„Stromführende Leitungen als Gefahr für den Freiballon. Was ist, wenn... ?“

August 2002

Franz-Josef Rohrer
Krassniggstrasse 58/5/10
A-9020 Klagenfurt
Tel: 0664 2222 448
email: fj.rohrer@mailbox.at

mit freundlicher Unterstützung von:

Deutscher Freiballonsport-Verband e.V.
KELAG Kärntner Elektrizitäts-AG
Verbund Austrian Power Grid

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung 1

2. System der Stromversorgung und Stromgefahren 2

2.1 Stromerzeugung und Stromart 2

2.2 Stromverteilungsnetz 2
2.2.1 Spannungsebenen 3
2.2.2 Leitungen und Kabel 3

2.3 Freileitungssysteme 3
2.3.1 Leiterseile und Beseilung 4
2.3.2 Isolatoren 5
2.3.3 Leitungsmaste 5
2.3.4 Identifizierung der Maste und Stromkreise..... 6
2.3.5 Bahnstromleitungen 7
2.3.6 Leitungstrassen 7
2.3.7 Schutzmassnahmen im Netz 8

2.4 Gefährdung durch elektrischen Strom 9
2.4.1 Stromfluss durch den Körper 9
2.4.2 Annäherung an Leitungen mit Spannungen über 1 kV 10

3. Ursachen der Berührung 12

3.1 Menschliche Faktoren 12
3.1.1 Bewusste Fehlhandlungen 13
3.1.2 Unbewusste Fehlhandlungen 13
3.1.3 Arbeitsfehler 14

3.2 Entscheidungsfindung 14

3.3 Ablenkung 15

3.4 Sehen aber nicht wahrnehmen 15

3.5 Zusammenfassung 16

4. Vermeidung der Berührung 17

4.1 Fahrtvorbereitung und Fahrtplanung 17

4.2 Start 18

4.3 Fahrt in Reisehöhe 20

4.4 Landung 21
4.4.1 Landeentscheidung und -vorbereitung 21
4.4.2 Abstieg und Tieffahrt 21

5. Verhalten des Freiballonführers und der Verfolgercrew 24

5.1 Wirkung einer Leiterberührung 24
5.1.1 Mechanische Abtrennung von Korb- und Hüllenseilen 24
5.1.2 Gefährdung der Korbinsassen 24

5.2 Drohende Gefahr der Berührung 25
5.2.1 „Reissen“ oder „Brennen“ 25
5.2.2 Explosionsgefahr verringern 26
5.2.3 Schutz der Passagiere 26

5.3 Berührung von Freileitungen 27
5.3.1 Ballonhülle hat Leitungskontakt 28
5.3.2 Ballonhülle liegt über der Leitung 28
5.3.3 Kontakt mit den Leitungen im Brenner- /Korbbereich 28
5.3.4 Noch einmal davongekommen? 29
5.3.5 Störungsmeldungen 29

5.4 Mentale Vorbereitung 29

6. Schlussbemerkung 30

Anlage 1 31
Anlage 2 32
Anlage 3 33

Literaturverzeichnis 34

Hinweis 34

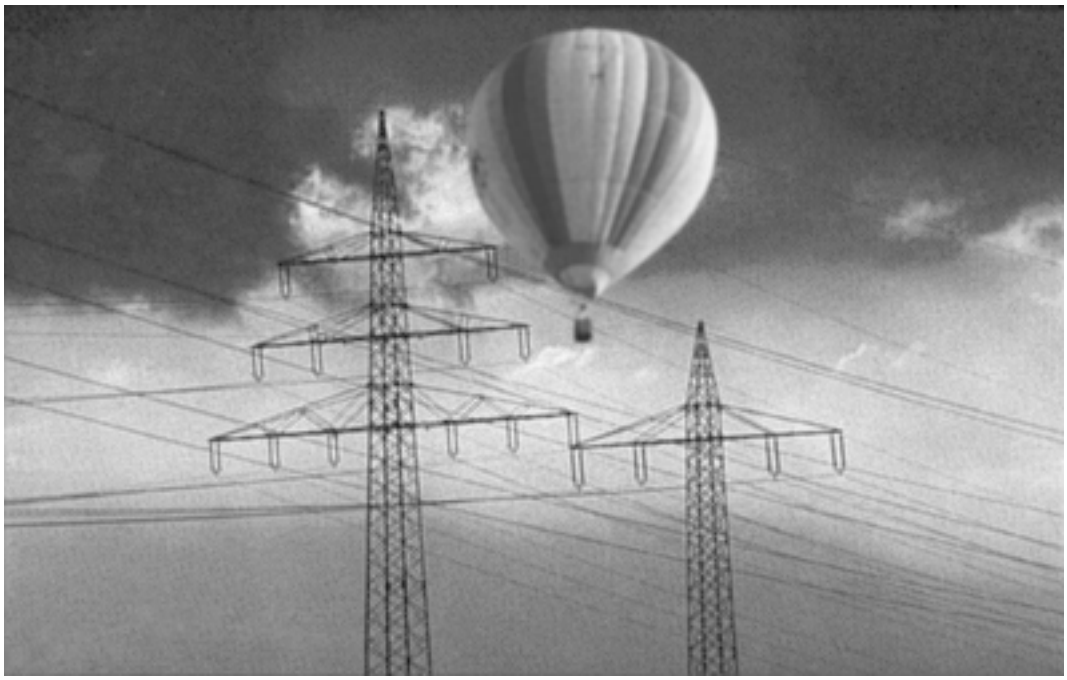
1. Einführung

Freileitungen[1] stellen, von starken Turbulenzen abgesehen, die größte Gefahr für den Freiballon dar. Eine Kollision mit Freileitungen ist in der Regel mit sehr schwer Verletzten, Toten und zerstörtem Ballongerät verbunden, wie die Unfallstatistik ausweist.

Ursache der schweren Unfälle sind die **Kurzschlussströme** bei Berührung der Stromleiter. Sie können zu Körperdurchströmung, zu Bränden und Explosionen und zum Absturz durch Abtrennen des Korbes führen.

Diese Schrift ist so aufgebaut, dass zunächst das **System** der elektrischen **Freileitungen** mit den besonderen **Gefährdungen** für den Freiballon beschrieben wird. Damit werden die Grundlagen für die Erkennbarkeit von Freileitungen, die Art der Gefährdung und die Folgen einer Berührung vermittelt. Es folgen dann die freiballonspezifischen Abschnitte über die **Ursachen** von Freileitungsberührungen, über die **Maßnahmen** zur Vermeidung derselben und über das **Verhalten** bei Berührung von Freileitungen.

Freileitungen sind grundsätzlich eine besondere Art von **Hindernissen**, die dem Freiballon gefährlich werden können. Demgemäss gelten die in den Abschnitten „Ursachen und Vermeidung der Berührung“ gemachten Ausführungen und Hinweise in weitem Umfang für Hindernisse schlechthin, gleich welcher Art. Sie sind insoweit nicht freileitungsspezifisch, sondern zugleich von **allgemeiner Bedeutung** für den Ballonführer bei den Betriebsphasen Start, Fahrt und Landung.



[1] **Freileitungen** sind oberirdisch geführte Leitungen zur Fortleitung von Strom. Sie bestehen aus frei gespannten, meist blanken Seilen und den Stützen (Masten) mit Trag- und Befestigungseinrichtungen.

2. System der Stromversorgung und Stromgefahren

2.1 Stromerzeugung und Stromart

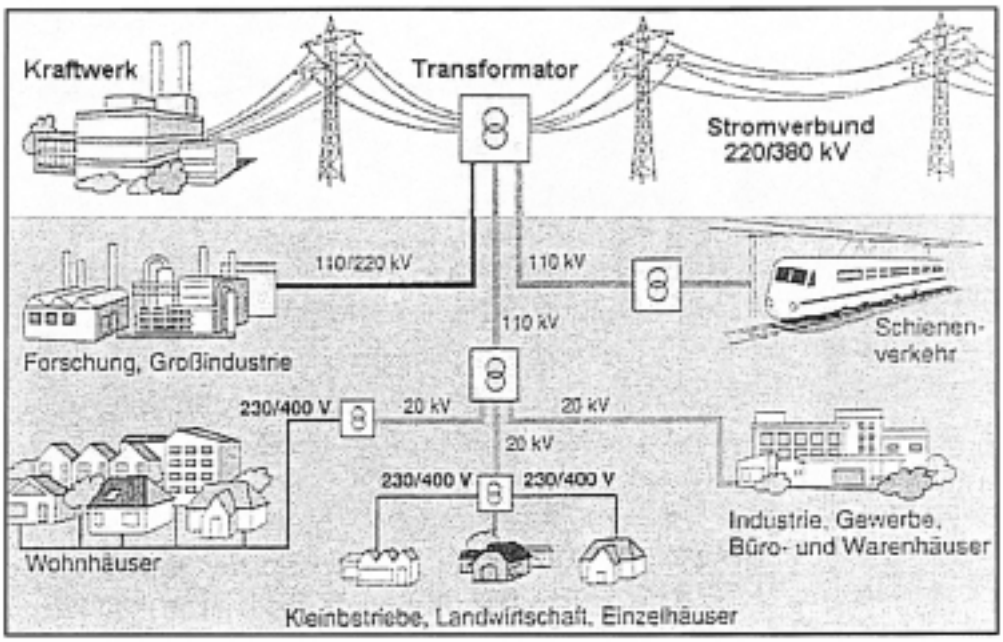
Elektrischer Strom[2] wird in Elektrizitätswerken erzeugt und mit Leitungen dem Verbraucher zugeführt. Die Generatorspannung am Kraftwerk wird zur Verringerung der Stromstärke und der Übertragungsverluste auf Hochspannung transformiert und in der Nähe des Verbrauchers auf Verteil- oder unmittelbar auf Verbrauchsspannung umgespannt.

Die Stromübertragung erfolgt in der Regel in Form einer dreiphasigen Wechsel-spannung, die als Drehstrom an den Ableitungen zur Verfügung steht. Der Strom fließt in Leitern im geschlossenen Kreislauf und nur solange Spannung erhalten bleibt.

2.2 Stromverteilungsnetz

Zum elektrischen Versorgungsnetz gehören alle Freileitungen und Kabel neben allen Umspann- und Verteilanlagen, die den Strom von den Generatoren im Kraftwerk auf die gewünschten Spannungen und Stromstärken transformieren und zum Verbraucher bringen. Für den Ballonfahrer sind die Freileitungen und die oberirdisch geführten Kabel von Bedeutung.

Über große Entfernungen wird der Strom grundsätzlich in oberirdisch geführten Drahtleitungen fortgeleitet. An das Hochspannungsverbund- und -transportnetz schließt sich das Übertragungs- und Verteilernetz an. Ausgangs- und Endpunkte sind die Stationen oder Knotenpunkte. Die Netze sind dicht und eng vermascht.



Stromübertragung vom Kraftwerk zum Verbraucher/Spannungsebenen

[2] Mit **Strom** bezeichnet man die gerichtete Bewegung elektrischer Ladungen, die durch einen Leiter fließt. Die übertragene elektrische **Leistung**, gemessen in **Watt** (W) ergibt sich aus dem Produkt der **Spannung in Volt** (V) mit der **Stromstärke in Ampere** (A). Übertragen auf das Beispiel einer Wasserleitung entspricht die Spannung dem Druck, der das Wasser durch die Leitung fließen lässt und die Stromstärke der Wassermenge, die in der Sekunde durch den Wasserhahn fließt.

2.2.1 Spannungsebenen

Das weitverzweigte Leitungsnetz gliedert sich entsprechend den unterschiedlichen Aufgaben in drei **Spannungsebenen**:

a) Hochspannung (400 bis 60 Kilovolt):
Das Hochspannungsnetz dient dem weiträumigen Stromtransport zwischen Kraftwerken und Verbrauchsschwerpunkten. Zu ihm gehören vornehmlich die 380 kV- und die 110 kV-Leitungen.

b) Mittelspannung (60 bis 1 Kilovolt):
Das Mittelspannungsnetz dient der weiteren Stromverteilung oder führt zu Umspannanlagen, die den Strom in die Verbraucherspannung umspannen.

Die bevorzugten Übertragungsspannungen betragen 20 kV für Überlandnetze und 10 kV für den Anschluß an städtische Erdkabelnetze.

Zum Mittelspannungsnetz gehört auch des 110 kV Bahnstromnetz mit den 15 kV Speise- und Oberleitungen. Es wird mit zweiphasigem Wechselstrom betrieben.

c) Niederspannung (kleiner 1 Kilovolt):
Zum Niederspannungsnetz gehören Leitungen bis 1 kV Spannung. In der Regel wird der in Ortsnetzstationen eingespeiste Mittelspannungsstrom auf 220/380 Volt umgewandelt und an die Endverbraucher geliefert.

Mittel- und Niederspannungsnetze werden von regionalen Versorgungsunternehmen betrieben.

2.2.2 Leitungen und Kabel

Ein **Transportnetz** ist ein Freileitungsnetz, das Verteilnetz besteht aus Freileitungen oder in dicht bebauten Gebieten auch aus umhüllten Drähten oder erdverlegten Kabel, bestehend aus mehreren zusammengeführten isolierten und ummantelten Leitungs-drähten. Der Kabelanteil im Verteilnetz steigt, was aus Sicht des Ballonfahrers von Vorteil ist.

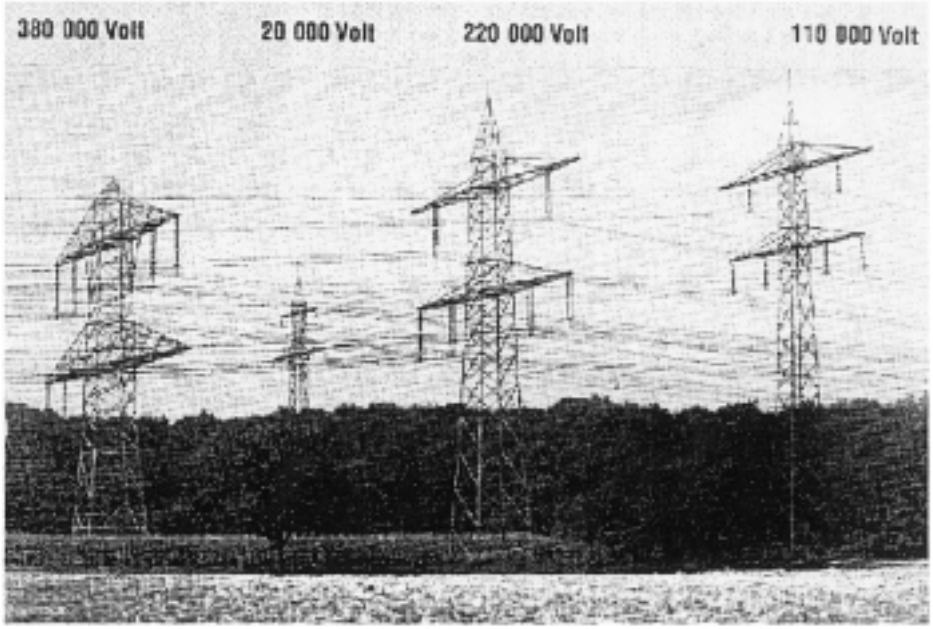
2.3 Freileitungssysteme

Ein Freileitungssystem besteht aus den **Leitern** (Seilen), den **Isolatoren** und den **Masten**.

