

Leitungsbau und Landschaftsformen; allgemeine Fragen der Umweltverträglichkeit, Trassenwahl, Bündelung, Landschaftsbild usw.

(Hermann Berndt)

Wie Sie dem vorangegangenen Referat entnehmen konnten, ist es bei der Übertragung elektrischer Energie nicht nur aus wirtschaftlichen, sondern auch aus technischen Gründen weiterhin notwendig, Freileitungen einzusetzen. Insbesondere gilt dies für die Versorgung geographisch größerer Räume. Die Leitungsvermaschungen sind hier im Vergleich zu Städten viel geringer; somit läßt sich die im Interesse der Versorgungssicherheit notwendige hohe Verfügbarkeit nur mit Hilfe von Freileitungen erzielen. (Abb. 1)

Wenn wir nun aber auf Freileitungen zurückgreifen müssen, so stellt sich die Frage nach deren Gestaltung. Einerseits müssen Konstruktionen gewählt werden, die allen technischen Erfordernissen entsprechen; andererseits sollen sich diese Konstruktionen auch so in die Landschaft einzufügen lassen, daß die damit verbundene optische Störung noch im Rahmen des Zumutbaren bleibt.

Derartige Überlegungen setzen zunächst voraus, daß etwas Klarheit über Maste und alle ihre Variationsmöglichkeiten geschaffen wird; Maste sind schließlich das Hauptelement jeder Freileitung - sie stehen zur Diskussion, sooft dieses Thema behandelt wird.

Geschichtlich gesehen begann die Stromübertragung mit der Holzmastleitung. Holzmaste eignen sich zum Aufbau von Niederspannungsversorgungen (also 380/220 Volt) aber auch als tragendes Element für einfache Mittelspannungsfreileitungen bis etwa 30.000 Volt. Die Mastabstände schwanken in diesem Bereich zwischen 60 und 120 m; die Mastlängen über Erdbodenoberkante zwischen 10 und 14 m.

Natürlich ist es grundsätzlich möglich, Holz auch für Maste höherer Spannungsebenen zu verwenden - doch bleiben dies Ausnahmen bzw. Provisorien.

Dem Holzmast sind Grenzen gesetzt:

- durch seine Länge, die max. etwa 16 m beträgt und
- durch seine Beanspruchungsmöglichkeit; sie bleibt auf kleinere Seilquerschnitte und niedrige Seilzugspannungen beschränkt

Im Zuge der Bemühungen, Maste mit größerer Baulänge und auch für höhere Beanspruchungen zu schaffen, wurden dann

- Betonmaste
- Stahlrohrmaste und schließlich
- Stahlgittermaste

entwickelt. (Abb. 2)

Betonmaste und Stahlrohrmaste fanden breitere Anwendung bisher nur im Bereich der Mittelspannung. Diese Maste tragen meist auch nur ein Drehstromsystem; sie sind in der Regel bis zu 20 m lang und erlauben Spannweiten von 150 bis zu etwa 200 m.

Ein Nachteil dieser schlanken Masten ist ihre Empfindlichkeit gegenüber jeder horizontalen Verdrehung. Sie sind damit besonders stör anfällig gegenüber Beanspruchungen, die vom normalen Betriebszustand abweichen. Aber auch beim Bau derartiger Leitungen gibt es Probleme. Die meist in einer Länge gefertigten Maste bereiten mitunter erhebliche Transportschwierigkeiten - Betonmaste sind darüber hinaus auch noch sehr schwer. Der Transport schwerer Lasten im Gelände kann bei schlechter Witterung aber zu erheblichen Flurschäden führen.

Alle diese Nachteile entfallen, wenn Stahlgittermaste Verwendung finden. Es sind dies verschraubte Stahlkonstruktionen, die für alle Längen und Beanspruchungen dimensioniert werden können. Normale, handelsübliche Walzprofile bilden das Basismaterial. Falls erforderlich, sind im Gelände Transporte von Einzelteilen und auch die komplette Montage der Maste vor Ort möglich. Stahlgittermaste eignen sich für Freileitungen aller Spannungsebenen; Transportprobleme oder form- bzw. materialbedingte Nachteile entfallen.

Grundsätzlich werden im Leitungsbau zwei Masttypen benötigt (Abb. 3):

- der Tragmast und
- der (Winkel) Abspannmast

Tragmaste tragen der Seile d.h. das Seilgewicht als Vertikallast. Als Horizontallast nehmen sie lediglich den Winddruck auf. Erkennbar sind Tragmaste an ihren lotrecht hängenden Isolatorenketten.

Abspannmaste dienen zum Abspannen der Seile. Dies ist notwendig an beiden Enden einer Leitung, aber auch an allen Winkelpunkten einer Leitungstrasse. Erkennbar sind Abspannmaste an den waagrecht angeordneten Isolatorenketten.

Jedes Abspannen von Seilen löst dauernde Zugbeanspruchung aus. Daraus ergibt sich unmittelbar, daß Abspannmaste wesentlich stärker beansprucht werden. Dementsprechend sind Abspannmaste in der Regel 3 bis 4 mal schwerer als Tragmaste; sie wirken auch viel massiver.

Kritik geübt wird in erster Linie an der Masthöhe. "Höher als Kirchtürme" heißt es oft in Veröffentlichungen der Presse.

Somit stellt sich die Frage, nach allen die Bauhöhe einer Freileitung bestimmenden Faktoren. Dies sei an dem Beispiel eines 110-kV-Mastes erläutert - und damit für eine Spannungsebene, die heute zur Basis unserer Überland-Verteilungsnetze geworden ist.

Der stufenweise Aufbau des Mastes geht aus Abb. 4 hervor. Dazu wird folgende Erläuterung gegeben:

Der Bodenabstand von Seilen darf im freien, landwirtschaftlich genutzten Gelände 6 m nicht unterschreiten.

Im ebenem Gelände liegt der tiefste Seilpunkt in Spannfeldmitte. Da der Seildurchhang temperaturabhängig ist, muß bei der Ermittlung des Bodenabstandes stets die maximale Betriebstemperatur der Seile zugrunde gelegt werden. Gefordert wird ein Bodenabstand von mindestens 6 m. Dabei wird vorausgesetzt, daß die im Leitungsbereich eingesetzten landwirtschaftlichen Fahrzeuge nicht höher als 3 m sind; weitere 3 m bleiben dann noch für den erforderlichen Mindest-Sicherheitsabstand zu den stromführenden Seilen.

