



IOER-pdf-Datei*

Analyse der Analyse der Auswirkungen des Landschaftswandels auf die Erholungseignung

Ulrich Walz und Alexander Berger

Veröffentlicht in:

Strobl, J.; Blaschke, T; & Griesebner, G. [Hrsg.]: Angewandte Geoinformatik 2004. Beiträge zum 16. AGIT-Symposium Salzburg 2004: 760-759; Heidelberg.

* kann vom veröffentlichten Original in Form und Inhalt geringfügig abweichen

Analyse der Auswirkungen des Landschaftswandels auf die Erholungseignung

Ulrich WALZ und Alexander BERGER

Zusammenfassung

Ziel der in diesem Beitrag vorgestellten Untersuchungen war es, den Landschaftswandel am Beispiel eines Landschaftsausschnittes der Region Sächsische Schweiz zu erfassen und dessen Auswirkungen auf die Landschaftsfunktion der naturbezogenen Erholung zu untersuchen. Die Ergebnisse aus der Analyse der flächenhaften und strukturellen Veränderungen in der Landschaft mittels historischer Karten werden damit in einen funktionellen Zusammenhang gestellt. Das entwickelte Bewertungsverfahren bestimmt das Potential der Landschaft für eine naturbezogene Erholung anhand von sechs Parametern zu Naturnähe und Abwechslungsreichtum. Eine Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass sich die stattgefundenen Veränderungen sowohl der Flächennutzungen als auch der Landschaftsstrukturen stark auf den potentiellen Erholungswert der Landschaft auswirken.

1 Einleitung

Die Beschäftigung mit historischen Landschaften dient nicht dazu, die Zustände früherer Jahrhunderte wiederherzustellen. Vielmehr kann für die heutigen oft völlig vereinheitlichten Landschaften gezeigt werden, welche Lebensräume, Biotope, Nutzungen und Nutzungsverteilungen zu Beginn und während der Veränderungen naturraumtypisch vorhanden waren. Diese Erkenntnisse können für die Entwicklung künftiger Zielvorstellungen genutzt werden.

In dieser Untersuchung wurden historische Landschaftszustände über einen Zeitraum von ca. 200 Jahren analysiert, um Veränderungen der Flächennutzung und deren Auswirkungen auf den Erholungswert einer Landschaft aufzuzeigen (BERGER 2003). Dazu wurde ein naturräumlich abgegrenzter Landschaftsausschnitt im westlichen Teil der Nationalparkregion Sächsische Schweiz mit einer Gesamtfläche von ca. 97,2 km² ausgewählt. Informationsquellen sind neben Landschaftsbeschreibungen oder historischen fotografischen Landschaftsaufnahmen in erster Linie historische Karten zu fünf Zeitschnitten (1785, 1880, 1900, 1940 und 1992). Die tiefgreifende räumliche und thematische Analyse dieser Grundlegenden Daten erfordert die Überführung der analogen Informationen (Karteneinhalte) in digitale Daten und die Verwendung eines Geoinformationssystems (hier ArcGIS von ESRI).

Diese Arbeit reiht sich in das vom Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR) Dresden initiierte Forschungsprojekt „Langzeituntersuchungen kumulativer Umweltwirkungen durch Flächennutzungsänderungen“ ein. Die Schwerpunkte des Projektes sind die Konzipierung und Durchführung einer langzeitorientierten Erhebung von Flächennutzungsdaten, deren Analyse hinsichtlich der Flächennutzungsentwicklung, die Bewertung der Analyseergebnisse in Bezug auf ihre Auswirkungen (z. B. auf Landschaftsfunktionen, Boden, u. a.) sowie die Ergebnisvisualisierung.

