

# AUSWERTUNG VON RADARBILDERN MIT VISUELLEN METHODEN

J. Nithack

DFVLR, D-8031 Oberpfaffenhofen

## Zusammenfassung

Mit visuellen Methoden lassen sich aus X-Band-Radaraufnahmen gute geologisch-bodenkundliche Aussagen erzielen, wenn sich Boden- und Gesteinsunterschiede morphologisch ausprägen.

Landnutzungskartierungen sind problematisch aufgrund der Vieldeutigkeit von Grauton und Textur. Die Grünlandkartierung zeigt erst annehmbare Resultate, wenn Aufnahmen aus verschiedenen Jahreszeiten kombiniert werden.

Die Kartierbarkeit von Bodenfeuchteunterschieden hängt wesentlich von der Art des Bewuchses ab. Sie scheint bei Grasbedeckung am besten durchführbar zu sein.

## Abstract

Visual interpretation of x-band radar images shows good geologic-pedologic results if soil and rock differences are expressed by morphology.

Extraction of land use classes is difficult because of the ambiguity of greytone and texture. Grassland detection becomes only successful when multi-seasonal imagery is combined.

Mapping soil moisture differences depends very much on the kind of vegetation cover. It seems to be best in areas with grass vegetation.

## Résumé

L'interprétation visuelle des images de radar (X bande) obtient bons résultats géologique-pédologiques si les différences des sols et des roches sont exprimées par la morphologie.

La détection de l'utilisation du sol est problématique à cause des intensités et textures ambiguës. La détection des pâturages devient acceptable quand des images, prises en saison différentes, sont combinées.

La détection de l'humidité du sol dépend beaucoup de la végétation. Les résultats meilleurs sont obtenus en régions couvertes de l'herbe.

## Einleitung

Alle hier beschriebenen Ergebnisse sind unter dem Aspekt der technischen Gegebenheiten zu betrachten, die das DFVLR-eigene E-SLAR (Einfach Side Looking Airborne Radar) kennzeichnen. Das E-SLAR arbeitet mit 9,55 GHz und vertikaler Polarisierung. Eine detaillierte Beschreibung des Radarsystems gibt Schlude (1978) \*).

\*) SCHLUDE, F.: Ein Experimental-Radargerät zur Erdbeobachtung vom Flugzeug aus. - BuL, 46, 123-132, Karlsruhe (Wichmann) 1978

Die Daten werden in zehn Graustufen analog in Fernsehnorm aufgezeichnet. Da sie zur Auswertung von einem Fernsehschirm abphotographiert werden müssen, ergeben sich Informationsverlust und -verfälschung durch den photographischen Prozeß und durch die Notwendigkeit, ein Standbild zu erzeugen, das nur die Hälfte der Zeilen enthält.

Die interpretierten Aufnahmen wurden zwischen 1977 und 1979 in der Schweiz und in Deutschland erfliegen. Die Flughöhe betrug jeweils 1 000 m über Grund. Für die Untersuchungen an Oberflächen verschiedener Bedeckung wurden möglichst flache Geländeabschnitte gewählt.

### Morphologisch-geologische Interpretation

Gut geeignet sind Radaraufnahmen zur Kartierung morphologischer Gegebenheiten als Grundlage einer geologischen Interpretation. Voraussetzung dafür ist, daß relative Höhenunterschiede von mindestens 10 m auftreten. Dann ist das Radarbild durch helle (beleuchtete) und dunkle (im Schatten liegende) Flächen gekennzeichnet, die durch ihre Form auf das zugrunde liegende Relief schließen lassen. Bei Strukturen mit Längserstreckung ist es wesentlich, daß parallel dazu geflogen wird.

#### Das Rietholzbachtal (Schweiz)

Das Rietholzbachtal ist ein birnenförmiges Becken in Ost-West-Erstreckung mit Mittelgebirgscharakter in der Nordostschweiz (Nebental der Thur, Kanton St. Gallen). Die Radaraufnahme in Abb. 1 stammt von einem West-Ost-Flug.

Die großflächige Hell-Dunkelverteilung gibt den großräumigen strukturellen Aufbau des Gebietes wieder. Die Feingliederung der Grautöne der Talflanken lassen hangparallele Kanten und Knicks erkennen (Abb. 2). Die stufenartige Anordnung zeigt dem Geologen, daß hier eine Wechselfolge von harten und weichen Gesteinen vorliegt. Der Verlauf der Kanten deutet auf flache Lagerung hin.