Sind Straßen zu kreuzen, so ist von mindestens 4 m Fahrzeughöhe auszugehen; dementsprechend vergrößert sich der notwendige Mindestbodenabstand. Dazu kommt wieder ein Sicherheitsabstand von 3 m; gesamt ergeben sich damit bei Straßenkreuzungen Mindest-Bodenabstände von 7 m. Allgemein gilt also, daß das höchste zu kreuzende Objekt immer noch mit einem Mindest-Sicherheitsabstand vom 3 m überkreuzt werden muß.

Der Seildurchhang ist von der Spannfeldweite, dem Seilmaterial, der gewählten Zugspannung und dem Seilquerschnitt abhängig. Grundsätzlich gilt:

Je größer die Spannfeldweite, desto größer der Durchhang; je stärker der Seilquerschnitt, desto kleiner der Durchhang. Die Einflußnahme vom Seilmaterial und Zugspannung auf den Durchhang ist demgegenüber nur begrenzt und außerdem risikobehaftet. Jedes Überschreiten von Erfahrungswerten kann hier zu Seilschwingungen führen, die möglicherweise Materialermüdungen auslösen und somit u.U. Seilbrüche verursachen.

Im Bereich der Spannungsebene 110-kV sind Spannfeldweiten von 300 bis 400 m und Seile um 20 mm Durchmesser üblich. Dadurch ergeben sich Seildurchhänge von etwa 12 bis 20 m.

Die Isolation der stromführenden Seile gegen geerdete Teile der Mastkonstruktion erfolgt über Isolatoren. Bei der betrachteten Spannungsebene von 110-kV beträgt die Länge dieser Isolation mit allem Zubehör etwa 2 m.

Maststockwerke ergeben sich, wenn Seile - wie in Abb. 4 gezeigt - an mehreren Traversen übereinander anzuordnen sind. Jeweils ist dann ein Sicherheitsabstand von mindestens 3 m gegenüber der unteren Traverse zu berücksichtigen, sowie die Länge der Isolationskette, (mit 2 m im beschriebenen Beispiel.)

Die Erdseilstütze trägt das Erdseil, dessen Aufgabe es in erster Linie ist, stromführende Seile vor direkten Blitzeinschlägen zu schützen. Dies erfordert einen Schutzwinkel von mindestens 60° und somit eine Mindestlänge der Erdseilstütze von 7 m für das vorliegende Beispiel.

Zusammenfassend ermittelt sich daraus eine Gesamtmindesthöhe von 32 m für den beschriebenen 110-kV-Mast.

Nun noch einige kurze Hinweise zu den Abmessungen der Masttraversen. Grundsätzlich gilt, daß sich die im Wind schwingenden stromführenden Seile gegenseitig nicht berühren dürfen - ja, daß ein gewisser gegenseitiger Mindestabstand nicht unterschritten werden darf.

Dieser Mindestabstand stromführender Seile wird sowohl von der Spannweite (also dem Abstand vom Mast zu Mast) als auch von der Betriebsspannung vorgegeben. Größere Spannweiten und höhere Betriebsspannungen führen zu größeren gegenseitigen Seilabständen.

Bezogen auf das gebrachte Beispiel eines 110-kV-Mastes ergeben sich gegenseitige Seilabstände von 3,5 bis 4 m. Etwa derselbe Abstand wird auch noch für den Abstand der Seile zur Mastmitte notwendig, damit die erforderliche Distanz zur Stahlkonstruktion gewahrt bleibt.

Im Wind schwingende Seile erreichen erfahrungsgemäß maximale Ausschwingwinkel von 40 bis 45°. Vergrößert man den sich daraus ergebenden horizontalen Abstand der Seile von der Leitungsachse noch um den bereits bekannten Mindest-Sicherheitsabstand von 3 m, so ergibt sich daraus die Breite des für die betreffende Leitung erforderlichen Schutzraumes. Es ist dies der von der dinglichen Sicherung erfasste und damit auch der Entschädigung zugrunde gelegte Flächenbedarf einer Leitungstrasse.

Nun noch eine letzte technische Forderung, die bei der Mastgestaltung Berücksichtigung finden muß:

Im Winter geschieht es mitunter, daß einzelne vereiste Seile ihre Last abwerfen und entlastet hochschnellen. In diesem Zusammenhang dürfen darüberliegende Seile nicht berührt werden. Dieser Forderung versucht man mit einer seitlichen Versetzung übereinanderliegender Seile nachzukommen. Im Bereich der Spannungsebene 110-kV muß diese seitliche Versetzung mindestens 1 m betragen. Diese Forderung wird von der im Beispiel erläuterten Mastkonstruktion gut erfüllt. Probleme ergeben sich allerdings, wenn mehrere Leitungssysteme auf einem Gestänge zusammengefaßt werden müssen.

Soweit in Grundzügen zur konstruktiven Gestaltung eines 110-kV-Mastes. Selbstverständlich gibt es neben dem erläuterten Donaumastbild auch noch andere Mastformen. (Abb. 5) Vielfach gebräuchlich ist beispielsweise der Einebenenmast. Alle seine stromführenden Seile liegen in einer Ebene. Dadurch reduziert sich naturgemäß die Masthöhe, wenngleich eine längere Erdseilspitze in Kauf zu nehmen ist, um den erforderlichen Blitzschutz zu schaffen. Auch baut diese Mastform breiter. Dies ist bei der Ermittlung des notwendigen Schutzraumes entlang der Leitungstrasse entsprechend zu berücksichtigen.

Schließlich können die beiden Drehstromsysteme eines Mastes auch in drei Ebenen übereinander angeordnet werden. Diese als Tonnen- oder Tannenbaumaste bezeichneten Konstruktionen bauen zwar - wie man sagt - schmal, es muß allerdings dabei eine entsprechende Masthöhe in Kauf genommen werden.

