

# **Spatial Decision Support im Naturschutz auf Basis diachronischer Geoinformationssysteme**

Oliver BENDER, Hans Jürgen BÖHMER und Doreen JENS

*Dieser Beitrag wurde nach Begutachtung durch das Programmkomitee als „reviewed paper“ angenommen.*

## **Zusammenfassung**

Der Beitrag zeigt am Beispiel der Nördlichen Fränkischen Alb, wie mit der Lokalisierung und Bilanzierung von Kulturartenveränderungen Anwendungen in Landschaftsplanung und -pflege erfolgreich unterstützt werden. Den methodischen Grundstock hierzu liefert die geographische Landschaftswandelanalyse, die mit Hilfe von Geoinformationssystemen operationalisierbar ist. Schließlich werden die Quellen für ein solches diachronisches GIS, speziell Topographische Karten- und Katasterwerke, ausführlich diskutiert. Dabei erweist sich, daß lediglich der parzellenscharfe großmaßstäbige Ansatz eines katasterbasierten GIS naturschutzrelevante Ergebnisse liefert.

## **1 Landschaftswandelanalyse als methodische Basis**

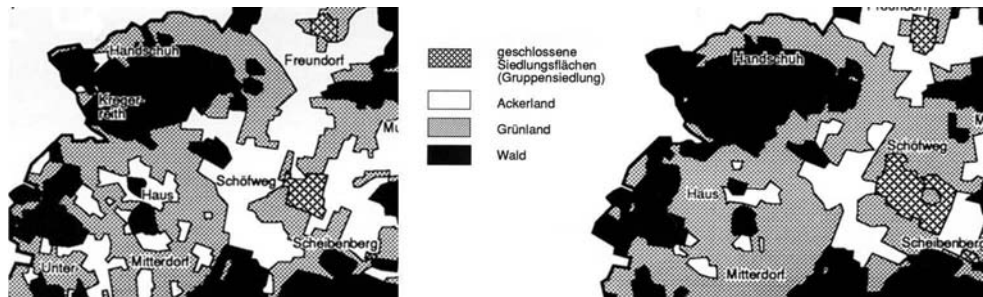
Die Landschaftswandelanalyse hat sich im Laufe der Zeit aus verschiedenen geographischen Forschungsrichtungen entwickelt, die dazu Beiträge lieferten:

- die Historische Geographie mit der Rekonstruktion früherer Landschaftszustände,
- die Genetische Kulturlandschaftsforschung, welche die Erklärung des heutigen Landschaftszustands aus den Entwicklungen der Vergangenheit betreibt, und
- die Historisch-Geographische Landesaufnahme (DENECKE 1972) mit der Kartierung persistenter, v. a. punkt- und linienhafter, Landschaftselemente wie z. B. Altstraßen.

Die Angewandte Historische Geographie folgte zunächst mit einer Bewertung dieser Elemente im Sinne eines Kulturgüterschutzes (GUNZELMANN 1987). Eine solche Bewertung von punkt-, linien- und flächenhaften Landschaftsteilen, z. B. als Beitrag für Naturschutz und Landschaftsplanung, sollte sich aber immer am räumlich-landschaftlichen Zusammenhang orientieren (BENDER 1994a).

In der Landschaftswandelanalyse kann man zwischen quer- und längsschnittlichen Untersuchungen, also synchronen und diachronen Methoden unterscheiden. Insbesondere für Längsschnittanalysen ist die Operationalisierung mit Hilfe eines GIS quasi Voraussetzung, denn nur auf diese Weise ist die Informationsfülle von Flächeneinheiten, Attributdaten und Zeitebenen (Layern) in den Griff zu bekommen. Das Geoinformationssystem dient hierbei insbesondere zur Auswertung der Veränderungen und zur Bilanzierung der Flächen.

Die Beschreibung der Kulturlandschaftsentwicklung erfolgt entsprechend dem Instrumentarium der Historischen Geographie anhand von *Zeitschnittkarten*. Weiterhin werden – ausgehend vom ältesten Zeitschnitt – durch sukzessive Verschneidung aller Zeitlayer *Landschaftswandelkarten* nach Entwicklungstypen erstellt. Die Visualisierung der Veränderung erfolgt über zwei beliebige Zeitschnitte. Ein wesentlicher Vorteil des georelationalen Vorgehens gegenüber der rein statistischen Auswertung (Nutzungsflächenbilanz) liegt darin, daß auch die Entwicklungstendenzen erfaßt werden können. So ist zu ermitteln, nach welchen "Veränderungstypen" (Nutzung\_ alt – Nutzung\_ neu) sich die einzelnen Kulturarten verändert haben (BENDER & JENS 2001).



