

# Schweizerische Landnutzungskarten

Hans Boesch und Kurt Brassel

Die Geographische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft erteilte dem Geographischen Institut der Universität Zürich den Auftrag, jene Fragen zu prüfen, welche sich im Zusammenhang mit der Erstellung von Landnutzungskarten in der Schweiz ergeben. Das Institut entledigte sich dieser Aufgabe mit eigenen Mitteln und im Rahmen seiner eigenen Untersuchungen<sup>1</sup>. Die Kosten von zwei technischen Sitzungen am 12. 5. 1973 und 2. 6. 1973<sup>2</sup>, zu denen Experten aus Verwaltung und Wirtschaft eingeladen wurden, und einen Beitrag zum Druck dieses Berichtes übernahm die Gg-Kommission. Der folgende Bericht behandelt in zwei Abschnitten allgemeine und spezielle Fragen einer schweizerischen Landnutzungskarte, ohne indessen konkrete Vorschläge zu deren Realisierung zu machen; er besitzt damit vorläufigen und informativen Charakter.

H. Boesch leitet seit 1966 die World Land Use Survey Commission der International Geographical Union, an deren Arbeiten er seit 1949 teilnimmt. Dies gab die Möglichkeit, in globalem Rahmen Vergleiche anzustellen und von anderwärts gemachten Erfahrungen zu profitieren (vgl. Boesch 1950, 1968, 1970). K. Brassel befaßte sich in verschiedenen Arbeiten mit Fragen, die in direkter Beziehung zu dem erwähnten Auftrag stehen (Brassel 1969, 1971, 1973). Er hat die verschiedenen Versuche durchgeführt und den Detailbericht ausgearbeitet<sup>3</sup>.

## I. Allgemeine Überlegungen (H. Boesch)

Nicht immer wird unter Land- oder Bodennutzung dasselbe verstanden. Nicht selten wird dieser Begriff nur mit Bezug auf die landwirtschaftliche Nutzung gebraucht. Immer häufiger werden aber auch die städtische Nutzung, der Tourismus usw. miteinbezogen. In tabellarischer Form sind einige Beispiele aufgeführt, welche das Gesagte belegen (Tab. 1). In diesem Bericht wird «Landnutzung» im erweiterten Sinne gebraucht.

Grundsätzlich ist immer zwischen Datenerfassung, -speicherung und Auswertung plus Wiedergabe als letztem Schritt zu unterscheiden. Voraussetzung ist in allen Fällen eine Kategorisierung in Merkmale

und Merkmalgruppen, weil nur mit deren Hilfe die Wirklichkeit erfaßt werden kann (Boesch 1970). Dies gilt auch für den einfachsten und üblichen Fall der Erstellung einer Landnutzungskarte, wo in einem Arbeitsgang der Ersteller der Karte die Wirklichkeit mit Hilfe dieser Kategorien erfaßt und direkt auf einer topographischen Karte die so erhaltene Information in einer Form speichert, die jedermann zu lesen vermag.

Abgesehen von dem noch eingehender zu besprechenden Informationsraster ist die Information über Landnutzung in unserem Lande meist nach statistischen Einheiten, deren kleinste in der Regel die Gemeinden und Stadtquartiere sind, tabellarisch gespeichert. Dies bedingt den völligen Verlust aller Information über die absolute und relative Lage innerhalb dieser Einheiten – ein Verlust, der auch durch den Bezug einer topographischen Karte nur unbefriedigend wieder gutgemacht werden kann. Außer diesem wichtigsten gibt es noch andere Gründe, die es unmöglich machen, Arealstatistik, Betriebsstatistik oder Produktionskataster als Grundlage für eine allgemeine Landnutzungskarte der Schweiz zu wählen. Die Schweiz besitzt zurzeit keine nationale Landnutzungskarte, da die Kulturlandkarte der Schweiz vergriffen – und zudem veraltet – ist.

Karten der Landnutzung besitzen dank ihres großen Informationsvermögens vor allem dort eine große Bedeutung, wo lokale Belange zentral entschieden werden müssen. Verlangt werden in solchen Fällen große Maßstäbe (1 : 5000 bis 1 : 25 000). Unter schweizerischen Verhältnissen spielen Karten dieser Maßstabgruppe eher eine Rolle als technische Grundlagen bei der detaillierten Ortsplanung und in ländlichen Meliorationsgebieten. Karten kleinen Maßstabs – in 1 : 300 000 kann die Schweiz auf einem Blatt, in 1 : 200 000 beispielsweise auf vier Blättern abgebildet werden – gestatten die rasche visuelle Erfassung der großen Zusammenhänge. Ihr Wert für Schulen und Amtsstellen ist unbestritten. Die Bedeutung als kulturhistorisches Dokument ist zu beachten.

Karten kleinen Maßstabes werden meistens durch einen Generalisierungsprozeß aus Karten großen Maßstabes gewonnen. Dabei ist nicht nur an die Generalisierung der Flächen-, Linien- und Punktelemente, sondern auch an jene der Kategorien zu denken. Weil der umgekehrte Prozeß nicht mög-

Tabelle 1 Vergleichstabelle verschiedener Landnutzungslegenden (Aufnahmekategorien)

1. Land Utilisation Survey of Britain, 1 : 63 360 (L. D. Stamp, 1935)
2. World Land Use Survey Commission IGU, Kategorien für 1 : 1 000 000, Übersicht
3. Carta dell'Utilizzazione del Suolo d'Italia, 1 : 200 000
4. ORL-Informationsraster und Arealstatistik 1972, in: ORL-DISP. Nr. 24, 1972
5. US Geol. Survey. Classification Level I, Satellitenaufnahmen ohne weitere Information

NB. Die japanische Landnutzungskarte 1 : 50 000 besitzt 38 Hauptkategorien und viele Zusatzinformationen

1	2	3	4	5
forest and woodland	settlements and associated non-agricultural lands	insediamenti e superficie non agricole che ne dipendono	Öd- und Unland	Urban and Built-up Land
meadowland and permanent grass	horticulture	orticoltura	Fluß	Agricultural Land
arable land <sup>1</sup>	tree and other perennial crops	seminativi <sup>1</sup>	See	Rangeland
heathland, moorland, commons and rough pasture	cropland: (a) continual and rotation cropping (b) land rotation improved permanent pasture	praterie permanenti migliorate	Wald	Forest Land
gardens, allotments, orchards, and nurseries	unimproved grazing land	pascoli naturali	Weide	Water
land agriculturally unproductive	woodlands (6 categories)	terre boschive	Rebbau	Nonforested Wetland
	swamps and marshes	terreni a stagni e a paludi	Obst- und Ackerbau	Barren Land
	unproductive land	terreni improduttivi	Bebautes Gebiet	Tundra
			niedere Bebauungsdichte	Permanent Snow and Icefields
			mittlere Bebauungsdichte	
			hohe Bebauungsdichte	
			Verkehrsanlagen	
			Industriezonen	

<sup>1</sup> unterteilt in (a) Dauer- und Fruchtwechsellanbau, (b) Landwechsellanbau (land rotation)

<sup>2</sup> Im Classification Level II, der außer Satellitenaufnahmen auch Flugaufnahmen aus großer Höhe und die topographische Karte benutzt, werden 34 Kategorien unterschieden und eine Genauigkeit von 85 bis 90% als erreicht angegeben

lich ist, muß man von allem Anfang an den beiden gekoppelten Bedingungen Maßstab und Detaillierungsgrad große Beachtung schenken und den im Hinblick auf die spätere Verwendung zweckmäßigsten Entscheid treffen.

Der seit 1968 im Auftrag des Schweizerischen Volkswirtschaftsdepartementes durch das ORL-Institut der ETHZ geschaffene Informationsraster stellt eine völlig neue Basis für die Schaffung einer Landnutzungskarte der Schweiz dar (ORL 1969, 1970). In diesem Informationsraster von 100 m Maschenweite wird alle Information lagerichtig auf das schweizerische Koordinatennetz bezogen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Information, die jedem Maschenpunkt im Hektarraster – also rund 4,1 Millionen Bezugspunkten für die ganze Schweiz – zugeordnet werden kann, solcher, die sinnvoll nur einer Gemeindefläche zugeschrieben werden kann, und schließlich Linieninformationen. Die Bodennutzung gehört zur ersten Gruppe mit Ausnahme einzelner zusätzlicher Informationen, die zur zweiten Gruppe zu rechnen sind. In einer ersten, heute abgeschlossenen Arbeitsphase wurde vom ORL-Institut die schon in der Landeskarte enthaltene Information über Bodennutzung in kodierter Form im Datenraster gespeichert (ORL 1972, S. 31–37). Dies bedeutet zwar keine Informationsvermehrung, sondern nur eine Transferierung von einem Speicher in einen andern. Da gleichzeitig auch der Inhalt der Landeskarte interpretiert wurde (beispielsweise durch die Unterscheidung von Gebieten mit verschiedener Gebäudedichte), wird diese Arbeit im Informationsraster gegenüber der Landeskarte als Mehrwert erscheinen. Der wichtigste Vorteil ist jedoch darin zu erblicken, daß die Information im Informationsraster in einer Form vorliegt, welche von der EDV bewältigt werden kann.

In dieser allgemeinen Übersicht interessieren uns die Probleme der Datenspeicherung nicht. Sie stellt sich als selbständige Gruppe zwischen Datenerfassung und Datenverarbeitung dar und teilt damit den eingangs beschriebenen Vorgang der traditionellen Feldkartierung in drei Arbeitsphasen auf, die heute jede für sich von Spezialisten bearbeitet werden. Im speziellen Teil wird auf einige im Zusammenhang mit der uns gestellten Aufgabe relevante Einzelfragen eingegangen werden.

Der nationale Informationsraster mit der Maschenweite von 100 m als allgemeine Informationsquelle muß heute als gegeben angenommen werden. Es ist ebenfalls anzunehmen, daß jene Daten, welche für eine Landnutzungskarte benötigt werden, für die schweizerische Raumplanung im allgemeinen so wichtig sind, daß solche Daten in großer Zahl schon in naher Zukunft in dieser Form gespeichert werden. Sicher ist die erwähnte Transferierung von Landeskarten-Information nur als ein erster experimenteller Schritt des ORL-Institutes anzusehen.

Luftbildinterpretation in Verbindung mit der periodischen Überfliegung des Landes durch die Eidg. Landestopographie, zusätzliche Feldaufnahmen, rasterbezogene Fragebogen – wie dies für viele Gebiete schon anlässlich der Volkszählung 1970 geschah – sind unter anderem Sektoren, auf welchen geforscht, aufgeklärt und die Datenerfassung im Hinblick auf die zukünftigen Bedürfnisse koordiniert werden muß (vgl. Gassner 1972, ORL 1970/b S. 40–44, Trachsler 1973, US Geol. Survey 1972).

Wir neigen eher der Ansicht zu, daß das für Landnutzungskarten benötigte Datenmaterial auf den angedeuteten mannigfachen Kanälen dem Speicher zufließen wird, als daß durch eine eigene Organisation eine für diesen Zweck gesonderte Datenerfassung – die freilich auch anderen Zielen dienen könnte – erfolgen wird. Ob das eine oder andere geschieht, ist für die Frage der Kategorisierung von höchster Wichtigkeit. In dem von uns als wahrscheinlicher angenommenen Fall ergibt sich die Kategorisierung aufgrund des gespeicherten Materials, im anderen Fall muß als erstes an die Aufstellung der Kategorien gedacht werden.

Sofern sich unsere eben geäußerte Auffassung als richtig erweist, darf auch damit gerechnet werden, daß noch einige Zeit verstreichen wird, bis der Speicher genügend angefüllt ist, um an die Erstellung von Landnutzungskarten zu denken. Diese Zeit sollte genutzt werden, um einige heute erst unbefriedigend oder gar nicht untersuchte Fragen zu klären.