2 Der Erholungswert einer Landschaft

Als Folge der zunehmenden Zersiedlung und allgemeinen Belastung der Landschaft ist die Notwendigkeit der Erhaltung und Entwicklung von Landschaften als Erholungsraum vom Gesetzgeber zu einem erklärten Ziel geworden (HARFST 1980). Dementsprechend fordert das Bundesnaturschutzgesetz die Menschen auf, die „ (...) Natur und Landschaft als Lebensgrundlage des Menschen und als Voraussetzung für seine Erholung (...)“ (Zit. BMJ, 1998) zu schützen. Unter Erholung wird dabei der Ausgleich zu den einseitigen Beanspruchungen und den An- bzw. Überforderungen, die das moderne alltägliche Leben mit sich bringen, verstanden (KIEMSTEDT 1967). Von den unterschiedlichen Erholungsformen werden jedoch verschiedene Ansprüche an die Landschaft gestellt. So erwarten beispielsweise Wanderer von einer Landschaft meist ein abwechslungsreiches Relief sowie fließende und stehende Gewässer mit naturnahen Uferzonen. Radfahrer legen dagegen weniger Wert auf allzu sehr bewegtes Relief oder auf Gewässer jeglicher Art. Wieder anders kann es sich für Formen der Erholung wie z. B. Klettern, Bergsteigen, Reiten, Rudern oder Angeln verhalten (BASTIAN & SCHREIBER 1994). In dieser Untersuchung wurde eine Einschränkung auf das Landschaftspotential für eine naturbezogene Erholung vorgenommen, da es sich um eine Nationalparkregion handelt in der diese Erholungsform im Vordergrund stehen sollte. Die Bewertung stützt sich dabei auf die natürlichen bzw. naturnahen Landschaftselemente und berücksichtigt somit die Eignung für Erholungsaktivitäten wie Spaziergehen oder Wandern (MARKS ET AL. 1992). Gerade die naturbezogene Erholung steht für eine Regenerierung der physischen und psychischen Kräfte. Während für die physische Erholung Ruhe und das Bewegen an der frischen Luft in natürlichen unzerschnittenen Landschaften von Bedeutung ist, verlangt die psychische Erholung nach geistigen Anregungen bzw. Ablenkungen, hauptsächlich durch vielfältige, naturnahe und charakteristische Landschaftsbilder und Blickbeziehungen (HOISL ET AL. 2000). Der Begriff Landschaftsbild umfasst dabei nicht nur die visuelle Komponente, sondern stellt die Gesamtwirkung aller für den Menschen erfassbaren Umweltreize (optische, akustische, olfaktorische und haptische) und den sich daraus ergebenden wahrnehmbaren Merkmalen einer Landschaft (Form, Struktur, Farbe, Geruch, Geräusch) dar (SCHÜPBACH 2000). In diesem Zusammenhang wird, von seiner Bedeutung her, der Begriff „Landschaftsästhetik“ und die Frage, wann eine Landschaft als „schön“ bezeichnet werden kann, in der Literatur oft diskutiert (z. B. WÖBSE 2002). Da Schönheit zum Wohlbefinden des Menschen und damit auch zu seiner physischen und psychischen Regenerierung beiträgt, spielt sie auch bei der Bewertung der Landschaft für eine naturbezogene Erholung eine wichtige Rolle. Sie kann jedoch nicht als solche ermittelt werden, da sie von subjektiven Einstellungen abhängig ist.

Weiterführende Betrachtungen unterschiedlicher Bewertungsverfahren zur Erholungseignung, zum landschaftsästhetischen Potential oder zum Landschaftsbild liefern die Arbeiten von HARFST (1980), SCHÜPBACH (2000) und ROTH (2000). Aus dem Vergleich verschiedener bestehender Bewertungsverfahren ergab sich, dass eine naturbezogene Erholung im Wesentlichen in Abhängigkeit von den Landschaftsmerkmalen Naturnähe und Abwechslungsreichtum zu sehen ist (KIEMSTEDT 1967; HARFST 1980; HOISL ET AL. 2000). Darauf aufbauend wurden Überlegungen zur Parameterfestlegung durchgeführt, um auf der Basis natürlicher bzw. naturnaher Landschaftselemente eine Inwertsetzung der Merkmale zu erreichen.

3 Entwicklung eines Bewertungsverfahrens

Im Vordergrund steht das Erleben von Natur und die visuell-informativ Inanspruchnahme der Natur bzw. der Landschaft im Gesamten (HARFST 1980). Weniger von Bedeutung ist dagegen eine freizeitrelevante Bewertung in Bezug auf die Nutzungsanforderungen spezieller Erholungsaktivitäten. Bedacht werden muss außerdem, dass die Bewertung für die Flächennutzungsdaten aller Zeitschnitte erfolgen soll. Zwar schreibt KIEMSTEDT (1967), dass der Begriff Erholung in der vorindustriellen Epoche (vor dem 19. Jh.) noch nicht existierte, wodurch die Beurteilung der Eignung einer Landschaft für eine spezifische Erholungsform (z.B. Radfahren) über den gesamten Zeitraum nicht sinnvoll erscheint. Da naturbezogene Erholung jedoch im Wesentlichen in Abhängigkeit von den Merkmalen Naturnähe und Abwechslungsreichtum betrachtet und auf der Basis natürlicher/naturnaher Landschaftselemente bewertet wird (KIEMSTEDT 1967; HARFST 1980; HOISL ET AL. 2000), ist eine Bestimmung für alle Zeitschnitte zulässig. Dabei wird davon ausgegangen, dass die einzelnen Flächennutzungsänderungen in ihrer Gesamtheit zu einer Veränderung des Erholungswertes führen (kumulative Wirkung). Das Bewertungsverfahren dient in diesem Sinne in erster Linie einer zusammenhängenden Betrachtung von Ursache und Wirkung.