**Abb. 1:** Kulturlandschaft im Brotjackriegel-Gebiet (Vorderer Bayerischer Wald): Ausschnitt der *Zeitschnittkarten* 1940 (li.) und 1990 (re.). Quelle: BENDER 1994b.

## 2 Indikation für Biotope und Arten

Die in der Landschaftswandelanalyse kartierten Bodenbedeckungsarten sind aus ökologischer Sicht auch als Biotoptypen bzw. Komplexe von Biotoptypen (und damit zugleich als Lebensräume spezialisierter Gefäßpflanzen, Insekten, Vögel etc.) interpretierbar. So können auf Basis des Bayerischen Katasters für die Nördliche Fränkische Alb die Kulturarten "Siedlung", "Garten", "Acker", "Wiese", "Hutung", "Ödland" und "Wald" ausgewiesen werden, denen entsprechend pflanzensoziologischer Erhebungen im Gelände bestimmte Pflanzengesellschaften zuzuordnen sind (Tabelle 1; vgl. GAUCKLER 1938; BÖHMER 1994).

Das im GIS verankerte Konzept der Veränderungstypen von Kulturarten hilft, diese Biotoptypen noch genauer zu interpretieren. Z. B. wurden bei einer Landschaftswandelanalyse der Nördlichen Fränkischen Alb vier Zeitschnitte (1850, 1900, 1960, 2000) untersucht (vgl. BENDER & JENS 2001). Hier repräsentieren die Veränderungstypen *Hutung/Ödland-Wald-Wald-Wald* bzw. *Hutung/Ödland-Hutung/Ödland-Wald-Wald* (Abbildung 2) – das sind die Aufforstungen der Perioden 1850-1900 bzw. 1900-1950 – den für die Nördliche Fränkische Alb ausgesprochen charakteristischen Waldtyp eines lichten Kiefernwaldes ("Steppenheide-Kiefernwald" nach GAUCKLER 1938). Im Gegensatz dazu stellen Altwaldbestände des "Veränderungstyps" *Wald-Wald-Wald-Wald* überwiegend Buchenmischwälder des *Fagion sylvaticae* dar. Demnach markieren die "Kulturarten" bzw. deren "Veränderungstypen" im Untersuchungsgebiet jeweils Gebiete hoher Auftretungswahrscheinlichkeiten bestimmter Pflanzengesellschaften.

**Tab. 1:** Kulturarten und Biotoptypen (Nördliche Fränkische Alb).

Siedlung	dörfliche Ruderalvegetation
Garten	dörfliche Ruderalvegetation, Streuobstwiese, Hackfruchtkulturen
Acker	Halm- und Hackfruchtkulturen, Ackerwildkrautvegetation, z. B. <i>Fumario-Euphorbion</i> , <i>Caucalidion platycarpi</i>
Wiese	Fettwiesen, z. B. <i>Arrhenatherion elatioris</i> , <i>Calthion palustris</i>
Hutung/Ödland	Magerwiesen (Halb)trockenrasen, Felsvegetation, Gebüsch, z. B. <i>Mesobromion</i> , <i>Trifolion medii</i> , <i>Berberidion vulgaris</i>
Wald	Laub-Mischwald, z. B. <i>Fagion sylvaticae</i> , <i>Alno glutinosae-Ulmion minoris</i> , <i>Carpinion betuli</i> ; Kiefernwald, <i>Pinetum sylvestris</i>