Eine derselben betrifft die Genauigkeit, welche auf der Grundlage der Rasterinformation gewonnene Aussagen besitzen. Wenn sich das ORL-Institut bei solchen Genauigkeitsuntersuchungen auf die Arealstatistik stützt, darf nicht übersehen werden, daß diese wahrscheinlich kaum den wahren Wert repräsentiert (ORL 1972, S. 38–45). Eine andere Frage hat mit der Differenzierung der Genauigkeit nach Sachverhalten zu tun. So haben beispielsweise erste Abklärungen ergeben, daß der 100-m-Raster voraussichtlich für die meisten Kategorien der Arealstatistik Toleranzen einhält, die akzeptabel sind, während dies für sozialgeographische Belange in städtischen Gebieten nicht gilt; hier ist das Raster sieb zu grob.

Ein anderes Problem, welches noch genauer Abklärung bedarf, bezieht sich darauf, ob der Befund am Rasterpunkt oder jener in der diesem zuzuschreibenden Rasterfläche als Information notiert werden soll. Es ist offensichtlich, daß beispielsweise der Straßenanteil an der Nutzfläche je nachdem recht verschieden ausfallen kann. Wir vermuten, daß je nach Kategorien verschieden verfahren werden muß. Die entsprechenden Instruktionen sollten sich jedoch auf sorgfältige Teststudien stützen können, die heute noch fehlen.

Wenn wir uns auf die rasterbezogenen Daten beschränken, ist ein wesentlicher Vorteil des neuen Verfahrens darin zu sehen, daß praktisch beliebig viele Merkmalgruppen an einem Rasterpunkt gespeichert werden können und daß die Verarbeitung dieser Daten in verschiedenster Richtung mit Hilfe der EDV erfolgen kann. Die investierten Kosten können deshalb in keinem Falle nur mit Bezug auf ein Endprodukt, beispielsweise Landnutzungskarten, gesehen werden.

Dies ist nicht der Ort, um die verschiedenen Möglichkeiten der Datenverarbeitung auch nur zu erwähnen. Wir konzentrieren uns auf einige Aspekte der Erstellung von Landnutzungskarten, wobei wir auf den eingangs gemachten Unterschied der groß- und der kleinmaßstäbigen Karten zurückkommen. Technische Details, die in den letzten Jahren im Rahmen der Institutsarbeiten eine besondere Aufmerksamkeit erhielten, und Spezialarbeiten werden im speziellen Teil besprochen werden.

Die Dichte des Informationsrasters genügt im Falle der Schweiz, damit beim Ausdrucken der gespeicherten Information durch einen Printer und nach erfolgter Reduktion auf den Maßstab 1 : 200 000 oder 1 : 300 000 das Rastermuster verschwindet und der Eindruck einer Flächenfarbe erreicht wird. Das automatisierte Verfahren gestattet, im gleichen Arbeitsgang die Farbseparierung auszuführen und damit den Reproduktionsprozeß bedeutend zu vereinfachen und zu verbilligen. An sich könnte auf der Grundlage des im Informationsraster heute schon gespeicherten Materials eine Landnutzungskarte der Schweiz ebensogut wie die tabellarische Arealstatistik 1972 hergestellt werden; aus den früher erwähnten Gründen scheint uns der Informationsgehalt des vorhandenen Materials dafür aber zu klein.

Eine solche Übersichtskarte sollte neben der dem Datenspeicher automatisiert entnommenen Information über die Landnutzung eine nach traditionellem Verfahren hergestellte Bezugsunterlage besitzen.

Dies gilt in noch höherem Maße für Landnutzungskarten in großem Maßstab. Hier würde die Information beispielsweise einem Graudruck 1 : 25 000 der LK durch den Printer aufgedruckt, wobei jede Information als Signatur erscheint und von allem Anfang an auf eine flächenhafte Wirkung verzichtet wird (vgl. Beilage 1). Es handelt sich hier nicht mehr um allgemeinverständliche und leicht lesbare Übersichtskarten, sondern um Arbeitskarten, auf denen die im Speicher vorhandene Information einem Regionalplaner kartographisch zur Verfügung gestellt wird. Es liegt am Planer, diese Information sorgfältig zu lesen, zu interpretieren und anschließend durch eigene Aufnahmen zu ergänzen. Solche Arbeitskarten würden wahrscheinlich auch nicht wie die zuerst erwähnten Karten in

größerer Auflage gedruckt, sondern als Einzelanfertigung dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Auch dafür eignet sich der Printer ausgezeichnet.

Wenn auch noch viele Einzelfragen offen sind, würde an sich schon heute die Möglichkeit bestehen, eine Landnutzungskarte in kurzer Zeit zu realisieren. Ihre Nachteile wurden erwähnt, und ohne zwingenden Grund würden wir es vorziehen, zuzuwarten, bis eine solche Karte auf besseren Grundlagen als heute aufgebaut werden kann. Wann dies möglich sein wird, hängt wesentlich davon ab, wie auf Bundesebene der Informationsraster und dessen Belieferung organisiert wird und in welchem Maße die einzelnen Amtsstellen ihre bisherigen Methoden der Datenerfassung den neuen Verhältnissen anpassen können.

## II. Detaillierter Bericht (K. Brassel)

### 1. Grundsätzliche Überlegungen

Die vorliegende Studie war von allem Anfang an darauf angelegt, die Möglichkeiten zur Erstellung einer Landnutzungskarte der Schweiz mit Hilfe moderner Methoden abzuklären. Diesem neuen Grundkonzept liegt – wie dies im allgemeinen Teil angedeutet wurde – eine vielseitig verwendbare Datenbank zugrunde, die in elektronischen Datenspeichern untergebracht ist. Die Wahl dieser neuen Mittel wirkt sich aber nicht nur im technischen Bereich aus, sondern sie wirft auch grundsätzliche Fragen auf. Zu Beginn seien hier zwei Problemkreise speziell herausgegriffen.

Auf die Dreistufigkeit – Datenaufnahme, Speicherung, Datenausgabe – ist bereits hingewiesen worden. Aus technischer Sicht stellt sich sofort die Frage, wie nun diese Daten erfaßt werden sollen. Für raumbezogene Daten kommt eine Erfassung

- im Scan-Modus (scan-mode) oder
- im Linien-Modus (line mode)

in Frage. Im Scan-Modus beziehen sich die bearbeiteten Daten auf reguläre Einheitsflächen (meist Quadrate) bzw. regulär angeordnete Stichprobepunkte, während im zweiten Fall die geographische Lokalisierung durch Abspeichern von Koordinaten erfolgt: Punktförmige Landschaftselemente können mit einem Koordinatenpaar lokalisiert werden, bei linearen und flächenhaften Landschaftselementen werden Linienverlauf bzw. Umrißlinien durch eine Vielzahl charakteristischer Punkte festgehalten. Die Wahl des Erfassungsmodus (also der grundlegenden Datenstruktur) hängt von verschiedenen

Faktoren ab und muß für die Datenaufnahme, die Speicherung und die Datenausgabe je gesondert getroffen werden. Für die Bearbeitung von linearen und punktförmigen Phänomenen ist in der Regel der Linienmodus von Vorteil, da die zu registrierenden Positionen genau festgehalten werden können. Im Scan-Modus ist mit der Diskretisierung in Rasterzellen immer ein Informationsverlust verbunden. Durch Verfeinern des Maschennetzes kann die Genauigkeit erhöht werden, doch dadurch wächst die Zellenzahl und somit der Speicherbedarf rasch an. Der Scan-Modus eignet sich in der Regel also nur für die Erfassung flächenhafter Erscheinungen, und die Frage der Rasterweite ist in jedem Falle genau abzuklären. Der Rasterzellen-Modus ist besonders in jenen Fällen angebracht, in denen der Anteil der Zellen bzw. Punkte mit signifikanter Information am Total aller gespeicherten Punkte groß ist. Bei einer Landnutzungserfassung bedeutet dies zum Beispiel, daß ein kleinparzelliertes Nutzungsmuster (klein relativ zur Maschenweite) im Scan-Modus, Gebiete mit Parzellen, die je eine große Zahl von Einheitsflächen bedecken, besser durch Abspeichern der Umrißlinien festgehalten werden. Da man vorerst räumliche Daten vielfach aus bestehenden Karten entnommen hat, lag es nahe, die dort enthaltene Information möglichst zu bewahren und also die Konturlinien abzuspeichern. Ganz generell wird für rein kartographische Zwecke («kartographische Datenbanken»), wo es auf exakte Linien- und Grenzverläufe ankommt, der Linienmodus, für geographische und statistische Datenanalysen das Raster-System bevorzugt («geographische Informationssysteme»).

Für die Erstellung einer schweizerischen Landnutzungskarte scheint uns die rasterweise Erfassung verschiedene Vorteile aufzuweisen: Es ist sehr aufwendig, bei der Datenerhebung die genauen Nutzungsgrenzen aufzunehmen. Wenn wir von der Erstellung von Nutzungsplänen in großen Maßstäben absehen, ist dies auch nicht notwendig. Vielmehr genügt es, die Nutzung einer rasterbezogenen Einheitsfläche (bzw. an einem Maschenpunkt des Rasternetzes) zu registrieren und abzuspeichern. Bei der Wahl einer geeigneten Maschenweite wird es mit diesen Daten möglich sein, sowohl graphische Darstellungen als auch Statistiken zu erstellen.

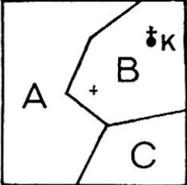
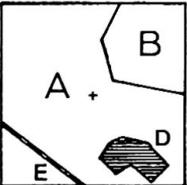
Wir schlagen nun für die Erstellung einer schweizerischen Landnutzungskarte eine Maschenweite von 100 m vor. Einerseits kann dazu das bestehende ORL-Informationsraster verwendet werden, andererseits ist der Hektarraster für die graphische Gestaltung der schweizerischen Nutzung gut geeignet (s. Kap. 4).

Die Wahl des Rasterzellen-Modus eröffnet neue Möglichkeiten, welche die Diskussion einer grundlegenden Frage aufdrängen: Der Begriff «Land-

nutzung» will nicht die Oberflächenbedeckung beschreiben, sondern vielmehr die menschliche Aktivität, die diese Bodenbedeckung bestimmt und benutzt. Bei dieser Aktivität handelt es sich um ein vielschichtiges Phänomen, das man in traditionellen Landnutzungskarten in einer Art Synthese zusammenzufassen versucht hat. Dabei war man aus technischen Gründen gezwungen, die verschiedenen Aspekte der Landnutzung auf eine einzige Ebene zu projizieren und jeder Lokalität genau einen Nutzungstyp zuzuweisen (inkl. «ungenutzt» und Mischtypen).

Der Tatsache einer Mehrfachnutzung konnte nur in seltenen Fällen Rechnung getragen werden. Die Wahl von rasterbezogenen Informationssystemen erlaubt es nun, diesen Mangel zu beheben. So wäre es sinnvoll, die verschiedenen Nutzungsebenen (z.B. agrarische und touristische Nutzung) zu trennen und separat zu speichern. Zur Erläuterung führen wir hier zwei kleine Beispiele an: Beim Nutzungstyp «See» handelt es sich eigentlich nicht um einen Nutzungsbegriff; die Bezeichnung sollte vielmehr «Fischfang», «Bewässerung», «Elektrizitätsgewinnung», «Verkehrslage», «Trinkwasserversorgung» usw. heißen. Untergliederungen des Waldes z.B. in Nadel- und Laubwald sind vegetationskundliche Differenzierungen und aus der Sicht der Nutzung unter Umständen belanglos. – Mit diesen Feststellungen möchten wir nun nicht behaupten, daß an der Praxis orientierte, synthetische Nutzungskarten keine Existenzberechtigung besitzen. Vielmehr geht es uns darum, auf die Problematik der traditionellen Nutzungserfassung aufmerksam zu machen, um zu verhindern, daß man sich bei der Erhebung rasterbezogener Informationen unnötig einschränkt. Ein nachträgliches Zusammenfassen der Information ist im Gegensatz zu einer Diversifizierung immer möglich. Differenziert gespeicherte Information erlaubt aber eine vielseitige und flexible Verwendung. Eng an das besprochene Problem lehnt sich die Frage an, ob Daten, die nicht direkt die Nutzung wiedergeben, mit dieser aber in engem Zusammenhang stehen, ebenfalls zu kartieren seien (z. B. potentielle Nutzung). Das vorgeschlagene System erlaubt es eventuell mit geringem Aufwand, durch Kombination mit anderen abgespeicherten Merkmalen (z. B. Bodenqualität, Boden-neigung, Exposition, Distanz zu Zentren) auf rechnerischem Wege solche Eigenschaften für die einzelnen Einheitsflächen zu ermitteln und diese Werte graphisch umzusetzen. Nach diesen grundsätzlichen Überlegungen beschränken wir uns im folgenden auf die technischen Fragen, die sich bei Verwendung des Hektarrasters (Informationsraster ORL) für die Erstellung von Schweizer Landnutzungskarten stellen. Im wesentlichen reduziert sich dann unsere Fragestellung auf folgende drei Problemkreise:

Figur 1 Rasterbezogene Codierung von Landnutzungsinformation

Einheitsfläche	Beschreibung	Abspeicherung				zusätzliche Merkmale (flächenhaft/Lin./Pt.)	
		Mehrheitsprinzip (1 Merkmal)	Punktprinzip (1 Merkmal)	je 4 Merkmale	Anzahl	Merkmale	
	Wiesland 50% (A) Siedlung 30% (B) Ackerland 20% (C) Kirche (K)	A	B	AABC	1	K	
	Wiesland 75% (A) Siedlung 20% (B) See 5% (D) Eisenbahn (E)	A	A	AAAB	2	DE	

- Aufnahme rasterbezogener Landnutzungsdaten (inkl. Datennachführung)
- Probleme der Datenspeicherung und Datenmanipulationen
- Darstellungsmöglichkeiten mit rasterbezogenen Informationen.