In den Sattelbereichen deutet sich ein System geradliniger Erosionsrinnen an. Für den tektonischen Charakter dieser Strukturen sprechen die Anordnung und der Versatz des nördlichen Grenzkammes.

#### Das Gebiet zwischen Ammersee und Starnberger See

Abb. 3 ist zusammengesetzt aus 12 parallel geflogenen Radarbildstreifen. Ziel der Interpretation mußte zunächst einmal sein, Einheiten verschiedener Strukturierung gegen einander abzugrenzen. Das bedeutete in erster Linie, die einzelnen Strukturelemente - hier Höhenkämme - möglichst vollständig herauszuzeichnen (Abb. 4).

Nach Dichte, Ausrichtung und räumlicher Lage lassen sich drei stark strukturierte Einheiten trennen:

- (1) das Gebiet östlich von Weilheim
- (2) die Umrandung der Seen
- (3) die zentralen Höhenrücken zwischen den Seen.

Diesen drei Bereichen stehen die gleichförmig erscheinenden Einheitstypen gegenüber:

- (4) die Gebiete in Verlängerung der Seen
- (5) die Gebiete zwischen den beiden großen Seen
- (6) zwei kleinere Bereiche südlich des Ammersees (südwestlich Raisting und

zwischen Pähl und Wilzhofen).

Aus der Hell-Dunkelverteilung und den erkennbaren Kanten und aus den Strukturzusammenhängen läßt sich folgendes ableiten: die Seebecken mit ihren Ausläufern sind getrennt durch ein zentrales Hochgebiet; bei den Höhenzügen handelt es sich um Randmoränen, von denen die zentralen Hügelketten die ältesten sind.

Die Formanalyse der Grautonverteilung in der morphologischen Einheit 1 (Abb. 4) zeigt, daß es sich um eine straff parallel ausgerichtete Hügel-landschaft handelt, die in ihrer Art nur als Grundmoräne mit Drumlins gedeutet werden kann. Die Talungen zwischen den Hügeln im nördlichen Teil der Einheit sind vernäbt (dunkler Grauton).

Die Analyse von Grauton, Textur und Struktur eines Randmoränenbereiches südöstlich des Starnberger Sees (Abb. 4) ergibt eine Abfolge von Höhenrücken, die durch unterschiedliche Sedimentablagerungen gegliedert und randlich begleitet werden. Der Vergleich mit der geologischen Karte zeigt generell eine gute Übereinstimmung; grobklastische tertiäre Sedimente konnten jedoch nicht von den Moränen getrennt werden.

#### Grauton in Abhängigkeit von Oberfläche und Aspektwinkel

Sobald Grauton und Textur in die Radarbildinterpretation einbezogen werden, muß man sich Klarheit darüber verschaffen, welchen Einfluß Vegetation, Bodenverhältnisse und Aspektwinkel (plus Laufzeitdämpfung bei unkorrigierten Daten) auf das Signal haben. Das heißt u.a. die Frage beantworten, in wie weit verschiedene Vegetationsarten erkannt und getrennt werden können.

In Radaraufnahmen aus dem Münsterland vom August 1978 wurden die Mittelwerte der Grautonverteilungen von 34 Wiesenflächen, etwa 15 Rapsfeldern und 30 gepflügten Äckern bestimmt. Die Einzelmessungen wurden über 5°-Sektoren des Aspektwinkelbereiches zwischen 18° und 60° gemittelt (Abb. 5).

Es zeigt sich eine gute Trennung der Wiesen von den beiden anderen Feldarten. Abgeschwächt wird das Ergebnis allerdings dadurch, daß die Streubreite der Klassen nicht berücksichtigt wurde. Außerdem sind nur drei Klassen dargestellt; es ist zu erwarten, daß das Hinzufügen weiterer Klassen das verhältnismäßig eindeutige Bild der Abb. 5 verwischen würde.

Trotz der Einschränkungen entsprechen die Kurven für Rapsfeld und gepflügten Acker ungefähr den Erwartungen. Die Rapspflanzen überdeckten nicht überall vollständig den Boden, so daß bei steileren Aspektwinkeln der Bodensignanteil zunehmen mußte. So könnte die Annäherung der beiden Kurven in Abb. 5 mit zunehmendem Aspektwinkel gedeutet werden.

