Die Nutzwertanalyse - Hilfsmittel bei Strassenüberprüfungen?

Autor(en): **Gfeller, Matthias**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **100 (1982)**

Heft 15

PDF erstellt am: **17.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74788

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Nutzwertanalyse – Hilfsmittel bei Strassenüberprüfungen?

Von Matthias Gfeller, Zürich

In knapper Form wird die Nutzwertanalyse (NWA) als Bewertungsmethode dargelegt, ein Hilfsmittel, das zur Entscheidungsvorbereitung über Strassenprojekte häufig verwendet wird. Auch die von der Kommission zur Überprüfung von Nationalstrassenstrecken (NUP-Kommission) in Auftrag gegebenen Studien bedienten sich (nebst einer Kosten-Nutzen-Analyse) der NWA. Dabei lag ein Schwergewicht der NWA auf der Beurteilung von landschaftsrelevanten Auswirkungen der geplanten Nationalstrassen. In der NWA wurden diese Landschaftsbeeinträchtigungen (Einschränkungen der Land- und Forstwirtschaft, Störungen in Natur- und Landschaftsschutz und Erholungsgebieten usw.) nebst wirtschaftlichen und verkehrstechnischen Kriterien eingehend berücksichtigt, während in der Kosten-Nutzen-Analyse verschiedene Auswirkungen auf die Landschaft unberücksichtigt blieben.
Zuerst wird kurz die Ausgangssituation, wie sie für viele Strassenüberprüfungen typisch ist, dargestellt. Anschliessend wird der normale Ablauf einer NWA beschrieben, wobei auch auf grundsätzliche Kritik an der Methode eingegangen wird. Zu Strassenüberprüfungen anhand von NWA sind Verbesserungsvorschläge erarbeitet worden. Abschliessend wird noch die Aussagekraft der NWA im politischen Entscheidungsprozess beurteilt.

Zur Ausgangssituation

Die meisten Entscheide über Strassenbauten oder ähnliche raumwirksame Infrastrukturmassnahmen sind heute *umstritten*. Anlass zu wachsender «Opposition» gibt die *zunehmende Belastung unserer Umwelt*, verursacht sowohl durch die stetig wachsende Zahl der Eingriffe als auch durch die *vergrösserte Tragweite der einzelnen Massnahmen*. Zweifellos ist daher auch die *Unsicherheit* der verantwortlichen Politiker und Amtsstellen gewachsen: Sie möchten vermehrt möglichst gute wissenschaftliche Entscheidungsgrundlagen erhalten. Dabei muss aber klar sein, dass Wissenschafter den Behörden und Politikern die Beschlüsse nicht abnehmen können oder dürfen. Soll als Ziel ein möglichst rational begründbarer Entscheid angestrebt werden, so muss der *Koordination* und *Kompetenzabgrenzung* zwischen Wissenschaftern und Politikern grosse Beachtung geschenkt werden:

- Politische Ziele und Randbedingungen müssen klar offengelegt werden.
- Wissenschaftliche Ergebnisse müssen auf eine allgemeinverständliche Art formuliert und mit den politischen Zielen in Beziehung gebracht werden.
- Der politische Entscheid muss begründbar sein, indem angegeben wird, wie stark die einzelnen (wissenschaftlichen) Erkenntnisse zu den verschiedensten Entscheidungskriterien berücksichtigt werden.

Bei den Strassenbauten können, wie übrigens auch bei anderen Projekten, *zwei Entscheidungssituationen* unterschieden werden: Die erste lässt sich mit der Frage «Soll überhaupt am bestehenden Zustand etwas geändert werden?» charakterisieren. Hier ist also ein *Grundsatzentscheid* zu fällen. Die zweite liegt dann vor, wenn man am Grundsatzentscheid festhält und nur noch verschiedene Projektvarianten (z.B. unterschiedliche Linienführung) zur Wahl stellt: *Variantenentscheid*. Der wesentliche Unterschied liegt in der Anzahl Randbedingungen, welche die zu beurteilenden Varianten erfüllen müssen. Je mehr Randbedingungen aufgestellt werden (z.B. Anforderungen an den Ausbaustandard einer Strasse), desto ähnlicher und damit leichter vergleichbar werden die Varianten sein. Ein Variantenentscheid lässt sich somit viel leichter auf vergleichende Untersuchungen abstützen als ein Grundsatzentscheid.

Bei den Nationalstrassenüberprüfungen war in erster Linie jedoch ein Grundsatzentscheid zu fällen: «Soll das fragliche Teilstück Bestandteil des Nationalstrassennetzes bleiben, oder soll es gestrichen werden?» Als Alternative stand also der heutige Zustand des Strassennetzes einem oder mehreren Autobahnprojekten, je mit zukünftigen, prognostizierten Verkehrsbelastungen, gegenüber. Das Spektrum der zu beachtenden Unterschiede ist bei den NUP-Varianten sehr breit: Der unterschiedliche Ausbaustandard beeinflusst das Verkehrsaufkommen, dieses wiederum bestimmt das Ausmass der Immissionen und hat Einflüsse auf das umliegende Strassennetz wie auch auf andere Verkehrsträger; und nicht zuletzt werden auch erhebliche wirtschaftliche und soziale Auswirkungen erwartet. Auf die Konsequenzen dieser schwierigen Vergleichslage wird später eingegangen.

Unabhängig vom Verfahren zur Entscheidungsfindung lässt sich jede Strassenüberprüfung grob in die folgenden *drei Phasen* gliedern:

- Erhebung und Beschreibung des Ist-Zustandes (von Landschaft und Gesellschaft), der von einer geplanten Strasse beeinflusst würde (Bestandesaufnahme).
- Definition aller zu überprüfenden Alternativen (evtl. inklusive Nullvariante) und Darstellung aller von ihnen zu erwartenden direkten oder indirekten Auswirkungen (Wirkungsanalyse).
- Beurteilung der festgestellten Auswirkungen nach ihrer Wünschbarkeit bzw. Schädlichkeit und Vergleich der Alternativen aufgrund dieser Beurteilungen.

Die NWA dient innerhalb dieses Ablaufes in erster Linie der dritten Phase. In der ersten und zweiten werden die Grundlagen für eine NWA oder eine andere Bewertungsmethode bereitgestellt.

> Der Entscheid, welche Alternativen in die Überprüfung einbezogen werden, wird im allgemeinen auf der politischen Ebene gefällt. Dennoch ist auch hier die wissenschaftliche Beratung angezeigt, da das Resultat der Überprüfung massgeblich beeinflusst wird: Gewisse Lösungsmöglichkeiten könnten bewusst oder unbewusst bevorzugt und andere gar nicht erst in die Betrachtungen einbezogen werden. Eine Methode zur Grobauswahl möglicher Autobahnkorridore wurde von *H.-J. Schemel* beschrieben [1]. Das darin erwähnte Verfahren zur Ermittlung des «Raumwiderstandes» gegenüber einer Strasse ist für die allererste Projektierungsphase sehr nützlich.

