



5

Umsetzungshilfen
Moyens de la mise en application
Mezzi ausiliari per la protezione

Politisch-administrative Umsetzungshilfen

Der Bund leistet bei der Umsetzung des Moor- und Moorlandschaftsschutzes Hilfestellung. Dazu zählen etwa die Erarbeitung von Grundlagen und Empfehlungen für die Praxis, namentlich zu den verschiedenen Schnittstellen zwischen Schutz und Nutzung.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt der Umsetzungshilfe stellt zweifellos die Bereitstellung und Verteilung von Finanzmitteln dar. Aber auch die Klärung raumplanerischer Fragen kann als Voraussetzung für die Umsetzung des Moor- und Moorlandschaftsschutzes betrachtet werden.

Die folgenden Beiträge befassen sich mit solchen Themen und versuchen, offene Fragen zu klären, welche sich bei der Umsetzung stellen.

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1995

Die Subventionen beim Moor- und Moorlandschaftsschutz

1 DIE AUFGABENTEILUNG BEIM BIOTOPSCHUTZ

Bund und Kantone teilen sich wie folgt in die Biotopschutzaufgaben: Der Bund bezeichnet nach Anhören der Kantone die Biotope von nationaler Bedeutung¹ und bezahlt diese Inventarisierung². Die Kantone ihrerseits bezeichnen die Biotope von regionaler und lokaler Bedeutung und sorgen für Schutz und Unterhalt sämtlicher Biotope³. Die Kantone können diese Aufgabe auch an die Gemeinden delegieren. Der Bund wiederum beteiligt sich mit Abgeltungen an diesen kantonalen Massnahmen⁴.

¹ Art. 18a Abs. 1 NHG

² Art. 18d Abs. 1 NHG

³ Art. 18a Abs. 2 und 18b Abs. 1 NHG

⁴ Art. 18d Abs. 1 und 2 NHG

Abgeltungen und Finanzhilfen

Das Subventionsgesetz vom 5. Oktober 1990 (SuG, SR 616.1) unterscheidet bei den Subventionen zwischen Abgeltungen und Finanzhilfen. Es umschreibt die beiden Begriffe in Artikel 3 wie folgt:

¹ *Finanzhilfen sind geldwerte Vorteile, die Empfängern ausserhalb der Bundesverwaltung gewährt werden, um die Erfüllung einer vom Empfänger gewählten Aufgabe zu fördern oder zu erhalten. Geldwerte Vorteile sind insbesondere nichtrückzahlbare Geldleistungen, Vorzugsbedingungen bei Darlehen, Bürgschaften sowie unentgeltliche oder verbilligte Dienst- und Sachleistungen.*

² *Abgeltungen sind Leistungen an Empfänger ausserhalb der Bundesverwaltung zur Milderung oder zum Ausgleich von finanziellen Lasten, die sich ergeben aus der Erfüllung von:*

- a. *bundesrechtlich vorgeschriebenen Aufgaben;*
- b. *öffentlichrechtlichen Aufgaben, die dem Empfänger vom Bund übertragen worden sind.*

Die Unterscheidung ist namentlich insofern von Bedeutung, als auf die Gewährung von Abgeltungen ein Rechtsanspruch besteht, der bei den Finanzhilfen entfällt (s. dazu sinngemäss Art. 13 SuG).

2 DIE BERECHNUNG DES SUBVENTIONSSATZES

2.1 Kriterien

Für die Berechnung des Subventions- bzw. Abgeltungssatzes des Bundes sind 3 Kriterien massgeblich⁵:

- Die Bedeutung des Objektes (national, regional, lokal)
- Die Finanzkraft des Kantons (finanzstark, mittelstark, finanzschwach)
- Die Belastung des Kantons durch den Biotop- (und den Moorlandschafts-) Schutz (normale, starke, sehr starke Belastung).

2.2 Bedeutung des Objektes

Die Biotope werden in drei Kategorien eingeteilt: solche von nationaler, solche von regionaler und schliesslich solche von lokaler Bedeutung. Die Bedeutung ist in den Inventaren des Bundes bzw. jenen der Kantone und Gemeinden festgehalten. Figuriert ein Objekt in keinem Inventar, dann wird seine Bedeutung gutachtlich festgelegt⁶.

Der Subventionssatz beträgt 60-75 Prozent bei den Biotopen von nationaler Bedeutung⁷, 30-40 Prozent bei jenen von regionaler und 20-25 Prozent bei denen von lokaler Bedeutung⁸.

2.3 Finanzkraft des Kantons

Die Kantone sind bezüglich ihrer Finanzkraft in drei Kategorien eingeteilt: in die finanzstarken, die mittelstarken und die finanzschwachen Kantone. Die Finanzkraft wird, für sämtliche Bundessubventionen einheitlich, alle 2 Jahre neu festgelegt.

Die finanzstarken Kantone erhalten das Subventions-Minimum (das sind 60% bei den Objekten von nationaler, 30% bei solchen von regionaler und 20% bei jenen von lokaler Bedeutung). Den finanzschwachen Kantonen wird das Subventions-Maximum (75% / 40% / 25%) gewährt. Der Subventionssatz der mittelstarken Kantone wird mittels einer komplizierten Formel errechnet und variiert zwischen Minimum und Maximum.

⁵ Art. 18d Abs. 3 NHG

⁶ Art. 29 Abs. 1 Bst. b NHV

⁷ Art. 17 Abs. 2 NHV

⁸ Art. 18 Abs. 1 NHV

2.4 Belastung durch den Biotopschutz

Die Belastung der Kantone durch den Biotop- (und den Moorlandschafts-) Schutz wird für jeden Biotoptyp (Hochmoore, Flachmoore, Auengebiete) gesondert ermittelt. Auch hier gibt es drei Kategorien: normale, starke und sehr starke Belastung.

Für die Kantone mit normaler Belastung gelten die in Ziffer 2.3 erwähnten Subventionssätze. Die stark belasteten Kantone erhalten, je nach Finanzkraft und Bedeutung des Objektes, einen Bonus von 5% oder 10%, die sehr stark belasteten einen solchen von 10% oder 15%⁹. Vom Bonus ausgeschlossen sind die finanzstarken Kantone (vgl. Tab. 1 und 2). In Ausnahmefällen kann der Bund bei Biotopen von nationaler Bedeutung die gesamten Kosten übernehmen¹⁰.

⁹ Art. 17 Abs. 2 und 18 Abs. 2 NHV

¹⁰ Art. 18d Abs. 1 NHG

	normale Belastung	Bonus für starke Belastung	Bonus für sehr starke Belastung
Objekt von nationaler Bedeutung:			
- Kanton finanzstark	60%	–	–
- Kanton mittelstark	60-75%	5%	10%
- Kanton finanzschwach	75%	10%	15%
Objekt von regionaler Bedeutung:			
- Kanton finanzstark	30%	–	–
- Kanton mittelstark	30-40%	5%	10%
- Kanton finanzschwach	40%	5%	10%
Objekt von lokaler Bedeutung:			
- Kanton finanzstark	20%	–	–
- Kanton mittelstark	20-25%	5%	10%
- Kanton finanzschwach	25%	5%	10%

Tab. 1: Subventionsbonus beim Biotopschutz

3 DIE REGELUNG BEIM MOORLANDSCHAFTSSCHUTZ

¹¹ Art. 23b Abs. 3 NHG

¹² Art. 23c Abs. 3 NHG

Die Aufgabenteilung beim Moorlandschaftsschutz entspricht weitestgehend jener, die für die Biotope von nationaler Bedeutung gilt.

Bei der Bezeichnung der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung tritt jedoch an die Stelle der "Anhörung" die "enge Zusammenarbeit mit den Kantonen"¹¹, und es gibt keinen ausserordentlichen Subventions-Höchstsatz von 100 Prozent¹².

Tab. 2: Abgeltungssätze 2002/03 (Auszug aus dem BUWAL-Dokument "Beitragssätze für die Jahre 2002 und 2003" vom 20. Januar 2002).

KANTON	INDEX	BEDEUTUNG DES OBJEKTES					
		national in %	Bonus			regional in %	lokal in %
Hoch- moore in %	Flach- moore in %		Moorland- schaften in %				
ZG	216	60	-	-	-	30	20
BS	173	60	-	-	-	30	20
ZH	160	60	-	-	-	30	20
GE	141	60	-	-	-	30	20
NW	129	60	-	-	-	30	20
BL	120	60	-	-	-	30	20
SZ	112	62	10	10	5	31	21
SH	107	63	-	-	-	32	21
AG	97	66	-	-	-	34	22
VD	94	67	-	-	5	34	22
TG	83	69	-	-	-	36	23
SO	82	70	-	-	-	36	23
GL	82	70	-	5	-	36	23
TI	82	70	-	-	5	36	23
SG	80	70	-	5	10	37	23
GR	77	71	10	10	10	37	24
LU	67	73	5	5	5	39	24
UR	64	74	5	5	5	39	25
AR	63	74	-	-	-	40	25
AI	62	75	-	10	5	40	25
BE	57	75	-	10	15	40	25
NE	55	75	10	-	10	40	25
FR	51	75	-	-	10	40	25
OW	35	75	15	15	15	40	25
JU	34	75	15	-	10	40	25
VS	30	75	-	-	-	40	25

4 DIE SUBVENTIONSBERECHTIGTEN MASSNAHMEN

Schutz und Unterhalt der Biotope sollen wenn möglich mittels Vereinbarungen mit den Grundeigentümern und Bewirtschaftern und durch angepasste land- und forstwirtschaftliche Nutzung erreicht werden¹³; Mehraufwand und Minderertrag sind angemessen abzugelten¹⁴. Subventionsberechtigt sind insbesondere¹⁵:

- Massnahmen zur Wahrung und nötigenfalls Wiederherstellung der Eigenart und der biologischen Vielfalt eines Biotops;
- Unterhalt, Pflege und Aufsicht zur langfristigen Sicherung des Schutzziels (Erfolgskontrolle¹⁶);
- Gestaltungsmassnahmen, mit denen das Schutzziel erreicht, bestehende Schäden behoben und künftige vermieden werden können;
- Festlegung und angepasste Bewirtschaftung ökologisch ausreichender Pufferzonen;
- Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen.

Subventionsberechtigt sind in jedem Fall nur jene Aufwendungen, die für die zweckmässige Erfüllung der Aufgaben erforderlich sind¹⁷.

¹³ Art. 18c Abs. 1 NHG

¹⁴ Art. 18c Abs. 2 NHG

¹⁵ Art. 14 Abs. 2 NHG

¹⁶ Art. 27a Abs. 2 NHV

¹⁷ Art. 6 Abs. 1 NHV

Bundesaufgaben

Artikel 2 NHG enthält eine beispielhafte, nicht abschliessende Aufzählung dessen, was als Erfüllung von Bundesaufgaben gilt. Der Artikel hat folgenden Wortlaut:

¹ *Unter Erfüllung einer Bundesaufgabe im Sinne von Artikel 24^{series} Absatz 2 der Bundesverfassung ist insbesondere zu verstehen:*

- a. *die Planung, Errichtung und Veränderung von Werken und Anlagen durch den Bund, seine Anstalten und Betriebe, wie Bauten und Anlagen der Bundesverwaltung, Nationalstrassen, Bauten und Anlagen der PTT-Betriebe und der Schweizerischen Bundesbahnen;*
- b. *die Erteilung von Konzessionen und Bewilligungen, wie zum Bau und Betrieb von Verkehrsanlagen und Transportanstalten (mit Einschluss der Plangenehmigung) von Werken und Anlagen zur Beförderung von Energie, Flüssigkeiten oder Gasen oder zur Übermittlung von Nachrichten sowie Bewilligungen zur Vornahme von Rodungen;*
- c. *die Gewährung von Beiträgen an Planungen, Werke und Anlagen, wie Meliorationen, Sanierungen landwirtschaftlicher Bauten, Gewässerkorrekturen, Anlagen des Gewässerschutzes und Verkehrsanlagen.*

² *Entscheide kantonaler Behörden über Vorhaben, die voraussichtlich nur mit Beiträgen nach Absatz 1 Buchstabe c verwirklicht werden, sind der Erfüllung von Bundesaufgaben gleichgestellt.*

5 DIE SPEZIALFÄLLE

5.1 Biotope in Moorlandschaften

Bei der Subventionierung von Massnahmen für Biotope von regionaler und lokaler (d.h. von nicht nationaler) Bedeutung, die innerhalb von Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung liegen, richten sich die Bundesbeiträge nach den (höheren) Ansätzen für die Moorlandschaften. Diese Regel gilt für alle Biotop-typen, nicht nur für die Moore.

5.2 Landerwerb

Schutz und Unterhalt der Biotope sollen wenn möglich aufgrund von Vereinbarungen mit den Grundeigentümern und Bewirtschaftern erreicht werden¹⁸. Damit setzt der Gesetzgeber gezielt auf Freiwilligkeit und vor allem auf die Eigenverantwortung der Grundeigentümer und Bewirtschafter. Der Erwerb von Moorbiotop- (oder Moorlandschafts-) Flächen durch die öffentliche Hand oder durch private Organisationen wird deshalb nur in jenen Fällen als Abgeltung (und damit relativ hoch) subventioniert, in denen er zur Erreichung des Schutzziels zwingend erforderlich ist, während in allen übrigen Fällen (tiefere) Finanzhilfen gewährt werden¹⁹ (vgl. Tab. 3).

¹⁸ Art. 18c Abs. 1 NHG

¹⁹ Art. 13 NHG, Art. 5 NHV

	Kanton finanzstark	Kanton mittelstark	Kanton finanzschwach
Objekt von nationaler Bedeutung:			
- Bundesbeitrag	20%	20-35%	35%
- Kantonsbeitrag	45%	45-30%	30%
- Total	65%	65%	65%
Objekt von regionaler Bedeutung:			
- Bundesbeitrag	15%	15-25%	25%
- Kantonsbeitrag	35%	35-25%	25%
- Total	50%	50%	50%
Objekt von lokaler Bedeutung:			
- Bundesbeitrag	10%	10-15%	15%
- Kantonsbeitrag	25%	25-20%	20%
- Total	35%	35%	35%

Tab. 3: Berechnung der Finanzhilfen

5.3 Bundesaufgaben

Sind Schutz- und Unterhaltmassnahmen für Biotop- oder Moorlandschaften mit der Erfüllung von Bundesaufgaben²⁰ verbunden, so bilden sie Bestandteil des entsprechenden Projektes; ihre Finanzierung hat gemäss Verursacherprinzip über das Projekt zu erfolgen. Führen allerdings die durch den Natur- und Landschaftsschutz bedingten Mehrkosten zu einer für den Projektnehmer unerträglichen Erhöhung der von ihm zu tragenden Restkosten, dann können diese Mehr-Restkosten trotz Verursacherprinzip ausnahmsweise subventioniert werden.

Verdeutlicht wird das Verursacherprinzip namentlich bei der Verwendung von Mineralölsteuergeldern für Massnahmen des Natur- und Landschaftsschutzes im Zusammenhang mit dem Bau und Unterhalt von National- und Hauptstrassen.

5.4 Beiträge nach Landwirtschaftsrecht

Unter bestimmten Voraussetzungen²¹ gewährt auch das Landwirtschaftsrecht Beiträge an den Schutz und Unterhalt von Mooren und Moorlandschaften. Zur Vermeidung von Doppelzahlungen war deshalb eine klare Regelung erforderlich²²; als deren Kernstück erweist sich das Sockel-Zusatz-Bonus-System: Ökobeiträge nach DZV als Sockel, Öko-Qualitätsbeiträge nach ÖQV als Zusatz und Abgeltungen nach NHG als Bonus.

Vom Grundsatz der Vermeidung von Doppelzahlungen nicht betroffen sind NHG-Beiträge für besondere, zusätzliche Nutzungseinschränkungen oder Bewirtschaftungsaufwendungen auf der gleichen Fläche.