## 2. Aufnahme rasterbezogener Landnutzungsdaten

Zweifellos wirkt bei der Erstellung einer schweizerischen Landnutzungskarte die Datenaufnahme, das heißt das Aufsammeln der Nutzungsinformation für die rund 4,1 Mio. Rasterzellen, in wirtschaftlicher und organisatorischer Hinsicht die größten Probleme auf. Diese Aufgabe kann aber kaum im Rahmen eines Kartierungsprojekts allein gelöst werden. Aus diesem Grunde werden die damit zusammenhängenden Fragen hier nicht so detailliert dargelegt wie z. B. die verschiedenen Darstellungstechniken.

Im ORL-Informationsraster ist bisher pro Einheitsfläche je eine Nutzungsinformation gespeichert, die sogenannte dominante Nutzung (Mehrheitsprinzip: Nutzung mit größter Flächenbedeckung pro Hektare; vgl. Fig. 1). Eine andere Lösung besteht darin, daß man pro Hektare je eine punktförmige Stichprobe nimmt, also z. B. die Nutzung im Zentrum der Einheitsfläche registriert (Punktprinzip). Es kann angenommen werden, daß dieses zweite Vorgehen in großräumiger Sicht genauere statistische Angaben über die Flächenanteile der

einzelnen Nutzungstypen liefert; es eignet sich unter Umständen aber weniger für den graphischen Output. Wir sind aber nicht gezwungen, pro Einheitsfläche nur eine einzige Information zu speichern. Bei Feldaufnahmen wird es z. B. möglich sein, ohne großen Mehraufwand mehrere Informationen zu registrieren. Statt sich auf eine Nutzung festzulegen, kann man z. B. für je rund 25% einer Einheitsfläche einen Code speichern, insgesamt also vier Nutzungsinformationen (Fig. 1, 3. Kolonne). Zusätzlich können in ihrer Flächenbedeckung unbedeutende Nutzungselemente (z. B. Aussichtspunkte, Schulen, Spitäler) inventarartig angefügt werden. Da die Zahl dieser zusätzlichen Codes von Zelle zu Zelle verschieden sein kann, muß unter Umständen deren Anzahl mit abgespeichert werden. In ähnlicher Weise können auch Doppelnutzungen (Alpweide – Skipiste; Ackerland – Schießplatz) festgehalten werden. Dieses Nutzungsinventar kann sowohl graphisch als auch statistisch auf vielfältige Weise ausgewertet werden.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen zur Datenaufnahme wollen wir auf die verschiedenen Erhebungsverfahren zu sprechen kommen. Als wichtigste sind anzuführen:

- Datenaufnahme aus bestehenden Dokumenten (Karten, Statistiken usw.)
- Umfragen
- Feldaufnahmen
- Datenaufnahme aus Luftbildern und mit andern Remote-Sensing-Techniken.

## 2.1 Datenaufnahmen aus Dokumenten, Umfragen

Die Nutzungsdaten des ORL-Informationsrasters sind aus Karten entnommen worden, und das Vorgehen ist in den Arbeitsberichten des ORL (ORL 1969/a, 1969/b) eingehend beschrieben, so daß hier auf eine Besprechung verzichtet werden kann. Gewisse Rückschlüsse auf diese Datenerhebung können anhand der Beilage 1 gezogen werden.

Umfragen über rasterbezogene Daten sind sehr kosten- und zeitaufwendig, und die erzielten Resultate sind möglicherweise unzuverlässig. Sehr interessant hingegen für die Nutzungskartierung können die auf Hektarflächen bezogenen Volkszählungserhebungen sein, so z. B. für urban genutzte Gebiete. Es scheint uns aber nicht notwendig, hier auf spezielle Probleme solcher Aufnahmen einzugehen (s. ORL 1970/b, S. 40–44).

## 2.2 Feldaufnahmen

Rasterbezogene Daten können anhand einer traditionellen Feldkartierung gewonnen werden: Der Bearbeiter begibt sich mit einer Grundlagenkarte und/oder Luftbildern ins Gelände und zeichnet darauf festgestellte Nutzungsgrenzen ein. Im Büro wird dann dieser Skizze ein Hektarraster überlagert, und den einzelnen Einheitsflächen werden die NutzungsCodes zugewiesen. Wir bezeichnen dieses Vorgehen als «zweistufig».

Als Alternativlösung sei hier ein «einstufiges» Verfahren vorgestellt: Der Sachbearbeiter führt im Feld Karten, Orthofotos und/oder Luftbilder mit sich, in die bereits der Hektarraster eingezeichnet ist. Er versucht, die Einheitsflächen im Gelände zu lokalisieren und deren Nutzung in Form von Codes festzuhalten. Diese werden entweder auf die Karten bzw. Orthofotos oder direkt auf Lochbelege eingetragen. Solche Aufnahmen sind besonders dann vorteilhaft, wenn pro Einheitsfläche verschiedene Merkmale registriert werden müssen, seien es verschiedene Nutzungstypen oder zusätzlich zur Nutzung weitere Landschaftselemente. Besonders geeignet scheint dieses Verfahren zur Ermittlung der urbanen Nutzung, da in Städten zur Identifikation der Einheitsflächen genügend Anhaltspunkte auf Karte und Luftbild vorhanden sind. Es wäre auch zu überprüfen, ob nicht mit einem geringen Mehraufwand in Städten ein lokal begrenzter 50-m- bzw. 25-m-Raster aufgebaut werden sollte. Diese Daten könnten dann für die Erstellung einer Detailkarte verwendet werden und wären unter Umständen für die Gemeindebehörden von Bedeutung. Ein numerisches Zusammenfassen dieser Daten zu einem Hektarraster stellt keine besonderen Probleme.

Ein praktischer Versuch in einer italienischen

Landgemeinde hat gezeigt, daß ein Bearbeiter pro Stunde je nach Schwierigkeit des Geländes rund fünfzehn bis dreißig Hektarflächen identifizieren und deren Nutzung nach dem Punktprinzip registrieren kann (vgl. Brassel 1969). Inwiefern diese Zahlen auf die Schweiz übertragen werden können, müßte genau abgeklärt werden. Rechnet man mit 20 ha/Std. und einer jährlichen Arbeitszeit von 2000 Stunden (48 Wochen à 44 Std.), so wären für eine Gesamtbearbeitung der Schweiz (4,1 Mio. ha) rund 100 Mannjahre notwendig.

Für die Durchführung solcher Feldbegehungen werden Fachleute benötigt. Allfällig beigezogene Hilfskräfte bedürfen einer eingehenden Instruktion sowohl in technischer Hinsicht als auch bezüglich der Identifikation der Nutzungskategorien. Neben eingehenden Vorbereitungsarbeiten (Festlegung und genaue Definition der einzelnen Nutzungstypen, Zuordnungsregeln für Einheitsflächen) muß bei rasterbezogenen Feldaufnahmen eine stichprobenweise Nachkontrolle vorgesehen werden.

## 2.3 Datenaufnahme aus Luftbildern und mit anderen Remote-Sensing-Techniken

Über die Möglichkeiten des Einsatzes von Luftbildern für die Nachführung des Informationsrasters in ländlichen Gebieten hat H. Trachsler zuhanden des ORL-Institutes einen eingehenden Bericht verfaßt (Trachsler 1973<sup>4</sup>). Er stellt darin für Flach- und Hügelland sowie für Berggebiete eine Legende für Nutzungskategorien zusammen, die anhand der Luftbilder erfaßt werden können; diese Legende ist etwas differenzierter als die momentane Untergliederung des Informationsrasters. So wird z. B. unterschieden zwischen Dauerwiesland, reinem Ackerland, Gartenland und Mischgebieten von Acker- und Wiesland, während das ORL diese Nutzungstypen unter «Acker- und Wiesland» zusammengefaßt hat (detaillierte Legende s. Trachsler 1973, S. 13). Trachsler hat in vierzehn Testgebieten der Schweiz Interpretationsversuche durchgeführt und einen detaillierten Photo-Interpretationsschlüssel für die einzelnen Nutzungstypen aufgestellt. Er hat auch versucht, die Gültigkeitsbereiche der einzelnen Interpretationsschlüssel abzustecken, so daß mit Hilfe von Luftbildern eine gesamtschweizerische Nutzungsaufnahme möglich ist. Als optimaler Zeitpunkt für eine Befliegung wird, gestützt auf Steiner (1962), Mitte Mai bis zur Heuernte (Mittelland) bzw. Anfang September (Alpenregion) empfohlen, als bester Bildmaßstab wird 1 : 25 000 angegeben.

Neben der Legende und dem Interpretationsschlüssel widmet Trachsler der rasterweisen Erfassung der Luftbilddaten besondere Aufmerksamkeit. Spezielle Probleme ergeben sich aus den geo-

metrischen Verzerrungen und den unterschiedlichen mittleren Maßstäben der einzelnen Luftbilder, so daß eine Verknüpfung zwischen der Geometrie der Luftbilder und dem Koordinationssystem der Landesvermessung gefunden werden muß.

Grundsätzlich bieten sich folgende Möglichkeiten:

- Der Raster wird der Geometrie des Luftbildes angepaßt
- Die Interpretationsergebnisse werden auf einen lagerichtigen Datenträger übertragen
- Das Luftbild wird der Geometrie der Karte angepaßt, indem Orthofotos erstellt werden.

Aufgrund verschiedener Versuche schlägt Trachsler folgende zwei Lösungen vor:

- Interpretation von Stereobildpaaren (ca. 1 : 25 000), Einzeichnen der Nutzungsgrenzen direkt auf die Bilder. Übertragen mit Hilfe eines optischen Gerätes (Zoom Transfer Scope) auf eine Landeskarte 1 : 25 000
- wie oben; die Interpretationsergebnisse werden aber nicht auf die Landeskarte, sondern auf Orthofotos 1 : 25 000 übertragen. Übertragung auf Orthofotos rein visuell.

Trachsler empfiehlt, vorerst auf den Bildern die Nutzungsgrenzen einzuzeichnen und erst dann den Einheitsflächen die Codes zuzuweisen («zweistufiges Verfahren»). Es ist zu beachten, daß er die Orthofotos nicht als Datenquelle, sondern lediglich als lagerichtigen Datenträger verwenden will. Diese Lösung ist vorteilhaft, da dafür erstens Orthofotos aus Stereopaaren von ca. 1 : 70 000 (vergrößert auf 1 : 25 000) verwendet werden können und zweitens einmal erstellte Orthofotopläne für mehrere Nutzungsnachführungen verwendet werden können. Die Herstellungskosten für Orthofotopläne der Schweiz (exkl. Unproduktivfläche) schätzt Trachsler auf rund Fr. 600 000.– (1972). Diese Pläne könnten auch bei verschiedenen Amtsstellen Verwendung finden. Als Datenquelle für die Nutzungserhebung könnten die Bilder der Eidg. Landestopographie verwendet werden, und im Sechs-Jahre-Turnus würden für die Nutzungsinterpretation und die Datenübertragung zwei Fachleute und zwei Hilfskräfte voll beschäftigt (Gesamtbearbeitung also je 12 Mannjahre für Fach- und Hilfskräfte). Die bisher vorgeschlagenen Lösungen basieren auf panchromatischen Schwarz-Weiß-Aufnahmen. Will man die Interpretationsergebnisse verbessern – also z. B. eine wesentlich differenziertere Legende erfassen –, so können die Schwarz-Weiß-Bilder z. B. durch IR-Farbfilm im Maßstab 1 : 25 000 ergänzt oder durch Normalfarbbilder im Maßstab 1 : 10 000 ersetzt werden. Beide Lösungen ergäben aber beträchtliche Mehrkosten.

Hat Trachsler die Einsatzmöglichkeiten des Luftbildes für die Datenerfassung in ländlichen Gebieten untersucht, so umschreibt K. Gassner in einem ersten Zwischenbericht (Gassner 1973) die Möglichkeiten des Luftbildes als Datenquelle zur Nachführung des ORL-Rasters in besiedelten Gebieten. Diese Arbeit ist noch im Gange, doch sollen aus dem Zwischenbericht einige wichtige Punkte herausgegriffen werden. Gassner unterscheidet in urbanen Zonen zwischen vier Hauptnutzungskategorien, die er jeweils in weitere Nutzungsgruppen untergliedert:

1. Verkehrsflächen: nichtlineare  
lineare
2. Bebaute Flächen (inkl. Hausgärten):
  - reine Wohngebiete (vorwiegend Wohnnutzung)
  - reine Geschäftsviertel (vorwiegend geschäftliche Nutzung)
  - Flächen in Entwicklung (Bauflächen)
  - Industrie und Gewerbe (größer als ¼ ha)
  - öffentliche Bauten und Anlagen (größer als ¼ ha)
    - Mischgebiete: Wohnen – I/II/III Beschäftigungssektor
3. Grünflächen: öffentliche  
private
4. Übrige Flächen: Gewässer  
ungenutzte Flächen

Gassner beabsichtigt, für diese Legende einen Interpretationsschlüssel zu erstellen, betont aber, daß für die Interpretation Ortskenntnisse und eventuell zusätzliche Informationen notwendig sein werden (z. B. Angaben über die historische Entwicklung usw.). Vorversuche haben gezeigt, daß sich mit Weitwinkelaufnahmen 1 : 25 000 lediglich die vier Hauptkategorien sicher unterscheiden lassen. Bessere Resultate verspricht sich Gassner von Superweitwinkelaufnahmen (Schrägsicht der Häuserfassaden) und Farb- oder Falschfarbenaufnahmen. Da nur die besiedelten Gebiete überflogen werden müßten, wären nach Gassner Farbaufnahmen der Schweiz im Maßstab 1 : 10 000 finanziell tragbar. Es sei hier noch beigefügt, daß Luftbildinterpretationen immer durch Feldaufnahmen zu ergänzen sind (Festlegung eines Interpretationsschlüssels, Nachkontrollen bei Unsicherheit, Stichprobenkontrollen).

Neue Möglichkeiten für die Erfassung von Landnutzungsinformationen könnten sich aus Satellitenbildern der ERTS- und Skylab-Serien ergeben. Der ERTS-1-Satellit kreist in einer Höhe von rund

900 km um die Erde. Ein Multispectral-Scanner sendet digitale Signale zur Bodenstation, die dann in Bilder umgewandelt werden können. Pro Einheitsfläche (auf der Erdoberfläche rund 80 x 80 m) wird je ein Intensitätswert in vier Spektralbereichen registriert; das Auflösungsvermögen beträgt in kontrastarmen Gebieten rund 150 m. Nach R. Gfeller (Geogr. Institut Universität Zürich) reichen diese Informationen aus, um für den Bereich der Schweiz die vier Kategorien a) Wald, b) überbaute Gebiete, c) Gewässer, d) Übriges abzugrenzen. Die NASA gibt an, daß aufgrund der ERTS-Satelliten-aufnahmen für nordamerikanische Verhältnisse Nutzungskarten mit Maßstäben von 1 : 500 000 und kleiner erstellt werden können. Das Skylab umkreist die Erde mit rund der halben Distanz des ERTS-1-Satelliten (430 km). Es führt neben einem Multispectral-Scanner mit 13 Bereichen (400–2000 nm, 10 000–12 000 nm; je ein Signal für 80 x 80 m) eine Multispektralkamera (6 parallel geschaltete Kammern mit verschiedenen Filmen plus Filtern) sowie eine «Earth Terrain Camera» mit hohem Auflösungsvermögen für Schwarz-Weiß- und Farbfilme mit sich. Erste Bildbeispiele lassen vermuten, daß mit diesem Satelliten erstaunliche Resultate erzielt werden können: Earth-Terrain-Aufnahmen von Gebieten der USA mit einem Maßstab von rund 1 : 600 000 zeigen mit Deutlichkeit Straßenverläufe, Autobahnausfahrten, Parzellierungsmuster usw. Die Möglichkeiten zur Erfassung der Landnutzung der Schweiz müssen aber anhand von weiteren Erfahrungen abgeklärt werden. Es ist aber unwahrscheinlich, daß mit diesen Bildern brauchbare Informationen für 100-m-Raster gesammelt werden können, doch können sie für kleinmaßstäbige Kartierungen in Frage kommen. Gegenüber traditionellen Luftaufnahmen weisen Satellitenbilder unter anderem folgende Vorteile auf:

- absolut gleicher Aufnahmezeitpunkt für große Gebiete
- konstante Beleuchtungsverhältnisse für große Gebiete
- die Aufnahme hat annähernd die Eigenschaften eines Orthofotos (Flughöhe 430 km)
- Daten aus vielen Spektralbereichen.

Zusammenfassend wollen wir festhalten, daß mit Feldaufnahmen ein sehr großer Aufwand verbunden ist, daß dabei die Nutzung aber detailliert und vielschichtig erfaßt werden kann. Luftaufnahmen besitzen den großen Vorteil, daß in einer relativ kurzen Zeitspanne die ganze Schweiz erfaßt werden kann. Dies wirkt sich besonders im Hinblick auf periodische Nachführungen positiv aus. Die hektarweise registrierten Daten der Volkszählung werden, besonders in urbanen Gebieten, in jedem

Falle eine wertvolle Ergänzung zur Nutzungserfassung darstellen.

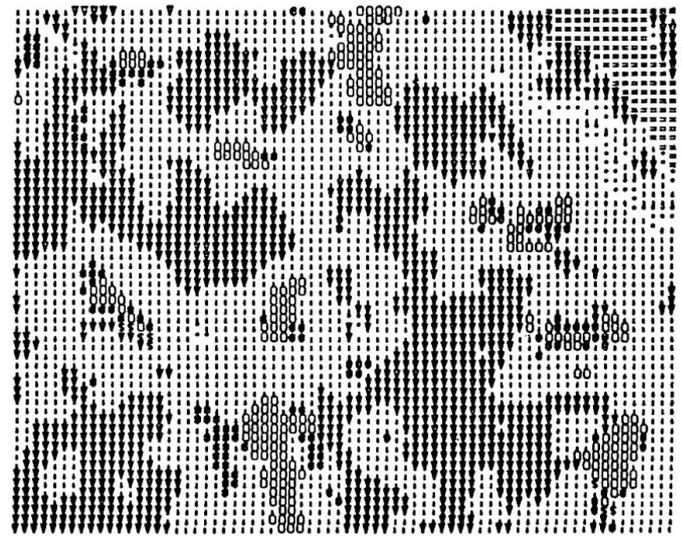
### 3. Datenspeicherung und Datenmanipulation

Im Rahmen des hier vorgeschlagenen Systems zur Erstellung von Nutzungskarten werden die rasterbezogenen Informationen nicht für einen bestimmten Zweck aufgesammelt, das heißt z. B. direkt in eine Karte umgegossen. Vielmehr steht im Zentrum des Systems eine Datenbank, die aus verschiedenen Quellen gespeist wird und deren Inhalt für verschiedene Zwecke verwendet werden kann. Da der Datenlieferant und der Datenbenutzer unter Umständen ganz verschiedene Grundanliegen verfolgen, müssen den gespeicherten Daten exakte Definitionen und Beschreibungen beigegeben werden. Die kartographische Auswertung stellt keine speziellen Anforderungen an die technische Strukturierung einer rasterbezogenen Datensammlung. Es ist deshalb nicht notwendig, hier auf die speziellen Systemtypen (Hardware plus Software) einzutreten. Ganz generell soll ein solches System in der Lage sein, die Daten von einer effizienten Aufnahmeform (z. B. Lochkarten) in eine effiziente Speicherform (z. B. Direktzugriffsspeicher; evtl. elektronisch lesbare optische Speicher) und weiter in eine effiziente Analysen- und Ausgabeform umzuwandeln. Für die Bearbeitung von Rasterdaten ist Direktzugriff zu den einzelnen Flächenelementen sehr wichtig; das heißt einzelne Zellen sollen aus dem Speicher herausgegriffen werden können, ohne vorher alle vorangehend gespeicherten absuchen zu müssen. Für den Benutzer wäre es zudem wünschenswert, wenn ein solches System eine Reihe von Rechen- und Manipulationsprogrammen enthalten würde, und wenn mit Hilfe einer einfach aufgebauten Abfrage- und Befehlssprache verschiedene Manipulationen (Datenein- und -ausgabe, Überlagerung verschiedener Datensätze, Korrelationsberechnungen und statistische Berechnungen) durchgeführt werden könnten. Für graphische Zwecke sehr wertvoll sind Systeme, die mit einem Bildschirm ausgerüstet sind, der eine direkte Interaktion zwischen dem Kartenbearbeiter und der Datenbank erlaubt. Auf die verschiedenen graphischen Ausgabegeräte für EDV-Daten werden wir im nächsten Kapitel näher eingehen.

Von den Manipulationen zur kartographischen Bearbeitung von Rasterdaten seien hier die Problemkreise der Datenausgabe, der Datenzusammenfassung und der Generalisierung kurz besprochen. Rasterdaten sind in der Regel zeilen- bzw. kolonnenweise sequentiell hintereinander abgespeichert. Für die Datendarstellung muß nun der Maschine die Legende mitgeteilt werden; das heißt, für jeden



Originaldaten



«generalisiert»

Figur 2. Versuch einer Generalisierung rasterbezogener Nutzungsdaten. Maßstab 1 : 100 000, Ausschnitt: 682–690/257–263. Signatur = 1 ha = 1 m m, figürliche Darstellung. Legende s. Figur 5

in Form eines bestimmten Codes gespeicherten Nutzungstyp muß eine Darstellungssignatur angegeben werden. Die Aufgabe des Ausgabeprogrammes besteht nun darin, für das entsprechende Ausgabegerät (Printer, Display) die Zeilen und Kolonnen richtig anzuordnen und entsprechend dem jeweilig gespeicherten Code die Signale für die Darstellung des gewünschten Zeichens vorzubereiten. Diese Signale werden meist auf einem Magnetträger zwischengespeichert und zu gegebener Zeit auf das Ausgabegerät geleitet.

Unter Umständen wird eine graphische Darstellung in ihren Dimensionen zu groß, wenn pro gespeicherte Einheitsfläche (Hektarfläche) je ein Zeichen ausgedruckt wird. In diesen Fällen kann z. B. in jeder Dimension nur jede zweite, dritte usw. Rasterzelle dargestellt (Auswahl), oder je zweimal zwei bzw. dreimal drei Zellen können zu einer einzigen vereinigt werden (Zusammenfassen). Dieses Zusammenfassen kann nur vereinfachend so geschehen, daß z. B. die häufigste Nutzung festgehalten wird oder aber daß der prozentuale Anteil der verschiedenen in dieser Gruppe von Einheitsflächen vorkommenden Nutzungstypen bei der Wahl der Signaturen mitberücksichtigt wird (z. B. Darstellung von Mischtypen durch intermediäre Farbtöne).

