

Luftbildanwendungen im Moorschutz

Autor(en): **Wortmann, Markus**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **88 (1997)**

PDF erstellt am: **21.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-832738>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Luftbildanwendungen im Moorschutz

Markus Wortmann

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	55
1. Einleitung	56
2. Luftbilder als Datenquelle und Dokumente im Moorschutz.	56
3. Auswertungen von Luftbildern im Moorschutz	56
3.1 Herkömmliche Verfahren mit Luftbildern	
3.2 Luftbildinterpretation	
3.3 Photogrammetrische Auswertungen	
4. Auswertungen digitaler Daten mit Hilfe geographischer Informationssysteme	61
4.1 Kartographie	
4.2 Analysen und Modellierungen	
5. Folgeaufnahmen/Monitoring	63
6. Ausblick	64
Literaturverzeichnis	64

Zusammenfassung

Luftbilder sind Dokumente eines Zustandes der Landschaft mit grossem unverschlüsseltem Informationsgehalt. Der Einsatz von Luftbildern im Natur- und Umweltschutz wird seit Ende der 30er Jahre propagiert und bis heute angewendet. Dabei wird das Luftbild jedoch häufig nur als Orientierungshilfe genutzt oder in Ein-Bild-Verfahren ausgewertet.

Photogrammetrische Auswertungen erlauben die exakte Vermessung von Luftbildern auch für Vegetationskartierungen. Die Interpretation von Luftbildern erfordert fachliche Kompetenz und ist ein sehr komplexer Arbeitsschritt. Für Vegetationskartierungen eignet sich besonders der Farbinfrarot-Film. Mit geographischen Informationssystemen können Daten digital erfasst, analysiert und präsentiert werden. Aufgrund der präzisen Datenerhebung mit photogrammetrischen Mitteln sind Folgeaufnahmen von Moorstandorten sehr gut möglich und können einen Beitrag zur gesetzlich vorgeschriebenen Erfolgskontrolle leisten.

1. Einleitung

In der Moorkartierung hat sich bis heute gezeigt, dass die Vorstellungen und Ansprüche an eine Vegetationskarte sehr unterschiedlich sein können, dass der Einsatz moderner Vermessungsverfahren und digitaler Datenverarbeitung relativ unbekannt ist und die Anwendungen für Folgeaufnahmen und Monitoringkonzepte wenig bedacht werden. Weiter verhindern unterschiedliche Datenqualitäten, aufgrund unterschiedlicher Kartierungsmethoden, vergleichende und systematische Auswertungen. Zudem sind die Ansprüche an die Genauigkeit der Erhebungen gerade im quantitativen Bereich enorm gestiegen, da mit der flächenhaften Erfassung von schützenswerten Moorstandorten unmittelbar finanzielle und rechtliche Interessen verbunden sind.

2. Luftbilder als Datenquelle und Dokumente im Moorschutz

Ein Vermessungsluftbild ist ein photographisches Bild eines Ausschnittes der Landoberfläche und somit ein zeitlich genau definiertes Dokument. Luftbilder geben die Fülle der sichtbaren Merkmale einer Landschaft sehr detailliert wieder (ohne Generalisierung) und zeigen sie so, wie sie im Augenblick der Aufnahme sichtbar waren, ohne Unterscheidung ihrer Bedeutung und Wertigkeit (objektiv). Das Luftbild ist nicht auf die gleiche Weise «lesbar» wie eine Karte, deren graphisch verschlüsselte Inhalte durch eine Kartenlegende erkannt werden. Die fachspezifische Interpretation von Luftbildinhalten ist ein komplexer Prozess. Sie sollte von geschultem und erfahrener Personal durchgeführt werden.

Luftbilder sind anerkannte Dokumente und werden sogar bei gerichtlichen Verfahren eingesetzt, da sie die reale Situation einer Landschaft zum Flugzeitpunkt wie-

dergeben. Im Bereich des Moorschutzes und des Naturschutzes allgemein können diese Vorteile ebenfalls genutzt werden. Zustandsvergleiche von zwei Luftbildjahren können Veränderungen und Eingriffe in Mooren dokumentieren und beweisen. Neben der rechtlichen Überwachung sind auch ökologische Beobachtungen möglich, wie beispielsweise die Entwicklung von Verbuschungen und Verschilfungen in Mooren. Die Nutzbarkeit von Luftbildern im Naturschutzbereich ist stark vom Luftbildmassstab, dem Befliegungszeitpunkt und der Filmart abhängig. Für vegetationskundliche Auswertungen eignet sich der Farbinfrarot-Film am besten, da er im Bereich der chlorophyllhaltigen Biomasse wesentlich besser differenziert als die herkömmlichen Farb- und Schwarzweiss-Filme (Abbildung 1). Dabei ist der Film nicht nur auf die Strahlen des sichtbaren Spektralbereiches (400–700 nm) sensibilisiert, sondern erfasst zusätzlich die Strahlen des nahen Infrarot (700–800 nm). Dies ist jedoch noch keine Wärmestrahlung (thermales Infrarot). Auf die Eigenschaften des Farbinfrarot-Films gehen SCHERRER et al. (1990) ausführlich ein. Die Eidgenössische Vermessungsdirektion verwaltet zahlreiche Luftbilder, die im Rahmen des nationalen Moorschutzes geflogen wurden (GAUTSCHI & HÄGELI, 1997).