3.1 Bewertungsparameter und Umsetzung mittels GIS

Naturnähe und Abwechslungsreichtum werden als hauptsächliche Merkmale naturbezogener Erholung angesehen. Parameter zur Inwertsetzung dieser Merkmale können sich auf das Relief und auf die Flächennutzung beziehen. Bei der Auswahl von Bewertungsparametern ist nach WIEMANN (1985) die Reliabilität (Zuverlässigkeit) und die Validität (Gültigkeit) der Parameter unbedingt zu gewährleisten. Mit der Anzahl der festgelegten Parameter steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass Korrelationen zwischen diesen entstehen, die zur „Neutralisation“ anderer Parameter oder zur einseitigen Verschiebung des Bewertungsergebnisses führen können (WIEMANN 1985). Somit soll die Auswahl der Bewertungsparameter unter der Maßgabe erfolgen, dass wenige Parameter die Gültigkeit des Bewertungsverfahrens erhöhen und Transparenz und Nachvollziehbarkeit gewährleisten. Bei der Festlegung der Bewertungsparameter wurde auch berücksichtigt, dass die Parameter ausschließlich mit Hilfe eines Geoinformationssystems berechnet bzw. das gesamte Bewertungsverfahren innerhalb eines GIS durchgeführt werden soll. Folgende Parameter wurden ausgewählt:

Der **Natürlichkeitsgrad** der Flächennutzungen bzw. der Bodenbedeckungen ist der Parameter, der die wesentliche Voraussetzung für eine naturbezogene Erholung bestimmt, denn ohne dem Vorhandensein natürlicher/naturnaher Landschaften ist eine Erholung basierend auf diesen nicht möglich. Zur Ermittlung des Natürlichkeitsgrades werden die Hemerobiestufen als Grad des menschlichen Einflusses genutzt (BASTIAN & SCHREIBER 1994; WALZ 2001). Zur Ermittlung des Natürlichkeitsgrades wird innerhalb der Bezugszelle der Flächeninhalt jeder Nutzungseinheit mit dem zugeordneten Hemerobiestufenwert multipliziert. Anschließend erfolgt eine Normierung auf den Gesamtflächeninhalt der in die Berechnung eingegangenen Flächen innerhalb der Bezugszelle.

Da städtische bzw. stark bebaute dörfliche Gebiete nicht von der Bewertung ausgeschlossen werden, dient der Parameter **Freiraumanteil** zur Klassifizierung und Abwertung dieser, indem er den Anteil unbebauter Flächen angibt. Demnach weist ein niedriger Freiraumanteil auf ein geringes Potential für eine naturbezogene Erholung hin, während ein

höherer Freiraumanteil auch eine Erhöhung der wahrgenommenen Naturnähe bedeutet (AUGENSTEIN 2002).

Mit dem **Randeffekt** wird ein Parameter in die Bewertung übernommen, der gut geeignet ist, um zum einen die Naturnähe, zum anderen aber auch den Abwechslungsreichtum einer Landschaftseinheit zu beurteilen. Die positive Wirkung der Gewässer- und Vegetationsränder für die naturbezogene Erholung ist dabei unumstritten, da z. B. Veränderungen der Lichtverhältnisse, besondere Übergangsv egetationen und visuelle und geistige Anregungen durch sich neu ergebende Aussichten zu einer Erhöhung des Naturerlebnisses führen (HOISL ET AL. 2000). Bei der Berechnung des Parameters muss sichergestellt werden, dass keine Ränder doppelt in die Bewertung eingehen und Ränder ausgeschlossen werden müssen, die sich aus der Abgrenzung der Bezugzelle ergeben. Dabei wird zuerst für jede Bezugzelle die Länge der Ränder der relevanten Flächennutzungstypen (Streuobst, Feldgehölz/Baumgruppen, Baumreihen, Feldhecken, Wälder, Gewässerläufe oder Wasserflächen) summiert. Allerdings sind zwei Sonderfälle zu prüfen: Zum einen muss kontrolliert werden, ob die jeweilige Kantenlänge bereits zum Randeffekt summiert wurde. Dies kann vorkommen, wenn zwei für den Randeffekt bedeutende Flächen aneinandergrenzen. Zum anderen wird geprüft, ob die Kanten zum Gitternetz des Bezugssystems gehören.

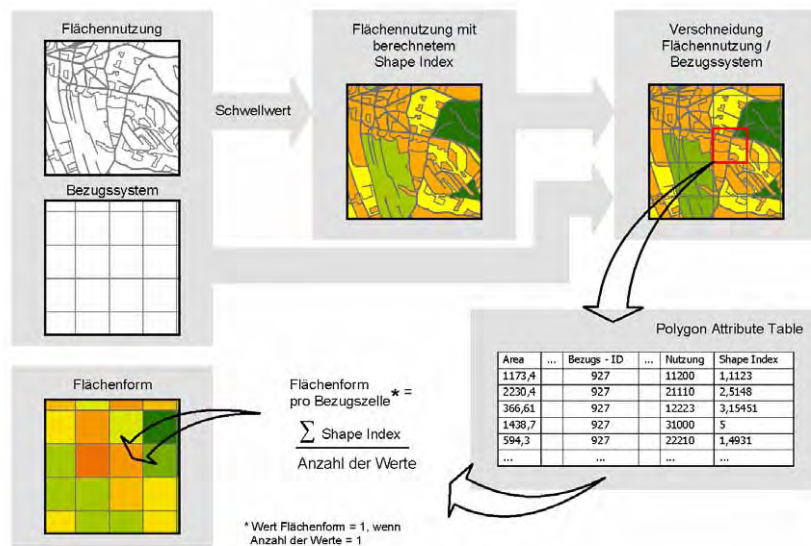


Abb. 1: Berechnung der Flächenform pro Bezugzelle. (Bearbeitung: A. Berger)