#### Kartierbarkeit von Grünland

Grünland ist wegen seiner weiten Verbreitung, wegen der meist geringen Wuchshöhe und wegen seiner Gleichförmigkeit über die Jahreszeiten besonders geeignet, unterschiedliche Bodenverhältnisse deutlich zu machen. Deshalb ist es wichtig, solche Flächen in Fernerkundungsaufnahmen zu erkennen.

Die Kartierung von Grünland (Radaraufnahmen aus dem Münsterland vom August 1978 und April 1979) unter Berücksichtigung des Einflusses von Aspektwinkel plus Laufzeitdämpfung ergab folgendes: Einfach-Befliegungen, unterschiedliche Aspektwinkel für dieselbe Fläche und gekreuzte Flugrichtungen führen zu einer 45% - 60% richtigen Identifizierung; die Kombination Sommer-Frühjahrsaufnahme verbessert das Ergebnis auf 75%. Diese Resultate wurden in Beziehung gesetzt zum Grünlandanteil an der Gesamtfläche. Die Kurven in Abb. 6

wurden aus diesen Werten und theoretischen Extremen konstruiert. Sie zeigen, daß die Gründlandkartierung erst bei einem Flächenanteil größer 30% und Mehrfachbefliegungen brauchbar wird.

#### Bodenfeuchtigkeit und Vegetation

Schon anlässlich der geologisch-morphologischen Interpretation wurde darauf hingewiesen, daß Grünland auf vernäßigem Untergrund dunklere Grautöne zeigt als die trocknere Umgebung. Wie sehr der Grauton von Naßgebieten von Vegetation, Aspektwinkel und Aufnahme-richtung abhängt zeigen die Untersuchungen der Gebiete nördlich und südlich des Ammersees (aufgenommen am 10.11.1977 von Osten und Westen, Abb. 3).

Deutlich wird der Unterschied der beiden Testgebiete in Abb. 7. Im Nordgebiet (20 Messungen) zeigen die Flächen einen deutlich höheren Grauwert (5) in den Aufnahmen aus Osten als in den Aufnahmen aus Westen (3) trotz z.T. gleicher Aspektwinkel. Im Südgebiet (14 Messungen) reicht in beiden Fällen das Aspektwinkelintervall von  $35^{\circ}$  bis  $65^{\circ}$ , die Graustufen der beiden Aufnahme-richtungen sind ähnlich. Beiden Gebieten gemeinsam ist, daß der Grauton mit steiler werdendem Aspektwinkel dunkler wird.

Alles deutet darauf hin, daß die Unterschiede vorallem auf die Vegetation zurückzuführen sind. Während die Oberfläche im Südgebiet statistisch gleichförmig ausgeprägt ist und somit aus allen Blickrichtungen ähnlich rückstreut, scheint das Nordgebiet eine gerichtete Oberflächenstruktur zu besitzen, die mehr Streuzentren nach Westen gerichtet hat. Im Gelände zeigt sich, daß das Nordgebiet hauptsächlich mit Riedgras und hohem Schilf bestanden ist, das durch Wind ausgerichtet wird, und daß im Süden Wiesen vorherrschen.

#### Folgerungen aus der visuellen Interpretation von Radarbildern

Während die X-Band-Radarbilder recht gut für geologisch-morphologische Erkundungszwecke geeignet sind, treten bei der Unterscheidung von Oberflächentypen und Bodenverhältnissen unter Vegetationsdecke erhebliche Schwierigkeiten auf.

Damit Untersuchungen wie die geschilderten erfolgreich durchgeführt werden können, müssen die Radardaten eichbar sein, damit jahreszeitliche Unterschiede und Umwelteinflüsse auf die Vegetation erkannt und voll für die Klassifizierung ausgenutzt werden können.

Die Daten müssen geometrisch korrigiert sein, damit multitemporale Aufnahmen zur Auswertung überlagert werden können und damit der Flächeninhalt einer Landnutzungs-kategorie festgestellt werden kann; denn Bedeckungsart und Ausdehnung ergeben erst die richtige Klassifikation.

Der Dynamikbereich des Radargerätes und die numerische Grauskala müssen so groß sein, daß einerseits alle Flächensignaturen erfaßt werden können und daß andererseits die Möglichkeit besteht, über die gesamte Streifenbreite auch geringe Unterschiede für die Oberflächencharakterisierung heranzuziehen.

