

# Methoden zur Bewertung von Eingriffen in das Landschaftsbild bei Freileitungen

Kurt FLECKENSTEIN, Susanne REISS & Bernhard SCHWOERER-BÖHNING

## 1. Aufgabenstellung

Für die naturschutzrechtliche Genehmigung von Freileitungen ist i.d.R. ein Landschaftspflegerischer Begleitplan erforderlich, der sich mit den Auswirkungen der geplanten Trasse auf Natur und Landschaft befaßt. Die Aufgabe dieses Planes besteht darin, Möglichkeiten zur Eingriffsvermeidung aufzuzeigen, den unvermeidbaren Eingriff zu bewerten und daraus den Ausgleichs- und Ersatzbedarf (Kompensationsbedarf) abzuleiten.

Ein Schwerpunkt der durch Freileitungen verursachten Beeinträchtigungen ist der Eingriff in das Landschaftsbild. Die rechtlichen Grundlagen für dessen Berücksichtigung in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung sind in § 8 des Bundesnaturschutzgesetzes formuliert. Folglich besteht die Notwendigkeit, den Eingriff in das Landschaftsbild festzustellen und zu bewerten.

Hinsichtlich der methodischen Vorgehensweise, wie das Landschaftsbild im Rahmen der Eingriffsregelung bewertet werden kann, bestehen in der derzeitigen Planungspraxis zahlreiche Unklarheiten. So existieren bei den Genehmigungsbehörden unterschiedliche Auffassungen zu Vorgehensweise und Bearbeitungstiefe. Bislang gibt es kein praxisgerechtes Bewertungsverfahren, das auf die konkrete Eingriffssituation bei Freileitungen abgestimmt und als allgemeingültiger Standard anerkannt ist. Eine konsensfähige Bearbeitung des Eingriffsbereiches Landschaftsbild in der Naturschutzpraxis kann nur gelingen, wenn der landschaftsästhetische Anspruch handhabbar und letztendlich berechenbar wird (s. WINKELMANN 1991). Da für den Umbau des Freileitungsnetzes im Westen, die Netzerneuerung in den neuen Bundesländern aber auch für die Abführung des in Windparks erzeugten Stroms in Zukunft immer noch Freileitungen gebaut werden müssen, ist ein praxisorientierter Ansatz zur Landschaftsbildbewertung notwendig, mit dem die durch Freileitungen verursachten Eingriffe in das Landschaftsbild nachvollziehbar erfaßt werden können. Dazu soll der vorliegende Artikel einen Beitrag leisten.

Mit der hier vorgestellten Landschaftsbildmethode sollen aus der vorhandenen Landschaftsbildqualität und den Wirkungsfolgen des Eingriffs durch die geplante Leitung Umfang und Qualität der zu treffenden Kompensationsmaßnahmen abgeleitet werden. Als Voraussetzung dafür muß der konkrete Eingriff durch die Leitung quantifiziert werden. Hier geht es jedoch nicht darum, einem wissenschaftlichen Anspruch gerecht zu werden, sondern mit einem zum Eingriff verhältnismäßigen Erfas-

sungsaufwand einen angemessenen Kompensationsbedarf zu ermitteln. Vor diesem Hintergrund soll eine Methodik entwickelt werden, die praktikabel ist und gleichzeitig den Anforderungen der Eingriffsregelung gerecht wird, so daß sie in der Planungspraxis für Freileitungen angewendet werden kann.

## 2. Stand und Diskussion der Landschaftsbildbewertung

Zunächst werden ausgewählte Methoden zur Bewertung von Eingriffen in das Landschaftsbild vorgestellt und dahingehend überprüft, ob sie für Freileitungen geeignet sind.

Nach der Methodik von RICCABONA (1991) wird das Landschaftsempfinden verschiedener Betrachter in Befragungen ermittelt. Eine empirische Beurteilung des Eingriffes in das Landschaftsbild in Zusammenhang mit Maßnahmen, die bei der Öffentlichkeit gefühlsmäßig vorbelastet sind, ist allerdings nicht plausibel, da die Ergebnisse von Meinungsumfragen nicht vergleichbar und eindeutig nachzuvollziehen sind. Darüber hinaus läßt sich mit dieser Methode der Kompensationsumfang nicht ableiten.

KRAUSE (1991) arbeitet mit der mathematischen Bildanalyse von Simulationen des Eingriffs aus verschiedenen Blickrichtungen. Durch die Veranschaulichung des Eingriffes wird hier ein realitätsnaher Eindruck der Eingriffsdimension vermittelt, der für die Trassenfindung und die Eingriffsminde- rung gut geeignet ist. Die praktische Umsetzung der Computeranimation ist jedoch sehr aufwendig, so daß die Landschaftsbildbewertung nicht flächendeckend durchgeführt werden kann. Ein weiterer Nachteil dieser Methode liegt darin, daß die ästhetische Komponente des Landschaftsbildes in der Eingriffsbewertung nicht erfaßt wird, sondern die Beurteilung rein quantitativ anhand der Anzahl von Bildelementen erfolgt.

Andere Methoden erfassen das Landschaftsbild und den Eingriff anhand landschaftsästhetischer Bildelemente, die normativ bewertet werden. Der wichtigste Vertreter dieser Vorgehensweise ist die Methodik von NOHL (1992), die als Standard für die Landschaftsbildbewertung mastenartiger und punktförmiger Eingriffe gilt. Ziel ist die direkte Ermittlung des Kompensationsbedarfs aufgrund eines ästhetischen Vergleichs des Landschaftsbildes vor und nach dem Eingriff. Der Kompensationsbedarf errechnet sich aus dem Wertverlust des Landschaftsbildes. Diese Methode zeichnet sich dadurch

aus, daß alle für die Bewertung des Landschaftsbildes wesentlichen Aspekte berücksichtigt und nachvollziehbar quantifiziert werden.

Wenn der Ansatz von NOHL bei Freileitungen angewendet wird, ergeben sich Schwierigkeiten bei der Beurteilung des Landschaftsbildes nach dem Eingriff. Der Nacheingriffszustand des Landschaftsbildes wird in dieser Methodik anhand der landschaftlichen Eigenart, Vielfalt und Natürlichkeit bewertet, deren Veränderung abgeschätzt werden muß. Hier stellt sich die Frage, wie stark eine Freileitung z.B. die Vielfalt einer Landschaft beeinträchtigt und wie diese Beeinträchtigung in Werte gefaßt werden kann, die in angemessenem Verhältnis zur Bewertung der Ausgangssituation stehen. Die Einschätzung des landschaftsästhetischen Wertverlusts ist bei Freileitungen schwierig, weil Freileitungen zum einen großräumig und zum anderen transparent sind.