Bei der **Flächenform** handelt es sich ebenfalls um einen Parameter, der sowohl Naturnähe, als auch Abwechslungsreichtum einer Landschaft charakterisiert. Er wird mit Hilfe des Landschaftsstrukturmaßes *Shape Index* (MCGARIGAL & MARKS 1994) berechnet und bezieht sich auf die Komplexität der Flächen bzw. den unregelmäßigen Verlauf der Ränder (Abb. 1). Es wird davon ausgegangen, dass eine höhere Komplexität gewissermaßen den Eindruck ungestörter Flächenausbreitung und damit Naturnähe vermittelt und zudem der unregelmäßigere Randverlauf für mehr Abwechslungsreichtum sorgt. Da der Shape Index von der Form der Flächen abhängig ist, muss die Berechnung vor der Verschneidung der

Flächennutzungsdaten mit dem Bezugssystem erfolgen, um die Werte durch künstlich geschaffene Grenzen nicht zu beeinflussen. Um eine Ergebnisverzerrung durch extrem hohe Werte für besonders große und komplexe Flächen zu vermeiden, wurde ein Schwellwert eingeführt. Wird allerdings von einer Bezugzelle nur der Ausschnitt einer größeren Fläche abgedeckt, erhält diese Zelle generell den Wert 1, der kleinste Wert den der Shape Index annehmen kann. Dies begründet sich damit, dass die Komplexität der Fläche durch ihre Größe vom Menschen nicht wahrgenommen werden kann und diese somit auch nicht existiert (AUGENSTEIN 2002).

Zur Vielfältigkeit der Landschaft und dem sich daraus ergebenden Abwechslungsreichtum für den Menschen trägt das Relief im entscheidenden Maße bei. Grund dafür ist die gliedernde und abgrenzende Wirkung des Reliefs, die nach KIEMSTEDT (1967) zu einem zusätzlichen „Spannungsmoment der verborgenen Überraschungen“ führt. Entgegen der oftmals angewandten Auffassung, dass die Reliefenergie als alleinige Größe zur Bestimmung der Vielfältigkeit des Reliefs ausreichend ist, erfolgt die Ermittlung der **Reliefdiversität** mit Hilfe von Reliefklassen, welche durch die Reliefeigenschaften Hangneigung, Exposition und Wölbung gebildet werden. Aus einem Digitalen Geländemodell (DGM25) mit einer Rasterweite von 20 m wurden die genannten Reliefeigenschaften ermittelt und in insgesamt 9 Klassen eingeteilt. Die Zusammenfassung zu einem Wert der Reliefdiversität kann dann über das Vielfältigkeitsmaß Shannon Diversity erfolgen.

Der Parameter **Überblick** soll das Potential der Landschaft zur Gewährung von Aussichten ermitteln. Neben der allgemeinen Erhöhung des Abwechslungsreichtums wirken sich Aussichten bzw. mögliche Überblicke für die naturbezogene Erholung insofern positiv aus, als dass sie einerseits durch sich neu ergebende Blickbeziehungen zum Erkunden und Interpretieren der Landschaft anregen, andererseits der Orientierung helfen und somit ein Gefühl der Sicherheit liefern (AUGENSTEIN 2002). Der Überblick wird dabei in Abhängigkeit vom Relief und der Flächennutzung bestimmt.

Hinter der Berechnung des Überblicks steht in erster Linie eine Sichtbarkeitsanalyse. Die Voraussetzungen dafür sind ein digitales Geländemodell sowie ein Punkt-Coverage der Beobachterstandorte. Die Beobachterstandorte stellen Punkte mit Lage und Höhenangaben dar, die vom digitalen Geländemodell abgeleitet werden und sozusagen Beobachter auf der Oberfläche des digitalen Geländemodells simulieren. Das Prinzip der Sichtbarkeitsanalyse beruht auf der Prüfung, ob zwischen den jeweiligen Rasterzellen des DGM und den Beobachterstandorten in einem bestimmten Umkreis eine Sichtlinie besteht, oder ob diese aufgrund von Sichthindernissen nicht zustande kommt. Für jede Rasterzelle wird demnach abgespeichert, wie viele Beobachterstandorte von dieser gesehen werden können bzw. wie viele Beobachter die Zelle sehen. Würde man die Beobachterstandorte uneingeschränkt aus den Mittelpunkten der Rasterzellen des DGM ableiten, so bedeutet das im Fall des DGM25, dass sich aufgrund der Rasterweite von 20 m ein Beobachterstandort aller 20 m in x- und y-Richtung befindet. Das Problem ist allerdings die Rechenzeit, die bei dieser Konstellation mit der Größe des Untersuchungsgebietes enorm ansteigt. AUGENSTEIN (2002) stellte allerdings fest, dass selbst bei einer sehr starken Reduzierung der Beobachterstandpunkte noch hochkorrelierte Ergebnisse erreicht werden. Eigene Untersuchungen ergaben unter Verwendung des DGM25 und einem Sichtradius von 500 m ähnliche Ergebnisse.

