Mast. Zu kurze Hängeisolatoren, die vom Vogel mühelos überbrückt werden konnten. Der Pfeil markiert die Stelle, an der die Krähe hing (Foto: H. v. Hinten).

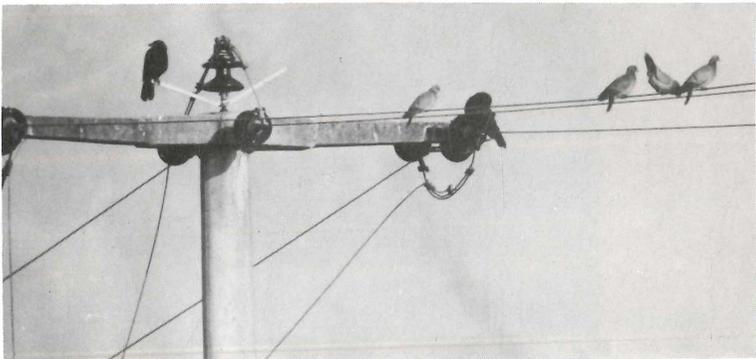


Abb. 36: 2 Krähen und 4 Hohltauben auf mit Vogelabweisern „entscharftem“ Mast (Methode nicht wirksam genug). 26. 7. 78 bei Tübingen-Entringen (Foto: D. Haas).

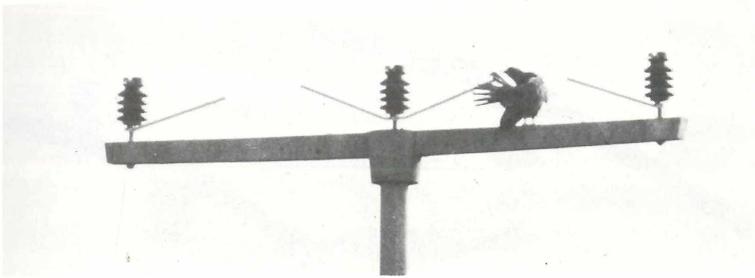


Abb. 37a

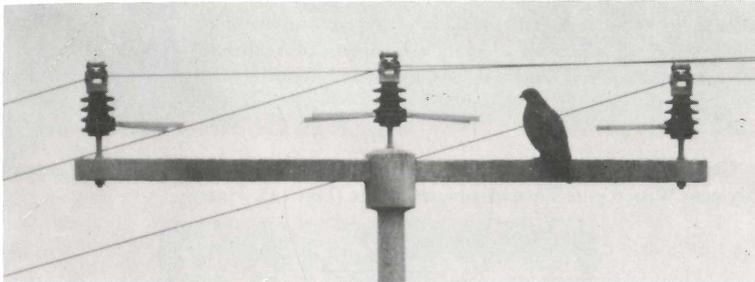


Abb. 37b

Abb. 37a, b: Mäusebussarde auf mit verschiedenen Vogelabweisern versehenen Masten (als Entschärfungsmethode ungenügend; Foto: D. Haas).

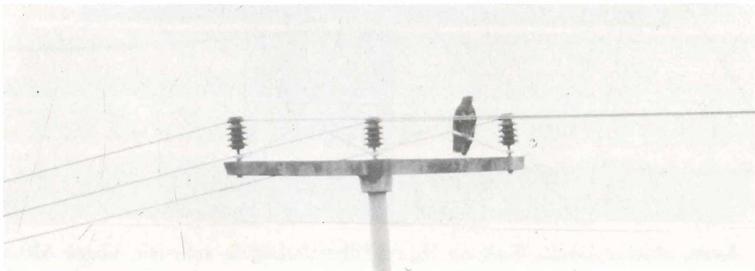


Abb. 38: Mäusebussard trocknet sein nasses Gefieder auf Vogelabweiser (Foto: D. Haas).

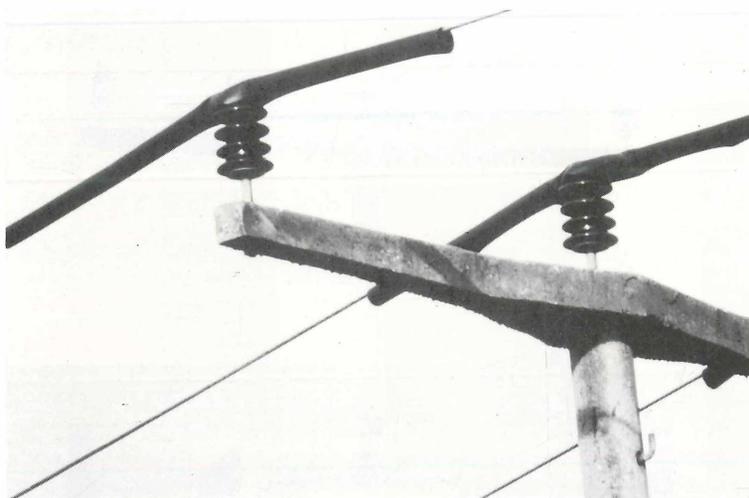


Abb. 39: Gefährlicher Spannbetonmast mit Isoliermanschetten auf mastnahen Leiterseilanteilen. Nach bisherigem Wissen gute Entschärfungsmethode (Foto: D. Haas).

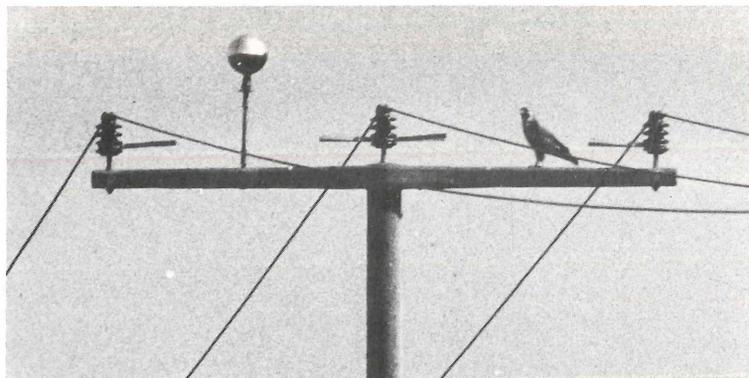


Abb. 40: Keine abschreckende Wirkung haben Silberglaskugeln auf viele Vögel. Mäusebussard, Altstadt-Lindheim/Hessen, 23. 5. 80. Zusätzlich ist der Mast mit Vogelabweisern versehen (nicht hinreichend sicher) (Foto: G. Fiedler).

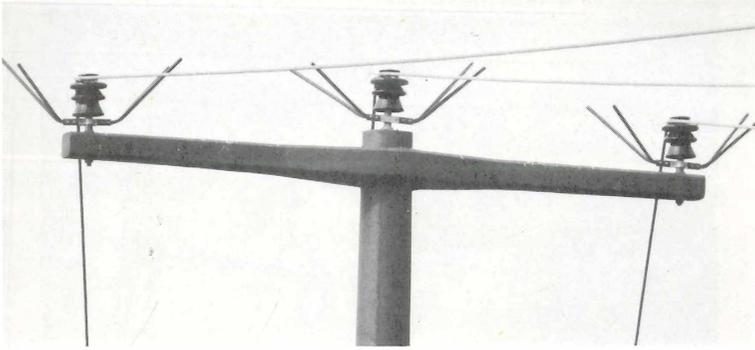


Abb. 41: Im März 1980 neu aufgestellter Mast der Tübinger Stadtwerke, mit grünem Isolieranstrich und Vogelabweisern versehen. Statt die für Großvögel unzureichenden Abweiser weiterzuentwickeln, sollten stattdessen die bewährten Abdeckhauben verwendet werden (Foto: D. Haas).

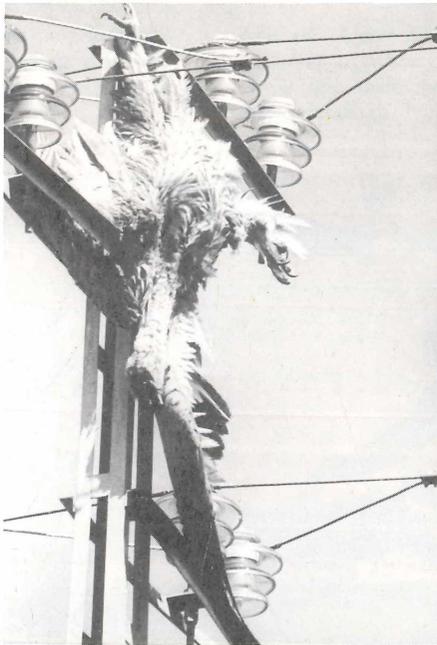


Abb. 42: Mittelspannungsmast mit Stützisolatoren, auf dem eines seiner zahlreichen Stromschlagopfer, ein Gänsegeier (*Gyps fulvus*) hängengeblieben ist. 6. 4. 1980, SE El Rocio, Südspanien (Foto: D. Lange).



Abb. 43: Die meisten Opfer fallen herunter, wie dieser verluterte Gänsegeier. 28. 4. 1978, gleiche Leitung wie Abb. 42 (Foto: D. Haas).



Abb. 44: Meine Mitarbeiter mit gesammeltem frischtotem Schwarzmilan und mumifiziertem Rotmilan, beides Altvögel. Im Hintergrund ein gefährlicher Mast mit Stützenisolatoren; Südspanien, 5. 1978 (Foto: D. Haas).