Ein bedeutendes Problem stellt das automatische Generalisieren von rasterbezogenen Informationen dar. Im Gegensatz zum Zusammenfassen muß hier die Zahl der Zellen nicht reduziert werden. Ergibt die Darstellung der im Speicher aufbewahrten Nutzungseinheiten ein zu detailliertes und unübersichtliches Bild – wie dies auf der Beilage 2 links der Fall ist –, so drängt sich ein Generalisieren auf. Die-

ses kann grundsätzlich manuell oder rechnerisch erfolgen, oder man kann es dem Leser überlassen, durch visuelle Integration über Teilbereiche der Karte durch das Auge eine Art Generalisierung vorzunehmen. Dieses Vorgehen stellt aber Anforderungen an das Abstraktionsvermögen des Betrachters und kann unter Umständen Anlaß zu Fehldeutungen geben. Die visuelle Interpretierbarkeit hängt von der Rastergröße im Druckmaßstab (vgl. Beilage 2 links und Mitte), vom Verhältnis des Aufnahmerasters zur Parzellierungsgröße der Nutzungseinheiten sowie von der räumlichen Verteilung der Nutzungstypen ab. Sind im Druckmaßstab die quadratischen Einheitsflächen deutlich sichtbar (z. B. Beilage 2.2), so kann auf eine Generalisierung verzichtet werden; damit bleibt einerseits der Grundsatz der Proportionalität der Nutzungstypen gewahrt, andererseits kann so der Kartenbetrachter die tatsächlich registrierte Nutzung der Einheitsflächen wiedererkennen. Die automatische Generalisierung von kleinflächigen und zersplitterten Flächenmosaiken ist noch kaum systematisch untersucht worden. Es ist zu vermuten, daß sich nie vollautomatische optimale Lösungen finden werden. Da solche Datenkonfigurationen zu viele freie Parameter enthalten, muß der Mensch mit seiner Erfahrung eingreifen und eine Lösung finden; so sind für die Zukunft halbautomatische Verfahren zu erwarten. Endgültige Schlüsse über das Generalisieren können aber aufgrund der Nutzung allein nicht gezogen werden, sondern nur in einer Zusammenschau mit gewissen Komponenten der Basis-karte. – Um Möglichkeiten der automatischen Generalisierung anzudeuten, soll mit Figur 2 ein einfacher Versuch gezeigt werden: Um die darzu-

stellende Nutzung einer Rasterzelle zu ermitteln, ist nicht nur die Information der Zelle selbst, sondern die Nutzung aller angrenzenden Einheitsflächen mitberücksichtigt worden. So können z. B. die Nutzungstypen der neun betroffenen Felder ausgezählt und die häufigste Nutzung gewählt werden; in unseren Beispielen haben wir den einzelnen Zellen unterschiedliche Gewichte gegeben und die Häufigkeit der einzelnen Nutzungstypen gewichtet aufsummiert. Ein manueller Bearbeiter hätte die Generalisierung an einzelnen Stellen gleich, an andern wieder anders vorgenommen. So erscheinen in unserem Beispiel vereinzelt Flächenformen feingliederiger als bei der Darstellung der Ausgangsdaten, was dem Ziel der Generalisierung zuwiderläuft. Es wird eine systematische Untersuchung der hier angedeuteten Möglichkeiten notwendig sein.

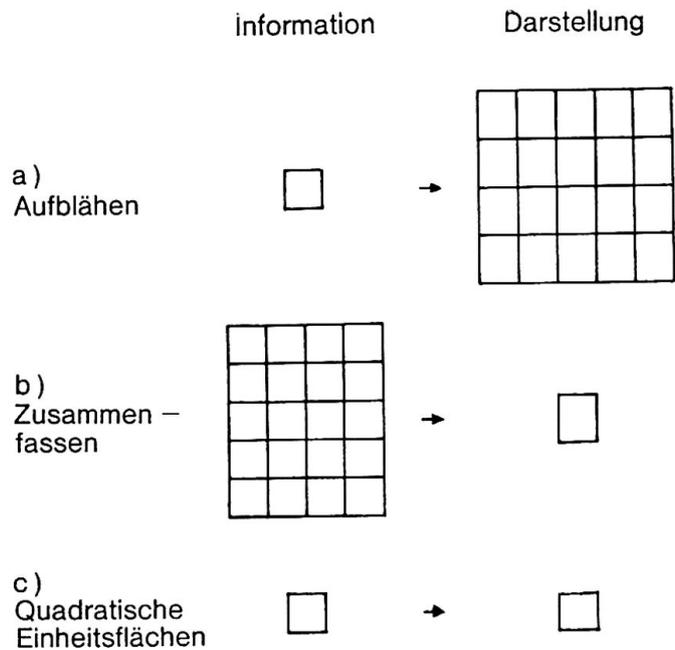
#### 4. Datendarstellung

##### 4.1 Darstellung mit dem Schnelldrucker

Als einfachste Ausgabegeräte für rasterbezogene Nutzungsinformationen kommen Schnelldrucker (Printer) in Frage, wie sie standardmäßig an den meisten größeren Computeranlagen installiert sind. Durch Übereinanderschlagen verschiedener Buchstaben und Zahlen usw. lassen sich in Form und Helligkeit variable Signaturen aufbauen, die zur Nutzungsdarstellung für Arbeitskarten verwendet werden können. Da die einzelnen Druckzellen des Schnelldruckers rechteckig sind (Höhe : Breite = 5 : 4), sind die Abbildungen in der Höhe verzerrt, sie können also nicht auf eine Grundlagenkarte gelegt werden. Für eine verzerrungsfreie Darstellung mit dem Printer ergeben sich drei Möglichkeiten (vgl. Figur 3):

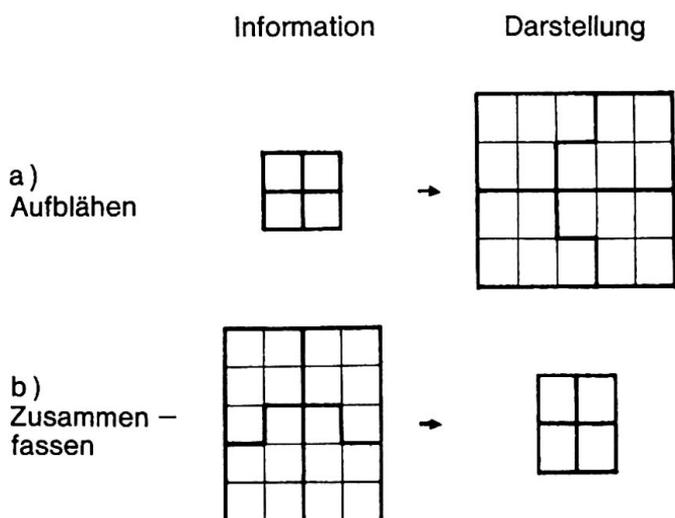
- a) Aufblähen der Daten; eine Einheitsfläche wird in Zeilenrichtung fünfmal, in Kolonnenrichtung viermal dargestellt. Eventuell photographische Reduktion
- b) Zusammenfassen: Vier Hektarflächen in Zeilenrichtung und fünf in Kolonnenrichtung (4 x 5) werden nach einer bestimmten Regel zu einer einzigen Printersignatur zusammengefaßt; eignet sich nur für kleinmaßstäbliche Karten
- c) Abändern des Zeilenvorschubs des Printers, so daß die Druckzellen quadratische sind.

Um bei den Varianten a) und b) das Ungleichgewicht zwischen der Zahl der Einheitsflächen und der Anzahl gedruckter Printersignaturen zu reduzieren, kann behelfsmäßig die Zellenzahl nur auf das Fünffache (statt auf das Zwanzigfache) erhöht bzw. reduziert werden (vgl. Figur 4). Je nach dem

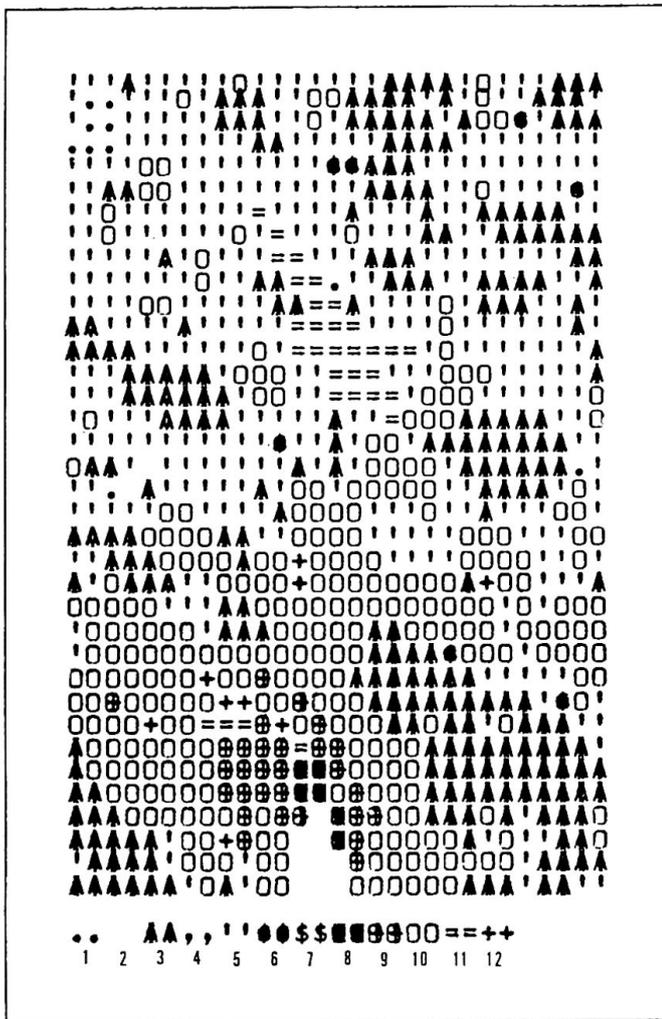


Figur 3. Möglichkeiten zur unverzerrten Wiedergabe von quadratischen Einheitsflächen mit dem Schnelldrucker

Darstellungsmaßstab ist eine solche Lösung tolerierbar. – Das Beispiel 2.2 (Beilage 2) ist nach dem Prinzip a) (Aufblähen 5 x 4) die Figur 5 durch Zusammenfassen von 4 x 5 Einheitsflächen und die Beispiele 2.1 und 2.3 (Beilage 2) nach dem Prinzip c) erstellt worden. Wie aus der Beilage 2 ersichtlich wird, ist man bei der Verwendung des Printers nicht auf einfarbige Darstellungen beschränkt. Man kann sich eine mehrfarbige Legende aufbauen, wobei vom Computer die einzelnen Farbplatten separat ausgegeben werden. Die beiden Beispiele Beilage 2.1 und 2.3 sind mit einer



Figur 4. Behelfsmäßiges Aufblähen bzw. Zusammenfassen zur unverzerrten Wiedergabe von quadratischen Einheitsflächen mit dem Schnelldrucker



Figur 5. Landnutzungsdarstellung 1 : 200 000 der Stadt Zürich (Ausschnitt 678/690/245–263). Je 4 x 5 Hektarflächen sind in einer Signatur zusammengefaßt (häufigste Nutzung). Darstellung mit der Standardausrüstung des Printers. Daten: ORL-Informationsraster. Legende: 1 Öd- und Unland, 2 Gewässer, 3 Wald, 4 Weideland, 5 Acker-, Wiesland, 6 Obstbau, 7 Rebbau, 8 Ortschaften, Zone hoher Bebauungsdichte, 9 Zone mittlerer Bebauungsdichte, 10 Zone lockerer Bebauungsdichte, 11 Verkehrsanlagen, 12 Industrieanlagen

speziellen Printervorrichtung ausgedruckt worden, wie sie in Brassel (1973/b) beschrieben ist. Die Einheitsflächen sind beinahe quadratisch, und die speziellen Zeichen (Kreisscheiben, Vollfläche) sind diesen Relationen angepaßt. Beim Beispiel 2.1 sind mehrere Spezialsignaturen verwendet worden mit der Absicht, flächenhaft wirkende Mischfarben zu erzeugen. In 2.3 sind Vollflächen dieses speziellen Zeichensatzes mit Signaturen aus Standardzeichen des Printers kombiniert worden. Diese Kombination gibt uns die Möglichkeit, mehrfarbige figurliche Darstellungen zu erzeugen. Damit solche Signaturen noch erkannt und differenziert werden können, soll eine dargestellte Einheitsfläche im Endmaßstab mindestens 1 mm Seitenlänge aufwei-

sen (vgl. Fig. 2; obere Grenze ca. bei 3 mm). Bei diesen Darstellungen ist ein Auszählen der Rasterfelder möglich. Zur Erzielung von Flächeneffekten sollte das Gitternetz im Bereich zwischen rund 1 mm und 0,2 mm (= 50 L/cm) liegen. Erscheinen im Beispiel links der Beilage 2 (Raster 0,5 mm) die Konturen bereits verwischt, so sind sie im Bild 2.2 (1 mm) dem Auge noch deutlich sichtbar. Dies werten wir aber nicht grundsätzlich als Nachteil, darf man doch erkennen, daß die Nutzungsdarstellungen auf rasterbezogene Daten aufbaut. Verkleinern wir den Druckraster unter 0,5 mm, so wird es praktisch unmöglich, die einzelnen Einheitsflächen konzentrisch in den vier Farben übereinanderzudrucken, ohne daß drucktechnische Probleme auftreten. Theoretisch ist es möglich – und es wurde bereits an einem kleinen Beispiel getestet (vgl. Brassel 1973/a) –, den Raster für die einzelnen Farbplatten abzdrehen; doch für großflächige Farbdecker läßt sich diese Drehung mit dem Schnelldrucker nur sehr mühsam durchführen.