Beiträge an strassenverkehrsbedingte Landschaftsschutzmassnahmen

(Bundesgesetz vom 22. März 1985 über die Verwendung der zweckgebundenen Mineralölsteuer, SR 725.116.2)

Art. 28 Grundsatz

Der Bund leistet Beiträge an die Kosten von durch den motorisierten Strassenverkehr bedingten Massnahmen zur Erhaltung, Schonung oder Wiederherstellung von schützenswerten Landschaften mit Einschluss der Ortsbilder und Denkmäler.

Art. 30 Verhältnis zu andern Anteilen und Beiträgen (Nationalstrassen und Hauptstrassen)
Die erforderlichen Landschaftsschutzmassnahmen sind bei Neu- und Ausbauten von Nationalstrassen und Hauptstrassen Bestandteil des Projektes.

²⁰ Art. 2 und 3 NHG

²¹ Art. 1 Abs. 3 Bst. a und 40 ff DZV, Art. 1 ff ÖQV

²² Art. 15 Abs. 2 und 19 NHV, Art. 41 Abs. 1 DZV

6 DAS SUBVENTIONSVERFAHREN

6.1 Gesuch und Zusicherung

Für die Gewährung der Abgeltungen und Finanzhilfen ist das BUWAL zuständig²³; es kann an die Subventionszusicherung Auflagen und Bedingungen knüpfen²⁴.

Die Gesuche sind mittels des Formulars "Zusicherungsantrag" bei den kantonalen Natur- und Landschaftsschutz-Fachstellen einzureichen, welche sie zusammen mit ihrem Antrag ans BUWAL weiterleiten²⁵. Die Gesuche sind vor der Durchführung der beabsichtigten Massnahmen einzureichen; in gewissen Fällen können die kantonalen Fachstellen im Einvernehmen mit dem BUWAL eine vorzeitige Inangriffnahme bewilligen²⁶.

Zwecks gemeinsamer Planung²⁷ von Schutz und Unterhalt der Biotope von nationaler Bedeutung sowie der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung haben die Kantone das BUWAL vorgängig der eigentlichen Gesuchseinreichung anzuhören²⁸.

6.2 Auszahlung

Die Auszahlung der Subventionen durch das BUWAL erfolgt nach Abschluss der Massnahmen; in bestimmten Fällen sind jedoch Teil- oder Vorauszahlungen möglich²⁹.

Die Auszahlung ist mittels des Formulars "Auszahlungsantrag" bei der kantonalen Fachstelle anzubegehren. Diese prüft und genehmigt die Abrechnung und stellt dem BUWAL Antrag³⁰. Subventioniert werden nur die tatsächlich entstandenen Aufwendungen³¹.

6.3 Pauschal- und Globalsubventionen

Statt der einzelfallweisen Behandlung von Subventionsgesuchen kann das BUWAL - nach Rücksprache mit den kantonalen Fachstellen - Pauschal- oder Globalsubventionen verfügen³². Entsprechende Regelungen bestehen heute mit allen Kantonen. Sie erleichtern die gemeinsame Finanzplanung³³ und vereinfachen den administrativen Aufwand. Einzelgesuche werden jedoch damit nicht verunmöglicht.

Vermeidung von Doppelzahlungen

Artikel 19 NHV regelt die Vermeidung von Doppelzahlungen wie folgt:

Die Abgeltungen nach den Artikeln 17 und 18 werden um die Beiträge gekürzt, die für die gleiche ökologische Leistung auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche nach den Artikeln 40-54 der Direktzahlungsverordnung vom 7. Dezember 1998 und nach der Öko-Qualitätsverordnung vom 4. April 2001 gewählt werden.

²³ Art. 9 Abs. 1, 17 Abs. 3, 18 Abs. 3 und 22 Abs. 3 NHV

²⁴ Art. 7 NHV

²⁵ Art. 4 Abs. 1 NHV

²⁶ Art. 4 Abs. 3 NHV

²⁷ Art. 13 Abs. 4 NHG

²⁸ Art. 17 Abs. 1 und 22 Abs. 2 NHV

²⁹ Art. 10 Abs. 2 NHV

³⁰ Art. 10 Abs. 1 NHV

³¹ Art. 6 Abs. 1 NHV

³² Art. 5 Abs. 5 NHV

³³ Art. 13 Abs. 4 NHG

6.4 Beschwerderecht

Die Subventionsentscheide (Abgeltungen und Finanzhilfen) des BUWAL können mit Verwaltungsbeschwerde beim Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) angefochten werden. Beschwerdeentscheide des UVEK können bei Abgeltungen mittels Verwaltungsgerichtsbeschwerde ans Bundesgericht bzw. bei Finanzhilfen mittels Verwaltungsbeschwerde an den Bundesrat weitergezogen werden. Jeder Entscheid enthält eine entsprechende Rechtsmittelbelehrung.

ABKÜRZUNGS- UND QUELLENVERZEICHNIS

NHG

Bundesgesetz vom 1. Juli 1966
über den Natur- und Heimatschutz
(SR 451)

NHV

Verordnung vom 16. Januar 1991
über den Natur und Heimatschutz
(SR 451.1)

DZV

Direktzahlungsverordnung vom
7. Dezember 1998 (SR 910.13)

ÖQV

Öko-Qualitätsverordnung vom
4. April 2001 (SR 910.14)

ANSCHRIFT DES AUTORS

Franz-Sepp Stulz
BUWAL
3003 Bern

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1998

Die Umsetzung des Moorschutzes ist nicht allein eine administrative Angelegenheit, welche die rechtlichen verfahrensmässigen und finanziellen Aspekte regelt. So müssen die Kantone nach Anhören der Grundeigentümer und Bewirtschafter den genauen Grenzverlauf der Objekte festlegen und ökologisch ausreichende Pufferzonen ausscheiden. Ebenso sind die zur Erhaltung der Schutzobjekte geeigneten Schutz- und Unterhaltmassnahmen zu treffen, die z.B. in Bewirtschaftungsverträgen und Schutzverordnungen geregelt sind. Grundlage dieser Verordnungen und Verträge bilden u.a. detaillierte Vegetationskarten der Schutzobjekte. Um diese Aufgaben bewältigen zu können, muss auch nach technischen Hilfsmitteln gegriffen werden. In den folgenden Beiträgen sollen Möglichkeiten des technischen Mitteleinsatzes vorgestellt und illustriert werden. So wird u.a. aufgezeigt, welche Möglichkeiten die luftbildgestützte Vegetationskartierung für den Moorschutz eröffnet.

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1995

Vegetationskartierung mit analytischer Luftbildauswertung und GIS-Bearbeitung

1 EINSATZ VON LUFTBILD, PHOTOGRAMMETRIE UND GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEMEN (GIS)

Der Einsatz von Luftbild, Photogrammetrie und GIS zur flächendeckenden Erfassung von Bestandesstrukturen findet schon seit vielen Jahren für verschiedenste forstliche Kartierungen Anwendung (SCHWARZENBACH et al. 1986, SCHERRER et al. 1990, SCHERRER et al. 1994). Das in diesen Jahren angesammelte Know-how ist grundsätzlich auch für die Kartierung von Vegetationsbeständen im Naturschutzbereich anwendbar. Die Erhebung ist eine Kombination aus Luftbildauswertung und Feldarbeit. Dabei sind die Arbeitsbereiche Luftbild/Luftbildinterpretation, Photogrammetrie und GIS-Anwendung personell, technisch und organisatorisch zu trennen. Jeder dieser Arbeitsbereiche benötigt Spezialisten mit entsprechender Ausbildung.

1.1 Luftbild / Luftbildinterpretation

Ein Luftbild (Normalformat 23x23 cm) ist ein photographisches Bild eines Ausschnitts der Landoberfläche. Es ist nicht flächentreu, sondern zentralperspektivisch verzerrt. Einzelne Objekte wie Strassen, Flüsse u.ä. sind darin leicht zu erkennen. Die fachspezifische Interpretation verlangt spezielle Kenntnisse über die zu erhebenden Merkmale (z.B. Vegetationstypen in Mooren) und über ihr Erscheinungsbild im Luftbild. Die Verwendung des Luftbildes bewirkt gegenüber der rein terrestrischen Kartierung in Teilbereichen eine inhaltliche Verbesserung (u.a. eine Erhöhung der geometrischen Genauigkeit) sowie eine Rationalisierung und ermöglicht den grossräumigen Überblick. Die Luftbildinterpretation macht die Feldarbeit aber nicht überflüssig.

1.2 Photogrammetrie

Photogrammetrie (Bildmessung) bedeutet die geometrische Erfassung und Auswertung von Objekten aus photographischen Bildern. Dazu werden Stereoauswertegeräte eingesetzt, die eine dreidimensionale Auswertung von Bildpaaren ermöglichen. Die in den Luftbildern zentralperspektivisch und daher verzerrt abgebildeten Landschaftsausschnitte werden entzerrt, lage- und winkeltreu wiedergegeben und in Form einer Karte dargestellt. Die Hauptanwendung der Photogrammetrie liegt in der Vermessung der Erdoberfläche und ihrer Darstellung in Plänen und in topographischen Karten.

1.3 Geographische Informationssysteme

Geographische Informationssysteme (GIS) sind rechnergestützte Informationssysteme, mit denen raumbezogene Daten gespeichert und ausgewertet werden können. Zur Speicherung gelangen Sachdaten über Landschaftselemente, deren Geometrie (Lage, Form und Ausdehnung) und gegenseitigen Beziehungen zueinander (Topologie). So z.B.:

- Flächige Elemente wie Waldbestände, Äcker, Wiesen, Bauzonen oder Eigentumsparzellen
- Lineare Elemente wie Gräben, Bäche oder Wege
- Punktförmige Elemente wie Einzelbäume, Schächte, Strommasten oder Feuerstellen.

Aufbau eines Geographischen Informationssystems (GIS)

Ein GIS besteht aus den vier Säulen Hardware, Software, Daten und Anwender. Informationssysteme und Datenbanken befinden sich heute an vielen Stellen im Aufbau. Deshalb werden in zunehmendem Mass Datenebenen digital als Raster- oder Vektordaten verfügbar. Die Pflege und Nachführung der einmal erfassten Daten bleibt ein wichtiger Bestandteil beim Betrieb eines geographischen Informationssystems. Der dazu notwendige Aufwand darf nicht unterschätzt werden. Ein geographisches Informationssystem gibt dem Anwender grosse Freiheiten bei der Gestaltung einer GIS-Datenbank. Fragen zur Datenqualität (Genauigkeit, Alter, Massstab, Gültigkeit), Datenorganisation (horizontale und vertikale Ebenen) und Datenstrukturen (Attribute, Codierungen) müssen unbedingt im Vorfeld der Datenerfassung geklärt werden.

2 VERFAHRENSABLAUF

Das Verfahren zur luftbildgestützten Moorkartierung gliedert sich in mehrere Arbeitsschritte, die je nach Aufgabenstellung modifiziert werden können (Abb. 1).

2.1 Planung und Vorbereitung des Projektes

Für das vorgestellte Verfahren ist ein effizientes Projekt- und Datenmanagement von Beginn an Voraussetzung. Nachträgliche und grundsätzliche Änderungen während des Projektes führen zu erheblichen Mehraufwänden.

Zu Projektbeginn müssen daher Fragen zum Darstellungsinhalt, Planmassstab, Luftbildmassstab, Detaillierungsgrad, Mindestflächengrösse sowie zum Perimeter geklärt werden. Viele Parameter beeinflussen und bedingen sich gegenseitig und sind aufeinander abzustimmen (Abb. 2). Es hat z.B. wenig Sinn, eine Auflösungsgenauigkeit in der Vegetationsausscheidung von 5 m² zu fordern, wenn nur Luftbilder im Massstab 1:9'000 vorhanden sind (s. Abschnitt Mindestfläche). Im Zusammenhang mit der GIS-Anwendung sind im Vorfeld mit dem Auftraggeber u.a. Fragen des Copyrights, der abzuliefernden Datenformate (Graphikfiles, Rohdaten) zu klären, und welche Form der zu erstellende Projektbericht haben soll.

Darstellungsinhalte:

Grundsätzlich muss der Auftraggeber wissen, was die Karte darstellen und aussagen soll. Mit dem Darstellungsinhalt werden der Legendeninhalt und die Datenstruktur festgelegt. Einheitliche Legendenstrukturen gewährleisten, dass die Karten rationell hergestellt werden können und untereinander vergleichbar sind. Das Erstellen einer Legende zu einer Vegetationskarte ist aufwendig. Bis heute fehlen gesamtschweizerisch einheitliche Legenden für detaillierte Moorkartierungen.

Der Perimeter umschreibt die vorgegebene Gesamtfläche des zu kartierenden Objektes und wird vor Beginn der Kartierung möglichst genau festgelegt. Unklarheiten im Grenzverlauf verzögern später den Arbeitsablauf.

Für bestimmte Fragestellungen im Moorschutz (z.B. Regenerationsmassnahmen) reichen die Inhalte der amtlichen Plan- und Kartenwerke oftmals nicht aus. In diesen Fällen werden Grundlagenpläne photogrammetrisch mit allen erforderlichen Details neu ausgewertet

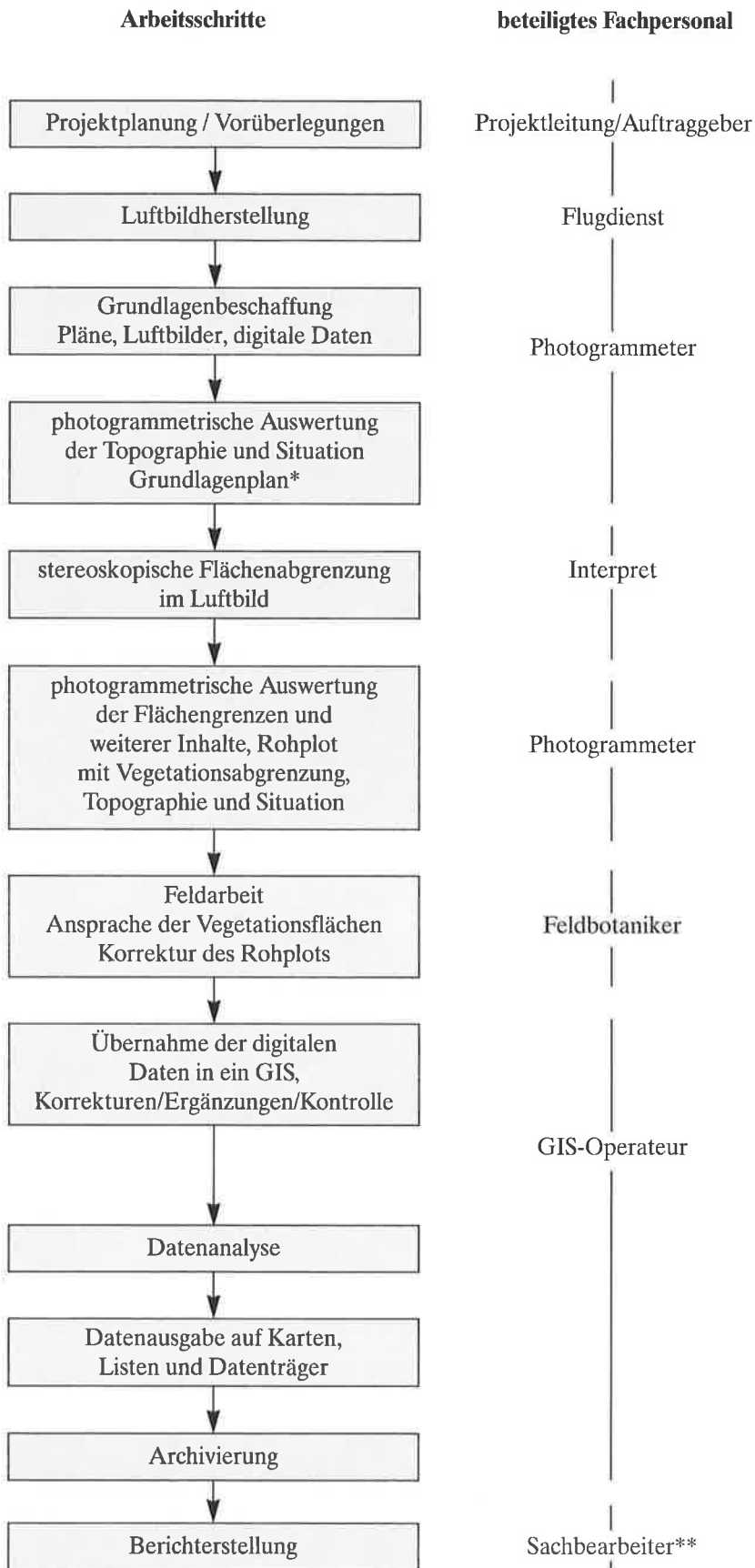


Abb. 1: Verfahrensablauf für eine Vegetationskartierung mit analytischer Luftbildauswertung und anschließender GIS-Bearbeitung.