### 3 Anwendungsmöglichkeiten aus Sicht des Naturschutzes

#### **Beitrag zur Analyse von Entwicklungstendenzen und -potentialen**

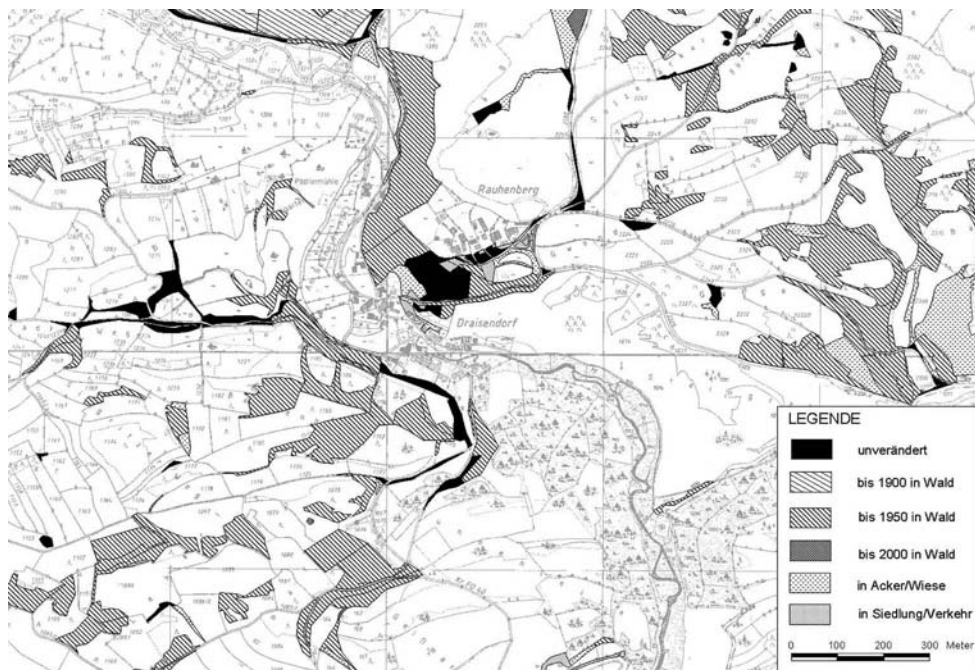
Mit Hilfe des diachronischen GIS können Flächenbilanzen von Biotoptypen aufgestellt und Feststellungen getroffen werden, wie, wann und warum sich die Flächenanteile von Biotoptypen verändert haben. Insbesondere sind nutzungsbedingte Flächenverlusttendenzen von gefährdeten Pflanzengesellschaften zu erfassen: So können z. B. Hutungen und Ödland als potentielle Standorte des *Gentiano-Koelerietum pyramidatae* (Enzian-Schillergrasrasen, Einstufung in der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Bayerns: gefährdet; vgl. WALENTOWSKI et al. 1991) aufgefaßt werden. Der Flächenverlust von Hutungen und Ödländereien ist gleichzeitig ein Verlust des potentiellen Lebensraumes von Pflanzen und Tieren, die charakteristisch für Kalkmagerrasen sind (BÖHMER 1994).

Des weiteren sind historisierende Naturschutzleitbilder aufzuklären: War die oft als Idealziel angesehene "heile Natur" vergangener Zeiten nur Ergebnis oder Zwischenstadium von zeitlich begrenzten anthropogenen Prozessen? So scheinen z. B. die oft als typisches Kulturlandschaftselement der Fränkischen Schweiz beschworenen Heckenzeilen ein Produkt des 20. Jhs. zu sein, weil die besagten Hecken bis um 1900 als Grasraine in den Karten verzeichnet waren. Andererseits sind die noch immer als typisches Kulturlandschaftselement empfundenen Halbtrockenrasen längst untypisch geworden (BÖHMER 1994).

#### **Diskussion von Entwicklungszielen, Ausarbeitung von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen**

Für einen segregativen Prozeßschutz (JEDICKE 1998) kann aus dem Verlauf und Ergebnis früherer Entwicklungen auf Resultate rezenter Prozesse geschlossen werden. Damit sind Prognosen für die Entwicklungsdauer bestimmter Vegetationseinheiten nach Nutzungsaufgabe aufzustellen, auch die der potentiell natürlichen Vegetation (PNV). Mögliche Fragestellungen im regionalen Kontext lauten: Wie lange dauert es, bis sich aus einer aufgegebenen Hutung ein Buchenwald mit naturnaher Artenkombination entwickelt? Wie könnte eine Wildnis-Landschaft 'Fränkische Alb' aussehen und wie lange dauert deren Entwicklung?

Bei der Planung von Biotopverbundsystemen können Rückschlüsse auf die Umsetzbarkeit geplanter Entwicklungskonzepte gezogen werden. Als Beispiel sei die Restituierbarkeit erwünschter Biotoptypen wie Halbtrockenrasen genannt: Man kann feststellen, ob die vorgesehene (heute verbuschte, bewaldete oder beackerte) Verbundfläche früher eine Hutung war und wann die Nutzungsaufgabe erfolgte. Auch die Rekonstruktion historischer Triftwege ist flächenscharf möglich. Daraus läßt sich ableiten, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, mit bestimmten Maßnahmen auf diesem Standort wieder einen intakten Halbtrockenrasen etablieren zu können. Auf diese Weise unterstützen die Veränderungstypen (Abbildung 2) eine Entscheidungsfindung, in welchem Teilgebiet welcher Aufwand aufzubringen ist, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen (Decision Support; vgl. CZERANKA 1996).



**Abb. 2:** Veränderungstypen der Hutungen und Ödländereien in der Gmk. Wüstenstein (Ausschnitt Draisendorf, Nördliche Fränkische Alb).