3. Auswertungen von Luftbildern im Moorschutz

Luftbilder können mit verschiedenen Methoden ausgewertet werden. Neben Vermessungsarbeiten mit hochwertigen präzisen Instrumenten werden Luftbilder auch bei Feldarbeiten unterstützend eingesetzt. Die nachfolgenden Ausführungen geben einen kleinen Überblick über die Einsatzmöglichkeiten im Bereich des Moorschutzes.

3.1 Herkömmliche Verfahren mit Luftbildern

Der Gebrauch von Luftbildern für Kartierungszwecke im Bereich des Umwelt- und Naturschutzes ist nicht neu, sondern wurde schon Ende der 30er und Anfang der 40er Jahre insbesondere von CARL TROLL erkannt und propagiert (TROLL 1939, 1966). Die Luftbilder wurden grösstenteils nur als Orientierungshilfe benutzt. Dabei wurden die Bestandesgrenzen der Vegetationseinheiten, welche direkt auf dem Luftbild abgegrenzt wurden, visuell auf bestehende Plangrundlagen übertragen, oder es wurden einfache Umzeichnungsmethoden im Einbildverfahren angewendet (siehe u. a. HILDEBRANDT 1996, S. 165ff.). Diese Verfahren werden auch heute noch z.T. im Bereich von Biotop- und Nutzungskartierungen angewendet. Je nach Genauigkeitsanspruch können diese Verfahren genügen.

Das Luftbild als Orientierungshilfe in schwer zugänglichen und unübersichtlichen Landschaften übertrifft vielfach die amtlichen Plangrundlagen in seinem Detailreichtum und ist bei pflanzensoziologischen und vegetationskundlichen Kartierungen häufiges Arbeitsmittel. So bedeutet die Verwendung des Luftbildes gegenüber der rein terrestrischen Kartierung eine inhaltliche Verbesserung sowie eine Rationalisierung der Kartierabläufe durch vorgängige Routenplanungen (ALBERTZ 1991, DIRSCHKE 1994, HUSS 1984). Dabei verschafft das Luftbild einen Gesamtüberblick, der so im Feld nicht möglich wäre. Gerade Feuchtgebiete mit häufigen unwegsamen Geländepartien wie z.B. Gewässer mit Schilfgürtel und grossflächige Bult-Schlenken-Komplexe können oftmals nicht begangen werden. Auch aus naturschützerischen Gründen sollten die empfindlichen Kernzonen wertvoller Schutzgebiete nicht übermässig begangen werden. Hier hilft häufig ein Blick auf das Luftbild.

Dennoch hat sich das Luftbild im Naturschutz als Kartierungsgrundlage bis jetzt nicht ganz durchsetzen können. Dies hat verschiedene Gründe. Grundsätzlich ist der Gebrauch von Luftbildern im Naturschutzbereich eher wenig bekannt. Zweitens stehen Luftbilder nicht jedem gleich gut zur Verfügung. Die Kenntnis über vorhandenes Bildmaterial muss über sogenannte Bildausleihstellen erfolgen. Zudem ist die Ausleihe der Luftbilder häufig nicht kostenlos. Für Feldarbeiten müssen grundsätzlich Abzüge gemacht werden, die wiederum Geld kosten. Auch wird vielfach frühzeitig der Luftbildinhalt als nicht brauchbar für die jeweilige Kartierung beurteilt, da die Ansprüche an die Luftbilder im voraus zu hoch gesteckt werden und das Luftbild diesbezüglich «überfordert» wird.

Trotzdem kam das Luftbild insbesondere in der Schweiz bei der Erstellung der nationalen Inventare der Hoch- und Flachmoore sowie der Moorlandschaften als Orientierungshilfe zum Einsatz (GRÜNIG et al. 1986, EDI 1990, 1991). Grossflächige Biototypenkartierungen basieren in vielen deutschen Bundesländern auf Infrarot-Luftbildern (KENNEWEG 1996). Im ausser-europäischen Raum sind Vegetationskartierungen mit Luftbildern oftmals die einzige Möglichkeit, Daten zu erfassen. So wurden z. B. bis 1957 über eine Million Quadratmeilen britischer Überseegebiete vegetationskundlich mit (Schwarzweiß-) Luftbildern kartiert (HILDEBRANDT 1996). Eine Zusammenstellung früherer vegetationskundlicher Luftbilddauswertungen findet sich bei KNAPP (1980).