Mit der NWA wird ein Katalog der zu berücksichtigenden Kriterien (Auswirkungen der Strasse) aufgestellt und werden die Regeln festgelegt, wie diese Kriterien gegeneinander abgewägt werden. Nach *C. Zangemeister* [2] ist die NWA ein Bewertungsverfahren, das als Grundlage zur Entscheidungsvorbereitung über eine oder mehrere Projektvarianten dient. Sie geht von der Annahme aus, dass Werturteile über Handlungsalternativen in eine Reihe von Teilurteilen zerlegbar seien und dass sich diese Teilurteile wieder zu einem Gesamturteil zusammenfügen liessen. (Auch *R. Bachfischer* [3] geht in einer kritischen Beurteilung der NWA von dieser Interpretation aus.) Von der Form der NWA her sind Teilurteile über eine grosse Vielfalt von Kriterien möglich. Je stärker sich die verschiedenen Handlungsalternativen unterscheiden, desto schwieriger wird aber das Zusammenfügen von Teilurteilen. Dies führt insbesondere bei Grundsatzentscheiden zu Problemen. Das Auftreten von sehr unterschiedlichen Kriterien

(Beeinträchtigungen der verschiedensten Funktionen der Landschaft beispielsweise) ist typisch für eine Strassenbaumassnahme. Die formale Möglichkeit, in der NWA so unterschiedliche Kriterien zu verarbeiten, ist sicher ein Grund ihrer häufigen Anwendung in Strassenüberprüfungen.

Die Grundform der Nutzwertanalyse

Das Verfahren der NWA lässt sich in *drei Teile* gliedern (Bild 1). Im ersten, *analytischen Teil* wird der thematische Rahmen, in dem die Untersuchung durchgeführt werden soll, abgesteckt. Dazu wird ein Kriterienkatalog aufgestellt, der angibt, was bei der Entscheidung als Grundlage berücksichtigt werden soll und kann. Die *Bewertung* sagt einerseits aus, welche Ausprägungen von Kriterien positiv und welche negativ beurteilt werden, und transformiert andererseits die verschiedensten Messwerte der Kriterien (Quadratmeter, Franken, Dezibel usw.) in Punktwerte («Gleichnamigmachung»). Der dritte Teil der NWA schliesslich besteht aus einer *Synthese* der verschiedenen Bewertungsergebnisse zu einem Gesamtresultat. Je mehr allerdings unterschiedliche Kriterienausprägungen zusammenzufassen sind, desto aufwendiger und unübersichtlicher gestaltet sich diese Synthese.

Analyse

Die Analyse umfasst in erster Linie das Aufstellen eines Zielsystems, das gleichsam als «Traktandenliste» des Überprüfungsvorganges dient. Dieses Zielsystem ist ein hierarchisch aufgebauter Katalog von Entscheidungskriterien (Tabelle 1) [4]. Was darin nicht enthalten ist, wird in der NWA nicht berücksichtigt. Ausgangspunkt bilden einige wenige Oberziele oder Zielbereiche wie z.B. «regionale Wirtschaft», «Verkehr» oder «Landschaft». Diese Zielbereiche sollen den groben Rahmen, in dem die Untersuchungen durchgeführt werden, abstecken. Es geht dabei um die Frage, in welchen Bereichen von Gesellschaft und Umwelt sich infolge der zu treffenden Entscheidung (beziehungsweise der darauffolgenden Massnahmen) Auswirkungen ergäben.

Innerhalb der Zielbereiche muss eine im allgemeinen mehrstufige Gliederung in Unterziele vorgenommen werden. Auf der untersten Stufe des Zielsystems müssen messbare Indikatoren aufgereiht sein. Durch sie sollen alle für die Entscheidung wesentlichen Kriterien und Gesichtspunkte quantifiziert

