

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 91 (1993)

Heft: 6

Artikel: Arealstatistik 1979/85 : die Bodennutzungserhebung des Bundesamtes für Statistik

Autor: Beyeler, A. / Finger, A. / Pfister, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-234969>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Arealstatistik 1979/85: die Bodennutzungserhebung des Bundesamtes für Statistik

A. Beyeler, A. Finger, R. Pfister

Die Arealstatistik 1979/85 beruht auf der stichprobenweisen Interpretation von Luftbildern des Bundesamtes für Landestopographie und wurde im Verlauf des letzten Jahres abgeschlossen. Gegenwärtig beginnen die Arbeiten der Nachführung der Bodennutzungsdaten nach derselben Methode. Damit wird erstmals auch gesamtschweizerisch der Wandel der Bodennutzung statistisch dokumentiert.

Im folgenden ist die Methode unter spezieller Berücksichtigung der verwendeten Landnutzungs-Klassifikation und der Grenzen der Verwendbarkeit der Statistik beschrieben. Einige Beispiele illustrieren die Möglichkeiten von kombinierten Auswertungen der Arealstatistikdaten mit weiteren Datensätzen. Die damit betraute Servicestelle GEOSTAT wird kurz vorgestellt.

La statistique de la superficie 1979/85 est basée sur l'interprétation des vues aériennes de l'Office fédéral de topographie par la méthode des relevés par échantillonnage. Elle a été menée à bien dans le courant de l'année passée. Les données relatives à l'utilisation du sol sont actuellement mises à jour selon la même méthode. Grâce à cela, et pour la première fois, l'évolution de l'utilisation du sol pour l'ensemble de la Suisse sera statistiquement disponible.

La méthode utilisée est décrite en tenant spécialement compte de la classification adoptée pour l'usage du sol et des limites de l'application de la statistique. Quelques exemples illustrent les possibilités de mise en valeur par combinaison des données de l'utilisation du sol avec d'autres données. Ce travail a été confié au Service GEOSTAT qui fait ici l'objet d'une brève description.

Einleitung

Unser Lebensraum wurde in diesem Jahrhundert in einmaligem Ausmass umgestaltet. Einzelne, zeitlich und räumlich begrenzte, oft kaum bemerkbare Eingriffe führten in ihrer Gesamtheit zu grossen Veränderungen. Ein Ende dieser Entwicklung ist nicht abzusehen. Bauliche Grossprojekte im Verkehrsbereich und die anstehenden tiefgreifenden Umstrukturierungen in der Landwirtschaft werden auch in Zukunft unsere Landschaft verändern. Die Bodennutzung ist ein Schlüsselmerkmal zur Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Mensch und Umwelt. In der Bodennutzung greifen Gesellschaft, Wirtschaft und natürliche Umwelt raumwirksam und messbar ineinander. Der Bedarf an systematischen, nachvollziehbaren und nachführbaren Grundlagendaten zur Landnutzung ist dementsprechend in vielen Bereichen zunehmend, so z.B. in der Land- und Forstwirtschaft, in der Hydrologie, Klimatologie, Raumplanung und im Umweltschutz.

Bei all diesen Informationsbedürfnissen steht meist nicht der Zustand, sondern die Dynamik der räumlichen Entwicklung im Vordergrund. Eine Bodennutzungsstatistik, welche diesen Anforderungen genügt, gab es bis anhin nicht. Alle bisherigen Erhebungen waren nicht nachvollziehbar, methodisch ungenügend, weder

zeitlich noch räumlich vergleichbar, oder sie beschränkten sich auf Teilräume und Fallstudien. Vorhandene Angaben über das Ausmass von Veränderungen beruhen auf groben Schätzungen und Hochrechnungen.

Die Arealstatistik 1979/85 ist aus diesen Gründen eine Ersterhebung. Das vorrangigste Ziel war die Bereitstellung eines gesamtschweizerischen Datensatzes zur Bodennutzung, der in Zukunft nachgeführt werden kann. Die Daten sollten daneben nachvollziehbar, rasch verfügbar und möglichst aktuell sein, vielseitige Benützerbedürfnisse abdecken sowie als Grundlage für die wissenschaftliche Forschung und für weitere Anwender in geeigneter Form zur Bearbeitung offenstehen.

Für die Verwendung der Arealstatistik in geographischen Informationssystemen ist die digitale geographische Festlegung der Nutzungsdaten eine wichtige Voraussetzung. Diese Daten können so mit anderen raumbezogenen Datensätzen kombiniert werden. Solche Verknüpfungen erschliessen eine Fülle von zusätzlichen, räumlich und thematisch variierbaren, statistischen Informationen.

Erhebungsmethode

Die Methode der stichprobenweisen Luftbildauswertung stellt einen Kompromiss

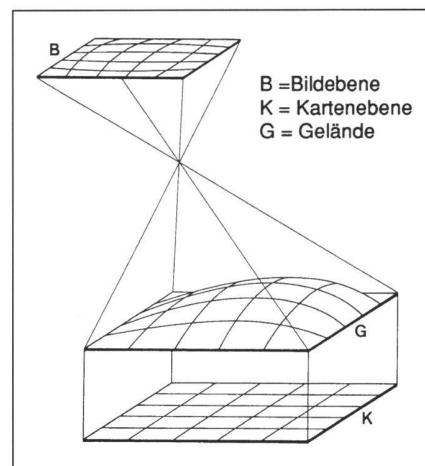


Abb. 1: Projektive Abbildung eines Gitternetzes.

zwischen Aufwand und Ertrag dar. Sie kann die vollständige, flächenscharfe Vermessung, die allerdings noch Jahre beansprucht wird, sicher nicht ersetzen. Die so gewonnenen statistischen Aussagen besitzen jedoch genügende Genauigkeit bis auf die kantonale und regionale Ebene – Bezugsräume, welche für viele politische Entscheidungen von grosser Bedeutung sind.

Das Verfahren der stichprobenweisen Auswertung von Luftbildern wurde am Institut für Photogrammetrie der ETH Lausanne und am Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung der ETH Zürich unter Mitwirkung verschiedener Bundesstellen entwickelt und getestet [7] [8]. Es besteht im wesentlichen aus zwei Schritten:

- Herstellen der Stichprobenfolien
- Interpretation der Landnutzung.