Ein **Leiterseil** überträgt jeweils eine Stromphase. Im Hoch- und Mittelspannungsnetz bilden jeweils drei Leiterseile einen Stromkreis, im Niederspannungsnetz sind es vier Leiter.

Die spannungsführenden Leiter sind mit Isolatoren an Masten befestigt. Die Leiter, bei Freileitungen auch Seile genannt, sind nicht mit einer Isolierung umgeben. Es wird das Isoliervermögen der Luft ausgenutzt.

Beim **Hochspannungsnetz** trägt ein Mast abweichend von den **Mittel- und Niederspannungsnetzen** üblicherweise mehrere Stromkreise. Bei Stromkreisen verschiedener Spannungsebenen liegen die Seile der höheren Spannungsebene immer an den oberen Masttraversen.



Hochspannungs-Leitungstrassen

2.3.1 Leiterseile und Beseilung

Die dem Stromtransport dienenden Leiter sind als Seile oder bei Niederspannung als massive Drähte ausgeführt. Die Drahtseile bestehen in der Regel aus zusammen-gedrehten Stahldrähten, die mit Aluminiumdraht umwickelt sind.

Der Durchmesser der Leitungsseile richtet sich nach der zu übertragenden Leistung und nach dem Abstand der Tragmasten und liegt im Mittel- und Hochspannungsbereich bei rund 100 bis 600 mm^2. Die Zugfestigkeit der Seile, und damit die Seilspannung, ist sehr hoch, um Masten zu sparen.

Der **Mindestabstand** der zwischen den Masten durchhängenden Leiterseile zum höchsten Punkt auf der überspannten Oberfläche darf 6 m nicht unterschreiten.

Der **Abstand der Seile** voneinander und vom Mast ist abhängig von der **Spannungsebene**, da die Überschlagsgefahr von Phase zu Phase oder Erde mit der Spannung zunimmt. So beträgt z. B. der übliche Abstand von Seil zu Seil bei 380 kV-Stromkreisen 6,5 m in der Horizontalen und 10 m in der Vertikalen.

Bei Hochspannungsübertragung 380 und 220 kV werden anstelle je eines Leiterseils **Bündel** mit mehreren parallel geführten Teilleitern für jede Phase verwendet. Die Teilleiter haben etwa 40 cm Abstand voneinander und sind mit Distanzstäben vor gegenseitiger Berührung gesichert. Zweck dieser sog. **Bündelleiter** ist es, den Verlust an elektrischer Energie durch Glimmentladung (Korona-Effekt) in wirtschaftlich tragbaren Grenzen zu halten. Üblich sind beim 220 kV- Netz 3er-oder 4er-Bündel.

Neben den Strom übertragenen Seilen werden auf den Leitungsstrassen der Hochspannungsebene, in Ausnahmefällen auch bei Mittelspannungsnetzen, sog. **Erd- oder Blitzseile** als Schutz gegen atmosphärische Störungen mitgeführt. Sie haben einen gleichen oder auch etwas geringeren Durchmesser als die Leiterseile, sind aber **spannungslos**. Sie verlaufen auf den **Mastspitzen**, um die tiefliegenden Leiterseile gegen Blitzschlag zu schützen. Bei Niederspannungsnetzen wird ein Erdleiter als 4. Seil mitgeführt.

Für die Übertragung von Informationen dienen verseilte **Luftkabel** von Mast zu Mast oder seit einigen Jahren in die Erdseile oder Phasenleiter integrierte **Lichtwellenleiter** (Glasfasern). Von ihrer elektrischen Spannungshöhe her, stellen sie zwar keine Gefahr für den Freiballon dar, allerdings von ihrer mechanischen Festigkeit und Spannung.

Niederspannungsleitungen bestehen in der Regel aus 4 Seilen oder Drähten und bei kurzen Entfernungen auch aus Kabel mit 4 isolierten Leitern.

Die für den Freiballon relativ ungefährlichen **Telefonleitungen** sind dadurch gekennzeichnet, dass sie einzeln als Kabel aus Holzmasten geführt werden.

2.3.2 Isolatoren

Die Leiterseile sind mittels Isolatoren an den Masten aufgehängt. Art, Länge und Zahl der Isolatoren richten sich nach der Höhe der Spannung. Sie stellen damit ein wichtiges Identifikationsmerkmal dar.

Bei der **Hochspannungsebene** sind folgende Lösungen üblich:

• 380 kV: 3-gliedrige Einfach- bis Vierfach-Hängekette aus Langstabisolatoren
• 220 kV: 2-gliedrige Einfach- oder Doppelhängekette
• 110 kV: 1 Langstabisolator

Mittel- und Niederspannungsebene: Stützenisolatoren

2.3.3 Leitungsmaste

Als **Maste** werden je nach Stromleistung, Spannungsebene, Trassenbedingungen und Spannweite der Beseilung (Mastabstand) eingesetzt:

• **Stahlgittermaste** (Vierkantiges Stahlfachwerk) mit **Traversen** (Mastausleger) für mehrere Stromkreise in Zweiebenenanordnung und für lange Überspannstrecken.
• **Einstielige Stahlrohr- oder Schleuderbetonmaste.**
• **Holzpfähle** als Einschaft-, A- oder Portalmast.

Art, Höhe und Beseilung der Maste geben neben den Isolatoren einen Hinweis auf die Höhe der Spannung. Die nachfolgenden Zahlen gelten für **Standartausführungen**, Abweichungen sind möglich.

Hochspannung: Gittermaste

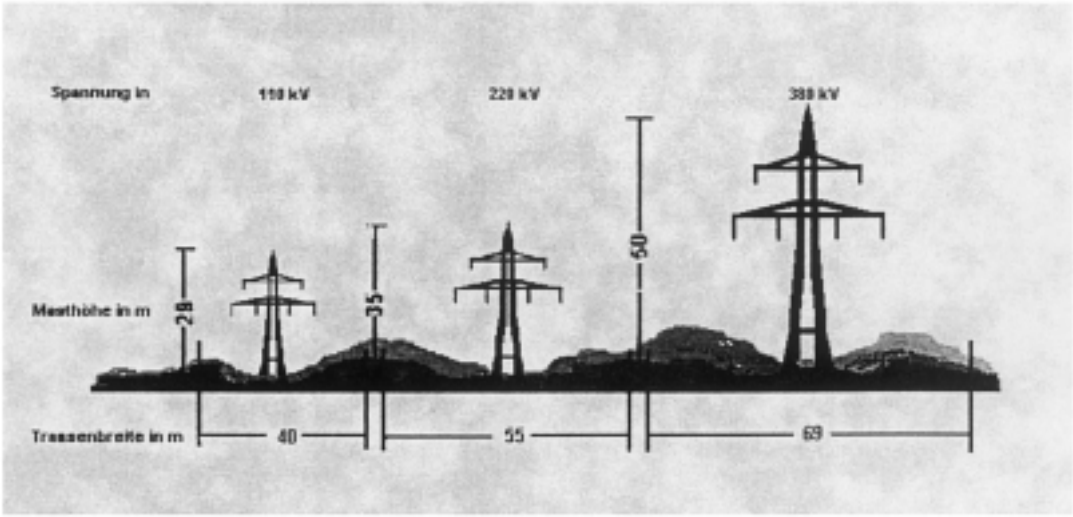
• 380 kV = 60-75 m Höhe; 450 m Abspannweite
• 220 kV = 40-45 m Höhe; 350 m Abspannweite
• 110 kV = 30-35 m Höhe; 250 m Abspannweite

Mittel- und Niederspannung:

• 40 bis 80 m Höhe; bei Betonmasten bis 200 m Abspannweite

Die Tragmaste werden durch regelmäßig in bestimmten Abständen angeordnete verstärkte **Abspannmaste** entlastet. Sie sind in der Regel höher und die Leiter sind näher an den Masttraversen geführt. Abspannmaste übernehmen auch als Winkelmaste den seitlichen Zug bei einer Richtungsänderung der Leiter.

Besondere Vorsicht vor den niedrigen T-Masten im Mittelspannungsbereich!

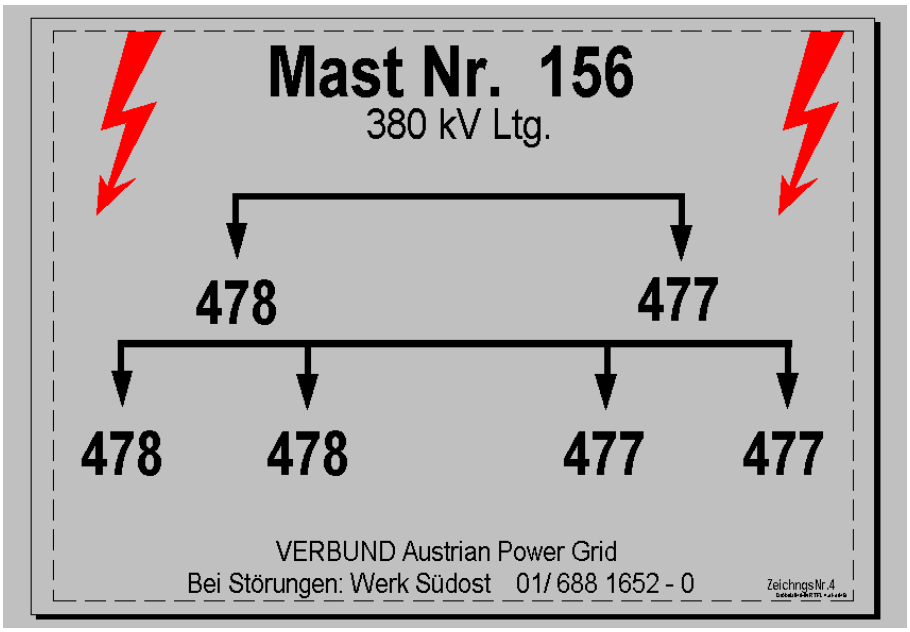


Masthöhen und Trassenbreiten

2.3.4 Identifizierung der Maste und Stromkreise

Es gibt in Österreich kein optisch einheitliches System zur Kennzeichnung der Maste und der Stromkreise. Alle Maste mit Stromkreisen von über 1000 Volt tragen jedoch ein **Warnschild** (Mastnummerntafel) mit gelben Hintergrund, roten Blitzpfeil und folgenden Hinweisen:

- Leitungsbetreiber mit Angabe der Erreichbarkeit (Telefonnummer)
- Angabe der Kv - Anzahl
- Leitungsnummer
- Mastnummer



2.3.5 Bahnstromleitungen

Die von den Umspannwerken ausgehendenn Bahnstromleitungen führen **Wechsel-strom** von **110 kV** Spannung. Die Bahnstromleitungsmasten tragen in der Regel eine Traverse mit 2 Stromkreisen, bestehend aus je einer Phase und einem Erdleiter.

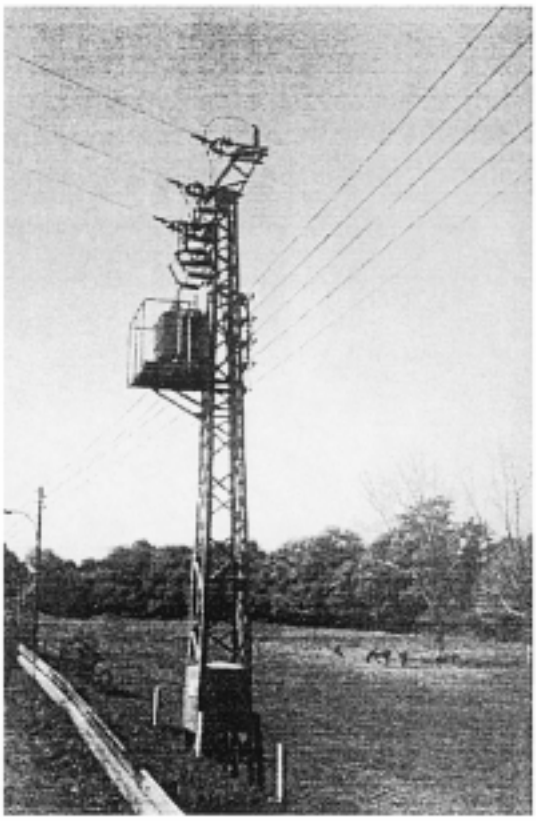
In den Unterwerken wird die Spannung auf 15 kV transformiert und **Speiseleitungen** zugeführt. Sie verlaufen oftmals parallel zum Oberleitungssystem, das die Fahrdrähte mit dem Stromkreis verbindet.

2.3.6. Leitungstrassen

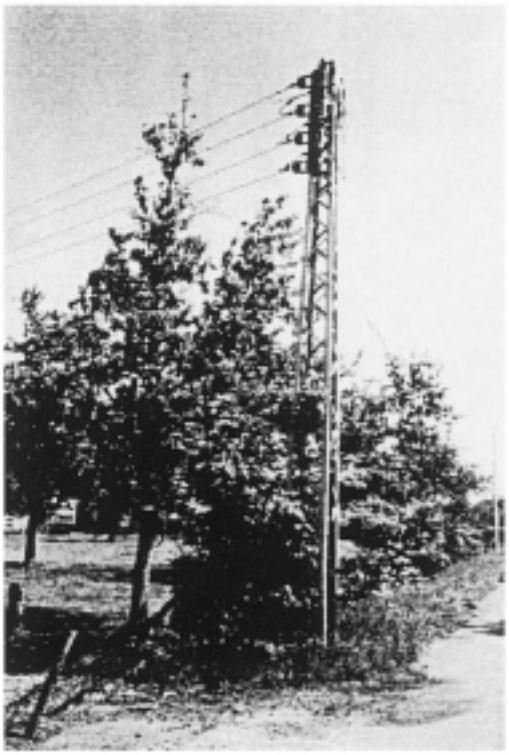
Die der Führung einer Freileitung dienenden Maste bilden in ihrer Aufeinanderfolge eine **Leitungstrasse**.