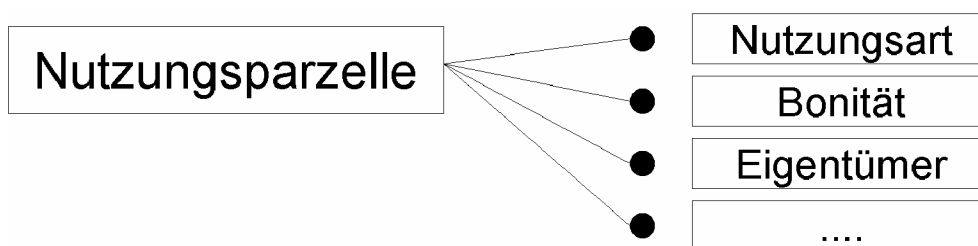
### **Exkurs: Grenzen des Untersuchungsansatzes**

Mit der dargestellten Methode ist nur eine quantitative Analyse zu leisten; doch wären ggf. auch qualitative Veränderungen der Vegetation zu berücksichtigen. Z. B. ergibt sich aus einer größeren Siedlungsfläche nicht zwangsläufig ein größerer Flächenanteil dörflicher Ruderalvegetation, da geeignete Standorte im Zuge der Modernisierung der Dorfstrukturen immer seltener werden (vgl. OTTE & LUDWIG 1990). Des weiteren verändern Halbtrockenrasen sich nicht nur durch Nutzungsextensivierung oder -aufgabe, sondern auch durch Stickstoffeinträge aus der Luft (vgl. HAGEN 1996). Ackerwildkrautgesellschaften spiegeln Veränderungen der landwirtschaftlichen Produktionstechniken wider und unterliegen somit einem dauernden oder zumindest schubweise stattfindenden Wandel. Aus

solchen Beispielen folgt, daß sich nicht nur die Flächenanteile der Pflanzengesellschaften verändern, sondern auch Artenspektrum und Dominanzverhältnisse innerhalb der Gesellschaften. Solche Entwicklungen können mit der hier vorgestellten Methode nicht erfaßt werden.

#### 4 Modellierung: Von der realen Landschaft zum GIS

Die Modellierung in einem Geoinformationssystem bedeutet eine schrittweise Abstraktion vom konzeptuellen Modell der realen Welt bis zum physischen Datenmodell in der EDV. Der "Workflow" folgt dem Ablauf Konzeptuelles Modell (ATKIS-DLM, Kataster) – Logisches Modell (Entity-Relationship-Model: räumliche Bodenbedeckungseinheit, ggf. mit Attributen) – Physisches Modell (GIS-Implementierung in der EDV).



**Abb. 3:** Logisches Modell/Entity-Relationship-Model in einem katasterbasierten GIS mit dem Grundelement "Nutzungsparzelle".

Das Landschaftsmodell des Katasters dokumentiert aus (vorwiegend) steuerlichen Gründen im Flurbuch Landnutzungsart, Eigentumsverhältnisse und weitere Attribute sowie in der Flurkarte den Umgriff aller Parzellen, wobei eine Eigentumsparzelle sekundär in verschiedene Nutzungsparzellen zu untergliedern ist (vgl. HEIDER 1954). Demnach kann durch Abschrift der älteren Flurbücher im Archiv bzw. durch Einlesen von ALB-Daten eine Attribut-Datenbasis erstellt werden, in welche Daten aus der Landwirtschaftsverwaltung ergänzend einfließen (BENDER & JENS 2001). Die grundlegende Eigenschaft "Nutzungsart" muß allerdings im diachronischen Vergleich bzw. sukzessiver Verfeinerung der Katasterangaben und z. T. auch wegen wechselnder Bezeichnungen bei den vier Zeitschnitten harmonisiert werden (vgl. BayLVA 1808; ZIEGLER 1987, S. 25 und Anlage 7). Für die insgesamt übersichtlichere Modellbildung der Topographischen Kartenwerke (mit dem hier singulären Attribut "Bodenbedeckung") gilt aufgrund der Objektarten-Hierarchisierung im ATKIS prinzipiell das Gleiche.