Mehr als bei anderen mastartigen Eingriffen ist die Betrachtung der großräumigen Freileitungsvorhaben von der Vorstellungskraft des Bearbeiters abhängig und nicht eindeutig nachvollziehbar. Da die unterschiedlichen Bauwerksdimensionen bei NOHL nicht direkt in die Bewertung einfließen, können weiterhin die Ergebnisse für verschieden große Leitungen nicht unmittelbar miteinander verglichen werden.

Verschiedene Autoren haben den Ansatz von NOHL auf Freileitungen übertragen. Das Problem, wie der spezifische Eingriff, den eine Freileitung verursacht, quantifiziert werden kann, wird jedoch nicht vollständig gelöst. So beruht beispielsweise das Verfahren von GERBAULET (1994) ebenfalls auf dem schwierigen Vergleich des Landschaftsbildes vor und nach dem Eingriff. Die Kompensationsermittlung bei JESSEL (1994) begründet die Umsetzung der Landschaftsbildbewertung in einen Kompensationsumfang verbal-argumentativ, d.h. es werden qualitativ Maßnahmen zugeordnet, die nach gutachterlicher Einschätzung den Eingriff kompensieren. Diese Vorgehensweise mag zwar im Einzelfall dem Eingriff gerecht werden, ist für verschiedene Eingriffe aber nicht unbedingt vergleichbar und nachzuvollziehen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß bei den dargestellten Verfahren Schwierigkeiten auftreten, wenn Sie zur Landschaftsbildbewertung bei Freileitungen herangezogen werden. Der Ansatz von NOHL ist zur Landschaftsbildbewertung vor dem Eingriff sehr gut geeignet. Er kann für ein freileitungsspezifisches Verfahren aufgegriffen werden. Davon ausgehend wird versucht, einen Ansatz zu entwickeln, mit dem der Eingriff durch die Leitung direkt erfaßt werden kann und der der besonderen Eingriffssituation bei Freileitungen gerecht wird.

Die Besonderheit der Leitungen besteht darin, daß sie transparent, hoch und großräumig sind. Die Beeinträchtigungen durch Freileitungen sind folglich nicht mit denen geschlossener Bauwerke zu vergleichen, da sie sich mit der Entfernung wesentlich stärker optisch auflösen. Im Gegensatz zu Lärm-

schutzmauern oder Fabrikhallen geht die Landschaft hinter Freileitungen nicht verloren, sondern ist weiterhin einsehbar. Abb. 1 veranschaulicht, wie sich eine Freileitung auf das Landschaftsbild auswirkt.

Aus der vorangegangenen Methodendiskussion und der konkreten Eingriffssituation bei Freileitungen ergeben sich für die zu entwickelnde Methodik folgende Anforderungen:

- Die durch den Eingriff erheblich beeinträchtigte Fläche muß der Eingriffsbewertung zugrunde liegen.
- Der abnehmenden visuellen Beeinträchtigung in zunehmender Entfernung muß Rechnung getragen werden.
- Die Qualität des betroffenen Landschaftsbildes muß sich im Ergebnis niederschlagen.
- Größe, Bauweise und die charakteristische Transparenz einer Freileitung müssen in die Eingriffsbewertung einfließen.
- Aus der Bewertung des Eingriffes in das Landschaftsbild muß der notwendige Kompensationsbedarf abgeleitet werden können.
- Bei der Ermittlung des Kompensationsbedarfs muß ein Ausgleich des Eingriffes durch den Abbau vorhandener Leitungen berücksichtigt werden können.

### 3. Methodik zur Landschaftsbildbewertung bei Freileitungen

Die Landschaftsbildbewertung in der Eingriffsregelung hat das Ziel, den Flächenumfang zu ermitteln, auf dem Maßnahmen notwendig sind, um den Eingriff zu kompensieren. Dabei soll der Erfassungsaufwand in Verhältnismäßigkeit zur Schwere des Eingriffes stehen und das Ergebnis dem Eingriff angemessen sein.

#### 3.1 Aufbau

Die Ermittlung des Eingriffsumfanges baut auf den drei Kriterien Eingriffsfläche, Landschaftsbildqualität und Eingriffsintensität auf (s. Abb. 2). Als Eingriffsfläche wird diejenige Fläche definiert, auf der die Leitung zu einer erheblichen Beeinträchtigung des Landschaftsbildes führt. Die Landschaftsbildqualität beinhaltet die ästhetische Bewertung der Ausgangssituation. Sie ist dafür verantwortlich, wie empfindlich das betroffene Landschaftsbild gegenüber Eingriffen ist. Das dritte Kriterium, das den Eingriffsumfang beeinflusst, ist die Eingriffsintensität. Mit der Eingriffsintensität werden Dimension bzw. Schwere des Eingriffes erfaßt.

Als erster Schritt der Eingriffsermittlung muß der von der Leitung betroffene Landschaftsraum abgegrenzt werden. Dieser Raum wird in eine Nah-, Mittel- und Fernzone unterschiedlicher ästhetischer Beeinträchtigung unterteilt, da diese mit der Entfernung abnimmt. Die Flächen der Nah- und Mittelzone werden ermittelt und der Bemessung der Ein-

### Vorher

Photo einer Landschaft, in der eine Freileitung errichtet werden soll



### Nachher

Eingriff einer Freileitung in das Landschaftsbild visualisiert durch Computersimulation



**Abbildung 1**

#### **Bildmontage zur Visualisierung von geplanten Freileitungen**

In sensiblen Bereichen kann die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes den größten Eingriff durch eine Freileitung darstellen. Die Abschätzung der Eingriffsdimension im Vorfeld der Maßnahme ist hierbei nur bedingt möglich. Durch den Einsatz von EDV-Programmen zur Bildbearbeitung ist jetzt jedoch eine realitätsnahe Visualisierung entstehender Beeinträchtigungen möglich.

Hierbei kann jeder gewünschte Freileitungstyp in eine betroffene Landschaftssituation eingefügt werden. Masthöhen oder Abspannwinkel werden dabei dem gewählten Blickwinkel und der landschaftlichen Situation angepaßt.

Diese Bildmontage dient zur Veranschaulichung eines Eingriffes und insbesondere als Medium für die Öffentlichkeitsarbeit. Bildmontagen sind aufgrund des großen Aufwandes derzeit noch nicht als Standard in der Planung anzusehen, finden jedoch in Einzelfällen in landschaftlich sensiblen Räumen Verwendung. Die obenstehenden Abbildungen zeigen die mit Bildmontage erstellte Visualisierung einer Freileitung.

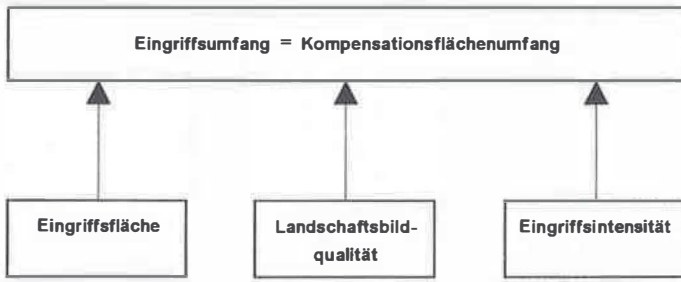
griffsfläche zugrundegelegt (s. Abb. 3). Dabei werden die sichtverschatteten Flächen abgezogen und die mit zunehmender Entfernung abnehmende Beeinträchtigung durch einen Wahrnehmungsfaktor berücksichtigt. Der Eingriff, den die Leitung in der Fernzone verursacht, wird gesondert festgestellt und normativ bewertet.

Nach der Festlegung der Eingriffsfläche wird die Landschaftsbildqualität (s. Abb. 4) in den Wirkzonen bewertet, in denen eine erhebliche Beeinträchtigung festzustellen ist. Als erheblich beeinträchtigte Zonen werden Nah- und Mittelzone erfaßt. Hier wird die Ausgangssituation anhand der wesentlichen landschaftsbildprägenden Kriterien bewertet. Die Landschaftsbildqualität wird von den ästheti-

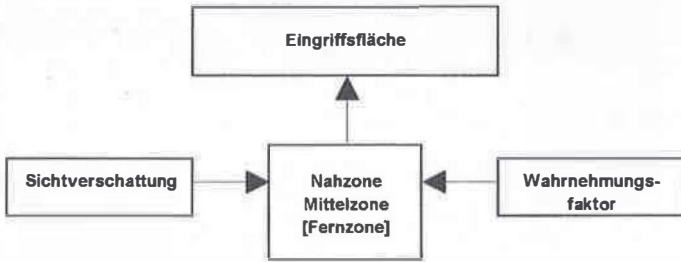
schon Eigenwerten Eigenart, Vielfalt, Natürlichkeit sowie den Vorbelastungen beeinflusst. Zusätzlich werden auch der Erholungswert und der Schutzstatus einer Landschaft zur Bewertung herangezogen, da diese direkt an die Landschaftsbildqualität gebunden sind. Aus diesen Einzelkriterien wird die Landschaftsbildqualität abgeleitet.

Neben der Landschaftsbildqualität, die sich auf den betroffenen Raum bezieht, wird die Eingriffsintensität als vom Landschaftsbild unabhängige Größe festgestellt. Die Eingriffsintensität wird bei Freileitungen ausschließlich durch einen Leitungsfaktor definiert, durch den die Größe einer Leitung, die wesentlich für die Schwere des Eingriffs verantwortlich ist, erfaßt wird.

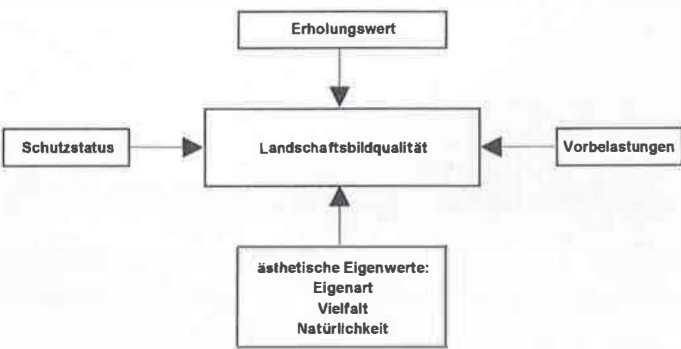




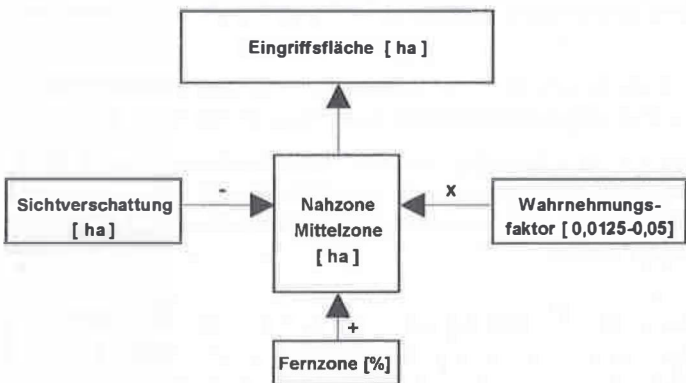
**Abbildung 2**  
 Kriterien, die in die Ermittlung des Eingriffs in das Landschaftsbild einfließen



**Abbildung 3**  
 Einflußgrößen der Eingriffsfläche



**Abbildung 4**  
 Einflußgrößen der Landschaftsbildqualität



**Abbildung 5**  
 Ermittlung der Eingriffsfläche

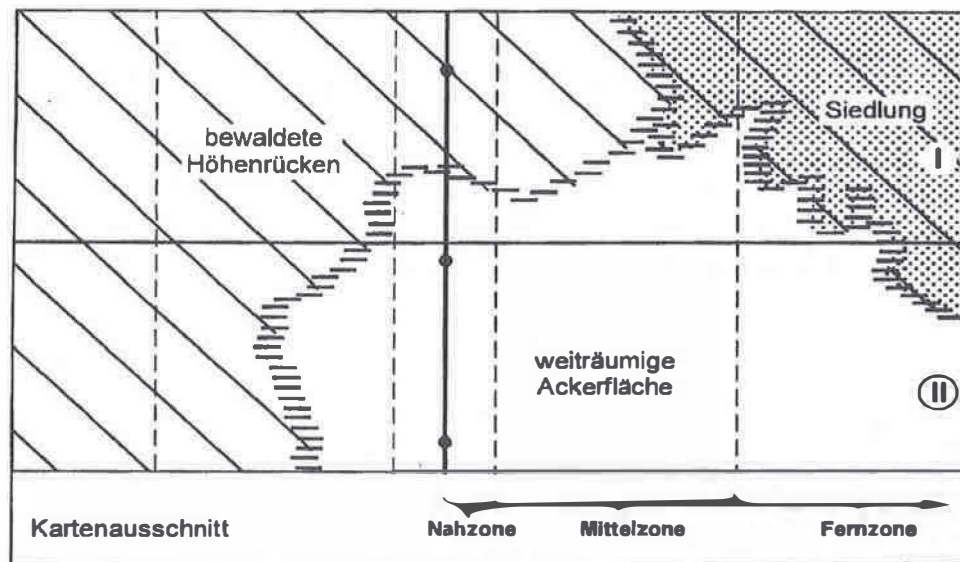
Das Ergebnis aus Eingriffsfläche, Landschaftsbildqualität und Eingriffsintensität ist der Eingriffsumfang. Nachfolgend werden die Einzelkriterien erläutert und die Berechnung des Eingriffs- und Kompensationsflächenumfangs dargestellt.

### 3.2 Eingriffsfläche

Bei Freileitungen handelt es sich um einen Eingriff, der sich auf einen korridorartigen Landschaftsaus-

schnitt entlang der Trasse auswirkt. Dieser Landschaftskorridor wird für die Eingriffsermittlung in trassenparallele Wirkzonen unterschiedlicher Beeinträchtigung unterteilt. Die Wirkzonen werden als Nah-, Mittel- und Fernzone definiert, in denen die Beeinträchtigung mit zunehmender Entfernung abnimmt. Die Eingriffsfläche ist eine Teilfläche der Wirkzonen.

Aus der Fläche von Nah- und Mittelzone wird unter Abzug der sichtverschatteten Flächen und Gewich-



### LEGENDE




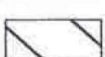
|   |  |  |                                     |
|---|--|--|-------------------------------------|
|  | Freileitung mit Mast                   |  | Abgrenzung der Bewertungsabschnitte |
|  | Grenzen der Wirkzonen                  |  | Nummer der Bewertungsabschnitte     |
|  | Grenzen der ästhetischen Raumeinheiten |  | Sichtverschattung                   |

Abbildung 6

### Raumbezüge

Die Bewertung der Landschaftsbildqualität wird durch den Wahrnehmungsfaktor, der den abnehmenden ästhetischen Einfluß (Eindrucksstärke) der Leitung in größerer Entfernung widerspiegelt, die Eingriffsfläche berechnet (s. Abb. 5). In die Ermittlung der Eingriffsfläche geht weiterhin auch ein prozentualer Anteil der Fernzone ein, die aufgrund des nur geringen Resteingriffs in dieser Zone qualitativ bewertet wird.

Für eine überschaubare Bewertung der Landschaftsbildqualität bei Leitungstrassen werden weiterhin ästhetische Raumeinheiten abgegrenzt, in denen jeweils die Landschaftsbildqualität einheitlich ausgeprägt ist. Zusätzlich werden bei langen Leitungstrassen Bewertungsabschnitte eingeführt, die den Gesamttraum in kleinere Abschnitte unterteilen, so daß die Eingriffsermittlung überschaubar bleibt. Die Qualität des Landschaftsbildes in den ästhetischen Raumeinheiten geht anteilig in die Bewertungsabschnitte ein. Zur Veranschaulichung der Raumbezüge werden diese in Abb. 6 dargestellt.

#### • Abgrenzung der Wirkzonen

Wie stark sich eine Freileitung auf das Landschaftsbild auswirkt, hängt von der Entfernung zur Leitung ab. Dementsprechend werden Wirkzonen festgelegt, in denen die in zunehmender Entfernung abnehmende Eindrucksstärke zum Ausdruck kommt. Die Ausdehnung der Wirkzonen ist im wesentlichen von der Höhe des Eingriffsobjektes abhängig. Die Wirkzonen sind folglich im Verhältnis zum Bau-

werk abzugrenzen. Für verschiedene Freileitungstypen, die sich durch ihre Masthöhen unterscheiden, werden in Anlehnung an NOHL (1992) z.B. die in Tab. 1 aufgeführten Wirkzonen festgelegt:

Für die Ermittlung der Eingriffsfläche werden bei den niedrigen Mittelspannungsleitungen (unter 110 kV) Nah- und Mittelzone zugrundegelegt. Darüberhinaus wird bei Hoch- und Höchstspannungsleitungen die Fernzone qualitativ beurteilt und zugeschlagen.

#### • Sichtverschattung

Da die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes nur in den Bereichen stattfindet, von denen aus die Leitung sichtbar ist, werden sichtverschattete Flächen abgezogen. Bei der Ermittlung der Sichtverschattung werden ausschließlich Wälder und Siedlungen ab 1ha Fläche berücksichtigt, weil kleinräumige Objekte die Leitung nur punktuell verdecken. Weiterhin werden auch durch das Relief bedingte Sichtverschattungen herangezogen, falls die Höhenunterschiede größer sind als die Masthöhe der geplanten Leitung.

#### • Wahrnehmungsfaktor

Die Leitung wird in zunehmender Entfernung weniger deutlich wahrgenommen. Dabei nimmt die Wirkung exponentiell mit der Entfernung ab. Die Abhängigkeit von Eindrucksstärke und Entfernung ist in der Wahrnehmungskurve (Abb. 7) dargestellt.

Tabelle 1

## Abgrenzung der Wirkzonen für verschiedene Leitungstypen

|                   | 380-kV-Leitung<br>(Masten über 50 m) | 220-kV-Leitung<br>(Masten 35 m bis 50 m) | 110-kV-Leitung<br>(Masten unter 35 m) |
|-------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| <b>Nahzone</b>    | beidseits 0-200 m                    | beidseits 0-200 m                        | beidseits 0-200 m                     |
| <b>Mittelzone</b> | beidseits 200-1500 m                 | beidseits 200-1200 m                     | beidseits 200-750 m                   |
| <b>Fernzone</b>   | beidseits über 1500 m                | beidseits über 1200 m                    | beidseits über 750 m                  |

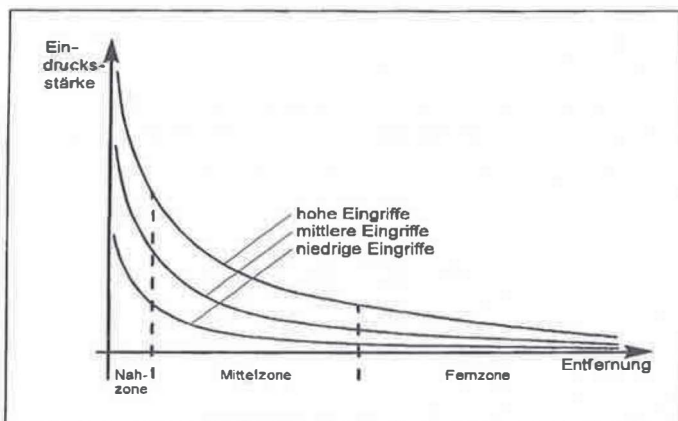


Abbildung 7

Abhängigkeit zwischen Eindrucksstärke und Entfernung des Objekts (nach NOHL 1992, verändert)

Der Zusammenhang zwischen Entfernung zum Objekt und exponentiell abnehmender Eindrucksstärke wird durch den Wahrnehmungsfaktor erfaßt, der dazu führt, daß der Kompensationsbedarf von Nah- zu Fernzone abnimmt. Dadurch wird berücksichtigt, daß wenig Fläche in direkter Umgebung der Leitung stark beeinträchtigt wird, während viel Fläche in weiterer Entfernung ästhetisch schwächer belastet wird.

Weil sich die transparenten Freileitungen im Vergleich zu geschlossenen Bauwerken viel schneller optisch auflösen, muß der Wahrnehmungsfaktor niedriger angesetzt werden, als es in der Literatur üblich ist. Für Leitungsmasten über 60 m ergeben sich Wahrnehmungsfaktoren von 0,05 für die Nahzone und 0,025 für die Mittelzone, während die Faktoren für niedrigere Freileitungsmasten auf 0,025 bzw. 0,0125 festgelegt werden.

#### • Fernzone

Allgemein wird davon ausgegangen, daß der Eingriff in der Fernzone 5 % bis 10 % des Gesamteingriffs ausmacht (GERBAULET 1994). Bei Freileitungen ist die Beeinträchtigung in der Fernzone aufgrund der Transparenz besonders gering (s. Abb. 7). Der Erfassungsaufwand für den geringen Eingriff in der ausgedehnte Fernzone würde dagegen fast 90% ausmachen. Deswegen wird der Eingriff in der Fernzone qualitativ bewertet und pauschal berücksichtigt. Die Fernwirkung wird dabei mit einem prozentualen Zuschlag von 0 bis 10 % auf die Eingriffsfläche aus Nah- und Mittelzone berechnet.

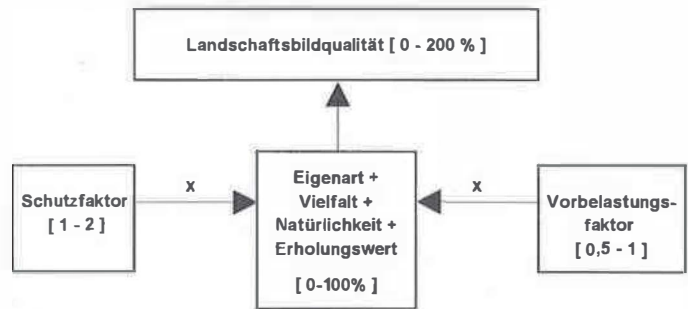
### 3.3 Landschaftsbildqualität

Nach der Ermittlung der Eingriffsfläche wird die Landschaftsbildqualität in Nah- und Mittelzone erfaßt. In die Landschaftsbildqualität der Ausgangssituation fließen die ästhetischen Eigenwerte, die Vorbelastungen, der Erholungswert und der Schutzstatus ein. Ein Landschaftsbild ist dann am wertvollsten, wenn die ästhetischen Eigenwerte Vielfalt, Natürlichkeit und Eigenart sehr gut ausgeprägt sind. Auch der Erholungswert und der Schutzstatus erhöhen die Landschaftsbildqualität. Vorhandene Belastungen führen dagegen zu einer Abstufung.

Aus Abb. 8 ist zu entnehmen, wie die Einzelkriterien gewichtet werden und in die Berechnung eingehen. Ziel dieser Berechnung ist die Ermittlung der Landschaftsbildqualität in Prozent. Dafür werden die drei ästhetischen Eigenwerte und der Erholungswert jeweils in 5 Qualitäten von sehr gering bis sehr hoch eingestuft. Die ästhetischen Eigenwerte Vielfalt, Natürlichkeit und Eigenart sind die wesentlichen Merkmale der Qualität des Landschaftsbildes. Allgemein wird ein vielfältig strukturiertes Landschaftsbild, das sich durch Naturnähe auszeichnet und nur geringe Eigenartsverluste aufweist, als sehr gut bewertet. Die Bewertung der ästhetischen Eigenwerte erfolgt vor dem Hintergrund des landschaftsraumtypischen Erscheinungsbildes. In diesem Zusammenhang kann auch ein eintöniges Landschaftsbild, wenn es natürlich ist und eine hohe Eigenart besitzt, wie z.B. ein Wattenmeer, den Höchstwert erreichen. Dadurch wird der unterschiedlichen na-

Abbildung 8

## Ermittlung der Landschaftsbildqualität



turräumlichen Ausstattung verschiedener Landschaften Rechnung getragen. Desweiteren wird der Erholungswert des Landschaftsraumes vor dem Hintergrund der regionalen Ausstattung an Erholungsflächen und der realen Ausnutzung betrachtet. Sind alle vier Kriterien (Eigenart, Vielfalt, Natürlichkeit, Erholungswert) optimal ausgeprägt, wird eine 100 %ige Landschaftsbildqualität erreicht. Da dieser optimale Zustand in der Regel nicht anzutreffen ist, ergibt sich ein niedrigerer Wert.

Je mehr Vorbelastungen vorhanden sind, umso geringer ist die Landschaftsbildqualität und umso geringer wirkt sich der zusätzliche Eingriff aus. Deswegen wird ein Vorbelastungsfaktor eingeführt, der gegen Null geht, wenn die Vorbelastungen sehr hoch sind. Der Vorbelastungsfaktor nimmt den Wert 1 an, wenn keine Beeinträchtigungen vorhanden sind und verringert sich auf 0,5 bei vorhandenen Belastungen, die dem zu erwartenden Eingriff durch die geplante Freileitung vergleichbar sind. Durch den Vorbelastungsfaktor kann es zu einer Abstufung auf die Hälfte der Landschaftsbildqualität kommen. Wenn die geplante Leitung vollständig mit vergleichbaren Leitungen gebündelt wird, kann in Einzelfällen auch eine weitere Reduzierung des Vorbelastungsfaktors vorgenommen werden.

Da ein Eingriff in Schutzgebiete aus naturschutzrechtlicher Sicht schwerwiegender ist, als ein Eingriff in nicht geschützte Landschaftsteile, müssen Eingriffe in Schutzgebiete in der Eingriffsregelung besonders berücksichtigt werden. Deswegen muß der Eingriff höher bewertet werden, wenn Schutzgebiete betroffen sind. Zu diesem Zweck wird ein Schutzfaktor eingeführt, durch den Schutzgebietsflächen einen besonderen Stellenwert erhalten. Die betroffenen Schutzgebietsflächen werden abgegrenzt und entsprechend ihres Flächenanteils an den Wirkzonen den Schutzfaktoren 1 bis 2 zugeordnet. Der Schutzfaktor kann dazu führen, daß die Landschaftsbildqualität verdoppelt wird. Wenn die ästhetischen Eigenwerte einschließlich des Erholungswertes optimal ausgeprägt sind, keine Vorbelastungen vorliegen und über 75% Schutzgebietsflächen betroffen sind, kann sich die Landschaftsbildqualität auf 200 % erhöhen.

### 3.4 Eingriffsintensität

Neben der Eingriffsfläche und der Landschaftsbildqualität ist die Eingriffsintensität zu bewerten,

um nachfolgend den Eingriffsumfang bzw. Kompensationsflächenumfang ermitteln zu können. Die Eingriffsintensität, d.h. wie stark die Leitung das Landschaftsbild beeinträchtigt, ist von den Dimensionen der geplanten Freileitung abhängig und wird ausschließlich durch den Leitungsfaktor definiert.

#### • Leitungsfaktor

FLECKENSTEIN & RHIEM (1991) haben einen Leitungsfaktor definiert, der das Verhältnis der Eingriffe durch verschiedene Leitungstypen widerspiegelt. In diesen Leitungsfaktor, der sich aus den Größen Masthöhe, Trassenbreite sowie Anzahl der Traversen ableiten läßt, werden die Flächenwirksamkeit, die Transparenz und die Eindrucksstärke einer Leitung berücksichtigt. Der Leitungsfaktor stellt eine Maßzahl für die optische Beeinträchtigung durch eine Leitung dar.

In der vorliegenden Methodik wird die Störwirkung der Leitung in Einzelkomponenten aufgegliedert. Die Flächenwirksamkeit wird bei der Abgrenzung und Bewertung der Wirkzonen aufgegriffen, während die Transparenz durch den reduzierten Wahrnehmungsfaktor zum Ausdruck gebracht wird. Deswegen können die Leitungsfaktoren von FLECKENSTEIN & RHIEM (1991) nicht direkt übernommen werden. Für die Festlegung der leitungsspezifischen Eingriffsintensität (Leitungsfaktor) wird nachfolgend ausschließlich die Höhe der Leitungsmasten herangezogen, weil diese ausschlaggebend dafür ist, wie stark die Leitung das Landschaftsbild beeinträchtigt. Dadurch ist sie ein Maß für die Eingriffsintensität der Leitung und wird gleichzeitig dem Verhältnis der Beeinträchtigungen gerecht, die durch verschiedene Leitungstypen verursacht werden.

Für die Festlegung der Leitungsfaktoren wird davon ausgegangen, daß die größten Masten (380-kV-4fach/220-kV-2fach-Leitungen z.B. bei Waldüberspannungen bzw. Flußüberquerungen) Höhen von 90m bis 115m erreichen. Als Annäherung werden die größten Masten, die den maximalen Eingriff durch eine Freileitung darstellen, mit 100m angenommen und dem Leitungsfaktor 100 % zugeordnet. Sollten höhere Masten gebaut werden, ist ein Zuschlag auf den Leitungsfaktor erforderlich. Ausgehend vom Leitungsfaktor 100 % für im Mittel 100m hohe Masten werden die Höhen der Leitungsmasten der geplanten Leitung direkt in eine prozentuale Größe umgesetzt. Beispielsweise ergeben sich



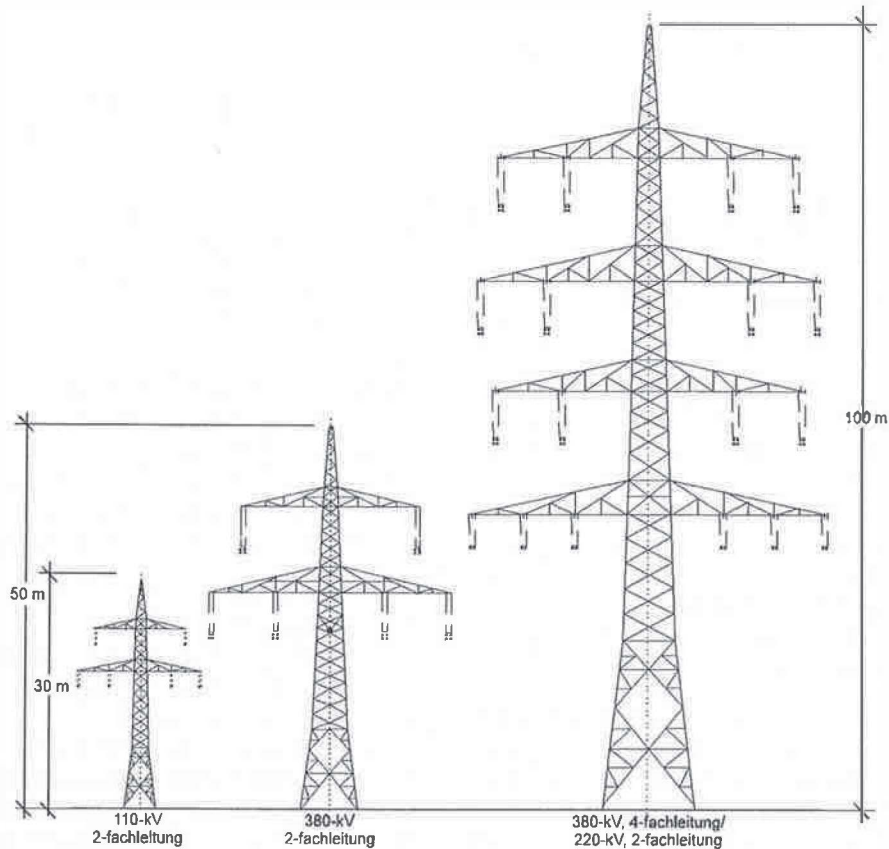


Abbildung 9

### Vergleich verschiedener Masttypen

Werte von 30 % für eine 110kV 2fach-Leitung und 50 % für eine 380kV 2fach-Leitung jeweils mit Donaumast (zwei Ebenen) ergeben. In Abb. 9 ist das Verhältnis ausgewählter Leitungsmasten im Vergleich zum größten angenommenen Masttyp zu erkennen.

### 3.5 Eingriffs- und Kompensationsflächenumfang

Die Landschaftsbildbewertung in der Eingriffsregelung hat das Ziel, den Eingriff und den Kompensationsbedarf zu quantifizieren. Um die Dimension von Eingriff und Kompensation operabel zu machen, werden diese in Flächengrößen angegeben. Die als Eingriffsumfang ermittelte Fläche entspricht dem Flächenumfang, auf dem Kompensationsmaßnahmen notwendig sind (Kompensationsflächenumfang).

Anhand der dargestellten Größen Eingriffsfläche, Landschaftsbildqualität und Eingriffsintensität wird zunächst der Eingriffsumfang berechnet, wobei alle drei Faktoren gleichwertig in die Rechnung eingehen (s. Abb. 10). Bei der Berechnung wird die Fläche der Eingriffsfläche mit den Prozentwerten aus Landschaftsbildqualität und Eingriffsintensität multipliziert. Der Kompensationsflächenumfang entspricht direkt dem ermittelten Eingriffsumfang. Durch Maßnahmen auf dieser Flächengröße sollen

die durch den Eingriff entstandenen Beeinträchtigungen kompensiert werden.

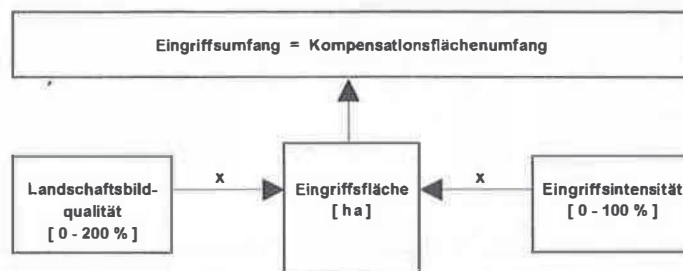
Der Eingriff in das Landschaftsbild, den der Bau einer Freileitung verursacht, kann nur durch den Abbau vorhandener Leitungen ausgeglichen werden. Um den Leitungsabbau als Ausgleichsleistung bei der Kompensationsermittlung zu berücksichtigen, kann auch der Abbau einer vorhandenen Leitung nach der vorgestellten Methode bewertet und anschließend verrechnet werden.

Die Kompensation für Eingriffe in das Landschaftsbild ist durch die Aufwertung von Landschaftsräumen mit geringer oder vorbelasteter Qualität zu erreichen. Dabei ist die Ausprägung der Kompensationsmaßnahmen an den Charakter des Landschaftsbildes anzupassen. Um das Landschaftsbild positiv zu beeinflussen, müssen Vielfalt, Natürlichkeit und Eigenart erhöht oder vorhandene Vorbelastungen beseitigt werden. Die vorrangig für das Landschaftsbild durchzuführenden Kompensationsmaßnahmen sind Gehölzpflanzungen, die zu Strukturierung, Gliederung und Sichtverschattung beitragen. Diese sollen aber nicht flächendeckend durchgeführt werden, sondern durch einen kleinräumigen Wechsel zwischen z.B. Hecken, Feldgehölzen, Wiesen und Saumbiotopen die Aufwertung des Landschaftsbildes bewirken.

Soll die Landschaftsbildbeurteilung in der Eingriffsregelung praktikabel sein, muß es weiterhin



**Abbildung 10**  
Ermittlung des Eingriffs- und Kompensationsflächenumfangs



**Tabelle 2**

**Eingriffs- bzw. Kompensationsflächenumfang pro km Leitung**

| Leitungstyp      | unterdurchschnittliches Landschaftsbild<br>(Landschaftsbildqualität 15 %, Fernwirkung 2 %, Sichtverschattung 40 %) | überdurchschnittliches Landschaftsbild<br>(Landschaftsbildqualität 100 %, Fernwirkung 5 %, Sichtverschattung 10 %) |
|------------------|--|--|
| 110kV, 2 Systeme | 840 m <sup>2</sup>   | 7670 m <sup>2</sup>  |
| 220kV, 2 Systeme | 1470 m <sup>2</sup>  | 13920 m <sup>2</sup>   |
| 380kV, 2 Systeme | 2400 m <sup>2</sup>  | 23100 m <sup>2</sup>   |
| 380kV, 4 Systeme | 3920 m <sup>2</sup>  | 37830 m <sup>2</sup>   |

möglich sein, die Kompensationsfläche in Geldbeträge umzurechnen. Dabei kann, soweit dies rechtlich vorgesehen ist, die Berechnung eines Ersatzgeldes bzw. einer Ausgleichsabgabe anhand des Kompensationsflächenumfangs erfolgen. Können die Maßnahmen nicht auf dem ermittelten Flächenumfang durchgeführt werden, sind die Kosten zu veranschlagen, die durch die nicht durchgeführten Maßnahmen gespart werden. Die Kosten für die Herrichtung von Flächen sind abhängig davon, welche Art von Maßnahmen durchgeführt werden. Allgemein kann in der Landschaftspflege von einem Preis von 2 bis 10 DM pro Quadratmeter ausgegangen werden. Da für das Landschaftsbild verschiedene Maßnahmen in Frage kommen, müssen diese zunächst in der Ausgleichs- und Ersatzplanung konkretisiert werden. Anhand dieser Planung können die Maßnahmen, wie z.B. Streuobstwiesenpflanzungen und Extensivierung von Grünland, in Geldbeträge umgerechnet werden. Bei umfangreichen Kompensationsflächen, bei denen der Anteil kostenintensiver Gehölzpflanzungen gegenüber anderen Maßnahmen zurücktritt, gehen die Kosten eher in Richtung 2 DM. Bei einem kleineren Kompensationsflächenumfang, der flächendeckend mit z.B. Gehölzen bepflanzt werden soll, ergeben sich Werte im Bereich von 10 DM.

#### 4. Beispiel

Nachfolgend wird an fiktiven Fallbeispielen aufgezeigt, in welchen Größenordnungen sich die mit der vorgestellten Methode ermittelten Ergebnisse bewegen. Die Fallbeispiele beziehen sich auf ein un-

terdurchschnittlich und ein überdurchschnittlich ausgeprägtes Landschaftsbild, stellen aber nicht die erreichbaren Minimal- bzw. Maximalwerte dar. Die in Tab. 2 aufgeführten Werte können eine Anwendung der Landschaftsbildmethodik nicht ersetzen, sondern sind dazu gedacht, die Ergebnisse der Landschaftsbildbewertung zu veranschaulichen.

Als Beispiele dienen eine 110-kV-, 220-kV- und 380-kV-Leitung mit jeweils zwei Systemen sowie eine 380-kV-4fach-Leitung. Das erste Fallbeispiel bezieht sich auf ein unterdurchschnittlich schlecht ausgeprägtes Landschaftsbild mit geringer Landschaftsbildqualität und hohen Vorbelastungen sowie geringer Fernwirkung und einem hohen Anteil sichtsverschatteter Bereiche durch Gewerbegebiete. Das zweite Fallbeispiel geht von einem überdurchschnittlich gut ausgeprägten Landschaftsbild aus, das sich durch hohe Landschaftsbildqualität auszeichnet, in dem keine Vorbelastungen vorhanden sind, Schutzgebiete betroffen werden, die Fernwirkung sehr hoch ist und fast keine Sichtverschattung festzustellen ist. Landschaftsbilder dieser Qualität sind in der Realität selten anzutreffen und werden bei der Trassierung von Freileitungen in der Regel gemieden.

Die vorgestellte Landschaftsbildmethodik führt zu folgenden Ergebnissen: Eingriffs- und Kompensationsflächenumfang nehmen mit der Qualität des betroffenen Landschaftsraumes zu. Dadurch wird eine landschaftsgerechte Trassenführung günstiger bewertet. Durch vorhandene Belastungen verringert sich der Kompensationsbedarf und einer gegebenen Trassenbündelung wird Rechnung getragen. Desweiteren steigt das Ergebnis mit zunehmender

Größe und Massivität der Leitung. Somit ist der ermittelte Kompensationsflächenumfang eine geeignete Grundlage für die Planung und Durchführung von Maßnahmen.

## 5. Schlußfolgerung

Für die vorgestellte Methode zur Landschaftsbildbewertung bei Freileitungen soll nun geprüft werden, ob diese die notwendigen Anforderungen erfüllt.

- Die erheblich beeinträchtigte Fläche geht als Eingriffsfläche in die Eingriffsermittlung ein und bildet die Grundlage für die Berechnung des Eingriffsumfangs als Flächengröße.
- Durch den Wahrnehmungsfaktor wird erreicht, daß der für den Eingriff in Mittel- und Fernzone ermittelte Kompensationsumfang geringer ist als in der Nahzone. Dieses Verhältnis entspricht der abnehmenden visuellen Beeinträchtigung in zunehmender Entfernung.
- Die Landschaftsbildqualität ist neben der Eingriffsfläche und der Eingriffsintensität ein wesentlicher Faktor, der das Ergebnis des Eingriffsumfangs bestimmt.
- Durch die Festlegung eines Leitungsfaktors, der von der Größe der Leitung abhängig ist, wird die Eingriffsbewertung von verschiedenen Leitungen vergleichbar. Der Leitungsfaktor ist ein Ausdruck der Intensität des durch die Freileitung verursachten Eingriffs. Der Transparenz der Freileitung wird durch den Wahrnehmungsfaktor Rechnung getragen.
- Die Eingriffsermittlung basiert auf einer Abgrenzung der erheblich beeinträchtigten Fläche (Eingriffsfläche) sowie einer Bewertung des Landschaftsbildes (Landschaftsbildqualität) und der Schwere des Eingriffs (Eingriffsintensität). Aus der Eingriffsfläche, der Landschaftsbildqualität und der Eingriffsintensität ergibt sich der Eingriffsumfang, der direkt dem Kompensationsflächenumfang entspricht.
- Ein Ausgleich durch den Abbau einer vorhandenen Leitung kann nach der gleichen Methode berechnet und zu dem zu erwartenden Eingriff in Bezug gesetzt werden. Dadurch kommt zum Tragen, daß durch die Beseitigung vorhandener Belastungen ein Ausgleich erreicht werden kann.

Mit der vorgestellten Methodik kann aus der Bewertung des konkreten Eingriffstatbestandes die für Kompensationsmaßnahmen erforderliche Flächengröße abgeleitet werden. Dabei werden die für die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes wesentlichen Kriterien berücksichtigt.

Die Akzeptanz der Bewertungsmaßstäbe unterliegt jedoch immer auch gesellschaftlichen Wertvorstellungen. Vor diesem Hintergrund kann eine Quantifizierung von Landschaftsbild und Eingriff zwar fachlich begründet, aber nie absolut gültig sein. Die

Flexibilität, die für eine Anpassung an geänderte Rahmenbedingungen nötig ist, kann in der vorgestellten Methodik durch eine begründete Veränderung der Eingriffsparameter erreicht werden.

## 6. Zusammenfassung

Für die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung bei Freileitungen wird eine Methodik zur Bewertung des Eingriffes in das Landschaftsbild und zur Kompensationsermittlung vorgeschlagen. Diese soll den landschaftsästhetischen Eingriff, den eine Freileitung verursacht, nachvollziehbar und plausibel erfassen und insbesondere praxisorientiert sein, so daß der Erfassungsaufwand in ausgewogenem Verhältnis zur Schwere des Eingriffs steht und das Ergebnis dem Eingriff angemessen ist.

Aufbauend auf der Landschaftsbildbewertung von NOHL (1992) wird eine Methodik entwickelt, mit der neben der Qualität des Landschaftsbildes vor dem Eingriff auch der konkrete Eingriff durch die Leitung direkt erfaßt werden kann. Davon ausgehend wird der Kompensationsbedarf als Flächengröße ermittelt. Die entwickelte Methodik wird vorgestellt und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Eingriffsregelung bei Freileitungen diskutiert.

## 7. Literatur

ADAM, K.; W. NOHL & W. VALENTIN (1986):  
Bewertungsgrundlagen für Kompensationsmaßnahmen bei Eingriffen in die Landschaft. Forschungsauftrag des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

FLECKENSTEIN, K. & W. RHIEM (1992):  
Umweltverträglichkeitsstudien (UVS) für Freileitungen. In: Palic, M. et al.: Kabel und Freileitungen in überregionalen Versorgungsnetzen. Ehningen. S. 178-216.

GERBAULET, H. (1994):  
Belastung von Naturhaushalt und Landschaftsbild durch eine Hochspannungsleitung. Schriftenreihe des Westfälischen Amtes für Landes- und Baupflege - Beiträge zur Landespflege - Münster. Heft 7.

JESSEL, B. (1994):  
Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft als Objekte der naturschutzfachlichen Bewertung. NNA - Berichte 7 (1), Schneverdingen. S. 76-89.

KRAUSE, C.L. (1991):  
Die Praxis der Landschaftsbilderfassung am Beispiel Straßenbau. IN: Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie (Hrsg.): Landschaftsbild - Eingriff - Ausgleich. Bonn - Bad Godesberg. S. 121-141.

NOHL, W. (1992):  
Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe. Forschungsauftrag des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

**RICCABONA, S. (1991):**

Die Praxis der Landschaftsbildbewertung bei komplexen, flächenhaften Eingriffen im Bergland aus der Sicht des Sachverständigen. In: Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie (Hrsg.): Landschaftsbild - Eingriff - Ausgleich. Bonn - Bad Godesberg. S. 37-57.

**WINKELBRANDT, A. (1991):**

Anforderungen der Eingriffsregelung an die Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes. In: Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie

(Hrsg.): Landschaftsbild - Eingriff - Ausgleich. Bonn - Bad Godesberg. S. 229-232.

(Beitrag eingereicht: Juli 1996)

**Anschriften der Verfasser:**

Regioplan Ingenieure GmbH  
z.Hd, Dr. Kurt Fleckenstein  
Besselstraße 14/16  
D-68219 Mannheim



# Berichte der ANL 20 (1996)

Herausgeber:

Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL)

Seethaler Str. 6

D-83410 Laufen

Telefon: 08682/8963-0

Telefax: 08682/8963-17 (Verwaltung)  
08682/1560 (Fachbereiche)

E-Mail: [Naturschutzakademie@t-online.de](mailto:Naturschutzakademie@t-online.de)

Internet: <http://www.anl.de>

Die Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege ist eine dem  
Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums  
für Landesentwicklung und Umweltfragen  
angehörige Einrichtung.

Schriftleitung und Redaktion:

Dr. Notker Mallach, ANL

Für die Einzelbeiträge zeichnen die  
jeweiligen Autoren verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen -  
auch auszugsweise -  
aus den Veröffentlichungen der  
Bayerischen Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege sowie die  
Benutzung zur Herstellung anderer  
Veröffentlichungen bedürfen der  
schriftlichen Genehmigung unseres Hauses.

Erscheinungsweise:

Einmal jährlich

Bezugsbedingungen:

Siehe Publikationsliste am Ende des Heftes

Satz: Christina Brüderl, ANL

Druck und Buchbinderei: Fa. Kurt Grauer,

Moosham 41, 83410 Laufen

Druck auf Recyclingpapier (aus 100% Altpapier)

ISSN 0344-6042

ISBN 3-931175-26-X

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege \(ANL\)](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Fleckenstein Kurt, Reiss Susanne, Schwoerer-Böhnig Bernhard

Artikel/Article: [Methoden zur Bewertung von Eingriffen in das Landschaftsbild bei Freileitungen 305-315](#)