Herstellung der Stichprobenfolien

Für die Datenerhebung werden die Schwarzweiss-Luftbilder des Bundesamtes für Landestopographie benutzt, die auch für die Nachführung der Landeskarte verwendet werden. Die der Ersterhebung zugrundeliegenden Luftbilder datieren aus den Jahren 1979 bis 1985. Für die 3966 Luftbilder wurden Stichprobenetze berechnet, welche zusammen rund 4,1 Millionen Stichprobenpunkte enthalten. Massgebend für die Lage der Stichprobenpunkte sind die Schnittpunkte der 100m-Koordinaten der Landeskarte (Abb. 1, Kartenebene K).

Mit Hilfe der Orientierungselemente des Luftbildes (Koordinaten des Aufnahmestandortes, Bildneigungen, Brennweite, Bildhauptpunkt) und des digitalen Geländemodells RIMINI [10] (Gelände G) des Eidgenössischen Militärdepartementes wurden die einzelnen Stichprobenpunkte für jedes Luftbild lagerichtig berechnet und anschliessend automatisch gezeichnet. Es entstand eine Klarsichtfolie mit Stichprobennetz (Bildebene B), Rahmenmar-

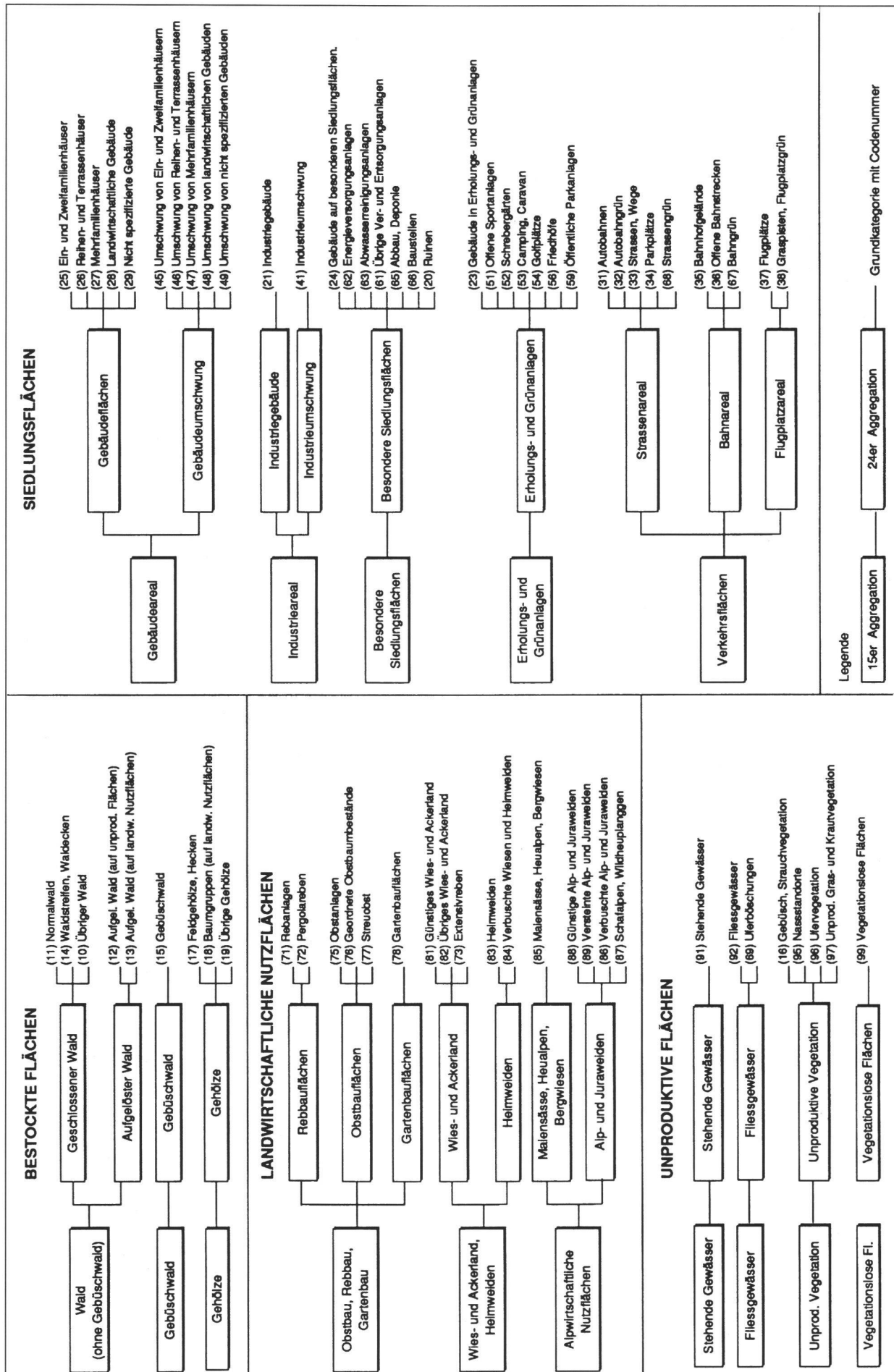


Abb.2: Grundkategorien und Standard-Aggregationen der Arealstatistik 1979/85.