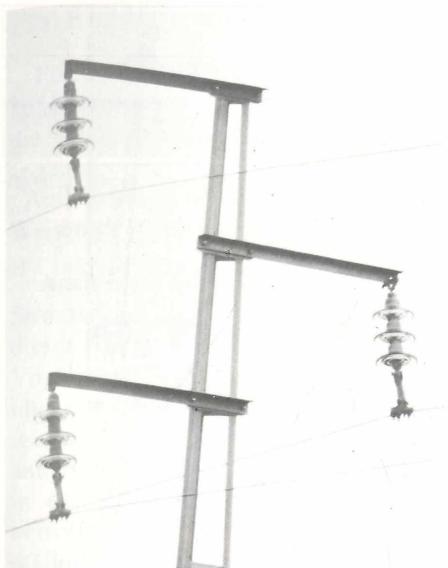


Abb. 45: Leitungsmast mit vogelfreundlicher Ausführung (große Hängeisolatoren, 5. 78 bei Cordoba, Spanien). Ungünstig ist jedoch die Mehrebenen-Anordnung der Leiterseile (Foto: D. Haas).

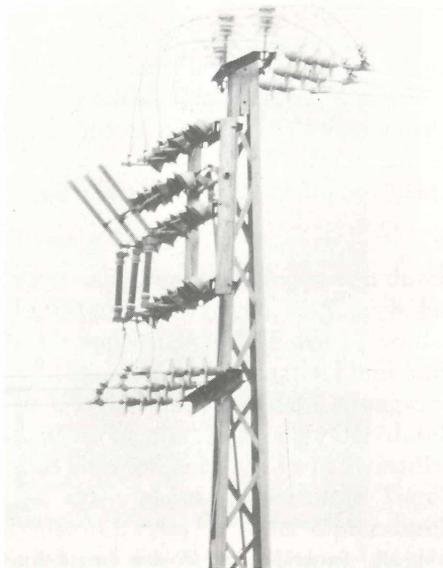


Abb. 46: Unter diesem Mast mit Stützenisolatoren lagen die Überreste eines drei- bis vierjährigen spanischen Kaiseradlers (*Aquila heliaca adalberti*; Foto: D. Haas).

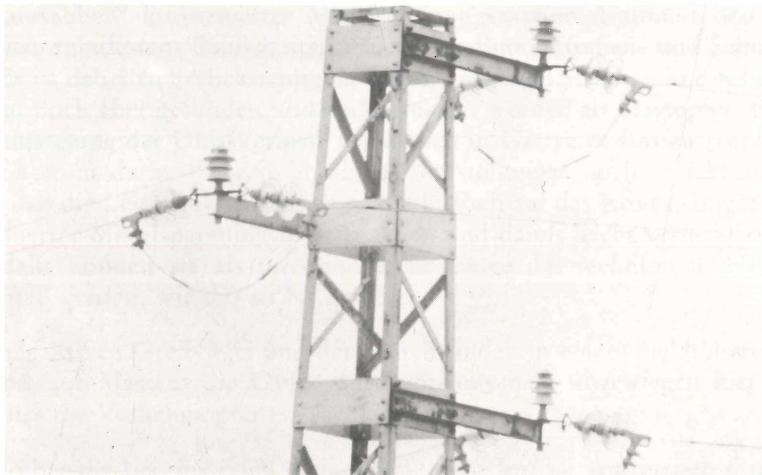


Abb. 47: Beispiel einer Umrüstung von Stützen auf Abspannisolatoren. Die noch stehenden Stützenisolatoren dürften hier einen zusätzlich günstigen Effekt als „Vogelabweiser“ haben. 5. 78 bei Sevilla. (Foto: D. Haas).

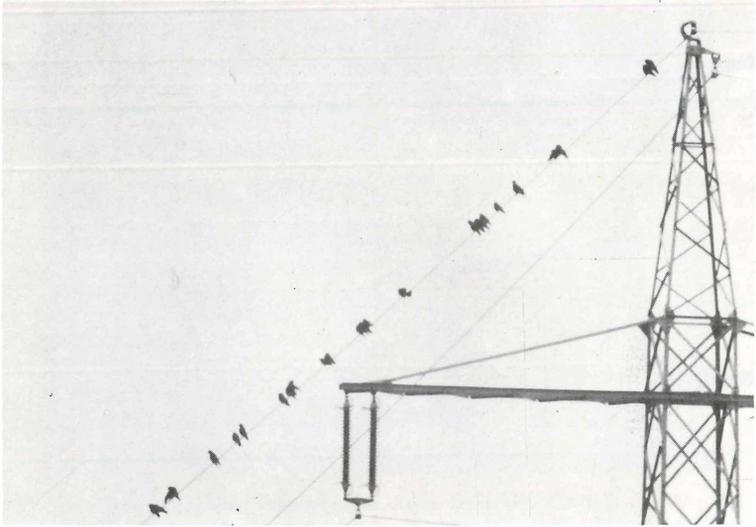


Abb. 48: Saatkrähen und Dohlen, die auf dem Erdungsseil einer Hochspannungsleitung rasten. Die unter Spannung stehenden Leiterseile werden wegen ihres starken elektrischen Feldes gemieden (Foto: D. Haas).

3.2 Einfluß auf die Bestände der einzelnen Arten

Für den Weißstorch führten erst Rückfragen bei den Findern beringter Vögel zu der Erkenntnis, daß der Bestand durch Stromschlag stark dezimiert, ja durch die somit erhöhte Mortalität akut gefährdet wird (s.S. 64–67). Vorher wurde angenommen, die hohen Leitungsverluste gingen vorherrschend auf das Konto „Anflug gegen Drähte“. Auch Schwarzstörche *Ciconia nigra* werden auf beide Weisen dezimiert.

Auch beim Uhu *Bubo bubo* liegen mir zahlreiche Fundmeldungen von durch Stromschlag getöteten Vögeln vor. Ringfundstatistiken zeigen, daß auch bei dieser Art Stromschlag-Verluste heute an erster Stelle stehen. Von den 44 bei der Vogelwarte Radolfzell von 1960 bis 1975 zurückgemeldeten beringten Uhus kam über ein Drittel durch Freileitungen um. Das Durchschnittsalter der Leitungsoffer lag gering, aber nicht signifikant über dem Durchschnittsalter der durch andere Ursachen gestorbenen Vögel. Es ist also keineswegs so wie beim Steinadler in den USA, bei dem vorwiegend „junge, noch nicht fluggewandte Tiere“ betroffen sind (1, 1975). Während beim Weißstorch etwa 16% der Opfer durch Anflug gegen Drähte den Tod fanden (s.S. 68) traf dies bei den Uhumeldungen nur in 2 Fällen zu; alle übrigen, nämlich 24, endeten durch Stromschlag. Der Uhu ist als Nachttier besonders stark durch Autos und Züge gefährdet (HAAS 1964). Doch meist überwiegen auch beim Uhu die Leitungsoffer, bei genaueren Aufschlüsselungen speziell die Mastopfer, die Verkehrsoffer (HAAS 1970, HERRLINGER 1973, OBST, STICH & WICKL 1977, ROCKENBAUCH 1978). Eine relativ geringe Zahl „unsauber“ konstruierter Mittelspannungsmasten dezimiert den Uhustand also mindestens ähnlich stark wie der gesamte Straßen- und Schienenverkehr. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß in der Regel Straßen- und Schienenopfer dazu noch eher gefunden und rückgemeldet werden als Mastopfer. Eine gute Aufschlüsselung der Uhu-Verluste findet sich in GLUTZ & BAUER (1980, 334 f.). Leider kommt darin – wie in ähnlichen Aufstellungen auch – nicht zum Ausdruck, daß die Leitungsverluste fast ausschließlich auf das Konto einiger schlecht konstruierter Mittelspannungsmasten gehen und damit leicht vermeidbar wären. Keinesfalls können sie als unvermeidliche Folge des technischen Fortschritts betrachtet werden, wie das so oft geschieht.

Die tagaktiven Greifvögel und der Storch finden in einem viel höheren Anteil den Tod auf Masten; die Opfer durch Stromschlag überwiegen hier um ein Vielfaches die Verkehrsoffer (s. auch Tab. 7).

Nur über die bei uns noch einigermaßen regelmäßig vertretenen Großvögel, nämlich Weißstorch und Uhu, liegt nunmehr umfangreiches Zahlenmaterial vor. Bei unseren ganz seltenen großen Adlern scheint das Verhältnis ähnlich zu sein. So ist mir der Fall eines durch Stromschlag verletzten Steinadlers bekannt, sowie

die Tötung von zwei Fischadlern *Pandion haliaetus* und einem Schelladler *Aquila clanga* (vor 1970, daher nicht in Tab. 1 aufgelistet).

Aus Israel wird von 2 getöteten Fischadlern berichtet; diese Art errichtet dort ihre Horste zum Teil auf Masten (SUARETZ, briefl.).