3.2 Luftbildinterpretation

Interpretieren von Luftbildern heisst, eine Aussage über den Bildinhalt zu machen, den Bildinhalt zu deuten. Diese Deutung muss sich nicht nur auf das unmittelbar auf dem Bild Sichtbare beschränken, sondern kann darüber hinaus auch räumliche und landschaftsökologische Zusammenhänge



Abbildung 1: Farbinfrarot-Luftbild vom Rotmoos (Gde. Degersheim, SG) mit Parzelle 1189 als Kartierungsperimeter (Luftaufnahme der V+D vom 21.08.1993, Fluglinie 034016, Bild-Nr.: 7706, Bildmassstab ca. 1:3000).

beinhalten. Die Möglichkeit der Luftbildinterpretation von Moorgesellschaften ist stark vom Luftbildmaterial und Bildmassstab abhängig. Generell lassen sich Moorstandorte gut mit Farbinfrarot-Luftbildern erfassen. Im Kanton Bern wurden z.B. alle Hochmoorstandorte von nationaler Bedeutung mit Infrarot-Luftbildern kartiert (URECH et al. 1996). Die direkte Interpretation von Pflanzengesellschaften im Sinne der Pflanzensoziologie ist nur vereinzelt möglich und von vielen Faktoren abhängig. So ist die Interpretation von Pflanzenformationen hingegen gut möglich (KRAUSE 1955). DIRSCHKE (1994) kommt jedoch zum Schluss, dass die Möglichkeiten der pflanzensoziologischen Untersuchungen mit Luftbildern noch lange nicht ausgeschöpft sind. Die Luftbildinterpretation setzt Feldbegehungen voraus und macht sie keineswegs überflüssig. Neben der gezielten fachspezifischen Interpretation von Moorgesellschaften ist es möglich, durch eine vor der Feldbegehung stattfindende Flächenausscheidung des Luftbildinhaltes Kartierungsgrundlagen zu liefern. Dieses Verfahren wird bei SCHERRER et al. (1996) ausführlich beschrieben (Abbildung 2). Die Flächenausscheidung findet an einem Stereo-Interpretationsgerät statt. Dabei sieht der Luftbildinterpret ein räumliches Bild der Landschaft und kann dadurch Struktur- und Höhenunterschiede in der Vegetation wahrnehmen. Je nach Luftbildmassstab sind sogar Unterschiede in der Krautschicht gut erkennbar. Die Abgrenzung homogener Flächen erfolgt nach den Merkmalen von Farb- und Helligkeitsunterschieden sowie Textur- und Strukturunterschieden im Luftbild und ist visuell auch für Dritte nachvollziehbar. Aber auch Höhen- und Reliefunterschiede können Kriterien für die Abgrenzung homogener Flächen sein, die wiederum mit den zu kartierenden Pflanzengesellschaften häufig korrespondieren. Für die Flachmoore der Linthebene wurde dieses Verfahren angewendet (BOLLIGER & BUR-

NAND: Flachmoore der Linthebene, in diesem Band). Durch eine vorgängige Flächenabgrenzung im Luftbild wurden dem Feldkartierer Plangrundlagen zur Verfügung gestellt, die eine effiziente Feldkartierung ermöglichten, da sich die Feldarbeit im wesentlichen auf die Vegetationsansprache konzentrierte und nicht auf die Flächenabgrenzung. Hier können bis zu 50% an Kartierungszeiten gespart werden (siehe auch BIERHALS 1988). Die Praxis hat gezeigt, dass der Luftbildinterpret vielfach mehr Vegetationsbestände ausscheidet, als pflanzensoziologisch im Feld unterschieden werden kann. Dies ist stark vom Kartierschlüssel abhängig, zeigt aber den hohen Informationsgehalt von Luftbildern an.

3.3 Photogrammetrische Auswertungen

Luftbilder sind, wie alle photographischen Aufnahmen, zentralperspektivisch verzerrt und somit primär nicht kartentreu. Diese Verzerrungen können jedoch mit Hilfe photogrammetrischer Methoden korrigiert werden. Schon seit Beginn dieses Jahrhunderts wird dies praktiziert. Im Laufe der Jahrzehnte wurden die Aufnahme- und Auswertetechniken ständig weiter entwickelt, so dass momentan digitale Auswertemethoden im Vordergrund stehen. Die Photogrammetrie gehört heute zu den unverzichtbaren Arbeitsmethoden geographischer und vermessungstechnischer Aufgabengebiete.