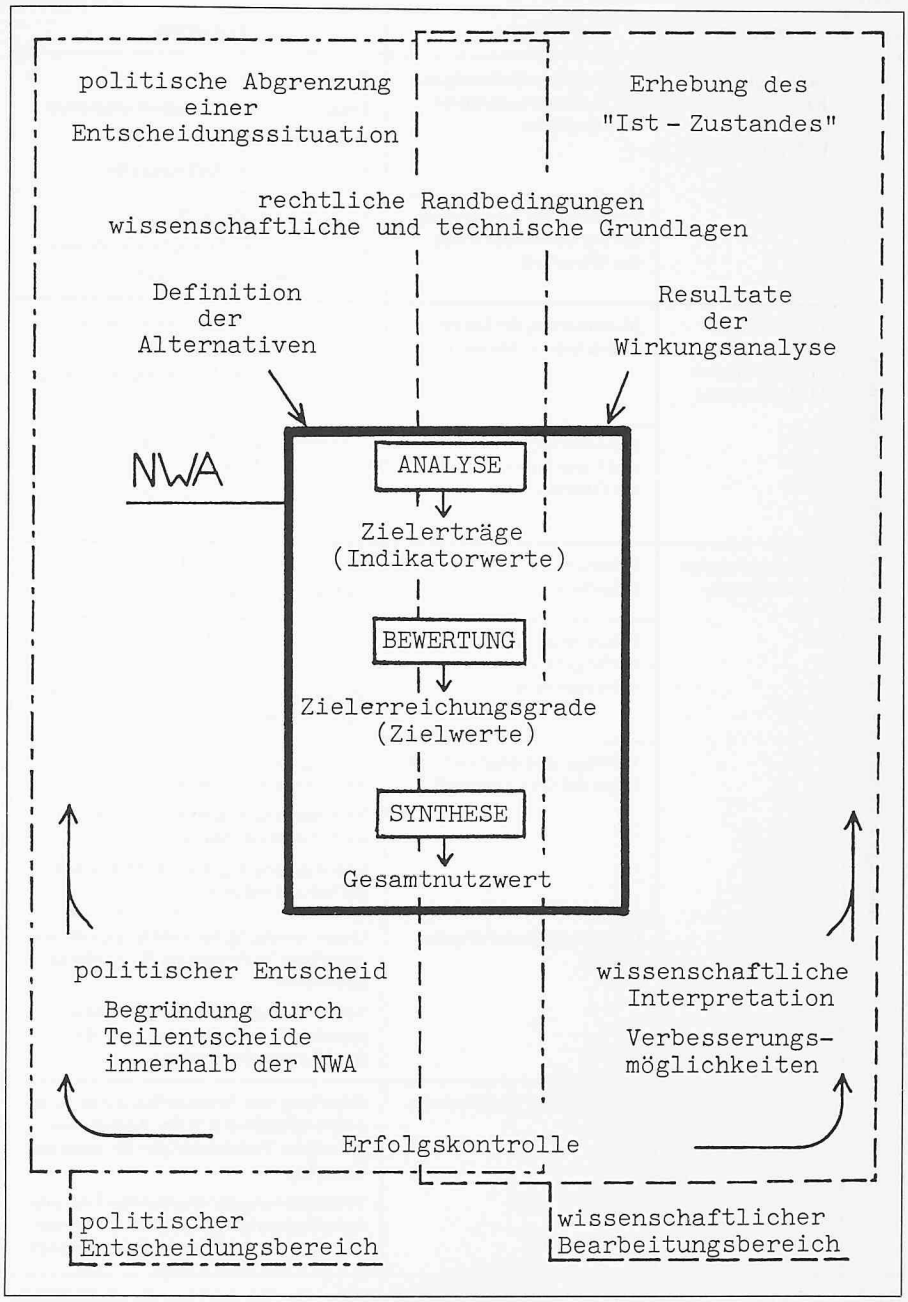


Bild 1. Die drei Phasen einer Nutzwertanalyse und ihre Stellung innerhalb eines Entscheidungsprozesses

werden können. Ziele der zweituntersten Ebene werden in diesem Beitrag als Teilziele bezeichnet. Die durch die Indikatoren ermittelten Messwerte werden als *Zielerträge,* in einigen Fällen, bei der Nationalstrassenüberprüfung beispielsweise, als Indikatorwerte bezeichnet.

Die Ermittlung von Zielerträgen wird beispielhaft anhand von Indikatoren gezeigt, die das Teilziel «Minimierung der negativen Einflüsse auf die Erholungsfunktion» beschreiben:

> Verschiedene Erholungsaktivitäten (Wandern, Picknick, div. Wintersportarten etc.), aber auch die Erholung von Kindern gegenüber Erwachsenen stellen sehr unterschiedliche Ansprüche an den Raum. Für das betreffende Gebiet muss daher eine Auswahl der charakteristischen und der empfindlichsten Aktivitäten getroffen werden. Im allgemeinen muss nun eine Bewertung der Erholungseignung durchgeführt werden. Auf entsprechende Verfahren kann hier nicht im Detail eingegangen werden [5]. Die Bewertungsresultate werden aber meist in Punktwerten, bezogen auf Rasterflächen oder Flächen mit gleichmässiger Erholungseignung, angegeben. Dieser Erholungsbewertung müssen nun die Auswirkungen der Autobahn gegenübergestellt werden: z.B. Lärm oder die Zerstörung des Landschaftsbildes oder auch die Unterbrechung von Wanderwegen. Die beiden erstgenannten Auswirkungen sind flächenhafter Natur: Alle Gebiete, von denen aus die Autobahn gesehen oder «gehört» wird, sind in ihrem Erholungswert beeinträchtigt. Mit dem Zielertrag soll das Mass dieser Beeinträchtigung angegeben werden können. Üblicherweise wird dazu die betroffene Fläche multipliziert mit der eintretenden Verminderung des Erholungswertes. Die Dimension die-

	Oberziele	Teilziele	Unterziele
Beitrag des Verkehrssystems zur Verbesserung der Lebensqualität	**Bestmögliche Befriedigung aller Verkehrsbedürfnisse**	Bestmögliche Befriedigung der Verkehrsbedürfnisse der Haushalte	Ersparnis von Reisezeit Ersparnis von Fahrzeugbetriebskosten Nettonutzen des Neuverkehrs Erhöhung der Verkehrsqualität
		Bestmögliche Befriedigung der Verkehrsbedürfnisse der Wirtschaft	Ersparnis von Reisezeit Ersparnis von Fahrzeugbetriebskosten Nettonutzen des Neuverkehrs
	Herbeiführen eines wirtschaftlichen Mitteleinsatzes	Minimierung der Investitionskosten in Infrastruktur	Minimierung der projektbezogenen Investitionskosten Minimierung der Investitionskosten im übrigen Netz
		Minimierung der Betriebs- und Unterhaltskosten für das Gesamtsystem	Minimierung der Betriebskosten im öffentlichen Verkehr Minimierung der Unterhaltskosten Strasse
	Verbesserung der Auswirkungen	Erhöhung der Verkehrssicherheit	Reduktion der Anzahl Verunfallten Reduktion der Anzahl Unfälle
		Minimierung der Beeinträchtigung der Wohn- und Arbeitsumwelt	Minimierung der Beeinträchtigung der Wohnumwelt Minimierung der Beeinträchtigung der Arbeitsumwelt
		Verringerung negativer Einflüsse auf die Landschaft	Verringerung negativer Einflüsse auf die Produktionsfunktion Verringerung negativer Einflüsse auf die Erholungsfunktion Verringerung negativer Einflüsse auf die Schutzfunktion
		Geordnete Besiedlung des Landes	Gute Gestaltung des Lebensraumes (unmittelbare Verbesserung für ansässige Bewohner) Verbesserung der Siedlungsstruktur (unmittelbare Verbesserung für die Bevölkerung der Region)
		Ausgleich der Regionalwirtschaft	Schaffung von Arbeitsplätzen und Konsummöglichkeiten in der Region (unmittelbare Verbesserungen für ansässige Betriebe) Verminderung der räumlichen Einkommensdisparitäten (unmittelbare Verbesserungen für die Wirtschaft der Region)

Tabelle 1. Zielsystem. Beispiel aus der Nationalstrassenüberprüfung: die obersten vier, für alle Teilstücke verbindlichen Zielebenen [4]

ses Zielertrages ist somit ein Produkt von Flächenmass und Punktwert. Ein etwas anderes Vorgehen müsste bei der Unterbrechung von Wanderwegen gewählt werden: Als Mass der Schwere des Eingriffs (=Zielertrag) dienen hier Anzahl oder allenfalls Länge der verlorengegangenen Wanderweg-Verbindungen.

Das Ergebnis der Analyse sind also Zielerträge, mit denen unterschiedliche Auswirkungen einer Strasse gemessen werden. Die Zielerträge weisen im Normalfall sehr unterschiedliche Dimensionen auf und lassen sich nicht direkt vergleichen. Bewertung und Synthese dienen dann dazu, die Zielerträge vergleichbar zu machen.