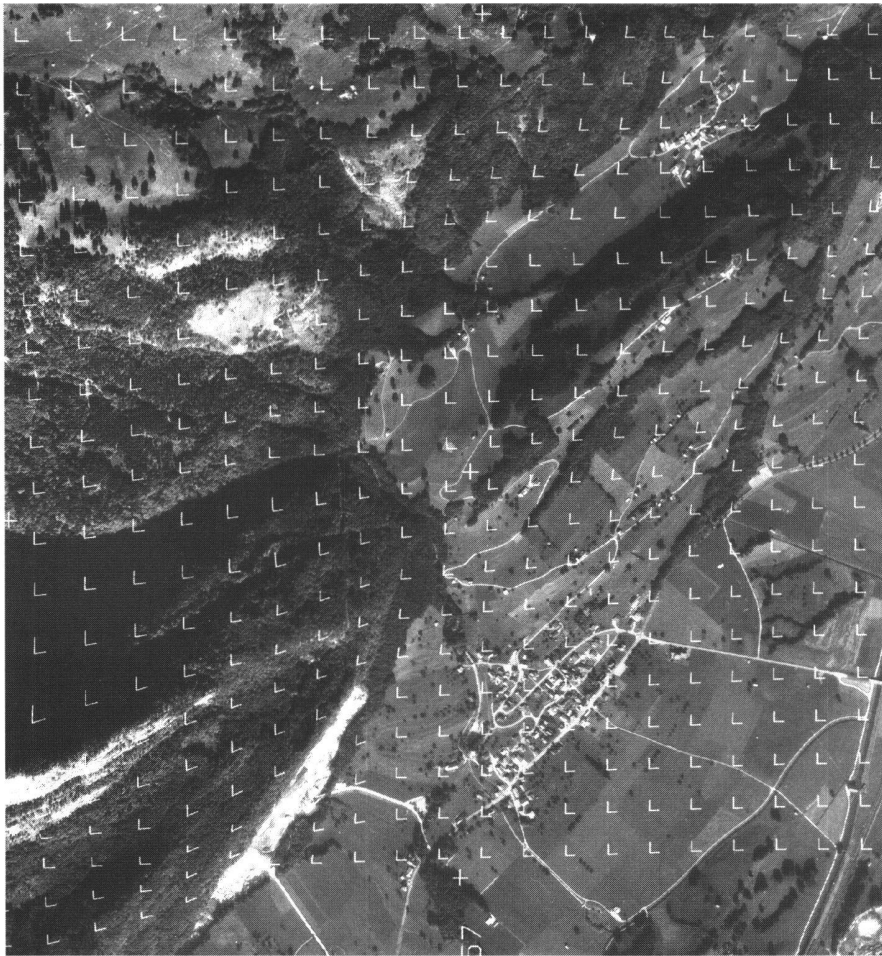


Abb. 3: Luftbild mit Stichprobenfolie (Lienz, SG. Aufnahme des Bundesamtes für Landestopographie).

ken, Passpunktmarkierung und Beschriftung des Kilometernetzes. Die Folie wurde für die Interpretationsarbeiten auf dem entsprechenden Luftbild dia eingepasst und fixiert.

Interpretation der Landnutzung

Die Interpretation der mit dem Stichprobennetz überlagerten Luftbild dia erfolgte unter Stereoskopen mit Durchlichtbeleuchtung. Diese Geräte ermöglichen das räumliche Betrachten der Bilder, so dass auch Hangneigungen, Senken und Geländebrüche erkannt werden können. Um Zuteilungsfehler möglichst auszuschliessen, wurde jedes Bild Punkt für Punkt von einem zweiten Bearbeiter kontrolliert. Anschliessend wurden die Differenzen gemeinsam besprochen und bei Bedarf im Felde verifiziert.

Bei der Interpretation der Landnutzung wurde jedem Stichprobenpunkt eine Grundkategorie des Kategorienkataloges (Abb. 2) zugeteilt und diese auf der Folie mit dem entsprechenden zweistelligen Code gekennzeichnet. Für die Zuteilung der Codes war die Nutzung am Stichprobenpunkt massgebend, wobei zur Bestimmung der eigentlichen Nutzungskategorie meist auch die Umgebung in die Beurteilung miteinbezogen werden musste (Abb.

3). Das Ergebnis der Interpretationsarbeiten – die Stichprobenfolien mit den bereinigten Landnutzungs codes – wurde am Bildschirm doppelt erfasst, kontrolliert und kartenblattweise in die Datenbank von GEOSTAT transferiert.

Kategorienkatalog

Für die Interpretation der Landnutzung wurde ein eigens für die Arealstatistik 1979/85 entwickelter Kategorienkatalog verwendet [2]. Dieser enthält für jede der 69 Grundkategorien (Abb. 2) eine Definition sowie genaue, meist im Luftbild messbare Abgrenzungs- und Zuteilungskriterien. Zahlreiche Regelungen betreffen ferner die einheitliche Zuordnung im Falle von durchmischten und überlagerten Nutzungen. Als Grundlage der Luftbildinterpretation ermöglichte der Kategorienkatalog den Bearbeitern eine sichere, eindeutige und über die ganze Schweiz gleichbleibende Zuordnung der Stichprobenpunkte.

Die vier Hauptbereiche und ihre Kategorien

Die Art der Bodennutzung wird grundsätzlich durch zwei nicht immer eindeutig voneinander trennbare Grössen bestimmt, nämlich durch die Art der Bodenbe-

deckung (Vegetation, Bauten, Wasser usw.) sowie durch deren Funktion (Landwirtschaft, Wohnen, Industrie, Erholung usw.). Während beispielsweise den Hydrologen die Bedeckung interessiert, steht für den Raumplaner die Funktion im Mittelpunkt. Jede Ordnung der Bodennutzung ist daher von der ihr zugrundeliegenden Fragestellung abhängig.

Die vorliegende Gliederung der Kategorien ist kein durchgehend hierarchisches System in dem Sinne, dass auf der obersten Hierarchiestufe nach Bedeckung und auf den nachfolgenden Ebenen nach Funktionen unterteilt würde. Vielmehr wurde ein gemischtes System angewandt, welches auch durch die Erhebungsmethode (Interpretation von Luftbildern) geprägt ist.

Die grobe Einteilung in die vier Hauptbereiche (Bestockte Flächen, Landwirtschaftliche Nutzflächen, Siedlungsflächen und Unproduktive Flächen) soll die Vergleichbarkeit mit internationalen Bodennutzungsklassifikationen sicherstellen. Zu den Bestockten Flächen gehören der Wald und die Gehölze. Die Landwirtschaftlichen Nutzflächen beinhalten das Wies- und Ackerland, die Heimweiden, den Obst-, Reb- und Gartenbau sowie die Alpwirtschaftlichen Nutzflächen wie Maiensässe, Bergwiesen, Alp- und Juraweiden. Den Siedlungsflächen werden die für Wohnen, Erholung, Verkehr, Produktion, Handel und Dienstleistung sowie Ver- und Entsorgung geschaffenen Areale und Anlagen zugerechnet. Zu den Unproduktiven Flächen zählen alle unbestockten Flächen, die aufgrund der klimatischen oder topographischen Lage landwirtschaftlich nicht mehr nutzbar sind, insbesondere die Unproduktive Vegetation, die Vegetationslosen Flächen sowie die Gewässer und Nassstandorte.

Thematische Aggregation der Grundkategorien

Die feine Landnutzungsklassifikation ermöglicht es, sehr detaillierte Aussagen bis zu grösseren administrativen Einheiten wie Kanton oder Bezirk zu machen (z.B. wie viele Hektaren Offene Sportanlagen gibt es im Kanton Bern?). Stellt man dieselbe Frage jedoch für eine einzelne Gemeinde, ist das Ergebnis wegen des grossen Stichprobenfehlers wenig signifikant.

Darum müssen die Grundkategorien der Arealstatistik – insbesondere für kleinräumige Auswertungen oder bei selten auftretenden Kategorien – aggregiert, d.h. thematisch zusammengefasst werden. Für die Publikation und die digitale Verbreitung der Arealstatistik 1979/85 wurden zwei Standardaggregationen mit 15 respektive 24 Nutzungsarten gebildet (Abb. 2). Die Bildung einer Aggregation kann aber prinzipiell auf die Fragestellung abgestimmt werden und je nachdem die

Nutzung oder die Bedeckung des Bodens stärker gewichten.