Allerdings ist die Rechenzeit nicht nur abhängig von der Beobachterzahl, sondern auch vom Sichtradius sowie von der Rasterweite des DGM. Die Rasterweite des DGM soll hier allerdings nicht zur Rechenzeitminderung vergrößert werden, um Informationsverluste zu vermeiden. Unter Beachtung der Größe des Untersuchungsgebietes und den stark struktu-

rierten und gekammerten Bereichen in den Felsgebieten wurde ein Sichtradius von 1500 m festgelegt.

Die Berechnung des Überblicks ist neben dem Relief abhängig von der Flächennutzung. Deshalb müssen zu Beginn der Berechnungen bestimmten Flächennutzungen Höhenwerte zugewiesen werden, damit diese anschließend auf die Werte des Geländemodells addiert werden können. Als Rasterweite wurde 1 m gewählt, um den schmalen Baumreihen oder Waldschneisen gerecht zu werden. Das so entstandene Oberflächenmodell stellt die Ausgangssituation für die Sichtbarkeitsanalyse dar. Als Beobachterstandpunkte wurde entsprechend den oben aufgeführten Untersuchungen eine Positionierung der Beobachter aller 100 m angenommen.

Für die Zusammenfassung der Werte zu einem Überblickswert pro Bezugzelle wurde eine Ermittlung des Maximums innerhalb einer Bezugzelle gewählt. Dies wird damit begründet, dass Aussichten gewissermaßen Anziehungspunkte darstellen und deshalb eine große Bedeutung für eine naturbezogene Erholung besitzen. Zudem würden zum Beispiel bei einer Mittelbildung kleinflächige, aber dafür markante Aussichten nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Jedes Landschaftsbewertungsverfahren, das auf der Erfassung der Landschaftselemente und deren räumlichen Anordnung basiert, verlangt nach der **Festlegung von räumlichen Bezugseinheiten** einer höheren Betrachtungsebene als die Elemente selbst (AUGENSTEIN 2002). Nach KRÜGER ET AL. (1993, zit. in BASTIAN 1999) ist eine Bewertung eines Potentials in Kombination mit der jeweiligen Flächennutzung in Bezug auf die Mikrogeochoren nicht mehr sinnvoll, da die inhaltliche Heterogenität solcher Bezugsareale zu groß ist, um über einen Mittelwert zu einer vertretbaren Aussage zu kommen. Da aus demselben Grund auch politisch-administrative Flächen (z. B. Gemeindeflächen) als zu großflächig angesehen werden, um als Bezugssystem des Erholungswertes zu dienen, wurde ein Quadratras-ternetz verwandt. Die Vorteile liegen unter anderem in der direkten Vergleichbarkeit mehrerer Bezugseinheiten und in der relativ unproblematischen Lokalisierung und Adressierung der Einheiten in Bezug auf die Umsetzung der Bewertung mit einem GIS. Bei der Frage nach der Rasterweite des Quadratras-ternetzes zeigt sich, dass die Rasterweite in Abhängigkeit von der Struktur und dem Wirkungsgefüge eines Gebietes gewählt werden muss, um eine ausreichende Differenzierung zu ermöglichen. Da die Erstellung der Flächennutzungsdaten im Rahmen dieser Untersuchung auf der Grundlage von digitalen Daten und Karten im Maßstabbereich von 1 : 10 000 bis 1 : 25 000 erfolgte, wird eine Rasterweite von 250 m festgelegt. Die Lage der einzelnen Rasterzellen richtet sich nach dem Gauß-Krüger-Koordinatensystem. Einerseits wird somit Rücksicht auf die Inhaltsdichte und den Detailliertheitsgrad der Daten genommen, sodass auch Kleinstrukturen (z. B. Baumreihen/Baumgruppen) in die Bestimmung des Landschaftspotentials angemessen eingehen. Berücksichtigt man das stark strukturierte Relief im Untersuchungsgebiet, insbesondere die schmalen Schluchten der Felsreviere, so wird mit diesem Wert andererseits auch der Forderung nach einer Anpassung der Rasterweite an den menschlichen Wahrnehmungsmaßstab entsprochen.