Bewertung

In der Grundform der Nutzwertanalyse wird eine Bewertung für jeden Indikator einzeln durchgeführt. Inhaltlich muss die Bewertung für jeden möglichen Zielertrag angeben, ob durch ihn ein Ziel als «gut», «schlecht» oder «nicht erfüllt» usw. bezeichnet werden kann. Während es in der Analyse darum ging, anhand der Indikatoren die Auswirkungen der Strasse zu messen, muss also in der Bewertung beurteilt werden, ob (und in welchem Masse) diese Auswirkungen erwünscht sind oder nicht. Dazu ist zuerst eine präzise Formulierung von Zielen für jeden einzelnen Indikator nötig: «Das Wanderwegnetz ist möglichst in seiner Gesamtlänge zu erhalten»; «In der Landwirtschaft soll keine Extensivierung der Bewirtschaftung stattfinden» usw.

Die Bewertung wird anhand sogenannter *Nutzenfunktionen* durchgeführt, welche die Zielerträge auf einer dimensionslose Skala abbilden. Bild 2 [6] zeigt eine Nutzenfunktion (NF), wie sie für ein Kriterium «Erholungsflächen» aufgestellt werden könnte. Die Zielerträge wurden hier mit der Fläche der beeinträchtigten touristisch genutzten Gebieten (in Hektaren) angegeben. Die Zielerreichungsgrade dagegen werden auf einer Punkteskala von 0 bis 50 Punkten dargestellt. Ferner wurde eine negative Beziehung zwischen Zielerreichungsgrad und Nutzwert angenommen: «Je grösserdie beeinträchtigte Fläche, desto geringer der Nutzen (der Strasse).»

Im allgemeinen werden diese NF durch die Festlegung der Extremwerte und des Funktionsverlaufs definiert. Die Herleitung und Begründung dieser Annahmen stösst in einigen Fällen auf Schwierigkeiten, die später erläutert werden.

Ergebnisse der Bewertung sind nun *Zielerreichungsgrade,* dimensionslose Grössen, die angeben, wie gut die gesteckten Ziele erfüllt werden konnten (die NUP-Kommission verwendet dafür den ebenfalls geläufigen Begriff «Zielwerte»).

Synthese

Mit der Synthese soll der Schritt von den vielen Einzelbewertungen zu einer Gesamtbeurteilung vollzogen werden. Das heisst, statt dem Entscheidungsträger lediglich eine grosse Anzahl Zielerreichungsgrade zu «liefern», versucht man die an sich politische Entscheidung, welchen Zielen grössere und welchen kleinere Beachtung geschenkt werden soll, in Teilentscheide zu gliedern und damit transparenter zu gestalten. Im Normalfall wird also die Synthese in einzelne Phasen unterteilt. Dabei entsprechen diese Phasen den im Zielsystem vorgegebenen Stufen. Wurde in der Analyse das Zielsystem verwendet, um eine nach verschiedenen Zielbereichen und Oberzielen strukturierte Menge von Indikatoren zu finden, so dient es der Synthese im umgekehrten Sinn: Das Zielsystem gibt hier vor, zu welchen Gruppen die Zielerreichungsgrade der einzelnen Indikatoren zusammengefasst werden sollen.

In der Grundform der NWA bilden die Zielerreichungsgrade der einzelnen Indikatoren die Ausgangsdaten für die Synthese. Im weiteren wird nun davon ausgegangen, dass nicht jeder der Indikatoren für das ihm übergeordnete Teilziel dieselbe Bedeutung hat, und dass ebenso nicht alle Teilziele einer Zielebene für ein entsprechend höheres Ziel gleich bedeutsam sind. Unter dieser Voraussetzung müssen sogenannte *Zielpräferenzen* formuliert werden, das heisst, der Entscheidungsträger muss

angeben, welche Ziele ihm besonders wichtig erscheinen und welche dagegen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Im allgemeinen kommt über Zielpräferenzen der tieferen Ebenen viel eher ein Konsens zustande als über die der obersten Zielbereiche: Welches Gewicht sollen die «negativen Einflüsse auf die Landschaft» gegenüber der «Erhöhung der Verkehrssicherheit» haben? Dies wird stets Gegenstand von politischen Auseinandersetzungen sein und kann damit nicht im vornherein von Wissenschaftern alleine abgeklärt werden.

Die Grundform der NWA drückt diese Zielpräferenzen durch konstante Gewichte aus. Das heisst, die Zielpräferenzen müssen *unabhängig* von den zugehörigen Zielerreichungsgraden festgelegt werden. Eine Argumentation, dass ein sehr schlecht erfülltes Ziel besonders stark berücksichtigt werden müsse, lässt sich also nicht ohne weiteres in die NWA einbauen.

Ferner kann zwischen absoluten und relativer Gewichtung unterschieden werden: Bei der *absoluten Gewichtung* wird die Gesamtpunktzahl im voraus festgelegt. Im Zielsystem müssen nun die Punkte von oben nach unten auf die Ziele innerhalb einer bestimmten Zielebene verteilt werden. Die dadurch ermittelten Nutzwerte sind abstrakte Grössen, die nicht mehr in Beziehung zu bestimmten Zielen stehen. Demgegenüber läuft eine *relative Gewichtung* von unten nach oben ab. Dazu wird je Zielebene ein Indikator (oder ein Teilziel) als Bezugseinheit gewählt. Mit den Gewichten werden nun alle anderen Indikatoren, die demselben Teilziel zugeordnet sind, auf diese Einheit umgerechnet. Die Bezugseinheit selbst muss demnach das Gewicht 1 erhalten, die anderen Indikatoren ein entsprechend ihrer Bedeutung relativ höheres oder geringeres Gewicht. Mit der relativen Gewichtung kann der Bezug zu einem Indikator während der ganzen Synthese aufrechterhalten werden, was die Anschaulichkeit des Ergebnisses (= Gesamtnutzwert auf einen ausgewählten Indikator bezogen) verbessert (vgl. Bild 3).

Resultate der einzelnen Synthesephasen sind *Teilnutzwerte* für Teilziele oder Zielbereiche. Die letzte Phase liefert schliesslich für jede in die Analyse einbezogene Alternative einen *Gesamtnutzwert,* der zum Ausdruck bringen soll, wie gut die festgelegten Ziele durch die einzelnen Alternativen erfüllt werden. Der höchste Gesamtnutzwert widerspiegelt die beste Erfüllung der Ziele. Der Entscheidungsträger wird also, wenn er in die NWA Vertrauen hat, sich für die Alternative mit dem höchsten Gesamtnutzwert entscheiden.