Aus der DDR liegen Untersuchungen beim Seeadler vor (GLUTZ, BAUER & BEZZEL 1971, S. 191/192). Dort wurden von 195 Funden des Seeadlers von 1946 bis 1965 in 151 Fällen die Todesursache ermittelt. Nur 4 wurden als „an Starkstromleitung verbrannt“ gemeldet. Das ist eine erfreulich geringe Anzahl. In der Bundesrepublik hat die Zahl der Leitungstopfer beim Weißstorch seit 1960 entscheidend zugenommen. Neueste Zahlen über die Seeadler wären daher von größtem Interesse, zumal aus der jüngsten Zeit auch aus der DDR zunehmend Stromschlagfälle gemeldet werden (ESCHER 1979, MÖCKEL & BERNHARDT 1978, HILPRECHT 1974). Von großem Interesse wäre auch die getrennte Aufschlüsselung der aus der BRD zurückgemeldeten DDR-Seeadler. In der DDR ist offenbar auch der Anteil der durch Stromschlag getöteten Uhus ebenfalls weit geringer als bei uns. So beschreibt ESCHER (1976 briefl.), daß von 20 Totfunden des Uhus in der DDR seit 1955 nur 4 an Freileitungen endeten. Das wäre ein erfreuliches Verhältnis und ein großer Gegensatz zur BRD (hier dreimal so viele Leitungstopfer). Im Material von ESCHER (1979) über im Kreis Rudolstadt (Thür.) berungte Uhus ist ab etwa 1968 ein steiler Anstieg der Leitungstopfer (soweit genauer angegeben als Mastopfer identifiziert) zu erkennen. Es sind jedoch auch Rückfundmeldungen aus der BRD und aus der CSSR mit dabei, die nicht extra gekennzeichnet sind. Die Angaben aus der DDR sind freilich für genaue Vergleiche noch zu spärlich und ungenau.

Über die erschreckenden Befunde bei Spanischen Kaiseradlern s. S. 45. Über die Situation in den USA informiert S. 136.

Bei mittelgroßen Greifvögeln sind die Verluste an den gefährlichen Masten von Mittelspannungsleitungen ganz erheblich. Zwar sind sie durch ihre geringere Größe pro Einzellandung auf gefährlichen Masten nicht so stark gefährdet wie etwa Storch und Uhu (bei deren Mastlandungen ein Stromschlag oft unvermeidlich ist), doch benutzen sie dafür sehr viel häufiger die Maste zum Aufbaumen. Lokale Häufungen von Todesfällen durch Stromschlag sind öfters beschrieben (HAAS 1975, MÖCKEL & BERNHARDT 1978, u. a.), jedoch nicht sehr häufig. Sehr viel bedeutsamer sind die „diffusen“, weit verteilten Verluste an den gefährlichen Masten, die offensichtlich auch den zuständigen EVU unbekannt sind (vgl. Abb. 11) und nur durch häufige, langfristige und großflächige Kontrollen nachgewiesen werden können. So überprüfte ich von September 1976 bis August 1980 durch 180 Kontrollen die Maststation von Abb. 28 in einem Wiesental bei Tübingen, die dort seit 1968 in Betrieb ist. Vorher hatte ich hier bei wenigen Besuchen in größeren Abständen nie Vögel oder Vogelreste gefunden. Im Unter-

suchungszeitraum sammelte ich folgende Vögel: 4 Mäusebussarde, 3 Rabenkrähen, 1 Elster und 2 Hohltauben *Columba oenas*. Von Grundstücksanrainern wurde 1975–76 zusätzlich registriert: 2 Mäusebussarde, 1 Rabenkrähe und 2 Elstern. Der Mast wurde sehr häufig abgeräumt. Als Beutemacher stellte ich hier folgende Tiere fest:

Fuchs, Hauskatze, Marder, Mäusebussard. Am Mastfuß ausgelegte Vögel waren bei der nächsten Kontrolle (nach durchschnittlich 4 Tagen) meist spurlos verschwunden. Der Mast wurde dem zuständigen EVU zeitig gemeldet, eine Entschärfung unterblieb bis heute offensichtlich wegen lokal fehlendem technischen know-how bei diesem Masttyp, während die angrenzenden Reihentragmasten mit (den heute nicht mehr empfehlenswerten) Vogelabweisern versehen wurden (Abb. 36–38). Der relative Anteil von Bussarden und Milanen an durch Stromschlag getöteten Vögeln scheint bundesweit mindestens ebenso hoch zu sein wie bei Storch und Uhu. Doch haben diese kleineren Arten in unserer Kulturlandschaft noch bessere Lebensbedingungen und können die starken Verluste z.T. eher ausgleichen (ROCKENBAUCH 1975). Bei den größten, auch durch andere Faktoren stark gefährdeten Arten, wirkt sich dagegen der Verlust jedes einzelnen Vogels sehr nachteilig auf den Bestand aus (THIELCKE 1975, SCHÜZ 1978). Dasselbe gilt für gefährdete kleinere Arten wie z.B. Schleiereule *Tyto alba* und Wanderfalke *Falco peregrinus*. Bei der Schleiereule liegt eine relativ hohe Zahl von Verlustmeldungen vor. Bei unseren Falken dürfte die Situation ähnlich sein. Mit Ausnahme von Gerfalke *Falco rusticolus* und Eleonorenfalke *Falco eleonora* beobachtete ich schon sämtliche europäische Falken auf Leitungen bzw. Masten. Turmfalken sind im Verhältnis zu ihrer geringen Körpergröße (Anhang S. 134) stark unter den Stromopfern vertreten. Die anderen Arten dürften nur aufgrund ihrer absoluten Seltenheit und ihrer relativ geringen Größe (und der damit verbundenen geringen Wahrscheinlichkeit von Totfunden) nicht in der Statistik (Tab. 1) vertreten sein. Es ist zu befürchten, daß der größere, bedrohte Wanderfalke ähnlich stark durch Stromschlag dezimiert wird wie der Turmfalke.

Unter den 14 beringten und zurückgemeldeten Wanderfalken von 1960–1975 befand sich eine Meldung mit der Angabe „tot unter Hochspannungsleitung“ und eine „tot neben Bahngleis“ (gegen Zug geflogen oder Stromschlag an Bahnmast?). Bei 8 Vögeln fehlten Angaben zur Todesursache (Wiederfundmeldungen der Vogelwarte Radolfzell).

3.3 Einfluß von Hoch- und Höchstspannungsleitungen

Sehr gerne rasten Großvögel, insbesondere auch Greifvögel, auf den Stahlgittermasten von Hoch- und Höchstspannungsleitungen, die mit 25–70 m wesentlich höher sind als die gefährlichen Mittelspannungsmasten (Abb. 3, 48, 73). Infolge des starken elektrischen Feldes werden die Leiterseile etwa ab 60 kV nicht

mehr als Sitzplätze benutzt, wohl aber die Traversen und Querstreben der Masten sowie das Erdungsseil, das über den Leiterseilen an der Spitze verläuft (vgl. Abb. 48). Auch an Hochspannungsmasten kommt es zu Verlusten. So hat KAISER (1970) Störungen an 110 kV-Leitungen durch Mäusebussarde beschrieben, die für die Vögel tödlich geendet haben dürften (Überbrückung der Isolation durch den Kotstrahl; 1,6 m lange Isolatoren!). Er hat Abhilfemaßnahmen beschrieben, die in diesem Falle auch sehr im Interesse der EVU liegen. Mir liegt zwar nur eine Meldung eines totgefundenen Bussardes unter einem Mast einer 110 kV-Leitung vor, doch dürfte das nicht repräsentativ sein, da Hochspannungsleitungen (im Gegensatz zu Mittelspannungsleitungen) nicht systematisch auf Vogelverluste abgesucht wurden. Trotzdem sind die Verluste an Hochspannungsmasten sicher um ein Vielfaches geringer. Doch sind saubere Konstruktionen auch hier wichtig, zumal Greifvögel in zunehmendem Maße Hochspannungsmasten als Nistplatz wählen. Ich selbst fand 1976 mehrere Horste des Adlerbussards *Buteo rufinus* auf Hochspannungsmasten in südalgerischen Steppengebieten. B.-U. MEYBURG (briefl. 1980) teilt mit: „Durch entsprechende Konstruktionen oder Aufsätze an den Masten können verschiedenen Greifvogelarten, darunter besonders auch solchen, denen nach Abtrieb der noch verbliebenen Althölzer immer mehr der Lebensraum entzogen wird, geeignete Brutmöglichkeiten geboten werden. So brüten in Mecklenburg bereits große Teile der Fischadler-Populationen auf Hochspannungsmasten. In Nordamerika hat man sehr gute Erfahrungen besonders mit Steinadler und Bussardarten gemacht. Sie konnten so Landschaften besiedeln, die für sie vorher nicht besiedelbar waren. . . . Hier liegt sicher ein großes Potential für sinnvolles Greifvogel-Management.“

In Südafrika wurde in der Lokalpresse über einen Adlerhorst auf einem Hochspannungsmasten berichtet, der absturzgefährdet war und vom Hubschrauber aus gesichert wurde, worauf der Jungadler ausflog. Dort horsten auch gerne Kappgeier *Gyps capensis* auf Masten und enden häufig durch Stromschlag. Auch auf der Baar nisten mangels anderer Möglichkeiten viele Greifvögel auf Hochspannungsmasten. Auf den Schutz dieser Vögel und ihrer Nester wird vom zuständigen EVU ganz besondere Rücksicht genommen (Kraftwerk Laufenburg, Schreiben v. 4. 1. 1980 an die VDEW für das Bundeswirtschaftsministerium).

3.4 Beobachtungen aus Südspanien

Auch in Spanien sind gefährlich konstruierte Mittelspannungsmasten weit verbreitet. Diese Tatsache und die Anregung durch BOROVICZENY veranlaßten mich zu einer Untersuchung während einer kurzen Studienreise. Die Abb. 42, 44, 46, 74 zeigen einige der für Großvögel gefährlichen Konstruktionen, die uns aufgefallen sind.

Als Untersuchungsgebiet wählten wir die Marismas de Hinojos im Mündungsdelta des Guadalquivirs, SE von El Rocio. Dieses Gebiet in seinem naturnahen Zustand beherbergt eine große Vielzahl von Greifvögeln. B. SCHÜRENBERG, A. KÖNIG und ich kontrollierten am 28. 4. und 2. 5. 78 stichprobenartig 40 gefährliche Masten. Das Untersuchungsgebiet liegt im Nationalparkgelände. Herrn Dr. J. CASTROVIEJO danken wir besonders herzlich für seine Unterstützung. An ihrem Fuße sammelten wir Reste von folgenden Vögeln: 4 Gänsegeier *Gyps fulvus*, 2 Kaiseradler, 1 Rotmilan *Milvus milvus*, 1 Schwarzmilan *Milvus migrans*, 2 Milane spec. ?, 2 Mäusebussarde, 1 mittelgroßer Greifvogel spec. ?, 1 Weißstorch, 2 Kolkraben *Corvus corax*. Größere Tiere hatten die meisten Vogelreste angefressen und die Skelett-Teile zerbissen. Man muß annehmen, daß auch hier die meisten der getöteten Vögel rasch durch Beutemacher verschleppt und verzehrt wurden. An derselben Leitung sammelten G. STEINBRÜCK und Mitarbeiter am 6. 4. 80: 6 Schwarzmilane, 1 Zwergadler *Hieraaetus pennatus*, 1 Adler Spec. ?, 1 Turmfalke und 3 Gänsegeier (Abb. 42). Im Biologischen Institut der Coto Donana wurden in den letzten Jahren 5 Kaiseradler, 2 Schlangennadler *Circaetus gallicus* und 2 Schwarzmilane frischtot abgeliefert als Zufallsfunde unter Leitungen. Ich habe dort 5 Bälge dieser Vögel untersucht. 4 davon (2 Schlangennadler, 2 Kaiseradler) wiesen typische „Strommarken“ auf – Verbrennungen, wie man sie bei Vögeln, die durch Stromschlag umkommen, meist findet (Abb. 33, 56, S. 46 und Tab. 6). MICHAEL ENRICH sammelte vom 7. bis 14. 11. 80 südöstlich von El Rocio an 342 Masten 87 tote Großvögel: 26 Störche, 6 Gänsegeier, 5 große Adler (spec.?), 3 Milane (spec.?), 2 Mäusebussards, 25 bussardgroße Greife (spec.?), 1 Reiher (spec.?), 9 Kolkraben, 9 krähengroße Vögel (spec.?). Die Zahlen sind in Tab. 1 noch nicht enthalten. Unsere Untersuchungen in Spanien hatten nur die Bedeutung von Stichproben. Schon dieses Ergebnis und die weite Verbreitung der gefährlichen Masten in diesem Lande läßt jedoch befürchten, daß die entsprechenden Großvögel Spaniens, besonders die großen Greifvögel, ähnlich stark durch Stromschlag gefährdet werden wie früher in den USA und heute noch in Deutschland. In Spanien sollten daher ähnliche Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Besonders vorrangig ist das im ökologisch sehr wertvollen Mündungsgebiet des Guadalquivir, hier auch ganz vordringlich zum Schutz des Spanischen Kaiseradlers, der offenbar ganz besonders stark durch Stromschlag dezimiert wird. Er ist der am meisten gefährdete Greifvogel Europas (MEYBURG 1978, GARZON-HEYDT 1973, 1975). Sehr wichtig sind weitere Materialsammlungen, wie die von BOROVICZENY (1978). Die neuesten Fundmeldungen aus Spanien sind mit in Tab. 1 aufgelistet und besonders gekennzeichnet. Bewohner um Torejon sammelten vor über 10 Jahren an einer Mittelspannungsleitung auf Gittermasten mit Stützenisolatoren, kurz nach deren Inbetriebnahme, immer wieder tote Gänsegeier und Mönchsgeier *Aegypius monachus* von den nahen Kolonien unter den Masten. Neuere Kontrollen wurden hier nicht durchgeführt (J. GARZON-HEYDT mündl.).

3.5 Anatomisch-pathologische Befunde bei unter Masten gefundenen Vögeln

Die durch Stromschlag getöteten Vögel weisen alle Übergänge von sehr leichten Verbrennungen, die bei äußerlicher Untersuchung ohne genaue Sachkenntnis oft nicht festzustellen sind, bis zu sehr schweren Verbrennungen mit tiefen thermischen Gewebenekrosen an Muskulatur und Knochen auf (Abb. 2, 21, 23, 24, 33, 55, 56).

Tab. 5 zeigt die Befunde von selbst untersuchten frischtoten Stromopfern. Die in den Meldungen über die Mastprotokolle geschilderten Fälle sehen ganz ähnlich aus. Meist werden nach genauer Suche thermische Verletzungen – oberflächliche Verbrennungen an Ein- und Austrittsstellen des Stromes („Strommarken“) festgestellt (Abb. 33, 56). Am häufigsten finden sich die Strommarken an Zehenunterseite, Flügeln oder Schnabel. Die Tötung erfolgt also in der Regel im Stehen, wenn die Flügel ausgebreitet werden, z.B. bei bettelnden Jungvögeln, beim Trocknen des Gefieders, Verteidigen der Beute, Drohverhalten, Kopulationen, Kampf, spielerische Untersuchung der Umgebung mit dem Schnabel, Pumpbewegungen der Flügel bei klappernden Störchen usw. Gelegentlich sind Alt- und Jungvögel gleichzeitig betroffen (Tötung bei der Futterübergabe, wie vor allem bei Krähen festgestellt). Gelegentlich wird behauptet, daß die Unfälle hauptsächlich beim Abstreichen und Landen passieren (BRAUN 1961), oder beim Wetzen des Schnabels am Leiterseil, während der Vogel auf dem Mast steht (KOSMOS 1923: 301). Sichtbeobachtungen unter Berücksichtigung der Strommarken (Abb. 33, 56), eigene Verhaltensstudien, sowie die Auswertung meines einschlägigen Fotomaterials sprechen allerdings für die ersterwähnten Vorgänge. An- und abfliegende Vögel vermeiden in der Regel geschickt einen Kontakt mit Drähten (Abb. 7). Oft haben die Opfer lehmverschmierte Füße (z.B. nach Nahrungssuche im nassen Feld u.a.) und nasses Gefieder, was die Stromschlaggefahr erheblich erhöht.

An inneren Verletzungen werden häufig Blutungen, Hämatome in Brust- und Bauchraum sowie im Gehirn festgestellt; sie sind durch den Absturz verursacht. Die äußerlich erkennbaren Unterschiede gegenüber Anflug-Fällen zeigt S. 133.

Durch Stromschlag verletzte, überlebende Vögel zeigen die verschiedensten Verletzungen, je nach Stromfluß im Einzelfall: von praktisch nicht feststellbaren Blessuren bis zu schwerer Versengung des Gefieders. Das entspricht den Befunden bei Elektrounfällen oder Verletzungen durch Blitzschlag beim Menschen, wo die verschiedensten Schadensbilder beschrieben werden. Es gibt hier Todesfälle bei äußerlich und bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung nicht feststellbaren Spuren (Tod durch Herz-Kreislauf-Stillstand) bis zu schwersten äußerlichen Verbrennungen bei Überleben des Patienten (KAROBATH et al. 1977, MOLL 1976). Bei Lähmungen nach Elektrounfall, auch bei ausgedehnten Ausfällen, z. B.

Tabelle 5: Äußerliche Befunde von frischtot untersuchten Stromschlagopfern (n = 39; nur an Masten gesammelte Vögel) in Zusammenhang mit der Art der Fundmasten.

Vogelart	Masttyp (s. Tab. I, II) (Anzahl der Vögel)	Strommarken an								
		Zehen- unterseite	Flügel- bug	Schwung- federn	Schwanz- federn	Schnabel	Ellbogen	stark verseng- tes Gefieder	aufgeplatzte Haut	keine Strommar- ken festgestellt
Mäuse- bussard (14)	1. a) (6)	4	3	1						2
	1. c) (2)	2		2				2	2	
	1. b) (1)	1								
	5. a)* (2)	2				2			2	
	5. b) (1)**	1					1		1	
	6. a) (4)	3	3							1***
Rotmilan (1)	1. a) (1)***	1	1							
Schwarz- milan (1)	3. b) (1)	1	1							
Turmfalke (1)	1. a)*** (1)	1		1	1			1	1	
Uhu (2)	1. a) (1)									1
	2. b) (1) (s. Abb. 21)	1	1							
Storch (2)	1. a) (1)									1
	12. (1)	1		1						
Hohltaube (1)	6. a) (1)	1								
Haustaube (1)	5. a) (1)	1								
Kollkrabe (1)	1. a) (1)	1				1				
Raben- krähe (8)	1. a) (5)	4	1	1						
	2. b) (1)	1								
	5. b) (1)	1			1				1	
	6. a) (1)	1		1						
Elster (3)	1. a) (1)	1		1						
	1. a)*** (1)	1		1						
Mistel- drossel (1)	1. a)*** (1)	1		1				1		
Wacholder- drossel (1)	1. a)*** (2)	1		1					1	

* bei Kröpfers. einer auf der Traverse liegenden, durch Stromschlag
getöteten Taube umgekommen, an Mast Abb. 26
Vogel s. Abb. 33, zusätzlich Strommarke am Hinterkopf

*** Zehenseite mit nassem Lehm verschmiert
mit „Blitzhörnern“ (s. Abb. 12)

Querschnittslähmungen, sollte grundsätzlich abgewartet und das verletzte Tier nicht vorschnell getötet werden (s. S. 75). Zumindest beim Menschen sind solche Lähmungen stets reversibel; sie bilden sich nach Stunden, Tagen, gelegentlich auch erst nach bis zu 3 Monaten zurück (8, 1976).