Was hier am Beispiel eines 110-kV-Mastes erläutert wurde, läßt sich im Prinzip auf allen anderen Spannungsebenen anwenden. Über 110-kV wird es allerdings notwendig, die Sicherheitsabstände von 3 m entsprechend zu vergrößern.

Jede Zusammenfassung von mehreren Leitungssystemen auf einem Gestänge - auch bei unterschiedlichen Spannungsebenen - läßt sich auf die erwähnten "klassischen" Mastbilder

- Donau
- Einebene
- Tonne

zurückführen. Dabei kann es durchaus gelingen, die Vorteile der einzelnen Grundtypen sinnvoll miteinander zu kombinieren. Allerdings wird später auch noch auf die Problematik solcher Konstruktionen einzugehen sein.

Soviel zur Technik der Mastkonstruktionen.

Die kurze Zusammenfassung wesentlicher Gesichtspunkte sollte Ihnen die Möglichkeiten und Grenzen konstruktiver Gestaltung im Freileitungsbau aufzeigen. Nur bei Kenntnis dieser Zusammenhänge kann es - wie ich meine - möglich werden, über die optimale Einfügung von Freileitungen in vorhandenes Gelände sinnvoll zu diskutieren.

Und nun zu dem eigentlichen Thema:

"Wahl geeigneter Trassen und Leitungsbauformen."

Die erste Frage in diesem Zusammenhang ist wohl immer:

Unter welchen Voraussetzungen bietet sich eine Chance, die Leitung unauffällig in die Landschaft einzufügen?

Trifft dies zu, sollte man alles daran setzen.

Angesprochen sind hier vor allem Leitungen der unteren Spannungsebenen also des Nieder- und Mittelspannungsbereiches. Die Grenze ist etwa bei 110-kV zu ziehen, wobei dann allerdings schon günstige, d.h. abwechslungsreiche Geländeformen mit Berghängen oder Bewuchs verfügbar sein müssen.

Man sollte in diesen Fällen unter Inkaufnahme kürzerer Spannfelder die Maste so niedrig als möglich halten und vor dunklem Hintergrund (Wald- oder Berghang) anordnen.

Einzelne Bäume oder Baumgruppen lassen sich dabei oft vorteilhaft zur Abdeckung von Masten nützen. Auch können durchaus einige Winkelzüge in Kauf genommen werden, um den Trassenverlauf elastisch der jeweiligen Geländeform anzupassen.

Zweckmäßig ist es weiterhin, für einen möglichst dunklen Anstrich der Maste zu sorgen. Der Farbton soll sich (stumpf - dunkelgrau) der Tönung von Baumstämmen anpassen. Von grünen oder braunen Farben wird abgeraten, aber auch alle anderen hellen bzw. eindeutig definierbaren Farben wirken besonders im Winter unnatürlich und damit häßlich.

In Waldbereichen ist es ratsam, Trassen bereits vorhandener Schneisen mitzunutzen. Einige Winkelpunkte im Leitungszug können sich eignen, Waldkulissen für die Sichtabdeckung zu gewinnen.

Maste an exponierten Stellen, wie auf Hügeln oder Bergrücken sollte man nach Möglichkeit vermeiden. Sie heben sich dort frei gegen den Himmel ab und sind dadurch weithin sichtbar. Bestenfalls läßt sich in unvermeidlichen Fällen durch einen relativ hellen, mattgrauen Anstrich der landschaftsbelastende Eindruck etwas ausgleichen.

Läßt sich eine Leitung aufgrund der Baugröße ihrer Maste (etwa Höchstspannungs- oder Mehrsystemmaste) nicht mehr einigermaßen befriedigend im Gelände unterbringen, so sollte man es vermeiden, hier noch die Spielregeln des "Versteckens" anwenden zu wollen. "Wollen" aber nicht "Können" muß im Ergebnis zwangsläufig unbefriedigend bleiben. Beispiele zeigen, daß es hin und wieder durchaus besser sein kann, die Technik unverkrampft für sich wirken zu lassen.



Eine zweite Frage, die zu beantworten ist, gilt dem Mastkopfbild.

Welches Mastkopfbild eignet sich für das vorgegebene Gelände am besten?

Über die Wahl des optisch besten Mastkopfbildes läßt sich diskutieren. Dennoch haben sich - über längere Zeiträume gesehen - gewisse Regeln durchsetzen können, die auch heute noch als Richtlinien gelten:

Die Einebene scheint beispielsweise eine gute Lösung für ebenes, freies Gelände zu sein. Maste mit nur einer Traverse wirken ruhig und niedrig - man sollte sie überall dort wählen, wo die Sicht frei und weit in das Land reicht.

Auch für Waldüberspannungen könnten Einebenenmaste sich anbieten. Maste mit nur einer Traverse heben sich von der Höhe der Waldkulisse und dem Horizont weniger störend ab, als Maste mit beispielsweise drei Traversen.

Als Nachteil der Einebenen-Mastform wurde bereits der große Platzbedarf quer zur Leitungsachse erwähnt; er ergibt sich durch die weite Ausladung der Traverse.

Die Tonne - um gleich das andere Extrem der Seilanordnung am Mast zu nennen - ist durch drei übereinander angeordnete Traversen definiert.

Zweckmäßig ist das Tonnenmastbild überall dort, wo sich der Leitungstrasse nur wenig Platz bietet. Beispiele dafür sind:

- Trassen durch Baulücken in Siedlungsbereichen
- Trassen kleinerer Leitungen im Gelände mit aufgelöstem Bewuchs
- Trassen durch enge Waldschneisen
- Trassen an Berghängen (Abb. 6)

Die Tonnen-Mastbauform zeigt gewisse Ähnlichkeit mit Bäumen. Sie wird deshalb in gebirgigen und waldreichen Gebieten bevorzugt verwendet. Österreich ist dafür ein Musterbeispiel.

Es gibt einige Varianten der Tonnen-Mastbauform, die sich für spezielle Zwecke eignen können. (Abb. 5)

- den Tannenbaum und
- den umgekehrten Tannenbaum

Das Donau - Mastbild mit zwei Traversen ist als Kompromiß zwischen Einebene und Tonne zu werten und damit universell einsetzbar. Wenn man den Mast als technisches Gebilde architektonisch für sich wirken läßt, so ist - wie ich meine - das Donau-Mastbild die formenschönste Lösung. Auch aus der Sicht des Betriebes und der Wartung erweist sich diese Konstruktion als äußerst vorteilhaft.