* kann entfallen

** koordiniert und begleitet auch das Gesamtverfahren

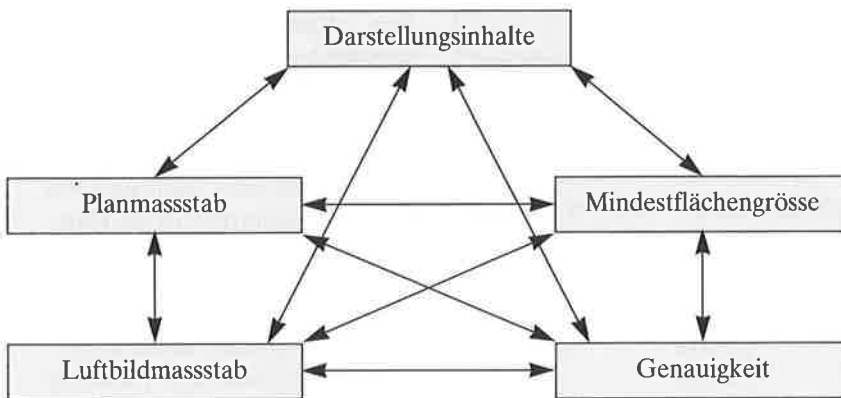
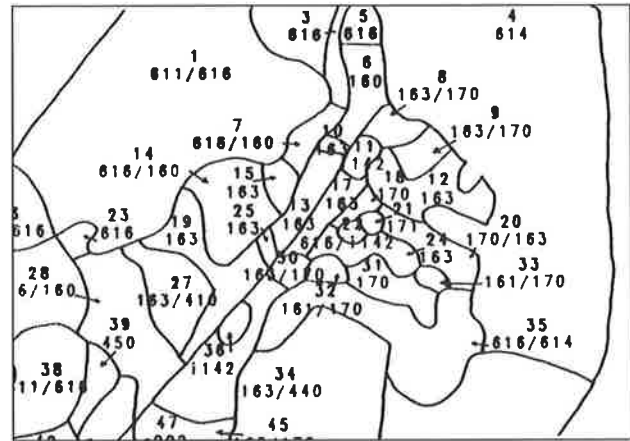
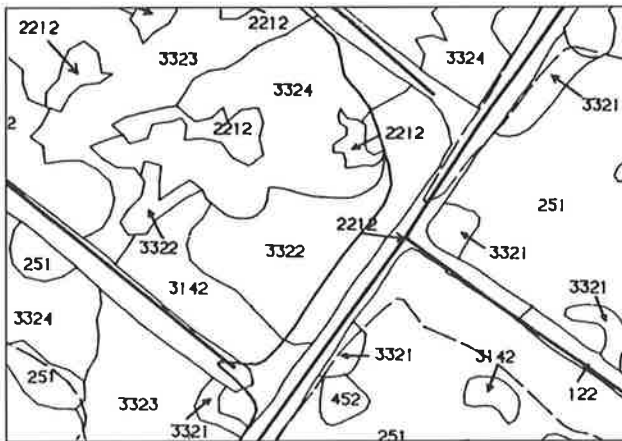


Abb. 2: Die Abhängigkeit von Entscheidungen zum Darstellungsinhalt, zum Plan- und Luftbildmassstab, zur Mindestflächengröße und zur Genauigkeit.



(Abb. 5). Solche Plangrundlagen dienen nicht nur der Vegetationskartierung, sondern bilden die Grundlage für weitere ökologisch relevante Erhebungen und Folgeaufnahmen.

Massstabsfragen und Mindestfläche:

Aus kartographischen, sachlichen und technischen Gründen soll für Moorkartierungen eine Mindestflächengröße festgelegt werden. Sie richtet sich u.a. nach dem Zweck der Kartierung, nach dem Luftbild- und/oder dem gewünschten Kartenmassstab.

Bei der Wahl des Kartenmassstabes ist die Abbildung der kleinsten möglichen Fläche samt Flächeninformation von Bedeutung. Für die kartographische Darstellung einer Fläche im Plan hat sich eine Minimalfläche von 6 x 6 mm bewährt. In diese Fläche lassen sich gerade noch drei- bis vierstellige Codes unterbringen (vgl. Tab. 1).

Für die Abgrenzung im Luftbild mit einem Tuschestift (Strichstärke 0,18 mm) sind gerade noch Flächen von 2 x 2 mm abgrenzbar (vgl. Tab. 1). Langgezogene, schmale Flächen sind schwierig darstellbar.

Abb. 3: Beispiel einer angemessenen Codierung und einer noch gut darstellbaren Mindestfläche (links) und Missverhältnis zwischen einer zu langen Codierung bei einer zu kleinen Fläche (rechts).

Sinnvolle Mindestfläche auf dem Plan: 6 x 6 mm		Sinnvolle Mindestfläche auf dem Luftbild: 2 x 2 mm	
gewünschter Planmassstab	kleinste darstellbare Fläche	gewünschter Luftbildmassstab	kleinste darstellbare Fläche ¹⁾
1:500	9 m ²	1:3'000	36 m ²
1:1'000	36 m ²	1:4'000	64 m ²
1:2'000	144 m ²	1:5'000	100 m ²
1:2'500	225 m ²	1:6'000	144 m ²
1:5'000	900 m ²	1:9'000	342 m ²
1:10'000	3'600 m ²		

Bei der Abgrenzung im Luftbild müssen deshalb Entscheidungen zur Generalisierung getroffen werden, die sich nach definierten Standards richten.

Qualität und Struktur der Daten:

Die erhobenen Daten müssen nicht nur den thematischen, sondern auch den aktuellen und zukünftigen EDV-technischen Ansprüchen genügen. Die Kompatibilität mit schon bestehenden Datensätzen (z.B. andere Inventare) muss gewährleistet sein. Voraussetzungen und Möglichkeiten für Nachführungen und Folgeaufnahmen müssen vorhanden sein, Erhebungs- und Aufnahmemethoden und Programme ausführlich und verständlich dokumentiert, Struktur und Qualität der Daten präzise formuliert werden.

2.2 Luftbildherstellung

Zuständigkeit / Allgemeines:

Für Bildflüge im Bereich Moorschutz ist die Dienststelle Flugdienst/KSL der Eidg. Vermessungsdirektion (V+D) in Dübendorf zuständig. Vielfach besteht die Möglichkeit, auf bereits bestehende Flugaufnahmen zurückzugreifen. Der Bund betreibt zur Zeit drei Luftbildarchive, die sich beim Flugdienst/KSL, beim Bundesamt für Landestopographie (L+T) und bei der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) befinden. Alle Bilder des Bundes, die im Rahmen des Hoch- und Flachmoorschutzes geflogen wurden, sind beim Flugdienst/KSL in Dübendorf archiviert.

Tab. 1: Kleinste darstellbare Flächen verschiedener Planmassstäbe bei Einhaltung der vorgegebenen Mindestfläche (6 x 6 mm bzw. 2 x 2 mm). Wird beispielsweise eine Flächenabgrenzung mit einer Auflösung von ca. 30 m² gefordert, ist ein Planmassstab von 1:1'000 sinnvoll. In kleineren Massstäben wird die Mindestfläche von 30 m² nicht mehr sinnvoll dargestellt. Ist die Erfassung sehr kleinflächiger Elemente oder Merkmale dennoch erwünscht, ist dies mit Hilfe von Einzelsignaturen möglich. Häufig werden so z.B. Einzelbäume, Störungen (z.B. Feuerstellen), Besonderheiten jeglicher Art (z.B. Vorkommen einer bestimmten Pflanzenart) kartiert. Für farbige Plandarstellungen ohne Vegetationscode kann die Mindestfläche, je nach Reproduktionstechnik, reduziert werden.

1) Die Angaben beziehen sich auf die Abgrenzung mit Tusche (0,18 mm).

Flugplanung / Flugvorbereitungen:

Luftbildbefliegungen sind bereits in der Planung aufwendig. Filmart, Bildmassstab, Objektivbrennweite, Flugrichtung, Befliegungszeitpunkt (Jahreszeit, Tageszeit) sowie die gewünschte Überdeckung werden vorgängig festgelegt. Die Topographie des zu befliegenden Geländes hat auf die Flugplanung entscheidenden Einfluss. Erst eine den Verhältnissen gut angepasste Flugplanung schafft optimale Voraussetzungen für eine einwandfreie Qualität der Luftbilder.

Filmarten:

Für die Befliegung bieten sich hauptsächlich drei Filmarten an, welche die verschiedenen Vegetationsbestände unterschiedlich gut abbilden:

Schwarzweissfilme: Diese Filme werden aufgrund ihrer Feinkörnigkeit und guten Schattendurchzeichnung vorwiegend für vermessungstechnische Befliegungen verwendet: Nachführungen von Übersichtsplänen, Parzellarvermessungen, Gletscherbefliegungen und Kartennachführungen der Landestopographie.

Normalfarbfilm: Der Verwendungsbereich des Farbfilms wird immer vielseitiger. Dieses Filmmaterial wird bei der amtlichen Vermessung, bei Stadt- und Seeuferbefliegungen sowie bei Flächenkartierungen (z.B. nach Sturmschäden) und dergleichen eingesetzt.

Farbinfrarotfilm: Farbinfrarotfilme, auch CIR-Filme (colorinfrared) genannt, werden vorwiegend im naturwissenschaftlichen Bereich verwendet, in der Schweiz vor allem im Forstwesen (u.a. Waldschadenkartierungen), Siedlungsraum und Naturschutz. Für die Kartierung von Feuchtgebieten hat sich der Farbinfrarotfilm bewährt. Über Filmbeschaffenheit und Eigenschaften des Farbinfrarotfilmes berichten SCHERRER et al. (1990) ausführlich.

Die Wirkungsweise des Infrarotfilms

Dank einer Emulsionsschicht, die im nahen Infrarotbereich empfindlich ist, werden Wellenlängen sichtbar gemacht, die für das menschliche Auge nicht erkennbar sind. Der unterschiedliche Chlorophyllgehalt der Vegetation differenziert in diesem Wellenbereich am besten.

2.3 Grundlagenbeschaffung

Neben Luftbildern sind für die photogrammetrische Auswertung Plangrundlagen (Grundbuch- und Übersichtspläne) erforderlich, aus denen die geodätischen Grundlagen wie z.B. die amtlichen Vermessungsfixpunkte (Triangulations-, Polygon- und Nivellementsfixpunkte) mit den nötigen Koordinatenangaben ersichtlich sind. Die zuständigen Geometer können zusätzlich Polygon- und Vermessungspunkte mit exakten Koordinatenangaben (x,y,z) liefern.

Die **Übersichtspläne** sind Bestandteil der amtlichen Vermessung und bis auf wenige Teilgebiete für jeden Kanton flächendeckend vorhanden. Neben der allgemeinen Situation enthalten sie Höhenkurven und ausnahmsweise Parzellengrenzen. Übersichtspläne im Massstab 1:10'000 oder 1:5'000 (seltener 1:2'500) sind bei den kantonalen Vermessungsämtern erhältlich.

Die **Grundbuch-** oder **Katasterpläne** sind Planwerke der Schweizerischen Grundbuchvermessung und enthalten im wesentlichen die Grundrisse der Gebäude, Verkehrsanlagen, Gewässer, Vermessungspunkte verschiedener Ordnungen sowie Grenzpunkte und Parzellengrenzen. Die Pläne besitzen eine hohe Genauigkeit und dienen der Rechtssicherheit. Sie sind i.d.R. in den Massstäben 1:500 und 1:1'000 vorhanden, ausserhalb des Siedlungsgebietes in den Massstäben 1:2'000, 1:5'000 oder 1:10'000.

Arbeitstechniken zur Abgrenzung der einzelnen Flächen

Flächenabgrenzungen können direkt auf dem Luftbild mit einer Gravurnadel eingeritzt oder auf einer aufgelegten Folie mit Tusche, bzw. Filzstift gezeichnet werden. Für die Vegetationskartierung im Moorbereich hat sich die Abgrenzung mit Tuschestiften (Rapidograph) auf verzugsfreien Folien als zweckmässig erwiesen. Bei einer Strichbreite von 0,18 mm werden z.B. bei Luftbildern im Massstab 1:3'000 maximal 60 cm im Gelände verdeckt.

2.4 Stereoskopische Flächenabgrenzung

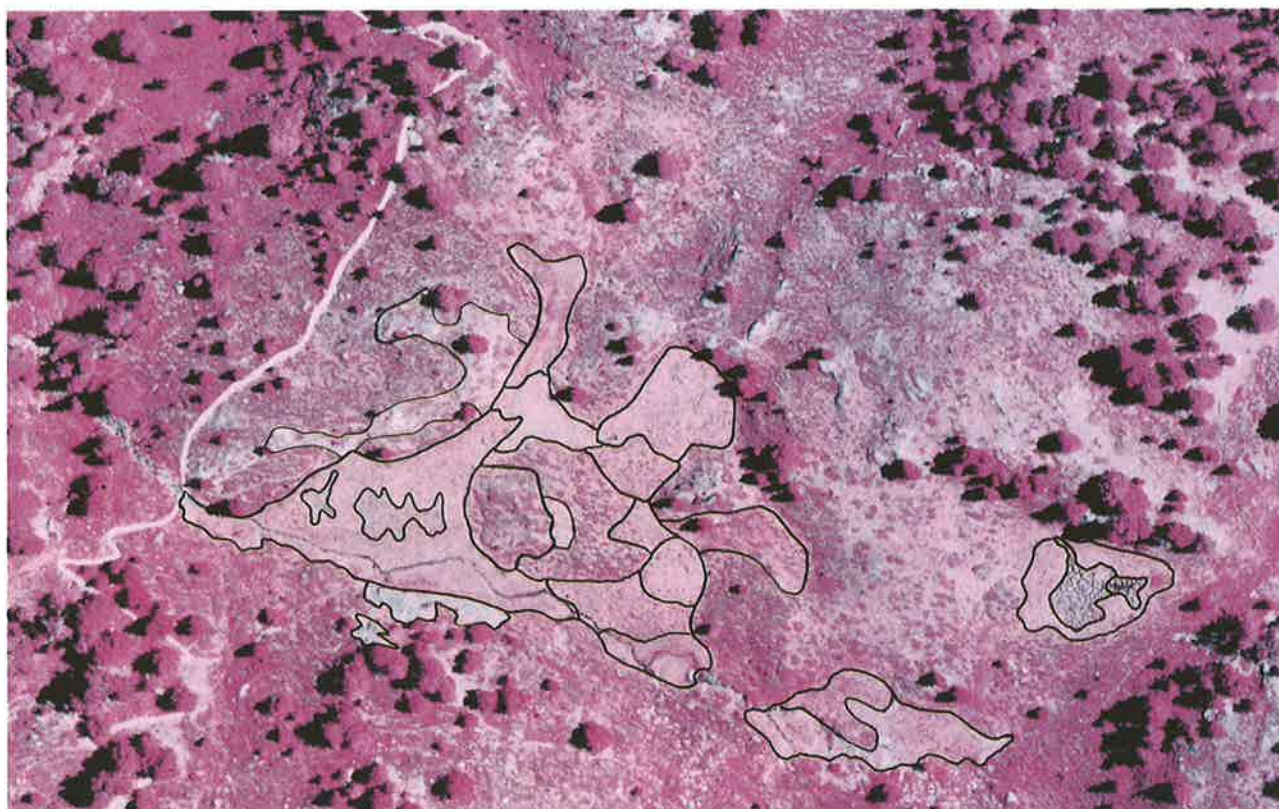
Abgrenzung von Vegetationsbeständen unter dem Stereoskop:

Vor der eigentlichen Abgrenzung der Vegetationseinheiten im Luftbild findet zuerst eine Modellausscheidung statt. Diese bezweckt, eine möglichst geringe Anzahl von Bildpaaren (Kostenreduktion bei der photogrammetrischen Auswertung) zu verwenden und gleichzeitig optimale Auswertungsmöglichkeiten (optimaler Betrachtungswinkel) im Stereoskop zu erhalten. Die Flächenabgrenzung findet an einem Stereoskop statt. Der Luftbildinterpret sieht damit ein räumliches Bild der Landschaft und kann dadurch Struktur- und Höhenunterschiede in der Vegetation wahrnehmen. Die Flächenabgrenzung sollte grundsätzlich dem Ziel und Zweck der Moorkartierung dienen. Die Grenzziehung muss nachvollziehbar und kartographisch darstellbar sein, und deren Darstellung muss mit gleichbleibender Genauigkeit erfolgen.