Beim Menschen tritt nach einem Elektrounfall häufig eine kurzdauernde Bewußtlosigkeit ein, die spontan reversibel ist und keine Residuen hinterläßt (MOLL 1976). Bei Vögeln ist der Sturz vom Mast mit Todesfolge in solchen Fällen meist unvermeidlich.

3.6. Allgemeine Schäden durch Tierunfälle an Strommasten

Vor allem Landwirte ärgern sich immer wieder, wenn auf ihren Ländereien die gefiederten Mäusejäger wie z. B. der Bussard in großer Zahl dem Stromtod zum Opfer fallen. Es sind weitgehend geschützte Vogelarten, die betroffen sind, und der Schaden ist nicht unerheblich. Wenn ich mit gesammelten Greifvögeln durch die Wiesen gehe, ist die Reaktion bei Spaziergängern nach einigen Worten der Aufklärung stets gleich: Empörung. Es kann kein Zweifel bestehen, daß das Eintreten für die ausschließliche Verwendung „sauberer“ Konstruktionen im Sinne des öffentlichen Interesses ist – zumal diese „sauberen“ Alternativkonstruktionen an vielen Orten bei manchen EVU schon ausschließlich Verwendung finden.

Durch Stromschlag getötete Vögel können auch wie brennende Fackeln vom Himmel fallen und dann sogar durch Auslösung von Bränden ganz erhebliche wirtschaftliche Schäden verursachen. Entsprechende Sichtbeobachtungen sind naturgemäß extrem selten. Die Registrierung eines solchen Falles aus Spanien ist im Anhang wiedergegeben (S. 136).

Abb. 31 zeigt eine Grüne Meerkatze *Cercopithecus aethiops*, die aus Neugierde einen gefährlich konstruierten Mittelspannungsmast bestiegen hatte. Sie ließ sich vom Berühren der Drähte wohl nur durch meine Anwesenheit abbringen. Zweifellos hätte sie sowohl an der elektrischen Anlage (Lichtbogen, Schmelzstelle oder gar Durchschmelzen eines Leiterseiles oder Isolatorschaden) als auch in der Umgebung (Auslösen einer Brandkatastrophe) großen Schaden anrichten können. In heißen südlichen Regionen können sich solche Konstruktionen besonders negativ auswirken, da hier sowohl technische Ausfälle als auch vor allem Brandkatastrophen besonders hart treffen. Auch in Deutschland können Kurz- oder Erdschlüsse verursachende Tiere erhebliche wirtschaftliche Schäden verursachen (Abb. 2). BRAUN berichtet 1961 u. a. von einem durch Erdschluß durchgebrannten Seil einer Bundesbahnfahrleitung (Verursacher: eine Krähe).

Solche und ähnliche Schadensfälle dürften mit ausschlaggebend sein, daß ein Großteil unserer EVU heute schon aus technischen Gründen auf die Neuaufrichtung der für die Vögel gefährlichsten Strukturen verzichtet (techn. Sachverständiger mündl.). So gibt es auch unter deutschen Firmen überzeugte Anhänger des Hängeisolators (z. B. EVS, EAM u. a.). Auch im benachbarten Ausland, z. B. in Frankreich und Italien, werden fast ausschließlich Hängeisolatoren verwendet. In dem greifvogelreichen Spanien herrschen leider andere Verhältnisse.

3.7 Das Abräumen stromtoter Vögel durch Raubtiere

Die Aussage von EVU, daß selten oder nie tote Vögel unter Leitungen gefunden werden, ist durchaus erklärbar. Viele Faktoren erschweren das Auffinden von Opfern (PAULOWEIT 1978). Die Abräumquote ist für die Mastopfer nach meinen Ermittlungen etwa ähnlich hoch wie bei Drahtopfern. Doch besteht ein wesentlicher Unterschied zu den Befunden von HEIJNIS (S. 115) an durch Anflug getöteten Vögeln. Große Vögel werden oft häufiger abgeräumt als kleine Vögel. Legt man z. B. neben eine frisch durch Stromschlag getötete Krähe einen toten Sperling, so ist bei der nächsten Kontrolle oft die Krähe verschwunden, der Sperling noch da. Auch fällt das häufige vollständige Verschwinden von schon in Verwesung befindlichen, ja selbst von bereits mumifizierten Vögeln auf. So waren in Verwesung befindliche Vögel, die ich liegen ließ, um später das Skelett zu sammeln, bei den Kontrollen in der Regel verschwunden. In drei Fällen fand ich dann zufällig die zerbissenen mumifizierten Vögel in 20 bis 100 m Entfernung. Diese Unterschiede dürften auf das Überwiegen aassressender Tiere (Fuchs, Marder, Hund usw.), die die Maste oft systematisch absuchen, zurückzuführen sein, während bei den durch Anflug getöteten Vögeln (im offenen Gelände des Untersuchungsgebietes von HEIJNIS) tagaktive Vögel als „Abräumer“ überwiegen, die kleinere Beute bevorzugen. An Wegen ist ein Abräumen der Opfer durch Spaziergänger häufig; die Vögel landen dann beim Präparator (A. FÖRSTEL briefl.).

3.8 Reaktionen der EVU auf Verlustmeldungen

Zunächst ein typisches Beispiel aus meinem Untersuchungsgebiet bei Wellendingen RW. 1955 wurde hier eine 20 kV Mittelspannungsfreileitung auf 9 vogelgefährlichen Betonmasten (mit Stützenisolatoren) am Rand eines flachen Wiesentals errichtet. M. SCHÖN entdeckte unter diesen Masten im Frühjahr 1975, also nachdem die Leitung schon 20 Jahre unter Spannung stand, zufällig Reste von Großvögeln. Am 8. 5. 75 sammelten wir an den 9 gefährlichen Masten Kadaver und Skelette folgender Vögel: 1 Milan, 6 Mäusebussarde, 1 mittelgroßer Greif, 16 Rabenkrähen, 7 Elstern und 1 Waldkauz, z. T. von Beutegreifern zerbissen. In

den 20 Jahren vor dieser Entdeckung hatte bei dem zuständigen EVU angeblich niemand wegen der Leitung protestiert. Doch nach einer Publikation dieser Verhältnisse in den lokalen Tageszeitungen wurde das zuständige EVU aktiv und es bemühte sich um eine Lösung. Die Traversen der gefährlichen Betonmasten wurden mit einer isolierenden Gießharzschicht bestrichen. Bei einer erneuten Kontrolle am 29. 9. 75 fand SCHÖN aber doch wieder Vögel 2 frisch getötete Rabenkrähen, was unverzüglich weitergemeldet wurde. Darauf wurde die erprobte Methode als nutzlos fallengelassen. Bei einer oberflächlichen Kontrolle stellte ich am 9. 2. 80 folgendes fest: von den insgesamt 9 gefährlichen Masten wurden lediglich 6 weiter mit Vogelschutzmaßnahmen versehen: 2 mit Silberglaskugeln (davon ein Mast mit 2 Kugeln, einer mit einer Kugel, Abb. 40), 2 mit isolierenden Gummimanschetten in Isolatornähe um die Leiterseile (Abb. 39). Die drei Masten am Dorfrand von Wilflingen wurden offensichtlich gar nicht isoliert, da an ihnen bei den Anfangskontrollen nichts gefunden wurde (hohe Abräumquote durch Hunde, Raubwild u. a.). An drei Masten fand ich wieder tote Vögel: 2 Elstern an einem mit Gießharz bestrichenen Mast, einen Mäusebussard unter einem mit Silberglaskugeln versehenen Mast und einen Mäusebussard, von Raubtieren zerbissen, unter einem nicht isolierten Mast am Dorfrand von Wilflingen. Dieser Befund ist, angesichts der hohen Abräumquote im Gebiet durch Fuchs u. a., weiterhin erschreckend. Nur bei einer wirksamen Entschärfung aller Masten wäre es nicht mehr zu Verlusten gekommen. Typisch ist, daß sich das zuständige EVU nach Publikation in der Presse sofort zu Entschärfungsmaßnahmen entschloß, während private Proteste oft nichts bewirken. Auf eine „Benachrichtigung der EVU durch die einzelnen Naturschutzbehörden“ zu hoffen, wie die OBAG (Schreiben der OBAG vom 7. 1. 80 an die VDEW und das Bundeswirtschaftsministerium), ist völlig illusorisch. Zur Feststellung der Verluste haben diese Behörden (im Gegensatz zu den EVU) längst nicht genügend Personal. Werden die Verluste jedoch, meist durch Zufall publik so sind die durchgeführten Entschärfungsmaßnahmen aus mangelndem technischen know-how jedoch durchaus nicht immer wirksam und kostengünstig.

3.9 Wirksame Entschärfungsmaßnahmen für gefährliche Strommasten

Für Vögel gefährlich konstruierte Maste können auf verschiedene Art vogelsicher gemacht werden. Eine sehr wirksame Methode ist der Umbau der Masten, z.B. durch Entfernen von Stützenisolatoren und Umleiten der Stromseile über Hänge- oder Abspannisolatoren o.ä. (Abb. 21, 22, 26, 27, 47, 60), oder durch Entfernen der Stützenisolatoren auf Maststationen, die als Ventilableiter dienen. PETRY (1974) empfiehlt, die Ventilableiter durch Schutzfunkenstrecken mit Vogelschutzeinrichtungen zu ersetzen, wie das z.B. in Frankreich, Belgien, Großbritannien, Italien und in osteuropäischen Ländern geschieht. So lassen sich

Vogelunfälle und damit Netzstörungen vermeiden. Eine weitere, einfache und wirksame Entschärfungsmethode besteht im Entfernen der Schutzfunkenstrecken (oft praktiziert bei Strukturen wie Abb. 12 u. 29). Sehr wirksame Entschärfungsmethoden sind auch die Verlängerung von zu kurzen Abspannisolatoren und vor allem die Isolierung der Leiterseile an Reihentragmasten mit Vorrichtungen der Fa. Elsic oder mit ähnlichen Strukturen (s.S. 83 u. Abb. 39, 61, 69).

3.10 Wenig wirksame Entschärfungsmaßnahmen

Eine Bestreichung der Traversen mit Gießharz und sog. Vogelabweiser haben sich nicht bewährt (Abb. 36–38). Nach anfänglich guten Erfahrungen meiner Arbeitsgruppe hatte die EVS von 1977–1979 die stattliche Zahl von 2120 Vogelabweisern an ihrem Mittelspannungsnetz montiert und damit einen großen Teil ihrer insgesamt 5 000 gefährlichen Masten mit Stützenisolatoren versehen. Da von der EVS während dieser Zeit bei neuen Leitungen grundsätzlich nur Hängeisolatoren verwendet wurden, hat sich im EVS-Bereich die Gesamtsituation inzwischen stark gebessert. Doch auch an Masten mit Vogelabweisern sind wieder Verluste aufgetreten, z.B. ein Jungbussard bei Tübingen. K. RÖGELEIN (briefl.) fand innerhalb von 14 Tagen unter einem mit Abweisern versehenen Masten 2 Bussarde und eine Krähe (s. Ergänzung Seite 57).

Ich habe das Verhalten von Vögeln auf so gesicherten Masten untersucht. Bussarde und Milane setzen sich in der Regel zwischen die Abweiser auf die Traverse und sind meist auf diese Weise gut geschützt (Abb. 37a, b); durchaus aber nicht immer. Manche Mäusebussarde setzen sich auf den Abweiser selbst. Der Bussard in Abb. 38 jagte frühmorgens in den taunassen Wiesen von den Masten aus und landete dann stets auf einem Abweiser, auf dem er mit gespreizten Flügeln und Stoß sein nasses Gefieder trocknete. Turmfalken, Krähen und Elstern setzen sich sehr häufig auf die Spitzen der Abweiser. Die relativ schwachen Abweiser sind dadurch nach 2 Jahren z.T. schon erheblich verbogen, einige verdreht oder gar schon ganz heruntergefallen. Da auch schon Storchverluste an so „gesicherten“ Masten festgestellt wurden, ist die Methode nicht als hinreichend sicher zu betrachten (s. auch S. 90–93).

Auch die immer noch verwendeten Silbergglaskugeln (Abb. 40, 54) können nicht mehr als Entschärfungsmethode gelten. So fand R. G. LÖSEKRUG im Landkreis Göttingen an zwei mit Glaskugeln „entschärften“ Masten bei 2 wöchentlichen Kontrollen innerhalb des Jahres 1978 1 Uhu, 1 Schleiereule, 9 Mäusebussarde, 1 Elster, 11 Krähen und 2 Stare *Sturnus vulgaris*. Der Uhu lag direkt unter der Kugel (Landungsversuch auf der Kugel?). Es handelt sich um Masten mit vielen Schaltern, Stützenisolatoren usw., die Vögeln zahlreiche Stromschlagmöglichkeiten bieten (Abb. 32). Solche doch höchst unsinnigen Kon-

struktionen sollten überall umgehend durch „sauber“ konstruierte Masten ersetzt werden.

Besonders auf nacht- und dämmerungsaktive Eulen, aber auch auf Bussarde, Habichte u. a. dürften Silberglasskugeln ohnehin nicht wirken; auch andere Vögel gewöhnen sich offensichtlich rasch daran.

Allgemein gilt: Alle Lösungsmöglichkeiten, die Vögeln unterschiedlichster Größe ein sicheres Landen auf den Masten ermöglichen, sind den Methoden vorzuziehen, die vom Landen abschrecken sollen. Besonders in nahrungsökologisch wertvollen und baumarmen Gebieten gewöhnen sich Greifvögel rasch an technische Veränderungen und versuchen dann stets weiterhin, die Masten als Sitzplätze zu benutzen. Die nahrungsökologisch günstigen Gebiete können von Jahr zu Jahr sehr verschieden sein, z. B. in Abhängigkeit von Feldmausvorkommen, Feldbestellung usw. Grundsätzlich kann die Frage der Entschärfung nicht von den Ornithologen gelöst werden, es können von hier nur Anregungen kommen. Entwicklung und hinreichende Veröffentlichung der Maßnahmen muß von elektrotechnischer Seite aus geschehen. So entwickelte das Edison-Institut in den USA für alle dort verbreiteten, für Großvögel gefährliche Mastkonstruktionen, sichere und kostengünstige Entschärfungsmethoden und zeigte Alternativkonstruktionen auf. In einer umfangreichen Dokumentation, die auf Anforderung kostenlos weltweit verbreitet wird, sind diese Maßnahmen aufgeführt (1, 1975). Leider ist diese Studie auf die gefährlichen Masten bei uns kaum anwendbar. So relativ sichere Strommasten wie die amerikanischen (es sind meist Holzmasten mit Stützenisolatoren), die fast nur die großen Adler gefährden, spielen bei uns kaum eine Rolle. Das betroffene Artenspektrum ist bei uns sehr viel größer. Zur Lösung der deutschen Probleme sind andere technische Entschärfungsmaßnahmen und ein ganz anderes Management erforderlich. So genügten in den USA zunächst regionale Maßnahmen, um die Lage für die großen Adler ganz entscheidend zu verbessern (s. Anhang S. 136). In Deutschland dagegen hat sich im gleichen Zeitraum die Situation noch laufend verschlechtert. Erst in einem Bundesland und bei einer Art, beim Weißstorch in Schleswig-Holstein, zeigte sich im Jahr 1979 erstmals eine Trendwende im Absinken der Stromschlagopfer, nach vorausgehendem steilen Anstieg bis 1978 (vgl. Abb. 58., 59).

Von einzelnen EVU wurde schon viel zur Entschärfung von gefährlichen Konstruktionen getan. Solange aber von anderen EVU dieselben Einrichtungen ungeschützt neu aufgestellt werden, wird sich die zur Zeit völlig unerträgliche Situation nicht wesentlich ändern können. Auch wird z. Zt. noch viel mit unzureichenden Methoden experimentiert. So bauen die Stadtwerke Tübingen gerade eine Mittelspannungsleitung mit Stützenisolatoren auf Betonmasten der Fa. Betonschleuderwerke AG. Die grünen Masten sind mit einer Isolierschicht

überzogen, an den Isolatoren sind Vogelabweiser. Ob diese Konstruktionen entsprechend vogelsicher sind, ist nach den Erfahrungen mit Vogelabweisern und früherer Isolierung der Traversen fraglich. Vor der Aufstellung sollten solche Konstruktionen im Modell, mit zahmen Bussarden und Uhus unter realistischen Bedingungen auf ihre Zuverlässigkeit geprüft werden (z. B. nasse Masten, Vögel mit nassem Gefieder fliegen an und ab, kröpfen und kämpfen auf der Traverse). Es sollten hier ruhig einige Vögel – im Interesse von zahllosen wildlebenden Artgenossen – geopfert werden. Ein weiteres Experimentieren im seitherigen Stil (die EVU probieren getrennt ihre eigenen Methoden, kaum etwas wird veröffentlicht) ist nicht mehr zu vertreten. Das Vorgehen im einzelnen ist freilich Sache der Elektrotechniker. Es müssen aber endlich „Nägel mit Köpfen“ gemacht werden, im Sinne des fachlich sehr entwickelten Vorgehens in den USA.

3.11 Zukunftsweisende Entschärfungsmöglichkeiten

Die Industrie bietet neuerdings für den Nieder- und Mittelspannungsbereich Freileitungskabel, also völlig isolierte Leiterseile an, die ohne Isolatoren direkt an den Masten befestigt werden können. Solche Konstruktionen schließen Tötung durch Stromschlag aus. Die Phasenabstände könnten hier sehr klein sein. Bei Einebenenordnung wäre auch die Gefahr des Anfluges geringer. Auf eine weite Verbreitung ist zu hoffen.

Knapp die Hälfte aller Elektrizitätsleitungen der BRD (419 000 von insgesamt 901 000 km) sind heute bereits verkabelt und unterirdisch verlegt trotz der ganz erheblichen Mehrkosten. Das liegt vornehmlich an der Verstädterung des Landes (MÜLLER-HÄSELER 1979). Für die Zukunft lassen neue Techniken auf eine Entwicklung zugunsten der Verkabelung hoffen (12, 1980).

Die Mehrkosten beim Bau einer Mittelspannungsfreileitung mit Hängeisolatoren gegenüber der extrem vogelfeindlichen Bauweise auf Stützenisolatoren beziffern die Pfalzwerke AG mit 10–13 %. Neben den Mehrkosten einer Hängekette müssen die Masten länger und die Fundamente größer werden. Verschwiegen wird dabei, daß bei Ausführung mit Hängeisolatoren der Mastenabstand größer sein kann, also Masten eingespart werden. Erwähnt wird auch nicht der hier vermutlich höhere Materialverschleiß und Energieverlust bei der Ausführung mit Stützenisolatoren (durch Leiterseil- und Isolatoren Schäden infolge der Vogelexecutionen). Hier sollten die „überzeugten Anhänger des Hängeisolators“, vor allem aus dem Ausland, zu Wort kommen.

Eine Verlängerung der Stützenisolatoren als Vogelschutzmaßnahme wurde oft praktiziert und auch vom RWE als solche angeführt (Schreiben des RWE vom 21. 1. 1980 an die VDEW für das Bundeswirtschaftsministerium). Das durch Stromschlag betroffene Artenspektrum wird mit zunehmender Isola-

torengöße kleiner, doch auch bei den größten derzeit im Mittelspannungsbereich verwendeten Stützenisolatoren treten noch Verluste an sehr großflügeligen Arten ein, auf deren Schutz es gerade ankommt (Abb. 50, 51). Bei allen Konstruktionen ist stets die Größe der betroffenen Mastenbenützer mit zu berücksichtigen (Anhang S. 134). Störche und Fischadler beispielsweise können auf dem Zug oder als umherstreichende, meist immat. Vögel, in Deutschland grundsätzlich überall auftauchen.

3.12 Notwendige Schritte zur Reduzierung des Stromschlagproblems

Die von Seiten des Natur- und Umweltschutzes erhobenen Forderungen sind im Anhang auf S. 131 dargestellt. Darüber hinaus wurde immer wieder gefordert, daß einschlägige Vogelschutzprobleme auch bei der Ingenieur- und Fachkräfteinweisung entsprechend berücksichtigt werden. Die Resolution wurde damals sämtlichen bundesdeutschen EVU zugänglich gemacht. Die Reaktionen darauf waren zwar durchaus „wohlwollend“, das Problem wurde aber oft stark heruntergespielt und alternative Lösungsvorschläge angeboten (s. Anhang S. 140), die, wie sich inzwischen erwiesen hat, durchaus nicht genügen. So hat sich trotz der seit über 6 Jahren etwa gleichlautenden Appelle der VDEW (S. 141) die Situation nicht gebessert. Selbst beim Weißstorch erhöht sich der Anteil der Stromschlagopfer noch laufend. Das ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß bis heute noch die vogelgefährlichsten Strukturen neu aufgestellt werden.

Nach unseren Erfahrungen ist an allen der gefährlichsten Strukturen überall mit Vogelverlusten zu rechnen. Sollten sie irgendwo noch ungeschützt neu aufgestellt werden, so sollte das sofort in der Tagespresse veröffentlicht sowie dem DBV weitergemeldet werden. Ebenso sollte verfahren werden, wenn Stellen, an denen Verluste festgestellt wurden, nicht – wie oft zugesichert – (vgl. Anhang S. 140) entschärft werden. Dies ist eine Angelegenheit, die die breite Öffentlichkeit angeht.

Die VDEW, die die Wiedereinführung eines Vogelschutzparagraphen immer noch nicht befürwortet, sollte hier endlich einige wichtige Fragen beantworten, die sie im Schriftverkehr bisher ignorierte: Sie spricht sich für Vogelschutzmaßnahmen „in berechtigten Fällen“ aus. Warum hält man, im Gegensatz zu sämtlichen informierten Ornithologen, die Neuaufstellung der gefährlichsten Mastkonstruktionen in manchen Fällen noch für gerechtfertigt? Wieso tritt man nicht wenigstens im Hinblick auf Neukonstruktionen für die ausschließliche Verwendung der vogelfreundlichen Alternativkonstruktionen, die für alle gefährlichen Masten schon existieren, ein? Ist die VDEW personell in der Lage, Verlustmeldungen mit den betreffenden EVU so zu verarbeiten, daß eine Lösung erreicht wird, ohne unzumutbaren Zeitaufwand für die zuständigen Finder oder Vermitt-

ler? Da noch kein zumutbares und praktikables Verfahren entwickelt wurde, sind die meisten Stellen, an denen die in Tab. 1 aufgelisteten Verluste entstanden, noch nicht entschärft.

Eine weitere Beschränkung auf das „Gesundbeten“ der gegenwärtigen Situation wäre völlig unverantwortbar. Es könnten dann eindeutig erkannte katastrophale Entwicklungen nicht mehr gestoppt werden.

Wichtig ist die Führung einer laufenden Todesursachenstatistik für unsere Großvögel, wie das bei Storch und Uhu schon weitgehend geschieht. Bestimmte Trendänderungen sollten frühzeitig analysiert und publiziert werden und zu entsprechenden Konsequenzen führen. Nur so lassen sich gefährliche Entwicklungen rechtzeitig erkennen und stoppen. Sehr wichtig ist in diesem Zusammenhang die Beringung der häufigen Arten, bei denen dann auch Statistiken (mit Rückfragen zu jeder Rückmeldung) geführt werden sollten. So können diese noch häufigen Vögel (Mäusebussard, Turmfalke, Waldkauz) als genügend „empfindliche“ Indikatoren dienen, die Unterlagen für umweltpolitische Entscheidungen abgeben. Nach meinen Gesprächen mit zuständigen Ornithologen scheitern solche Vorhaben vor allem an Personal- und Geldmangel der Vogelwarten. Hier könnte die Elektrizitätswirtschaft als Finanzier ihre umweltfreundliche Haltung überzeugender dokumentieren als mit aufwendigen Werbekampagnen, die weit höhere Ausgaben verursachen.

Das Stromschlagproblem und seine verschleppte Abwicklung bindet z.Zt. noch unverhältnismäßig viel Kapazität und Finanzen des Vogelschutzes sowie unbezahlte Freizeit von ehrenamtlichen Mitarbeitern. Die technischen Probleme sind einfach genug, um zügig und konsequent abgewickelt werden zu können.

Literatur

- BAIRLEIN, F., & G. ZINK (1979): Der Bestand des Weißstorchs (*Ciconia ciconia*) in Südwestdeutschland: eine Analyse der Bestandsentwicklung. J. Orn. 120: 1–11. – BAUER, K. M., & U. N. GLUTZ VON BLOTZHEIM (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd 1. Gaviiformes – Phoenicopteriformes. Bd. 9 Columbiformes – Piciformes. Akademische Verlagsgesellschaft Frankfurt am Main.
- BERNDT, R. (1974): Großvogelverluste an Elektroleitungen. Vortrag gehalten am 6. 11. 1974 auf der Arbeitstagung DS-IRV Leer. S. Anhang S. 130. – BERNDT, R., & J. MEINER (1974): Anwendung und Rückkehr eines freigelassenen jungen Uhus (*Bubo bubo*) über eine Entfernung von 56 km. Vogelwarte 27: 292–293. – GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N., K. M. BAUER & E. BEZZEL (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 4: Falconiformes. Akademische Verlagsgesellschaft Frankfurt am Main. – BÖLZING, G. (1969): Greifvogelschutz bei der Stromversorgung. Schutz gegen Vogelstörungen im Bereich der BV Dillenburg. Jahrb. Deutscher Falkenorden. – BIJLEVELD, M. F. I. J., & P. GOELDIN (1976): Electrocutation d'un couple de Buses *Buteo buteo* à Jongny (VD). Oiseaux 33: 280–281. – BOROVICZENY, I. v. (1978): Encuesta sobre Mortalidad en Aves causada por Tenidos Electricos. Boletín-Circular 56: 15–16. – DERS. (1978): Postes que matan (Masten, die töten). Trofeo 10: 70. – BRAUN, R. (1961): Tiere als Schadenstifter. Maschinenschaden 34: 41–46. – BUB, H. (1952): Über Vogelverluste an südrussischen Telegrafenerleitungen. Columba 4:

22. - ESCHER, H. (1979): Der Uhu im Kreis Rudolstadt und seine Verluste in den letzten hundert Jahren. Rudolstadter Heimathefte 25: 157-160, 199-202, 224-226. - GARZON HEYDT, G. (1973): Contribucion al Estudio del Status, Alimentacion y Proteccion de las Falconiformes en Espana Central. Ardeola 19: 279-330. - Ders. (1975): Birds of Prey in Spain, the present Situation. World Conference Birds Prey, Wien 1975: 159-170. - GOEBEL, H. (1869): Der Telegraph als Feind der Zugvögel. J. Orn. 17: 194. - HAAS, D. (1975): Elektrische Stühle für Großvögel. Vögel 7, H. 4: 17-19. - Ders. (1975): Uhus enden auf dem „Elektrischen Stuhl“. Tier 1975, Nr. 10: 45-47, 55. - Ders. (1976): Vogelotod an Stromleitungs masten. Orn. Mitt. 28: 87. - HAAS, G. (1970): Naturschutzprobleme in Oberschwaben. Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 38: 245-250. - Ders. (1970): Zur Wiedereinbürgerung des Uhus (*Bubo bubo*) in Baden-Württemberg. Jh. Ges. Naturkde. Württemberg, 125, 1970: 265-275. - HAAS, W. (1964): Verluste von Vögeln und Säugern auf Autostraßen. Orn. Mitt. 16: 245-250. - HÄHNLE, H. (1913): Elektrizität und Vogelschutz. Auszug aus einem Vortrag, gehalten auf dem III. Deutschen Vogelschutztag in Hamburg 1913. Verlag: Bund für Vogelschutz. - HEIJNIS, R.: Vogels onderweg... Duizenden vogels slachtoffer hoogspanningsdraden. 160 S. (Kann zum Preis von 28,- DM vom Autor bezogen werden: Rene Heijnis, Wilhelminastraat 13, Koog a/d Zaan (Zaanstad), Niederlande). - Ders. (1977): Vogelotod an Hochspannungsleitungen. Vögel Heimat 47: 113-114. - HERRLINGER, E. (1973): Die Wiedereinbürgerung des Uhus *Bubo bubo* in der Bundesrepublik Deutschland. Bonner Zool. Monographien. 4. - HILPRECHT, A. (1974): Vogeltragödien I. Eine Zusammenstellung nach Ringfundmeldungen. Falke 21: 294-297. - KAISER, G. (1970): Der Mäusebussard als Ursache der einpoligen Freileitungsfehler in 110 kV Hochspannungsnetzen. Elektro-techn. Zeitschr. Ausgabe A. Wiss. Zentralbl. Elektrotechnik. 91: 313-317. - Ders. (1970): Der Mäusebussard als Ursache der einpoligen Freileitungsüberschläge in 110 kV Netzen. Bedeutung dieser Störungen für den Betrieb und Maßnahmen zu ihrer Verhütung. Maschinenschaden 43: 153-156. - KAROBATH, H. et. al. (1977): Zur Frage der Todesursache beim Blitzunfall. Münchner Med. Wochenschr. 119: 29. - KÖNIG, C. (1980): Europas Greifvögel sind bedroht. Vögel 12, H. 2: 6-11. - LEHMANN, G. (1961): Hochspannungsleitungen als Tierfallen. Naturschutzarbeit 3: 56-58. - Ders. (1968): Zur Verhinderung von Störungen an Hochspannungsleitungen durch Eichhörnchen und Vögel. Orn. Mitt. 20: 257-258. - MEYBURG, B.-U. (1980): Status, Bedrohung und Schutz der Greifvögel (Falconiformes) in Westspanien. Angew. Orn. 6: 13-31. - MÖCKEL, R., & K.-H. BERNHARDT (1978): 10 kV Freileitungen - eine Todesfalle für Greifvögel. Falke 6: 210. - MOLL, H. (1976): Elektrounfall. Deutsches Ärzteblatt 73: 3099. - MÜLLER-HAESELER, W. (1979): Wie sicher ist unsere Stromversorgung? Die Bundesrepublik hat das engmaschigste Leitungsnetz. Frankfurter Allgemeine Zeitung 27. 1. 1979, S. 15. - NICKERSON, P. R. (1970): Raptor Electrocutations. Wildlife Soc. Bull. 3: 79-81. - OBST, J., A. STICH & K. H. WICKL (1977): Todesfälle und Todesursachen beim Uhu (*Bubo bubo*) in Bayern. Garmischer Vogelkundl. Ber. 3: 24-29. - PAULOWEIT, E. (1978): Untersuchungen über die Verluste von Vögeln durch Drahtanflug und Stromschlag. Zulassungsarbeit, Hannover. - PETRY, H. (1974): Schutzfunkenschecken zur Begrenzung von Überspannungen in Mittelspannungsnetzen. Elektrizitätswirtschaft 73: 64-66. - ROCKENBAUCH, D. (1975): Zwölfjährige Untersuchungen zur Ökologie des Mäusebussards (*Buteo buteo*) auf der Schwäbischen Alb. J. Orn. 116: 39-54. - Ders. (1978): Untergang und Wiederkehr des Uhus *Bubo bubo* in Baden-Württemberg. Anz. orn. Ges. Bayern 17: 293-328. - SCHÜZ, E.: Rettet den Weißstorch. Stark erweiterter Sonderdruck aus „Natur und Mensch“ (Schweizerische Blätter für Natur- und Heimatschutz, 20, 5/6, 1978, S. 213-224). Schaffhausen 1979. Flugblattserie II-Nr. 15-1979. - SCHWEISHEIMER, W. (1977): Die Gefährdung von Adlern durch elektrische Leitungen geht stark zurück. Vogelpost 27: 18. - SCOTT, R. E., L. J. ROBERTS & C. J. CADBURY (1972): Bird Deaths from Powerlines at Dungeness. Brit. Birds. 65: 273-285. - SOJKA, K. (1975): Freiland-Stromleitungen und Vogelschutz. Rechtsfragen und Verantwortlichkeiten. Gutachten v. 18. 11. 1975. - STAHLCKER, D. W. (1978): Effect of a new Transmission Line on Wintering Prairie Raptors. Condor 80: 444-446. - THIELCKE, G. (1969): Der Bestand der Greifvogelarten in der Bundesrepublik Deutschland und die Ursachen ihres Rückgangs. Ber.

Intern. Rat Vogelschutz 9: 22-30. – Ders. (1975): Das Schicksal der Greifvögel in der Bundesrepublik Deutschland. Eine Dokumentation. Vogelkundl. Bibl. 1, Kilda-Verlag. – VIERTTEL, K.-H. (1965): Silberglaskugel als Schutzmaßnahme gegen den Verbrennungstod von Greifvögeln auf Hochspannungsmasten. *Emberiza* 1: 41-43. – WÜST, W. (1970): Die Brutvögel Mitteleuropas. Bayer. Schulbuch-Verlag.

Anonyme Quellen

(1) Suggested Practices for Raptor Protection on Powerlines. A report prepared in the public interest. Juni 1975. (Copies can be obtained from: Raptor Research Foundation, Inc. Department of Zoology – 167 WIBD Brigham Young University, Provo, Utah 84601 USA). – (2) Vogelmord durch Überlandzentralen! *Kosmos* 1923: 112. – (3) Vogelmord durch Überlandzentralen! *Kosmos* 1923: 168. – (4) Die Starkstromleitungen und der Vogelschutz. *Kosmos* 1923: 300-303. – (5) (pda) Schutz der Adler vor Hochspannungstod – Tierschutz und Industrie arbeiten Hand in Hand. *Vögel Heimat* 1977: 119. – (6) Untersuchungen zum Stromtod bei Vögeln. Institut für Wildbiologie und Jagdkunde der Universität Göttingen. Jahresber. 1977: 43-45. – (7) Schäden in elektrischen Anlagen durch Tiere. *Maschinenschaden* 43, 1970: 156 f. – (8) Der Blitzunfall. *Münchener med. Wochenschrift* 118, 1976: 517. – (9) Freileitung oder Kabel? Eine Information zum Thema Übertragung elektrischer Energie. VDEW. – (10) Elektrischer Strom vom Kraftwerk in jedes Haus. 44 S. Herausgegeben von der Badenwerk AG, der Energie-Versorgung Schwaben AG und der Neckarwerke Elektrizitätsversorgungs-AG. – (11) Strom unter Spannung. Stimmen zu aktuellen Themen der Elektrizitätsversorgung. Herausgegeben von der VDEW e.V. Juli 1978. – (12) Signale aus Palo Alto. Die internationalen Konzerne der Elektroindustrie blockieren ein energiesparendes Kabel, obwohl das Forschungsministerium bereit ist, es zu fördern. *Spiegel*, Nr. 14, 1980: 87-95. – (13) Verständnis für den Vogelschutz. *NW Kontakt, Zeitschr. Mitarbeiter Neckarwerke* Nr. 4, 1980: 5.

Ergänzung nach Redaktionsschluß (zu Abschnitt 3.10, S. 51):

R. HOLLER sammelte 1979/80 an 104 ungeschützten Masten mit Stützisolatoren und an 31 Masten mit waagrechten Vogelabweisern 59 tote Vögel: davon an ungesicherten Masten 44 Vögel, an den Masten mit Vogelabweisern 15 Vögel. Bei den ungesicherten Masten trat etwa die gleiche Verlustquote auf; derartige Abweiser sind also wirkungslos.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ökologie der Vögel. Verhalten Konstitution Umwelt](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [Supp_2](#)

Autor(en)/Author(s): Haas Dieter

Artikel/Article: [Gefährdung unserer Großvögel durch Stromschlag - eine Dokumentation 7-57](#)