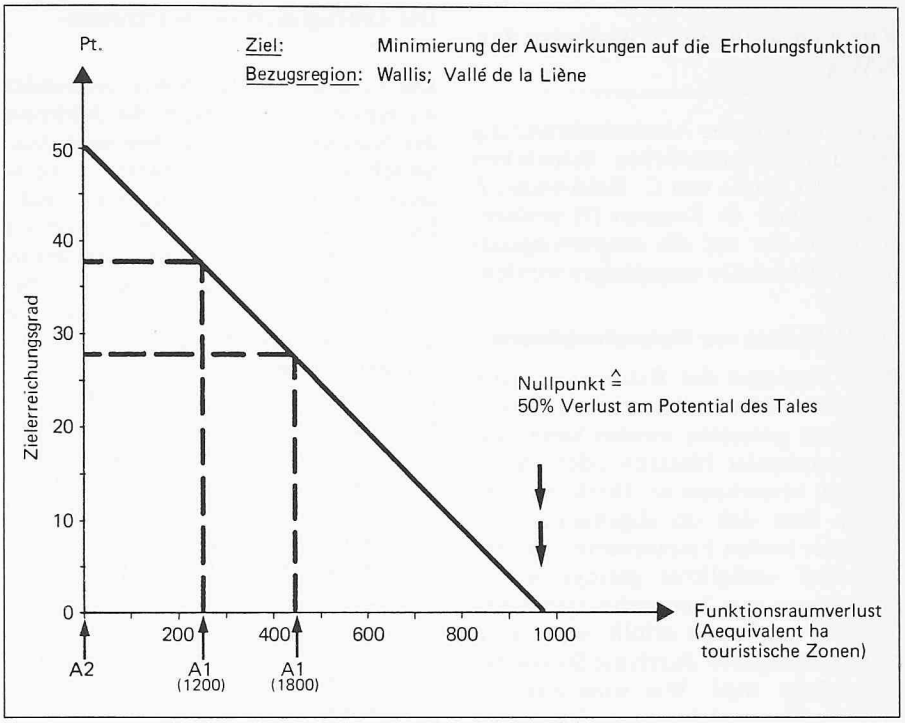
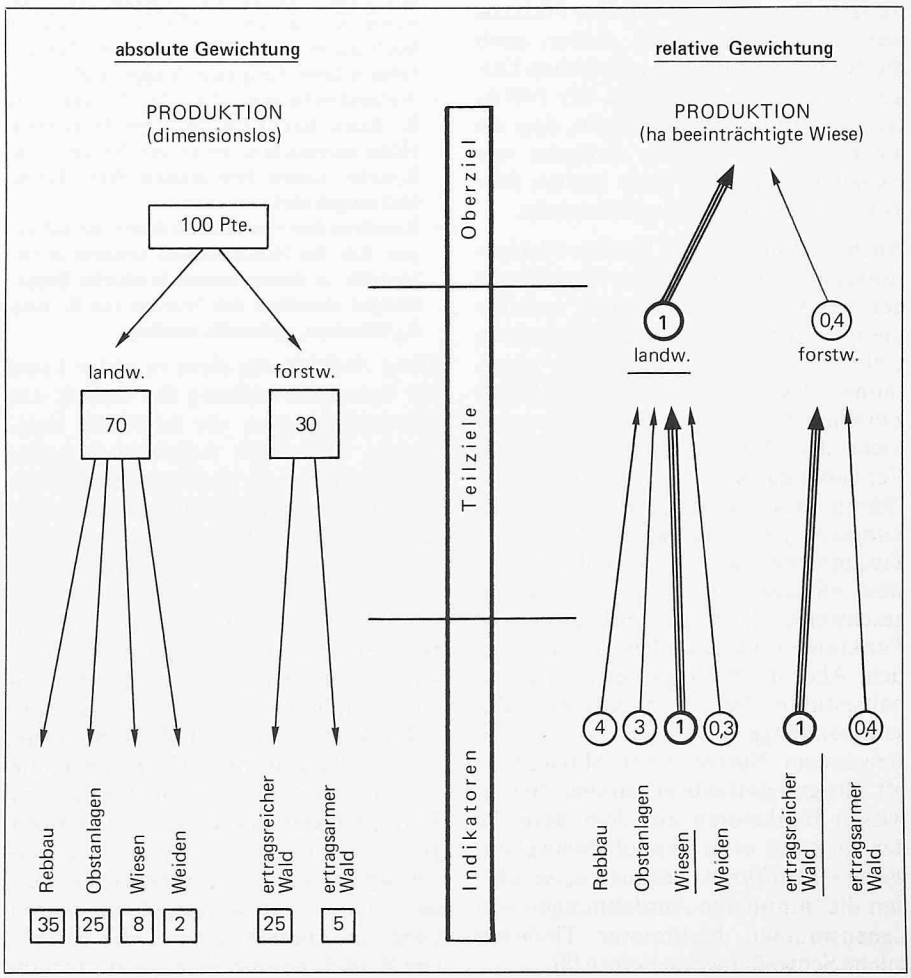


Bild 2. Nutzenfunktion. Beispiel zur Bewertung der Auswirkungen auf die Erholungsfunktion, Überprüfung der N6 (Simmental–Rawil) [6]. Die Zielerträge werden in diesem Beispiel mit Funktionsraumverlusten quantifiziert. Die Skala der Zielerreichungsgrade wurde auf 50 Punkte beschränkt, da ausschliesslich negative Einflüsse auf die Landschaft vorkommen. Im Normalfall kommen aber 100-Punkte-Skalen zur Anwendung

Bild 3. Absolute und relative Gewichtung: Ablauf der Verteilung von Gewichten auf Indikatoren und Teilziele



Zur Kritik an der Grundform der NWA

Eine sehr kritische Auseinandersetzung mit den grundsätzlichen Schwächen der NWA wurde von *C. Heidemann, J. Eekhoff* und *G. Strassert* [7] verfasst. Hier soll nur auf die schwerwiegendsten Kritikpunkte eingegangen werden.

Die Definition von Nutzenfunktionen

Beim Festlegen der Extremwerte von NF geht es darum, Kriterien zu finden, an denen gemessen werden kann, was als «maximaler Nutzen» oder «Schaden» zu bezeichnen ist. Direkt aus den Zielen lässt sich im allgemeinen nur einer der beiden Extremwerte ableiten: Das Ziel «möglichst geringe Beeinträchtigung von Naturschutzgebieten» ist dann am besten erfüllt, wenn kein Naturschutzgebiet durch die Strasse beeinträchtigt wird. Wie wird nun die «grösste Beeinträchtigung» festgelegt? Wird als Extremwert einfach der niedrigste Zielertrag der untersuchten Alternativen bezeichnet, so schliesst man damit alle anderen denkbaren, aber nicht untersuchten Alternativen aus. Aber auch die Zerstörung aller Naturschutzgebiete als Extremwert zu definieren, wäre sehr problematisch, da er von der Abgrenzung des Untersuchungsgebietes abhängt. Da die Meinungen über Extremwerte des Nutzens weit auseinander gehen, sollten auch die NF Gegenstand der politischen Diskussion sein. Das Problem der NWA-Grundform liegt jedoch darin, dass sie die Bewertung zu einer Aufgabe von Experten und somit einer breiten Diskussion schwerer zugänglich macht.