Abgrenzungskriterien:

Die stereoskopische Flächenabgrenzung ist im Arbeitsablauf von der Luftbildinterpretation klar getrennt (vgl. Ziffer 3). Möglichkeiten und Intensität der Abgrenzung hängen stark vom vorgegebenen Luftbildmaterial und -massstab ab (Abb. 4). Abgrenzungskriterien sind:

- Farb- und Helligkeitsunterschiede
- Struktur- und Texturunterschiede
- Mindestfläche



- Höhenunterschiede in der Vegetationsdecke (z.B. Bulten/Schlenken; Hochstauden/Kleinseggenbestände)
- Relief (z.B. Gräben, Hügel, Mulden, Felsrippen)
- Situation (z.B. Wege, Strassen, Gebäude)
Gewässer (stehende und fliessende Gewässer)
- Nutzungsarten (z.B. Landwirtschaft, Tourismus, Industrie)
- Gehölze (z.B. Wald, Baumgruppen, Einzelbäume, Gebüsch, Hecken)

Abb. 4: Beispiel einer Flächenabgrenzung im CIR-Luftbild (Vergrößerung, M ca. 1:1'600) mit Tuschestift (Luftbild der Eidg. Vermessungsdirektion vom 17.08.1988, F1, 181, Bild-Nr. 3161, reproduziert mit Bewilligung vom 30.8.94)

Mindestfläche als Abgrenzungskriterium

Ein weiteres wichtiges Abgrenzungskriterium ist die Mindestflächengrösse. Aus kartographischen und abgrenzungstechnischen Gesichtspunkten dürfen gewisse Minimalgrössen nicht unterschritten werden. Als gute Orientierungs- und Arbeitshilfe zur Abschätzung der Mindestflächengrösse haben sich Schablonen auf Klarsichtfolien für verschiedene Bild- und Planmassstäbe bewährt. Diese Schablonen können direkt auf das Luftbild gelegt und die Flächengrössen im konkreten Fall abgeschätzt werden.

Den ausgewerteten Objekten kann der Photogrammeter Eigenschaften (Attribute) zuordnen. Eine Linie wird so zum "Zaun" oder zur "Vegetationsgrenze". Im Fall der Moorkartierung erfolgt die Zuordnung der Vegetationseinheiten zu den Einzelflächen später, nach der Felderhebung, im GIS.

Die Arbeit am analytischen Stereoauswertegerät ist um den Faktor 10 teurer als die am Stereoskop, so dass die personelle und gerätemässige Trennung der Arbeitsschritte Flächenabgrenzung und photogrammetrische Auswertung naheliegend ist.

2.6 Feldarbeit

Die Feldarbeit wird von Fachleuten (spezialisierte Vegetationskundler) ausgeführt, die auch Kenntnisse auf dem Gebiet Luftbild/Luftbildinterpretation besitzen. Der photogrammetrisch hergestellte Rohplot, der neben den ausgeschiedenen Vegetationsgrenzen auch markante Situationselemente (Strommasten, Gräben, Strassen, Einzelbäume) enthalten kann, dient als Orientierungshilfe im Gelände. Aufgrund seines Informationsgehalts ist er amtlichen Plangrundlagen häufig überlegen, und seine geometrische Genauigkeit entspricht derjenigen amtlicher Planwerke. Auf der Grundlage eines geeigneten Kartierungsschlüssels werden im Gelände die Vegetationseinheiten auf den Rohplot eingetragen. Da die Flächenabgrenzung vorgegeben ist, kann sich die Bearbeitung im Feld auf die Vegetationsansprache sowie auf Korrekturen, Ergänzungen und Bemerkungen konzentrieren. Gegenüber einer kompletten terrestrischen Aufnahme lassen sich mit diesem Vorgehen bis zu 75% der Feldarbeitszeit einsparen. Die Praxis zeigt, dass der Luftbildinterpret oft mehr Vegetationsbestände ausscheidet als im Feld vegetationskundlich unterschieden werden können - ein deutlicher Hinweis auf den hohen Informationsgehalt des Luftbildes.

2.7 GIS-Bearbeitung

Nach der Feldarbeit wird der korrigierte und kodierte Arbeitsplan dem GIS-Operateur übergeben. Auf der vorhandenen, allgemeinen Datenstruktur aufbauend, werden die Daten in digitaler Form eingegeben. Bei diesem Vorgang werden jedem Graphikelement die korrekten Attributdaten zugeordnet (vgl. Kasten). Die Daten stammen entweder aus der Luftbildinterpretation oder aus der Felderhe-

Geometrie und Topologieaufbau eines GIS

Die Daten einer thematischen Kartierung liegen in einem geographischen Informationssystem in digitaler Form vor. Der Inhalt einer thematischen Karte besteht aus den graphischen Grundelementen (Punkte, Linien, Flächen) sowie aus Sachdaten, die diesen graphischen Elementen zugeordnet sind. Graphikdaten können ab Karten- und Plangrundlagen digitalisiert werden. Die analytische Photogrammetrie liefert Graphikdaten in digitaler Form. Die Daten liegen meist in einer Rohfassung vor und müssen im GIS weiter aufbereitet werden, bis topologisch korrekte Datenebenen entstehen. Innerhalb dieser Datenebenen kennt das System die gegenseitigen geometrischen Beziehungen der einzelnen Graphikelemente. Des Weiteren werden Korrekturen und Ergänzungen der Feldverifikation berücksichtigt. Jede Fläche muss aus einem geschlossenen Polygonzug bestehen. Bis eine digitale Datenebene eine korrekte Topologie (Lage und Anordnung der Graphikelemente) aufweist, sind in der Regel viele Korrekturen und Ergänzungen notwendig.

bung. Die Kontrolle der Daten auf ihre Vollständigkeit und Richtigkeit kann sehr aufwendig sein; sie ist jedoch unabdingbar.

Die Fehlerquellen sind vielfältig. Bestimmte Fehler lassen sich anhand von Plausibilitätstests aufspüren, andere sind nur durch penibles Nachkontrollieren aller Daten feststellbar. Erst nach der Kontrolle der Daten können diese im GIS analysiert werden.

2.8 Datenanalyse

Flächenberechnungen und Flächenbilanzen sind Standardfunktionen von geographischen Informationssystemen. Verschneidungsoperationen können mit verschiedenen Datenebenen durchgeführt werden. Zum Beispiel kann die Karte der Vegetationseinheiten mit dem Parzellenplan rechnerisch überlagert werden. Dadurch können Vegetationseinheiten auf die Parzellen verteilt und den jeweiligen Eigentümern zugeordnet werden. Dies ist von Bedeutung, wenn für verschiedene Vegetationseinheiten unterschiedliche Bewirtschaftungsbeiträge bezahlt werden. Informationsebenen verschiedener Art und aus verschiedenen Quellen sind im GIS beliebig kombinierbar.

2.9 Datenausgabe

Wenn die Situation photogrammetrisch erfasst worden ist oder anderweitig vorliegt, kann sie kombiniert mit der Vegetationskarte ausgegeben werden. Die Vegetationskarte kann auch auf vorhandene Übersichtspläne (Helios) aufgeplottet werden. Die Datenausgabe mit Hilfe des GIS ist bedingt masstabsunabhängig. Die Daten können in digitaler Form (Disketten, Magnetbänder) abgegeben und/oder als Listen ausgedruckt werden.

2.10 Archivierung, Dokumentation

Ein nicht zu unterschätzender Arbeitsschritt ist die korrekte Archivierung und Dokumentation des Datenmaterials. Mit der Abgabe der Karten und Daten ist die GIS-Bearbeitung nicht abgeschlossen. Nur eine systematische und gut dokumentierte Ablage ermöglicht einen schnellen Zugriff zu den Daten. Im Hinblick auf Folgeaufnahmen ist die saubere Archivierung wichtig und notwendig.

3 BEURTEILUNG DES VERFAHRENS

Das vorgestellte Verfahren umfasst Arbeitsschritte, die nur von entsprechendem Fachpersonal geleistet werden können. Die Trennung der jeweiligen Arbeitsschritte ist aus fachlichen, personellen und finanziellen Gründen angezeigt. Dem Projektmanagement mit der Organisation der Arbeitsabläufe und Vorabklärungen kommt grosse Bedeutung zu. Das Verfahren zwingt die Anwender zu Vorüberlegungen, klaren Definitionen und Vorentscheiden. Diese umfassen nicht nur die Bereiche Luftbild, Photogrammetrie und GIS, sondern auch den eigentlichen Darstellungsinhalt. Der Auftraggeber muss wissen, was er als Resultat benötigt. Nur so ist das Kartierverfahren effizient, rationell und kostengünstig.

Vegetationsansprache / Luftbildinterpretation:

Obwohl bei pflanzensoziologischen Vegetationskartierungen vereinzelt CIR-Luftbilder eingesetzt werden (BIERHALS, 1988; SEGER / HARTL, 1987), fehlen im Moorbereich noch die notwendigen Grundlagen für eine landesweite Luftbildinterpretation. Es fehlen insbesondere Standards und Interpretationsschlüssel für die pflanzensoziologischen Einheiten. Zudem mangelt es an ausgebildeten Interpreten, welche neben den pflanzensoziologischen Kenntnissen auch über fundierte Luftbildkenntnisse verfügen.

Luftbild als rationelles Arbeitsmittel:

Der Einsatz des Luftbildes für Flächenkartierungen hat sich in der Moorkartierung bewährt. Der Gesamtüberblick aus der Vogelperspektive verschafft enorme Erleichterungen bei der Feldarbeit. Die Feldarbeit wird durch die zuvor ausgeschiedenen Flächeneinheiten erheblich verringert. Lückenlose Begehungen des Geländes entfallen. Es wird ein wesentlicher Arbeitsbereich einer Kartierung vom Feld ins Büro verlagert.

Genauigkeit / Rechtssicherheit:

Mit der photogrammetrischen Auswertung der Vegetationsgrenzen wird eine neue Qualität in der Genauigkeit erreicht. Durch das Zusammentreffen vieler Interessensgruppen im Moorschutz (u.a. Naturschützer, Bauern, Militär, Industrie) müssen Plangrundlagen (hier die Vegetationskarte) die nötige Genauigkeit und Rechtssicherheit gewährleisten. Durch die getrennten Arbeitsschritte sind Nachvollziehbarkeit und Kontrolle der Kartierung gewährleistet. Das Luftbild als objektives Zeitdokument und die Photogrammetrie erfüllen diese Ansprüche.

Folgeaufnahmen / Erfolgskontrolle:

Folgeaufnahmen bilden eine wichtige Grundlage für Erfolgskontrollen und Monitoringprogramme. Sie sind jedoch nur sinnvoll, wenn die erhobenen Daten eine genügende geometrische Genauigkeit aufweisen, um Scheinveränderungen von tatsächlichen Veränderungen zu unterscheiden. Die Photogrammetrie und GIS-Bearbeitung erbringen die nötigen Genauigkeiten auch bei tatsächlichen Flächenveränderungen (SCHERRER et al., 1994).

Organisation von Datenflüssen und -strukturen:

Die Anpassung und Verknüpfung mit schon bestehenden Daten zwingt zu einer umfangreichen Organisation und Archivierung der digitalen Daten. Der Arbeitsaufwand einer GIS-unterstützten Inventur ist nicht zu unterschätzen. Kleinste Änderungen in der Datenstruktur können ein laufendes Projekt erschweren und zu einem erheblichen Mehraufwand führen, den der Auftraggeber häufig nicht einschätzen kann.

Schaffung neuer Plangrundlagen:

Das vorgestellte Verfahren ermöglicht mit der photogrammetrischen Auswertung der Luftbilder die Herstellung speziell für den Naturschutz geeigneter Grundlagenpläne. Mit der Auswertung naturschutzrelevanter Elemente wie Gräben, Felsen, Einzelbäume etc. werden Plangrundlagen für Regenerations-, Entwicklungs- und Pflegemaßnahmen von hoher Qualität geliefert. Diese Grundlagen können auch für andere thematische Kartierungen genutzt werden.

GLOSSAR

CIR: Color-Infrarot-Farbfilm auch Farbinfrarot-Film (FIR)

GIS: Geographisches Informationssystem. Rechnergestütztes System aus Hardware, Software und Daten zur Erfassung, Analyse und Darstellung raumbezogener Daten.

Photogrammetrie: Erfassung und Auswertung von Objekten auf der Grundlage von photographischen Bildern. Durch die Rekonstruktion der geometrischen Beziehungen zwischen Objekt und Bild werden verzerrt abgebildete Landschaftsausschnitte in eine orthogonale Projektion überführt.

Stereoskop: Optisches Gerät zur Betrachtung der Luftbilder. Die Betrachtung zweier Luftbilder (Luftbildpaar) im Stereoskop ergibt ein überhöhtes dreidimensionales Bild der Landschaft.

Stereoauswertegeräte: Photogrammetrische Stereoauswertegeräte bestehen im allgemeinen aus einem optischen Betrachtungssystem und einem mechanischen oder rechnergestützten (analytischen) Projektionssystem. Das Betrachtungssystem hat die Funktion eines Stereoskops und ermöglicht die stereoskopische Betrachtung, das Projektionssystem ermöglicht die Entzerrung der Bildinformation in die orthogonale Kartenprojektion. Stereoauswertegeräte sind qualitativ hochwertige Instrumente, die zu Vermessungszwecken von Luftbildern eingesetzt werden.

LITERATUR

BIERHALS, E. (1988): CIR-Luftbilder für die flächendeckende Biotopkartierung. Inform. d. Natursch. Niedersachsen, Nr. 5, S. 77 - 105.

SCHERRER, H.U./ GAUTSCHI, H./ HAUENSTEIN, P. (1990): Flächendeckende Waldzustandserfassung mit Infrarot-Luftbildern. Schlussberichte Programm Sanasilva 1984 - 1987, Teilprogramm Nr. 3. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 318, Birmensdorf, 102 S.

SCHERRER, H.U. / SCHMIDTKE, H./ OESTER, B. (1994): Folgeaufnahmen. Erfassen von Veränderungen des Waldzustandes mit Luftbildern. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 338, Birmensdorf, 47 S.

SCHWARZENBACH, F.H./ OESTER, B./ SCHERRER, H.U./ GAUTSCHI, H./ EICHRODT, R./ HÜBSCHER, R./ HÄGELI, M. (1986): Flächenhafte Waldschadenerfassung mit Infrarot-Luftbildern 1:9'000. Methoden und erste Erfahrungen. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Ber. Nr. 285, Birmensdorf, 76S.

SEGER, M./ HARTL, H. (1987): Die Infrarot-Farborthofotokarte als Hilfsmittel der Vegetationskartierung - Möglichkeiten und Grenzen an Beispielen aus den Hohen Tauern. Carinthia II 177, S. 417 - 429.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

ALBERTZ, J. (1991): Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern: eine Einführung in die Fernerkundung. Wiss. Buchges., Darmstadt, 204 S.

**ADRESSVERZEICHNIS
WICHTIGER LUFTBILD-
ARCHIVE**

Archive des Bundes:

V+D/KSL
Eidg. Vermessungsdirektion
Flugdienst/KSL
Neugutstrasse 66
8600 Dübendorf
Tel.: 01/822 12 60
Fax: 01/820 11 06

L+T
Bundesamt für Landes-
topographie
Fotothek
Seftigenstrasse 264
3084 Wabern
Tel.: 031/963 22 60
Fax: 031/963 24 59

WSL
Eidg. Forschungsanstalt für Wald,
Schnee und Landschaft
Luftbildarchiv
Zürcherstrasse 111
8903 Birmensdorf
Tel.: 01/739 23 85
Fax: 01/739 22 15

Private Archive:

SR
Swissair
Photo + Vermessungen AG
Dorfstrasse 53
8105 Regensdorf-Watt
Tel.: 01/871 22 22
Fax: 01/871 22 00

ASCOP
ASCOP AG
Kanalstrasse 17
8152 Glattbrugg
Tel.: 01/810 05 66
Fax: 01/810 05 78

ANSCHRIFT DER AUTOREN

H.U. Scherrer / M. Wortmann /
H. Schmidtke
Scherrer Ingenieurbüro AG
Hauptstrasse 581
9650 Nesslau

H. Gautschi
Eidg. Vermessungsdirektion
Koordinationsstelle für
Luftaufnahmen
Neugutstrasse 66
8600 Dübendorf

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1995

Luftbildauswertung und GIS-Einsatz im Moorschutz – Erfahrungen am Beispiel Schmeriker Allmeind

1 ANLASS UND ZIEL

An der Abteilung Landschaftsarchitektur der Ingenieurschule ITR Rapperswil wird seit 1990 als Bestandteil des Studiums ein Vertiefungsblock zum Einsatz moderner Methoden in der Landschaftsplanung angeboten. Im Falle der Schmeriker Allmeind ist eine Vegetationskartierung mit Hilfe von Luftbildern und einem geographischen Informationssystem (GIS) durchgeführt worden.

Im vorliegenden Beitrag werden die Erfahrungen dieses konkreten Beispiels beschrieben und diskutiert.

2 DIE SCHMERIKER ALLMEIND

Die Schmeriker Allmeind ist eines der grössten zusammenhängenden Flachmoore der Ostschweiz und ist von nationaler Bedeutung. Das rund 30ha grosse Gebiet liegt am Ende des Obersees (Zürichsee, Kt. SG). Grossflächig verbreitet sind Pfeifengraswiesen. Weitere typische Vegetationseinheiten sind die Klein- und Grossegegnieder, die Hochstaudenfluren und das Röhricht. Das Ried ist Lebensraum einer Vielzahl von seltenen und gefährdeten Tier- und Pflanzenarten.

Die Riedwiesen werden traditionell genutzt, alljährlich findet eine Streugang statt. Die Hauptprobleme sind der Nährstoffeintrag aus den Randbereichen und der Erholungsdruck. Seit 1983 ist eine Schutzverordnung in Kraft. 1990 wurde ein Pflege- und Gestaltungskonzept (Landschaftsplanung Allmeind, 1990) erarbeitet.

Seltene und gefährdete Arten der Schmeriker Allmeind

In der Schmeriker Allmeind kommen u.a. die folgenden gefährdeten oder seltenen Arten vor: Kiebitz (*Vanellus vanellus*), Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*), Grosser und Kleiner Moorbläuling (*Maculinea teleius* und *M. alcon*), Grosse Schiefkopfschrecke (*Ruspolida nitidula*), Strauss-Gilbweiderich (*Lysimachia thyrsoiflora*), Lungenenzian (*Gentiana pneumonanthe*), Schwertlilie (*Iris sibirica*).

3 ABLAUF DER VEGETATIONSKARTIERUNG

In der Folge wird das konkrete Vorgehen bei der Vegetationskartierung mittels Luftbildeinsatz und GIS beschrieben und erläutert.

Projektplanung:

Mit dem Projekt sind verschiedene Ziele verfolgt worden:

- **Methodische Ziele:** Testen von Luftbild- und GIS-Einsatz bei Vegetationskartierungen.
- **Didaktische Ziele:** Demonstrieren und üben der Arbeitsschritte in der Ausbildung von Landschaftsarchitektinnen und Landschaftsarchitekten.
- **Sachliche Ziele:** Erstellen einer detaillierten Vegetationskarte als Basis für ein Schutzkonzept und zur Berechnung der Bewirtschaftungsbeiträge.

Entsprechend dieser Ziele ist auch die Kartierung geplant worden (Perimeter, Zeitplan, Voruntersuchung, Finanzierung, Beizug von Fachleuten).

Luftbildherstellung:

Für das Gebiet liegen Infrarot-Luftbilder im Originalmassstab 1:5000 vor, die von der WSL/KSL kostenlos zur Verfügung gestellt wurden. Sie wurden am 20.7. 1988 (erste Serie) bzw. am 21.8. 1989 (zweite Serie) geflogen.

Grundlagenbeschaffung:

Grundbuchplan: Bezug beim Geometer.

Kartierschlüssel: Bei diesem Projekt wurde ein sehr detaillierter Kartierschlüssel entwickelt. Als Grundlage dienten 132 Vegetationsaufnahmen, die mit Hilfe der Programme VEG (Bolliger/Märki) und Mulva 4 (Wildi/Orloci) bearbeitet wurden. Die Kosten für das Erstellen eines Kartierschlüssels mit einer feinen und den lokalen Verhältnissen angepassten Einteilung der Pflanzengesellschaften sind hoch. Deshalb wird empfohlen, für die Praxis Kartierschlüssel auf einem regionalen Massstab zu erarbeiten. Ein solcher Kartierschlüssel kann in mehreren Gebieten eingesetzt werden. Entsprechend verteilen sich die Kosten auf mehrere Projekte.

Aktualisieren und Ergänzen des Grundlagenplans:

Feldaufnahmen: Erhebung von ergänzenden Informationen im Gelände (z.B. Grenzpfosten der Parzellen).

Photogrammetrische Auswertung: Sie liefert ergänzende Informationen zum Grundbuchplan und erlaubt es, diesen zu aktualisieren bzw. zu korrigieren. Im vorliegenden Beispiel konnte der Verlauf der Seeufer oder der Gräben im Ried korrigiert bzw. ergänzt werden.

Digitalisierung: Der ergänzte, korrigierte und aktualisierte Grundbuchplan wurde digitalisiert.

Stereoskopische Flächenausscheidung:

Unter dem Stereoskop wurden die Vegetationsgrenzen aufgrund von Struktur- und Farbunterschieden ermittelt. Die möglichen Grenzen wurden direkt auf das Originaldia bzw. auf eine Diakopie des Luftbildoriginals eingeritzt (vgl. Abb. 1). Anschliessend wurden die Grenzen analytisch erfasst (rechnergestützte Entzerrung der Luftbilder sowie Berechnung der Koordinaten der Grenzlinienpunkte) und digital abgespeichert.

Erstellen der Kartengrundlagen:

Die photogrammetrisch erfassten Daten wurden ins GIS übernommen und mit den Daten des Grundlagenplans kombiniert. Hieraus resultierte ein aktualisierter Plan mit Orientierungshilfen und provisorischen Vegetationsgrenzen, der in der Folge als Kartiergrundlage diente (vgl. Abb. 2).

Kartieren im Feld:

Für jede auf der Kartiergrundlage vorhandene Fläche wurde mit dem Kartierschlüssel die Vegetationseinheit bestimmt. Gleichzeitig wurden die Grenzen überprüft und gegebenenfalls geändert.

Digitalisieren des Feldplanes mit dem GIS und Erzeugen der Vegetationskarte:

Die bei der Feldkartierung festgestellten Grenzveränderungen wurden beim Eingeben in das GIS entsprechend berücksichtigt (vgl. Abb. 3). Anschliessend wurden die Farbgebung und die Beschriftung der Vegetationseinheiten definiert (vgl. Abb. 4).

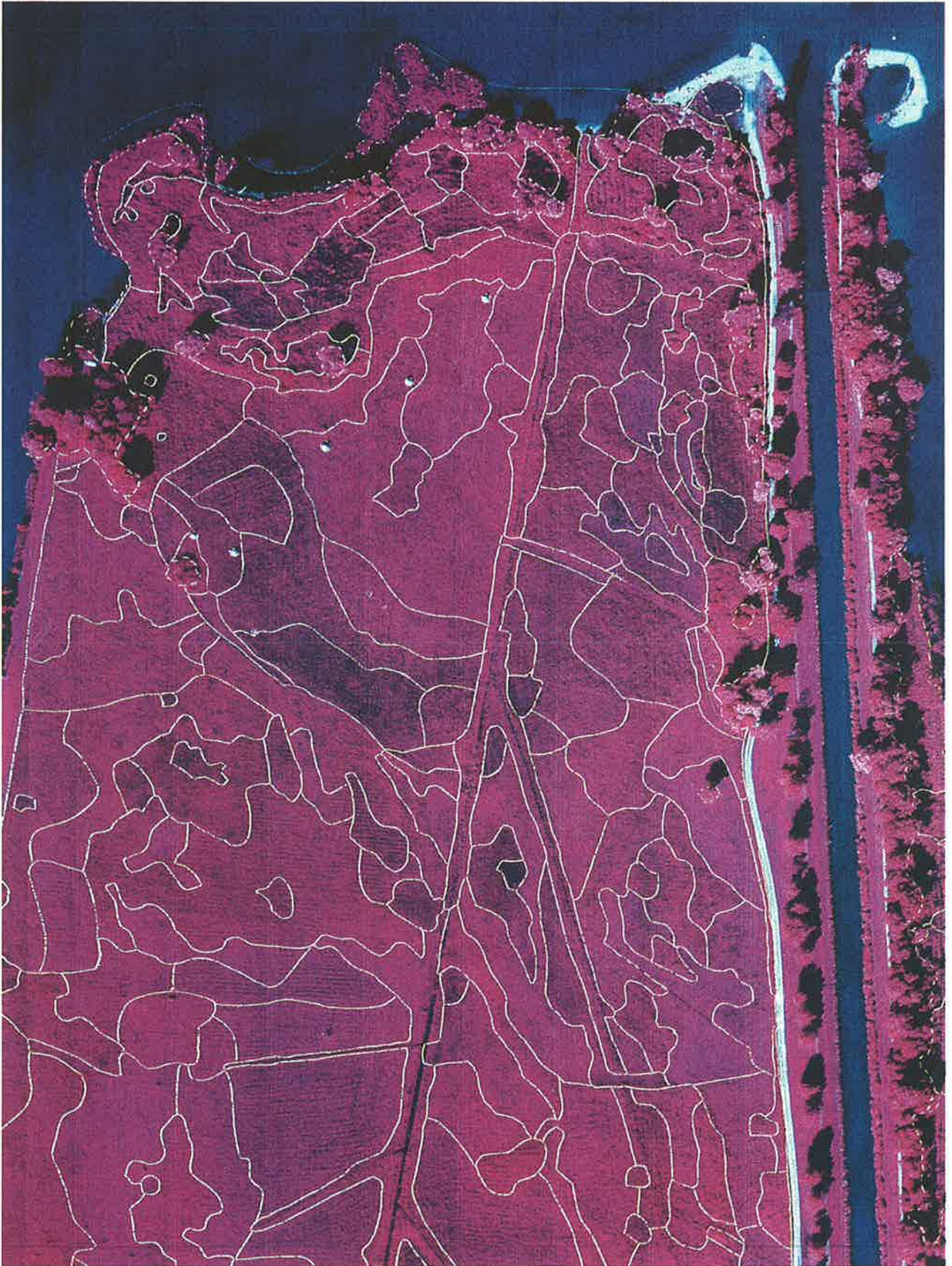








Abb. 2: Kartiergrundlage, Ausschnitt M 1:2'000

-  Vegetationsgrenzen nach Luftbildauswertung
-  Pachtparzellen mit Grenzpunkten
-  Wasserflächen
-  Einzelbäume, Hecken

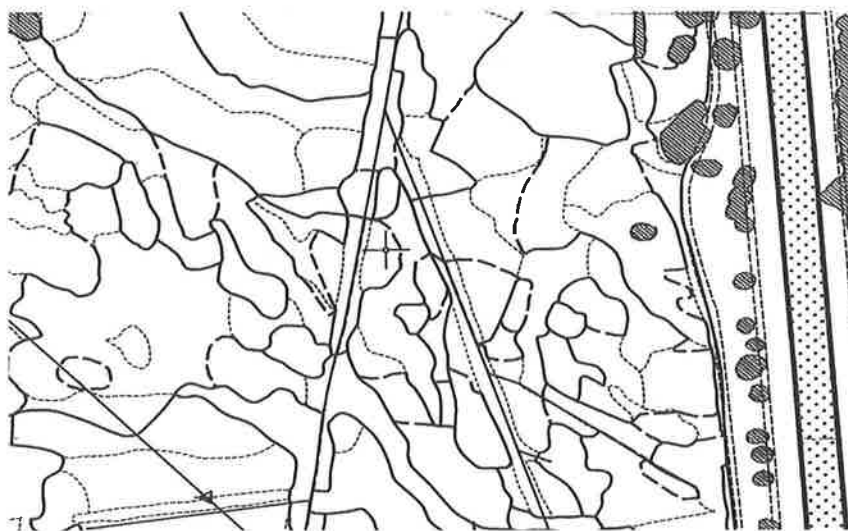


Abb. 3: Vergleich Kartiergrundlage - Vegetationskarte. Er zeigt die Grenzveränderungen, die sich aus der Feldarbeit ergeben haben. Ausschnitt M1:2'000