Bei der Auswahl eines **Verfahrens zur Aggregation der Parameter** zu einem Wert pro Bezugseinheit wurde zum einen Wert auf eine einfache Umsetzung und Nachvollziehbarkeit gelegt, zum anderen versucht Subjektivität, sei es durch Gewichtung einzelner Parameter oder durch inhaltliche Interpretation ermittelter Klassen, weitestgehend auszuschließen. Ein besonders in dieser Untersuchung zu beachtender Aspekt stellt zudem die Anwendung der Parameterberechnung und der Aggregation auf fünf unterschiedliche Datensätze dar.

Im Hinblick auf eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die Transparenz des Verfahrens wurde deshalb eine einfache Addition der Parameterwerte durchgeführt. Mit der vorhergehenden Normierung der Parameterwerte auf den Wertebereich 0 bis 1 werden die mit unterschiedlichen Maßeinheiten und Wertebereichen ausgestatteten Parameter zu dimensionslosen Nutzengrößen umgerechnet, wodurch eine Wertaggregation durch Addition erfolgen kann (WIEMANN 1985).



Abb. 2: Eingabefenster (Menü).
Bearbeitung: A. Berger)

mit dem entwickelten Programm für jeden der fünf Zeitschnitte durchgeführt, sodass als Ergebnis insgesamt 30 Coverages entstanden. Vor der Parameteraggregation wurde die „Problematik der internen Gewichtung“ (WIEMANN 1985) untersucht. Diese beeinflusst oft weniger offensichtlich und im Allgemeinen unbeabsichtigt die Ergebnisse eines Bewertungsverfahrens. Interne Gewichtungen entstehen dabei durch inhaltliche Redundanzen oder korrelative Zusammenhänge der Parameter. Eine Korrelationsanalyse der Parameterwerte des Zeitschnittes 1992 ergab keine bzw. eine geringe Korrelation der Parameter untereinander.

3.2 Ergebnis des Bewertungsverfahrens

Das Ergebnis sind fünf differenzierte Darstellungen des Untersuchungsgebietes zu den verschiedenen Zeitschnitten, bei denen vor allem die generell hoch bewerteten Land-

Um das Verfahren an anderen Flächennutzungsdaten ohne zusätzlichen Aufwand testen bzw. anwenden zu können, sollte das Bewertungsverfahren möglichst weitestgehend automatisiert mit einem GIS umgesetzt werden können. Aus diesem Grund wurden mit der Programmiersprache Arc Macro Language Programme entwickelt, in denen die notwendigen Bearbeitungsschritte und die damit in Beziehung stehenden ArcInfo-Befehle und Funktionen in Form von Routinen zusammengestellt sind. Die Eingangsdaten für die Parameterberechnung können über ein entsprechendes Eingabefenster (Menü) festgelegt werden (Abb. 2). Neben der Auswahl der zu benutzenden Flächennutzungsdaten und des Namens des Attributes, welches die Flächennutzungsart in der Polygon Attribute Table der Daten beschreibt, kann auch die Eingabe einer beliebigen Rasterweite für das Gitternetz der Bezugseinheiten erfolgen. Zudem können Parameter auch separat berechnet werden, wodurch Untersuchungen zur Abhängigkeit der Ergebnisse von der Rasterweite möglich sind.

Die Berechnung der sechs Parameter wurde

schaftseinheiten des heutigen Nationalparks Sächsische Schweiz und des Elbtals auffallen. Es konnte gezeigt werden, dass sich der Landschaftswandel in der potentiellen Eignung eine naturbezogene Erholung widerspiegelt. So wird der Großteil der landwirtschaftlichen Gebiete des Zeitschnittes 1992 im Vergleich zu vorangehenden Zeitschnitten als geringer geeignet für die naturbezogene Erholung eingestuft, was als Folge der Strukturveränderungen zu sehen ist, die sich aus der Zusammenfassung der Waldhufenfluren und der Umwandlung kleinstrukturierten Grünlandes zu Ackerland ergeben. Von besonderer Bedeutung ist die zusammenfassende Feststellung, dass insgesamt eine Erhöhung des Wertekontrastes zwischen östlicher und westlicher Hälfte des Untersuchungsgebietes erfolgt. Die zunehmend schärfere Abgrenzung von Bereichen mit einem niedrigen oder hohen Erholungswert entspricht aber auch der besonderen Lage des Untersuchungsgebietes im Spannungsfeld zwischen dem Ballungsraum Dresden/Pirna und dem Nationalpark Sächsische Schweiz. Die Abbildung 3 gibt beispielhaft einen Überblick zur Entwicklung des Wertes für die naturbezogene Erholung im Zeitraum von 1940 bis 1992.