Soviel über die drei "klassischen" Mastkopfbilder, die sich für die Beseilung mit jeweils zwei Drehstromsystemen eignen.

In den letzten Jahren entwickelte sich bei den zuständigen Stellen für Naturschutz und Landesplanung mehr und mehr der Wunsch, gebündelte Energiestraßen zu schaffen und dafür andere, landschaftlich reizvollere Gebiete möglichst von Leitungstrassen freizuhalten. Derartige Lösungen sind sicher sinnvoll, sofern die entsprechenden Voraussetzungen dafür auch technisch vorliegen.

Grundsätzlich lassen sich Energiestraßen horizontal oder vertikal orientieren (Abb. 7). Die horizontale Lösung führt zu mehreren parallel nebeneinander geführten Leitungstrassen. Sie sind aus betrieblicher und wartungstechnischer Sicht zu begrüßen, stellen aber optisch - und auch für die betroffenen Grundeigentümer eine arge Zumutung dar.

Die vertikale Lösung führt zu sogenannten Mehrsystemleitungen. Man ordnet in diesem Falle mehrere Leitungssysteme auf einem Mastgestänge an, um zusätzliche Trassen einzusparen.

Zwangsläufig führt diese Variante zu extrem hohen und weithin sichtbaren Masten mit mehreren Traversen. Wenn Stromversorgungsunternehmen derartige Lösungen nicht begrüßen, dann deshalb, weil damit eine Reihe schwerwiegender technischer und betrieblicher Probleme entstehen. Sind beispielsweise Reparaturen oder Wartungsarbeiten an derartigen Leitungen durchzuführen, so müssen zum Schutze des arbeitenden Personals die darunter oder benachbart liegenden Systeme außer Betrieb genommen werden. Dies kann zu Engpässen in der Stromversorgung führen.

Noch weitaus schwieriger wird es, wenn Mehrfachgestänge von verschiedenen Versorgungspartnern gemeinsam genutzt werden müssen. Jeder Partner hat in der Regel andere Versorgungsprobleme in seinem Netz - die gegenseitige Abstimmung bei notwendigen Freischaltungen kann damit weitaus schwieriger werden als die eigentliche Wartungs- oder Reparaturmaßnahme.

Sollte es schließlich einmal durch Naturkatastrophen, Sabotage oder Krieg zu Mastumbrüchen an Mehrfachleitungen kommen, so wird der Ausfall mehrerer Leitungssysteme für längere Zeit die unvermeidliche Folge sein. Provisorische Übergangslösungen, wie bisher üblich, lassen sich bei Mehrsystemleitungen nicht mehr realisieren. Unter Umständen könnte dies zum totalen "black out" für größere Versorgungsräume oder ganze Städte führen. Die Folgen wären unvorstellbar. Offensichtlich wurde dieser Tatsache in den letzten Jahren viel zu wenig Beachtung geschenkt. Jedermann fühlt sich heute sicher mit Strom versorgt und versäumt darüber oft, der Stromversorgung auch weiterhin den freien Spielraum zu gewähren, der für die Erhaltung der Versorgungssicherheit nun einmal zwingend notwendig bleibt. Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß die Zusammenfassung mehrerer Systeme auf einem Mast nur dann sinnvoll sein kann, wenn ähnliche Spannungsebenen vorliegen (Abb. 8).

Absurd wäre es beispielsweise, auf einem 380-kV-Gestänge eine 20-kV-Leitung mitführen zu wollen. Damit würde man eine Verlängerung der ohne dies schon hohen 380-kV-Maste um etwa 6 m und eine dritte große Traverse erzwingen.

"Supermaste" entstünden so notgedrungen, um etwa eine zusätzliche kleine Holzmastleitung einzusparen. Dies aber wäre bestimmt kein Schritt in Richtung Umweltschutz.

Noch eine dritte Frage steht schließlich zur Beantwortung offen

Welche Gesichtspunkte sind bei der Trassenführung von Leitungen durch verschiedene Landschaftsformen zu berücksichtigen?

#### Die Landschaft mit Siedlungen

Es versteht sich von selbst, daß versucht wird, besonders mit Leitungen höherer Spannungsebene vorhandenen Siedlungsgebieten auszuweichen. Dies geschieht nicht etwa aus Gründen der oft vermuteten Gesundheitsgefährdung. Wir wissen heute mit Sicherheit, daß derartige Argumente völlig unbegründet sind und nur gern als Hilfe zitiert werden, um den Bau neuer Freileitungen abzuwehren. Freileitungen in der Nähe von Bebauungsgebieten sind vielmehr aus optischen Gründen nicht erwünscht. Man sollte bestrebt sein, dies im Rahmen des möglichen auch zu berücksichtigen. Läßt sich allerdings eine Leitungsführung im Bereich von Siedlungsgebieten nicht vermeiden, so sollen Trassen durch bestehende Bau-lücken gewählt bzw. Objekte so hoch überspannt werden, daß alle Sicherheitsabstände reichlich eingehalten bleiben.

Des öfteren ergibt es sich, daß Neubausiedlungen im Laufe von Jahren immer mehr an bestehende Leitungstrassen heranrücken. Dies kann innerhalb des Schutzbereiches der Leitungen zu gewissen Baubeschränkungen - nicht grundsätzlichen Bauverböten - führen. Die Stromversorgungsunternehmen prüfen in allen diesen Fällen, mit welchen Maßnahmen den Bauwerbern geholfen werden kann.

### Landwirtschaftlich genutzte Landschaft

In landwirtschaftlich genutzten Bereichen ist es erforderlich, die Behinderung der heute weitgehend mechanisierten Bewirtschaftung in zumutbaren Grenzen zu halten. Man wird deshalb unter anderen versuchen, die Zahl der Maste durch Wahl großer Spannweiten möglichst zu reduzieren und außerdem die Maststandorte an Grundstücksgrenzen oder in Flächen vorzusehen, die den Maschineneinsatz möglichst wenig behindern.

Bevorzugt werden auch Maststandorte in der Nähe von befahrbaren Wegen. Dies hat den Grund, sowohl beim Leitungsbau als auch bei späteren Kontrollen und Wartungsarbeiten, alle Flurschäden in zumutbaren Grenzen zu halten.

### Landschaften mit aufgelöstem Bewuchs und mit Wäldern

Der Abstand von Bewuchs zu den Seilen einer Freileitung sollte mindestens gleich dem vorgeschriebenen Sicherheitsabstand sein - notfalls sind Sträucher oder Baumäste entsprechend zurückzuschneiden.

Bei Bäumen besteht die Möglichkeit des Umbruches quer zur Leitungsachse. Deshalb sollte der Abstand von Bäumen zur Leitungsachse so groß sein, daß auch im Falle eines Umbruches nicht mit einem Einwurf in die Seile der Leitung zu rechnen ist. (Abb. 9)

Diese Überlegung führt zum Begriff der Schneisenbreite. Stehen beispielsweise beiderseits der Trasse Bäume von etwa 30 m Höhe, so ergeben sich aus der Möglichkeit des Umbruches quer zur Leitungsachse bereits Schneisen von 70 m Breite und mehr.

In der Praxis ist es oft nicht möglich, derartige Schneisen voll zu realisieren; es gilt dann, vertretbare Kompromisse zu finden. Bei einzelstehenden Bäumen oder Baumgruppen läßt sich oft davon ausgehen, daß diese wesentlich windfester stehen, als Randbäume einer frisch durch den Hochwald beschlagenen Schneise. Unter Umständen kann daher auf die Beseitigung einzelstehender Bäume auch nahe einer Leitung verzichtet werden. Ähnliches gilt für Bäume, die sich in unmittelbarer Mastnähe befinden. Derartige Bäume würden sich im Falle eines Umbruches vermutlich nur gegen den Mastenschaft lehnen und damit den Betrieb der Leitung nicht unzumutbar stören.

Freilich setzen alle diese Ausnahmen jeweils eine entsprechende fachliche Beurteilung voraus.

Waldschneisen ermöglichen es oft erst, die Masthöhen einer Leitung im Waldbereich in Grenzen zu halten. Gut geführte Leitungstrassen verschwinden dann weitgehend im Wald. Dabei können die Bodenabstände der Seile durchaus noch so gewählt werden, daß sich entsprechendes Unterholz ausbilden kann. Dies kommt den Bedürfnissen vieler Waldtiere entgegen; auch bleiben damit der Wasserhaushalt und auch die ökologischen Verhältnisse des Waldes einigermaßen erhalten. Können in unmittelbarer Mastnähe größere Bäume ungestört belassen bleiben, so gelingt es oft, Kulissen zur Sichtabdeckung zu bilden. Diese helfen dann mit dem Eingriff in die Natur zu entschärfen. Ähnliches gilt schließlich auch, wenn im Leitungszug innerhalb eines Waldes einige Winkelpunkte gewählt werden können. Sie begrenzen optisch die Länge einer Schneise und nehmen ihr die technische und damit unnatürliche Gleichförmlichkeit.

Schließlich sei auf die Möglichkeit verwiesen, unter Freileitungen Christbaumkulturen zu schaffen. Sie ermöglichen, mitunter eine sehr sinnvolle Nutzung notwendiger Waldschneisen.

Eine Überspannung von Wäldern ist die Alternative zur Waldschneise. Zugegebenermaßen lassen sich auf diese Weise Wälder weitgehend ungestört erhalten. Dabei ist allerdings in Kauf zu nehmen, daß alle Maste stets für die volle Wuchshöhe der Bäume bemessen werden müssen. Viele Jahre vor diesem Zeitpunkt werden derartige Leitungen damit zwangsläufig weithin sichtbar sein und das Landschaftsbild in einer für den Laien völlig unverständlichen Weise ganz erheblich stören.

Es liegt eine Stellungnahme der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege in Nordrheinwestfalen vor, die Waldüberspannungen ausdrücklich ablehnt.

Waldüberspannungen, so heißt es darin, bewirken eine viel größere Beeinträchtigung des landschaftlichen Erlebnisses, da die überhöhten Maste als dominierende "optische Magnete" ohne Milderung durch natürliche Reliefenergie zwangsläufig "ins Auge springen."

Weiterhin heißt es dort:

In Berggebieten können Hochspannungsleitungen weitgehend in Tälern "versteckt" werden, wenn sie durch Schneisen im unteren Hangbereich günstig trassiert sind. Folgt man derselben Trasse mit waldüberspannenden Masten, so reicht in der Regel die Reliefenergie der Landschaft nicht aus, die Leitung auch nur halbwegs zu "verstecken".

Dieses Beispiel mag zeigen, wie schwer es ist, einheitlich gültige Richtlinien für die optimale Einfügung von Freileitungen in die Landschaft zu finden. Bisherige Erfahrungen lehren auch, daß ein Leitungsbau mit fertigen Kochrezepten kaum zu optimalen Lösungen führen kann. Notwendig ist vielmehr ein gewisser, durch Erfahrung geschärfter Instinkt und auch ein Gefühl für Anpassung, da die Natur in ihrer unendlichen Vielfalt feste Spielregeln nur in sehr begrenztem Umfange zuläßt.

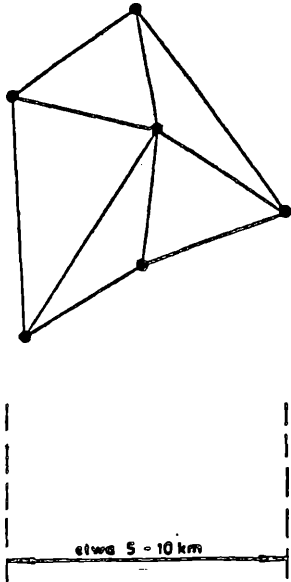
Damit komme ich zum Ende meiner Ausführungen. Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, Ihnen etwas Einblick in die komplexen Zusammenhänge der Trassenplanung von Freileitungen zu geben. Verstehen führt bekanntlich zu Verständnis und damit zur Möglichkeit, sachlich über Probleme zu diskutieren, deren optimale Lösung wohl im gemeinsamen Interesse liegt. Ich würde mich freuen, wenn meine Ausführungen in diesem Sinne Anlaß zu einer regen Diskussion geben könnten.

Zunächst aber darf ich Ihnen für die mir jetzt entgegengebrachte Aufmerksamkeit und Geduld herzlich danken.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.Ing. Hermann Berndt  
Isar-Amperwerke AG  
Brienner Str. 40  
8000 München 2

Vermaschung des  
110kV-Kabelnetzes  
einer Stadt.



Vermaschung des  
110kV-Freileitungsnetzes  
einer Überlandversorgung.

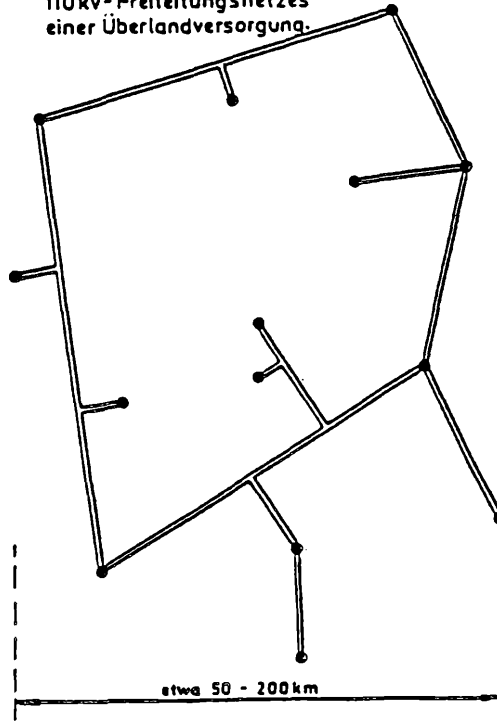


Abb.1

Abb.2

Mastbauformen im Nieder- u. Mittelspannungsbereich.

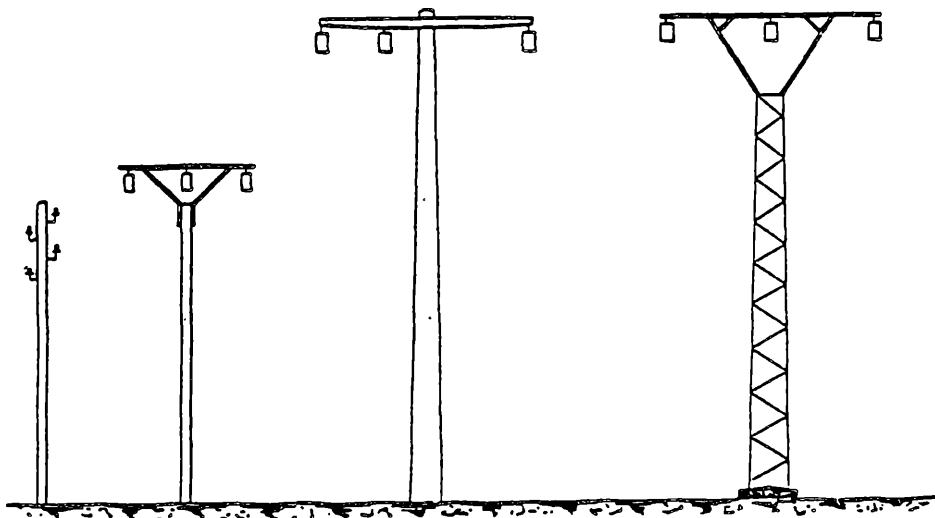
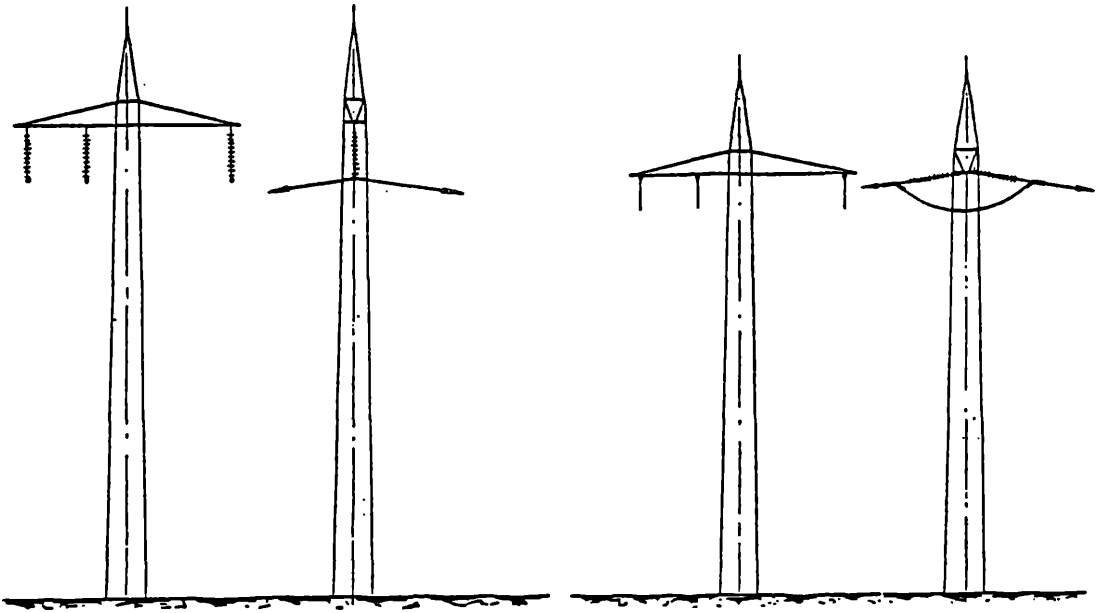