Eine Implementierung des GIS über ein Vektormodell (hier einfache und komplexe Polygone für den Nutzungsparzellenbestand) entspricht der "Sichtweise der Historischen Geographie, Objekte der realen Welt als diskrete punktförmige, linien- oder flächenhafte Kulturlandschaftselemente anzusprechen" (PLÖGER 1999, S. 106). Der Geodatenbestand wird schließlich nach den aktuellen und historischen Kataster- bzw. Topographischen Karten 1:5.000 erzeugt. Dabei werden – soweit nicht DFK oder ATKIS zur Verfügung stehen – die

Rasterkarten georeferenziert und dann die räumlichen Bodenbedeckungseinheiten digitalisiert. Für jeden Zeitstand ist ein neuer Layer anzulegen (vgl. PLÖGER 1998, S. 197), wobei – ausgehend von der aktuellen und mutmaßlich genauesten Karte – frühere Zeitschnitte sukzessive rückgeschrieben werden (vgl. PRIVAT 1996, S. 55). Anhand der älteren Kartengrundlagen sind lediglich Änderungen neu zu erfassen. Eventuell auftretende Verzerrungen, Projektionsfehler der historischen Karten müssen visuell korrigiert werden.

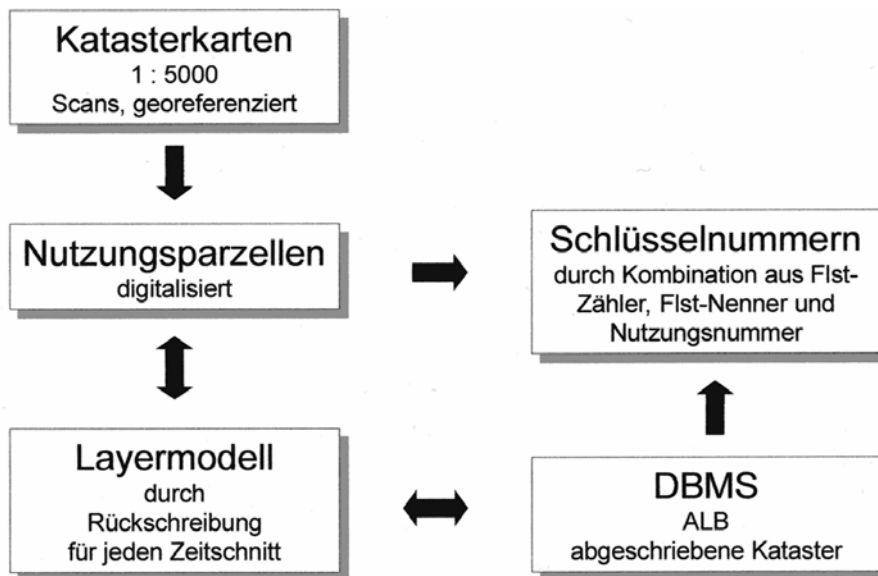


Abb. 4: Physisches Modell in einem katasterbasierten GIS.

In allen gängigen GIS-Anwendungen ist eine hybride Datenhaltung erforderlich, bei der die räumlichen und thematischen Daten getrennt voneinander in separaten Datenformaten gespeichert und "geo-relational" über gemeinsame Schlüssel miteinander verknüpft werden, also eine Kombination von layerorientiertem GIS und relationalem DBMS (LITSCHKO 1999, S. 169; OTT & SWIACZNY 2000, S. 29). Mit dem Zeitschnitt-Konzept kann man die Attribut-Daten dann einfach in einer statischen temporalen Datenbank verwalten, die aus mehreren Zeitschnitt-Tabellen besteht (LITSCHKO 1999, S. 171).

## 5 Quellen für ein diachronisches Geoinformationssystem

Generell können Topographische und historische Karten, Luft- und Satellitenbilder, die Katasterwerke mit Flurkarten und -büchern, ggf. Primärkartierungen von Relikten, sowie verschiedene Statistiken und Archivalien als Grundlage für eine Landschaftswandelanalyse zum Einsatz kommen. Kataster und TK als hauptsächliche "serielle" Quellen (SCHERRER 1951; VEIT 1968; BayLVA 1996) sollen hier ausführlich nach Verfügbarkeit und Aussagekraft erörtert werden:

Wichtig zur Abschätzung des landschaftlichen Potentials ist, daß der Untersuchungszeitraum bis in die Mitte des 19. Jh. zurückreichen kann, da "die Kulturlandschaften (...) im vorindustriellen Zeitalter ökologisch wie visuell (...) ihren höchsten Entwicklungsstand erreicht hatten" (LEIBUNDGUT 1986, S. 160). Die benötigten Katasterdaten wurden in den deutschen Ländern im 19. Jh. wohl flächendeckend erhoben (vgl. WAGNER 1950; HEIDER 1954). Im Gegensatz dazu gibt es die TK 25 in einigen Ländern wie z. B. Bayern erst seit Mitte des 20. Jhs., und ihre Vorläufer, die zumeist unveröffentlichten Positionsblätter, sind nur bedingt zu gebrauchen (vgl. VEIT 1968). Allerdings ist die zeitliche Auflösung der Katasterkarten über die Spanne der vergangenen 200 Jahre regional und auch lokal uneinheitlich. Zukünftig wird eine digitale Fortführung bei beiden Kartenwerken gewährleistet. Damit entfällt nicht nur der zeitaufwendigste Teil der Erfassungsarbeiten im GIS, nämlich die Digitalisierung des aktuellen Zeitschnitts, sondern es können für das 21. Jh. auch Untersuchungszeitpunkte völlig frei gewählt werden.