Die Bemühungen, die Trassen in die Landschaft einzupassen, erschwert ihre Wahrnehmung durch den Ballonfahrer. Dies gilt insbesondere für die Mittelspannungsebene. Ihre niedrigen Masten werden oft parallel zu mit Bäumen gesäumten Straßen oder quer über Felder geführt. Sie stellen eine besondere Gefahr bei Tieffahrten und bei der Anfahrt zur Landung dar.

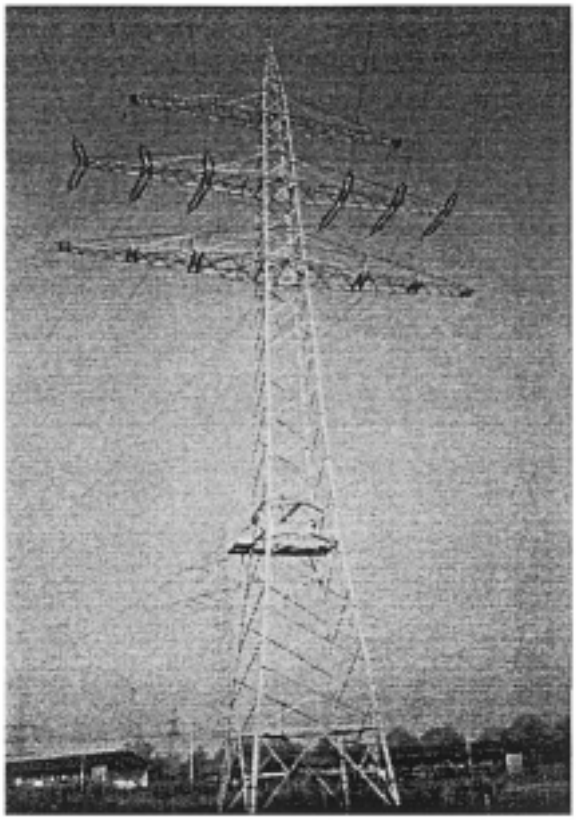
Ein Mast führt zu einem anderen!



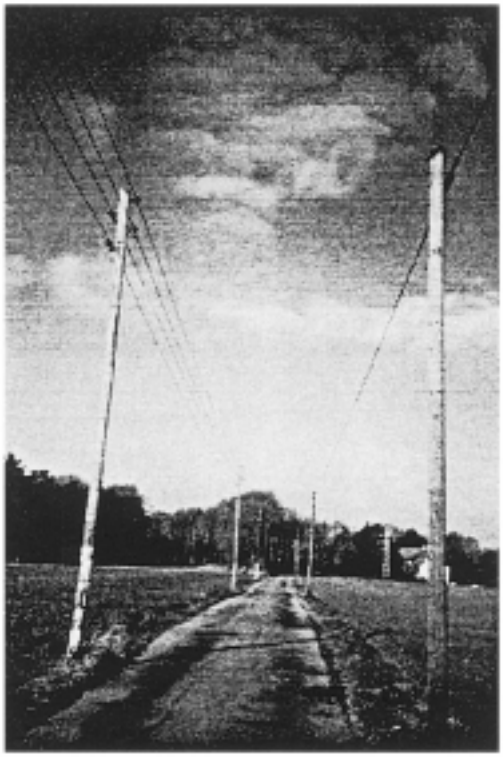
10 kV – Umspannstation
(Mittelspannung-Niederspannung)



Übergang Erdkabel – Freileitung



110 kV – Winkel-Abspannmast



220/380 V – Leitungen; Telefonkabel

2.3.7 Schutzmaßnahmen im Netz

Störungen im elektrischen Netz können durch **Kurzschlüsse** zwischen zwei spannungsführenden Leitern verschiedener Polarität auftreten. Bei geerdeten Spannungsquellen stellt auch der **Erdschluß** eine Form des Kurzschlusses dar.

Bei einem Kurzschluß tritt ein sehr hoher **Kurzschlussstrom** auf. Um die Folgen zu verringern, sind im System der elektrischen Energieübertragung Sicherheitsvorrichtungen eingebaut, die im Fehlerfall abschalten. Es handelt sich bei höheren Spannungen um Leitungsschutzschalter, das sind Selbstschalter mit einem thermischen Überstromauslöser und einem elektromagnetischen **Kurzschluß-Schnellauslöser**.

Im Störungsfall, z. B. bei **Kurzschlüssen** im **Hochspannungsnetz** werden in der Regel die Stromkreise selektiv in Millisekunden abgeschaltet. Bei 220 und 380 kV-Netzen ist in der Regel eine **Kurzunterbrechungsautomatik** (Schnellwiedereinschaltung) eingebaut, die nach dem Kurzschluss eine fehlerhafte Phase einmalig für 100 bis 200 Millisekunden aus und wieder einschaltet, um einen Lichtbogen zu löschen. Ist die Fehlerquelle nicht beseitigt, schaltet der Schalter wieder aus und bleibt in Aus-Stellung. Die endgültige Wiedereinschaltung des gestörten Stromkreises erfolgt also **nicht automatisch,** sondern erst nach Feststellung der Störungsursache und Öffnen einer Wiedereinschaltsperre[3].

Bei **Mittelspannunngsnetzen** schalten Überstromschalter im Stromkreis selbsttätig ab und werden in der Regel nicht wieder eingeschaltet.

[3] Eine für den Ballonfahrer wichtige Sonderlösung gibt es bei den **110-kV**-Übertragungs- und Verteilnetzen. Um das Zusammenbrechen der Stromversorgung durch Leitungsstörungen zu verhindern, werden bei **1-poligem Erdschluss** (Ein Seil am Boden) diese Stromkreise nicht abgeschaltet, sondern es werden der Erdschlussstrom begrenzt und die Spannung in den beiden anderen Leitern erhöht. Dieser Zustand wird so lange gehalten, bis die Fehlerquelle herausgefunden ist und es zu einer Abschaltung kommen kann. Bei 110-kV-Leitungen ist also besondere Vorsicht geboten!

In **Niederspannungsnetzen** sind Leitungsschalter und Schmelzsicherungen zum Schutz gegen Überströme und Kurzschlüsse eingebaut.

Die verschiedenen Systeme und Verfahren zum Schutz bei Kurzschlüssen bei gleichzeitig weitergehender Aufrechterhaltung der Stromversorgung werden unter dem Begriff **Betriebsführung der Netze** zusammengefasst.

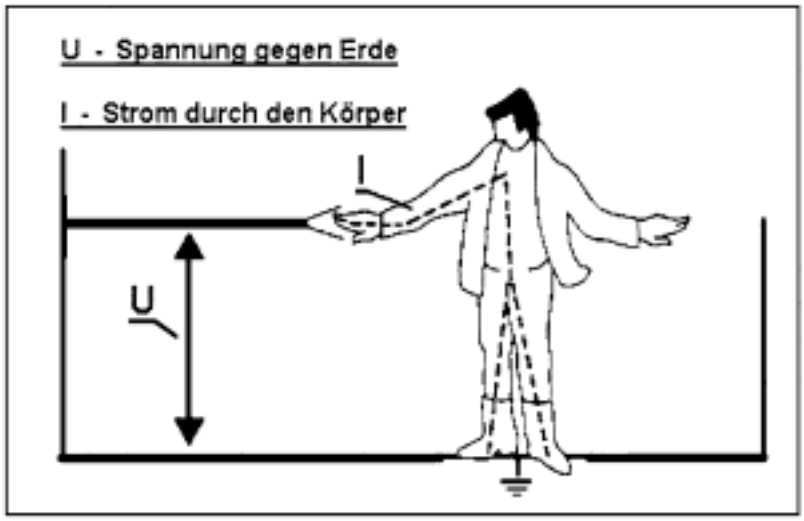
2.4 Gefährdung durch elektrischen Strom

Elektrizität kann sehr gefählich sein. Die Gefährdungen beruhen auf den speziellen Wirkungen, die der Strom auf den menschlichen Körper und auf im Kurzschluss befindliche Gegenstände ausübt. Unfälle durch elektrischen Strom führen besonders häufig zum Tode der Verletzten, sei es durch **direkten Stromfluss**, oder sei es bei Freiballonnen auch durch die zerstörenden Wirkungen der **Hitze** auf Korb und Hülle und auf das Füllgas oder die Brennerflaschen.

Die Gefährdung steigt generell mit der **Höhe** der Spannung und der **Dauer** der Einwirkungszeit. Leitungsmaste und Erdleiter sind Spannungslos, eine Berührung ist daher gefahrlos. Auch die Berührung nur eines der Leiter oder eines Leiterbündels eines Stromkreises ist gefahrlos, sofern nicht eine Verbindung zur Erde besteht, sei es über den Erdleiter, den Mast oder Ballon. Kommen zwei Leiter zusammen oder ein Leiter und Erde zusammen oder kommen sie einander zu nahe, so fließt Strom oder schlägt Strom in Form eines **Lichtbogens** über.

2.4.1. Stromfluß durch den Körper

Strom fließt nur in einem geschlossen Stromkreis. Der menschliche Körper ist leitfähig. Für Menschen besteht daher die Gefahr, wenn er ein **Teil** dieses **Stromkreises** wird.



Der elektrische Durchströmungsfall

Bei **Wechselströmen** treten schon bei Stromstärken über 6mA Reizwirkungen auf Muskeln und Nerven auf. Stromstärken über 25 mA können bereits zu Atemlähmungen und Bewußtlosigkeit mit Todesfolge oder zu Herzflimmern und Herzstillstand führen.

Übertägt man diese Werte auf die Spannungsebenen so gilt, daß lebensgefähliche Ströme unter ungünstigen Umständen bereits bei Spannungen unter 220 V fließen können. Das führt zu der wichtigen Feststellung, daß alle Freileitungen die elektrische Energie gleich welcher

Spannungsebene transportieren, gefährlich sind und ein Kontakt unter allen Umständen vermieden werden sollte.

Freileitungen, gleich welcher Spannung, sind gefährlich!

Der **Stromfluß** durch den Körper kann dadurch entstehen, dass

• der Strom von einem Leiter durch den Körper zur Erde fließt, oder dass
• der Körper zwischen zwei Leiter gerät und diese überbrückt.

Der geringe Leitungswiderstand des menschlichen Körpers bewirkt hohe Kurzschlussströme. Diese bedeuten hohe Temperaturen und dadurch auch die Gefahr schwerer, lebensgefählicher Verbrennungen.

Bei Stromstärken, wie sie im **Mittel- und Hochspannungsnetz** auftreten, kommt es neben dem Atem- und Herzstillstand durch die große Wärmewirkung zu schweren Gewebezerstörungen, Verkochen der Muskulatur und Verstümmelungen.

Beim **Ballon** verläuft ein Kurzschlussstrom in den meisten Fällen durch die metallischen Teile im und in der Nähe des Korbes. Die **Insassen** sind wegen der Enge im Korb und der Berührungsnähe zu Metall-Teilen sehr gefährdet. Beim Heissluftballon ist die Gefährdung durch Stromfluss besonders groß, da die Heizanlage (Brenner + Druckgasbehälter + Schläuche und Amaturen) den Strom gut leitet. Der Hüllenstoff ist in trockenem Zustand ein sehr schlechter Leiter.

2.4.2. Annäherung an Leitunngen mit Spannungen über 1 kV

Bei Freileitungen im Mittelspannungs- und Hochspannungsbereich können bereits bei **Annäherung** an die Leiterseile, also ohne direkte Berührung, Überschläge entstehen. Die **Überschlagsgefahr** hängt damit zusammen, daß sich um die elektrischen Leiter elektromagnetische Wechselfelder bilden, die nicht überbrückt werden dürfen. Deswegen haben die Leiter Abstände voneinander, die mit der Spannungshöhe größer werden.

Wird ein Mindestabstand[4] zu den spannungsführenden Teilen unterschritten, treten **Kurzschlüsse mit Lichtbögen[5]** auf. Sie können durch direkt Einwirkung oder durch die große Strahlungshitze zu schweren Verbrennungen führen und, was sich beim Freiballon

[4] Einer **Berührung gleichzusetzende Mindestabstände**
von einem Leiter, bei Leiterspannungen von:
•10 kV - 20 kV rd. 20-30 cm
•110 kVrd. 1,1 m
•220 kVrd. 2,2 m
•380 kVrd. 2,9 m

Zulässige Annäherung an einen Leiter, bei Leiterspannungen von:
•bis 1 kV 1 m
•1-110 kV 3 m
•110-120 kV 4 m
•220-380 kV 5 m

[5] bei den selbstständigen Gasentladungen in Form einer **Bogenentladung** handelt es sich um einen Stromfluss in Gassäulen (ionisierte Gasmoleküle). Die Ionisierung läuft lawienenartig ab und vermindert den Widerstand zwischen Stromleitern. Sie treten bei hohen Stromdichten auf, sind außerordentlich lichtstark und erzeugen Temperaturen von mehreren tausend Grad.

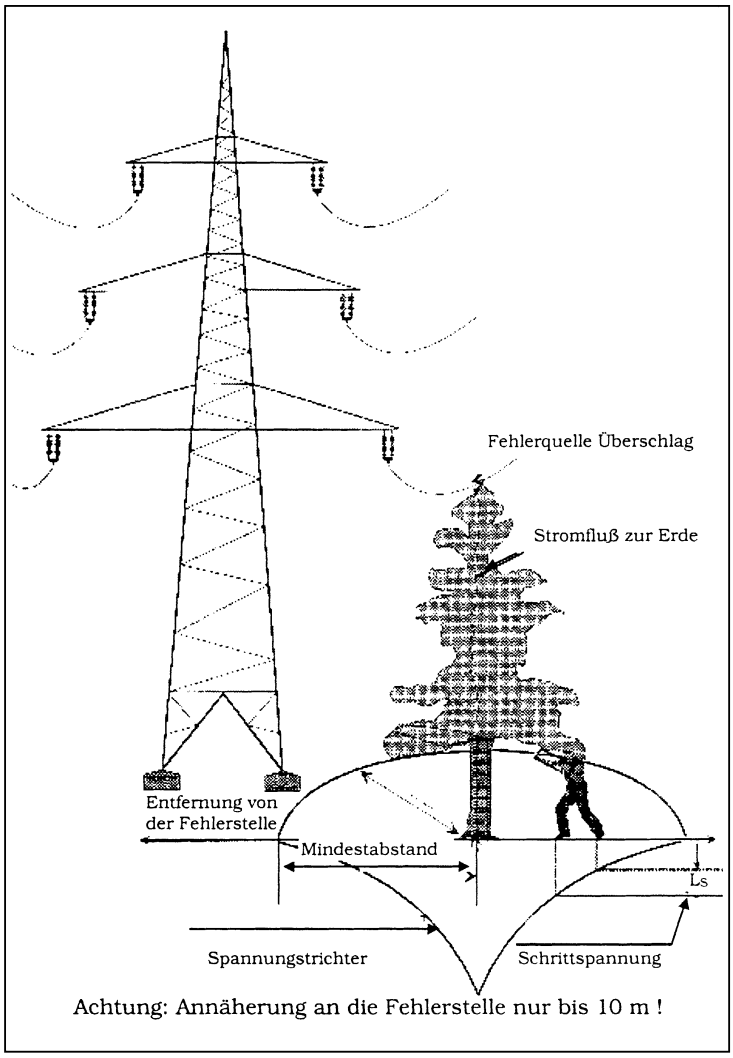
katastrophal auswirken kann, **tragende Seile durchschweissen, Druck-flaschen aufschweissen und das unter hohem Druck frei werdende Brenngas wie auch brennbares Füllgas in der Ballonhülle zur Explosion bringen und Sekundärbrände erzeugen.**

Beim **„Anfahren“** eines Freiballones an eine Freileitung ist die Gefahr sehr groß, daß durch den Kraftstoß beim Aufprallen die große träge Masse des Freiballons die **Leiterseile aneinander drückt** oder das der **Sicherheitsabstand** zwischen den Seilen unter-schritten wird. In beiden Fällen tritt ein **Überschlag** ein, und Ballon und Insassen liegen im Kurzschlußstromkreis. Auch eine Verbindung zwischen Erdseil und Leiterseil führt zu einem Kurzschluß.

Auf eine weitere Gefahr ist hinzuweisen, den Erdschluß durch ein abgerissenes **Leiterseil** oder durch das **Schlepptau** oder **Halteseil** des Freiballons.

Um den Berührungspunkt eines auf den Erdboden herabhängenden Leiter- oder Ballon-seiles bildet sich, solange Strom fließt, ein Spannungstrichter. Wird dieser Spannungs-trichter überbrückt, z.B. durch einen darüberschreitenden Menschen, kann es zu Strom-schlägen kommen. Die Gefahr steigt mit der Schrittlänge.

Auf die besondere Gefahr durch herabhängende 110 kV-Seile wird ausdrücklich hingewiesen.



Spannungstrichter bei Erdschluss eines Leiterseils

3. Ursachen der Berührung

Kein **Freiballonführer** fährt seinen Ballon mit **Absicht** in die **Freileitungen.**

Wennn es trotzdem dazu kommt, so ist es nahezu ausnahmslos die Folge von Fehlern die im Verantwortungsbereich des Ballonführers gelegen haben.

Es kann eine singuläre Ursache sein, meistens ist es aber eine Abfolge von Fehlern, die zum Unfall führen.

Naturgemäß passieren diese Unfälle in der Betriebsphase Start und Landung.

3.1 Menschliche Faktoren

Bei nahezu allen Unfällen spielen pilotenbezogene Faktoren eine Rolle. Erkenntnisse darüber, welche Faktoren letztendlich vor und während einer Ballonfahrt zu **Fehlent-scheidungen** führen, sind die Grundlage zur Entwicklung von **Abwehrstrategien.**

Dem trägt die International anerkannte **Klassifizierung** der menschlichen Faktoren **(human factors)** beim Unfallgeschehen Rechnung (Lit. 23).

- **Bewußte Fehlhandlungen**
- **Unbewußte Fehlhandlungen**
- **Arbeitsfehler**
- **Physische und psychische Einschänkungen der Handlungsfähigkeit**

Der Unfall, die Berührung einer Freileitung, ist immer das Ende einer meist längeren **Ereigniskette**, in der alle diese menschlichen Faktoren neben äusseren Einflüssen (Wetter, Sichtverhältnisse u. a.) und selten auch technischen Fehlern (Brennerstörung) die entscheidende Rolle spielen. Deswegen soll in den folgenden Abschnitten auf die drei ersten Faktoren ausführlich eingegangen werden.

Es darf jedoch nicht verkannt werden, dass bewußte und unbewußte Fehlhandlungen oder Arbeitsfehler häufig die Folge des vierten Faktors, der physisch oder psychisch meist unbemerkt eingeschänkten Handlungsfähigkeit sind. Krasse Einwirkungen auf Körper und Geist, wie Sauerstoffmangel, schnelle Druckänderungen, extreme Tempera-turen u.a, sind in der normalen Ballonfahrt zwar nicht von Bedeutung. Aber auch die milderen Störeinflüsse wie Nikotingenuss, Restalkohol, die häufig unterschätzten Nebenwirkungen harmloser Medikamente, leichte Erkrankungen, Übermüdung, Schlafmangel, Erschöpfung nach harter körperlicher Arbeit schränken die **Urteilsfähigkeit** und die sichere **Reaktionsfähigkeit** so weit ein, dass daraus Fehlhandlungen entstehen können.

Nicht zuletzt muß darauf hingewiesen werden, daß kritische Situationen immer mit star-kem Stress verbunden sind. Stress versetzt den Körper in erhöhte Alarmbereitschaft und befähigt zu schnellem und richtigem Handeln. **Stressüberlastung** bewirkt aber das Ge-genteil. Da sich die Stressfaktoren addieren, ist es lebenswichtig, dass der Pilot ohne Stressvorbelastung aus dem Privatleben oder Beruf in den Korb steigt und zusätzlicher Stress an Bord vermieden wird. Wer mit dem letzten Gas landet und von seinen Gästen während der Landefahrt mit Fragen bombardiert wird, läuft Gefahr zu versagen, wenn durch eine plötzlich auftauchende Freileitung schnelles überlegtes Handeln notwendig wird.

3.1.1 Bewußte Fehlhandlungen

Bewußte Fehlhandlungen sind Folgen von Gleichgültigkeit, Disziplinlosigkeit, Informationsmangel, Unvorsichtigkeit oder Überheblichkeit.

Die Kollision mit einer Freileitung am Ende einer einstündigen Ballonfahrt bei böigem Wind oder einsetzender Thermik wirft Fragen nach den Ursachen auf. Wie konnte der Pilot, obwohl entsprechende Windwarnungen vorlagen, an seinem Startentschluß fest-halten? Was hat ihn dazu getrieben, diese Grenzen ganz bewußt zu überschreiten?

Im folgenden sind beispielhaft einige Verhaltensweisen aufgeführt:

- **Disziplinlosigkeit** („...was schert mich das Luftrecht, was gehen mich Betriebsgrenzen an!“)
- **Informationsmangel** („...wieso Wetterberatung, die örtlichen Bedingungen sind doch okay!“)
- **Gleichgültigkeit** („...einige sind schon gestartet, jetzt habe ich aufgerüstet, eingepackt wird erst nach der Fahrt!“)
- **Unvorsichtigkeit** („...was soll denn schon passieren, landen kann man doch überall!“)
- **Überheblichkeit** („...damit werde ich schon fertig!“)

3.1.2 Unbewußte Fehlhandlung

Selbstsicherheit in Verbindung mit Selbstzufriedenheit, eine an sich positive Eigenschaft die viele Ballonfahrer aufweisen, kann sehr gefählich sein.

Seinen Fähigkeiten zu vertrauen, kann beispielsweise seine Ursache in profunder Kenntnis eines Sachverhaltes oder in über lange Zeit gewonnener Erfahrung haben.

Gefährlich wird **Selbstsicherheit**, wenn aus Ihr **Selbstüberschätzung** wird und **Risiken** eingegangen werden.

Dann kann es zu unbewussten Fehlhandlungen kommen, denn Selbstüberschätzung geht Hand in Hand mit Vergesslichkeit, Langeweile, Unaufmerksamkeit, Ablenkungen und Missverständnissen.

Am gefährlichsten ist ein trügerisches Gefühl von Sicherheit, da sich Folgen von unbewusst begangenen Fehlern oft nicht oder zu spät bemerkbar machen:

Ein Ballonfahrer, der zusammen mit seinen Gästen das Erlebnis einer besonders guten Fernsicht genießt, vernachlässigt seine Aufgaben und bemerkt das Einsetzen der Böentätigkeit nicht. Er wird erst aus seinen Träumen gerissen, als er mit der kritischen Betriebsphase, der Landung, beginnt und mit einem nicht mehr beherrschbaren Ballon hart auf den Boden aufschlägt oder eine Leitungskollision unvermeidbar ist.

3.1.3 Arbeitsfehler

Ursachen von Arbeitsfehlern sind fehlende Eignung und/oder ungenügende Ausbildung und schlechter Trainingsstand.

Eignung: Hier liegt die Verantwortung bei den Fluglehrern, Ausbildungsleitern, Flugschulen und Vereinen. In erster Linie die ausbildenden Fluglehrer die eine Eignungsfeststellung ihrer Schüler treffen.

Ausbildung: Wenn hier von Ausbildung die Rede ist, bezieht sich dies neben dem Vermitteln von Grundwissen vor allem auf das Antrainieren von Fertigkeiten, die zur sicheren Ballonführung erforderlich sind.

Auch hier sind die Fluglehrer gefordert, jede Ausbildungsfahrt zu nutzen, um neben der Ausbildung auch die Erziehung zu einem Piloten zu fördern, der die volle Verantwortung für das Luftfahrzeug und die Passagiere trägt und sich dessen stets bewusst ist.

Trainingsstand: Jedem ist sicher klar, dass die vom Gesetzgeber geforderte Mindestfahrtenzahl zur Scheinverlängerung wenig mit dem aktuellen Trainingsstand gemein hat. Auch eine große Anzahl an Fahrten lässt nur Rückschlüsse auf die Gesamterfahrung zu.

3.2 Entscheidungsfindung

Probleme im Korb können schlagartig auftreten, sie können sich schleichend entwickeln, sie können relativ einfach sein, oder aber so komplex werden, dass nicht mehr alle Aspekte überschaut werden können. Dann kommt es leicht zu Fehlentscheidungen oder Irrtümern die wir vermeiden müssen.

Eine notwendige **Charaktereigenschaft** guter Piloten ist **Entschlussfreude**. Die Qualität der Entscheidungen, die der Ballonfahrer zu treffen hat, wird von mehreren Faktoren bestimmt:

Wissen und **Erfahrung** beeinflussen die **Situationseinschätzung** und die **Wahlmöglichkeiten**.

Es leuchtet ein, dass mit dem **Wissensumfang** die Richtigkeit der Situationsanalyse und die Auswahlmöglichkeiten im Hinblick auf das weitere Vorgehen zunehmen.

Erfahrung zeigt sich dadurch, dass wichtige von unwichtigen Informationen schnell und zuverlässig unterschieden werden. Erfahrung ist auch hilfreich beim Entwerfen passender Lösungsstrategien. Erfahrung erwirbt man durch „Fahren“, durch bewusstes Fahren und Verarbeitung aller Geschehnisse.

Niemand ist in der Lage, genau zu sagen, was wir lernen und lehren müssen, um immer eine der jeweiligen Situation entsprechende Entscheidung zu treffen, aber es gibt einige allgemeine Empfehlungen:

- Reduziere die Arbeitsbelastung, um Zeit für die Entscheidungsfindung zu gewinnen
- Handle erst, wenn du das Problem verstanden hast
- Wäge Zeit- und Risikofaktoren ab
- Plane Ausweichmöglichkeiten
- Zögere nicht bei der Durchführung
- Führe einmal getroffene Entscheidungen konsequent zu Ende

3.3 Ablenkung

Nach den vorliegenden Erkenntnissen werden die Mehrzahl der Unfälle infolge Freileitungsberührung durch **Ablenkung** der **Aufmerksamkeit** des Ballonführers von der Ballonführung verursacht.

Eine Ballonfahrt fordert vom Ballonführer ein hohes Maß an **Konzentration im besonderen in Bodennähe**. In Stresssituationen kann der notwendige Konzentrations-aufwand zur Steuerung des Ballons das **Konzentrationsvermögen** des Ballonführers übersteigen. Unter diesen Bedingungen wird die Wahrnehmungsfähigkeit bei Konzentration auf eine Teilaufgabe beeinträchtigt.

Typische Beispiele sind Anpeilen eines Zielkreuzes bei Wettbewerben, das Fixieren auf ein ganz bestimmtes Landefeld, die Beobachtung einer nahen, seitlich verlaufenden Freileitung unter Vernachlässigung der Geländebeobachtung in Fahrtrichtung.

An Bord befindet sich meistens keine zweite sachkundige Person, die Fehler rechtzeitig bemerkt. Konzentrationseinschränkungen des Ballonführers können damit lebens-gefährlich werden. Die Konzentration wird vor allem durch Aufgaben, die außerhalb der direkten Ballonführung zu erledigen sind beeinträchtigt.

Alle diese Aufgaben, wie die Bewirtschaftung des Brennstoffes, der Funkverkehr, die Navigation, die Betreuung von Fahrgästen und die Vorbereitung des Korbes für die Landung, sollten keinesfalls während der arbeitsintensiven und bodennahen Betriebsphasen Start, Tieffahrten und Landung durchgeführt werden.

Bei Tieffahrten und in der Landephase hat der Ballonführer seine volle Aufmerksamkeit der Beobachtung des Geländes auf Hindernisse und der Wirkung des Bodenwindes auf den Ballon zu widmen.

Je geringer die Fahrthöhe, um so höher muß die **Konzentration** sein.
Ablenkung um jeden Preis vermeiden!

3.4 Sehen, aber nicht wahrnehmen

Im Luftfahrzeug sind wir weitgehend auf die Augen angewiesen. Sie liefern den weit überwiegenden Teil der Informationen, die wir für die Ballonführung benötigen. Das Auge gibt uns über die Auswertung der Lichtreize im Gehirn ein weitwinkeliges, farbiges, räumliches und konturenscharfes Bild aus dem wir die Lage im Luftraum, die Bewegung des Ballons, die Landschaft mit ihren Flächen und Hindernissen und die Werte unserer Instrumente und Anzeigen im Korb mühelos entnehmen.

Aber dieser Eindruck täuscht. Tatsächlich ist die optische Wahrnehmung ein sehr **komplexer Vorgang** der auch viele Schwachstellen und Fehlerquellen enthält.

Zunächst kann die Aufnahme der optischen Informationen durch das Auge bereits beeinträchtigt sein. Wir können davon ausgehen, dass Ballonfahrer dank der Fliegertauglichkeitsuntersuchung grundsätzlich „gute Augen“ haben, sei es auch mit einer korrigierenden Sehhilfe. Auf krankhafte Veränderungen muß deswegen hier nicht eingegangen werden. Aber auch die Aufnahmefähigkeit des gesunden Auges kann erheblich eingeschränkt sein.

Müdigkeit, Alkohol, Nikotin und Medikamente reduzieren die Lebendigkeit des Auges und engen das Sehfeld deutlich ein. Darunter leiden die Empfindlichkeit der Netzhaut (das Bild wird trüb, kontrastarm, unscharf), die Anpassung an Nah- und Fernsicht (z.B. Horizont, Boden, Instrument, Hindernis, Gasanzeige….usw.), vor allem aber die Fähigkeit, Gefahren im äußeren, peripheren Blickfeld schnell und sicher wahrzunehmen.

Neben diesen köpereigenen Behinderungen des Auges sollten externe Sehhindernisse konsequent vermieden werden. Der Blick auf alles Wichtige muß frei sein, das ist die ganze Landschaft vor uns, die Instrumente, die Hülle, die Leinen, die Anzeige des gerade benutzten Gaszylinders. Die richtige Position des Piloten im Korb ist hierfür die wichtigste Vorraussetzung. Sehbehinderte Sonderbrillen, scheuklappenartige Kopf-bedeckungen oder Frisuren sollte der Freiballonführer nicht tragen.

Blendung ist ein weiteres Problem, vor allem bei Landefahrten gegen die tiefstehende Sonne. Der übergroße Lichtreiz des direkt ins Auge einfallenden Sonnenlichts „betäubt“ quasi die Netzhaut, so dass sie einige lange Sekunden das umfliegende Bild nicht mehr aufnehmen kann. Sekunden die genügen, um eine Freileitung zu spät zu sehen. Sonnenbrillen helfen hier nicht. Sie müssten so stark sein, dass sie zugleich das wichtige Landschaftsbild zu sehr abdunkeln. Eine einfache Schirmmütze hilft, durch richtige Kopfhaltung kann die Sonne abgeblendet und die darunter liegende Landschaft gut gesehen werden.

Seherfahrung kann durch bewusstes Hinschauen, durch ständige Rundumbeobachtung mit wachem Auge erworben und schnell und wirkungsvoll verbessert werden.

Besonders wichtig ist dies bei schlechten Sicht- und Licht - Verhältnissen. Den dunklen Mast im hellen Licht vor hellem Hintergrund sieht jeder, den grünen Mast im Gegenlicht vor dunklem Wald erkennt nur, wer solche schwachen Konturen schon öfter gesehen und im visuellen Gedächtnis gespeichert hat. Je schlechter Hindernisse erkennbar sind, um so wichtiger ist die Beobachtungserfahrung, die Fähigkeit die vorausliegende Landschaft nach Anzeichen von Wahrnehmbarem, nach verdeckten und „getarnten“ Gefahren, Hindernissen, Freileitungen und Masten abzusuchen.

3.5 Zusammenfassung

Faßt man die **wesentlichen Ursachen** von Freileitungsberührungen zusammen, so stehen nach den vorliegenden Erkenntnissen aus Unfällen im Vordergrund:

- Mangelhafte Fahrtvorbereitung und Fahrtplanung
- Mangelhafter Respekt vor den Kräften der Natur
- Ignoranz des Ballonführers und Überschätzung der eigenen Fähigkeit
- Verkennen der dem Aerostaten systemeigenen Eigenschaften
- Überschreitung von Betriebsgrenzen
- Entscheidungsschwäche und zögerliches Handeln
- Unüberlegtes Handeln und Verlust der Konzentration bei Stresssituationen
- Unaufmerksamkeit und Ablenkung
- Blickfixierung statt Umsicht
- Ungenügende Sicht und Sonnenblendung

Diese Ursachen können einzeln oder als Glieder einer Ereigniskette
plötzlich zu **lebensbedrohlichen Situationen** für die Balloninsassen führen!

4. Vermeidung der Berührung

Nachdem mögliche Ursachen von Hindernisberührungen dargelegt wurden, sollen nun wirksame Vermeidungsstrategien untersucht werden. In der Praxis können durch unvollständige, teilweise fehlerhafte Entscheidungen und Handlungen des Ballonführers Situationen entstehen, in denen eine Leitungsberührung nicht mehr zu vermeiden ist.

Was kann der Ballonführer tun, um die Entwicklung solcher Situationen rechtzeitig erkennen und zu vermeiden?

4.1 Fahrtvorbereitung und Fahrtplanung

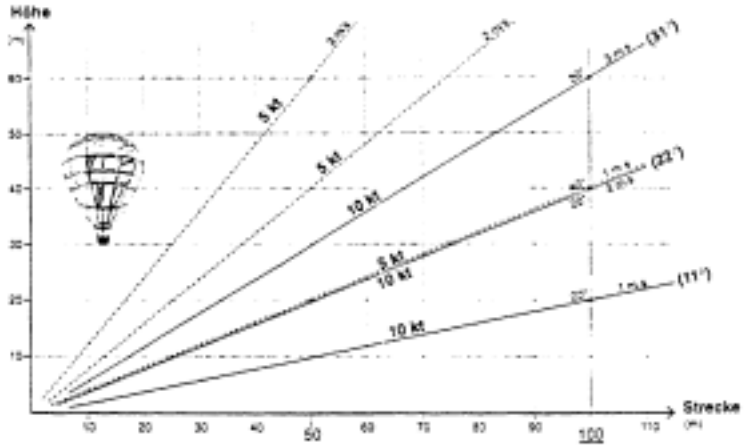
Abhängig von der **Aufgabenstellung** einer Ballonfahrt wird deren Vorbereitung einen sehr unterschiedlichen Umfang annehmen. Eine Wettbewerbsfahrt im Hochgebirge oder ein Rekordversuch kann deshalb nicht direkt mit einer Schönwetterballonfahrt mit Gästen in einfachem Gelände verglichen werden.

Jedem Ballonführer sollte klar sein, dass der Ballon das Luftfahrzeug mit den geringsten Steuermöglichkeiten ist. Damit kommt der **richtigen Beurteilung** der zu erwartenden meteorologischen Bedingungen während der Fahrt, unter Beobachtung der Gelände-verhältnisse im wahrscheinlichen Landegebiet, eine große Bedeutung zu.

Bei einer geeignet erscheinenden Wetterlage, abgesichert durch eine aktuelle Flug-wetterberatung, kann mit der unmittelbaren Vorbereitung der Fahrt begonnen werden.

Bei der **Auswahl** eines geeigneten Aufrüst- und Startplatzes sind für die geplante Ballonfahrt insgesamt, neben den rechtlichen Erfordernissen und der Verantwortung für die Passagiere, folgende Faktoren bedeutsam:

- Zielstellung der Ballonfahrt
- Wetterbedingungen, Windsituation
- Startzeit und mögliche Fahrtdauer
- Beschaffenheit des voraussichtlichen Landegebiets
- Erfahrungs- und Übungsstand des Ballonführers
- Konstitution der Passagiere



Der Steigwinkel des Ballons nach dem Abheben hängt von der Wind- und der Steiggeschwindigkeit ab. Der geometrische Zusammenhang wird aus der Abbildung ersichtlich

Zur **Durchführung** eines sicheren Starts müssen weiterhin unbedingt folgende Punkte berücksichtigt werden, wie:

• Hindernissituation in Startrichtung innerhalb eines ausreichend großen Startsektors
• Richtung und Stärke des Bodenwindes
• Temperaturgradient der bodennahen Luftschichten

Durch Beobachtung des Aufstiegsverhaltens von **Pilotballons** zu Beginn des Aufrüstens und unmittelbar vor dem Start bekommt der Ballonführer wertvolle Hinweise über das Windprofil in Bodennähe.

Zur Kalkulation des Sicherheitsabstandes (Abstand zwischen Startpunkt und Freileitung) zu Hindernissen in Startrichtung kann folgende Faustregel als Anhalt dienen:

Sicherheitsabstand (m) = Windgeschwindigkeit (kt) x 10 + Masthöhe (m)

Beispiel: Windgeschwindigkeit 10 kt, Masthöhe 30 m
Sicherheitsabstand = 10 x 10 + 30 = 130 m

Das entspricht nach dem **Diagramm im Anhang 1** (Seite 31) einer mittleren Steiggeschwindigkeit von 1,15 m/s, wobei allerdings kein vertikaler Sicherheitsabstand über der Mastspitze berücksichtigt wurde.

Sonstige Hinweise zur oben genannten Faustregel sind aus dem Diagramm zu ersehen.

Lassen Gelände- und Wetterverhältnisse am Startplatz, die wahrscheinliche meteorologische Entwicklung während der Fahrt und die Verhältnisse im voraussichtlichen Landegebiet sichere Bedingungen erwarten, kann die Entscheidung zu Starten getroffen werden.

4.2 Start

Am Standort erfolgt die **Einweisung** der Passagiere und der Crew vor dem Kaltfüllen der Ballonhülle am stehenden, für die Fahrt fertig vorbereiteten Korb. Dabei sollten auch die Mitfahrer aufgefordert werden, während der Ballonfahrt mit auf Freileitungen zu achten.

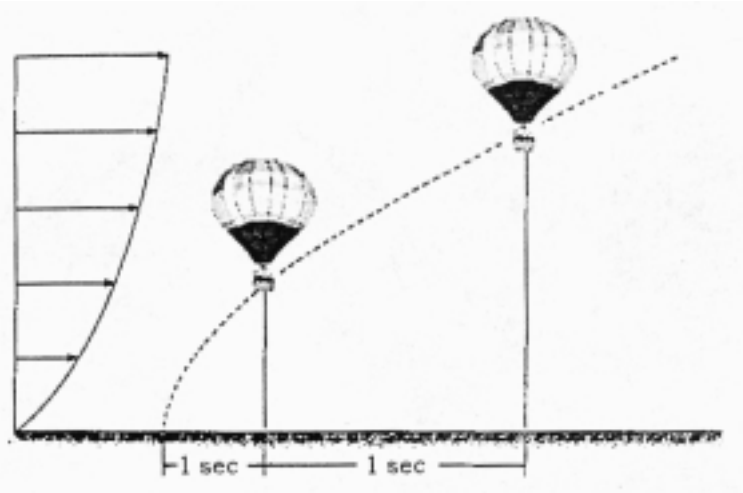
Ein guter Ballonführer wird vor und während des Füllens die Übersicht behalten, alle wichtigen Kontrollen nach **Checkliste** selbst durchführen und dabei die Wetter-entwicklung ständig beobachten.

Die erforderliche Kraft zum Erreichen einer ausreichenden Steigrate ist vor allem abhängig vom Windprofil und der Temperaturschichtung der bodennahen Luftschicht.

Die sachgerechte Verwendung einer **Startfessel** ist Vorbedingung für einen sicheren Start mit definierter Steigkraft; das bedeutet, ein Lösen des Ballons aus einem **stabilen** Fesselzustand.

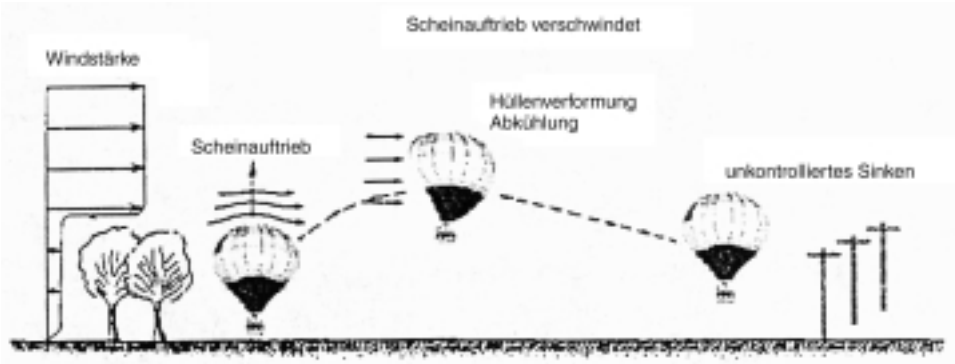
Der Ballonführer hat **nach dem Abheben** des Ballons vom Boden seine **Aufmerksamkeit** unbedingt und uneingeschränkt **in Fahrtrichtung** zu konzentrieren und darf sich durch nichts ablenken lassen.

Mangelhafte **Aufmerksamkeitsverteilung** durch winken zu den am Boden zurückbleibenden Zuschauern oder durch Arbeiten im Korb kann zwar Sicherheit nach außen vortäuschen, aber die Bewegungsbahn des Ballons und drohende Gefahren durch Hindernisse werden zu spät oder nicht erkannt.



Windprofil und theoretische Aufstiegskurve ohne Berücksichtigung von Scheinauftrieb und Hüllenverformungen

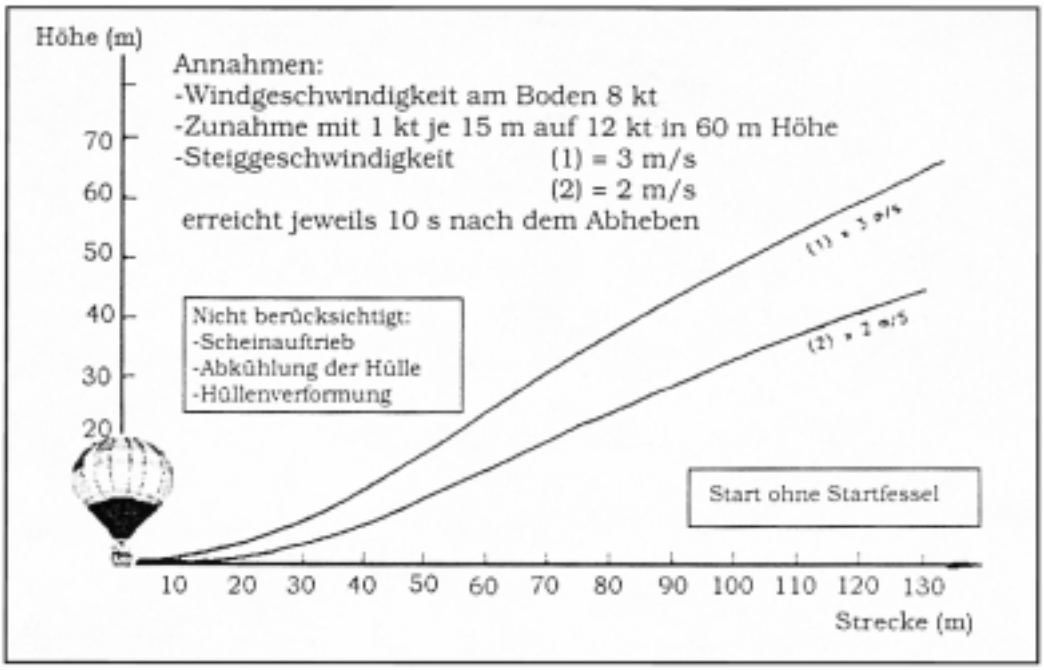
Die **Steigrate** des Ballons, die zum Überfahren in Startrichtung liegender Hindernisse bis zur Mindestsicherheitshöhe erforderlich ist, kann, vor allem beim Start im Windschatten, durch bodennahe Windscherungen, aerodynamischen Scheinauftrieb, Hüllenver-formungen und Abkühlungseffekte, sowie durch Bodeninversionen sehr stark reduziert oder völlig unterbrochen werden. In solchen Fällen ist sofortiges Handeln des Ballonführers erforderlich. Sei es durch kräftiges Heizen gegebenenfalls mit allen Brennern, oder Startabbruch durch volles Aufreißen der Hülle.



Aufstiegskurve beim Start aus dem Lee mit Scheinauftrieb und Hüllenverformung

Beim Start in Richtung auf eine Leitung oder ein anderes Hindernis, sollte sich der Ballonführer einen Punkt auf halber Distanz zum Hindernis einprägen. Wenn der Ballon bei diesem Punkt noch nicht die erwartete und notwendige Höhe erreicht hat, ist der Start konsequent abzubrechen und die Hülle mit allen verfügbaren Mittel schnellstens zu entleeren.

Zu bedenken ist, dass der Ballon aus dem Ruhestand beschleunigt werden muß, die Windgeschwindigkeit in der Regel mit dem Abstand vom Boden zunimmt und somit der Steigwinkel abflacht. Eine Hand gehört immer an das Fahrventil oder an den auf dem Korbrand stehenden Ballastsack.



Rechnerisch ermittelte Steigkurve

Eine **Fahrtplanung vor** dem Aufrüsten, eine erste Überprüfung **nach** dem Start und eine laufende Kontrolle **während** der Fahrt sind ein wichtiges Handwerkszeug des Ballonführers. Dem Flugschüler sollte dieses Verfahren intensiv beigebracht werden.

4.3 Fahrt in Reisehöhe

Ist der Ballon einmal in seinem statischen Gleichgewicht mit der umgebenden Luftmasse, scheint keine ständige Steuerung mehr erforderlich zu sein. Sehr schnell kann deshalb der Ballonführer in die Versuchung kommen, sich durch mitfahrende Gäste, durch navigatorische Tätigkeiten, durch Kommunikation mit der Verfolgercrew oder durch sonstige Arbeiten im Korb ablenken zu lassen.

Vor allem in geringen Höhen ist ein konzentriertes und bewusstes Steuern des Ballons unbedingt erforderlich.

Während der Fahrt muß die **Wetterentwicklung** ständig beobachtet werden. Vor allem bei instabilen meteorologischen Verhältnissen ist darauf großen Wert zu legen, damit die Fahrt bei einsetzender Thermik, oder sich entwickelnden Schauern oder Gewittern rechtzeitig abgebrochen werden kann. Die ständige Beobachtung des **Bodenwindes** in Richtung und Stärke anhand von Rauch- und Stofffahnen, die Bewegungen von Pflanzen (Getreide, Laubbäume) und der Wellenbildung auf Gewässern gehört zu den ständigen Aufgaben der Ballonführung und ist vor allem bei Fahrten nach Sonnenaufgang erforderlich, um das Auflösen der Bodeninversion rechtzeitig zu erkennen.

Die Einfahrt in **Nebel** führt zu einem nicht kalkulierbaren, hohen Risiko, daher ist bei nebelgeneigter Wetterlage besondere Vorsicht geboten.

Nicht bei Nebel starten! Nicht in Nebel einfahren!

Die **Geländeverhältnisse** in Fahrtrichtung sind für eine **rechtzeitige Lande-entscheidung** von großer Bedeutung.

Bei Fahrten, die zufällig über und parallel zu einer Leitungstrasse verlaufen, muss der Ballonführer versuchen, durch Höhenänderungen (in erster Linie nach oben) einen seitlichen Abstand von der Freileitung zu gewinnen.

4.4 Landung

4.4.1 Landeentscheidung und -vorbereitung

Der Ballonführer hat seine **Landeentscheidung** in Abhängigkeit von folgenden Faktoren zu treffen:

- Brennstoff- oder Ballastvorrat
- Wetterentwicklung, Sichtverhältnisse
- Tageszeit
- Beschaffenheit des Geländes und Hindernisse in Fahrtrichtung
- Schadensminimierung für Dritte
- Bergungsmöglichkeit des Ballons

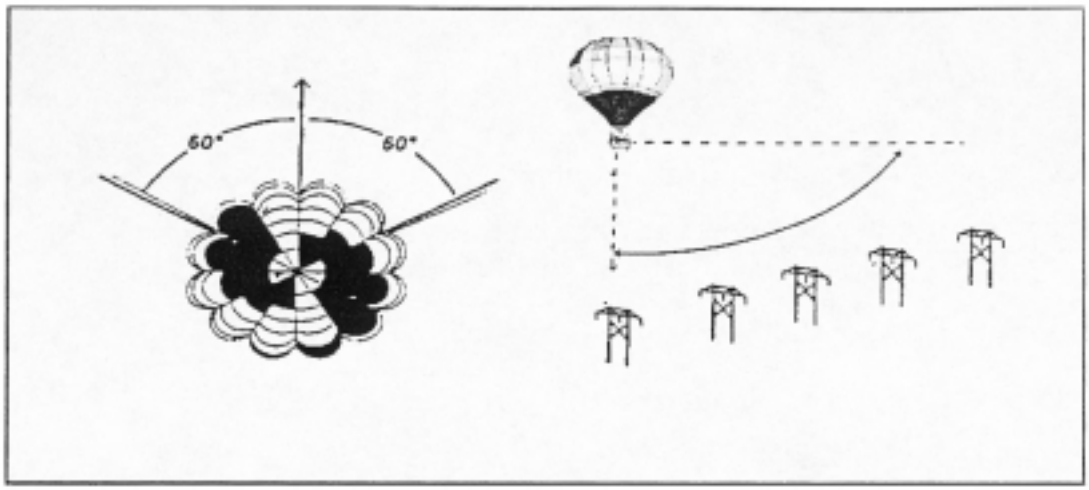
Mit den Vorbereitungen zur Landung hat der Ballonführer rechtzeitig in ausreichender Höhe und ohne Zeitdruck zu beginnen.

Vor dem Abstieg zur Landung sind Mitfahrer erneut auf das richtige Verhalten hinzuweisen und ihnen die Plätze im Korb anzuweisen.

Die Funktion der gesamten Heizanlage und die Zugänglichkeit der Steuerleinen sind zu überprüfen. Alle losen Gegenstände im Korb sind sicher zu verstauen oder ausreichend zu befestigen. Es müssen volle Flaschen angeschlossen werden, die Sandschürze ist zu füllen und die Ballastsäcke sind griffbereit bereitzustellen.

4.4.2 Abstieg und Tieffahrt

Der Ballonführer hat seinen Platz im Korb so zu wählen, dass er **freie Sicht** in Fahrtrichtung, sowie nach unten hat und damit das Beobachten in horizontaler und vertikaler Richtung unbehindert durchführen kann.



Sektoren rechts und links der Fahrtrichtung

von der Fahrthöhe bis senkrecht unter dem Ballon zum Grund

Folgende Regeln der Blickführung sind dabei zu beachten:

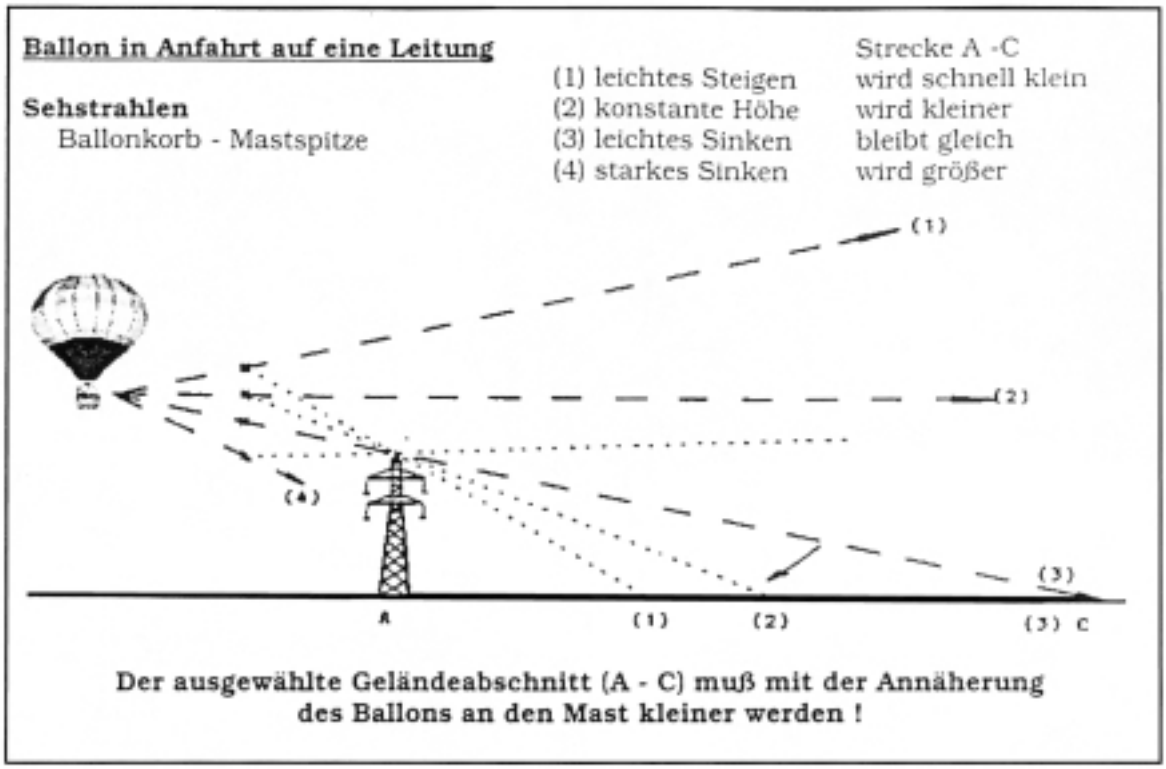
• Die Spitzen der nächsten Masten beobachten; sie müssen absinken und in sicherem Abstand vor der Leitung unter dem Horizont sein.

• Fahrtverlauf bei der Überfahrt nicht durch das Variometer sondern durch Beobachtung der vorausliegenden Landschaft (Mittelgrund-Horizont) kontrollieren - nur Kontrollblicke zu den Masten.

• Nicht auf Drähte schauen - horizontale Linien ermöglichen kein perspektivisches Sehen und führen zu falscher Entfernungseinschätzung.

• Nach der Überfahrt, vor allem beim Sinken unbedingt Kontrollblicke rückwärts zur Leitung!

Bei Fahrten in geringer Höhe zur Vorbereitung zur Landung kann ein geübter Ballonfahrer durch die Beobachtung von **Blickpunkten** schnell erkennen, ob die **Bewegungsrichtung** des Ballons ein sicheres Überqueren von Leitungen und anderen Hindernissen ermöglicht.



Blickwinkel bei Annäherung an eine Leitung

In der Anfahrt zur Landung muss der Ballonfahrer in Bodennähe die konkreten meteorologischen Besonderheiten, wie Windgeschwindigkeit u. -richtung, Turbulenzen und Temperaturschichtung richtig erkennen, die warscheinlichen Reaktionen des Ballons im Voraus abschätzen und rechtzeitig ohne Verzögerung darauf reagieren. Eine zweite Landeanfahrt ist besser als eine Kollision mit Hindernissen. Bei höheren Windgeschwindigkeiten oben muss der Ballonfahrer über dem Boden mit einer horizontalen Windscherung rechnen. Dies gilt im besonderen bei Bodeninversionen. Gleitpfad und/oder Fahrtrichtung können sich sprunghaft ändern. Selbst mit einem Zurückfahren in die Leitung hinein muss gerechnet werden.

Freileitungen sind in ausreichendem Abstand zu überfahren!
Der Freiballonführer muss sicher sein, dass die Bewegung des Ballons in jedem Falle, sei es in Steigfahrt, Horizontalfahrt oder kontrollierter Sinkfahrt, eingehalten werden kann!

Besteht auch nur ein geringes Risiko, dass der Ballon unerwartet ins Sinken kommt, sind Freileitungen steigend zu überfahren!

Ein Abbremsen eines Ballons in Baumkronen, insbesondere an Waldrändern, birgt immer die Gefahr einer Kollision mit einer dahinter versteckt verlaufenden Leitung und ist deshalb zu unterlassen.

Landungen in der Nähe und Richtung auf Freileitungen zu, sind zu vermeiden!
Ein Mast steht nie allein!

In der eigentlichen Landephase muss der Pilot den Ballon bis zum Aufsetzen und dem sicheren Stand konzentriert steuern. Zur Vermeidung von Flurschäden oder zur besseren Bergung des Ballons wird dieser nach einer stehenden Landung oft zu einem besser geeigneten Ort verbracht. Zum Verbringen des Ballons muss der Ballonführer **im** Korb sein. Die größere Böenempfindlichkeit bei geringem Innendruck der abgekühlten Heißluft-Ballonhülle oder einer unprallen Gasballonhülle ist dabei zu beachten. Erst wenn die entleerte Hülle am Boden liegt, ist eine Ballonfahrt beendet und der Ballonführer seiner Verantwortung als Luftfahrzeugführer enthoben.

Der Ballonführer verlässt als letzter den Korb!

5. Verhalten des Freiballonführers und der Verfolgercrew

Nach der Beschreibung der verschiedenen **Stromversorgungssysteme** mit ihren Gefahren, sowie der **Ursachen** und der **Vermeidung** von Freileitungsberührungen, wird nun das Verhalten bei drohender oder eingetretener Berührung behandelt.

Zwar glaubt jeder Pilot durch sein umsichtiges Verhalten niemals in eine solche Situation geraten zu können, doch können viele, auch der erfahrene Ballonfahrer, bereits auf kritische Erlebnisse im Zusammenhang mit Freileitungen zurückblicken.

5.1 Wirkungen einer Leitungsberührung

5.1.1 Mechanische Abtrennung von Korb- und Hüllenseilen

Nach den Erfahrungen der letzten Jahrzehnte ist die häufigste **Ursache des Absturzes** von Ballonkörben als Folge der Berührung von Freileitungen nicht die elektrische sondern die **mechanische Durchtrennung** von Hüllen- und/oder Korbseilen. Jede Berührung der tragenden Ballonseile mit den Leiterseilen einer Freileitung, gleich ob stromführend oder nicht, führt bei der großen bewegten Masse, die ein Freiballon darstellt, zu einem entsprechend hohem Andruck an die gespannten Leiterseile, durch den Winddruck meist verbunden mit einer Ablenkung der Bewegungsrichtung in die Trassenrichtung.

Ein Gleiten der Ballonseile entlang der zugfesten und straff gespannten Leiterseile kann wegen der großen Gleitreibungskräfte schon nach wenigen Metern Gleitweg zu einem **Durchtrennen** von Litzen der Ballonseile führen. Es tritt eine **Kettenreaktion** ein, und schließlich reißen die zunächst noch intakten Hüllen- und Korbseile wegen Überlastung. Die Insassen fallen aus dem Korb oder der Korb stürzt mit den Insassen auf den Boden. Ein unkontrollierter Absturz, dazu noch in Schräglage, führt schon bei wenigen Metern Sturzhöhe zu schweren und oftmals tödlichen Verletzungen. Der Sturz aus oder mit dem Korb ist die Haupttodesursache bei Freileitungsunfällen, noch vor der Zahl der Toten durch Körperkurzschluss oder Explosion von Flüssiggasflaschen im Korb.

5.1.2 Gefährdung der Korbinsassen

Die zweite große Gefahr ist die **Annäherung oder Berührung** stromführender Seile. Auch sie führt in der Regel zu schweren Verletzungen oder gar zum Tod.

Als **Folge** der auftretenden Kurzschlüsse und Lichtbögen

• können das brennbare Füllgas in der Hülle des Gasballons explodieren und der Korb abstürzen

• kann der Stromfluss über die Temperaturmessleitung von der Hülle des Heißluft-Ballons in den Korb geleitet werden

• können Hüllen- oder Korbseile elektrisch durchgeschweißt oder mechanisch abgetrennt werden

• können Flüssiggasflaschen aufgeschweißt und Schlauchleitungen durchgetrennt werden

• können Sekundärbrände entstehen

• können Verfolger und Helfer gefährdet werden.

Die Korbinsassen sind in allen Fällen direkt oder indirekt auf das äußerste gefährdet durch Stromdurchfluss - Verbrennungen - Absturz.

Meistens treten mehrere Wirkungen ein.

Freileitungen stellen eine tödliche Gefahr dar!

5.2 Drohende Gefahr der Berührung

5.2.1 „Reißen oder Brennen“

Stellen wir uns einmal die folgende Situation vor:

In der Landephase erkennen ein Pilot oder sein Verfolger erst sehr spät, dass in geringer Entfernung voraus quer zur geplanten Landerichtung eine Stromleitung verläuft, die evtl. nicht mehr sicher überfahren werden kann. Was ist in dieser Situation besser: „Reißen oder Brennen“?

Aus einem **natürlichen Reflex** heraus wird man geneigt sein zu versuchen, sofort mit dem Einsatz aller Brenner zu steigen, um die Leitungen zu überfahren. Dies kann eventuell gelingen, wenn der Ballon schon vorher leicht im Steigen begriffen war. Für diese Entscheidung spricht auch, dass bei gelungenem Passieren der Leitungen die Gefahr sofort gebannt ist. Wer will jedoch vorhersagen, dass dieser Versuch gelingt und die Leitungen sicher überfahren werden können? Wer kann bewusst ein solches Risiko verantworten?

Es wird auf jeden Fall nicht gelingen, wenn sich der Ballon zum Zeitpunkt des Erkennens der Leitung im **Gleichgewicht** oder gar leichtem **Sinken** befindet. Eine **große träge Masse**, die insbesondere der Heißluftballon darstellt, in ihrer Bewegungsrichtung umzukehren, bedeutet einen zusätzlichen Zeitverlust. Zeit ist gleich bedeutend mit Höhe, diese reicht aber bei Kollisionsgefahr nicht aus. Der Ballon reagiert bei stabiler Horizontalfahrt schneller in Richtung Sinken als in Richtung Steigen. Es erfordert immer weniger Zeit, sprich Höhe, die Bewegung beizubehalten oder zu verstärken, als die Bewegungsrichtung umzukehren. Die nach aller Erfahrung bessere Möglichkeit heißt daher also „reißen“ und mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln zu versuchen, von der Leitung an den Boden zu kommen. Vor allem für Ballone, die mit den neuen **Schnellentleerungssystemen** ausgerüstet sind, stellt dies sicher die bessere Alternative dar.

Für diese Entscheidung spricht auch, dass bei einer eventuellen Berührung oberhalb des Äquators die Hülle nach unten, während sie bei einem Kontakt unterhalb des Äquators nach oben gedrückt wird und damit der Korb mit seinen Insassen und den Flüssiggasflaschen Berührung mit den Leitungen bekommt.

Eine US-amerikanische Unfallauswertung (Lit. 9) aus den achziger Jahren, wo sich bei 39 Freileitungsunfällen im Zeitraum von 3 Jahren 20 Piloten für das Reißen und 19 Piloten für das Brennen entschieden, belegt diese wichtige Erkenntnis:

„Brennen“	„Reißen“
26% der Unfälle endeten tödlich	keiner der Unfälle endete tödlich
47% der Unfälle endeten mit Schwerverletzten	30% der Unfälle endeten mit Schwerverletzten

Das Prinzip **„Reißen statt Brennen“** gilt grundsätzlich auch für den **Gasballon.** Allerdings besteht bei ihm aufgrund seiner geringeren trägen Masse und der Möglichkeit, sehr schnell mehrere Sack Ballast abzuwerfen, eher die Aussicht, eine **rechtzeitige Umkehr der Bewegungsrichtung** zu erreichen. Gelingt dies nicht ist das Gefahrenpotential allerdings größer als beim Heißluftballon. Das liegt daran, dass bei einer Berührung der Hülle des mit einem brennbaren Füllgas gefüllten Gasballons ein Kurzschluss zu einer Explosion des Gas-Luftgemisches in der Hülle führen kann, die den Korb mit Insassen zum Absturz bringt.

Die Chancen zu Überleben sind beim „Reißen“ wesentlich höher, auch beim Reißen aus 100 ft Höhe, als beim Absturz aus 100 ft Höhe, wenn die Korb- und Hüllenseile getrennt sind, von den Wirkungen eines Kurzschlusses oder Lichtbogens ganz abgesehen. Überdies ist zu bedenken, dass ein volles Reißen in 100 ft Höhe angesichts der Trägheit eines Ballons bis zum Erreichen der Erdfallgeschwindigkeit eine vergleichsweise geringe Gefährdung zur Folge haben wird. Beim Gebrauch eines Schnellentleerungssystems ist allerdings Vorsicht geboten.

5.2.2 Explosionsgefahr verringern!

Was sollte man tun, um bei einem drohenden Kontakt mit Freileitungen die Gefahren so klein wie möglich zu halten?

Da es nicht möglich ist, die mit Brenngas unter Druck gefüllten Schläuche der Heizanlage voll zu schützen, muss versucht werden, das System zu **„entschärfen“.**

In dieser Situation ist es von entscheidender Bedeutung, eine genaue Übersicht über die angeschlossen Flaschen zu haben. Mit **Kugelhähnen** ausgerüstete Flaschen haben durch sichtbare Stellung des Ventilhebels und den kurzen Verschlussweg einen entscheidenden Vorteil! Also:

1. **Die Flaschenvenile sind sofort zu schließen!**
2. **Falls möglich: Restgas aus den Schläuchen entleeren und Zündflammen abdrehen!**

5.2.3 Schutz der Passagiere

Es ist sehr wichtig, die Passagiere mit schnellen und kurzen Anweisungen auf die **besondere Situation** hinzuweisen. Die für den normalen Landevorgang vorgenommene **Einweisung** sollte um die folgenden Verhaltensregeln ergänzt werden:

Harte Landung nach Aufreißen: Festhalten und abfedern!

Bei drohenden Kontakt im Korbbereich :	**Abducken – Keine Metallteile und Schläuche berühren**!

5.3 Berührung von Freileitungen

Je nach Art der Berührung muss situationsabhängig unterschiedlich verfahren werden. Die folgend dargestellten Szenarien sind die häufigsten:

1. **Die Hülle berührt die Stromleitung oder ist dieser sehr nah.**

2. **Die Hülle liegt über den Leitungen**

3. **Kontakt mit den Leitungen im Brenner-/Korbbereich. Eventuell sind Hüllen-/Korbseile durchgetrennt.**

In allen drei Situationen ist schnelle, aber überlegte und vorsichtige Handlungsweise gefordert. Zunächst gilt es festzustellen, ob die Situation stabil ist, oder ob und in welche Richtung sie sich jeden Augenblick verändern kann.

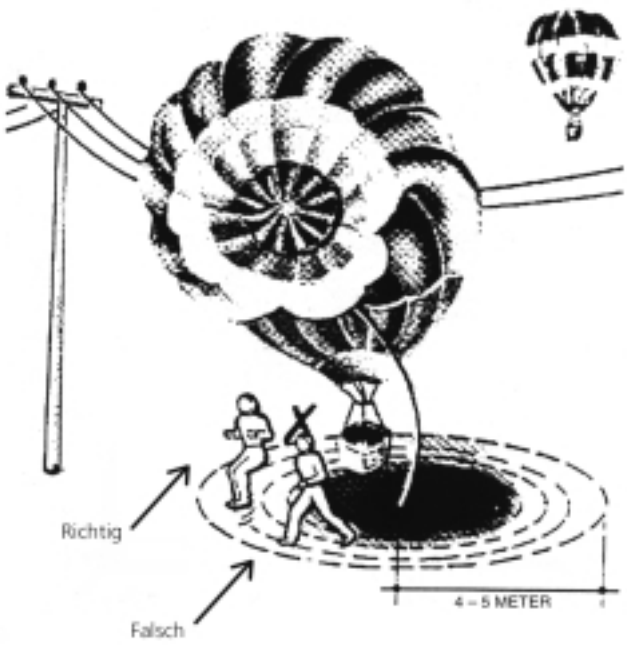
Solange sie **stabil** ist, sollten Pilot und Besatzung im Korb verbleiben und warten, bis Hilfe von außen hinzukommt. Der Ballonführer muß die Helfer am Boden durch Zuruf aus dem Korb anweisen, wie sie sich zu verhalten haben.

Bei **instabilen Situationen**, wie z.B. unkontrollierbares Feuer, starkes Schwanken des Korbes, ausströmendes Propan oder der Gefahr des Kippens oder Abreißen des Korbes, sollte dieser falls möglich sofort verlassen werden.

Folgende allgemeine Regeln sollten bei allen Arten von Unfällen mit Freileitungen Beachtung finden:

• Helfer und Zuschauer sollten zunächst einen sicheren Abstand zum Ballon und den evtl. vom Korb herunterhängenden Leinen einhalten, bis die Lage eindeutig geklärt ist.

• Falls Freileitungsseile gerissen sind und den Boden berühren, muß im Hinblick auf den Spannungsrichter ein ausreichender Sicherheitsabstand von mindestens 10 Metern zu den aufliegenden Leitungsenden eingehalten werden.



• Verständigen Sie sofort das zuständige Elektrizitätsunternehmen unter Angabe von Unfallart und Ort, möglichst mit Angabe der Leitungs- und Mastnummer (siehe Anhang: Notfall Checkliste), ist das nicht möglich Gendarmerie oder Polizei unter der Notrufnummer 133 alarmieren.

• Ist kein Telefon verfügbar, so kann über die internationale Notfrequenz (121,5 Mhz) Hilfe gerufen werden. Sie können sicher erwarten, dass diese Frequenz von anderen Luftfahrzeugen abgehört und Ihre Meldung aufgenommen und weitergeleitet wird.

5.3.1 Ballonhülle hat Leitungskontakt

Der Ballon ist auf eine Leitung zugetrieben und die noch gefüllte Hülle berührt die Stromleitung oder ist dieser sehr nah.

Auch wenn dies das eher ungefährlichste der drei Szenarien darstellt, sollte die Gefahr nicht unterschätzt werden. Es darf unter keinen Umständen von den Verfolgern oder Zuschauern versucht werden, den Ballon von den Freileitungen wegzuziehen, da hierdurch ein **Erdschluß** hergestellt werden kann.

Was kann in einer solchen Situation getan werden?

• Einer der Verfolger sollte in sicherem Abstand um den Ballon herumgehen und die Lage dem Ballonführer schildern. Keiner der Außenstehenden darf sich ohne Erlaubnis des Ballonführers dem Korb nähern

• Erst wenn eindeutig feststeht, dass keine Gefahr eines Stromschlages besteht (Vorsicht: **Automatische Wiedereinschaltung** möglich!), darf der Ballon geborgen werden.

5.3.2 Ballonhülle liegt über der Leitung

Nach einem Leitungskontakt im (unteren) Hüllenbereich legt sich die Hülle über die Leitungen, ohne dass ein Kurzschluß oder Überschlag zwischen den Leiterphasen eingetreten ist. Der Korb hängt eventuell in einigen Metern Höhe.

Alle Außenstehenden müssen ausreichenden **Sicherheitsabstand** zum Ballon einhalten.

Der Korb darf erst verlassen werden, wenn sichergestellt ist, dass der Strom abgeschaltet wurde. Falls doch ein vorheriges Verlassen des Korbes notwendig ist, muß darauf geachtet werden, dass zwischen Korb (oder Haltetauende) und Erdboden kein Kurzschluß auftreten kann („Abspringen“ statt „Abseilen“).

5.3.3 Kontakt mit den Leitungen im Brenner- / Korbbereich

Diese Situation ist die gefährlichste der drei geschilderten und in den meisten Fällen mit Toten oder Schwerverletzten verbunden. Wie schon im einleitenden Abschnitt beschrieben, besteht bei einem Kontakt der Tragseile oder des Korbes mit den Freileitungen die Gefahr, dass die Tragseile **mechanisch oder elektrisch durchtrennt** werden und der Korb aus größerer Höhe unkontrolliert auf den Erdboden schlägt.

Desweiteren können durch Lichtbögen Flaschen aufgeschweißt werden, so dass es dadurch auch bei geschlossenen Flaschenventilen zu Propanaustritt mit Explosion im Korb kommen kann.

Bei einem **Brand im Korb** kann unter Umständen das sofortige Verlassen des Korbes auch unter Inkaufnahme von Verletzungen die einzige Rettung sein.

Bei der Bergung von Verletzten aus dem Korb ist zunächst zu prüfen, ob Teile des Ballons noch immer Leitungskontakt haben. Erst wenn dies eindeutig nicht der Fall ist, kann mit der Evakuierung der Insassen begonnen werden (siehe Anhang: „Notfall-Checkliste“).

5.3.4 Noch einmal davongekommen?

Auch nach leichten Leitungsberührungen und Verdacht auf Spannungsüberschlag ohne Berührung, ist die Fahrt unverzüglich zu beenden.

Es liegen Erfahrungen vor, dass Korbseile schwer beschädigt wurden, ohne dass diese Schäden sichtbar waren. Der Ballon sollte in solchen Fällen unbedingt **einem Instandhaltungsbetrieb zur Untersuchung** vorgestellt werden.

5.3.5 Sörungsmeldungen

Gemäß § 136 LFG besteht die **Verpflichtung Unfälle und Sörungen** unverzüglich der Austro Control GmbH **zu melden**. Verantwortliche Piloten und Zivilluftfahrzeug-halter sind nach § 3 ZStörVO verpflichtet Störungsmeldungen unverzüglich durchzuführen.

Störungsmeldungen haben neben möglichst genauen Angaben über Ort, Zeit, beteiligte und betroffene Personen sowie Luftfahrzeuge und Luftfahrteinrichtungen, einschließlich allfälliger Schäden eine detaillierte Darstellung der Störungsvorgänge, einschließlich der Vorgeschichte (z.B. Flugverlauf) und der für allfällige luftfahrtbehördliche Untersuchungen sonst dienlichen Umstände (z.B. Flugwetter) zu enthalten.

Für Störungsmeldungen sind die von der Austro Control GmbH aufgelegten und auf allen Zivilflugplätzen zur Verfügung stehenden Formblätter zu verwenden. Normaler-weise liegen diese Formblätter auch auf Gendarmerieposten auf. Zweckmäßig ist es, unverzüglich eine **telefonische Vorab-Meldung** bei der Austro Control GmbH in Wien unter der Rufnummer 05/1703-777 (österreichweit) durchzuführen.

5.4 Mentale Vorbereitung

Kein Ballonführer kann sich davon freisprechen, nicht doch einmal in einen Unfall mit Freileitungskontakt verwickelt zu werden.

Jedoch kann bei all diesen Szenen schnelles und überlegtes Handeln die eventuellen Folgen verringern helfen.

Das **mentale Durchspiele** dieser Situationen mit seinen möglichen Abläufen und eventuell zu ergreifenden Verhaltensmustern kann beim Bewältigen eines solchen Zwischenfalls helfen „instinktiv“ die richtige Entscheidung zu treffen und so das Ausmaß des Schadens möglichst gering zu halten.

Pilot und Verfolgercrew sollten sich über einen eventuellen Ablaufplan und das Verhalten nach einer Freileitungsberührung genau im klaren sein, um im Ernstfall unter Zeitdruck richtig handeln zu können (siehe Anhang: „Merkregeln für den Piloten“ und „Notfall-Checkliste“).

6. Schlussbemerkung

Der Aerostat Freiballon ist unter einem verantwortungsbewussten Piloten bei guten äußeren Bedingungen und innerhalb seiner Betriebsgrenzen ein **„sanftes“ Luftfahrzeug**.

Allerdings erfordern die **bodennahen Bewegungen** des Freiballons eine sehr konzentrierte Ballonführung, um Kollisionen mit Hindernissen gleich welcher Art zu vermeiden. Kein Ballonführer kann Situationen ausschließen, bei Tieffahrt, Anfahrt und Landung, die hohe Ansprüche an sein Können und seine Reaktionsfähigkeit stellen. Dann gilt es auch für den Freiballonführer, „professionell“ zu reagieren, wie es von einem Luftfahrzeugführer schlechthin erwartet werden muß. Freileitungen, die in Bewegungsrichtung des Ballons verlaufen, können schnell zu solchen Situationen führen.

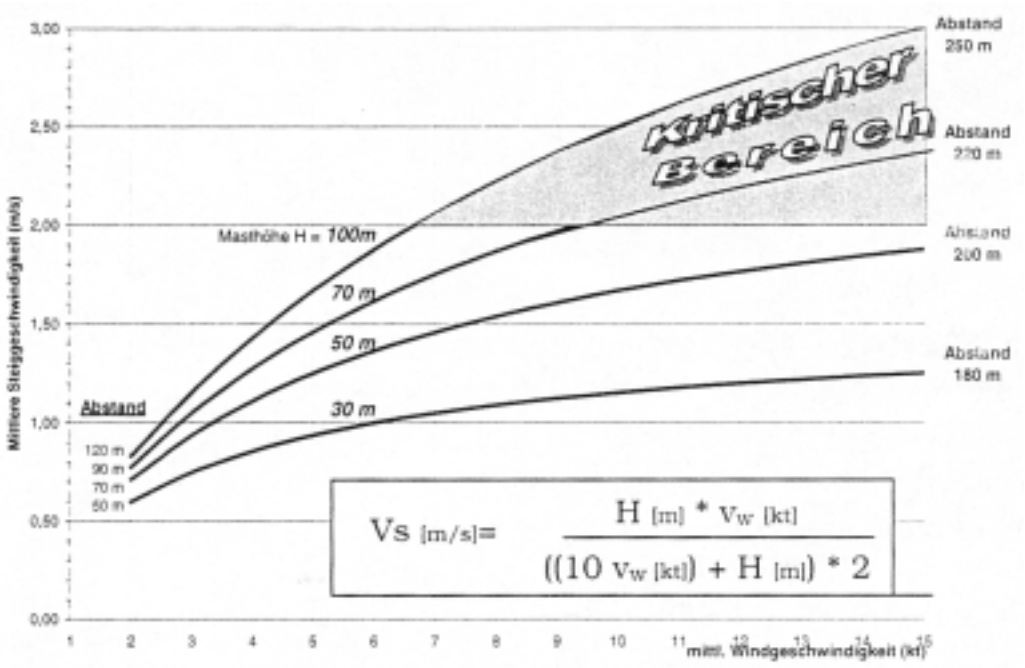
Der Ballonführer tut gut daran, sich stets bewusst zu sein, dass er im Falle von Freileitungsberührungen auf den Prüfstand gestellt wird und sich nicht durch die Einrede „höhere Gewalt“ entlasten kann. Es sind seine Entscheidungen und sein Handeln oder Unterlassen, die zum Unfall geführt haben.

So liegt auch eine besondere Verantwortung bei den **Ballonfluglehrern**. Sie haben es in der Hand, ihre Schüler vom ersten Besteigen des Korbes an systematisch und unter Anlegen eines strengen Maßstabes mit den Eigenschaften eines Freiballons vertraut zu machen, Standartverfahren zu üben und Kenntnisse, Fähigkeiten und Verhalten zu vermitteln.

Anlage 1
(zu Pkt. 4.1)

Faustformel zur Berechnung des Sicherheitsabstandes beim Start

Sicherheitsabstand (m) = Windgeschwindigkeit (kt) x 10 + Masthöhe (m)



Mittlere Steiggeschwindigkeit (m/s) in Abhängigkeit
von mittlerer Windgeschwindigkeit und Masthöhe (ohne Höhenreserve),
bei Anwendung der Faustformel

Kritischer Bereich:

Mittlere Steiggeschwindigkeiten von 2 m/s und mehr setzten eine ausreichende und gleich bleibende **aerostatische Steigkraft** beim Lösen der Startfessel und einen ausreichenden **Hülleninnendruck** voraus.

Anlage 2

Merkregeln für den Piloten

• Nutzen Sie jede Gelegenheit zum **Erfahrungsaustausch**.

• Nehmen Sie an den **Sicherheitskonferenzen** und -seminaren teil.

• Entwickeln, diskutieren und üben Sie die entsprechenden **Notfallmaßnahmen**.

• Sprechen Sie diese Maßnahmen auch mit Ihrer **Verfolgercrew** durch.

• **Fahren** Sie Ihren Ballon sicher und konzentrieren Sie sich auf das jeweils Wesentliche. **Ablenkung** oder Fehlentscheidungen können tragisch enden.

• **Beobachten** Sie sorgfältig, um auch eine „versteckte“ Freileitung nicht zu übersehen. Dies gilt besonders bei Fahrten gegen die Sonne und bei schlechter Sicht.

• **Überfahren** Sie Freileitungen in ausreichender Höhe absolut kontrolliert, im Zweifel steigend.

• **Landen** Sie nicht auf Freileitungen zu.

• Im Zweifel: **„Reißen statt Brennen“!** Eine Berührung der Freileitung mit der Hülle ist erfahrungsgemäß ungefährlicher als mit dem Korb.

• Wenn der **Freileitungskontakt unabwendbar** scheint:
- Flaschenventile schließen und Heizsystem „entschärfen“.
- Schützten Sie Ihre Mitfahrer durch klare Anweisungen.

• **Bei Leitungskontakt** gilt:
- Verschaffen Sie sich einen Überblick über die Situation.
- Handeln Sie entsprechend.

• Solange Sie nicht sicher sind, dass die Gefahr eines Stromschlages ausgeschlossen ist, halten Sie **Zuschauer und Helfer** auf ausreichendem Abstand.

Text angelehnt an: Lit 18

Anlage 3

Notfall Checkliste - für die Verfolgercrew

• Versuchen Sie **nicht zu nah** an den Ballon heranzugehen! Parken Sie die Fahrzeuge in ausreichender Entfernung.

• Halten Sie **Ausschau**, ob abgerissene **Leiterseile** herunterhängen und den Boden berühren. Informieren Sie den Ballonführer und bleiben Sie mindestens 10 m von den Leitungsenden entfernt.

• **Unterrichten** Sie den Piloten und die Passagiere, dass Sie Hilfe holen werden. Die „Erste - Hilfe“ - Ausrüstung und der Feuerlöscher sollten in der Nähe des Ballons verbleiben.

• **Schreiben Sie** sich den genauen Standort, die Nummer des nächsten Leitungsmasten und die Telefonnummer des Elektrizitätsunternehmens von dem
Warnschild (Mastnummerntafel) auf.

• Geben Sie diese Daten und eine Schilderung der Situation unverzüglich telefonisch an das Elektrizitätsunternehmen weiter, und alarmieren Sie die Gendarmerie oder Polizei unter der **Notrufnummer 133**, damit die Rettungsmaßnahmen eingeleitet werden können.

• **Halten Sie** alle Zuschauer vom Ballon und der Freileitung weit genug entfernt.

• Helfen Sie niemanden, den Ballonkorb zu verlassen, wenn die Gefahr besteht, dass ein Kurzschlusskreis geschlossen wird. Sie gefährden sich selbst und das Leben der Korbinsassen.

• Erst wenn sichergestellt ist, dass der Strom abgestellt wurde, kann mit der Bergung der Korbinsassen und des Ballons begonnen werden.

Text angelehnt an: Lit 18

Literaturverzeichnis

1	Luftfahrt und Hochspannungsleitungen	Rasch, F.; DZFL 8 / 1911
2	Powerline Exerpts	Dyer, A.+T.; BFA 1976
3	Powerlines (in „Practical Balloning“)	Hval, B.; Canada 1977
4	Powerlines	Comstock, T.; USA 1978
5	Powerlines and Thunderstorms	Ruppenthal, B.; FAA 1981
6	Powerline Contact Accident Description	Garner, W.; CBAN 3 / 1982
7	Beitrag zur Gefahr durch Freileitungen	Hurck, G.; DFSV-Siko 1986
8	Die unsichtbare Gefahr	Dietz; Fliegermagazin 3 / 1991
9	Powerline Safety-What to do?	Hamilton, B.+Meyer, G.;BL3 / 91
10	Powerlines Kill	Reusse´,R.; BL 3 / 1991
11	Deadley Distraktions	Richardson, R.; BL 3 / 1991
12	Look´n Ain´t See´n	Kramer, M.; BL 3 / 1991
13	Scanning	Hamilton, T.; BL 3 / 1991
14	Powerlines	Scylines, BFA 5 / 1991
15	„Powerlines? Won´t happen to me“	Isler, M.; BJ Fall 1992
16	The Danger of DSE	Smith, E.; BL 1 / 1992
17	Powerlines and Ballons	Lindstrand, P.; Aerostat 8 / 93
	Precautions araund Powerlines	Lindstrand, P.; BL 6 / 1993
	Instructor Seminar on Powerlines	Lindstrand, P.; PC 6+7 / 93
18	Powerline Safety Manual	Shope, ST.; BFA 1994
19	„Sehen und Vermeiden“	LBA fsm 1 / 1994
20	Powerlines : A crash course (crew)	Smith, K.; BL 8 / 1995
21	Balloning, Elektricity and Powerline	Stockwell, P.; BL 11 / 1995
22	Vorsicht Hochspannung	DHV-Info 87
23	Verhaltensmodifikation als Mittel zur Fehlervermeidung	Heydegger, F.; Frankfurt 1995
24	Heißluftballon und Überleitung - zunehmend anziehend?	FUS-Unfallinformation V 142, 7 / 1996
25	Oft überschätzt: Die Leistungen des Auges	Berwanger, G.; Aerokurier 4+5/96
26	Watch out for Powerlines	DME Australien
27	Powerlines – Watch out !	IZE , Frankfurt 1995
28	Strom Basiswissen	IZE, Frankfurt 1995
29	Wir über uns – Freileitungen	VEW Dortmund
30	Sicherheit für Sie. Umgang mit elektr. Geräten	HVBG St. Augustin 1995
31	Piloten / Achtung Kabel	FUS / LBA 7 / 1988

Erläuterung zum Inhaltsverzeichnis:

UK	Aerostat
BFA	Ballon Forderation of Amerika
BJ	Balloning Journal (BFA)
BL	Ballon Life (USA)
CBAN	Chesapeake Balloons Association Newsletters
DFSV	Deutscher Freiballonsport Verband
DHV	Deutsche Hängegleiterverband
DME	Department of Minerals and Energy (New South Wales)
DZFL	Deutsche Zeitschrift für Luftschiffahrt
FAA	Federal Aviation Administration (USA)
FUS	Flugunfalluntersuchungsstelle beim LBA
HVBG	Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
IZE	Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft e. V. Frankfurt/M.
LBA	Luftfahrtbundesamt Braunschweig
PC	Pilots Circular (USA)
Sec	State Electricity Commission of Victoria
VEW	Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG, Dortmund

Hinweis

Die vorliegende Unterlage wurde auf der Basis der Schrift „Freiballone und Freileitungen“, herausgegeben vom Deutschen Freiballonsport-Verband e.V (mit Unterstützung des deutschen Verkehrsministers), erstellt. Der Grundaufbau wurde im Wesentlichen übernommen, die Inhalte wurden teils gekürzt, teils um österreichisch-spezifische Informationen ergänzt. Diese Vorgangsweise erfolgte aufgrund der freundlichen Zustimmung des Deutschen Freiballonsport-Verband e.V.