Grenzen der Anwendbarkeit

Wie jede Datenerhebung hat auch die stichprobenweise Luftbildinterpretation der Arealstatistik 1979/85 eine begrenzte Genauigkeit. Im wesentlichen sind zwei Einflussbereiche zu betrachten. Der erste Bereich betrifft den Stichprobenfehler, der zweite umfasst die Fehler der Luftbildinterpretation, insbesondere den Ermessensspielraum der Interpreten bei der Ansprache der Nutzungen (begrenzte Erkennbarkeit / vereinfachtes Nutzungsmodell) und die Zuteilung von Grenzfällen.

Stichprobenfehler

Die für die vorliegende Erhebung verwendeten Stichprobenpunkte stellen nur eine von vielen Lagemöglichkeiten dar. Mit der verwendeten Stichprobenmethode könnten durch Lageverschiebungen des Stichprobengitters beliebig viele weitere Stichproben gezogen werden. Jede dieser Stichproben hätte ein leicht verändertes Resultat zur Folge.

Die Schätzung dieses Stichprobenfehlers kann stark vereinfacht anhand des Modells der Binomialverteilung erfolgen. Dieses ist leicht anwendbar, gilt aber nur für zufallsverteilte Nutzungen. Es vernachlässigt sowohl die Grösse der Teilmenge in bezug zur gesamten Stichprobe als auch die Beziehungen räumlich benachbarter Stichprobenpunkte und liefert darum teilweise massiv zu hohe Werte, besonders bei grossflächigen, zusammenhängenden Nutzungen.

Wegen der beschränkten Anwendbarkeit der Binomialformel für raumbezogene Daten wurde für die nachträgliche Fehler-

berechnung eine Formel programmiert, welche die Nachbarschaftsbeziehung zu den umliegenden Stichprobenpunkten berücksichtigt [6]. Ihr Hauptnachteil liegt darin, dass sie für jede Auswertung, jedes Aggregat und jede Raumeinheit gesondert berechnet werden muss und dabei wegen der Nachbarschaftsuntersuchung auf den geokodierten Datensatz zurückgreifen muss. Eine einfache allgemeingültige tabellarische Darstellung ist darum unmöglich. Die folgende Tabelle (Abb. 4) ist eine Gegenüberstellung der Ergebnisse der beiden Fehlerformeln am Beispiel der 15er Aggregation auf Stufe Schweiz, Kanton Graubünden, Gemeinde Chur.

Wird bei einer Stichprobe von Punkten, welche eine Fläche mit bestimmter Bodennutzung erhebt, nur der zufällige Stichprobenfehler betrachtet, so ist die Genauigkeit der Schätzung von zwei Faktoren abhängig:

- Häufigkeit: Die Genauigkeit ist umso besser, je häufiger ein Stichprobenpunkt auf ein Merkmal – in unserem Falle auf eine Bodennutzungsart – trifft. Höhere Genauigkeit erfordert demnach grössere Erhebungsräume und/oder dichtere Stichprobennetze.
- Form, Grösse, Verteilung: Die Schätzgenauigkeit ist umso besser, je grösser die zusammenhängende Fläche der erhobenen Bodennutzungsart im Verhältnis zur Fläche ist, die durch einen Stichprobenpunkt repräsentiert wird (z.B. bei grossen Wäldern, Seen etc.). Hier findet der Stichprobenprozess nur in der Randzone statt, währenddem im Innern ein einfacher Zählprozess ohne Fehleranteil durchgeführt wird. Umgekehrt sinkt die Genauigkeit bei stark

streuenden, kleinflächigen Nutzungen (z.B. Einfamilienhäuser).

Aufgrund dieser Sachverhalte erlaubt die Arealstatistik für kleine Räume (Gemeinden) nur sehr begrenzt und stark aggregiert zuverlässige Aussagen.

Begrenzte Erkennbarkeit

Obwohl der Kategorienkatalog im Hinblick auf die gewählte Methode mit Luftbildern konzipiert wurde, sind darin einige Kategorien enthalten, die im Luftbild nicht in jedem Fall bestimmbar sind. Die Erkennbarkeit einzelner Nutzungen kann saisonal (z.B. Beweidung) und regional (z.B. Gebäudenutzung) variieren. Andere Kategorien mussten weggelassen werden, weil mit der gewählten Methode keine Aussage möglich ist, so z.B. das Ackerbaugelände, welches auf den Schwarzweiss-Luftbildern nicht in jeder Jahreszeit vom Grünland zu unterscheiden ist. Für bestimmte Nutzungen kann demnach keine oder nur eine regional begrenzte statistische Aussage gemacht werden.

Vereinfachtes Nutzungsmodell

Bei der Konzeption des Kategorienkataloges wurde vom Modell einer eindeutigen und ausschliesslichen Nutzung jeder Fläche ausgegangen. Die Realität zeigt aber, dass sehr häufig Mischnutzungen vorkommen. Eine militärische Anlage wird meist auch landwirtschaftlich genutzt, ein Campingplatz kann gleichzeitig auch Wald sein. Aus praktischen Überlegungen ist es nur begrenzt möglich, solche Mischformen mit eigenen Nutzungs-codes zu umschreiben. In den meisten Fällen muss eine Prioritätenregelung im Katalog festgelegt werden, damit Fälle von überlagerter Nut-

(Vertrauensintervall $p = 95\%$)	Schweiz			Graubünden			Chur		
	Punktfläche Total in ha	Stichprobenfehler (Binomial)	Stichprobenfehler (Kreuzdiff.)	Punktfläche Total in ha	Stichprobenfehler (Binomial)	Stichprobenfehler (Kreuzdiff.)	Punktfläche Total in ha	Stichprobenfehler (Binomial)	Stichprobenfehler (Kreuzdiff.)
Wald (ohne Gebüschwald)	1'083'832	± 0.19 %	± 0.09 %	141'151	± 0.53 %	± 0.25 %	1'388	± 5.4 %	± 1.9 %
Gebüschwald	55'323	± 0.85 %	± 0.59 %	20'329	± 1.40 %	± 0.97 %	2	± 141.4 %	± 141.4 %
Gehölze	113'124	± 0.59 %	± 0.56 %	18'151	± 1.48 %	± 1.38 %	81	± 22.2 %	± 21.8 %
Wies- und Ackerland, Heilmweiden	945'760	± 0.21 %	± 0.10 %	43'637	± 0.96 %	± 0.52 %	502	± 8.9 %	± 5.0 %
Obstbau, Rebbaue, Gartenbau	70'903	± 0.75 %	± 0.62 %	954	± 6.48 %	± 5.12 %	40	± 31.6 %	± 27.4 %
Alpwirtschaftliche Nutzflächen	564'612	± 0.27 %	± 0.14 %	176'935	± 0.48 %	± 0.22 %	49	± 28.6 %	± 18.0 %
Gebäudeareal (ohne Industrieareal)	118'587	± 0.58 %	± 0.45 %	4'435	± 3.00 %	± 2.47 %	308	± 11.4 %	± 7.7 %
Industrieareal	14'738	± 1.65 %	± 1.27 %	464	± 9.28 %	± 7.33 %	71	± 23.7 %	± 17.7 %
Erholungs- und Grünanlagen	12'549	± 1.79 %	± 1.46 %	506	± 8.89 %	± 7.17 %	41	± 31.2 %	± 23.9 %
Besondere Siedlungsflächen	15'803	± 1.59 %	± 1.29 %	925	± 6.58 %	± 5.64 %	15	± 51.6 %	± 44.2 %
Verkehrsflächen	80'097	± 0.71 %	± 0.66 %	4'852	± 2.87 %	± 2.72 %	196	± 14.3 %	± 12.0 %
Stehende Gewässer	141'921	± 0.53 %	± 0.10 %	3'031	± 3.63 %	± 1.81 %	0	-	-
Fließgewässer	30'625	± 1.14 %	± 1.03 %	6'719	± 2.44 %	± 2.30 %	39	± 32.0 %	± 33.4 %
Unproduktive Vegetation	247'272	± 0.40 %	± 0.30 %	85'118	± 0.69 %	± 0.50 %	26	± 39.2 %	± 39.2 %
Vegetationslose Flächen	633'307	± 0.25 %	± 0.11 %	203'338	± 0.44 %	± 0.20 %	42	± 30.9 %	± 26.1 %

Abb. 4: Fehlerauswertung nach Binomial- und Kreuzdifferenzformel: Gesamte Schweiz, Kanton Graubünden, Gemeinde Chur.

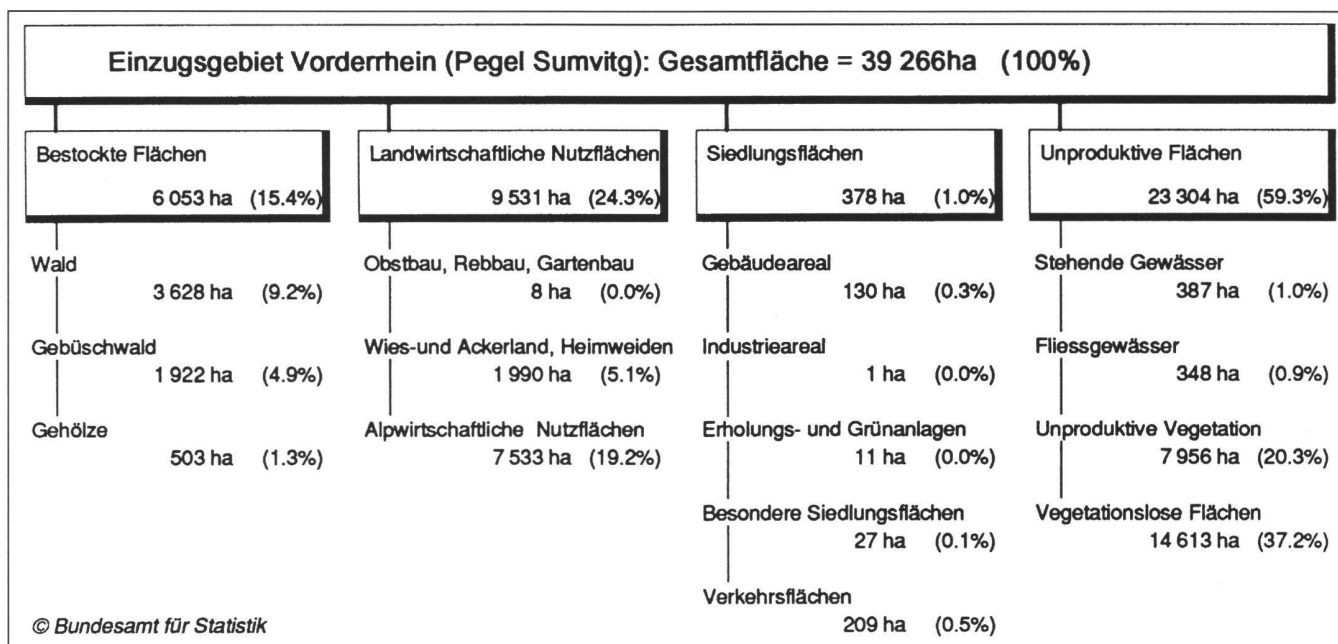


Abb. 5: Auswertung Gewässereinzugsgebiet Vorderrhein, Pegel Sumvitg.

zung immer gleich zugeteilt werden. In einer Gesamtschau wird deshalb jede Nutzung eine tendenziell kleinere Fläche erhalten, als wenn sie für sich allein betrachtet würde. Im Falle von Doppel- und Mehrfachnutzung muss jeweils ein Teil der Fläche an die andere Nutzung abgegeben werden. Zum Beispiel fallen Waldstrassen und damit Verkehrsflächen zugunsten des Waldes aus der Statistik.

Grenzfälle (der Stichprobenpunktlage)

Obwohl mit der stichprobenweisen Erhebung der Bodennutzung die vollständige Abgrenzung aller Teilflächen vermieden wird, mussten im Bereich des Stichprobenpunktes solche Grenzen – zumindest im Gedanken – gezogen werden. Dies führte zu einer nicht zu unterschätzenden Zahl von Fällen, in denen die Zuteilung zur einen oder anderen Nutzung im Rahmen des Ermessens liegt.

Im intensiv beanspruchten Mittelland sind die Nutzungsgrenzen viel schärfer und die Zahl der fließenden Übergänge kleiner als im schwächer bis gar nicht genutzten Alpenraum. Die Zuverlässigkeit der erhobenen Ergebnisse ist demzufolge in intensiv genutzten Räumen grösser als im stark durchmischten Berggebiet, wo sich die Nutzungen dauernd im Übergangsbereich von landwirtschaftlichen, bestockten und unproduktiven Flächen bewegen.

Auswertung und Datendiffusion

Die Planung der Speicherung und Auswertung der Arealstatistikdaten einerseits und die Bedürfnisse nach einer Erneuerung des Informationsrasters BFS/ORL [11] andererseits führten ab 1987 zu einem

personellen und infrastrukturellen Aufbau des Projektes GEOSTAT (siehe Kasten). Damit wurde eine Organisationseinheit und ein Arbeitsinstrument geschaffen, mit denen auch grosse gesamtschweizerische raumbezogene Datensätze rationell und zeitgemäss verwaltet und verarbeitet werden konnten.

Mit Hilfe des GIS GEOSTAT wurden zuerst die Daten der Arealstatistik für die geplanten Tabellenbände aufbereitet. Da nur ein kleiner Teil der Daten und der möglichen Auswertungen publiziert werden kann, gewinnt der Vertrieb digitaler Datensätze und die Durchführung von Spezialauswertungen zunehmend an Bedeutung.

Standardauswertungen, Publikationen

Für die Tabellenbände wurden die Grunddaten im GIS ausgewertet. Die Weiterverarbeitung erfolgte auf PC mit einem Tabellenkalkulationsprogramm. Für den Tabellenband «Arealstatistik 1979/85, Resultate nach Gemeinden» [1] wurden die Grunddaten für alle Gemeinden zu 12 Nutzungsarten zusammengefasst, für den Tabellenband «Arealstatistik 1979/85, Resultate nach Kantonen und Bezirken» [5] wurde das Nutzungsspektrum auf 24 Nutzungsarten ausgeweitet, diese jedoch nur bis auf Bezirksstufe ausgewiesen. Zudem wurde eine Aggregation von 15 Nutzungsarten mit den Geländedaten von GEOSTAT kombiniert und auf Kantonsstufe die Bodennutzung nach Höhenlage, Hangneigung und Exposition ermittelt.

Digitale Datensätze

Der Grunddatensatz der Arealstatistik 1979/85 wird wegen seiner komplexen Handhabung und der Gefahr von Fehlinterpretationen nur für Forschungszwecke

abgegeben. Für den übrigen Gebrauch wurden mehrere digitale Datensätze erstellt. Sie können aufgrund von Informationsgehalt und Anwendungszweck eingeteilt werden in:

- aggregierte Datensätze für statistische Anwendungen, und
- generalisierte Datensätze für kartographische Zwecke.

Das Hauptanwendungsgebiet der aggregierten Datensätze liegt in der Statistik, in der Erstellung von Flächenbilanzen für unterschiedliche Perimeter und in der Verknüpfung mit anderen Datensätzen. Sie liegen in zwei Standards vor: Während sich die Aggregation von 15 Nutzungsarten auch für kleinräumige Untersuchungen (Gemeinde) eignet, ist die Aggregation von 24 Nutzungsarten eher für die Analyse grösserer Räume (Region, Bezirk) angebracht. Bei umfangreicheren Anwendungen ist auch die Bildung spezieller Aggregationen, z.B. nach der Bodenbedeckung denkbar.

Mit den Hintergrunddatensätzen wird dem Bedürfnis nach kartographischer Darstellung und nach zusätzlichen visuellen Informationsebenen Rechnung getragen. Sie liegen in zwei Generalisierungsstufen und aggregiert auf 17 Nutzungsarten vor (geeignet für die Massstabsbereiche 1:25 000 bis 1:100 000 bzw. 1:200 000 bis 1:300 000). Ihr Informationsgehalt wurde durch die Generalisierung – jeweils 4 Punktinformationen wurden zu einer Rasterinformation vermengt, isolierte Rasterzellen anschliessend entfernt – erheblich verändert. Während linienförmige und kleinflächige Merkmale vollständig (Gehölze) oder zum grössten Teil (Strassen, Fließgewässer) eliminiert wurden,

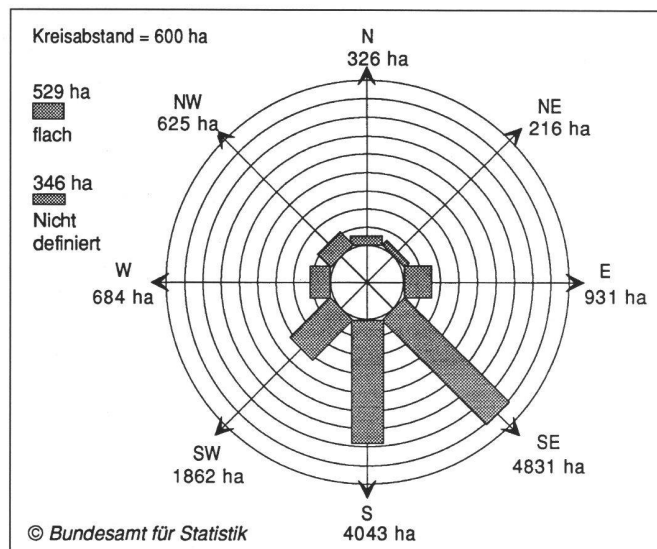


Abb. 6: Expositionsverteilung der Rebbauflächen in der Schweiz.

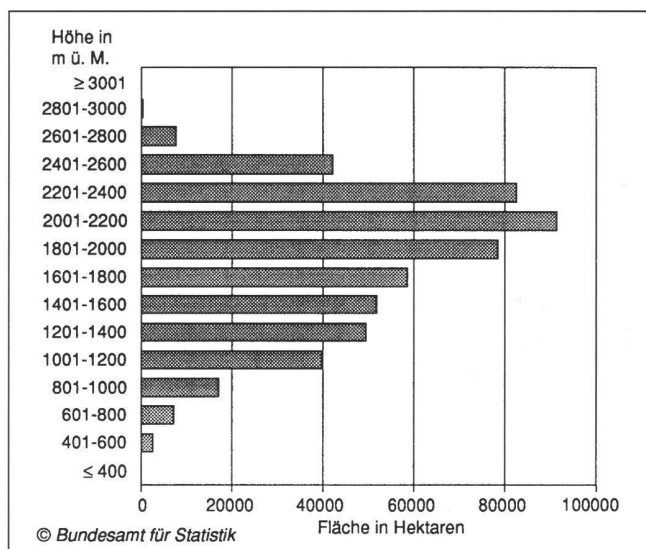


Abb. 7: Höhenverteilung der Alp- und Juraweiden der Schweiz.

erhielten grossflächige Nutzungen (Wald, Kulturland) ein Übergewicht.