Photogrammetrie (Bildmessung) ist die geometrische Erfassung und Auswertung von Objekten aus photographischen Bildern durch Rekonstruktion der geometrischen Beziehungen zwischen Objekt und Bild (Perspektivprojektion). Als Geräte werden vor allem Stereoauswertegeräte eingesetzt, die aus Bildpaaren eine dreidimensionale Auswertung ermöglichen. Die in den Luftbildern zentralperspektivisch abgebildeten Landschaftsausschnitte werden in eine orthogonale Projektion über-

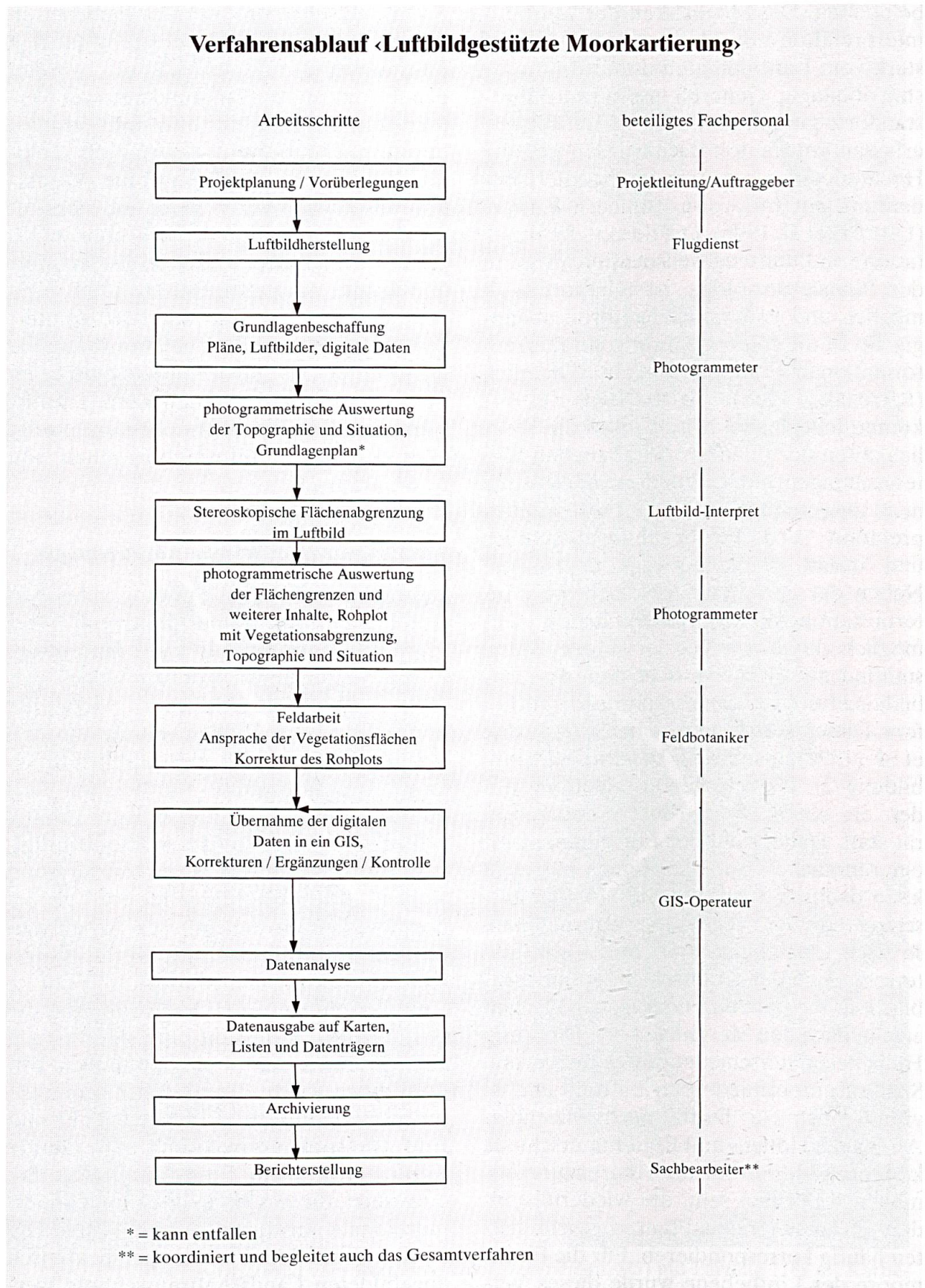


Abbildung 2: Verfahrensablauf luftbildgestützter Moorkartierungen nach SCHERRER et al. 1996.

führt. Das Ergebnis ist eine entzerrte, lage- und winkeltreue Wiedergabe der ausgewerteten Elemente einer Landschaft, die beispielsweise in Form einer Karte dargestellt werden. Dies hat den grossen Vorteil, dass die geometrische Lage der ausgewerteten Elemente exakt stimmt, während die von Hand umgezeichneten Elemente massive Lagefehler je nach Geländesituation aufweisen können.

Für bestimmte Fragestellungen im Moorschutz reichen die amtlichen Plan- und Kartenwerke der Vermessungsämter vielfach nicht mehr aus. Ausserhalb der Siedlungsgebiete liegen in der Regel nur Plangrundlagen in zu kleinen Massstäben (1:5000 bis 1:10000) vor. Der Nachführungsstand ist oftmals nicht aktuell. Für eine Hochmoorregeneration steht primär die Beurteilung des Wasserhaushaltes und der Geländesituation im Vordergrund. Dabei können Niveauunterschiede von wenigen Dezimetern entscheidenden Einfluss auf die Bodenwasserbewegungen und somit unmittelbar auf die jeweiligen Vegetationskomplexe haben. Die photogrammetrische Auswertung von Luftbildern kann hierfür geeignete Höhenkurven und Höhenkoten oder digitale Geländemodelle liefern. Die Erfassung detaillierter Situationselemente wie Entwässerungsgräben, Einzelbäume, Wege, Pfade, Zäune, Mauern, Gebäude etc., ist für die Beurteilung und Entwicklungsplanung empfindlicher Moorökosysteme von hoher Bedeutung. Auch für terrestrische Kartierungen bilden solche Elemente manchmal die einzige Orientierungsmöglichkeit und rationalisieren den Kartierungsablauf entscheidend (BOLLIGER & LICHTI 1996).

Für das Rotmoos bei Degersheim (Beitrag KELLER & CANDRIAN sowie Beitrag EGGGER in diesem Band) und die Flachmoore der Linthebene (Beitrag BOLLIGER & BURNAND in diesem Band) wurden solche detaillierten Plangrundlagen photogrammetrisch ausgewertet. Aufgrund des hohen Bestockungsgrades vom

Rotmoos (fast 90% des Untersuchungsgebietes sind mit Wald-bäumen bedeckt) wurde die Vegetation in einem terrestrischen Rasterverfahren kartiert, für das man spezielle Feldkarten mit einem eingemessenen Rasternetz erstellte (Abbildung 3). Mit Hilfe dieser Karten konnten detaillierte Einzelerhebungen erfolgen (EGGER: Vegetationskartierung Rotmoos, in diesem Band). Die Flächen der Linthmoore wurden gemäss vorgestelltem Verfahren (Abbildung 2) abgegrenzt.

4. Auswertungen digitaler Daten mit Hilfe geographischer Informationssysteme (GIS)

4.1 Kartographie

Der Begriff «Kartierung» ist heutzutage im erweiterten Sinn als «Datenerhebung» zu verstehen. Die Karte bleibt ein wichtiges Ergebnis, ist aber nicht mehr das Hauptprodukt, sondern «nur» noch das Medium, um digital gespeicherte Daten darzustellen. Die Herstellung vieler thematischer Karten erfolgt heute vielfach mit geographischen Informationssystemen, deren Hauptanwendung jedoch nicht nur in der kartographischen Darstellung liegt. Vorteile dieser Systeme sind beispielsweise die relativ massstabsunabhängigen Reproduktions- und Verknüpfungsmöglichkeiten verschiedener Datenebenen sowie vielfältige Präsentationsmöglichkeiten (2D- und 3D-Darstellungen).

4.2 Analysen und Modellierungen

In einem geographischen Informationssystem können raumbezogene Daten rechnergestützt erfasst, aktualisiert, analysiert und präsentiert werden. Geographische Informationssysteme sind heute vielerorts, gerade auf kantonaler Ebene, im Aufbau begriffen oder schon seit einiger Zeit im Betrieb. Dies erfordert auch bei Erhebungen im Naturschutzbereich eine