Die Kartierbarkeit und eventuell Berechnung von Bodenfeuchte hängt weitgehend von der bedeckenden Vegetation ab. Sie wird daher, falls sie überhaupt möglich ist, ein Problem der Vegetationsidentifizierung. Die Unterstützung durch Daten von Multispektralscannern und/oder von anderen Mikrowellenfrequenzen ist dazu sicher notwendig.

Bei der Vielzahl der zu berücksichtigenden Parameter wird eine volle Ausschöpfung des Informationsgehaltes von Radaraufnahmen nur mit digitalen Daten und Verarbeitungsmethoden möglich sein.

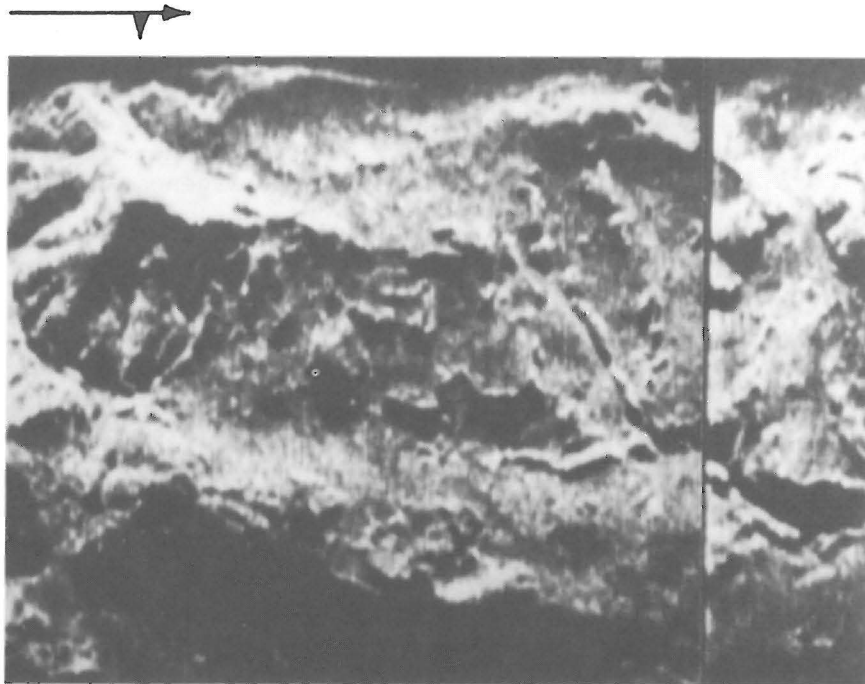


Abb. 1: E-SLAR-Aufnahme Rietholzbach (Schweiz), 10.8.1978  
Flughöhe 1.000 m über Grund + 150 m

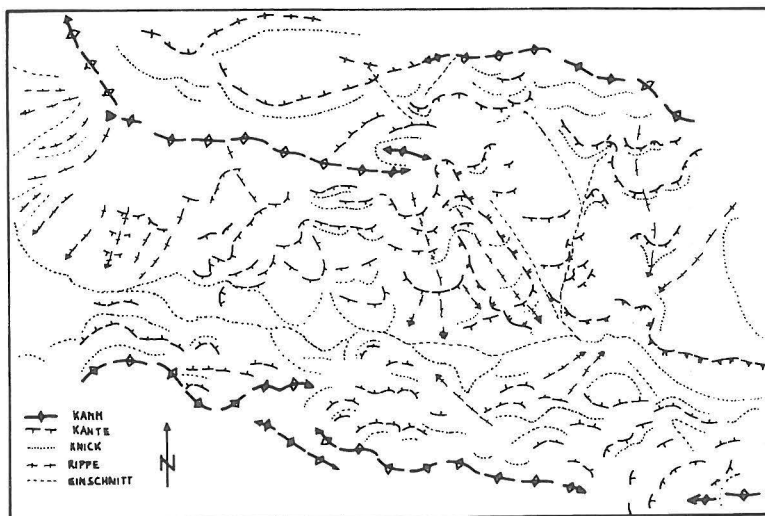


Abb. 2: Morphologische Interpretation zu Abb. 1

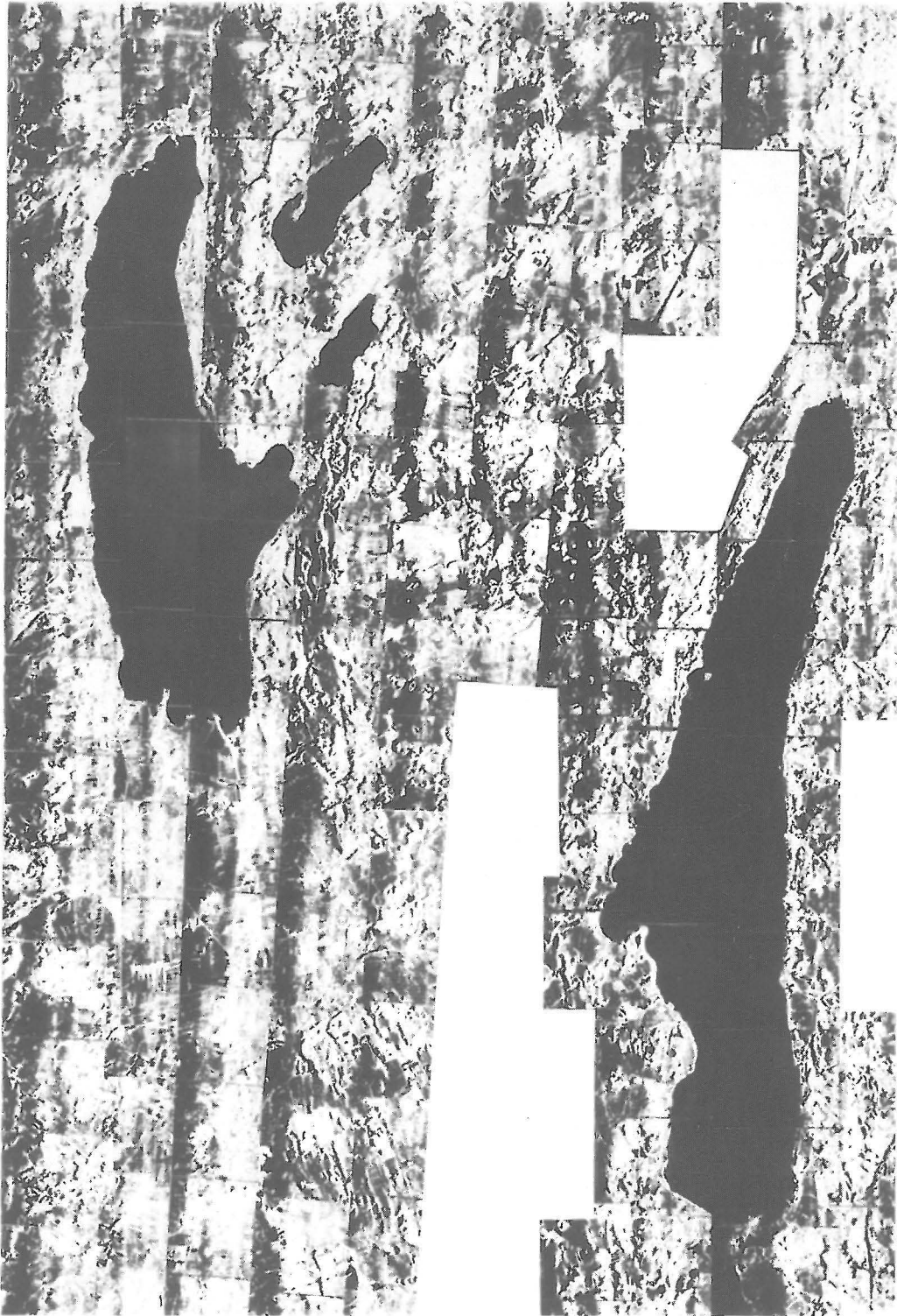


Abb. 3: E-SLAR-Bildmosaik Ammersee-Starnberger See (Oberbayern), 10.11.1977  
Flughöhe 1.000 m über Grund

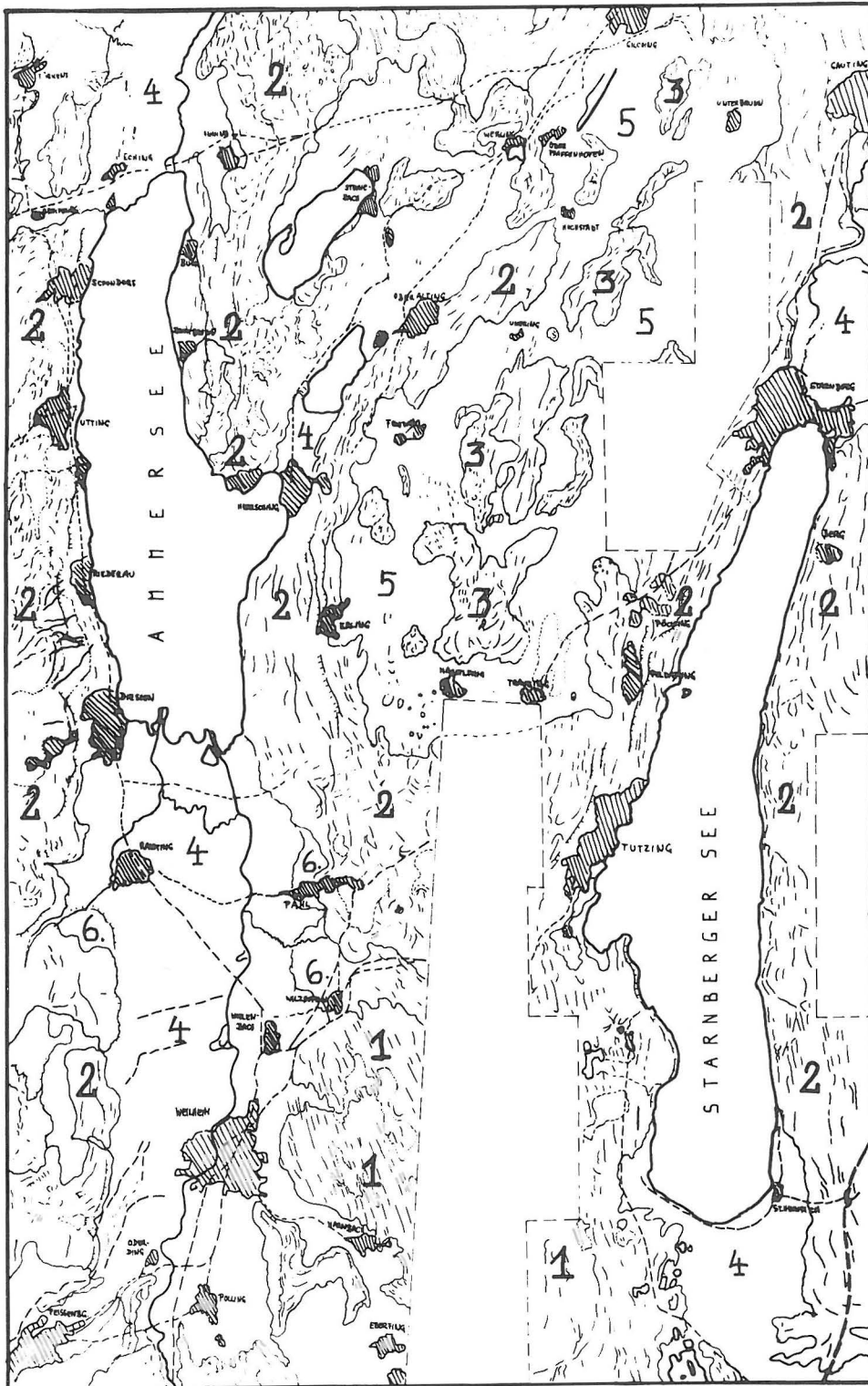


Abb. 4: Kartierung morphologischer Einheiten aus Abb. 3  
 Erläuterungen s. Text

MITTLERER GRAUWERT  
PRO 5°-SEKTOR

MÜNSTERLAND, 31.8.78

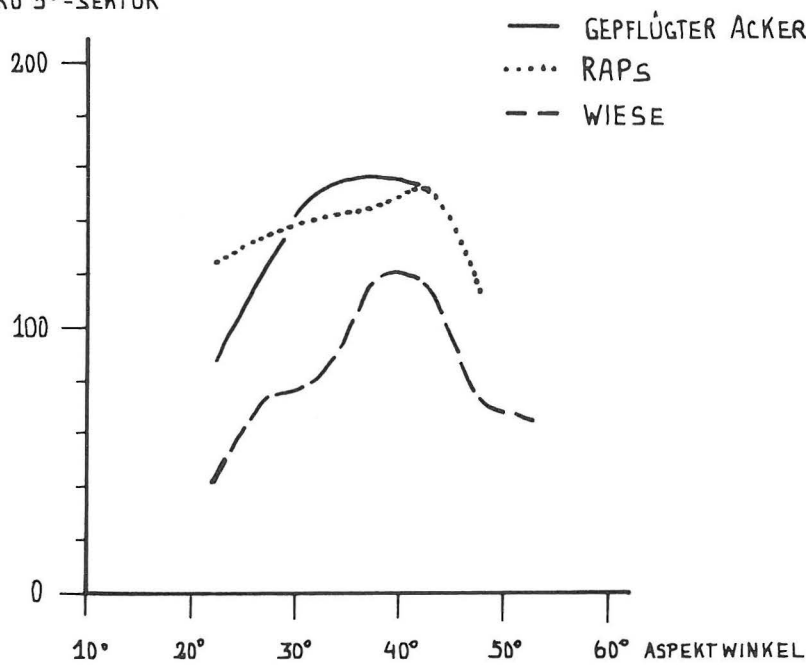


Abb. 5: Wiese, Rapsfeld, gepflügter Acker im E-SLAR-Bild

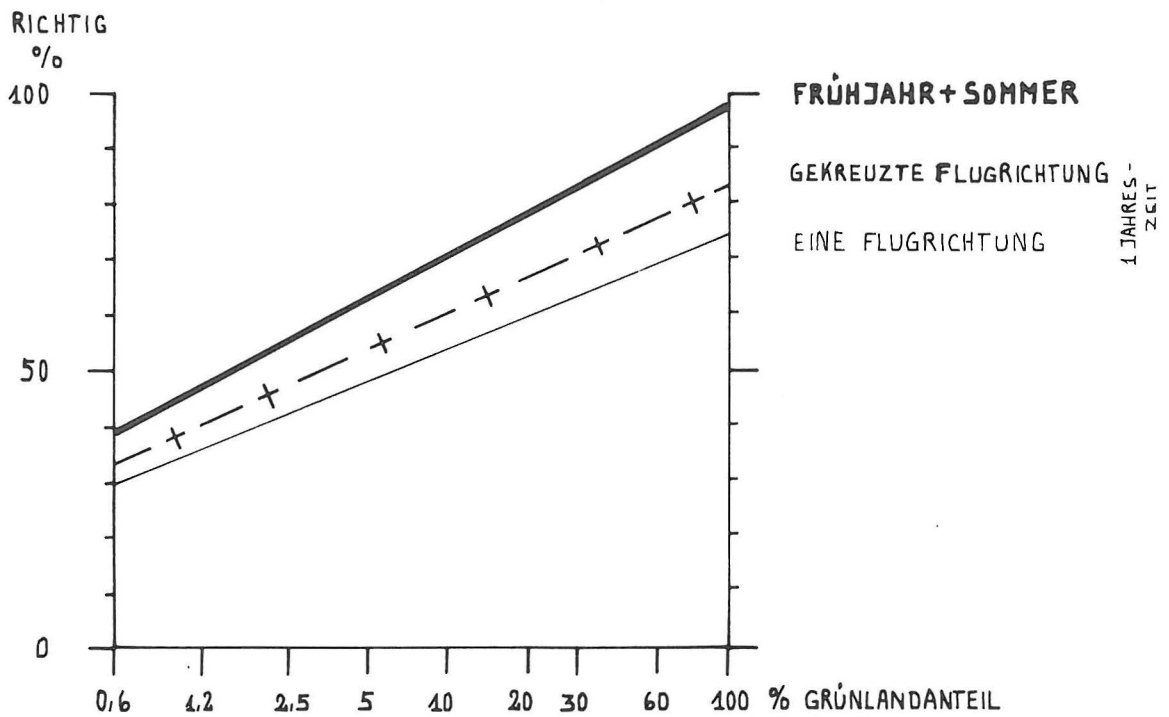


Abb. 6: Kartierbarkeit von Grünland im E-SLAR-Bild in Abhängigkeit vom Grünlandanteil