Spezialauswertungen

Die meisten Anwendungen raumbezogener Daten verlangen nach interdisziplinärem Vorgehen und integralen Lösungsansätzen. Die Kombination von Bodennutzungsdaten und weiteren raumbezogenen Datensätzen eröffnet hier neue Möglichkeiten für vertiefte Analysen. In den folgenden Abschnitten werden einige Spezialuntersuchungen als Beispiele kurz präsentiert.

Auswertung eines Gewässereinzugsgebietes:

Durch die punktweise Abspeicherung der Bodennutzungsdaten in einem GIS können die Auswertungssperimeter nicht nur wie bisher üblich nach administrativen Einheiten, sondern beliebig gewählt werden. Voraussetzung ist allerdings das Vorliegen digitaler Perimetergrenzen. Das Beispiel des Einzugsgebietes des Vorderreins beim Pegel Sumvitg (Abb. 5) illustriert das Ergebnis eine solche Auswertung. Neben Gewässereinzugsgebieten sind aber auch z.B. BLN-Objekte, Moorlandschaften, oder Pufferzonen um Verkehrsträger oder Fliessgewässer als Auswertungssperimeter denkbar. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit von Bodennutzungsdaten ist die Verknüpfung mit anderen Punkt- oder Rasterdatensätzen im geographischen Informationssystem. Am Beispiel von Verknüpfungen mit den thematischen Ebenen «Topographie» und «Raumplanung, Zonenpläne» soll diese Anwendung gezeigt werden.

Auswertung mit digitalem Geländemodell:

Die Geländedaten von GEOSTAT wurden aus dem Geländemodell RIMINI [10] des

EMD abgeleitet. Die Qualität, insbesondere der Neigungs- und der Expositionswerte, ist noch nicht befriedigend. Da aber in absehbarer Zeit ein qualitativ weit besserer Geländedatensatz (DHM25 der Landestopographie [10]) verfügbar sein wird, scheint es angebracht, auf solche Anwendungen hinzuweisen.

Für die eigentliche Auswertung wurden die Höhen- bzw. Expositionswerte gestuft und mit der jeweiligen Bodennutzung am Stichprobenpunkt verknüpft. Die Abfragen sind im Prinzip für jede Nutzungskategorie in einem beliebigen Auswerteraum durchführbar. Die Expositionsverteilung der Rebbauflächen (Abb. 6) und die Höhenverteilung der Alp- und Juraweiden (Abb. 7) sind Beispiele für gesamtschweizerische Auswertungen.

Siedlungsflächen und Bauzonen:

Die Bauzonenerhebung 1989 des Bundesamtes für Raumplanung wurde in dessen Auftrag nach der gleichen Methode wie die Arealstatistik (Punkstichprobe) durchgeführt. Der Stand der Bauzonen entspricht dabei je nach Kanton dem Zeit-

raum zwischen 1981 und 1987, deckt sich also in etwa mit den Luftbildaufnahmen der Arealstatistik.

In die Auswertung wurden alle Hektarpunkte einbezogen, welche im Datensatz Bauzonen die Information «Bauzone» enthalten, also 243'891 Punkte. Dann wurde an jedem Punkt die Information aus dem Datensatz Arealstatistik 1979/85 beigezogen. Entsprechend dieser Information einer der 36 Siedlungskategorien, so wurde die Hektare als überbaut, bei allen anderen Nutzungskategorien als nicht überbaut angesprochen. Aus der Differenz zwischen den gesamten Siedlungsflächen der Arealstatistik und den Siedlungsflächen innerhalb der Bauzonen konnte schliesslich die Teilmenge der Siedlungsflächen ausserhalb der Bauzonen ermittelt werden.

Die gesamtschweizerischen Ergebnisse [9] dieser Auswertung zeigen, dass der Überbauungsgrad der Bauzonen in der Schweiz 60% beträgt und 97'550 ha innerhalb der Bauzonen nicht als Siedlungsflächen genutzt werden. Diese können also als freie Bauzone betrachtet werden.

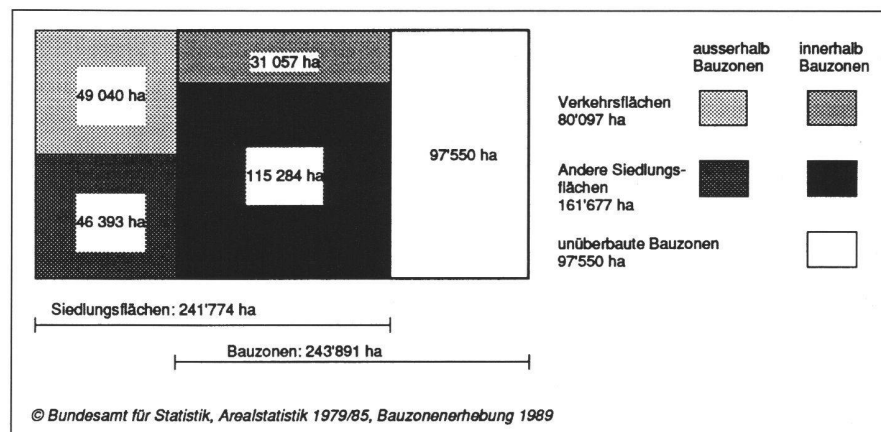


Abb. 8: Verschneidung Arealstatistik / Bauzonen.

Partie rédactionnelle

Gut 39% der in der Arealstatistik als Siedlungsflächen beurteilten Punkte liegen ausserhalb der Bauzonen. Mehr als die Hälfte davon sind Verkehrsflächen (Abb. 8). Allerdings wird hier ein Zustand beschrieben, der vor etwa zehn Jahren aktuell war.

Nachführung

Die Nachführbarkeit und damit die Erfassung des Bodennutzungswandels war von Anfang an ein wichtiges Ziel der Arealstatistik. Die Nachführung war ursprünglich synchron zum Flugplan des Bundesamtes für Landestopographie geplant, dessen Luftbilder als Erhebungsgrundlage dienen. Da die Landesteile in einem Zyklus von durchschnittlich sechs Jahren neu befliegen werden, zum jetzigen Zeitpunkt aber bereits aktuellere Bilder verfügbar sind, beschloss die Direktion des BFS Ende letzten Jahres einen Nachführungsrhythmus von 12 Jahren, beginnend mit dem Befliegungsblock 1992 (Westschweiz). Somit ist gewährleistet, dass in Zukunft wesentlich aktuellere Daten verfügbar sein werden. Der Abschluss der ersten gesamtschweizerischen Nachführung ist für 1999 geplant, wobei die Publikation von Zwischenresultaten und die Erneuerung des Datensatzes nach Landesteilen schon ab 1995 vorgesehen ist.