Abb. 3

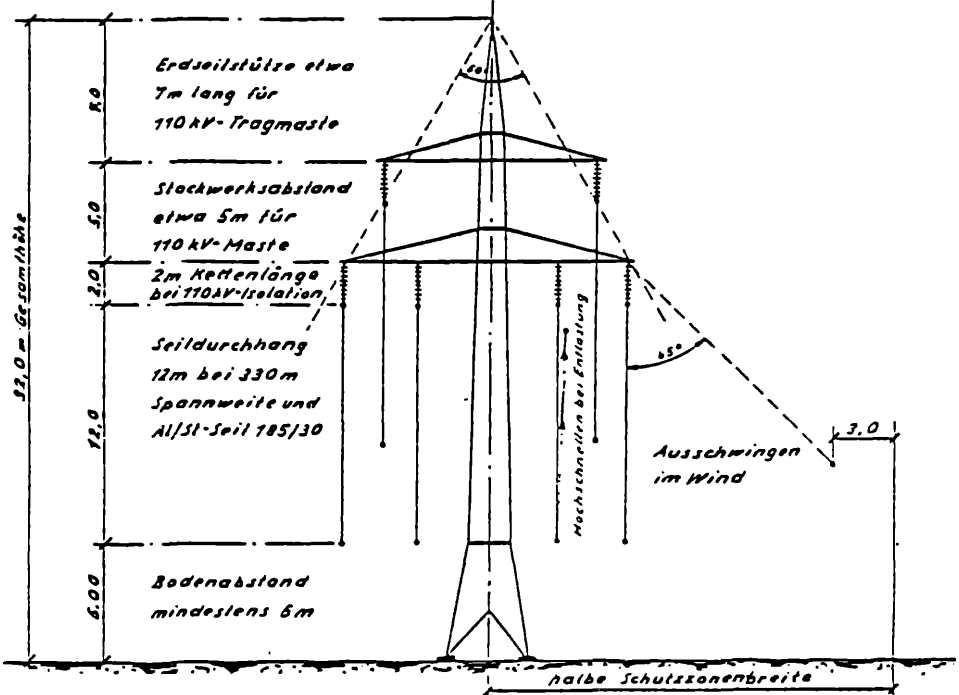
Prinzip des Tragmastes

Prinzip des Abspannmastes



110 kV-Tragmast  
mit Donau-Kopfbild

Abb. 4



Mastkopfbilder

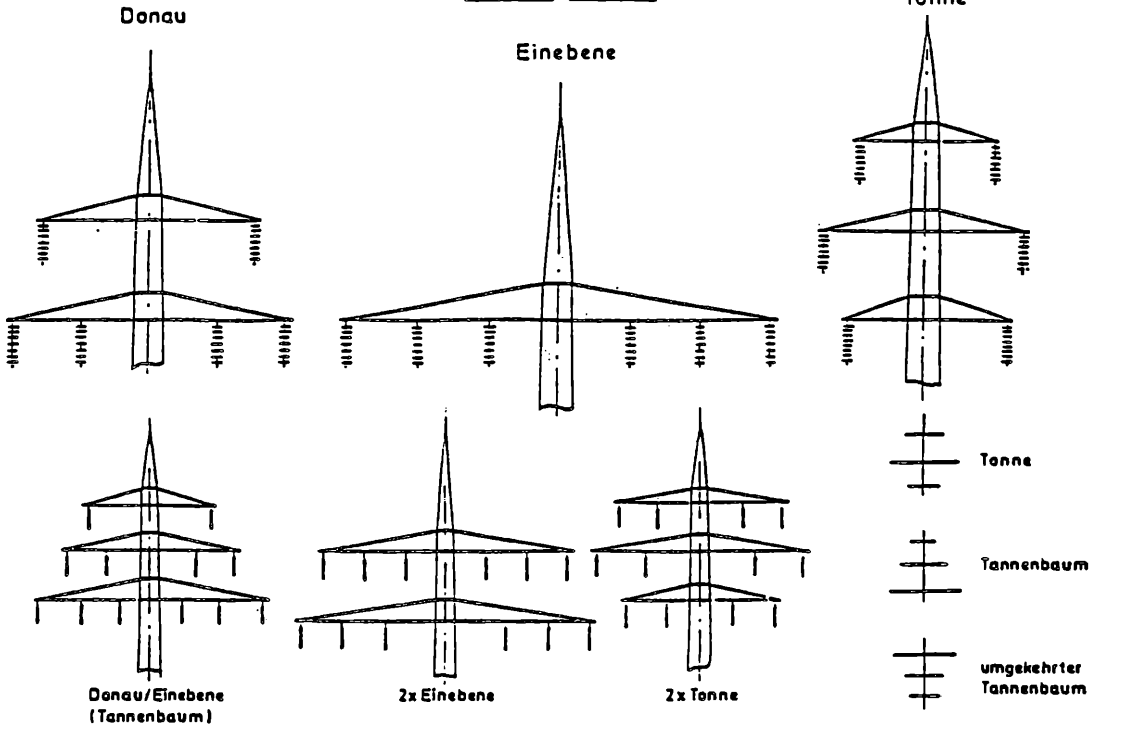
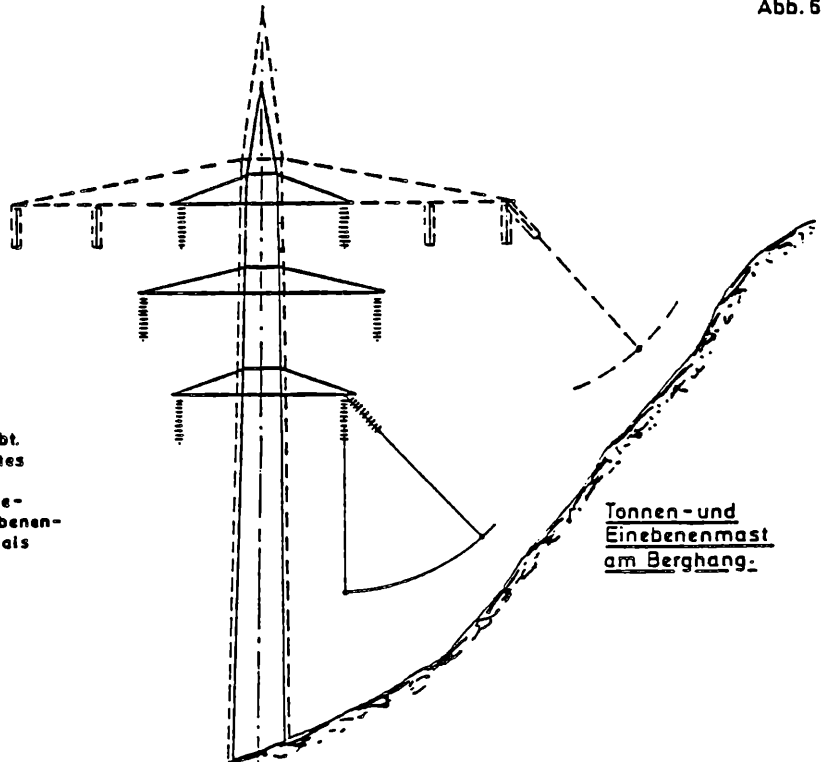