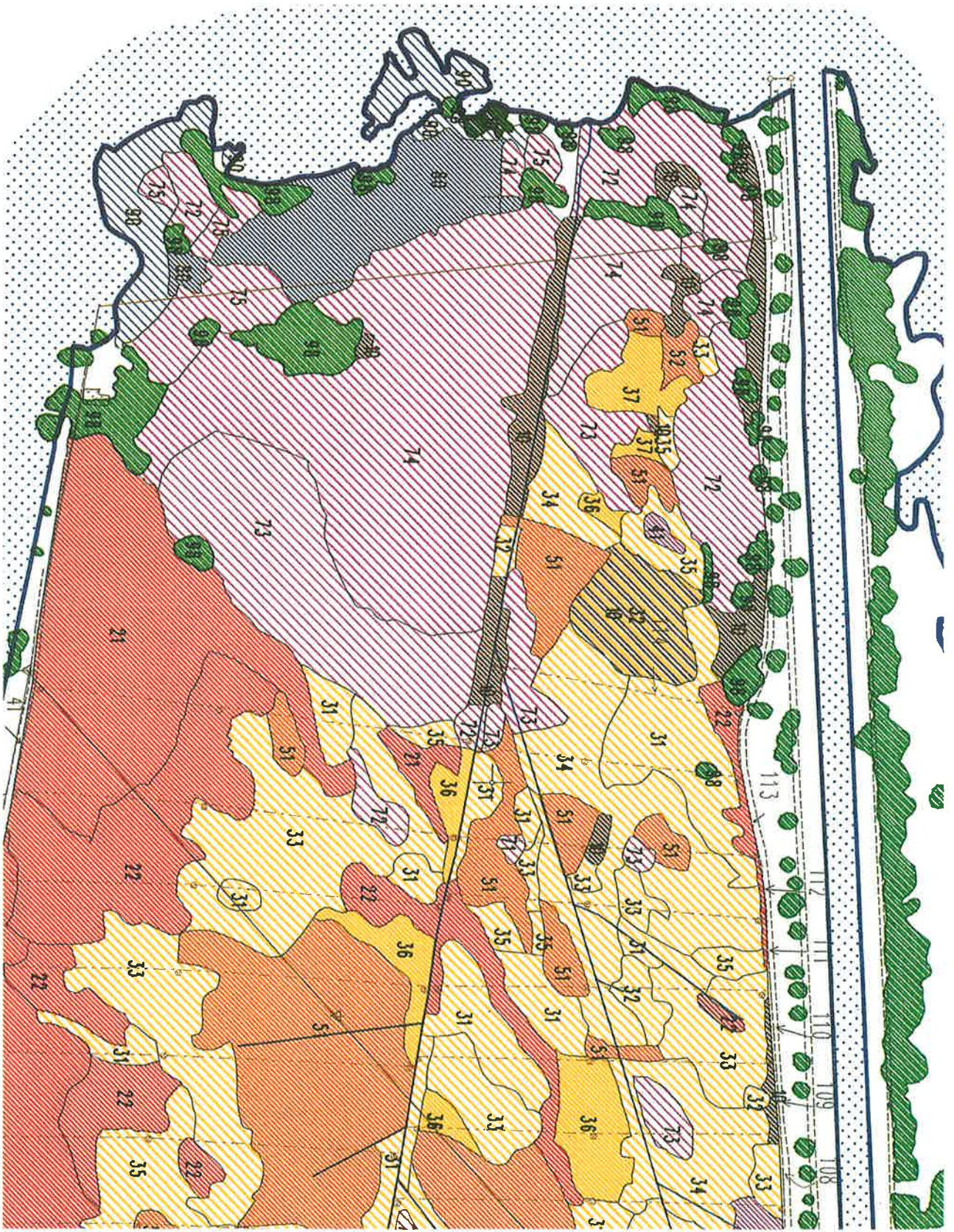
-  Übernommene Luftbild-Vegetationsgrenzen
-  im Feld neu ausgeschiedene Vegetationsgrenzen
-  nicht übernommene Luftbild-Vegetationsgrenzen

Abb. 1: Infrarotluftbild mit möglichen Vegetationsgrenzen, Ausschnitt M 1:2'000



5.2.2

Analysen und Auswertungen:

Mit dem GIS sind Analysen und Auswertungen, z.B. das Erzeugen abgeleiteter Karten, einfach möglich. Als Anwendungsbeispiel wird die Berechnung der Bewirtschaftungsbeiträge gezeigt.

Je nach Vegetationstyp ist der Streueschnitt mehr oder weniger aufwendig. Deshalb wurden den verschiedenen Vegetationseinheiten unterschiedliche Bewirtschaftungsbeiträge (Fr./m²) zugeordnet. Die Vegetationskarte mit den zugeordneten Beiträgen wurde mit den Parzellenflächen überlagert, so dass die Bewirtschaftungsbeiträge pro Parzelle berechnet werden konnten (vgl. Abb. 5 und Tab. 1). Daneben müssen noch weitere Faktoren (z.B. Gräben u.a. Hindernisse) berücksichtigt werden.

Parzelle	Assoz.	Fläche in Aren	Beitrag Fr./Are	Beitrag in Fr.
114	10	0.7	6.-	4.10
	22	1.5	6.-	8.90
	31	9.1	6.-	54.70
	34	6.5	6.-	39.30
	51	0.4	6.-	2.50
	72	0.3	16.-	4.40
	73	4.1	9.-	36.90
Total		22.6		150.80

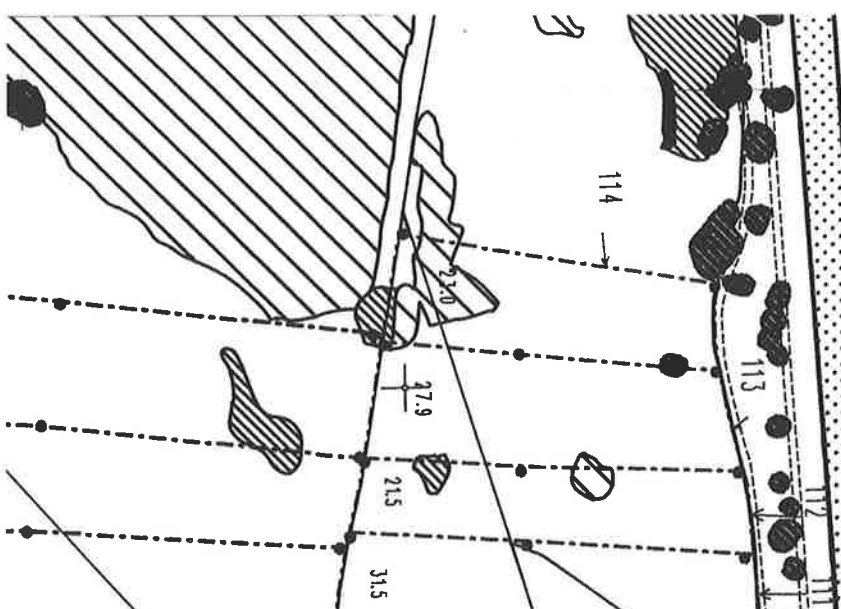









Abb. 4: Ausschnitt aus der definitiven Vegetationskarte, M 1:2'000.

-  Pachtparzellen mit Grenzpfosten
-  Einzelbäume, Hecken
-  Wasserflächen
-  Nr. Pflanzengesellschaften

Tab. 1: Auf der Basis des GIS berechneter Flächenbeitrag für eine konkrete Parzelle

Abb. 5: Beitragsplan, Ausschnitt M1:2'000

-  Flächenbeitrag Fr. 6.-/a
-  Flächenbeitrag Fr. 9.-/a
-  Flächenbeitrag Fr. 16.-/a

4 UNGEFÄHRE KOSTEN

Die in Tabelle 2 aufgeführten Kosten zeigen lediglich eine Grössenordnung auf und gelten ausschliesslich für das vorgestellte Projekt. Sie können in anderen Fällen erheblich abweichen. Im Rahmen dieses Projektes wurden einige Arbeitsschritte detaillierter bearbeitet als in der Regel erforderlich, und es wurde auch Einiges an Aufbauarbeit geleistet. Grössere Gebiete können rationeller bearbeitet werden, was den Anteil der Grundkosten senkt. Ferner werden die Kosten massgeblich durch die durchschnittliche Flächengrösse beeinflusst.

Die Kosten für das Erstellen und Auswerten einer Vegetationskarte müssen in Relation gesetzt werden zu anderen Aufgaben der öffentlichen Hand, z.B. den jährlichen Beitragszahlungen an die Bewirtschaftung. Diese bewegen sich bei einem angenommenen durchschnittlichen Betrag von Fr. 10.-/a für die Schmeriker Allmeind bereits in der Grössenordnung von 30'000.- pro Jahr.

Tab. 2: Grössenordnung der zu erwartenden Kosten

Arbeitsschritte/Grundlagen	Betrag Fr./ha	Fläche in ha	Gesamtbetrag
Projektplanung/Vorbereitungsarbeiten	10.–	80	800.–
Grundbuchplan			200.–
Feldinformationen erheben	60.–	30	1'800.–
Kartierschlüssel erstellen: Planung, Vegetationsaufnahmen (Annahme 60), Tabellenarbeit, Literaturvergleiche	300.–	30	9'000.–
Luftbilder	Im vorliegenden Fall kostenlos zur Verfügung gestellt		
Aktualisieren und Ergänzen des Grundlagenplans	30.–	80	2'400.–
Stereoskopische Flächenausscheidung	15.–	30	450.–
Photogrammetrische Auswertung der Flächenausscheidung und Erstellen der Kartiergrundlage mit den GIS	40.–	30	1'200.–
Kartieren im Feld (Probelauf, Eichen, Kartierarbeit, Überprüfen und Bereinigen des Feldplans)	150.–	30	4'500.–
Digitalisieren des Feldplans mit dem GIS und Ausdruck der Vegetationskarte	40.–	30	1'200.–
Ausdruck einer Beitragskarte mit parzellenweiser Berechnung	40.–	30	1'200.–
Total			22'750.–

5 DISKUSSION

5.1 Grundsätzliche Erkenntnisse

- Ökologische Grundlagenkarten wie Vegetationskarten, Standortkarten u.a. werden künftig an Bedeutung zunehmen.
- Letztlich ist es ein grundsätzlicher Entscheid, ob eine genaue und vielseitig interpretierbare Vegetationskarte erstellt werden soll. Sie ist ein Zeitdokument und ermöglicht spätere Vergleiche .
- Die einzelnen Methoden müssen aufeinander abgestimmt sein. Eine Vegetationskarte als möglichst getreues Abbild der Vegetation setzt einen speziellen Kartierschlüssel, eine genaue Kartiergrundlage und eine detaillierte Kartierung voraus.

5.2 Luftbild-Einsatz

- Der Eintrag guter Orientierungshilfen auf dem Plan (z.B. Gräben, Bäume, Büsche, Parzellenabgrenzungen), erwies sich als sehr wertvoll und ermöglichte eine genaue und schnelle Kartierung.
- Die im voraus erhobenen Vegetationsgrenzen erwiesen sich als sinnvoller Vorschlag. Häufig war die Vorausscheidung detaillierter als die Vegetationskartierung im Feld, so dass einzelne Abgrenzungen aufgehoben werden konnten; neue waren selten notwendig.
- Vielfach kann auf bereits vorhandene Luftbilder zurückgegriffen werden, so dass keine spezielle Befliegung notwendig ist.
- Die Auswertung von Luftbildern ermöglicht eine genaue und effiziente Kartierung.

5.3 GIS-Einsatz

Bei Vegetationskartierungen und Schutzkonzepten kann das GIS unterschiedlich eingesetzt werden:

- Kartierung direkt auf das unbearbeitete oder auf das stratifizierte Luftbild (ohne GIS)
- Kartierung auf einen Grundbuchplan, auf dem die vom Luftbild übernommenen und im Gelände erhobenen Daten ab GIS aufgedruckt werden. Dies erspart das Digitalisieren des Grundbuchplans, liefert aber trotzdem eine sehr gute Kartiergrundlage. Allerdings ist die Weiterverwendung eingeschränkt.

Weitere Beispiele von Projekten im Rahmen des Moorschutzes mit Luftbild- und GIS-Einsatz

Die folgenden Gebiete wurden mit derselben Methodik bearbeitet oder sind in Bearbeitung. Die Voraussetzungen, Teilschritte und Anforderungen an die Ergebnisse variieren jedoch stark.

Gebiete (mit Gesamtperimeter):

- Hochmoore Berner Oberland (800 ha)
- Hohgant, Berner Oberland (2450 ha)
- Lauerzersee SZ (380 ha)
- Magadinoebene TI (300 ha)
- Muottas da Pontresina / Schlargigna GR (54 ha)
- Schwändital GL (110 ha)

Ähnlich wurde auch bei der pflanzensoziologischen Kartierung der ALA-Reservate vorgegangen (Auftrag 1986).

■ Kartierung auf einen voll digitalisierten Grundlagenplan (Bsp. Schmeriker Allmeind). Die Weiterverwendung ist vielseitig. Die Vorteile des vollen GIS-Einsatzes können folgendermassen zusammengefasst werden:

Ergänzungen und Nachführungen sind einfach möglich.

Es sind beliebige Datenkombinationen und Flächenverschnitte möglich.

Zusammenfassungen (Generalisierungen) sind schnell ausgeführt.

Es können beliebige Massstäbe und Ausschnitte gewählt werden.

Automatische Flächenbestimmung und statistische Verarbeitung der Daten sind gut möglich und ersparen aufwendige Planimetrierarbeiten von Hand.

Die im GIS gespeicherten Daten können für neue Aufgaben eingesetzt werden.

Anwendung	Zweck / Inhalt	Verwendung der bereits im GIS gespeicherten Daten
Bewirtschaftungsbeiträge	Berechnen der Beiträge pro Parzelle bei unterschiedlichen Ansätzen für die verschiedenen Vegetationseinheiten	Flächenverschnitt von Parzellenplan und Vegetationskarte
Pflegeplan	Aufzeigen von Massnahmen wie z.B. Schnitthäufigkeit, Schnittzeitpunkt, Entbuschen, Grabenunterhalt	- Grundlagenplan - Vegetationseinheiten: Zusammenfassungen ähnlich zu pflegender Flächen
Verbreitungskarten einzelner Pflanzen (z.B. Lungenezian)	Festlegen von Parzellen mit besonders spätem Schnitt (Oktober)	- Grundlagenplan - Vegetationskarte: Auszug der Vegetationseinheiten, in denen die Pflanzenart vorkommen kann
Veränderungskarte	Darstellung der Vegetationsveränderungen im Laufe der Zeit, Ableiten der nötigen Massnahmen	- Grundlagenplan - Flächenverschnitt von Vegetationskarten zweier Jahre

Tab. 3: Anwendungsbeispiele für einen effizienten GIS-Einsatz

Weiter sind folgende Anmerkungen zu beachten:

- Wahrscheinlich können in absehbarer Zeit Grundlagenpläne von der Landesvermessung in digitaler Form bezogen werden. Damit entfällt bei der Anwendung eines GIS der Schritt der Digitalisierung.
- Nicht untersucht wurde in diesem Projekt die Möglichkeit der Auswertung eines digitalen Höhenmodells. Für Kartierungen im hügeligen Gelände oder im Gebirge kann das sehr wertvoll sein.
- Die Genauigkeit, welche die Photogrammetrie und ein GIS ermöglichen, übertrifft diejenige der Feldkartierung bei weitem. Bei der Flächenberechnung und den damit verbundenen Abgeltungszahlungen ist eine hohe Genauigkeit erwünscht.
- Die Zusammenarbeit mit einem spezialisierten Büro erfordert eine interdisziplinäre Projektarbeit. Das bietet die Chance, andere Sichtweisen und neue Methoden kennenzulernen. Andererseits bedeutet es eine langfristige Planung und Abhängigkeit von weiteren Faktoren und technischen Einrichtungen.
- Mit der Verwendung eines GIS findet grundsätzlich eine Arbeitsplatzverlagerung statt. Die Feldarbeit wird reduziert und der Anteil der Bildschirmarbeit ausgebaut.
- Die Kosten sind höher als bei einer herkömmlichen Kartenerstellung. Der höhere Aufwand muss als Investition in die Zukunft, als Vorleistung für eine weitere Nachführung und Bearbeitung gesehen werden.
- Der Einsatz von Luftbild und GIS lohnt sich bei grossen Gebieten eher als bei kleinen, weil sich ein gewisser Grundaufwand auf eine grössere Bearbeitungsfläche verteilt.

VERDANKUNG

Wir danken A. Grünig und H.P. Gautschi für ihre Beratung und M. Bischofberger, Dr. Jacques Burnand und H. U. Scherrer für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und ihre Verbesserungsvorschläge.

ADRESSE DER AUTOREN

Peter Bolliger
Stefan Liechti
Ingenieurschule ITR
Abt. Landschaftsarchitektur
8640 Rapperswil

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1995

Erfahrungen mit der luftbildge- stützten Vegetationskartierung im Kanton Bern

1 ZIELSETZUNG DER KARTIERUNG

Basis für den Hochmoorschutz bildet die Hochmoorverordnung vom 21. Januar 1991 mit dem Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung (Hochmoor-Inventar). Die Angaben zur Vegetation und deren Beeinträchtigungen reichen für die kantonalen Vollzugsaufgaben, wie sie die Hochmoorverordnung nennt, nicht aus. Die Kantone benötigen zusätzliche pflanzensoziologische Kartierungen, an die hohe Ansprüche gestellt werden.