Ein spezielles Problem der Schnelldruckerdarstellungen stellen die weißen Balken zwischen den einzelnen Signaturen dar. Die einzelnen Zeichen symbolisieren auf Hektarflächen bezogene Daten, füllen die Einheitsfläche aber nur zum Teil aus. Da der Verwendungszweck der Karte nicht zum voraus feststeht, sind Fehldeutungen nicht ausgeschlossen. – Durch geeignete photographische Reproduktion können diese Zwischenbalken in gewissen Fällen eliminiert werden (Rot-, Blau- und Gelbplatte der Beilage 2.2).

Als weitere Nachteile der Printerdrucke sind die Unregelmäßigkeiten der Zeilen- und Kolonnenabstände sowie aufwendige Montage- und Reduktionsarbeiten zu erwähnen. Wir möchten betonen, daß es sich bei den gezeigten Beispielen um methodische Versuche handelt, deren graphische Gestaltung zum Teil besser gelöst werden könnte. Zur abschließenden Beurteilung müßten sie zudem mit einer geeigneten Basiskarte versehen sein. Wie die Beilage 1 zeigt, befriedigt das einfarbige «totale Bild» der Landeskarte als Basis nicht. Spieß (1971) gibt Hinweise für die Gestaltung entsprechender Basiskarten, und Herrmann (1973) hat Kombinationsversuche rasterbezogener Nutzungselemente mit Schräglightschattierung, Hypsometrie und Situation durchgeführt. Es werden aber weitere praktische Versuche notwendig sein, um die Möglichkeiten und Grenzen der graphischen Gestaltung abzuklären. Ebenfalls soll hier darauf hingewiesen werden, daß der Printer in der Regel für die Herstellung größerer Karten nicht geeignet ist und uns hier lediglich als Simulationsmedium für bessere rasterbezogene Ausgabegeräte gedient hat.

Ein erstes größeres Kartierungsprojekt stellt die Karte «State of Minnesota Land Use, 1969

1 : 500 000» dar. Rund 1,4 Millionen Rasterzellen (etwa 400 x 400 m Seitenlänge, also je 0,8 x 0,8 mm) sind in neun Nutzungskategorien mehrfarbig dargestellt. Jede Information ist mit dem Printer je zwanzigmal (4 x 5) ausgedruckt worden (Prinzip a). Die Daten stammen aus dem «Minnesota Land Management Information System», einer Datenbank, deren Nutzungsinformationen aufgrund von Luftbildern gesammelt worden sind (vgl. Hsu et al., 1973).

#### 4.2 Andere Darstellungsverfahren

Für anspruchsvolle Projekte benötigen wir Darstellungseinrichtungen, welche die Signaturen direkt in der Druckgröße (oder nicht sehr davon verschieden) auf einen maßhaltigen und relativ großflächigen graphischen Datenträger projizieren können. Einige Apparaturen seien im folgenden stichwortartig vorgestellt:

- Computergesteuerte Lichtsatzgeräte. Sind in der Regel nicht mit kartographischen Schriften ausgerüstet; als Minimallösung würde eine quadratische Vollsignatur benötigt. – Beispiel: Kartiersystem LINMAP/COLMAP (Development Group, Comp. Research and Development Ltd, London). Maschenweite ca. 10 L/cm (vgl. Hackmann et al. 1972, S. 777; Gaits 1973)
- Cartographic Scanner Plotter (IBM). Maschenweite: 100 L/cm–400 L/cm, 64 Graustufen. Ausmaße: 42 x 55 bzw. 60 x 80 cm (vgl. Tomlinson 1972, S. 1094)
- Bildausgabegerät (Optronics). Maschenweite: 50 L/cm–800 L/cm, 64 Graustufen. Ausmaße: 16 x 20 cm, 24 x 24 cm, 35,5 x 43 cm, maximal 16 000 x 20 320 Rasterpunkte pro Bild (vgl. Seidel 1973)
- Laserplotter (Dresser LGP 2000). Maschenweite: 500 L/cm, 16 Graustufen. Ausmaße: 1 m x max. 30 m (vgl. Lowenstein und Howarth 1972)
- Digitales Bild-Output-System mit hoher Resolution (Computer Science Center, Univ. of Maryland). Arbeitet mit Bildschirmgerät, 64 Graustufen, bis 4096 x 4096 Rastereinheiten (vgl. Beispiel bei Peucker 1972, S. 49)

Die Angaben über diese Darstellungsmedien, die rasterbezogene Daten hell-dunkel abgestuft wiedergeben können, sind aufgrund spärlicher Hinweise in der Literatur zusammengestellt. Diese Geräte sind im allgemeinen noch in Entwicklung, doch ist zu erwarten, daß bald produktionsreife Apparaturen auf den Markt kommen. Die meisten der oben angegebenen Systeme arbeiten mit sehr feinen Rastereinheiten; es kann angenommen werden, daß der hohen Qualität entsprechend die Darstellungen ein photographisches Vergrößern um einen Faktor 2 und mehr zulassen (?). – Bei der maximalen Bild-

größe von 35,5 x 43 cm des Bildausgabegerätes Optronics könnte ohne Vergrößerung ein Farbdecker für eine Karte 1 : 500 000 der Schweiz in zwei Teilen gefertigt werden. Im Feld der 16 000 x 20 320 Rasterzellen dieses Gerätes wäre die Schweiz mit ihren rund 3400 x 3200 Hektarflächen mühelos unterzubringen. Es sei aber ausdrücklich betont, daß diese Aussagen rein theoretisch sind und daß dem Autor keine Versuchsbeispiele vorgelegen haben.

Bisher sind wir davon ausgegangen, daß für jede Rasterzelle genau ein Nutzungstyp (evtl. durch Zusammenfassen definiert) darzustellen ist. Sind aber z. B. Anteile verschiedener Nutzungen bekannt (etwa Wiesland 40%, Ackerland 60%), so lassen sich diese Informationen innerhalb gewisser Grenzen auch quantitativ wiedergeben. Den Prozentanteilen entsprechend können durch Wahl analoger Punktsignaturen bzw. Helligkeitsstufen Mischfarben erzeugt werden, die z. B. zwischen dem Farbton des reinen Wieslandes und dem des Ackerlandes liegen. Inwiefern von diesen technischen Möglichkeiten aus graphischen Gründen Gebrauch gemacht werden kann, muß noch abgeklärt werden. Obwohl es grundsätzlich richtig ist, auf Rastereinheiten bezogene Daten auch rasterbezogen darzustellen, können die Umrißlinien von Flächen gleicher Nutzung ermittelt und auf automatischen Zeichengeräten nach dem Linienmodus Farbvorlagen (Schichtgravur oder Schneiden von Strippingfolien; Zeichnung von Linien und Signaturen mit Lichtzeicheneinrichtung auf lichtempfindliches Photomaterial) hergestellt werden. Dieses Verfahren eignet sich unter Umständen für kleine Maßstäbe und erfordert vorerst ein Zusammenfassen des Nutzungsrasters. Das Rastermuster verschwindet bei diesem Vorgehen. – Automatisch gesteuerte Lichtzeichengeräte können auch dazu verwendet werden, allfällig gespeicherte punktuelle Nutzungsmerkmale (z. B. Aussichtspunkt, Spital, Kläranlage) wiederzugeben, indem aufgrund der Zentrumskoordinaten der entsprechenden Rastereinheit ein gewünschtes Symbol auf einen Film geblitzt wird. Wie bereits erwähnt, sind diese Apparate besonders dazu geeignet, lineare Nutzungselemente (Straßen, Eisenbahnen, Hochspannungsleitungen, Wanderwege usw.) darzustellen. Dazu sind aber im Linienmodus abgespeicherte Daten erforderlich. Da viele dieser Informationen auf der Landeskarte der Schweiz bereits erfaßt sind, erübrigt sich unter Umständen eine spezielle Darstellung der linearen Elemente.

Um den Kreis der Darstellungsmöglichkeiten abzurunden, seien die interaktiven integrierten Bildschirmsysteme kurz erwähnt (vgl. Boyle 1972). Sie bestehen in der Regel aus einer oder mehreren Kathodenstrahlröhren, die über einen Kleincomputer mit der Datenbank verbunden sind. Der Be-

Tabelle 2 Maschenweite rasterbezogener Daten im Druckmaßstab für verschiedene Kartenmaßstäbe und Rastereinheiten (Näheres s. Text)

VAR	1 : 1 Mio	1 : 500 000	1 : 300 000	1 : 200 000	1 : 100 000	1 : 50 000	1 : 25 000	1 : 20 000	1 : 10 000	Computerstreifen
<i>Gesamtbedeckung</i>	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
<i>Schweiz</i>										
A 100-m-Raster flächenhaft figürl. Darst.		0.2	0.33	0.5 <sup>4</sup>	1 <sup>5</sup> 1 <sup>1</sup>	2 <sup>3</sup>				29 Streifen à 6 m, 1 : 1-Raster rund 5 Mio Symbole
B 200-m-Raster (je 2 x 2 ha) flächenhaft figürl. Darst.	0,2	0.4	0.66	1 1	2	(4)				15 Streifen à 3 m, 1 : 1-Raster rund 2,5 Mio Symbole
C 200 x 250-m-Raster (je 2 x 2½ ha zu- sammengefaßt) flächenhaft figürl. Darst.	0.2 x 0.25	0.4 x 0.5	0.66 x 0.8	1 x 1.25 1 x 1.25	2 x 2.5					15 Streifen à 3 m, Standardsignaturen 4 : 5, rund 2,5 Mio Symbole
D 400 x 500-m-Raster (je 4 x 5 ha zu- sammengefaßt) flächenhaft figürl. Darst.	0.4 x 0.5	0.8 x 1	1.3 x 1.65 1.3 x 1.65	2 x 2.5 <sup>2</sup>						8 Streifen à 1,5 m, Standardsignaturen 4 : 5, rund 1,25 Mio Symbole

*Teilgebiete*  
(z. B. Städte)

E 100-m-Raster flächenhaft figürl. Darst.			0.5 <sup>4</sup>	1 <sup>5</sup> 1 <sup>1</sup>	2 <sup>3</sup>				
F 50-m-Raster flächenhaft figürl. Darst.			(0.25)	0.5	1 1	2	2.5 <sup>6</sup>		
G 25-m-Raster flächenhaft figürl. Darst.				(0.25)	0.5	1 1	1.25 1.25	2.5	

Anwendungsbeispiele: <sup>1</sup> Figur 2 <sup>2</sup> Figur 5 <sup>3</sup> Beilage 1 <sup>4</sup> Beilage 2, Abb. 2.1 <sup>5</sup> Beilage 2, Abb. 2.2 <sup>6</sup> Beilage 2, Abb. 2.3

nützer kann nun durch Eintippen von einfachen Codes auf einer Konsolschreibmaschine gewünschte Ausschnitte des abgespeicherten Gebietes auf dem Bildschirm sichtbar machen, wobei der Maßstab variiert werden kann. Solche Systeme sind natürlich dann interessant, wenn eine Reihe von Datensätzen zur Verfügung steht und mit der Nutzung kombiniert werden kann. Der Planer kann die gewünschte Karte selbst entwerfen, modifizieren und durch Drücken auf eine Taste eine Kopie des Bildschirminhalts auf Papier oder Film herstellen. Solche Systeme sind noch relativ teuer; einerseits sind die Apparatkosten hoch, andererseits aber werden für den Betrieb auch kostspielige Programme benötigt. Beim «Minnesota Land Management Information System» wird eine solche Apparatkonfiguration dazu verwendet, neue Daten in den Speicher einzugeben und Fehler in der Datenbank zu korrigieren.

#### 4.3 Wirtschaftliche Fragen der Datendarstellung

Im folgenden sollen einige Aussagen über den Aufwand bei der Erstellung rasterbezogener Nutzungskarten gemacht werden. Ein solches Projekt hängt weitgehend von den verfügbaren Apparaturen ab; es wird sich kaum lohnen, für ein einzelnes Kartenprojekt z. B. einen Rasterplotter anzuschaffen. Die Verwendungskosten für ein solches Gerät hängen von der Betriebskonfiguration eines entsprechenden Dienstbetriebes ab<sup>5</sup>. Die Kosten sind also von Fall zu Fall abzuklären.

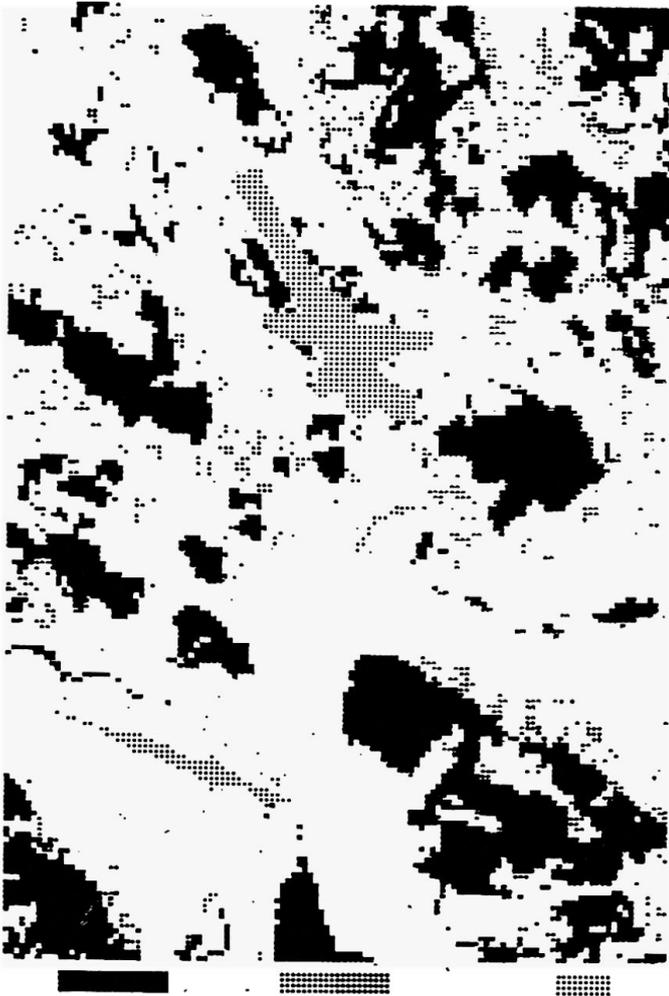
Bei der Verwendung des Printers ist bei der Annahme, daß jede der 4,1 Millionen Hektareinheiten der Schweiz je mit einer Signatur dargestellt wird, mit einem Aufwand in der Größenordnung von Fr. 800.– bis Fr. 1200.– pro Farbplatte zu rechnen (Benutzung von Rechenanlage plus Zeilendrucker<sup>6</sup>). Diese Angaben beziehen sich auf die reine EDV-Ausführung und schließen die Kosten für die Programmierung, die Montage und Reproduktion nicht ein.

Zum Abschluß seien anhand der Tabelle 2 realistische graphische Lösungen besprochen. Verzerrte Printerabbildungen, wie sie bereits heute vom ORL-Informationsraster bezogen werden können, klammern wir in den folgenden Betrachtungen aus. Es sind insgesamt sechs Varianten aufgeführt, wobei die ersten vier eine gesamtschweizerische Darstellung ermöglichen, die Varianten E, F und G wegen der Verwendung eines feineren Datenrasters aus ökonomischen Gründen nur für Teilgebiete der Schweiz (z. B. Städte, Gebiete mit Intensivkulturen) in Frage kommen. Jede Variante entspricht im Prinzip einem Herstellungsverfahren von Nutzungsplatten, wobei diese – auf photographischem Wege vergrößert bzw. verkleinert – unterschiedliche

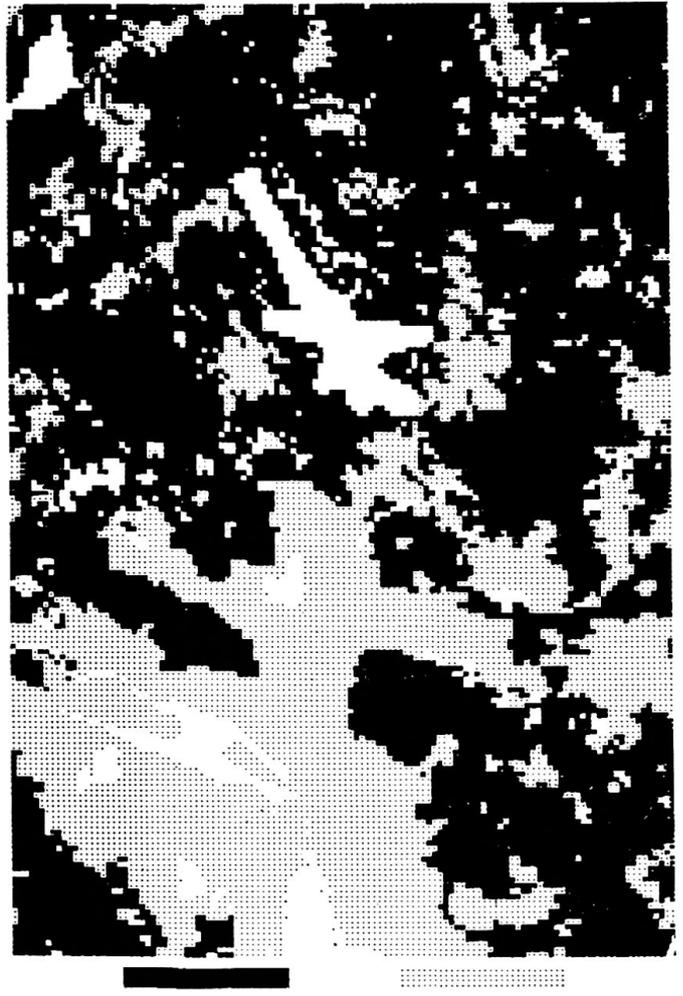


Figur 6. Versuchsdarstellung mit einem automatischen Zeichengerät: «Nutzungsintensität» der Stadt Zürich 1 : 200 000. Ausschnitt: 678–690/245–263. Die Nutzungstypen des ORL-Informationsrasters sind mit verschiedenen Graustufen dargestellt. Weiß: Gewässer, Ödland; verschiedene Grautöne für Acker-/Wiesland, Wald, Industrie/Verkehr und lockere/mittlere Überbauungsdichte; Vollton: hohe Überbauungsdichte. Gravur mit Coragraph der Firma Contraves

Endmaßstäbe ergeben. Für Maßstäbe, in denen die entsprechende Variante sinnvolle Lösungen abgibt, ist die Maschenweite der Einheitsflächen (im Endmaßstab) eingetragen. Aus der ersten Zeile wird z. B. ersichtlich, daß aus dem Hektarraster Karten mit vernünftiger Flächenwirkung in den Maßstäben von 1 : 500 000 bis 1 : 100 000 hergestellt werden können. Wir möchten hier nochmals festhalten, daß wir mit «figürlicher» Darstellung sowohl Symbole vom Typ der Beilage 1 als auch der Beilage 2, rechts (2.3), verstehen. Für die Varianten A, B, E und F werden Darstellungsmedien mit quadratischen Rasterflächen benötigt (Rasterplotter, Laserplotter, Mikrofilmplotter oder abgewandelte Printer). Die Varianten C und D nehmen auf die Standardausrüstung des Schnelldruckers Rücksicht. In der Kolonne rechts außen (Tab. 2) sind zur Ergänzung die Zahl der Printerstreifen, die für eine Ge-



Figur 7. Gelbplatte der Abb. 2.1 auf Beilage 2 (vergrößert)



Figur 9. Blauplatte der Abb. 2.1 auf Beilage 2 (vergrößert)

samtüberdeckung der Schweiz erforderlich sind, festgehalten. Daraus ist ersichtlich, daß für die beiden ersten Varianten wegen Reproduktionsschwierigkeiten von der Verwendung eines Schnelldruckers abgesehen werden sollte.



Figur 8. Ausschnitt aus der Blauplatte der Beilage 2.2 (vergrößert). Jede Information je zwanzigmal (5 x 4) dargestellt

Unter Berücksichtigung der Tabelle 2 und der beigelegten Abbildungen kommen für die Darstellung der schweizerischen Landnutzung mit den Daten eines Hektarrasters folgende Möglichkeiten in Frage:

- Nutzungskarte 1 : 500 000 (evtl. mehrere Karten mit Landnutzungsinformation im weitesten Sinne), je in einem Blatt, nach Var. A, B, C oder D
- Landnutzungskarte 1 : 300 000 (Var. A, B oder C), evtl. ergänzt durch verschiedene Detailkarten (z. B. Städte, intensiv genutzte Agrargebiete) 1 : 10 000 – 1 : 100 000; Gestaltung evtl. analog der «Karte der Kulturgüter 1 : 300 000» (L+T)
- Landnutzungskarte 1 : 200 000 (Var. A, B, C), evtl. ergänzt durch Detailkarten 1 : 10 000 – 1 : 100 000
- Landnutzungskarten 1 : 100 000 flächenhaft (Var. A) oder figürlich (Var. A und B) für Teilgebiete der Schweiz
- Landnutzungskarten 1 : 50 000 figürlich (Var. A) für Teilgebiete der Schweiz

## Literatur

Boesch, H.: Landnutzungskarten, in: Geogr. Helv. 3/1950, S. 180–190.  
— The World Land Use Survey, in: Int. Jb. f. Kartographie, VIII 1968, S. 136–143.  
— Ein Schema geographischer Arbeitsmethoden, in: Geogr. Helv. 3/1970, S. 105–108.  
— New Possibilities and Techniques for Land Use and related Surveys, The World Land Use Survey Occasional Paper No. 9, Geogr. Publ. LTD, Berkhamsted, Herts, England, 1970.  
— Eine Landnutzungskarte der Schweiz, Forschungsprogramm der Geogr. Kommission SNG, in: Geogr. Helv. 2/1971, S. 74.  
Boyle, A. R.: Equipment for Spatial Data Processing, und: Basis of Assessment of Equipment Systems, in: Tomlinson: Geogr. Data Handling, ICA Commission on Geogr. Data Sensing and Processing, Ottawa 1972, S. 633–709.  
Brassel, K.: Darstellungsversuche mit dem daten-gesteuerten Schnelldrucker, in: Kart. Nachrichten 5/1971, S. 182–188.  
— Land Use Surveys by Sampling Methods, in: Contributions to Land Use Survey Methods, The Land Use Survey Occasional Paper No. 10, Geogr. Publ. LTD, Berkhamsted, Herts, England 1970, S. 3–17.  
— Modelle und Versuche zur automatischen Schräglightschattierung, Diss. Univ. Zürich, Brassel Klosters 1973/a.  
— Ein- und mehrfarbige Printerdarstellungen, in: Kart. Nachr. 5/1973/b.  
Christ, F.: Untersuchungen zur Automation der kartographischen Bearbeitung von Landkarten, in: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Heft 41, Frankfurt 1969.  
Coppock, J. T.: Evaluation of Land Use Data in Developed Countries, in: The World Land Use Survey Occasional Paper No. 9, Geogr. Publ. LTD, Berkhamsted, Herts, England, 1970, S. 121–128.  
Denègre, J.: Automatische Generalisierung, in: Nachr. aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Heft Nr. 55, 1972, S. 5–9.  
ECU (Experimental Cartography Unit., Royal College of Art): Automatic Cartography and Planning, London 1971, 232 S.  
Eidg. Landestopographie: Karte der Kulturgüter, Schweiz Lichtenstein 1 : 300 000, Wabern 1970.  
Gaits, G. M.: The new LINMAP/COLMAP System, Manuscript Working Session and Business Meeting, ICA Commission III, Budapest 1973.  
Gassner, K. und Vonderhorst, P. W.: Das Luftbild als Datenquelle zur Nachführung des ORL-Informationsrasters für besiedelte Gebiete, Studienunterlagen ORL-Institut ETH Zürich, Nr. 17, 1973.  
Hackmann, G.A., Willatts, Ch. E. und Worth, J.:

Instant Map for Planners, in: The Geogr. Magazin, Vol. XLIV/11, 1972, S. 775–777.  
Haefner, H.: Remote Sensing und Kartographie, Geogr. Helv. 2/1971, S. 49–52.  
Herrmann, Chr.: Studie zu einer naturähnlichen topographischen Karte 1 : 500 000, Diss. Geogr. Inst. Univ. Zürich, 1972.  
— Entwicklungsmöglichkeiten topographischer Übersichtskarten (am Beispiel des Maßstabs 1 : 500 000), in: Kart. Nachr. 1973/4, S. 148–156.  
Hsu, M. L., Kozar, K., Orning, C. W. und Streed, P. C.: Computer Applications in Land Use Mapping and the Minnesota Land Management Information System, Paper Nato Advanced Study Institute on Display and Analysis of Spatial Data, Nottingham 1973, 18 S.  
Internationale Kartographische Vereinigung, Kommission II: Automation in der Kartographie (Symposium Juni 1971) in: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Heft 59, Frankfurt 1972.  
Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis: Selected Projects, Harvard University, Cambridge Mass., 1970.  
Lowenstein, P. L. and Howarth, R. J.: Automated Colour-Mapping of Three-Component Systems and Its Application to Regional geochemical Reconnaissance, Geochemical Exploration 1972, S. 297–304.  
ORL: Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung ETHZ: Arbeitsberichte zur Orts-, Regional- und Landesplanung: Informationsraster, 1./2. Teil: Übersicht und Vorbereitungsarbeiten, 3. Teil: Merkmale und Merkmalverschränkungen, 1969/b, 4. Teil: Datenaufnahme von Landkarten mit Lochstreifengeräten, 1969/c, 5. Teil: Datenaufnahme von Landkarten mit Digitizern, 1969/d, 6. Teil: Séries de données statistiques et leur utilisation possible, 1970/a, 8. Teil: Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse und angewandte Methoden, 1970/b.  
— Informationsraster, DISP Nr. 24, Sondernummer, 1972.  
Peucker, T. K.: Computer Cartography, Commission on College Resource Paper No. 17, Ass. of Am. Geogr., Wash. D. C., 1972.  
Seidel, K.: Protokoll der Aussprache über Geräte zur Bildausgabe aus Computerdaten, Photograph. Inst. ETHZ, Juli 1973 (Manuskript).  
Sinton, D.: Spatial Data Analysis Techniques, in: Tomlinson, R. F.: Geographic Data Handling, ICA Commission on Geogr. Data Sensing and Processing, 1972, S. 785–865.  
Spieß, E.: Wirksame Basiskarten für thematische Karten, in: Int. Jb. f. Kartographie, XI, 1971, S. 224–237.  
Steiner, D.: Zur Technik und Methodik der Land-

nutzungsinterpretation von Luftbildern. Berichte zur deutschen Landeskunde, Heft 1, 1962, S. 99–130.

Tomlinson, R. F.: Geographical Data Handling, Symposium Edition, IGU Commission on Geogr. Data Sensing and Processing, Ottawa 1972, 1327 S. Trachsler, H.: Orthophotos als Grundlage für Landnutzungsaufnahmen mit Hilfe von Stichprobenerhebungen und Computer, in: Kart. Nachr. 4/1972, S. 149–156.

— Methoden der Luftbildinterpretation für Untersuchungen in ländlichen Gebieten als Grundlage für die Nachführung des ORL-Informationsrasters, Geogr. Inst. Univ. Zürich, 1973.

US Geological Survey, Circular 671: A Land-Use Classification System for Use with Remote-Sensor Data, 1972.

### Anmerkungen

<sup>1</sup> Unpublizierte Arbeiten des Geogr. Instituts der Universität Zürich im Zusammenhang mit Fragen der Landnutzungskartierung:

Binzegger, Robert: Möglichkeiten der Luftbildinterpretation bei Obstbaumzählungen, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1972, 162 S., 50 Fig.

Brassel Kurt: Landnutzungsaufnahmen mit Hilfe von Stichprobenmethoden. Beispiel Borgo a Mozano. Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1969, 85 S., 69 Tf.

Fasler, Fritz: Die Siedlungen im nordwestlichen Kanton Zürich, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1972, 104 S., 9 Fig., 15 Krt., 18 Tab.

Forster Werner: Versuch einer Landnutzungskartierung durch Luftbildauswertung, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1967, 150 S., LB, Krt.

Frey Hans: Untersuchungen über die Bevölkerungsstruktur von Aarau, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1972, 115 S., Fig., Tab., Fot., Krtteil.

Gassner Kurt: Luftbildinterpretation in der Stadtgeographie, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 207 S., 17 Abb., 20 Darst. 1971.

Höfliger Matthias: Die Stadt Zürich und ihre westliche Region, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1971, 56 S., 25 Abb., 28 Fot., 7 Krtteil.

Huber, Jürg-Peter: Die Industriezone Volketswil, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1972, 77 S., Krt., Fot., Fig.

Manz, Urs: Baden–Brugg, Eine Stadt im Werden, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1969, 117 S., 31 Krt., 7 Dgr., Fot., Tab.

Nüesch, Daniel: Naturähnliche Karte des Kt. Zürich 1 : 150 000, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1972, 47 S., Krt., Fot., 9 Krtteil.

Sauter Joseph: Stadtgeographie von Wil/SG, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1970, 185 S., 13 Krt., 9 Fig., 40 Fot., 18 Tab.

Trachsler, Heinz: Stichprobenerhebungen auf Luftbildern – Landnutzung der Gemeinde Freienbach SZ 1932 und 1967, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1970, 168 S., 22 Abb., 30 Krt.

Zimmermann, Walter: Landnutzung im unteren Klettgau, Dipl. Arb. GI Univ. ZH, 1968, 146 S., Fot. Fig., Krtteil., Separatrolle.

<sup>2</sup> Die vervielfältigten Zusammenfassungen der Ergebnisse dieser Sitzungen sind bei der Geogr. Kommission deponiert.

<sup>3</sup> Ein spezieller Dank gilt den Herren Dr. G. Dorigo und F. Fasler für die Mithilfe bei der Herstellung der Kartenbeispiele sowie H. Trachsler und R. Gfeller für die Beratung in Fragen der Luftbild- und Satellitenaufnahmen.

<sup>4</sup> Der Bericht Trachslers wird momentan in einen weiteren Rahmen gestellt und voraussichtlich Anfang 1974 als Dissertation veröffentlicht.

<sup>5</sup> Am Photographischen Institut der ETHZ wird möglicherweise ein Bildausgabegerät hoher Qualität für digitale Daten angeschafft und ein öffentlich zugänglicher Dienstbetrieb aufgezogen.

<sup>6</sup> Diese Schätzungen basieren auf den Ansätzen des Rechenzentrums der Universität Zürich für 1973: Rechenzeit Zentraleinheit Fr. 2300.—/Std.; Printerkosten: Fr. 1.—/1000 Zeilen; die einzelnen Signaturen sind durch max. sechsmaliges Überdrucken aufgebaut.

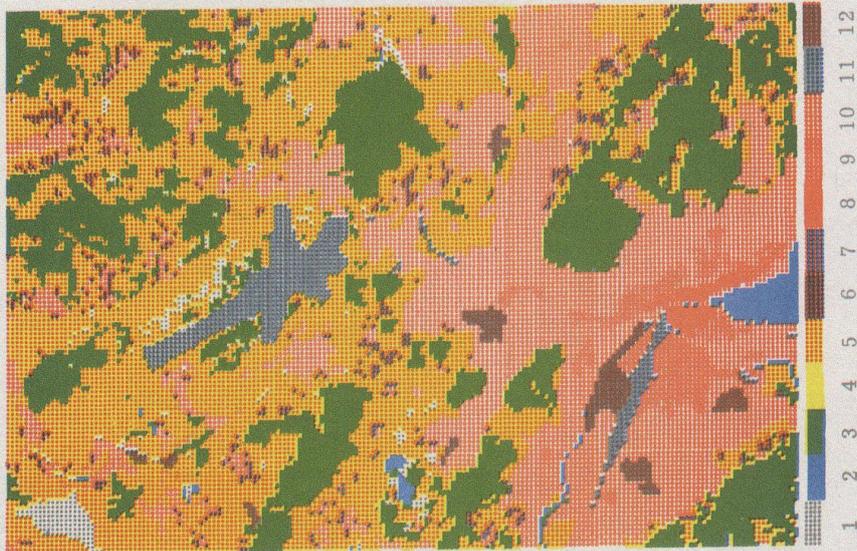
Adressen der Autoren:

Prof. Dr. H. Boesch

Dr. K. Brassel

Geographisches Institut der Universität Zürich  
Blümlisalpstraße 10, 8006 Zürich





2.1  
Landnutzungsdarstellung 1:200 000 der Stadt Zürich (Ausschnitt 678-690 / 245-263). - Darstellung mit Spezialsymbolen auf IBM 1620-1443 (vgl. Brassel 1973). Photographische Reduktion ca. 1:5.

Grundlegenden: Informationsraster ORL, Hektarraster Bodennutzung. - Legende: 1 Oed- und Unland, 2 Gewässer, 3 Wald, 4 Weideland, 5 Acker-, 6 Obstbau, 7 Rebbau, 8 Ortschaften, 9 Zone hoher Bebauungsdichte, 10 Zone mittlerer Bebauungsdichte, 11 Zone lockerer Bebauungsdichte, 12 Verkehrsanlagen, 12 Industrieanlagen.



2.2.  
Landnutzungsdarstellung 1:100 000 der Stadt Zürich (Ausschnitt 680.5 - 686.5 / 246.8 - 255.5). Darstellung mit Standardsymbolen auf IBM 370/155. Photographische Reduktion ca. 1:12.5.

Legende: 1 Oed- und Unland, 2 Gewässer, 3 Wald, 4 Weideland, 5 Acker-, 6 Obstbau, 7 Rebbau, 8 Ortschaften, 9 Zone hoher Bebauungsdichte, 10 Zone mittlerer Bebauungsdichte, 11 Zone lockerer Bebauungsdichte, 12 Verkehrsanlagen, 12 Industrieanlagen.



2.3  
Landnutzungsdarstellung 1969 der Gemeinde Freienbach (SZ), Ausschnitt, Rasterweise Datenaufnahme aus Luftbildern durch H. Trachslor (Geogr. Inst. Univ. Zürich). Darstellung mit Standard-Printerzeichen + Spezialsymbolen.  
Legende: 1 Gebäude, 2 Hofraum, Anlagen, 3 Industrie, 4 Abbau, 5 Bahn, Strassen, 6 Gartenbau, 7 Feldobstbau, 8 Ackerland, 9 Naturwiesen, 10 Streuland, 11 Wald, 12 Wasserflächen. - 1 Signatur = 50 m x 50 m.