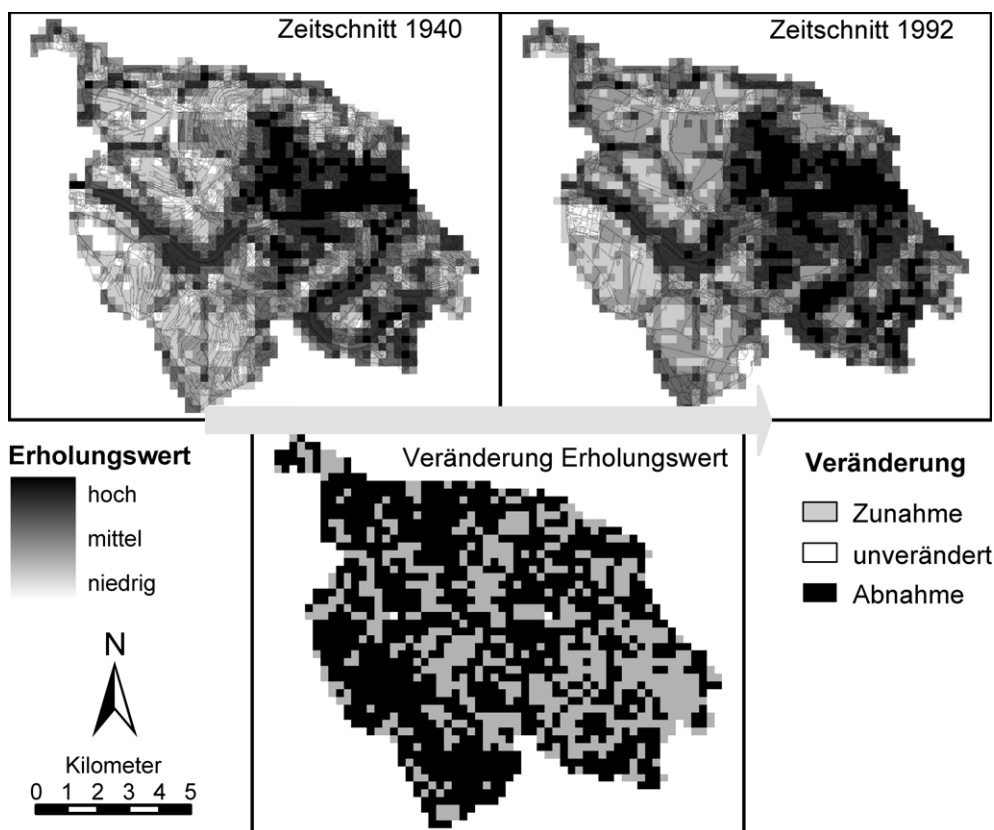


Abb. 3: Entwicklung des Erholungswertes. (Bearbeitung: A. Berger)

Eine allgemeine Betrachtung der Karten ohne Vergleiche hinsichtlich der unterschiedlichen Zeitschnitte zeigt, dass durchgängig Bereiche besonders hoch bewertet werden, die eine hohe Vielfalt der Reliefeigenschaften und zudem naturnahe Flächennutzungen (z. B. Wald)

beinhalten. Dazu sind der Großteil des östlichen Untersuchungsgebietes sowie das Elbtal zu zählen. Niedrig bewertet sind dagegen, wie durch die Auswahl der Parameter zu erwarten war, stark anthropogene Bereiche (z. B. Siedlungen) und zudem große Ackerflächen, hauptsächlich im Westen des Untersuchungsgebietes. Neben dieser Hauptuntergliederung lässt sich aber auch feststellen, dass die Parameter für eine weitergehende Differenzierung sorgen. So weisen z. B. Bezugszellen mit Waldflächen im südlichsten Bereich des Untersuchungsgebietes aufgrund geringer Reliefdiversität und Komplexität der Flächenform niedrigere Werte auf als jene in den östlichen Gebieten. Auch können Bezugszellen eine hohe Bewertung erhalten, die von Grünland oder sogar von Ackerland geprägt sind. Hierbei wirken sich vor allem hohe Flächenform- und Überblickswerte aus.

Interessant ist die Betrachtung der Bereiche, die vom Ackerland geprägt sind und somit auch über den gesamten Zeitraum von der Entwicklung der Fahrwege beeinflusst werden. Durch das Berechnungsverfahren des Parameters Flächenform und die Zunahme der Fahrwege werden hier in den entsprechenden Zeitschnitten höhere Werte erreicht, wobei zusätzlich noch eine Aufwertung durch die kleinstrukturierten Grünlandflächen erfolgt. Mit dem Wegfall dieser Strukturen im Zeitschnitt 1992 sinken die Werte dieser Bereiche. Das großflächige und von Kleinstrukturen ausgeräumte Ackerland erfährt dann nur noch eine differenzierte Bewertung durch die Parameter Reliefdiversität und Überblick. Positiv wirken sich der Rückgang der Abbaufächen und die damit verbundene Bewaldung der Abraumhalden im Elbtal aus. Die Erhöhung des Natürlichkeitsgrades führt deshalb bis zum Zeitschnitt 1992 zu einer Aufwertung vor allem der rechtseibigen Hänge. Weitestgehend gleich werden in allen Zeitschnitten die Felsreviere innerhalb des heutigen Nationalparks Sächsische Schweiz bewertet.