Auch die Verwendung linearer Nutzenfunktionen, wie sie in der Grundform der NWA fast ausschliesslich vorkommen, kann nicht immer überzeugen: In vielen Fällen wird denn auch eingeräumt, dass lineare Zusammenhänge zwischen Zielerträgen und Nutzwerten nicht der Realität entsprächen. Ihre Verwendung ist oft darauf zurückzuführen, dass keine detaillierten Wirkungsanalysen vorliegen. Sämtliche Zusammenhänge im komplexen System «Strasse - Umwelt» zu erfassen, geschweige denn als mathematische Funktionen darzustellen, ist unmöglich. Aber dennoch gibt es häufig Anhaltspunkte, die auf nichtlineare Zusammenhänge hinweisen. So sind bei steigendem Nutzen einer Massnahme oft Sättigungseffekte erkennbar. Bei gewissen Indikatoren aus dem Bereiche der Ökologie ist es sinnvoll, Schwellenwerte einzuführen: Beispielsweise würden die minimalen Ausdehnungen von Lebensräumen bestimmter Tierarten solche Schwellenwerte liefern [8].

Die Abhängigkeit der Nutzenfunktionen

Die Grundform der NWA verwendet als einzige Syntheseregel die Addition der Nutzwerte, was eine beliebige Austauschbarkeit der Nutzwerte voraussetzt: Sie müssen voneinander unabhängig sein, einander aber ersetzen können [9]. Die Grundform setzt damit voraus, dass beispielsweise ein bestimmter Nutzen beim Ziel «Erhaltung der Landwirtschaft» durch einen Nutzen bei «Vermeidung von Verkehrsunfällen» kompensiert würde. Meistens, vor allem in den höheren Zielebenen, ist weder die Voraussetzung der Unabhängigkeit noch die einer vollständigen Ersetzbarkeit gegeben. *Bechmann* [10] unterscheidet die folgenden *Wertbeziehungen* zwischen Nutzenfunktionen:

- *Nutzensubstitutivität* (-ersetzbarkeit): d.h. der Nutzen, den das Kriterium K_1 stiftet, kann in beliebiger Form, nicht nur durch lineare Beziehung, durch den Nutzen des Kriteriums K_2 ersetzt werden.
- *Nutzenindifferenz:* d.h. der Nutzen des Kriteriums K_1 ist unabhängig vom Nutzen von K_2 und kann auch nicht durch ihn ersetzt werden.
- *Nutzenkomplementarität* (-abhängigkeit): d.h. der Nutzen von K_1 kann bestimmte Werte nur dann annehmen, wenn K_2 ebenfalls eine bestimmte Nutzengrösse hat.
- *Nutzensupplementarität* (-ergänzung): d.h. das Hauptkriterium K_1 ist für den Gesamtnutzen alleine ausschlaggebend. Nur wenn K_1 für zwei Alternativen gleich hoch ist, wird der Nutzen von K_2 für die Gesamtbewertung ausschlaggebend.
- *Nutzenkonkurrenz:* d.h. der Nutzen von K_1 kann nur dann auf eine bestimmte Höhe anwachsen, wenn der Nutzen von K_2unter einem bestimmten Wert bleibt und umgekehrt.
- *Kombination von verschiedenen Beziehungen:* d.h. die Nutzenskalen können in Intervalle, in denen unterschiedliche Beziehungen zwischen den Nutzen von K_1 und K_2 bestehen, unterteilt werden.

Diese Aufzählung dient in erster Linie der Veranschaulichung der Vielfalt von Wertbeziehungen, die in einem komplexen Zielsystem auftreten können. Die Addition von Nutzwerten als einzige Syntheseregel ist hier keinesfalls ausreichend. In der Grundform der NWA können diese Abhängigkeiten je nachdem zu Unterbewertungen oder zu Doppelbewertungen führen: Werden beispielsweise die Fläche von Landschaftsschutzgebieten und die natürliche Vielfalt der Landschaft als getrennte Indikatoren in einem Zielsystem aufgeführt, dann werden alle Flächen, die wegen ihrer natürlichen Vielfalt zu Schutzgebieten erklärt wurden, doppelt gezählt. In diesem Fall kann von Nutzensupplementarität ausgegangen werden: Landschaftsschutzgebiete wären dabei das Hauptkriterium, die natürliche Vielfalt könnte als Zusatzkriterium verwendet werden, wenn innerhalb der Landschaftsschutzgebiete noch weiter differenziert werden sollte oder auch wenn die Flächen ausserhalb separat noch bewertet werden sollten. Eine korrekte Berücksichtigung sämtlicher denkbarer Wertbeziehungen in einem Zielsystem lässt die Synthese rasch sehr aufwendig und umständlich werden.

Zur Verankerung der Zielsysteme

In bezug auf das Formulieren von Zielsystemen stellt *Heidemann* zwei Betrachtungsweisen einander gegenüber [11]:

- Ziele seien feststellbare Merkmale eines objektiven Sachverhaltes, den es nur sorgfältig genug zu erforschen gebe.
- Ziele seien Entwürfe oder Vorschläge von subjektiven Absichten, Interessen, Vorhaben oder Wünschen.

In einer Entscheidungssituation (wie im Falle der Nationalstrassenüberprüfung) ist man auf die unmissverständliche Formulierung von Zielen angewiesen. Dies kann als Stellungnahme zu einer Reihe von Grundsatzfragen, die im Zusammenhang mit der geplanten Massnahme diskutiert werden müssen, aufgefasst werden. Als Beispiel sei die Frage angeführt: «Muss eine allfällige, durch die neue Strasse ausgelöste Bautätigkeit in der Überprüfung auch berücksichtigt werden; ist dies als negative Folge (für die Landschaft) oder als erwünscht (zur Förderung der Regionalwirtschaft) zu betrachten?» Auch wenn unklar ist, ob und wie stark die Bautätigkeit gefördert würde, so muss dennoch im Zusammenhang mit dem Strassenbauentscheid diese Frage aufgeworfen werden. Die Beantwortung dieser Grundsatzfragen dagegen ist stets subjektiv und muss auf der politischen Ebene erfolgen.