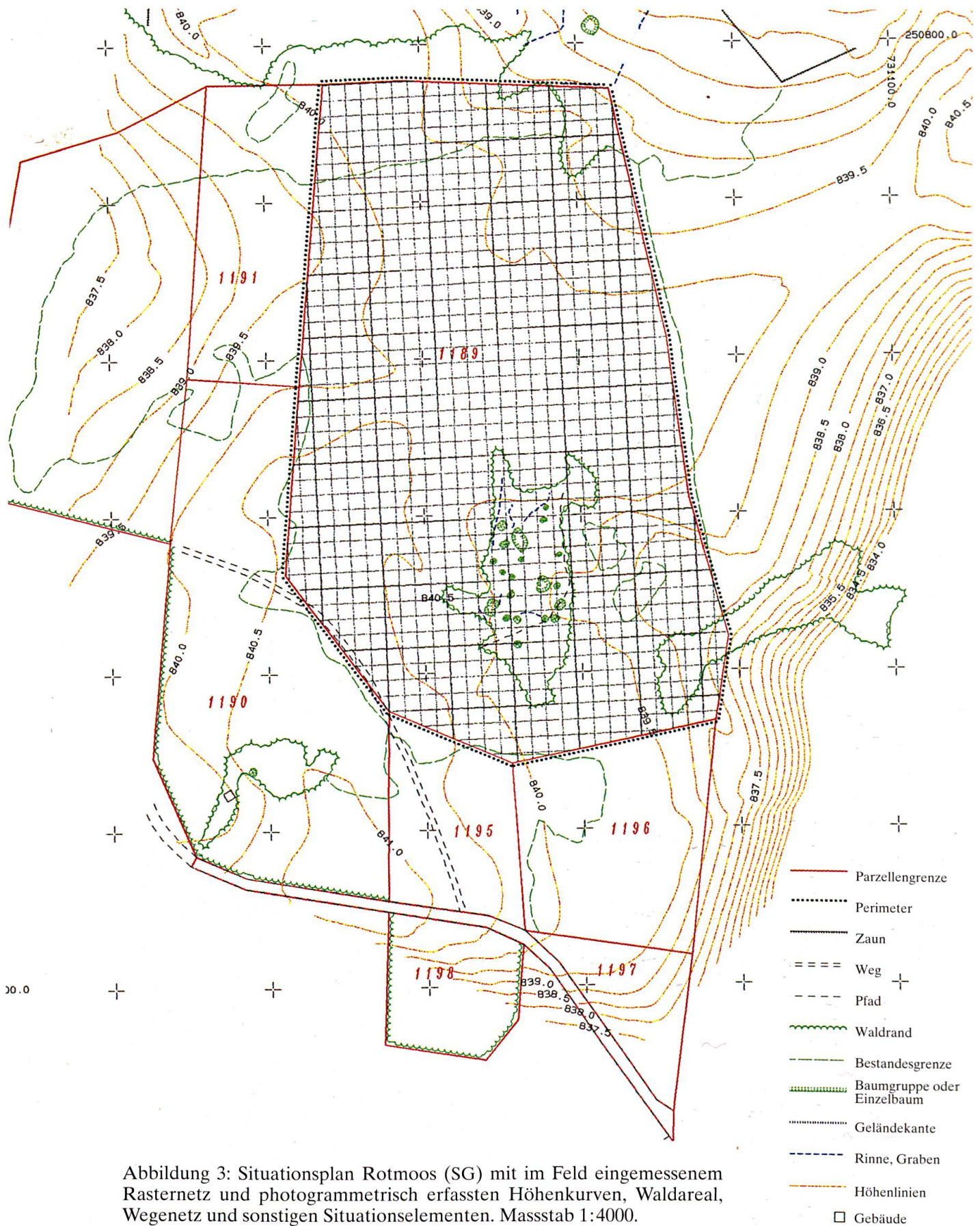


Abbildung 3: Situationsplan Rotmoos (SG) mit im Feld eingemessenem Rasternetz und photogrammetrisch erfassten Höhenkurven, Waldareal, Wegenetz und sonstigen Situationselementen. Massstab 1:4000.

klare Datendefinition und -organisation, um Kompatibilitäten mit schon bestehenden Daten zu ermöglichen. Erst dann ist der Einsatz eines GIS und von GIS-Datenbanken sinnvoll und rentabel. Neben einfachen aber doch wertvollen Flächenbilanzen ist die Verschneidung und Kombination von Datenebenen möglich. So kann die Verschneidung der Vegetationskarte mit dem Parzellenplan Flächenanteile verschiedener Pflanzengesellschaften pro Grundeigentümer ermitteln, die wiederum Grundlagen für die Berechnung ökologischer Ausgleichszahlungen sind (BOLLIGER & LICHTI 1996). Aber auch Angaben über gemeinsames Vorkommen einzelner Arten sind möglich, um synökologische Aussagen machen zu können. Die Vegetationskartierung vom Rotmoos beschränkte sich auf die Parzelle 1189 (2,4 ha) der Gemeinde Degersheim (Abbildung 1). Für ausgewählte Arten ergaben sich die Flächenanteile gemäss Tabelle 1.