Im Kanton Bern werden die Vegetationskarten der über 100 Hochmoore mit Hilfe der analytischen Luftbilddauswertung erstellt (vgl. Band 1, Beitrag 5.2.1). Das Ziel dieses Vorgehens besteht darin, Vegetationskarten der Hochmoore und ihrer Umfelder zu erarbeiten, die als Grundlage für die Vollzugsarbeiten dienen. Solche Karten liefern ein detailliertes Bild der Vegetation. Insbesondere weisen sie eine hohe geometrische Genauigkeit auf, bilden eine rechtssichere Basis für die Festlegung von Beitragszahlungen und sind eine wertvolle Grundlage für eine spätere Erfolgskontrolle.

2 POSITIVE ERFAHRUNGEN

Die Vegetationskartierung mit analytischer Luftbildauswertung gilt im Kanton Bern heute als eines der Standardverfahren zur Erfassung der Vegetation. Dieses stützt sich u.a. auf das von SCHERRER et al. (1996) beschriebene Vorgehen ab (vgl. Band 1 Beitrag 5.2.1 und Abb. 1).

Die Erfahrungen, die im Kanton Bern mit der luftbildgestützten Vegetationskartierung gemacht wurden, können folgendermassen zusammengefasst werden:

- Moore lassen sich sehr gut anhand von CIR-Luftbildern kartieren. Die verschiedenen Typen der Moorvegetation heben sich gegenüber der übrigen Vegetation durch ihre Farbintensitäten und ihre typischen Strukturen deutlich ab.
- Entscheidende Beeinträchtigungen wie Trittschäden, Erosion, Verbuschung, Drainagen usw. sind im gewählten Luftbildmassstab gut zu erkennen. Ebenfalls lassen sich verschiedene Bewirtschaftungsformen unterscheiden.
- Es hat sich bewährt, dass das Abgrenzen der Vegetationsflächen und die Feldarbeit von der gleichen Person vorgenommen werden. Das grosse Informationspotential bezüglich Vegetation wird so am besten genutzt.
- Die mit Hilfe der analytischen Luftbildauswertung erstellten Vegetationskarten bilden eine hervorragende Basis für die Unterschutzstellungs-Arbeiten. Dank dem farbigen Ausdruck auf die Übersichtspläne im Massstab 1:5'000 können die Vegetationseinheiten im Gelände gut lokalisiert und identifiziert werden.
- Die Verhandlungen mit den Betroffenen (Grundeigentum, Bewirtschaftung, Gemeinde) zeigen eine hohe Akzeptanz der Kartengrundlage. Entscheidungen bezüglich Abgrenzungen und Bewirtschaftungsauflagen können kompetent und mit der erforderlichen Genauigkeit erfolgen.
- Die detaillierten Schwarzweiss-Karten im Massstab 1:2'000 sind eine grosse Hilfe beim Ausarbeiten von Pflegeplänen. Sie bilden die Basis für allfällige Regenerationsarbeiten oder Wiedervernässungsvorhaben.

Der Zeitaufwand für die Feldarbeit mit Unterstützung durch die analytische Luftbildauswertung ist wesentlich geringer als bei herkömmlichen Kartierungen: Es müssen keine Vegetationsgrenzen eingezeichnet werden, die Orientierung im Gelände ist wesentlich erleichtert, und die wichtigen Flächen können direkt angesteuert werden, da deren Lage bekannt ist. Pro Tag kann, je nach Vielfältigkeit des Gebietes und Erfahrung der Kartierperson, eine Fläche von 1 - 2 km² erfasst werden.

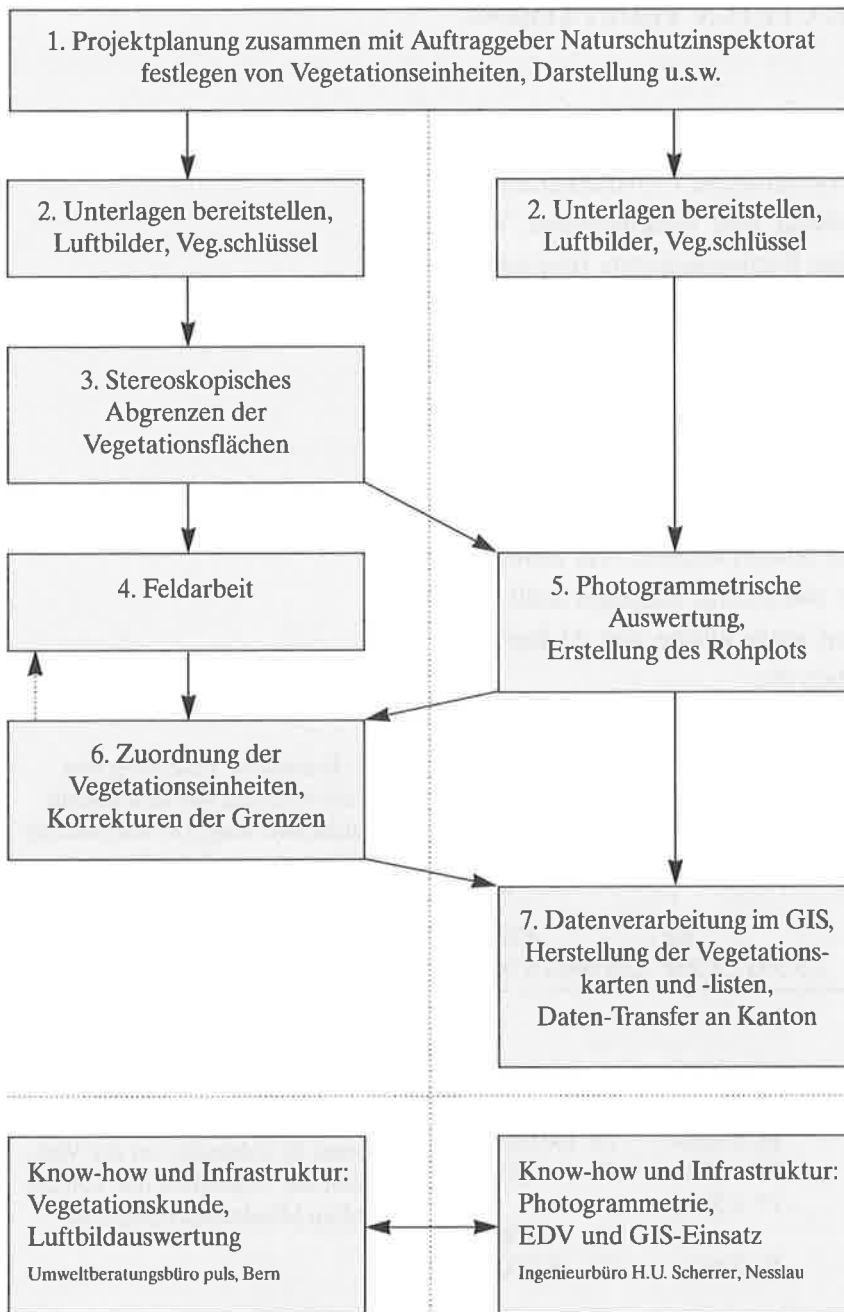


Abb. 1: Ablauf der luftbildgestützten Vegetationskartierung der Hochmoore im Kanton Bern. Die Arbeiten erfordern den Einsatz von Spezialisten aus verschiedenen Arbeitsgebieten (Vegetationskunde, Luftbildinterpretation, Photogrammetrie, GIS). Das Projekt wurde deshalb von zwei spezialisierten Firmen im Auftrag des kantonbernischen Naturschutzinspektorates durchgeführt (rechte resp. linke Hälfte). Die Aufgabenverteilung erfordert eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit aller Beteiligten.

Quelle: Darstellung der Autoren

3 KOSTEN DER LUFTBILDGESTÜTZTEN VEGETATIONS-KARTIERUNG

Grossflächige Vegetationskartierungen mittels Luftbildauswertung sind zeit- und kostengünstiger als herkömmliche Geländekartierungen. BIERHALS (1988) kommt anhand von verschiedenen Vergleichsuntersuchungen zum Schluss, dass flächendeckende Biotopkartierungen in höchstens einem Viertel der Zeit einer reinen Geländekartierung durchgeführt werden können.

Anhand von zwei Gebieten im Kanton Bern werden die Kosten zur Erstellung von Vegetationskarten mit Hilfe der analytischen Luftbildauswertung aufgezeigt (vgl. Tab. 1). Das Hochmoor Schalenberg ist ein kleines Hochmoor. Zusammen mit seinem Umfeld, das ebenfalls kartiert wurde, umfasst es eine Fläche von 21,8ha. Dagegen stellt das Naturschutzgebiet (NSG) Hohgant mit einer Fläche von 23 km² ein sehr grosses, zusammenhängendes Gebiet dar.

Kenngrossen	HM Schalenberg	NSG Hohgant
Fläche in ha	21.8	2'300
Masstab der CIR-Luftbilder	1:4'000	1:9'000
Anzahl ausgewerteter Luftbildpaare	1	23
Anzahl Flächen in Vegetationskarte	80	6'600
Masstab der Vegetationskarte farbig/sw	1:5'000/1:2'000	1:10'000/1:5'000
Kosten		
Vegetationskunde, Luftbildauswertung	Fr. 2'500.-	Fr. 55'000.-
Photogrammetrie, EDV/GIS-Auswertung	Fr. 3'700.-	Fr. 45'000.-
Totale Kosten	Fr. 6'200.-	Fr. 100'000.-
Kosten pro ha	Fr. 285.-	Fr. 43.-
Bundessubventionen (72% abzügl. 10%)	Fr. 4'018.-	-
Bundessubventionen (65% abzügl. 10%)	-	Fr. 58'500.-
Totale Kosten für den Kanton Bern	Fr. 2'182.-	Fr. 41'500.-

Tab. 1: Kosten zur Erstellung von Vegetationskarten mit analytischer Luftbildauswertung. Die dargestellte Kostenberechnung geht davon aus, dass die Luftbilder ohne Kostenfolge für den Kanton zur Verfügung gestellt werden. Die Kosten pro Hektare sind vor allem abhängig vom Luftbild- und Kartenmasstab sowie von der Grösse des erfassten Gebietes und von der Anzahl der ausgeschiedenen Flächen. Diese Flächenzahl wiederum ist abhängig von der Vielfältigkeit der Vegetation und von der gewählten Mindestflächengrösse.

4 AUSBLICK

Die digitale Erfassung und Auswertung von Daten entwickelt sich ständig weiter. Dies ist allerdings kein Grund, mit luftbildgestützten Vegetationskartierungen zuzuwarten. Heute ist sichergestellt, dass die Kartiermethode mit analytischer Luftbilddauswertung in diese Entwicklung integriert werden kann.

Die luftbildgestützte Vegetationskartierung wird aus verschiedenen Gründen auch in Zukunft ihren Platz im Naturschutz einnehmen.

Luftbilder sind realitätsgetreue archivierbare Abbildungen des Umweltzustandes. Mit zunehmender Bedeutung der Raumbeobachtung, wird daher auch der Wert solcher Bilddokumente steigen.

Die Erfolgskontrolle der Schutz- und Regenerationsarbeiten ist ein wesentlicher Teil des Moorschutzes, den es noch zu entwickeln gilt. Sie wird auf die vorhandenen luftbildgestützten Kartierungen und digitalen Daten zurückgreifen.

Informationen zur Vermessung, zur Raumplanung und zur Raumnutzung werden künftig in digitaler Form verwaltet. Eine entsprechende Erfassung und Aufbereitung der Daten im Naturschutz gewährleistet somit die notwendigen Verbindungen auf technischer Ebene.

LITERATUR

BIERHALS, E. (1988): CIR-Luftbilder für die flächendeckende Biotopkartierung. Inform. d. Naturschutz Niedersachs., Nr. 5, 77 - 104, Hannover.

SCHERRER, H.U. / WORTMANN, M. / SCHMIDTKE, H. / GAUTSCHI, H. (1996): Luftbildgestützte Moor-
kartierung. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt, Bern, 50 S.

ANSCHRIFT DER AUTOREN UND AUTORINNEN

Dr. Martin Urech
puls
Mühlemattstrasse 45
3007 Bern

Hans Ulrich Scherrer
Scherrer Ingenieurbüro AG
Hauptstrasse 581
9650 Nesslau

Dr. Ruth Schaffner
Naturschutzinspektorat
Kramgasse 68
3011 Bern

Dr. Kathrin Peter
puls
Mühlemattstrasse 45
3007 Bern

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1995

1 EINLEITUNG

Der Einsatz von EDV im Moorschutz – generell im Biotop- und Artenschutz – hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Die stetig wachsende Anzahl von Inventaren, faunistischen, floristischen und weiteren wissenschaftlichen Datensätzen, verlangt für ein effizientes Arbeiten eine optimale EDV-Unterstützung. Bei Bundesstellen, Kantonen, privaten Umweltschutzorganisationen und Ökobüros werden daher für den Vollzug und die Planung im Natur und Landschaftsschutz EDV-Lösungen in Form von geographischen Informationssystemen (GIS) und Datenbanken eingesetzt (ANTHOS, 1993; GLATTHARD, 1996). Die technische Ausrüstung sowie die Struktur der verfügbaren Daten und der Nutzungen sind heute sehr unterschiedlich. Der Ausbildungsstand des Personals bezüglich des Einsatzes dieser Arbeitsinstrumente ist sehr heterogen. Damit die Daten am Arbeitsplatz zu geeigneten Informationen aufbereitet werden können, müssen sie benutzerspezifisch verfügbar sein. Der Nutzen solcher EDV-Anwendungen ist daher einerseits von der Verfügbarkeit der Daten und andererseits von einer benutzerfreundlichen Zugänglichkeit und der zweckmässigen Beratung abhängig. Meist verlangen komplexere Anwendungen auch heute noch den Einsatz von Spezialisten.