Mit der *Formulierung von Zielsystemen werden wesentliche politische Entscheide gefällt.* Sie sind in den meisten Fällen von subjektiven Motiven geleitet, womit nicht gewährleistet ist, dass die Zielsysteme auf alle Auswirkungen einer Massnahme Bezug nehmen. Was beim politischen Entscheid allenfalls vergessen wurde, muss durch den «Wissenschafter» mit entsprechenden Indikatoren noch ergänzt werden. Beispielsweise wäre unter einem Teilziel «Erhaltung der Schutzfunktion» nicht nur «Schutz der Natur vor dem Menschen», sondern auch der Schutz des Menschen vor natürlichen Gefahren zu berücksichtigen. Dadurch aber kann ein Teilziel plötzlich eine erweiterte Bedeutung erlangen, was vor allem bei einer Gewichtung, aber auch bei der Interpretation von Resultaten berücksichtigt werden muss.

Ferner besteht auch eine gewisse Gefahr, dass die *Gewichtung der Teilziele* durch die Anzahl der zugeordneten Indikatoren beeinflusst wird. Eine grosse Zahl von Indikatoren lässt ein Teilziel leicht wichtiger erscheinen, als es seiner politischen Bedeutung entspräche. Oft zeigt es sich, dass gerade Natur- und Landschaftsschutzziele «benachteiligt» sind, da hier heute noch nur wenige, geeignete Indikatoren bekannt sind.

Daraus kann gefolgert werden, dass Politiker und Wissenschafter an der Formulierung eines Zielsystems zusammenarbeiten und eine gemeinsame Sprache finden müssen. Mit dem Zielsystem werden die Inhalte einer Strassenüberprüfung festgeschrieben; alle vom Entscheid Betroffenen sollten daher zum Aufbau eines Zielsystems beitragen können.

Vernachlässigung einer Wirkungsanalyse

Der Vorwurf, in der NWA werde oft die exakte Abklärung von Wirkungszusammenhängen vernachlässigt [12], kann nicht gegenüber der Methode erhoben werden. Er trifft eher die einzelnen Bearbeiter von Strassenüberprüfungen. Eine NWA kann eine Wirkungsanalyse nicht ersetzen, sowohl Auftraggeber wie Auftragnehmer einer Strassenüberprüfung müssen sich dies vor Augen halten. Allzu häufig liegt jedoch das Problem darin, dass für Wirkungsanalysen zu wenig Zeit reserviert wird. Vor allem *ökologische* Wirkungsanalysen können nicht unabhängig von der Jahreszeit durchgeführt werden (Felderhebungen).

Bezüglich der drei Phasen einer Strassenüberprüfung kann die Wirkungsanalyse vor allem in der ersten und zweiten angesiedelt werden. Sie muss somit die Grundlagen für eine NWA liefern. Deshalb hängt die Qualität der NWA wesentlich von der *Qualität der Wirkungsanalyse* ab. Die NWA selbst kann nur die vorhandenen Informationen übersichtlicher und verständlicher darstellen, sie kann aber nicht Informationen über Wirkungszusammenhänge selber ermitteln.

Ansätze zur Verbesserung der Strassenüberprüfungen

So vielfältig wie die Kritik an der NWA ist, so vielfältig sind unterdessen auch die Vorschläge für verbesserte Methoden. Hier kann daher nur auf ausgewählte Verbesserungsvorschläge hingewiesen werden. Die dargestellten Verfahren sind nicht als sich ausschliessende Alternativen zu betrachten; vielmehr ergänzen sie sich gegenseitig und sollen gegebenenfalls miteinander kombiniert werden.

Lockerung der mathematischen Struktur der NWA

Bechmann [9] entwickelte eine verallgemeinerte Form der NWA, die von ihm als «Nutzwertanalyse zweiter Generation» bezeichnet wurde. Der Hauptunterschied zur Grundform liegt darin, dass sich die Synthese nicht nur auf die Addition von Nutzwerten stützt. Statt dessen werden die Syntheseregeln mit «und/oder»-Verknüpfungen formuliert. Für jede Nutzwertkombination innerhalb eines Teilziels muss separat begründet werden, welchen Teilnutzwert sie erzielt. In Strassenüberprüfungen könnte das etwa wie folgt ausgedrückt werden:

Regel: Ein «genügender» Nutzwert für «Landwirtschaft» und ein «sehr tiefer» Nutzwert für «Erholung» ergeben einen «ziemlich tiefen» Nutzwert für das höhere Ziel «Landschaft».

Begründung: Die betroffenen Bauern sind auf Nebeneinkünfte aus dem Tourismus angewiesen, weshalb von der Beeinträchtigung der Erholungsfunktion indirekt auch die Landwirtschaft betroffen ist.

Das Beispiel verdeutlicht, dass so sehr vielfältige Nutzenabhängigkeiten berücksichtigt werden können. Gleichzeitig werden die kontinuierlichen Punktwertskalen der NWA-Grundform durch abgestufte ersetzt. Die komplizierten Wirkungszusammenhänge im System «Strasse – Umwelt» und die Unsicherheit bei der Nutzenermittlung kommen besser zum Ausdruck. Ein Nachteil dieses Ansatzes ist, dass die Synthese für komplexere Zielsysteme rasch sehr aufwendig wird. Auch das Problem der Zielformulierung ist damit noch nicht gelöst.

Getrennte Bewertung widersprechender Interessen

In dieser Zeitschrift hat sich *D.A. Keller* [13] kritisch mit verschiedenen der gebräuchlichsten Bewertungsmethoden auseinandergesetzt. Der Beschrieb der «pluralistischen Evaluation», als Alternative zu den kritisierten Methoden, macht deutlich, dass auch im politischen Entscheidungsbereich (vgl. Bild 1) Verbesserungsansätze bestehen. Statt alle Alternativen mit je einem Gesamtnutzwert zu bewerten, werden sie aus der Sicht verschiedener Interessengruppen (Anwohner, Strassenbenützer, Bauwirtschaft etc.) separat beurteilt. Damit soll dem Entscheidungsträger die Konfliktanalyse erleichtert werden. Die Methode liefert keine Rangliste der Handlungsalternativen, aber sie kann verdeutlichen, welche politischen Interessen beim Entscheid schliesslich den Ausschlag geben.

Ersetzen der Punktwerte durch anschaulichere Messgrössen

Mit diesen Ansätzen wird versucht, Nutzenfunktionen zu vermeiden. Ähnlich dem Prinzip der relativen Gewichtung wird für jeden Zielbereich ein Indikator mit seiner Masseinheit als Bezugsgrösse festgelegt. Alle Zielerträge, die zusammengefasst werden, sind durch diese Bezugsgrösse auszudrükken.