Pflanzenart	Anzahl Flächen	Fläche in m ²
<i>Calluna vulgaris</i>	71	140
<i>Rubus fruticosus</i>	62	5419
<i>Vaccinium myrtillus</i>	303	10095
<i>Vaccinium uliginosum</i>	162	513
<i>Vaccinium vitis-idea</i>	97	74
<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	13	31
<i>Drosera rotundifolia</i>	2	31
<i>Molinia caerulea</i>	304	961
<i>Eriophorum vaginatum</i>	79	257
<i>Sphagnum spec.</i>	250	5222
<i>Gentiana asclepiadea</i>	21	12
<i>Succisa pratense</i>	8	23
<i>Leucobryum glaucum</i>	37	53
<i>Pyrola rotundifolia</i>	1	8
Untersuchungsgebiet (Parzelle 1189)	1	24040

Tabelle 1: Flächenanteil der Pflanzenarten im Untersuchungsgebiet Rotmoos, SG.

Dabei fallen insbesondere die Zwergsträucher (ca. 1,1 ha) und die Brombeere (0,54 ha) mit hohen Flächenanteilen auf. Bedeutend ist auch der hohe Sphagnum-Anteil (0,52 ha). Die anderen typischen Hochmoorarten konzentrieren sich auf eine kleine Lichtung und sind somit nur gering vertreten. Stark vertreten ist weiterhin das Pfeiffengras, welches als Degenerationszeiger ca. 0,1 ha einnimmt. Die Anzahl der Flächen gibt Auskunft über die Verbreitungsform der jeweiligen Pflanzenart. So ist ersichtlich, dass das Wintergrün nur an einem Ort vorkommt, während das Pfeiffengras durch sein Wachstum bedingt, horstweise, weit zerstreut und kleinflächig zu finden ist (siehe auch EGGER: Vegetationskartierung Rotmoos, in diesem Band).

5. Folgeaufnahmen/Monitoring

Konzepte und Programme für flächenhafte Folgeaufnahmen, Erfolgs- und Wirkungskontrollen im Moorschutz sind bis heute kaum realisiert, obwohl dies vom Gesetzgeber gefordert wird (LONGATTI 1994).

So müssen die Schutzziele nicht nur definiert werden, sondern es muss auch überprüft werden, ob sie tatsächlich erreicht werden. Der Schutz der Moore muss politisch und wissenschaftlich begründbar sein, was nur durch qualitative und quantitative Angaben möglich ist. So stellte KESSLER schon 1986 fest: <Gegen das schleichende Sterben der Natur fehlen uns im täglichen Abwehrkampf allerdings allzu oft Daten und Informationen von genügender Detailschärfe, um Gegenmassnahmen politisch wirksam durchzusetzen.> Gerade in der heutigen schwierigen wirtschaftlichen Situation ist dieser Anspruch schwer durchzusetzen, zumal die finanziellen Mittel für Naturschutzanliegen eher gekürzt als aufgestockt werden.

Wie schon in Kapitel 1 angesprochen, werden bei vielen Kartierverfahren Folgeaufnahmen und Fragen zum Monitoring

im Moorschutz kaum berücksichtigt. Der Einsatz von Fernerkundungsdaten, insbesondere der von Luftbildern, ist eine Möglichkeit, Langzeitbeobachtungen zu dokumentieren und kostengünstig durchzuführen. So stellen auch MARTI & STUTZ (1993) fest, dass bei sehr grossen Flächen eine Kombination zwischen Luftbildern und terrestrischen Vegetationskartierungen zur Arbeitersparnis beiträgt. Auf diese Weise können mit verhältnismässig geringem Aufwand Flächenveränderungen dokumentiert werden, die auch Angaben zur Qualität der einzelnen Flächen erlauben. Photogrammetrische Auswertungen liefern diesbezüglich geometrisch genaue Flächenangaben zu tatsächlichen Flächenveränderungen gegenüber Scheinveränderungen, die häufig aus der ungenügenden Genauigkeit der Felderhebungsmethode selbst resultieren können. Wie genau Veränderungen (qualitativer und quantitativer Art) festgestellt werden sollen, hängt schlussendlich von der Zielsetzung des Monitoringkonzeptes ab.

Flächenbilanzen von Moorgesellschaften, die über einen grösseren Zeitraum erstellt wurden, können wertvolle Informationen für zukünftige Planungsentscheide liefern. Schleichende und sich allmählich über einen längeren Zeitraum einstellende Entwicklungen sind analysier- und messbar. Die Ergebnisse dieser Analysen sind Grundlage für kommende Pflege- und Entwicklungspläne.