Abb. 6

Die weite Ausladung der Einebentaverse schiebt das äußere Seil des Mastes zum Berghang. Dies muß durch höhere Maste ausgeglichen werden. Der Einebenenmast wird deshalb länger als der Tonnenmast.



Leitungsbündelung

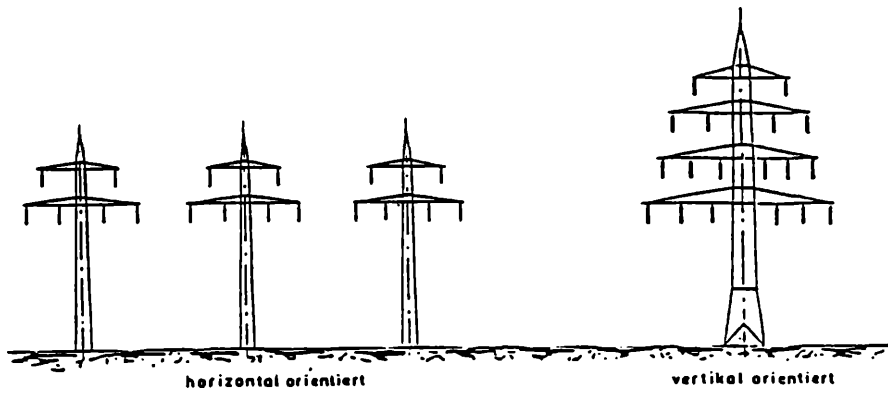


Abb. 8

Übernahme von sehr unterschiedliche Spannungsebenen  
auf ein Mastgestänge  
(Beispiel 380/20kV)

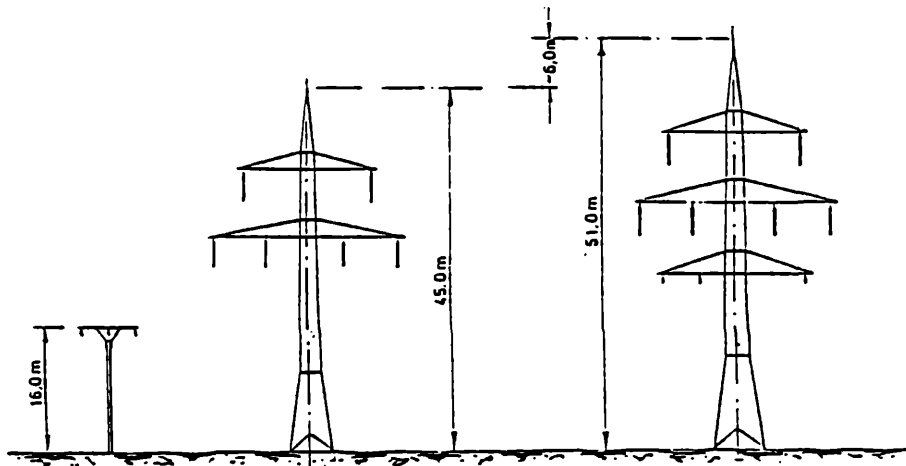
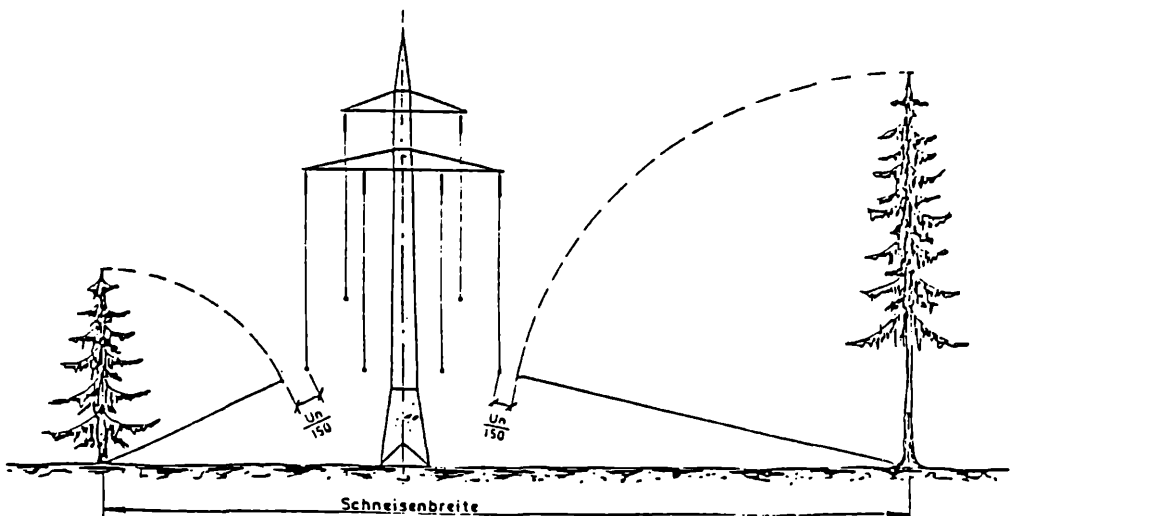


Abb. 9

Bestimmung der Breite von Waldschneisen  
für Hochspannungsleitungen.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [8\\_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Berndt Hermann

Artikel/Article: [Leitungsbau und Landschaftsformen; allgemeine Fragen der Umweltverträglichkeit, Trassenwahl, Bündelung, Landschaftsbild usw. 23-41](#)