4 Schluss

Die Anwendung des Bewertungsverfahrens bietet die Möglichkeit, die Auswirkungen des untersuchten Landschaftswandels auf die Eignung der Landschaft für eine naturbezogene Erholung zu analysieren. Geoinformationssysteme haben sich dabei als unverzichtbares Werkzeug bewährt. Durch die Möglichkeit der Entwicklung automatisierter und auf unterschiedliche Ausgangsdaten übertragbarer Bewertungsverfahren können diese weiträumig auf ihre Gültigkeit geprüft werden. Mit der Auswahl von Bewertungsparametern, die sich bereits in Landschaftsbewertungsverfahren bewährt haben (KIEMSTEDT 1967; MARKS ET AL. 1992; AUGENSTEIN 2002), der Aufstellung von eindeutigen Erfassungsvorschriften und der Durchführung einer transparenten und nachvollziehbaren Parameteraggregation kann von einer hohen Validität des Verfahrens ausgegangen werden. Allerdings muss in diesem Zusammenhang auch das Maß an Subjektivität angesprochen werden, das bereits mit der Auswahl der Parameter und deren Erfassungsvorschriften, mit der Festlegung der Bezugseinheiten und mit der Aufstellung der Aggregationsregel in das Bewertungsverfahren einfließt. Als Kompromiss ist die Wahl der Bezugseinheiten zu sehen. Trotz einer auf die Struktur und Kammerung des Untersuchungsgebietes abgestimmten Rasterweite stellt das Quadratrasternetz eine völlig unabhängige und willkürliche Abgrenzung der Bezugseinheiten dar. Bei der Bewertung der Ergebnisse muss außerdem berücksichtigt werden, dass diese auch abhängig von der Güte der Ausgangsdaten sind, sodass gerade eine Betrachtung

der Ergebnisse der Zeitschnitte 1785 und 1880 mit Rücksicht auf die Bedingungen bei der Flächennutzungserhebung erfolgen sollte.

5 Literaturverzeichnis

- Augenstein, I. (2002): *Die Ästhetik der Landschaft. Ein Bewertungsverfahren für die planerische Umweltvorsorge*. Berliner Beitr. z. Ökologie **3**, Berlin.
- Bastian, O. (1999): *Geographie und Landschaftsplanung – Gedanken von Ernst Neef im Spiegel der modernen Landschaftsplanung*. In: Mannsfeld, K., Neumeister, H. [Hrsg.]: Ernst Neefs Landschaftslehre heute. Petermanns Geogr. Mitt., Ergänzungsheft 294, Gotha / Stuttgart.
- Bastian, O., Schreiber K.-F. (1994): *Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft*, Jena / Stuttgart.
- Berger, A. (2003): *Langzeitmonitoring einer Landschaft mittels GIS – Landschaftswandel & Erholungswert*. Diplomarbeit TU Dresden. 105 S.
- [BMJ] Bundesministerium der Justiz (1998): *Bundesgesetzblatt Jahrgang 1998 Teil I. Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege* (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG), Bonn.
- Harfst, W. (1980): *Zur Gültigkeit von Erholungsbewertungsmethoden*. Hannover.
- Hoisl, R., Nohl, W., Engelhardt, P. (2000): *Naturbezogene Erholung und Landschaftsbild*. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.
- Kiemstedt, H. (1967): *Zur Bewertung der Landschaft für die Erholung*. Beiträge zur Landschaftspflege, Sonderheft 1, Stuttgart.
- McGarigal, K. & Marks, B.J. (1994): *Fragstats. Version 2.0*.
- Marks, R., Müller, M., Leser, H., Klink, H.-J. (1992): *Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes*. Forsch. Z. dt. Landeskde. **229**. Zentralausschuss für deutsche Landeskunde, Trier.
- Roth, M. (2000): *Bewertung des Landschaftsbildes der Gemeinde Hinterhermsdorf, Kreis Sächsische Schweiz, mit ArcView*. Diplomarbeit, Hochschule f. Technik u. Wirtschaft, Dresden.
- Schüpbach, B. (2000): *Ein Vergleich zwischen landschaftsästhetischer Bewertung und ökologischer Bewertung*. Bern.
- Walz, U. (2001): *Charakterisierung der Landschaftsstruktur mit Methoden der Satelliten – Fernerkundung und der Geoinformatik*. Berlin.
- Wiemann, A. (1985): *Eine erholungsart- und aktivitätsspezifische Freiraumbewertung Südhessens*. Rhein – Mainische Forschungen **102**, Frankfurt am Main.
- Wöbse, H. (2002): *Landschaftsästhetik – Über das Wesen, die Bedeutung und dem Umgang mit landschaftlicher Schönheit*. Stuttgart.