Für die Nachführung werden die Stichprobenpunkte der Ersterhebung weiterverwendet. Der Gebrauch permanenter Stichprobenpunkte ist aus statistischer Sicht vorteilhafter, weil sich damit Veränderungen wesentlich genauer erfassen lassen als mit einem unabhängigen neuen Stichprobenetz. Nachteilig ist, dass die Lageungenauigkeit der Stichprobenpunkte – zurückzuführen auf Einzelbildorientierung, Passpunktkoordinaten ab Landeskarte 1:25'000, Einfluss des Geländemodells RIMINI, Verzug der Stichprobenfolien, Fehleinschätzung der Verkippung am Bildrand – zu zusätzlichen Bildvergleichen führen wird.

Für die Interpretation wird die Nutzungskategorie der Ersterhebung auf den Interpretationsfolien der neuen Luftbilder angegeben (zweistelliger Code). Danach wird überprüft, ob eine Änderung stattgefunden hat. Mit Feldbegehungen werden Unklarheiten vor Ort besichtigt und bereinigt. Anschliessend werden die Daten etappenweise ins geographische Informationssystem GEOSTAT überführt. Damit werden Aussagen über die aktuelle Bodennutzung und erstmals auch über deren Wandel möglich sein.

BFS-Publikationen

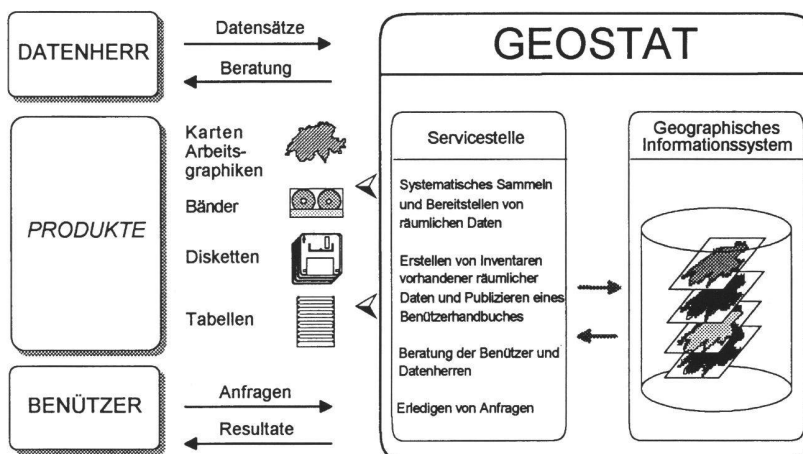
(telefonische Bestellungen unter Tel. 031 / 323 60 60)

[1] Arealstatistik 1979/85, Resultate nach Gemeinden, 1992

GEOSTAT

Im Zentrum von GEOSTAT steht ein geographisches Informationssystem (GIS) mit einer Datenbank raumbezogener Daten der Schweiz. Das Projekt besteht, nebst dem Bereich der Projektleitung, aus den zwei Projektteilen Servicestelle und EDV-Gruppe. GEOSTAT übernimmt, verwaltet und vertreibt geokodierte geographische, sozioökonomische und andere Daten der Schweiz von öffentlichem Interesse. Die verfügbaren GEOSTAT-Daten sind mit Angaben über ihre Erhebungsmethode und den Abgabebedingungen im Benutzerhandbuch [4] beschrieben.

Die Servicestelle steuert den Datenfluss zwischen Datenherr, geographischem Informationssystem und Benutzer. Die Hauptaufgabe ist die Betreuung der Benutzer und die fachgerechte Erledigung von Anfragen. Die Servicestelle berät und unterstützt diese bei der Frage nach möglichen Datenkombinationen. Die Auswertungen werden in Form von Tabellen oder Plotterkarten oder auf EDV-Datenträger geliefert.



Kernstück von GEOSTAT ist ein geographisches Informationssystem, in dem die Daten mit ihrem Raumbezug (Koordinaten, Zugehörigkeit zu einer Fläche, Linie) gespeichert sind und dadurch miteinander kombiniert, bzw. überlagert werden können. Der Generalisierungsgrad der aufgenommenen Daten entspricht in den meisten Fällen dem Massstab 1:25 000 oder einer Hektare. Thematisch werden die Daten in gleichberechtigten aber nach Themenbereich voneinander getrennten Ebenen verwaltet. Die Arealstatistik 1979/85 wird als thematische Ebene «Bodennutzung» geführt. Das Ebenenkonzept stellt keine Beziehung zwischen den verschiedenen thematischen Bereichen dar. Für Darstellungen und Analysen können die verschiedenartigen Datensätze (Raster-, Punkt-, Linien- und Polygondaten) der einzelnen Ebenen jedoch miteinander verknüpft und verschnitten werden.

[2] Arealstatistik 1979/85, Kategorienkatalog, 1992

[3] Gratisbroschüre: Die Bodennutzung der Schweiz, Arealstatistik 79/85, 1992

[4] GEOSTAT-Benutzerhandbuch, 1992

[5] In Vorbereitung sind eine Publikation zur Erhebungsmethode, eine Kurzdarstellung zu GEOSTAT und die «Arealstatistik 1979/85, Resultate nach Kantonen und Bezirken», 1993

Literatur:

[6] Matérn Bertil: Spatial Variation.... in: Meddelanden fran Statens Skogsforskningsinstitut, Band 49, Nr. 5, 1961, S. 120f.

[7] B. Meyer, O. Kölbl, H. Trachsler: Neue Arealstatistik für die Schweiz, in VPK 10/82, S. 309–330

[8] Landnutzungssymposium 3.–4.2.83, EPFL, Institut de Photogrammétrie, Hrsg. O. Kölbl, S. 261ff. und 331ff.

[9] A. Finger, A. Beyeler, R. Humbel: Ergebnisse der Arealstatistik 1979/85, Raumplanung Informationshefte 4/92, S. 11–13

[10] Bundesamt für Landestopographie: RIMINI Produktinformation bzw. DHM25 Produktinformation, Wabern 1992

[11] Informationsraster Benutzerhandbuch, BFS + BRP, 1980

Kontaktstelle für Datenbezug:
GEOSTAT, Tel. 031/61 86 89

Adresse der Verfasser:

Anton Beyeler, Ing. agr. ETH
Andreas Finger, dipl. Forsting ETH
Robert Pfister, dipl. Kulturing ETH
Bundesamt für Statistik
Sektion Raumnutzung
CH-3003 Bern