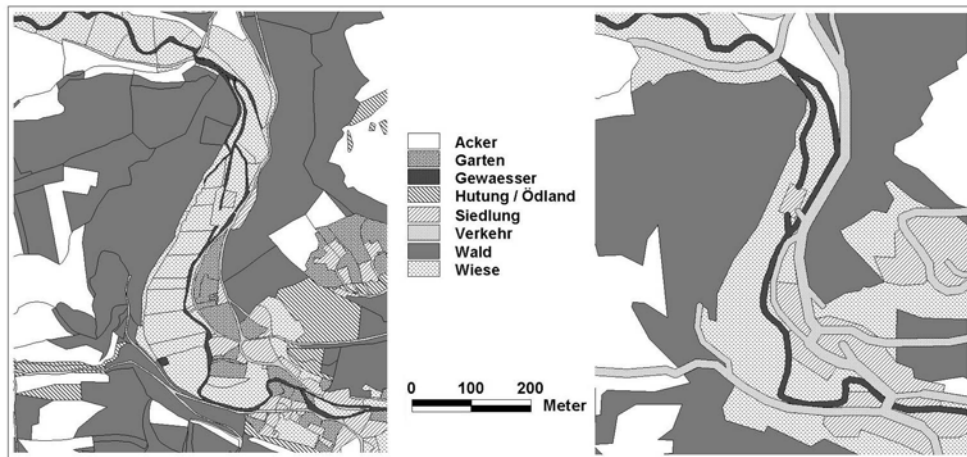
**Tab. 2:** TK 25 und Katasterwerk als Grundlage für Landschaftswandelanalysen in Bayern.

	<b>TK 25</b>	<b>Katasterkarte</b>
Projektion	(Soldner Polyeder) GK	Soldner Polyeder
Maßstab	1 : 25.000	1 : 5.000
mittl. Koordinatenfehler	+/- 3 - 15 m	+/- 0,5 - 1,5 m
Beobachtungsbeginn	(1801 - 41) 1920 - 60	1808 - 53
Beobachtungsintervall	~ 5 Jahre, früher länger	~ 10 - 40 Jahre
Anzahl Kulturarten	~ 5 +	~ 10 +
Erfassungskriterium	Fläche > 1 ha (ATKIS)	"wahrer Zustand der Kultur"
zusätzliche Sachinformation	DGM	DGM, Bonität, ALB, AflUE
digitale Fortführung	ATKIS – DLM	DFK

Die Lagegenauigkeit der Daten korreliert mit dem Maßstab der verwendeten Quelle: Sie ist beim Kataster um eine Zehnerpotenz besser. Auch fällt die inhaltliche Auflösung, d. h. die Differenzierung von Nutzungsarten, mit ca. fünf zu zehn deutlich zugunsten des Katasters aus. Während das Erfassungskriterium für Vegetationsflächen bei der TK 25 noch 1 ha beträgt (kleinere Flächen werden nach Ähnlichkeit einer angrenzenden Fläche zugeschlagen), soll die Katasterkarte den "wahren Zustand der Kultur" wiedergeben (BayLVA 1808). Ihrem Inhalt nach ist die TK erfahrungsgemäß nur dazu geeignet, einen regionalen Überblick hinsichtlich der Siedlungsausdehnung und Entwicklung des Verkehrsnetzes bzw. des Wandels im Wald-Offenland-Verhältnis zu geben; bereits die Unterscheidung von Acker und Grünland ist oft problematisch (vgl. BENDER 1994b). Im Bildvergleich (Abbildung 5) sind die Detailunterschiede zwischen TK 25 und Katasteranalyse zu erkennen.