6. Ausblick

Der Einsatz von Luftbildern im Umwelt- und Naturschutzbereich wird aktiv vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) unterstützt. Dabei finden die Moorbiotope besondere Beachtung. Gerade im Hinblick auf den Dokumentcharakter kann das Luftbild eine sehr wichtige Datengrundlage ökologischer Erhebungen bilden. Retrospektive Analysen

mit Luftbildern sind genauso möglich wie zukünftige Auswertungen (SCHERRER et al. 1996). Die digitale Erfassung und Auswertung luftbildgestützter Kartierverfahren gewährleistet auch in Zukunft die Nutzung dieser Daten, auch wenn sich die Auswertetechniken ändern.

Literaturverzeichnis

- ALBERTZ, J. (1991): Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern: Eine Einführung in die Fernerkundung. – Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- BIERHALS, E. (1988): CIR-Luftbilder für die flächendeckende Biotopkartierung. – Inform. d. Natursch. Niedersachsen, Nr. 5, S. 77–105.
- BOLLIGER, P. & LICHTI, S. (1996): Luftbildauswertung und GIS-Einsatz im Moorschutz – Erfahrungen am Beispiel Schmeriker Allmeind. – In: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.): Handbuch Moorschutz in der Schweiz. Grundlagen. Ordner 1, Kap. 5.2.2.
- DIRSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. – Stuttgart, Ulmer, 683 S.
- Eidgenössisches Departement des Innern, BUWAL (Hrsg. 1990): Inventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung. – Entwurf zur Vernehmlassung, Bern, 79 S.
- Eidgenössisches Departement des Innern, BUWAL (Hrsg. 1991): Die Moorlandschaften der Schweiz. – Bern, 104 S.
- GAUTSCHI, H. & HÄGELI, M. (1997): Das Luftbildinformationssystem der Eidg. Vermessungsdirektion und der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. – In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 2/97.
- GRÜNIG, A., VETTERLI, L. & WILDI, O. (1986): Die Hoch- und Übergangsmoore der Schweiz – eine Inventarauswertung. – EAFV-Berichte 281., Birmensdorf, 62 S.
- HILDEBRANDT, G. (1996): Fernerkundung und Luftbildmessung für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie. – Wichmann Verlag.
- HUSS, J. (1984): Luftbildmessung und Fernerkundung in der Forstwirtschaft. – Wichmann, Karlsruhe, 406 S.

- KENNEWEG, H. (1996): Biotoptypenkartierung mit CIR-Luftbildern in den neuen Bundesländern. – In: AFZ/Der Wald, Luftbildanwendung in der Forstwirtschaft, 2/1996.
- KESSLER, E. (1986): Einführung. Dauerbeobachtungsflächen, Bericht über eine Fachtagung über Aussagekraft, Möglichkeiten und Grenzen von Dauerbeobachtungsflächen für die Naturschutzarbeit. – Basel, Schweiz. Bund für Naturschutz. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz 8: S. 7–10.
- KNAPP, R. (1980): Fern-Erkundung und Luftbildaufnahmen in der Vegetations-Kartierung. – Excerpta Bot. Sect. B. 20 (2): 97–124. Stuttgart, New York.
- KRAUSE, W. (1955): Pflanzensoziologische Luftbildauswertung. Angewandte Pflanzensoziologie 10. – Stolzenau/Weser, 57 S.
- LONGATTI, P. (1994): Moor-Monitoring. – Informationsblatt des Forschungsbereiches Landschaft, 20, Eidg. Forsch'anst. Wald, Schnee und Landschaft.
- MARTI, F. & STUTZ, H. (1993): Zur Erfolgskontrolle im Naturschutz. – Ber. Eidgenöss. Forschungsanst. Wald, Schnee Landsch., 336, 171 S.
- SCHERRER, H.U., GAUTSCHI, H. & HAUENSTEIN, P. (1990): Flächendeckende Waldzustandserfassung mit Infrarot-Luftbildern. – Schlussberichte Programm Sanasilva 1984–1987, Teilprogramm Nr. 3. Ber. Eidgenöss. Forschungsanst. Wald, Schnee Landsch. 318, 102 S.
- SCHERRER, H., WORTMANN, M., SCHMIDTKE, H., BAUMANN, TH. & GAUTSCHI, H. (1996): Luftbildgestützte Moorkartierung. – BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 50 S.
- TROLL, C. (1939): Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. – Zeitschr. der Gesellschaft für Erdkunde (1939), S. 241–298.
- TROLL, C. (1966): Luftbildforschung und landeskundliche Forschung. – Erdkundl. Wissen, Schriftenr. Forschung und Praxis, H. 12.
- URECH, M., SCHERRER, H., SCHAFFNER, R. & PETER, K. (1996): Erfahrungen mit der luftbildgestützten Vegetationskartierung im Kanton Bern. – In: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.): Handbuch Moorschutz in der Schweiz. Grundlagen. Ordner 1, Kap. 5.2.3.