2 EINSATZ GEOGRAPHISCHER INFORMATIONSSYSTEME

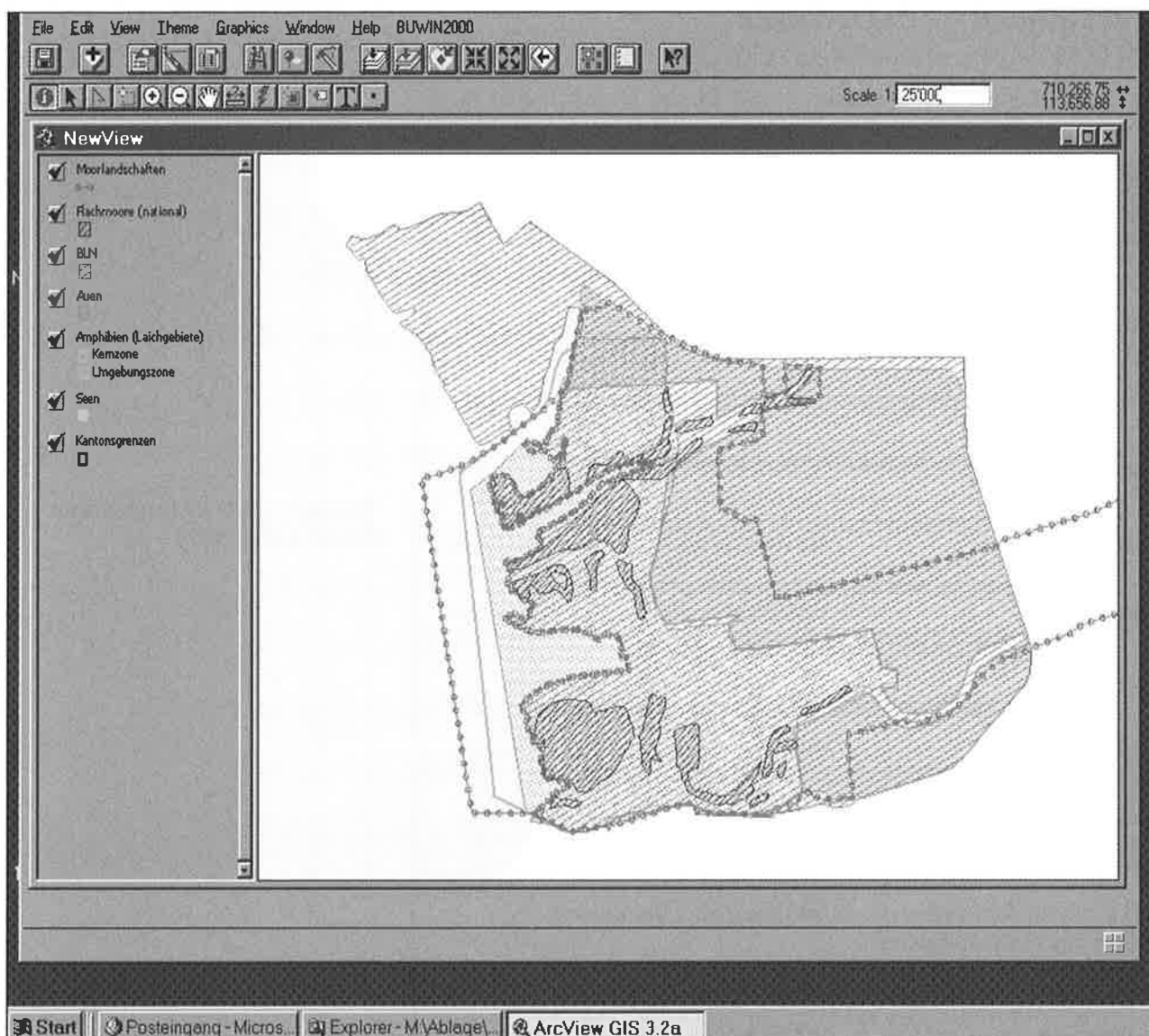
Ein wichtiges Einsatzgebiet für Datenbanken besteht in der Visualisierung geographischer Daten in Form von Karten oder Tabellen am Bildschirm oder als Ausdruck. Nebst verschiedenen Kartographie-Softwarepaketen werden für diese Aufgabe Geographische Informationssysteme (GIS) eingesetzt. Eine grosse Verbreitung bei Bund, Kantonen und Ökobüros hat dabei die Produktpalette ArcInfo – ArcView der Firma ESRI gefunden. Während ArcInfo aufgrund der umfangreichen Einsatzmöglichkeiten sowohl kostspielig wie auch aufwändig in der Handhabung ist, steht mit dem Desktop-Produkt ArcView ein Produkt zur Verfügung, welches auch Ökobüros und kleineren Verwaltungseinheiten ein effizientes Arbeiten mit GIS-Daten ermöglicht.

2.1 Die Applikation BUWIN

Seit September 1991 setzen die Abteilungen Natur und Landschaft des BUWAL routinemässig ein GIS (ArcInfo) zur Bearbeitung der Bundesinventare und für das Abfragen bei Projekten ein. Um den Sachbearbeiterinnen und Sachbearbeitern ohne spezielle ArcInfo-Kenntnisse einen einfachen Zugriff auf die Daten zu ermöglichen, wurde eine Benutzeroberfläche entwickelt, die es gestattet, beliebige Ausschnitte von Inventaren am Bildschirm zu betrachten oder als Karte auszudrucken.

Kernstück ist die Auswahl des Kartenausschnittes, wozu verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Es können vordefinierte Gebiete (z. B. die Schweiz, Kantone, Gemeinden oder Landeskarten-Blätter) aber auch individuell gewählte Ausschnitte – durch Eingabe von Eck- oder Zentrumskoordinaten und des Massstabs – bestimmt werden (vgl. Abb. 1).

Diese Applikation wird zur Zeit durch ein neues Produkt "BUWIN2000" abgelöst. Dabei handelt es sich um eine Extension für ArcView, welche die Menufunktionen, vor allem die Ausschnittwahl der alten Applikation, übernommen hat. Die Umstellung auf ArcView ermöglicht es, die Applikation direkt auf den Arbeitsplätzen der einzelnen Sachbearbeiter zur Verfügung zu stellen, so dass nicht mehr wie bisher auf einen zentralen Pool-Arbeitsplatz zugegriffen werden muss.



2.2 Toposkop™

Eine ähnliche Anwendung ist auch mit dem Programm Toposkop™ der Eidg. Forschungsanstalt WSL möglich (FISCHBACHER, 1993; LONGATTI, 1993), das ein Produkt für Macintosh-Hardware ist. Das Programm wird von der WSL nicht mehr weiter entwickelt. Es stellt aber bei verschiedenen Büros, die auf dieser Basis arbeiten, ein gutes Arbeitsinstrument dar.

Abb. 1: Inventar Menü der "BUWIN2000"-Abfrage

3 ZUGÄNGLICHE DATENSÄTZE

Für den Benutzer oder Betreiber von GIS und Datenbanken ist die Verfügbarkeit der benötigten Daten der zentrale Punkt. In der Applikation BUWIN kann auf alle Bundesinventare, die auf dem Natur- und Heimatschutzgesetz und dem Jagdgesetz beruhen, zugegriffen werden. Die Abfrage kann gesondert nach Biotopen, Landschaften und weiteren Schutzobjekten, verschiedenen Datensätzen faunistischer und floristischer Art, sowie nach weiteren wichtigen wissenschaftlichen Daten (z.B. Vegetationskartierungen) vorgenommen werden (vgl. Tab. 1).

Bundesinventare

Hochmoore	514 Objekte der Hochmoorverordnung
Flachmoore	1163 Objekte der Flachmoorverordnung
Auen	227 Objekte der Auenverordnung
Amphibien	701 Objekte von nationaler Bedeutung
Trockenwiesen und -weiden (in Bearbeitung)	1562 Objekte
BLN (Inventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung)	160 Objekte der Verordnung
Moorlandschaften	88 Objekte der Moorlandschaftsverordnung
Wasservogelreservate	28 Objekte der Verordnung
Jagdbanngebiete	41 Objekte der Verordnung
ISOS (Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz)	4037 Schützenswerte Ortsbilder, Objekte der Verordnung (1994)

Tabelle 1: BUWIN Inventarliste
(Stand Januar 2002)

Sonstige Inventare

Nationalpark	1 Objekt
Flachmoor regional	2535 kartierte regionale und lokale Objekte
Ramsar	8 Objekte gemäss Liste der Ramsar-Konvention
Réserves biogénétiques	9 Objekte gemäss Liste des Europarats
UNESCO Weltkulturerbe	4 Objekte
UNESCO Weltnaturerbe	1 Objekt
Biosphärenreservate	2 Objekte
Alpenkonvention Abgrenzung	1 Objekt
Steinbockkolonien	45 Kolonien gemäss Jagdgesetz

Als Digitalisierungsgrundlagen wurden in der Regel Landeskarten 1:25'000 verwendet, was dem BUWAL-Standard entspricht. Inventare, die sich noch in Bearbeitung befinden, werden laufend ergänzt, respektive bei Revisionen angepasst. Alle rechtskräftigen Bundesinventare sowie einige wissenschaftliche Datensätze sind jedermann zugänglich und werden über die Servicestelle GEOSTAT des Bundesamtes für Statistik (BFS, 1992) gemäss deren Abgabebedingungen vertrieben.

GEOSTAT ist auch der Anbieter verschiedener Datensätze mit Hintergrundinformationen, die von allgemeinem Interesse sind. Dazu gehören beispielsweise die Arealstatistik (in Hektar-Rasterform) sowie generalisierte digitale Kartendaten mit Kantons- und Gemeindegrenzen. Zudem vertreibt GEOSTAT auch weitere innerhalb der Bundesverwaltung erstellte Datensätze (z.B. zu Seen und Gewässer). Digitale Höhenmodelle, die genauen Gemeindegrenzen (GG25) sowie Landeskarten in Form von Vektor- und Pixeldaten werden vom Bundesamt für Landestopographie hergestellt und vertrieben. Ihre Verbreitung ist auf Grund der immer noch hohen Anschaffungspreise und der restriktiven Copyright-Bedingungen, vor allem bei privaten Büros, weiterhin gering.

Auskunft GEOSTAT

Über die vorhandenen Daten und die Vertriebsbedingungen gibt das Benutzerhandbuch auf der Homepage von GEOSTAT Auskunft:
(<http://www.statistik.admin.ch/dienste/elektron/dgeostat01.htm>).

4 DATENBANKEN

Neben der Darstellung von Inventarobjekten werden oft auch Angaben über das Vorkommen von Arten oder Hinweise auf weiterführende Literatur benötigt. Für solche Informationen muss auf Datenbanken zurückgegriffen werden, die für verschiedene Inventare bereits bestehen oder bei den Koordinationsstellen aufgebaut werden (vgl. Tab 2).

BUWAL Koordinationsstelle Moorschutz, Bern www.buwal-natur.ch	Angaben zum Hoch- und Flachmoorinventar, für technisch-administrative Belange und mit Hinweisen zu Umsetzung und Vollzug
Auenberatung, naturaqua, Bern / Service conseil Zone alluviales, Yverdon	Datenbank zum Aueninventar; Hinweise zur Umsetzung, Kartographie und Literatur
Trockenstandorte, ECONAT, Yverdon	Datenbank, die gegenwärtig im Rahmen des Projekts "Inventar der Trockenwiesen und -weiden" neu aufgebaut wird.
KARCH, Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz www-nmbe.unibe.ch/karch	Datenbank der Beratungsstelle für Amphibien und Reptilien, mit Angaben über Arten und Vorkommen. Schwergewicht bei Beratung in Projekten
WSL, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf www.wsl.ch	DNL; Datenzentrum Natur und Landschaft – zentrale Datenbank für die Bundesinventare im Bereich Natur- und Landschaft, verwaltet Metadaten, Inventardaten und Daten zur Erfolgskontrolle bei Bundesinventaren Literaturdatenbank Hochmoor
CSCF, Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel www.cscf.ch	Zentrale faunistische Datenbank der Schweiz; verwaltet alle zugänglichen faunistischen Daten wie Säugetieratlas, Amphibien- und Reptiliendaten der KARCH, Fledermaus-Daten, Insektendaten usw.
CRSF, Centre du Réseau Suisse de Floristique www.cjb.unige.ch/rsf	Zentrale floristische Datenbank der Schweiz; verwaltet analog dem CSCF alle floristischen Daten

Tab. 2: Übersicht über die vorhandenen Datenbanken

4.1 DNL – Datenzentrum Natur und Landschaft

Der Erfolg langfristiger Projekte (z.B. Erfolgskontrollen) ist in hohem Masse von einer langfristigen und konsistenten Datenbasis abhängig, die in ihrer Entstehung nachvollziehbar und entsprechend dokumentiert sein muss. Während in den Bereichen Fauna und Flora mit der Installation der beiden Datenbanken (CSCF, CRSF) diese Entwicklung bereits eingeleitet wurde, sind die Daten zu den verschiedenen Bundesinventaren heute noch dezentral und auf unterschiedlichen Plattformen abgelegt.

Das Datenzentrum Natur und Landschaft (DNL) speichert alle Daten zu den Bundesinventaren nach NHG sowie der weiteren in den Abteilungen Natur und Landschaft des BUWAL erstellten Datensätze mit geographischem Bezug. Die im Rahmen dieses Projektes zu integrierenden Daten stammen aus den oben erwähnten Inventaren und Erfolgskontrollprojekten und beinhalten:

- Metadaten und Informationen über die Entstehungsprozesse der Datenbasis;
- Geometrische Daten und Sachdaten (inkl. aller historischen Datensätze);
- Rohdaten aus Feldkartierungen;
- Bilder und Schriften.

Das DNL entwickelt zudem Abfrageschnittstellen, sowohl für den GIS-Teil wie auch für die Datenbank, welche in der geplanten produktiven Form den Zugang auf DNL via Internet ermöglichen sollen. Die Integration der verschiedenen Datenbestände in ein einziges Datenbankschema vereinfacht die einheitliche und konsistente Datenhaltung mit einfachem Zugriff und die Bestimmung der Zugriffsrechte direkt auf der Datenbankseite.

Nachdem die beiden ersten Jahre der Konzepterstellung und dem Aufbau einer Prototypversion der Datenbank gewidmet waren, wurde diese bis Ende 2000 am Beispiel der Wasser- und Zugvogelreservate (WZVV) ausgiebig getestet und auf ihre Benutzerfreundlichkeit geprüft. Allfällige Anpassungen können direkt im Anschluss vorgenommen werden. Für 2002 ist die Realisierung der produktiven Datenbank vorgesehen.

4.2 Internet-Anwendungen

Mit der zunehmenden Verbreitung des Internet wuchs der Bedarf, GIS-Daten über dieses Medium zu verbreiten. Heute stehen verschiedene Software-Pakete wie ArcIMS von ESRI zur Verfügung, welche diese Bedürfnisse abdecken sollen. Sowohl bei verschiedenen Bundesämtern wie auch bei den gesamtschweizerischen Datenbanken werden Überlegungen angestellt, wie dieses Potential genutzt werden kann. Einzelne Applikationen sind bereits realisiert. Für die Naturschutzinventare werden Prototypen entwickelt, welche später durch das DNL genutzt werden können und das Toposkop™ ablösen sollen. Gleichzeitig wurde das Projekt einer "virtuellen Datenbank" gestartet. Es hat das Ziel, mit einem Verbund von naturschutzrelevanten Datenbanken des Bundes eine einzige Sicht auf die angeschlossenen Datenbanken zu ermöglichen, ohne die Datenbanken zu zentralisieren. Die bestehende Autonomie der Datenbanken wird dabei nicht angetastet.

5 AUSBLICK

Bundesinventare und zugehörige wissenschaftliche Daten sind heute weitgehend in EDV-Form vorhanden und speziell bei rechtskräftigen Inventaren auch als ArcInfo-Covers erhältlich. Der Vertrieb geschieht wie bei den meisten Hintergrunddaten über die Servicestelle GEOSTAT des BFS. Mit der Einsetzung der KOGIS (Koordinationsstelle GIS beim Bundesamt für Landestopographie) durch den Bundesrat werden der GIS-Einsatz und die Abgabebedingungen für Daten in der Bundesverwaltung neu diskutiert. Die zunehmende Verbreitung des Internet, verbunden mit neuen Softwareprodukten, haben sowohl verschiedene Bundesstellen wie auch die Anbieter grosser Datenbanken bewogen, dieses Medium für die Verbreitung ihrer Daten ins Auge zu fassen. Pilotprojekte befinden sich bereits in Arbeit und werden zu gegebener Zeit auf den entsprechenden Homepages angekündigt.

LITERATUR

ANTHOS (1993): CAD / GIS/ digitale Bildverarbeitung. Zeitschrift für Freiraumgestaltung, Grün- und Landschaftsplanung. Themenheft 32 / 2, Zürich.

BFS (Bundesamt für Statistik, 1992): GEOSTAT, Benutzerhandbuch, pdf-file auf Homepage (www.admin.ch/bfs).

FISCHBACHER, U. (1993): Toposkop, Version 0.2.7, Manual. WSL, Birmensdorf.

LONGATTI, P. (1993): Dataskop, der Datenteil des Toposkops, Version 0.2.1, Manual. WSL, Birmensdorf.

GLATTHARD, T. (1996): Geo-Informationssysteme im Dienste der Raumplanung. Schweiz. Vereinigung für Landesplanung, Schriftenfolge Nr. 66, 93 S.

ANSCHRIFT DES AUTORS

Dipl. Geogr. Jürg Schenker
BUWAL
Abteilung Natur
3003 Bern

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2 / 1998