Die besonderen Vorteile des neuen Untersuchungsansatzes mit Hilfe eines katasterbasierten GIS liegen in der höheren inhaltlichen Auflösung (Anzahl der Bodenbedeckungsarten) und größeren geometrischen Genauigkeit sowie in der parzellenscharfen Analyse der historischen Landschaftsstruktur und -entwicklung. Dies alles dient der Erfassung naturschutzrelevanter Flächeneinheiten und ist für die Integration in Fachplanung der untersten Ebene

wichtig (vgl. BENDER 1994a; BLASCHKE 2001). Außerdem können als zusätzliche Sachdaten nicht allein physische Rasterdaten (DGM), sondern auch wirtschaftliche, soziale und kulturelle Informationen direkt an die Katasterparzellen angebunden und damit in die Erklärung des Landschaftswandels einbezogen werden. Dadurch ist auch eine Entwicklung von Szenarien für den zukünftigen Landschaftswandel denkbar (vgl. JOB 1999).



**Abb. 5:** Vergleich zweier Zeitschnittkarten nach Kataster- bzw. TK-Auswertung (Ausschnitt Draisendorf, Gmk. Wüstenstein, Nördliche Fränkische Alb).

Des Weiteren spricht für die Verwendung des Katasterwerkes als Quelle, daß das Kartenbild der Flurkarten über noch mehr inhaltliche Details als das rechtlich verbindliche Flurbuch verfügt. Durch zusätzliche Auswertung dieser Flurkarten (und von Luft- sowie ggf. hochauflösenden Satellitenbildern; vgl. ZURFLÜH et al. 2001; BLASCHKE 2001) ist also eine Verfeinerung der inhaltlichen Auflösung möglich. So ist die Unterscheidung von Waldflächen in Laubwald, Nadelwald und Mischwald möglich, und es können weitere naturschutzrelevante Flächen angesprochen werden, z. B. Streuobstbestände, Kleinstrukturen wie Feldraine und Hecken.

## 6 Schlußbemerkung

Hinsichtlich der Verwendung diachronischer Geoinformationssysteme zur Analyse der Landschaftsentwicklung bleibt festzuhalten, daß die Auswertung der Kataster im Maßstab 1:5.000 besonders naturschutzrelevant ist. Das wird noch dadurch unterstrichen, daß ein naturschutzfachlicher Wert (etwa hinsichtlich des Artenspektrums) und ein denkmalpflegerischer Wert (der sich häufig in der rechtlichen Parzellenstruktur dokumentiert) oft auf den selben Flächen zusammentreffen. Als Beispiel kann man wiederum die alten Schaftriftsysteme der Fränkischen Alb mit ihren Halbtrockenrasen bzw. "Wacholderheiden" nennen. Für die Zusammenführung der Erkenntnisse von natur- und kulturwissenschaftlichen Disziplinen kann deshalb gerade das katasterbasierte GIS eine ganz wesentliche Hilfe sein.

## 7 Literatur

- AMANN, J. (1920): *Das bayerische Kataster. Abhandlungen für den Geschäftsvollzug im Messungsdienste*. Stuttgart.
- Bayer. Landesvermessungsamt (BayLVA) (Hrg.) (1808): *Instruktion für die bey der Steuer-Messung im Königreiche Baiern arbeitenden Geometer und Geodäten*. München, Nachdr.
- Bayer. Landesvermessungsamt (BayLVA) (Hrg.) (1996): *Das Liegenschaftskataster*. – Schriftenreihe der Bayerischen Vermessungsverwaltung 14. München.
- BENDER, O. (1994a): *Angewandte Historische Geographie und Landschaftsplanung*. In: Standort. Zeitschrift für Angewandte Geographie 18(2), S. 3-12.
- BENDER, O. (1994b): *Die Kulturlandschaft am Brotjacklriegel (Vorderer Bayerischer Wald), eine angewandte historisch-geographische Landschaftsanalyse als vorbereitende Untersuchung für die Landschaftsplanung und -pflege*. – Deggendorfer Geschichtsblätter 15. Deggendorf.
- BENDER, O. & D. JENS (2001): *Ein katasterbasiertes GIS zur Erfassung und Interpretation der Landschaftsentwicklung – dargestellt an drei Gemarkungen auf der Nördlichen Frankenalb (Bayern)*. In: Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg. Heidelberg, S. 31-36.
- BÖHMER, H. J. (1994): *Die Halbtrockenrasen der Fränkischen Alb - Strukturen, Prozesse, Erhaltung*. - Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft 41, S. 323-343.
- BLASCHKE, TH. (2001): *Multiskalare Bildanalyse zur Umsetzung des Patch-Matrix-Konzeptes in der Landschaftsplanung. "Realistische" Landschaftsobjekte aus Fernerkundungsdaten*. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 33, S. 84-89.
- CZERANKA, M. (1996): *Spatial Decision Support Systems in Naturschutz und Landschaftspflege? Umsetzungsaspekte für die raumbezogene Planung*. In: Laufener Seminarbeiträge 96(4), S. 21-28.
- DENECKE, D. (1972): *Die historisch-geographische Landesaufnahme. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse, dargestellt am Beispiel des mittleren und südlichen Leineberglandes*. In: Göttinger Geographische Abhandlungen 60. Göttingen, S.401-436.
- GAUCKLER, K. (1938): *Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzensoziologischer und geographischer Betrachtung*. - Diss. Erlangen.
- GUNZELMANN, TH. (1987): *Die Erhaltung der historischen Kulturlandschaft*. – Bamberger Wirtschaftsgeographische Schriften 4. Bamberg.
- HAGEN, TH. (1996): *Vegetationsveränderungen in Kalk-Magerrasen des Fränkischen Jura. Untersuchung langfristiger Bestandsveränderungen als Reaktion auf Nutzungsumstellung und Stickstoff-Deposition*. – Laufener Forschungsbericht 4. Laufen.
- HEIDER, J. (1954): *Das bayerische Kataster. Geschichte, Inhalt und Auswertung der rentamtlichen Kataster, Lager- und Grundbücher in Bayern sowie der zugehörigen Flurkarten*. – Bayerische Heimatforschung 8. München-Pasing.
- JEDICKE, E. (1998): *Raum-Zeit-Dynamik in Ökosystemen und Landschaften*. – Naturschutz und Landschaftsplanung 30, S. 229-236.
- JOB, H. (1999): *Der Wandel der historischen Kulturlandschaft und sein Stellenwert in der Raumordnung. Eine historisch-, aktual- und prognostisch-geographische Betrachtung traditioneller Weinbau-Steillagen und ihres bestimmenden Strukturmerkmals Rebterrasse, diskutiert am Beispiel rheinland-pfälzischer Weinbaulandschaften*. – Forschungen zur deutschen Landeskunde 248. Flensburg.

- LEIBUNDGUT, CH. (1986): *Zur Methodik der Uferschutzbewertung*. In: Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern 55, S. 151-171.
- LITSCHKO, TH. (1999): *Raumzeitliche Datenbanken als Basis für GIS-Anwendungen in der Geschichtswissenschaft*. In: Historisch-thematische Kartographie. Konzepte, Methoden, Anwendungen. Bielefeld, S. 167-180.
- OTT, TH. & F. SWIACZNY (2000): *Modellierung raumzeitlicher Prozesse in Geographischen Informationssystemen*. In: Kleinere Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität Tübingen 25, S. 19-37.
- PLÖGER, R. (1998): *GIS-Anwendungen in der Historischen Geographie*. In: I. Asmus, H. Th. Porada & D. Schleinert (Hrg.): Geographische und Historische Beiträge zur Landeskunde Pommerns. Eginhard Wegner zum 80. Geburtstag. Schwerin, S. 195-202.
- PLÖGER, R. (1999): *Anwendung geographischer Informationssysteme in der Angewandten Historischen Geographie*. In: Aachener Informatik-Berichte 99(6), S. 103-111.
- PRIVAT, C. (1996): *Einsatz von Geo-Informationssystemen bei kulturlandschaftlichen Fragestellungen*. In: Beiträge zur Landesentwicklung 51, S. 54-60.
- SCHERRER, W. (1951): *Das bayerische Katasterkartenwerk*. In: Bayerisches Landesvermessungsamt (Hrg.): Vermessung und Karte in Bayern. Festschrift zur 150Jahrfeier des bayerischen Vermessungswesens. München, S. 94-101.
- VEIT, H. (1968): *Die Kartenwerke der bayerischen Landesvermessung*. In: Bayerisches Landesvermessungsamt (Hrg.): Topographischer Atlas von Bayern. München, S. 292-310.
- WAGNER, H. (1950): *Die Entwicklung des Katasters in Württemberg*. Stuttgart.
- WALENTOWSKI, H., RAAB, B. & W. A. ZAHLHEIMER (1991): *Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften*. Band 2. – Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft 62. München.
- WEISEL, H. (1971): *Die Bewaldung der nördlichen Frankenalb. Ihre Veränderungen seit der Mitte des 19. Jahrhunderts*. – Erlanger Geographische Arbeiten 28. Erlangen.
- ZIEGLER, TH. (1987): *Einführung in das Automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB)*. – Ausbildungsvortrag des Bayerischen Landesvermessungsamtes 19. München.
- ZURFLÜH, M., HUGGEL, CH., BRANDER, D. & H.-C. BODMER (2001): *Erfassung des Landschaftswandels in alpinen Regionen. Fernerkundung als Hilfsmittel für die Entscheidungsfindung in der Tourismusplanung*. In: GAIA 9, S. 35-44.