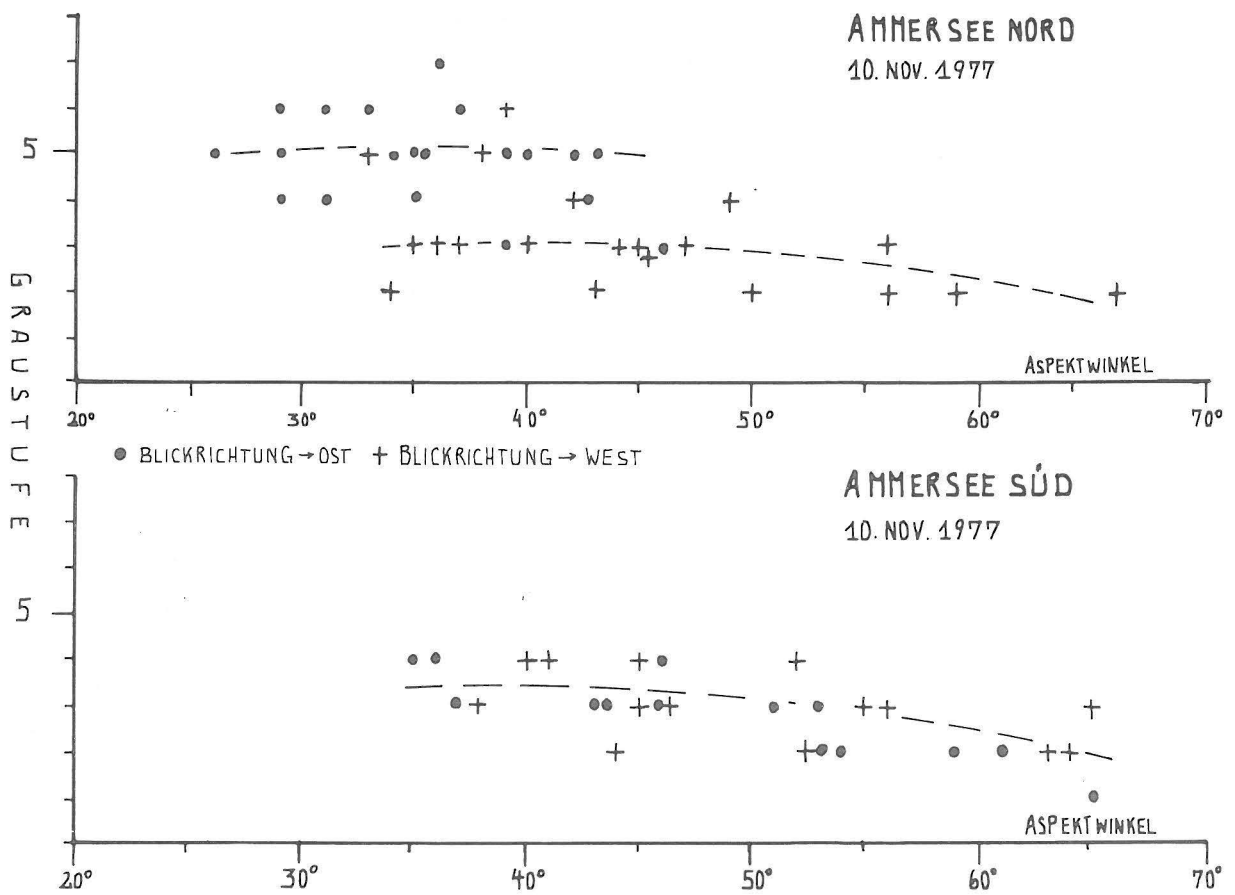


Abb. 7: Grauton von Feuchtgebieten in Abhängigkeit von Aspektwinkel und Blickrichtung

14TH CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY  
OF PHOTOGRAMMETRY.

HAMBURG .. 1980

COMMISSION VII.

WG 3.

Presented paper.

Desmond O'Connor and Graeme Wright,  
Murdoch University,  
Western Australia.

ABSTRACT

Environmental Protection Procedures require inventories of ecological systems, often in remote areas where costs of conventional multispectral photography and ground studies are prohibitive, particularly in the early stages. This paper recounts experiences with 35 mm oblique photography taken from low altitudes using infra-red and colour film. The results apply to arid zones, about which little appears to be known. For vegetation inventories factors considered are season of the year, flight altitude and orientation with respect to the sun. Ground and film spectroradiometric measurements confirm the efficacy of infra-red film for arid zone vegetation.