Dieses Prinzip ist grundsätzlich nichts neues, da die Anwendung von Geld als Bezugsgrösse aus der Kosten-Nutzen-Analyse bekannt ist. Neuer dagegen ist der Bezug auf Flächen einer bestimmten Nutzung: Die Ermittlung von Funktionsraumverlusten wurde verschiedentlich in Strassenüberprüfungen angewendet, um die Auswirkungen auf die Landschaft zu bewerten. Die Methode beruht auf der Annahme, dass sich sämtliche Beschränkungen einer Landschaftsfunktion als prozentualer Anteil eines «totalen Verlustes» dieser Funktion ausdrücken lassen. Mit einem Beeinträchtigungsgrad wird angegeben, um wieviel Prozent eine bestimmte Fläche durch eine Auswirkung (z.B. Lärm) für eine bestimmte Nutzung bzw. Funktion (z.B. Erholung) entwertet wurde. Flächen, die vom Strassentrassee beansprucht werden, sind zu 100 Prozent entwertet; dies entspricht dem «totalen Verlust» des Funktionsraumes.

Beide Ansätze sind nur zur Bewertung einzelner Zielbereiche geeignet. Die *Kosten-Nutzen-Analyse* sollte sich auf Ziele beschränken, über deren Monetarisierung ein gewisser Konsens besteht. (Dies wird für Bau- und Betriebskosten, nicht aber für Reisezeitersparnisse oder Verkehrssicherheit der Fall sein.) Die Ermittlung von *Funktionsraumverlusten* beschränkt sich auf die Beurteilung räumlicher Auswirkungen. Werden wie bei der NUP Funktionsraumverluste innerhalb einer umfassenderen Nutzwertanalyse verwendet, so geht die Anschaulichkeit im Endergebnis verloren. Das Ersetzen von Punktwerten durch anschaulichere Messgrössen bringt nur dann Vorteile, wenn die einzelnen Zielbereiche getrennt behandelt werden und auf die Ermittlung eines Gesamtnutzwertes verzichtet wird.

Aussagekraft

Im Abschnitt «Zur Kritik an der Grundform der NWA» wurde darzulegen versucht, dass die Schwächen der NWA vor allem im Synthese- und Be-

wertungsteil liegen. Diese Elemente werden immer sehr stark umstritten sein und die Resultate entsprechend beeinflussen. Besondere Probleme ergeben sich vor allem aus den vielfältigen Wertbeziehungen, die durch die Synthese zu verarbeiten sind. Eine formal korrekte Auswertung (wenn sie überhaupt durchführbar wäre) erscheint für die politische Praxis ausgeschlossen, ausserdem würde das Verfahren zu kompliziert und für viele Betroffene nicht mehr nachvollziehbar. Für eine politische Diskussion wären die Resultate unbrauchbar. Ebenso wird aber mit vereinfachten Synthesen oft nicht die Nachvollziehbarkeit gefördert, sondern eher *Manipulationen verschleiert.*

Angesichts dieser Tatsache ist es angezeigt, die NWA (oder andere Bewertungsverfahren) bei Strassenüberprüfungen *nur auf einzelne Zielbereiche anzuwenden.* Das heisst, die Synthese wäre relativ früh abzubrechen, und statt einem Gesamtnutzwert würden *verschiedene Teilnutzwerte in die politische Diskussion* eingeworfen. Auf die Transformation in dimensionslose Grössen wäre nach Möglichkeit zu verzichten. Die von einem Entscheid Betroffenen interessiert nicht ein Gesamtnutzwert für verschiedene Handlungsalternativen, sondern vor allem Fragen wie:

- Mit welchen positiven oder negativen Folgen ist bei einem Strassenbau zu rechnen?
- Welche indirekten Auswirkungen wurden bei der Überprüfung überhaupt in Betracht gezogen?
- Welchen Einflüssen wird von den Politikern bei ihrer Meinungsbildung welcher Stellenwert beigemessen?

In diesem Zusammenhang wird der Bedeutung von *Zielsystemen* zuwenig Beachtung geschenkt: Das Zielsystem kann dabei sowohl einen Überblick über untersuchte Auswirkungen geben als auch die politische Auseinandersetzung in verschiedene Diskussionsthemen aufgliedern. Die NWA hat so gesehen vor allem die Funktion eines Analyseninstruments um die Ausgangspunkte eines Entscheides offenzulegen und Zielkonflikte aufzuzeigen.

Anmerkungen

[1] *Schemel, H.-J.:* «Umweltverträglichkeit von Fernstrassen» in: Landschaft und Stadt II (Heft 2), Stuttgart 1979 (S. 81–90)

[2] *Zangemeister, Ch.:* «Nutzwertanalyse in der Systemtechnik», München 1970 (S. 31 und S. 45)

[3] *Bachfischer, R.:* «Die ökologische Risikoanalyse». München 1978 (S. 37ff und S. 50)

[4] Kommission zur Überprüfung von Nationalstrassenstrecken: «Schlussbericht der Kommission...» EDMZ, Bern, Dez. 1981 (S. 66)

[5] *Jacsman, J.* und *Schilter, R. Ch.:* «Zur Bewertung der Erholungseignung der Landschaft» in DISP Nr. 42, Zürich, Juli 1976 (S. 16ff).

[6] ORL-Institut, Fachbereich Landschaft: «Methodes d'évaluation des impacts sul le paysage, application au cas de la N6» NUP-Auftrag Nr. 12, Zürich, März 1980 (rapport final, annexes S. 18) (unveröffentlicht)

[7] Institut für Regionalwissenschaften, Uni. Karlsruhe: «Kritik der Nutzwertanalyse», Diskussionspapier Nr. 11, Karlsruhe 1981

[8] *Nievergelt, B.:* «Wildforschung...» im Mitteilungsblatt der Uni. Zürich, Nr. 6, 1980

[9] *Bechmann, A.:* «Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung», Bern und Stuttgart 1978 (S. 39)

[10] *Bechmann, A.* in [9] (S. 60f)

[11] *Heidemann, C.* in [7] (S. 4ff)

[12] *Eekhoff, J.:* «Zu den Grundlagen der Entwicklungsplanung» in: Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Abhandlung Nr. 83), Hannover 1981 (S. 38–40)

[13] *Keller, D. A.:* «Zur Beurteilung von Grossprojekten der öffentlichen Hand» in: Schweizer Ingenieur und Architekt, Zürich, Heft 8, 1982

Adresse des Verfassers: *M. Gfeller,* dipl. Kulturing. ETH, ORL-Institut, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich.