



**Nachhaltigkeit und soziale Anschlussfähigkeit von Landnutzungen**

## **Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen**

D. Behrendt & H.-P. Neitzke



**ECOLOG**   
INSTITUT FÜR SOZIAL - ÖKOLOGISCHE  
FORSCHUNG UND BILDUNG gGmbH

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung**

# **Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen**

Projektbericht

**VIP – Vorpommern Initiative für Paludikultur**

**Modul 9: Nachhaltigkeit und soziale Anschlussfähigkeit von Landnutzungen**

Autoren: **Dieter Behrendt**  
**Dr. H.-Peter Neitzke**

ECOLOG-Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung

Das Projekt wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.  
FKZ: 033L030D

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

ECOLOG-Institut, Hannover

Dezember 2013

# Inhalt

	Seite	
1	Einleitung	1
2	Nachhaltiges Landmanagement und nachhaltige Landnutzung	2
2.1	Definition: Nachhaltiges Landmanagement	2
2.2	Nachhaltigkeitskonzept	2
2.3	Nachhaltiges Landmanagement als Prozess	4
2.4	Anforderungen an Indikatoren für ein nachhaltiges Landmanagement	5
3	Vorgehensweise bei der Entwicklung von Kriterien und Indikatoren für ein nachhaltiges Landmanagement	6
4	Kriterien und Indikatoren für ein nachhaltiges Landmanagement	9
4.1	Ökologische, soziale und ökonomische Entwicklungsziele zur Operationalisierung des Leitbilds 'Nachhaltige Landnutzung'	9
4.2	Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen	15
4.3	Kernindikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen	23
5	Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen	25
6	Zusammenfassung	32
	Literatur	34
	Literatur zu Indikatoren bzw. Indikatorensystemen mit zumindest teilweise Bezug zum Landmanagement	35



# 1 Einleitung

Die Umwandlung von Niedermooren in landwirtschaftlich nutzbare Flächen und die herkömmliche Bewirtschaftung, die eine starke Absenkung der Grundwasserstände erfordert, haben nicht nur zur Degradation der Böden, sondern, damit einhergehend zu verstärkten Treibhausgas-Emissionen geführt. In dem Verbundvorhaben 'VIP – Vorpommern Initiative Paludikultur' werden neue Formen der Bewirtschaftung nasser Standorte untersucht und erprobt, die nicht zu solchen negativen ökologischen Auswirkungen führen, ohne dass die landwirtschaftliche Nutzung von Niedermoorstandorten ganz aufgegeben werden müsste. Künftige nachhaltige Nutzungen dieser Standorte müssen nicht nur ökologische Vorteile haben, sie müssen auch sozialverträglich und wirtschaftlich sinnvoll sein. Im Modul 9 'Nachhaltigkeit und soziale Anschlussfähigkeit von Landnutzungen' des VIP-Vorhabens sollten Kriterien entwickelt und erprobt werden, anhand derer Nutzungen von Niedermooren unter ökologischen, sozialen und ökonomischen Gesichtspunkten bewertet werden können. Die Frage nach der Nachhaltigkeit von Landnutzungen stellt sich natürlich nicht nur für Niedermoorgebiete. Deshalb wurde die Aufgabenstellung im Modul 9 dahingehend erweitert, Kriterien und Indikatoren für die Nachhaltigkeit von Landnutzungen allgemein zu entwickeln. In diese Arbeiten sollten nicht nur die wissenschaftlichen Partner im VIP-Forschungsverbund, sondern ggf. auch ergänzende wissenschaftliche Kompetenzen und vor allem Praxispartner und gesellschaftliche Akteure einbezogen werden.

Da auch andere Forschungsverbände im Rahmen des Förderprogramms 'Nachhaltiges Landmanagement' an Nachhaltigkeitskriterien und -indikatoren arbeiteten und arbeiten, wurde vom ECOLOG-Institut eine Zusammenarbeit angeregt, um den Akteuren der Praxis nicht mehrere 'konkurrierende', sondern ein abgestimmtes Indikatorenkonzept anbieten zu können. Dieser Vorschlag wurde im Zuge der, von dem wissenschaftlichen Begleitvorhaben zum Modul B unterstützten, Diskussionen zwischen den interessierten Forschungsverbänden dahingehend verändert, dass die Verabschiedung eines Satzes von Kernindikatoren angestrebt wurde. Die inhaltliche Koordination der Arbeiten wurde vom ECOLOG-Institut übernommen, die organisatorische Koordination vom wissenschaftlichen Begleitvorhaben zum Modul B. An der Arbeitsgruppe 'Kernindikatoren' waren die folgenden Forschungsverbände und das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Karlsruhe, beteiligt.

- ElaN
- NaLaMa-nT
- Null-Emissions-Gemeinden
- RegioProjekt-Check
- RePro
- SuMaRiO

Aufgrund unterschiedlicher fachlicher Anforderungen sowie der Dynamiken und Eigeninteressen in den beteiligten Forschungsverbänden gelang es zwar letztlich nicht, eine gemeinsame Empfehlung für einen Satz von Kernindikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen zu verabschieden, aber durch die Zusammenarbeit mit den anderen Forschungsverbänden, wurde eine große Breite an wissenschaftlichen Disziplinen und Praxiskompetenzen erreicht, die in die Erarbeitung von Kriterien und Indikatoren eingebunden waren.

Im nächsten Kapitel des Berichts wird zunächst kurz auf das Nachhaltigkeitskonzept eingegangen, das der Arbeit zugrunde lag. Dann wird im Kapitel 3 die Vorgehensweise bei der Entwicklung von Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen beschrieben. Im Kapitel 4 werden die Ergebnisse vorgestellt. Im Kapitel 5 wird beispielhaft die Anwendung der Nachhaltigkeitskriterien zur Bewertung verschiedener Nutzungsoptionen für ein ausgedehntes Niedermoorgebiet gezeigt.

## **2 Nachhaltiges Landmanagement und nachhaltige Landnutzung**

### **2.1 Definition: Nachhaltiges Landmanagement**

Der Arbeit im Modul 9 lag die folgende formale Definition von 'Nachhaltigem Landmanagement' zugrunde:

'Nachhaltiges Landmanagement' steht für den Prozess der Abwägung und Entscheidung darüber, welche Funktionen Land zugewiesen werden, um eine nachhaltige Entwicklung in einem Gestaltungsraum zu fördern, sowie für die Realisierung dieser Funktionen. 'Land' steht hierbei für zueinander in Beziehung stehenden Flächen mit ihrem gesamten ökologischen, sozialen, kulturellen und technisch-wirtschaftlichem Funktionsinventar.

### **2.2 Nachhaltigkeitskonzept**

Der Übergang zu einer nachhaltigen Entwicklung, das heißt einer Entwicklung, die auf intra- und intergenerationelle Gerechtigkeit durch die gleichzeitige Optimierung ökologischer, sozialer und ökonomischer Dynamiken ausgerichtet ist, erfordert Transformationsprozesse in nahezu allen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereichen. Voraussetzung dafür ist ein für den Gestaltungsraum verbindliches Nachhaltigkeitsleitbild bzw. eine verbindliche Definition, was über die allgemeine Formulierung hinaus unter nachhaltiger Entwicklung zu verstehen ist, und es ist dazulegen, welche Vorgaben, Leitlinien und/oder Regeln daraus für die Transformationsprozesse folgen. Hier lassen sich zwei grundsätzliche Positionen unterscheiden (Baranek et al. 2005: 16):

- Es ist möglich und notwendig, die Kriterien und Ziele einer nachhaltigen Entwicklung aus übergeordneten, konsensualen Handlungsprinzipien analytisch deduktiv abzuleiten.
- Es gibt keine moralisch und fachlich legitimierte Instanz, die einheitliche gesellschaftliche Leitorientierungen vorgeben kann.

Es gibt mindestens zwei starke Begründungen für die zweite Position, aus der folgt, dass Leitbilder, Kriterien und Ziele einer nachhaltigen Entwicklung nur im Diskurs aller gesellschaftlichen Akteure zu ermitteln sind:

1. Spätestens wenn 'Nachhaltige Entwicklung' als theoretisches Konzept übersetzt wird in konkrete Entwicklungsziele und wenn Wege zu diesen Zielen festgelegt werden, erfordert dies Werturteile bzw. Abwägungen zwischen heterogenen, oft konfligierenden Ansprüchen und Interessen. Konflikte treten dabei nicht nur zwischen Zielsetzungen, Ansprüchen und Interessen auf, die verschiedenen der drei 'klassischen' Nachhaltigkeitsdimensionen zuzuordnen sind, sondern auch innerhalb der sozialen, der ökologischen und der ökonomischen Dimension.

2. Die notwendigen Transformationsprozesse hin zu einer nachhaltigen Entwicklung sind durch eine hohe sachliche und soziale Komplexität gekennzeichnet. Ihre Gestaltung erfordert umfangreiches Wissen unterschiedlicher Art (Sach-, Orientierungs- und Handlungswissen), das selten im vollen Umfang und schon gar nicht in aggregierter Form vorliegt, sondern oft Akteurswissen ist, auf das nur durch Einbindung der entsprechenden Personen und Institutionen zugegriffen werden kann. Zudem hängen die Anforderungen an Art, Umfang und Verlässlichkeit des erforderlichen Wissens von der Breite der Akteursperspektiven ab und verändern sich im Laufe der Prozesse dynamisch.

Auch wenn Transformationsprozesse hin zu einer nachhaltigen Entwicklung prinzipiell offen sind und der partizipativen Komponente eine entscheidende Bedeutung zukommt, so darf dies natürlich nicht Beliebigkeit bedeuten. Dem kann dadurch begegnet werden, dass 'Leitplanken' für die Transformationsprozesse formuliert werden:

Eine Entwicklung (hier eine Landnutzung) kann im Sinne eines integrierten Verständnisses von Nachhaltigkeit dann als 'nachhaltig' bezeichnet werden, wenn es gelingt, die beiden folgenden Prinzipien in Einklang zu bringen:

- A. Die ökologischen Funktionen des Gestaltungsraumes bzw. von Teilräumen sind zu verbessern, mindestens aber zu erhalten. Von dem Gestaltungsraum ausgehende Beeinträchtigungen der ökologischen Funktionen anderer Räume in der Gegenwart oder Zukunft sind auszuschließen oder mindestens zu minimieren.
- B. Die Qualität der Lebensbedingungen der in dem Gestaltungsraum lebenden Menschen ist zu verbessern, mindestens aber zu erhalten. Dabei geht es nicht nur um die materiellen Existenzbedingungen, sondern auch um die Möglichkeit, sein Leben den eigenen Vorstellungen entsprechend gestalten zu können (für eine Liste der Fähigkeiten und Bedingungen, die Lebensqualität ausmachen, s. z. B. Nussbaum 2003, Kleinhüchelkotten 2005). Von dem Gestaltungsraum ausgehende Beeinträchtigungen der Qualität der Lebensbedingungen nachfolgender Generationen und der Menschen in anderen Räumen sind auszuschließen oder mindestens zu minimieren.

Die Erhaltung bzw. die Verbesserung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit, die dritte, ökonomische, Säule im sogenannten Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit, wird hier aus der Forderung nach sozialer Nachhaltigkeit abgeleitet. Um die materiellen Lebensbedingungen zu erhalten oder sogar zu verbessern, ist es erforderlich, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit in dem Gestaltungsraum zu erhalten bzw. zu erhöhen. Das heißt, die Wirtschaft hat, wie es auch die Enquete-Kommission 'Schutz des Menschen und der Umwelt' formulierte, der Erreichung gesellschaftlicher Ziele zu "dienen" (Deutscher Bundestag 1998: 22). Die wirtschaftliche Entwicklung in dem Gestaltungsraum darf nicht zu Lasten der wirtschaftlichen Entwicklung in anderen, insbesondere nicht in wirtschaftlich benachteiligten, Räumen gehen und nicht gegen das Prinzip A verstoßen.

Auch Kultur wird hier nicht als 'eigenständige' Dimension von Nachhaltigkeit betrachtet, wie gelegentlich vorgeschlagen (s. z. B. Stoltenberg 2010). Aus Prinzip B lässt sich ableiten, dass eine nachhaltige Entwicklung dazu beitragen sollte, die kulturelle Vielfalt und das kulturelle Erbe der Menschheit zu erhalten.

Aus Prinzip A folgt, dass die natürlichen Lebensgrundlagen nur in dem Maße beansprucht, das heißt genutzt oder belastet, werden dürfen, wie diese in der Lage sind, sich zu regene-

rieren. 'Natürliche Lebensgrundlagen' steht hier nicht nur für die natürlich vorkommenden stofflichen und energetischen Ressourcen, sondern für alle Ökosystemfunktionen und -leistungen sowie den immateriellen Wert von Natur und Landschaft. Konzepte schwacher Nachhaltigkeit, bei denen die Substituierbarkeit der verschiedenen Kapitalformen (Naturkapital, humanes und soziales Kapital, Sachkapital) vorausgesetzt und lediglich die Aufrechterhaltung des Gesamtkapitals, ungeachtet seiner Zusammensetzung aus den verschiedenen Kapitalformen, verlangt wird, sind mit den Prinzipien A und B nicht verträglich. Im Hinblick auf Prinzip B wäre zu ergänzen, dass Staat und Gesellschaft so organisiert sein müssen, dass die grundlegenden Menschenrechte gewährleistet sind und es Mechanismen sozialer Interaktion gibt, die es erlauben, auf unterschiedlichen Interessen von Individuen oder Gruppen beruhende Konflikte auf demokratischem und friedlichem Wege zu lösen. Die Transformationsprozesse hin zu einer nachhaltigen Entwicklung müssen so organisiert werden, dass es allen (potentiell) Betroffenen möglich ist, ihre Sichtweisen und Interessen einzubringen, und dass diese unabhängig von den jeweiligen Machtverhältnissen berücksichtigt werden.

Im Kern geht es bei Transformationsprozessen hin zu einer nachhaltigen Entwicklung (und beim nachhaltigen Landmanagement) um die Abwägung und Entscheidung entweder zwischen verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten oder zwischen konkreten menschlichen Nutzungsansprüchen und den Erfordernissen einer langfristigen Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen oder sogar zwischen verschiedenen ökologischen Schutzzielen. Kaum Widerspruch ist beim ersten Teil der Aussage zu erwarten, dass nämlich vor einer Entscheidung zwischen konkurrierenden Nutzungsoptionen deren ökologische, soziale und ökonomische Folgen abzuwägen sind. Dagegen, dass auch die Erhaltung des Naturkapitals zum Gegenstand von Abwägungsprozessen und damit zur Sache von Verhandlungen erklärt wird, könnte eingewandt werden, dass "ökologische Nachhaltigkeit ... biophysikalisch unabdingbar" ist (Goodman & Daly 2004) bzw. dass das im Widerspruch zu der Forderung steht, "das Naturkapital in unterschiedlichen Beständen und auf unterschiedlichen Skalen über die Zeit hinweg konstant zu halten" (Ott & Döring 2004: 162). In der Tat ist die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen unabdingbar, aber ein Primat ökologischer Belange bei allen Landnutzungsentscheidungen ist daraus nicht ableitbar, denn es gibt auch grundlegende menschliche Bedürfnisse sowie soziale und kulturelle Werte, die 'mit gleichem Recht' für 'unabdingbar' erklärt werden können.

### **2.3 Nachhaltiges Landmanagement als Prozess**

Ein nachhaltiges Landmanagement ist Grundlage und Teil von Transformationsprozessen hin zu einer nachhaltigen Entwicklung, die sich direkt oder indirekt auf die Nutzung von Flächen auswirken, z. B. in den Bereichen Siedlungsentwicklung, Land- und Forstwirtschaft, Energieversorgung und Verkehr. Der partizipativen Komponente kommt auch beim Landmanagement eine entscheidende Bedeutung zu. Daraus und aus der Vorgabe, einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung zu leisten, ergeben sich unter anderem die folgenden Anforderungen an Landmanagementprozesse:

- Es muss sichergestellt werden, dass bei der Abwägung von Landnutzung(en) alle ökologischen und sozialen, sowie die aus letzteren folgenden ökonomischen und kulturellen, Aspekte berücksichtigt werden.
- Es muss für alle von Entscheidungen über Landnutzungen potenziell Betroffenen möglich sein, ihre Sichtweisen und Interessen in den Abwägungsprozess einzubringen.



- Der Abwägungsprozess muss sich auf fundiertes Wissen zu den ökologischen, sozialen und ökonomischen Wirkungen der abzuwägenden Landnutzung(en) stützen. Wissenslücken müssen identifiziert und nach Möglichkeit geschlossen werden. Das verfügbare Wissen ist so aufzubereiten, dass es von allen am Abwägungsprozess Beteiligten verstanden und genutzt werden kann. Unsicherheiten müssen benannt werden.
- Der Abwägungsprozess muss für alle an ihm Beteiligten und alle von seinem Ergebnis potenziell Betroffenen nachvollziehbar sein.
- Es sind Kriterien (Nachhaltigkeitsindikatoren) zu entwickeln und anzuwenden, anhand derer a) die handelnden Akteure, Interessenvertreter und potentiell Betroffenen einschätzen können, welche ökologischen, sozialen und ökonomischen Folgen geplante Landnutzungen haben (können), und b) überprüft werden kann, ob sich realisierte Landnutzungen tatsächlich so auswirken, wie erwartet.

## 2.4 Anforderungen an Indikatoren für ein nachhaltiges Landmanagement

An ein System von Indikatoren für ein nachhaltiges Landmanagement sind die folgenden Anforderungen zu stellen (Behrendt & Neitzke 2002):

- **Leitbildbezug und Vollständigkeit:** Der Indikatorensatz sollte alle potentiellen Wirkungen von Landnutzungen bzw. alle aus dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung abgeleiteten konkreten Entwicklungsziele abbilden (ökologische, sozio-kulturelle und ökonomische Dimension).
- **Transparenz:** Das theoretische Konzept und die methodische Vorgehensweise bei der Auswahl der Indikatoren (beteiligte Akteure, Organisation des Prozesses) sollten nachvollziehbar sein.
- **Zuverlässigkeit:** Die zur Anwendung der Indikatoren notwendigen Daten sollten dauerhaft verfügbar und belastbar sein.
- **Entscheidungsbezug:** Die Indikatoren sollten sich auf Handlungsbereiche beziehen, die auf der jeweiligen Handlungsebene direkt beeinflusst werden können, und für die auf dieser Ebene Agierenden (Politik, Verwaltung, Unternehmen, Verbände, ...) handhabbar sein.
- **Kommunizierbarkeit:** Die Indikatoren sollten für eine breite Öffentlichkeit verständlich und geeignet sein, Zielsetzungen im Sinne einer nachhaltigen Nutzung von Land zu vermitteln.

Das Indikatorensystem für ein nachhaltiges Landmanagement sollte zudem, so weit wie möglich, kompatibel sein mit Indikatorensystemen, die bereits angewandt werden, z. B. im Rahmen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, der Nationalen Biodiversitätsstrategie, von Stadtentwicklungs- oder lokalen Agenda-Prozessen (s. z. B. Behrendt & Neitzke 2003, Neitzke et al. 2004, Behrendt et al. 2009, 2010 a, b, BMU 2010, Statistisches Bundesamt 2012). Schließlich sollte das Indikatorensystem zwei auf den ersten Blick widersprüchliche Anforderungen erfüllen:

- a) Das Indikatorensystem sollte überall einsetzbar sein und nicht nur eine vergleichende Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener Nutzungsoptionen für eine Fläche, sondern auch der von Landnutzungen in verschiedenen Regionen ermöglichen.
- b) Es sollte aber möglich sein, die spezifischen Bedingungen und Anforderungen in der jeweiligen Untersuchungsregion zu berücksichtigen.

### **3 Vorgehensweise bei der Entwicklung von Kriterien und Indikatoren für ein nachhaltiges Landmanagement**

Als Grundlage für ein kooperatives Verfahren zur Entwicklung von Kriterien und Indikatoren für ein nachhaltiges Landmanagement wurden eine Definition von 'Nachhaltigem Landmanagement' und ein Nachhaltigkeitskonzept vorgeschlagen (s.o.) und innerhalb des VIP-Projektverbundes diskutiert.

Die Nachhaltigkeitsindikatoren sollten sowohl ökologische und soziale bzw. sozio-kulturelle als auch ökonomische Entwicklungen abbilden. Um die fachliche Abdeckung aller Bereiche sicherzustellen, wurde ein Fach-Panel 'Nachhaltige Landnutzung' eingerichtet, dem Vertreterinnen und Vertreter der am VIP-Projekt beteiligten wissenschaftlichen Institute sowie weitere Expertinnen und Experten mit Qualifikationen, die im VIP-Projekt nicht vertreten waren, angehörten.

Im ersten Arbeitsschritt wurde vom ECOLOG-Institut ein Katalog von Vorschlägen für ökologische, soziale und ökonomische und soziale Entwicklungsziele zur Operationalisierung des Leitbilds 'Nachhaltige Landnutzung' erarbeitet. Dieser wurde dem Fach-Panel 'Nachhaltige Landnutzung' zur Kommentierung und Ergänzung vorgelegt. Es folgten eine Überarbeitung des Katalogs durch das ECOLOG-Institut und eine abermalige Kommentierung durch das Fach-Panel 'Nachhaltige Landnutzung' sowie die Mitglieder der Arbeitsgruppe 'Kernindikatoren'. An diesen Arbeitsschritten waren Vertreterinnen und Vertreter der folgenden Fachdisziplinen beteiligt: Agrarwirtschaft, Bodenkunde, Forstwirtschaft, Geographie, Landschaftsnutzung und Naturschutz, Landschaftsökologie, Landwirtschaftsökonomie, Management ländlicher Räume, Raumplanung, Ressourcenmanagement, Sozialwissenschaften, Systemanalyse und Wirtschaftsgeographie.

Das Ergebnis dieses iterativen, interdisziplinären Bearbeitungsprozesses ist ein Katalog von 68 ökologischen, sozialen und ökonomischen Zielen, zu deren Erreichung Landnutzungen in möglichst großem Umfang beitragen müssen, um nachhaltig zu sein (s. Kap. 4.1). Diese 68 Einzelziele sind 17 Oberzielen zugeordnet. Der Zielkatalog deckt alle ökologischen, sozialen und ökonomischen Bereiche ab, die aus fachlicher Sicht von Landnutzungen berührt sein können. Die Ziele stehen zunächst einmal gleichberechtigt nebeneinander. Aus fachlicher Sicht und insbesondere aus der Perspektive verschiedener gesellschaftlicher Akteure oder vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Gegebenheiten und gesellschaftlichen Zielsetzungen in verschiedenen Regionen kann es aber sinnvoll und notwendig sein, eine relative Gewichtung der Ziele vorzunehmen. Im nächsten Arbeitsschritt wurde der Zielkatalog deshalb Fachleuten aus dem VIP-Forschungsverbund und der Arbeitsgruppe 'Kernindikatoren' vorgelegt, mit der Bitte, die Ziele aus ihrer fachlichen Sicht ohne konkreten Regionalbezug zu gewichten. Parallel dazu wurde ein Gewichtungsverfahren durchgeführt, an dem gesellschaftliche Akteure mit einschlägigen Fachkenntnissen bzw. Aufgaben- oder Zuständigkeitsbereichen aus der ländlich strukturierten Region Vorpommern beteiligt wurden. Einige Monate später fand ein gleiches Verfahren mit Akteuren aus der großstädtisch geprägten Region Hannover statt. Die Praxisakteure kamen aus den folgenden Handlungsbereichen bzw. Institutionen: Erwachsenenbildung, Gesundheit, Klimaschutz, Landschaftsplanung, Landwirtschaft, Natur- und Umweltschutz, Regionalplanung, Soziales, Wassermanagement, Wirtschaftsförderung. Vertreten waren: Landesbehörden, kommunale Körperschaften, Schutzgebietsverwaltungen, Wirtschaftsfördergesellschaften, Bildungseinrichtungen, Vereine und

Verbände. Die Gewichtungprozesse wurden als zweistufiges Delphi-Verfahren durchgeführt. Im ersten Durchgang hatten die Beteiligten, getrennt für die drei Gewichtungprozesse in Vorpommern, in der Region Hannover sowie im VIP-Forschungsverbund und der Arbeitsgruppe 'Kernindikatoren', die Aufgabe, zunächst den Oberzielen und dann den Unterzielen eine Priorität anhand der folgenden vierstufigen Skala zuzuweisen:

<u>Gewicht</u>	<u>Bedeutung</u>
3	hohe Bedeutung/Wichtigkeit/Priorität
2	mittlere Bedeutung/Wichtigkeit/Priorität
1	niedrige Bedeutung/Wichtigkeit/Priorität
0	keine Bedeutung/Wichtigkeit/Priorität

Dann wurden aus den eingegangenen Bewertungen die Mittelwerte der Bewertungen pro Ziel gebildet. Diese Mittelwerte und die jeweilige Abweichung ihrer Bewertung vom Mittelwert wurde den Beteiligten mitgeteilt, um ihnen die Möglichkeit zu geben, ihr Votum noch einmal zu überprüfen. Das Ziel war ein möglichst weitgehender Konsens. Die Ergebnisse der Gewichtungsverfahren in Form von Gewichtungsfaktoren für die 17 Oberziele und die 68 Einzelziele sind in Tabelle 4.1 im Abschnitt 4.1 aufgelistet.

Parallel zu den Arbeiten zur Gewichtung der Entwicklungsziele wurde vom ECOLOG-Institut eine Gesamtübersicht über Indikatorensysteme mit Landnutzungsbezug und Einsatzbereiche auf lokaler, regionaler, nationaler oder europäischer Ebene erstellt. Soweit sich Indikatoren finden ließen, die den Entwicklungszielen zugeordnet werden konnten, wurden diese als Vorschläge übernommen. Für Ziele, für die keine erprobten Indikatoren oder sinnvolle Vorschläge vorlagen, wurden eigene Vorschläge erarbeitet. Für etliche Ziele gab es mehrere Indikatorenvorschläge. Zu jedem Indikator wurden die folgenden ergänzenden Informationen gegeben:

- ggf. Literaturquellen
- Hinweise zu den Messgrößen und/oder zur Vorgehensweise bei der Erhebung der Daten für den jeweiligen Indikator
- Verfügbarkeit der für eine quantitative Bewertung erforderlichen Daten bzw. des Aufwands zu ihrer Erhebung:
  - 1 i. A. in der öffentlichen Statistik verfügbar bzw. leicht zu erheben
  - 2 geringer Aufwand
  - 3 mittlerer Aufwand
  - 4 großer Aufwand
- Verfügbarkeit der für eine qualitative Einschätzung erforderlichen Informationen bzw. des Aufwands zu ihrer Beschaffung (Einschätzbarkeit durch Personen ohne tiefe Fachkenntnisse):
  - 1 gut
  - 2 mittel
  - 3 schlecht
  - 4 sehr schlecht
- Ersteinschätzung der Eignung der Indikatoren durch das ECOLOG-Institut bzw. Erläuterungen, wenn durch die Indikatoren entweder Spezialfragen abgebildet werden oder wenn eine Übertragung von übergeordneten räumlichen Ebenen (EU, Bund) auf Flächen/Grundstücke oder administrative Gebiete der unteren Ebene schwierig ist.

Die Gesamtliste aller Ziele mit den jeweiligen Indikatorenvorschlägen und den ergänzenden Informationen wurde den Mitgliedern der Arbeitsgruppe 'Kernindikatoren' zur kritischen

Durchsicht und ggf. Korrektur und/oder Ergänzung zugeleitet. Die Korrektur- und Ergänzungsvorschläge wurden eingearbeitet. Die überarbeiteten Indikatorenvorschläge wurden den Mitgliedern der Arbeitsgruppe 'Kernindikatoren' im nächsten Schritt vorgelegt mit der Bitte, für jeden Indikator anhand einer dreistufigen Skala ihre jeweilige Präferenz anzugeben:

- 1 hohe Präferenz
- 2 mittlere Präferenz
- 3 niedrige Präferenz

Die Ergebnisse des Auswahlverfahrens für die Indikatoren können Tabelle 4.2 im Abschnitt 4.2 entnommen werden. Dort ist auch angegeben, welcher Indikator bzw. welche Indikatoren empfohlen werden, um die Erreichung der einzelnen Ziele zu messen.

Um den Aufwand bei der Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen zu reduzieren, können statt aller Indikatoren zu den 68 ökologischen, sozialen und ökonomischen Zielen nur die zu den Zielen mit hohem Gewicht (s.o.) verwendet werden.

Es wurde auch noch ein anderes Verfahren ausprobiert, um die zentralen Entwicklungsziele und damit auch die Indikatoren zu identifizieren, die die höchste Bedeutung für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen haben. Dazu wurde untersucht, ob und ggf. wie sich jedes Entwicklungsziel auf die anderen Ziele auswirkt. Die Ziele, die den stärksten (positiven oder negativen) Einfluss auf andere Ziele haben oder die von vielen anderen Zielen beeinflusst werden, sind 'Kandidaten' für die Aufnahme in den Kernindikatorsetz. Indikatoren, mit denen die Erreichung dieser Ziele gemessen wird, würden (indirekt) auch die Erreichung vieler anderer Ziele abbilden. Diese Analyse wurde anhand einer Wechselwirkungstabelle durchgeführt, in der sowohl in den Spalten- als auch in den Zeilenköpfen die 68 Ziele aufgelistet waren. Für jede Kreuzung einer Spalte mit einer Zeile (natürlich mit Ausnahme der Diagonalen) war die Frage zu beantworten:

- Wie beeinflusst die Erreichung von Ziel A (Spalte) die Machbarkeit der Erreichung von Ziel B (Zeile)?

oder:

- Wenn A das primäre Ziel ist, was folgt daraus für B?

Zur Bewertung der Wirkung des Ziels in der Spalte auf das Ziel in der Zeile standen die folgenden Möglichkeiten und Symbole zur Verfügung:

<b>Symbol</b>	<b>Wirkung von Ziel A auf Ziel B</b>	<b>Erläuterung</b>
++	sehr positiv	Die Erreichung von Ziel A ... ... trägt stark dazu bei, auch Ziel B zu erreichen
+	positiv	... trägt dazu bei, auch Ziel B zu erreichen
o	keine	... wirkt sich nicht auf Ziel B aus
-	negativ	... behindert die Erreichung von Ziel B
--	sehr negativ	... behindert stark die Erreichung von Ziel B
x	schwach (+, - oder beides möglich)	... kann sich auf die Erreichung von Ziel B auswirken, ...
xx	stark (++, -- oder beides möglich)	... kann sich stark auf die Erreichung von Ziel B auswirken, ... ... die Richtung der Wirkung ist jedoch nicht eindeutig, weil sie von anderen Faktoren abhängt (z. B. von der Art der Maßnahmen, die zur Erreichung von Ziel A durchgeführt werden)
?	unbekannt / nicht bewertbar	

Für dieses sehr aufwendige Bewertungsverfahren konnten über die Arbeitsgruppe im ECOLOG-Institut hinaus zunächst vier weitere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gewonnen werden. Von diesen hat aber nur eine Person eine vollständige Bewertungsmatrix vorgelegt. Diese Bewertung wurde mit zwei weiteren aus der Arbeitsgruppe im ECOLOG-Institut zusammengeführt. Auch wenn die angestrebte fachliche Breite der Bewertenden nicht erreicht wurde, geben die Ergebnisse in Tabelle 4.1 im Abschnitt 4.1 doch interessante Hinweise, welche ökologischen, sozialen und ökonomischen Entwicklungsziele aufgrund ihrer Verflechtung mit vielen anderen Zielen von zentraler Bedeutung für die Umsetzung des Leitbilds einer nachhaltigen Landnutzung sind.

## **4 Kriterien und Indikatoren für ein nachhaltiges Landmanagement**

### **4.1 Ökologische, soziale und ökonomische Entwicklungsziele zur Operationalisierung des Leitbilds 'Nachhaltige Landnutzung'**

In Tabelle 4.1 sind die Ergebnisse des interdisziplinären Arbeitsprozesses zur Operationalisierung des Leitbilds 'Nachhaltige Landnutzung' anhand ökologischer, sozialer und ökonomischer Entwicklungsziele dargestellt. In dieser Tabelle sind auch die Mittelwerte der Gewichtungsfaktoren aufgeführt, die in drei parallelen Delphi-Prozessen festgelegt wurden:

- Spalte NLM: Mitglieder der Arbeitsgruppe 'Kernindikatoren' aus mehreren Forschungsverbänden im Rahmen des Förderprogramms 'Nachhaltiges Landmanagement'
- Spalte VP: Akteure aus dem Landkreis Vorpommern-Greifswald
- Spalte H: Akteure aus der Region Hannover
- Spalte MW: Mittelwerte der Ergebnisse der drei Einzelbewertungen

Bei den Oberzielen fällt auf, dass die Bewertung durch die Akteure aus der Region Vorpommern in einigen Fällen deutlich höher ausfällt als die der anderen Akteure. Das gilt insbesondere für die ökologischen Oberziele 'Erhaltung bzw. Wiederherstellung der ökologischen Funktionen von Küstengewässern' und 'Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Vielfalt und Eigenart von Landschaften' sowie für fast alle sozialen Ziele. Auch bei den ökonomischen Zielen, die sich auf die wirtschaftliche Lage und die Handlungsfähigkeit der öffentlichen Haushalte beziehen, liegen die von Akteuren in Vorpommern vorgenommenen Gewichtungen über denen der anderen. Nur dem dritten ökonomischen Oberziel, der Sicherstellung der Verfügbarkeit von Ressourcen, wurde in Vorpommern ein geringeres Gewicht zugemessen. Die vergleichsweise hohen Bewertungen für die beiden ökologischen Oberziele lassen sich im ersten Fall durch die Tatsache erklären, dass die Bedeutung intakter Küstengewässer den Akteuren aus einer Region an der Küste bewusster ist, als denen aus dem Binnenland. Im zweiten Fall ist die Bewertung wohl als Reaktion auf die Umgestaltung der Landschaft durch landwirtschaftliche Aktivitäten zu sehen. Vor allem der Verlust an Grünland durch Umwandlung in Ackerland und der vermehrte Anbau von Mais werden in der Region von vielen Akteuren kritisch gesehen. Im sozialen und ökonomischen Bereich spiegeln die hohen Gewichte die Probleme einer Region wider, die mit starken demographischen Verschiebungen und wirtschaftlichen Problemen zu kämpfen hat.

Tabelle 4.1

Ziele für eine nachhaltige Landnutzung mit den Ergebnissen der Gewichtungsverfahren und der Korrelationsanalyse

NLM	Mittelwerte der Gewichtungen in der AG Kernindikatoren
LK VG	Mittelwerte der Gewichtungen im Landkreis Vorpommern-Greifswald
Reg H	Mittelwerte der Gewichtungen in der Region Hannover
MW	Mittelwerte der Ergebnisse der drei Gewichtungsverfahren
a+:	Zahl der Ziele, auf die sich die Erreichung des jeweiligen Ziels positiv auswirken würde (Mittelwerte der drei Einschätzungen im Rahmen der Korrelationsanalyse)
a+/-:	Zahl der Ziele, auf die sich die Erreichung des jeweiligen Ziels in irgendeiner Weise auswirken würde (Mittelwerte der drei Einschätzungen im Rahmen der Korrelationsanalyse)

Entwicklungsziele	Gewichtung				Korrelation	
	NLM	VP	H	MW	a +	a +/-
<b>Oberziele (Anzahl: 17)</b>						
N1 Fläche: Erhaltung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionen von Flächen	2,6	2,9	2,5	2,7		
N2 Boden: Erhaltung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionen von Böden	2,7	2,8	2,4	2,6		
N3 Grundwasser: Erhaltung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionen des Grundwassers	2,8	2,7	2,4	2,6		
N4 Binnengewässer: Erhaltung bzw. Wiederherstellung der ökologischen Funktionen von Binnengewässern	2,1	2,7	2,5	2,4		
N5 Küstengewässer: Erhaltung bzw. Wiederherstellung der ökologischen Funktionen von Küstengewässern	1,4	2,8	1,4	1,9		
N6 Globales Klima: Begrenzung des anthropogenen globalen Klimawandels	2,4	2,0	2,5	2,3		
N7 Lokales Klima: Erhaltung bzw. Verbesserung der lokalen klimatischen Verhältnisse	1,9	2,2	1,8	2,0		
N8 Luft: Erhaltung bzw. Verbesserung der Luftqualität	2,2	2,0	1,9	2,0		
N9 Lebensräume/Arten/genetische Ressourcen: Erhaltung bzw. Erhöhung der biologischen Vielfalt	2,6	2,8	2,7	2,7		
N10 Landschaft: Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Vielfalt und Eigenart von Landschaften	1,9	2,9	2,2	2,3		
S1 Bevölkerung: Förderung einer optimalen Bevölkerungsentwicklung	1,4	2,1	1,3	1,6		
S2 Lebensbedingungen: Erhaltung bzw. Verbesserung der materiellen Lebensbedingungen	2,1	2,4	1,7	2,1		
S3 Gesundheit: Sicherung bzw. Verbesserung der Gesundheit der Bevölkerung	2,2	2,4	2,5	2,4		
S4 Kultur: Stärkung von Kultur, Bildung und regionaler Identität	2,1	2,4	1,8	2,1		
W1 Regionale Wirtschaft / Unternehmen: Verbesserung bzw. Stabilisierung der wirtschaftlichen Lage	2,2	2,5	2,1	2,3		
W2 Öffentliche Haushalte: Verbesserung bzw. Stabilisierung der finanziellen Handlungsfähigkeit der öffentlichen Haushalte	1,9	2,3	1,8	2,0		
W3 Ressourcen: Sicherstellung der Verfügbarkeit von Ressourcen	2,7	1,9	2,5	2,3		
Mittelwerte	2,2	2,4	2,1	2,2		
<b>Ökologische Entwicklungsziele (Anzahl: 35)</b>						
N1.1 Vermeidung bzw. Verringerung des Verbrauchs natürlicher oder naturnaher Flächen für Zwecke, die zu einer Minderung ihres ökologischen Werts führen	2,8	2,6	2,9	2,7	30	42
N1.2 Ökologische Revitalisierung degradierter Flächen	2,0	2,6	2,3	2,3	32	45
N2.1 Erhaltung der Bodensubstanz	2,4	2,1	2,4	2,3	34	40

Entwicklungsziele	Gewichtung				Korrelation	
	NLM	VP	H	MW	a +	a +/-
N2.2 Erhaltung bzw. Verbesserung der Speicherfähigkeit von Böden	2,3	2,3	1,6	2,1	25	31
N2.3 Erhaltung bzw. Verbesserung der Filterfunktionen von Böden	2,4	2,2	1,7	2,1	19	22
N2.4 Erhaltung bzw. Verbesserung der Wasserdurchlässigkeit von Böden	2,5	2,2	1,6	2,1	11	27
N2.5 Erhaltung bzw. Wiederherstellung des Biotopotenzialspitzials von Böden	1,6	2,1	2,0	1,9	23	35
N2.6 Erhaltung bzw. Wiederherstellung eines standortgerechten Anteils organischer Substanz im Oberboden	2,3	2,4	1,7	2,1	19	34
N2.7 Vermeidung bzw. Verminderung der Belastung von Böden mit Schadstoffen einschl. anthropogenen Nährstoffen	3,0	2,7	2,7	2,8	24	24
N2.8 Erhaltung seltener Böden bzw. von Böden mit Funktion als Archiv der Naturgeschichte	0,9	1,2	2,1	1,4	12	14
N3.1 Sicherung bzw. Wiederherstellung eines standortgerechten Grundwasserstandes	2,2	2,4	2,4	2,4	16	37
N3.2 Vermeidung bzw. Verminderung der Belastung des Grundwassers mit Schadstoffen einschl. anthropogener Nährstoffe	3,0	2,4	2,7	2,7	16	16
N4.1 Erhaltung bzw. Herstellung des natürlichen Wasserstandes von Binnengewässern	1,4	2,4	2,0	1,9	11	33
N4.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung natürlicher / naturnaher Gewässerstrukturen	2,1	2,7	2,1	2,3	12	22
N4.3 Vermeidung bzw. Verringerung der Belastung von Binnengewässern mit Schadstoffen einschl. anthropogener Nährstoffe	2,9	2,7	2,6	2,7	16	17
N5.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturnaher Küstenstrukturen	1,6	2,0	0,7	1,4	11	16
N5.2 Vermeidung bzw. Verringerung der Belastung von Küstengewässern mit Schadstoffen einschl. anthropogener Nährstoffe	2,3	2,7	1,0	2,0	11	12
N6.1 Verhinderung bzw. Verringerung der Freisetzung von Treibhausgasen (THG)	2,6	2,2	2,7	2,5	18	23
N6.2 Verringerung der THG-Konzentrationen in der Atmosphäre	2,5	2,0	2,4	2,3	15	20
N7.1 Vermeidung bzw. Verminderung der Aufheizung von Flächen oder Baukörpern	1,6	1,2	2,3	1,7	11	12
N7.2 Erhaltung bzw. Verbesserung der Kaltluftzufuhr	1,9	1,2	1,9	1,7	11	15
N7.3 Erhaltung bzw. Schaffung von Mikroklimaräumen in der Landschaft, die eine temperatur- und feuchtigkeitsregulierende Funktion haben	1,8	2,0	2,4	2,1	16	19
N7.4 Verhinderung bzw. Verringerung negativer Folgen von Starkwindereignissen	2,0	1,2	1,7	1,6	13	14
N8.1 Vermeidung bzw. Verminderung ökotoxischer Immissionen einschließlich anthropogener Nährstoffe	2,5	2,1	2,1	2,3	17	17
N8.2 Erhaltung bzw. Schaffung von Frischluftentstehungsgebieten	2,0	1,9	1,9	1,9	22	27
N8.3 Erhaltung bzw. Verbesserung der Frischluftzufuhr	1,9	1,1	1,9	1,6	18	23
N9.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume, Ökosysteme und Biotope einschl. Sicherung und Förderung der Austauschbeziehungen zwischen Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen	2,9	2,8	2,4	2,7	29	44
N9.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Habitatvielfalt in der Landschaft	2,4	2,3	2,3	2,3	29	44

Entwicklungsziele	Gewichtung				Korrelation	
	NLM	VP	H	MW	a +	a +/-
N9.3 Sicherung bzw. Verbesserung des Erhaltungszustandes lokaler oder biogeographischer Populationen typischer und gefährdeter Arten einschließlich ihrer Lebensstätten	2,8	2,4	1,9	2,4	21	33
N9.4 Minimierung anthropogener Immissionen in ökologisch sensiblen Bereichen	1,9	2,2	2,6	2,2	16	20
N9.5 Erhaltung bzw. Erhöhung der Agrobiodiversität	2,3	2,7	2,1	2,4	11	11
N9.6 Begrenzung der Verbreitung invasiver Tier- und Pflanzenarten	1,4	1,6	2,0	1,6	5	5
N9.7 Vermeidung bzw. Verminderung ökologischer Risiken durch die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen	2,1	2,4	2,3	2,3	4	8
N10.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung natürlicher oder naturnaher Landschaftselemente	2,3	2,7	2,4	2,4	29	39
N10.2 Erhaltung bewirtschaftungsabhängiger Kulturlandschaftselemente	1,3	2,6	2,1	2,0	17	32
Mittelwerte	2,2	2,2	2,1	2,2		
<b>Soziale Entwicklungsziele (Anzahl: 15)</b>						
S1.1 Erhaltung bzw. Schaffung der angestrebten Bevölkerungszahl	1,3	1,6	1,5	1,5	6	22
S1.2 Erhaltung bzw. Schaffung der angestrebten Bevölkerungsstruktur	1,5	2,0	1,9	1,8	6	10
S2.1 Sicherung bzw. Verbesserung der finanziellen Lage privater Haushalte	1,9	2,1	1,8	1,9	11	20
S2.2 Erhaltung bzw. Schaffung bedarfsgerechter Infrastrukturen	2,3	2,5	2,3	2,4	11	46
S2.3 Erhaltung bzw. Schaffung eines bedarfsgerechten Wohnraumangebots	2,2	1,9	2,3	2,1	7	42
S2.4 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes von privatem Eigentum	1,4	1,6	1,6	1,6	7	11
S3.1 Vermeidung bzw. Verminderung gesundheitsgefährdender oder belästigender Expositionen	2,4	2,0	1,9	2,1	14	18
S3.2 Verhinderung bzw. Verringerung von Gesundheitsrisiken durch Extremwetterereignisse	2,1	1,8	1,9	1,9	8	8
S3.3 Verhinderung bzw. Begrenzung der Ausbreitung von Krankheitserregern bzw. -überträgern	1,7	2,0	1,5	1,7	6	9
S3.4 Verbesserung des Angebots an gesunden Lebensmitteln	1,7	2,6	2,0	2,1	10	14
S3.5 Erhaltung bzw. Verbesserung von Erholungsmöglichkeiten	2,2	2,5	2,1	2,3	16	33
S4.1 Erhaltung bzw. Verbesserung des Angebots an Kultur- und Bildungseinrichtungen	1,7	2,5	1,8	2,0	9	23
S4.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Kulturlandschaft	1,7	2,0	1,5	1,7	15	44
S4.3 Erhaltung von Kulturdenkmälern	1,4	2,0	1,8	1,7	5	14
S4.4 Erhaltung bzw. Schaffung von Identifikationsmöglichkeiten mit der Region	2,0	2,6	1,8	2,1	9	25
Mittelwerte	1,8	2,1	1,8	2,0		
<b>Ökonomische Entwicklungsziele (Anzahl: 18)</b>						
W1.1 Erhaltung bzw. Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur und Wertschöpfung	2,4	2,8	2,2	2,5	12	22
W1.2 Stabilisierung bzw. Verbesserung der Ertragslage regionaler Unternehmen	1,7	2,5	1,9	2,0	11	24
W1.3 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes betrieblichen Anlagevermögens	1,2	2,0	1,0	1,4	6	16



Entwicklungsziele	Gewichtung				Korrelation	
	NLM	VP	H	MW	a +	a +/-
W1.4 Sicherung bzw. Schaffung von Arbeitsplätzen	2,7	2,8	1,9	2,4	8	27
W1.5 Optimierung des Wirtschaftsverkehrs	2,0	2,3	2,2	2,2	9	17
W2.1 Stabilisierung bzw. Verbesserung der Kommunal- finanzen	2,4	2,5	2,2	2,4	19	23
W2.2 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes öffentli- chen Vermögens	1,3	1,9	1,3	1,5	6	9
W3.1 Erhaltung bzw. Ausdehnung land- und/oder forstwirtschaftlich nutzbarer Flächen	2,3	1,4	1,1	1,6	7	41
W3.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der (natürli- chen) Bodenfruchtbarkeit (Landwirtschaft)	2,8	2,4	1,7	2,3	17	32
W3.3 Sicherung bzw. Bereitstellung attraktiver Standor- te für Gewerbe und Industrie	1,7	1,4	1,8	1,6	9	33
W3.4 Sicherung bzw. Schaffung eines nachhaltig nut- zungsfähigen Grundwasserdargebots	2,4	2,4	2,0	2,3	16	20
W3.5 Verbesserung der Ressourceneffizienz	2,5	1,6	1,9	2,0	24	26
W3.6 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe	2,6	1,1	2,0	1,9	9	42
W3.7 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes er- neuerbarer Energien	2,9	1,3	2,3	2,2	8	41
W3.8 Erhöhung der Gewinnung und des Einsatzes von Sekundärrohstoffen	2,5	1,6	2,1	2,1	9	17
W3.9 Erhöhung der Verfügbarkeit von Energie aus heimischen Quellen	2,2	1,9	2,1	2,1	9	34
W3.10 Erhöhung der Verfügbarkeit von Rohstoffen aus heimischen Quellen	2,0	1,8	1,2	1,7	8	38
W3.11 Erhöhung der Verfügbarkeit von Nahrungsmit- teln aus heimischer Produktion	2,7	2,6	2,3	2,5	7	37
Mittelwerte	2,2	2,0	1,9	2,0		

Den folgenden Einzelzielen wurden in allen drei Gewichtungsverfahren hohe Gewichte zu-  
gemessen (Mittelwert über 2,5 und Einzelwerte mindestens 2,0):

- N1.1 Vermeidung bzw. Verringerung des Verbrauchs natürlicher oder naturnaher Flä-  
chen für Zwecke, die zu einer Minderung ihres ökologischen Werts führen
- N2.7 Vermeidung bzw. Verminderung der Belastung von Böden mit Schadstoffen einschl.  
anthropogenen Nährstoffen
- N3.2 Vermeidung bzw. Verminderung der Belastung des Grundwassers mit Schadstoffen  
einschl. anthropogener Nährstoffe
- N4.3 Vermeidung bzw. Verringerung der Belastung von Binnengewässern mit Schadstof-  
fen einschl. anthropogener Nährstoffe
- N6.1 Verhinderung bzw. Verringerung der Freisetzung von Treibhausgasen (THG)
- N9.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume,  
Ökosysteme und Biotope einschl. Sicherung und Förderung der Austauschbeziehungen  
zwischen Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen
- W1.1 Erhaltung bzw. Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur und Wertschöp-  
fung
- W3.11 Erhöhung der Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln aus heimischer Produktion

Auch wenn man berücksichtigt, dass die Tabelle 35 ökologische aber nur 15 soziale und 18  
ökonomische Entwicklungsziele enthält, fällt auf, dass in der Liste der Ziele, die in allen drei  
Verfahren hoch gewichtet wurden, kein soziales und nur zwei ökonomische Entwicklungsziele  
enthalten sind.

In der folgenden Liste sind die Ziele aufgeführt, bei denen es die größten Abweichungen zwischen den Ergebnissen der drei Gewichtungungsverfahren gab (Abweichung zwischen mindestens zwei Bewertungen von 1,0 oder mehr Gewichtungspunkten):

- N2.8 Erhaltung seltener Böden bzw. von Böden mit Funktion als Archiv der Naturschicht
- N5.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturnaher Küstenstrukturen
- N7.1 Vermeidung bzw. Verminderung der Aufheizung von Flächen oder Baukörpern
- N10.2 Erhaltung bewirtschaftungsabhängiger Kulturlandschaftselemente
- W1.3 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes betrieblichen Anlagevermögens
- W3.1 Erhaltung bzw. Ausdehnung land- und/oder forstwirtschaftlich nutzbarer Flächen
- W3.6 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe
- W3.7 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes erneuerbarer Energien

Die Bewertungsunterschiede lassen sich nur zum Teil durch unterschiedliche regionale Gegebenheiten (Küstennähe, Umgestaltung der Kulturlandschaft durch veränderte landwirtschaftliche Nutzungen, dichtere Bebauung) erklären. Auch unter den Zielen mit größeren Abweichungen zwischen den Ergebnissen der drei Gewichtungungsverfahren ist keines aus dem sozialen Bereich.

Die beiden letzten Spalten von Tabelle 4.1 geben einen Teil der Ergebnisse der Korrelationsanalysen wieder, bei denen die Wirkungen der Erreichung eines Ziels auf die Möglichkeit, die anderen Ziele zu erreichen, bewertet wurden. In der Spalte a + ist für jedes Ziel die Zahl der Ziele angegeben, auf die sich die Erreichung des jeweiligen Ziels positiv auswirken würde. Die folgenden Ziele haben die meisten positiven 'Nebenwirkungen' (25 oder mehr positive Auswirkungen auf andere Ziele):

- N1.1 Vermeidung bzw. Verringerung des Verbrauchs natürlicher oder naturnaher Flächen für Zwecke, die zu einer Minderung ihres ökologischen Werts führen
- N1.2 Ökologische Revitalisierung degradierter Flächen
- N2.1 Erhaltung der Bodensubstanz
- N2.2 Erhaltung bzw. Verbesserung der Speicherfähigkeit von Böden
- N9.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume, Ökosysteme und Biotop e einschl. Sicherung und Förderung der Austauschbeziehungen zwischen Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen
- N9.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Habitatvielfalt in der Landschaft
- N10.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung natürlicher oder naturnaher Landschaftselemente
- W3.5 Verbesserung der Ressourceneffizienz

Dass es sich bei den Zielen mit positiven Auswirkungen auf andere überwiegend um solche aus dem ökologischen Bereich handelt, kommt nicht unerwartet, da die Erreichung der meisten sozialen und ökonomischen Ziele nicht oder kaum zur Erreichung ökologischer Ziele beiträgt.

Die Zahl der Ziele, bei denen die Möglichkeit, sie zu erreichen, in irgendeiner Weise von dem jeweiligen Ziel abhängt, ist für jedes Ziel in der Spalte a +/- ausgewiesen. Die folgenden Ziele beeinflussen die meisten anderen Ziele (mehr als 40 Wirkungen):

- N1.1 Vermeidung bzw. Verringerung des Verbrauchs natürlicher oder naturnaher Flächen für Zwecke, die zu einer Minderung ihres ökologischen Werts führen
- N1.2 Ökologische Revitalisierung degradierter Flächen

- N9.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume, Ökosysteme und Biotop e einschl. Sicherung und Förderung der Austauschbeziehungen zwischen Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen
- N9.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Habitatvielfalt in der Landschaft
- S2.2 Erhaltung bzw. Schaffung bedarfsgerechter Infrastrukturen
- S2.3 Erhaltung bzw. Schaffung eines bedarfsgerechten Wohnraumangebots
- S4.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Kulturlandschaft
- W3.1 Erhaltung bzw. Ausdehnung land- und/oder forstwirtschaftlich nutzbarer Flächen
- W3.6 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe
- W3.7 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes erneuerbarer Energien

Das Verfahren, Entwicklungsziele von zentraler Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung anhand der Wechselwirkungsbeziehungen der Ziele untereinander zu identifizieren, ist fachlich sicher anspruchsvoller als das relativ einfache Verfahren der Priorisierung der Ziele durch gesellschaftliche Akteure, aber dieses führt zu einer Gewichtung der Ziele, die eine gewisse gesellschaftliche Legitimation hat. Zudem ist dieses Verfahren besser geeignet, regionalspezifische Gegebenheiten und Zielstellungen besser zu berücksichtigen. Deshalb wird im Folgenden mit dem Katalog der gewichteten Ziele (s. Tabelle 4.1) gearbeitet. Im Kapitel 5 wird gezeigt, wie mit Hilfe der gewichteten Entwicklungsziele eine vergleichende Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener Landnutzungsoptionen vorgenommen werden kann.

#### **4.2 Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen**

Wie im Kapitel 3 beschrieben, wurden in einem mehrstufigen interdisziplinären Abstimmungsprozess zu allen Entwicklungszielen Indikatoren ausgewählt, anhand derer der Grad der Erreichung der Ziele gemessen werden kann. Das Ergebnis ist in Tabelle 4.2 dargestellt. In der ersten Spalte sind die Ziele aufgeführt, in der zweiten stehen die diesen zugeordneten Vorschläge für Indikatoren. Wenn die Vorschläge aus anderen Arbeiten übernommen wurden, ist die Quelle angegeben. In der Spalte 'Indikatoren' sind nur die höher bewerteten aufgeführt. Auch nach Streichung der verworfenen Indikatorvorschläge gibt es für einige Ziele noch mehrere Vorschläge. An der Zahl in der Spalte 'Rang' kann abgelesen werden, wie diese von den am Auswahlverfahren beteiligten Personen im Mittel bewertet wurden, denn dort ist der Mittelwert der vergebenen Rangstufen (die Skala reichte von 1: hoher Rang bis 3: niedriger Rang) angegeben.

Tabelle 4.2

Vorschläge für Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen mit den Ergebnissen der Bewertung durch die AG 'Kernindikatoren' (Spalte Rang – ein niedriger Wert entspricht einem hohen Rang)

Entwicklungsziele	Indikatoren	Rang
<b>Ökologische Entwicklungsziele</b>		
<b>N1 Fläche: Erhaltung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionen von Flächen</b>		
N1.1 Vermeidung bzw. Verringerung des Verbrauchs natürlicher oder naturnaher Flächen für Zwecke, die zu einer Minderung ihres ökologischen Werts führen	Flächenanteil unzerschnittener verkehrsarmer Räume größer/gleich 100 km <sup>2</sup> an der Landfläche [%] und effektive Maschenweite* (BMU 2010) *Die effektive Maschenweite ( $M_{eff}$ ) ist ein Maß für den mittleren Zerschneidungsgrad eines Gebietes - ausgedrückt als Flächengröße gedachter Maschen eines regelmäßigen Netzes, das den gleichen Zerschneidungsgrad wie das untersuchte Gebiet aufweist.	1,4
	Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche in ha pro Tag (BMU 2010) (Gebäude- und Freifläche, Betriebsfläche ohne Abbauland, Erholungsfläche, Friedhof, Verkehrsfläche)	1,8
	Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche [%] (möglichst mit Anteil voll-, teil- und unversiegelter Flächen) Anteil des Abbaulands für mineralische Rohstoffe an der Gesamtfläche [%] Anteil der landwirtschaftlich genutzten Flächen an der Gesamtfläche [%]	1,8
N1.2 Ökologische Revitalisierung degradierter Flächen	Abgedeckt durch Indikatoren zu N2, N3, N4, N5, N6.2, N7, N8, N9, N10	
<b>N2 Böden: Erhaltung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionen von Böden</b>		
N2.1 Erhaltung der Bodensubstanz	Anteil naturnaher Flächen und von Flächen mit bodenschonender Bodenbearbeitung an der Gesamtfläche [%]	1,4
N2.2 Erhaltung bzw. Verbesserung der Speicherfähigkeit von Böden	Anteil naturnaher Flächen und von Flächen mit bodenschonender Bodenbearbeitung an der Gesamtfläche [%]	1,5
	Anteil der Fläche mit ungestörter Bodenstruktur an der Gesamtfläche (Cost E9 WG 2) [%]	1,6
N2.3 Erhaltung bzw. Verbesserung der Filter- und Pufferfunktionen von Böden	Anteil der Fläche mit ungestörter Filter- und Pufferfunktion an der Gesamtfläche (Cost E9 WG 2) [%]	1,0
N2.4 Erhaltung bzw. Verbesserung der Wasserdurchlässigkeit von Böden	Anteil naturnaher Flächen und von Flächen mit bodenschonender Bodenbearbeitung an der Gesamtfläche [%] (s. N2.1)	1,3
	Anteil der Flächen mit Bodenverdichtungsklasse kleiner als 3 an der Gesamtfläche [%]	1,5
	Anteil der Fläche mit ungestörter Bodenstruktur an der Gesamtfläche [%] (Cost E9 WG 2) (s. N2.2)	1,5
N2.5 Erhaltung bzw. Wiederherstellung des Biotopentwicklungspotenzials von Böden	abgedeckt durch Indikatoren zu N1 und N3	

Entwicklungsziele	Indikatoren	Rang
N2.6 Erhaltung bzw. Wiederherstellung eines standortgerechten Anteils organischer Substanz im Oberboden	Anteil der Flächen mit einem standortgerechten Gehalt an organischer Substanz im Oberboden an der Gesamtfläche [%]	2,0
N2.7 Vermeidung bzw. Verminderung der Belastung von Böden mit Schadstoffen einschl. anthropogenen Nährstoffen	Anteil der Flächen mit un- oder gering belasteten Böden an der Gesamtfläche [%]	1,6
	Anteil der Flächen mit ökologischem Landbau an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche [%] (BMU 2010)(s. N2.6)	1,8
N2.8 Erhaltung seltener Böden bzw. von Böden mit Funktion als Archiv der Naturgeschichte	Anteil der geschützten Flächen an der gesamten Fläche mit seltenen Böden bzw. mit Böden mit Funktion als Archiv der Naturgeschichte [%]	1,5
<b>N3 Grundwasser: Erhaltung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionen des Grundwassers</b>		
N3.1 Sicherung bzw. Wiederherstellung eines standortgerechten Grundwasserstandes	Anteil der Flächen mit natürlichem Grundwasserstand an der Gesamtfläche [%]	1,6
	Anteil der versiegelten Fläche an der Gesamtfläche [%]	1,8
N3.2 Vermeidung bzw. Verminderung der Belastung des Grundwassers mit Schadstoffen einschl. anthropogener Nährstoffe	Konzentrationen von Schad- und Nährstoffen im Grundwasser [von der Substanz abhängige Einheit]	1,3
<b>N4 Binnengewässer: Erhaltung bzw. Wiederherstellung der ökologischen Funktionen von Binnengewässern</b>		
N4.1 Erhaltung bzw. Herstellung des natürlichen Wasserstandes von Binnengewässern	Anteil der Fließgewässerabschnitte mit natürlichem Wasserstand an der Gesamtlänge aller Fließgewässer [%]	1,3
	Anteil der Fläche stehender Gewässer mit natürlichem Wasserstand an der Gesamtfläche stehender Gewässer [%]	1,5
N4.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung natürlicher / naturnaher Gewässerstrukturen	Anteil der Fließgewässerabschnitte mit natürlicher/naturnaher Gewässerstruktur an der Gesamtlänge aller Fließgewässer [%]	1,4
	Anteil der Fläche stehender Gewässer mit natürlicher/naturnaher Gewässerstruktur an der Gesamtfläche stehender Gewässer [%]	1,8
	Anteil der vorhandenen Retentionsflächen an den natürlichen bzw. potenziellen Retentionsflächen (für HQ10; HQ100) [%]	1,8
N4.3 Vermeidung bzw. Verringerung der Belastung von Binnengewässern mit Schadstoffen einschl. anthropogener Nährstoffe	Anteil der Länge der Fließgewässerabschnitte ohne oder mit geringer Schadstoffbelastung an der Gesamtlänge aller Fließgewässer [%]	1,3
	Anteil der Fläche stehender Gewässer ohne oder mit geringer Schadstoffbelastung an der Gesamtfläche stehender Gewässer [%]	1,3

Entwicklungsziele	Indikatoren	Rang
<b>N5 Küstengewässer: Erhaltung bzw. Wiederherstellung der ökologischen Funktionen von Küstengewässern</b>		
N5.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturnaher Küstenstrukturen	Anteil der Länge der Küstengewässer mit natürlicher/naturnaher Struktur an der Gesamtlänge der Küstengewässer [%]	1,3
N5.2 Vermeidung bzw. Verringerung der Belastung von Küstengewässern mit Schadstoffen einschl. anthropogener Nährstoffe	Anteil der Länge der Küstenabschnitte ohne oder mit geringer Schadstoffbelastung an der Gesamtlänge der Küstengewässer [%]	1,0
<b>N6 Globales Klima: Begrenzung des anthropogenen globalen Klimawandels</b>		
N6.1 Verhinderung bzw. Verringerung der Freisetzung von Treibhausgasen (THG)	THG-Emissionen von Industrie und Gewerbe [kg CO <sub>2</sub> -Äquiv./Mio. € Umsatz/a]	1,0
	THG-Emissionen privater Haushalte [kg CO <sub>2</sub> -Äquiv./Einw./a]	1,3
	Primärenergieverbrauch (Bundesregierung 2012, temperaturbereinigt BMWi 2003)	1,3
	THG-Emissionen in der Landwirtschaft [kg CO <sub>2</sub> -Äquiv./ha/a]	1,4
	THG-Emissionen in der Forstwirtschaft [kg CO <sub>2</sub> -Äquiv./ha]	1,6
	THG-Emissionen im Personenverkehr [kg CO <sub>2</sub> -Äquiv./Pkm/a]	1,8
N6.2 Verringerung der THG-Konzentrationen in der Atmosphäre	THG-Bindungs- bzw. Speicherkapazität [kg THG-Äquiv./ha]	1,3
<b>N7 Lokales Klima: Erhaltung bzw. Verbesserung der lokalen klimatischen Verhältnisse</b>		
N7.1 Vermeidung bzw. Verminderung der Aufheizung von Flächen oder Baukörpern	Anteil der bebauten Fläche mit hoher Wärmespeicherkapazität an der Siedlungs- und Verkehrsfläche [%]	1,3
	Baumbestand in der Siedlungsfläche [Zahl der (Groß)Bäume/ha]	1,5
N7.2 Erhaltung bzw. Verbesserung der Kaltluftzufuhr	Anteil von Flächen mit relativ hoher Verdunstung (Wald- und Wasserflächen, Feuchtgebiete und Nasskulturen) an der Gesamtfläche [%]	1,8
N7.3 Erhaltung bzw. Schaffung von Mikroklimaräumen in der Landschaft, die eine temperatur- und feuchtigkeitsregulierende Funktion haben	Anteil von Flächen mit relativ hoher Verdunstung (Wald- und Wasserflächen, Feuchtgebiete und Nasskulturen) an der Gesamtfläche [%] (s. N7.2)	1,8
N7.4 Verhinderung bzw. Verringerung negativer Folgen von Starkwindereignissen	Anteil der Wohngebäude mit Windklasse 3 und 4 an allen Wohngebäuden [%]	2,0
<b>N8 Luft: Erhaltung bzw. Verbesserung der Luftqualität</b>		
N8.1 Vermeidung bzw. Verminderung ökotoxischer Immissionen einschließlich anthropogener Nährstoffe	Konzentration ökotoxischer Substanzen in der Luft [von der Substanz abhängige Einheit]	1,6

Entwicklungsziele	Indikatoren	Rang
N8.2 Erhaltung bzw. Schaffung von Frischluftentstehungsgebieten	Anteil von Flächen mit hoher Filterfunktion für Luftschadstoffe (insbes. Waldflächen) an der Gesamtfläche [%]	1,8
N8.3 Erhaltung bzw. Verbesserung der Frischluftzufuhr	Anteil der Flächen, die als Frischluftschneisen wirken, an der gesamten Siedlungsfläche [%]	2,0
<b>N9 Lebensräume/Arten/genetische Ressourcen: Erhaltung bzw. Erhöhung der biologischen Vielfalt</b>		
N9.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume, Ökosysteme und Biotope einschl. Sicherung und Förderung der Austauschbeziehungen zwischen Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen	Flächenanteile natürlicher und naturnaher Biotoptypen [%] (Radermacher et al. 1998) (s.a. N1.1)	1,3
	Gewichtete Zersiedelung (Schwick et al. 2011; Berücksichtigung von Dispersion, urbaner Durchdringung, Flächeninanspruchnahme) (s.a. N1.1)	1,5
	Anteil der Flächen geschützter Gebiete (Nationalpark, Naturschutzgebiet, Natura 2000, Europäische Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete, Biosphärenreservate) an der Gesamtfläche [%] (EEA 2010)	1,6
	Flächenanteil streng geschützter Gebiete (Naturschutzgebiete, Nationalparke) an der Gesamtfläche (BMU 2010)	1,8
N9.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Habitatvielfalt in der Landschaft	Zahl unterschiedlicher Habitattypen	1,4
N9.3 Sicherung bzw. Verbesserung des Erhaltungszustandes lokaler oder biogeographischer Populationen typischer und gefährdeter Arten einschließlich ihrer Lebensstätten	Zahl der Rote-Liste- oder FFH-Arten (BMU 2010)	1,5
	Bestandsgröße repräsentativer Vogelarten nach Hauptlebensraumtyp (z.B. Agrarland: Braunkehlchen, Feldlerche, Goldammer, Grauammer, Heidelerche, Kiebitz, Neuntöter, Rotmilan, Steinkauz, Uferschnepfe) (BfN 2007; BMU 2010)	1,5
N9.4 Minimierung anthropogener Immissionen in ökologisch sensiblen Bereichen	abgedeckt durch Indikatoren zu N2.7, N3.2, N4.3, N5.2, N8.1	
N9.5 Erhaltung bzw. Erhöhung der Agrobiodiversität	Anteil gefährdeter einheimischer Nutztierassen (Pferde, Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen usw.) an der Gesamtheit aller Nutztierassen (BMU 2010)	2,0
	Anteil gefährdeter Nutzpflanzensorten an der Gesamtheit aller Nutzpflanzensorten	2,0
N9.6 Begrenzung der Verbreitung invasiver Tier- und Pflanzenarten	Anzahl der Arten der Schwarzen Listen invasiver Arten getrennt nach der Aktions- und Managementliste (BMU 2010)	1,3
N9.7 Vermeidung bzw. Verminderung ökologischer Risiken durch die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen	Anzahl der Anbauflächen von gentechnisch veränderten Pflanzen und ihr Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche [%]	1,3

Entwicklungsziele	Indikatoren	Rang
<b>N10 Landschaft: Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Vielfalt und Eigenart von Landschaften</b>		
N10.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung natürlicher oder naturnaher Landschaftselemente	Anzahl geschützter natürlicher oder naturnaher Landschaftselemente und Anteil ihrer Fläche an der Gesamtfläche [%]	1,8
N10.2 Erhaltung bewirtschaftungsabhängiger Kulturlandschaftselemente	Anteil der Fläche für die Region typischer bewirtschaftungsabhängiger Kulturlandschaftselemente an der landwirtschaftlichen Nutzfläche [%]	1,5
<b>Soziale Entwicklungsziele</b>		
<b>S1 Bevölkerung: Förderung einer optimalen Bevölkerungsentwicklung</b>		
S1.1 Erhaltung bzw. Schaffung der angestrebten Bevölkerungszahl	Zahl der Einwohner	1,8
S1.2 Erhaltung bzw. Schaffung der angestrebten Bevölkerungsstruktur	Anteil der Personen im Alter - bis 18 Jahre - über 70 Jahre an der Gesamtbevölkerung [%]	1,3
<b>S2 Lebensbedingungen: Erhaltung bzw. Verbesserung der materiellen Lebensbedingungen</b>		
S2.1 Sicherung bzw. Verbesserung der finanziellen Lage privater Haushalte	Anteil der armutsgefährdeten Personen an der Gesamtbevölkerung [%]	1,6
S2.2 Erhaltung bzw. Schaffung bedarfsgerechter Infrastrukturen	Erreichungsgrad angestrebter Richtwerte für die Infrastrukturausstattung, z.B. mit Einrichtungen des Gesundheits- und Bildungswesens, Sozial-, Kultur-, Erholungs-, Sport- und Freizeiteinrichtungen, Verwaltungs- und Polizeidienststellen, Einzelhandelsgeschäften	1,2
S2.3 Erhaltung bzw. Schaffung eines bedarfsgerechten Wohnraumangebots	Anteil der Personen mit bedarfsgerechter Wohnung an der Gesamtbevölkerung [%]	1,5
S2.4 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes von privatem Eigentum	Anteil der Wohngebäude an - Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 16.000 Fahrzeugen pro Tag - Haupteisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 160 Zügen pro Tag - Großflughäfen mit mehr als 135 Flugbewegungen pro Tag an der Gesamtzahl aller Wohngebäude [%]	2,0
<b>S3 Gesundheit: Sicherung bzw. Verbesserung der Gesundheit der Bevölkerung</b>		
S3.1 Vermeidung bzw. Verminderung gesundheitsgefährdender oder belastigender Expositionen	Anteil der Personen, die in der Wohnumgebung gesundheitsgefährdenden oder belastigenden Einwirkungen ausgesetzt sind, an der Gesamtbevölkerung [%]	1,6



Entwicklungsziele	Indikatoren	Rang
S3.2 Verhinderung bzw. Verringerung von Gesundheitsrisiken durch Extremwetterereignisse	Anteil der Personen mit Wohnung in HQ100-Gebieten (bzw. HQ10/50) an der Gesamtbevölkerung [%]	1,8
S3.3 Verhinderung bzw. Begrenzung der Ausbreitung von Krankheitserregern bzw. -überträgern	Anteil der Personen mit Wohnung im Umkreis von einem Kilometer von Feuchtgebieten an der Gesamtbevölkerung [%]	2,5
S3.4 Verbesserung des Angebots an gesunden Lebensmitteln	Zahl der Anbieter ökologisch produzierter Lebensmittel aus der Region	2,4
S3.5 Erhaltung bzw. Verbesserung von Erholungsmöglichkeiten	Anteil der Erholungsflächen an der Gesamtfläche [%]	1,4
<b>S4 Kultur: Stärkung von Kultur, Bildung und regionaler Identität</b>		
S4.1 Erhaltung bzw. Verbesserung des Angebots an Kultur- und Bildungseinrichtungen	abgedeckt durch Indikator zu S2.2	
S4.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Kulturlandschaft	Zahl geschützter regional typischer Kulturlandschaftselemente und Anteil ihrer Fläche an der Gesamtfläche [%]	1,5
S4.3 Erhaltung von Kulturdenkmälern	Zahl der geschützten Kulturdenkmäler	1,8
S4.4 Erhaltung bzw. Schaffung von Identifikationsmöglichkeiten mit der Region	teilweise abgedeckt durch Indikatoren zu S4.2 und S4.3	
	Anteil der Personen, die sich mit der Region verbunden fühlen, an der Gesamtbevölkerung [%] (Umfrage)	1,5
<b>Ökonomische Entwicklungsziele</b>		
<b>W1 Regionale Wirtschaft/Unternehmen: Verbesserung bzw. Stabilisierung der wirtschaftlichen Lage</b>		
W1.1 Erhaltung bzw. Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur und Wertschöpfung	Zahl der in der Region vertretenen Branchen, in denen jeweils mindestens 5% der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten tätig sind	1,3
	Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den drei größten Unternehmen im Verhältnis zur Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in allen anderen Unternehmen	1,8
	Bruttowertschöpfung zu Marktpreisen (EU-Kommission GD Landwirtschaft 2001: 17; DLG 2009)	1,8
W1.2 Stabilisierung bzw. Verbesserung der Ertragslage regionaler Unternehmen	Speziell Landwirtschaft: Flächenproduktivität: Bruttowertschöpfung zu Marktpreisen bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche [€/ha] (EU-Kommission GD Landwirtschaft 2001: 17)	1,8
	Speziell Forstwirtschaft: Verhältnis von Holzzuwachs zu Holzeinschlag (Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg 1997; Cost E9 WG 2)	1,6

Entwicklungsziele	Indikatoren	Rang
W1.3 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes betrieblichen Anlagevermögens	Betriebliches Anlagevermögen [€]	2,0
W1.4 Sicherung bzw. Schaffung von Arbeitsplätzen	Arbeitslosenquote [%] (SIAT 2009)	1,2
	Arbeitsplatzsaldo: Zahl der neu geschaffenen abzüglich der weggefallenen Arbeitsplätze	1,5
W1.5 Optimierung des Wirtschaftsverkehrs	Anbindung an das überörtliche Verkehrsnetz: Mittlere Entfernung der Unternehmen des produzierenden Gewerbes zu für sie geeigneten Transportwegen (Anschlüsse und Güterumschlagplätze der Eisenbahn, Binnen- und Seehäfen, Autobahnen)	1,3
<b>W2 Öffentliche Haushalte: Verbesserung bzw. Stabilisierung der finanziellen Handlungsfähigkeit der öffentlichen Haushalte</b>		
W2.1 Stabilisierung bzw. Verbesserung der Kommunalfinanzen	Verhältnis der Einnahmen zu den Ausgaben der Kommune	1,0
	Belastung der Kommune durch den Schuldendienst [€/Einw.]	1,5
W2.2 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes öffentlichen Vermögens	Anzahl der öffentlichen Gebäude in HQ100-Gebieten (bzw. HQ10/50) [%]	2,5
<b>W3 Ressourcen: Sicherstellung der Verfügbarkeit von Ressourcen</b>		
W3.1 Erhaltung bzw. Ausdehnung land- und/oder forstwirtschaftlich nutzbarer Flächen	Anteil der Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche [%]	1,5
	Anteil forstwirtschaftlich genutzter Waldflächen an der Gesamtfläche [%]	1,8
W3.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der (natürlichen) Bodenfruchtbarkeit (Landwirtschaft)	s. N2.1 – N2.4, N2.6, N2.7	
W3.3 Sicherung bzw. Bereitstellung attraktiver Standorte für Gewerbe und Industrie	Anteil der innerhalb von fünf Jahren tatsächlich genutzten an der Gesamtheit neu geschaffener und revitalisierter Gewerbeflächen [%]	1,3
W3.4 Sicherung bzw. Schaffung eines nachhaltig nutzungsfähigen Grundwasserangebots	s. N3.1, N3.2, N4.2, N4.3	
W3.5 Verbesserung der Ressourceneffizienz	Flächenproduktivität in der Land- und Forstwirtschaft: Bruttowertschöpfung bezogen auf die land- und forstwirtschaftlich genutzte Fläche [€/ha]	1,2
	Flächenproduktivität in Industrie und Gewerbe: Bruttowertschöpfung bezogen auf die gewerblich genutzte Fläche [€/ha]	1,8
	Rohstoffproduktivität: Bruttoinlandsprodukt je eingesetzter Tonne Primärmaterial [1000 € BIP/t] (angelehnt an Bundesregierung 2012)	1,8
	Privater Wasserverbrauch [m³/Einw.]	1,8
W3.6 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe	Anteil nachwachsender Rohstoffe am gesamten (abiotischen und biotischen) Rohstoffeinsatz (stoffliche Nutzung) [%]	1,6
	Anteil der Flächen für den Anbau von Pflanzen für die stoffliche Nutzung an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche [%]	1,7

Entwicklungsziele	Indikatoren	Rang
W3.7 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes erneuerbarer Energien	Verhältnis der aus erneuerbaren Quellen gewonnenen Energie zum gesamten Energieverbrauch in der Region [%] (in Anlehnung an BMWi 2003)	1,4
	Anteil der Flächen für den Anbau von Energiepflanzen an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche [%]	1,5
W3.8 Erhöhung der Gewinnung und des Einsatzes von Sekundärrohstoffen	Anteil der kompostierten an der Gesamtmenge pflanzlicher Abfälle [%]	2,0
	Verwendung von schadstofffreien Klärschlämmen oder Abwässern in der Landwirtschaft [t/ha landwirtschaftliche Nutzfläche]	2,0
W3.9 Erhöhung der Verfügbarkeit von Energie aus heimischen Quellen	Verhältnis der aus heimischen Quellen gewonnenen Energie zum gesamten Energieverbrauch in der Region [%]	1,6
W3.10 Erhöhung der Verfügbarkeit von Rohstoffen aus heimischen Quellen	Verhältnis der aus heimischen Quellen gewonnenen Rohstoffe zum gesamten Rohstoffverbrauch in der Region [%]	1,6
W3.11 Erhöhung der Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln aus heimischer Produktion	Anteil der Flächen für die Produktion von Nahrungsmitteln an der gesamten landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzten Fläche [%]	1,4
	Größe der Flächen für die Produktion von Nahrungsmitteln (Acker, Grünland, Gartenland) bezogen auf die Einwohnerzahl [m <sup>2</sup> /Einw.]	1,8

#### 4.3 Kernindikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen

Die in Tabelle 4.2 aufgeführten Indikatoren können genutzt werden, um die Nachhaltigkeit von Landnutzungen zu überprüfen. Der Indikatorensatz ist jedoch sehr umfangreich. Deshalb wurde von Seiten mehrerer Forschungsverbände im Förderprogramm 'Nachhaltiges Landmanagement' angeregt, einen Satz von Kernindikatoren zu benennen. Um diese zu identifizieren, kann man wie folgt vorgehen:

1. Auswahl der wichtigsten Entwicklungsziele (anhand der Gewichtungszahlen in Tabelle 4.1, eine der Spalten 'Gewichtung'; alternativ könnten auch die Zahl der Wechselwirkungen mit anderen Zielen in Tabelle 4.1, eine der Spalten 'Korrelation' oder eine Kombination aus Gewichtungszahl und Zahl der Wechselwirkungen zugrunde gelegt werden)
2. Auswahl der geeigneten Indikatoren zu den Entwicklungszielen (anhand der Rangzahl und/oder nach inhaltlichen Gesichtspunkten).

Wenn man vorgibt, dass der Indikatorensatz jeweils sieben ökologische, soziale und ökonomische Indikatoren umfassen soll und die Gewichtung der Ziele durch die AG 'Kernindikatoren' zugrundelegt, sind in Tabelle 4.1 die jeweils sieben ökologischen, sozialen und ökonomischen Entwicklungsziele auszuwählen, denen von der AG 'Kernindikatoren' die höchsten Gewichte zugesprochen wurden. Bei der Auswahl sollten allerdings inhaltliche Überschneidungen vermieden werden. Dann sind in Tabelle 4.2 (Spalte 'Rang': eine niedrige Zahl entspricht einem hohen Rang) die Indikatoren mit dem höchsten Rang auszuwählen. Dies führt zu der folgenden Liste von Kernindikatoren zur Überprüfung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen:

## **Ökologische Indikatoren**

- N1.1: Flächenanteil unzerschnittener verkehrsarmer Räume größer/gleich 100 km<sup>2</sup> an der Landfläche [%] und effektive Maschenweite
- N2.7: Anteil der Flächen mit un- oder gering belasteten Böden an der Gesamtfläche [%]
- N3.2: Konzentrationen von Schad- und Nährstoffen im Grundwasser [von der Substanz abhängige Einheit]
- N4.3: Anteil der Länge der Fließgewässerabschnitte ohne oder mit geringer Schadstoffbelastung an der Gesamtlänge aller Fließgewässer [%]
- N6.1: THG-Emissionen durch
  - Industrie und Gewerbe [kg CO<sub>2</sub>-Äquiv./Mio. € Umsatz/a]
  - private Haushalte [kg CO<sub>2</sub>-Äquiv./Einw./a]
  - Landwirtschaft [kg CO<sub>2</sub>-Äquiv./ha/a]
- N9.1: Flächenanteile natürlicher und naturnaher Biotoptypen [%]
- N9.3: Bestandsgröße repräsentativer Vogelarten nach Hauptlebensraumtyp (z.B. Agrarland: Braunkehlchen, Feldlerche, Goldammer, Grauammer, Heidelerche, Kiebitz, Neuntöter, Rotmilan, Steinkauz, Uferschnepfe)

## **Soziale Indikatoren**

- S2.1: Anteil der armutsgefährdeten Personen an der Gesamtbevölkerung [%]
- S2.2: Erreichungsgrad angestrebter Richtwerte für die Infrastrukturausstattung
- S2.3: Anteil der Personen mit bedarfsgerechter Wohnung an der Gesamtbevölkerung [%]
- S3.1: Anteil der Personen, die in der Wohnumgebung gesundheitsgefährdenden oder belastenden Einwirkungen ausgesetzt sind, an der Gesamtbevölkerung [%]
- S3.2: Anteil der Personen mit Wohnung in HQ100-Gebieten (bzw. HQ10/50) an der Gesamtbevölkerung [%]
- S3.5: Anteil der Erholungsflächen an der Gesamtfläche [%]
- S4.4: Anteil der Personen, die sich mit der Region verbunden fühlen, an der Gesamtbevölkerung [%] (Umfrage)

## **Ökonomische Indikatoren**

- W1.1: Zahl der in der Region vertretenen Branchen, in denen jeweils mindestens 5% der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten tätig sind
- W1.4: Arbeitslosenquote [%]
- W2.1: Verhältnis der Einnahmen zu den Ausgaben der Kommune
- W3.5: Flächenproduktivität in der Land- und Forstwirtschaft: Bruttowertschöpfung bezogen auf die land- und forstwirtschaftlich genutzte Fläche [€/ha]
- W3.6: Anteil nachwachsender Rohstoffe am gesamten (abiotischen und biotischen) Rohstoffeinsatz (stoffliche Nutzung) [%]
- W3.7: Verhältnis der aus erneuerbaren Quellen gewonnenen Energie zum gesamten Energieverbrauch in der Region [%]
- W3.11: Anteil der Flächen für die Produktion von Nahrungsmitteln an der gesamten landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzten Fläche [%]

Die vorstehende Auswahl an Indikatoren ist nur als Beispiel für die Vorgehensweise zur Reduzierung der Zahl der Indikatoren und zur Bestimmung möglicher Kernindikatoren anzusehen. Letztlich hängt die Auswahl von der Gewichtung der Entwicklungsziele im jeweiligen regionalen Kontext ab. Nur wenn es darum geht, die Nachhaltigkeit der Flächennutzung in verschiedenen Regionen zu vergleichen, wird ein Indikatorensatz benötigt, der nicht auf die regionalen Gegebenheiten und Zielsetzungen abgestimmt ist.

## 5 Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen

Die im Kapitel 4 eingeführten Indikatoren können angewandt werden, um die ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen von Landnutzungen auf zwei oder mehr Flächen zu vergleichen, oder wenn es darum geht, die Entwicklung auf einer Fläche in ihrem zeitlichen Verlauf durch Messungen in bestimmten Zeitintervallen zu beobachten. Im VIP-Projekt ging es darum, nachhaltigere Nutzungsmöglichkeiten für bereits landwirtschaftlich genutzte Niedermoorstandorte zu finden. Die im Kapitel 4 aufgeführten Indikatoren sind hierzu nur begrenzt geeignet, da sie überwiegend Messungen bestimmter Größen erfordern, die nur bei bereits realisierten Landnutzungen möglich sind. Die vergleichende Bewertung verschiedener Optionen für die Nutzung einer Fläche kann besser anhand der in Tabelle 4.1 genannten Entwicklungsziele erfolgen, indem für jede Option abgeschätzt wird, inwieweit sie zur Erreichung jedes einzelnen Ziels oder der Ziele mit hoher Gewichtung beiträgt. Dieses Verfahren wird im Folgenden anhand einer vergleichenden Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener Nutzungsoptionen für eine Niedermoorfläche dargestellt. Es handelt sich um eine als Grünland genutzte ca. 120 ha große Fläche im unteren Peenetal in Vorpommern, an deren Rand zwei Dörfer liegen. Hierfür werden die derzeitige Nutzung und vier Nutzungsalternativen betrachtet:

- Option 1 (derzeitige Nutzung): extensive Rinderhaltung bzw. Gewinnung von Grün- und Silagefutter (um diese Nutzung zu ermöglichen, muss ganzjährig Wasser aus der Fläche abgepumpt werden);
- Option 2: Anbau von Mais zur Verwertung in einer Biogasanlage (auch bei dieser Nutzung muss ganzjährig Wasser aus der Fläche abgepumpt werden);
- Option 3: Paludikultur mit Anbau von Schilf zur energetischen Verwertung (diese Nutzung erfordert zumindest zeitweises Pumpen, um den richtigen Wasserstand einzustellen bzw. zu halten);
- Option 4: Anbau von Weiden (Kurzumtriebsplantage, KUP) zur energetischen Verwertung (diese Nutzung erfordert zumindest zeitweises Pumpen, um den richtigen Wasserstand einzustellen bzw. zu halten);
- Option 5: Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung, Wiederherstellung weitgehend natürlicher Wasserzu- und -abflussverhältnisse und Renaturierung zu einem naturnahen Niedermoor.

Für diese Optionen wurden von Fachleuten aus Wissenschaft und Praxis mit unterschiedlichem fachlichem Hintergrund (Bodenkunde, Landwirtschaft, Landschaftökologie, Natur- und Umweltschutz, Zoologie) anhand des Katalogs der 68 Ziele (s. Tabelle 4.1) Einschätzungen vorgenommen, zu welchen ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen sie führen und inwieweit sie in der langfristigen Perspektive zu einer nachhaltigen Landnutzung beitragen würden. Für jedes Ziel war anhand der folgenden siebenstufigen Bewertungsskala zu bewerten, welche Auswirkung die Flächennutzung auf die Erreichung des Ziels hätte:

-3: Beitrag zur Zielerreichung	stark negativ
-2:	negativ
-1:	leicht negativ
0:	neutral
+1:	leicht positiv
+2:	positiv
+3:	stark positiv

Die Auswertung wurde wie folgt vorgenommen:

- Aus den Einzelbewertungen der Experten wurde für jedes Ziel der jeweilige Mittelwert gebildet.
- Für den ökologischen, den sozialen und den ökonomischen Bereich wurden jeweils 100 Punkte als maximal erreichbare Punktzahl festgelegt. Diese wird erreicht, wenn eine Landnutzung bei jedem Ziel aus einem Bereich den höchsten Beitrag (stark positiv) zu seiner Erreichung leistet. Wenn bei allen Zielen eines Bereichs ein stark negativer Beitrag zur Zielerreichung erfolgte, würden sich -100 Punkte ergeben. Im besten, praktisch nicht erreichbaren, Fall könnte eine Landnutzung 300 Punkte erreichen.
- Die 100 Punkte pro Bereich wurden entsprechend der Gewichtungen durch Akteure in der Region Vorpommern jeweils auf die Oberziele der drei Bereiche verteilt.
- Dann erfolgte anhand der Gewichtung der Einzelziele eine Verteilung der Punktzahlen für die Oberziele auf die zu dem jeweiligen Oberziel gehörenden Einzelziele. Die maximale Punktzahl pro Einzelziel wurde bei der höchsten Bewertung (+3) erreicht. Bei niedrigeren Bewertungen ergaben sich entsprechend geringere Punktzahlen bzw. bei negativen Bewertungen negative Punktzahlen.
- Die Punktzahlen aller Einzelziele zu einem Oberziel wurden aufaddiert und ergaben die Punktzahl für dieses Oberziel.
- Die Punktzahlen der Oberziele aus dem ökologischen, dem sozialen und dem ökonomischen Bereich wurden dann jeweils getrennt addiert, um auf einer hohen Aggregationsebene die ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen der verschiedenen Flächennutzungen vergleichen zu können.
- Zur Gesamtbewertung wurde dann die Summe der Zahlen der Punkte gebildet, die im ökologischen, im sozialen und im ökonomischen Bereich erzielt wurden.

Das Ergebnis der Bewertung der derzeitigen Nutzung und der vier Nutzungsalternativen ist in Tabelle 5.1 wiedergegeben. Für jedes Einzel- und jedes Oberziel ist angegeben, welches Gewicht die gesellschaftlichen Akteure aus der Region Vorpommern diesem im Mittel zugewiesen haben (s. Spalte 'Gewicht'). Die Zahlen in den Spalten drei bis sieben geben die Punktzahlen wieder, die von der jeweiligen Nutzungsoption bezogen auf das jeweilige Einzel- bzw. Oberziel erreicht wurden. Die Ergebnisse, zunächst getrennt für die ökologischen, die sozialen und die ökonomischen Ziele und dann für alle drei Zielbereiche zusammen, sind die in den letzten vier Zeilen der Tabelle für die verschiedenen Nutzungsoptionen ausgewiesen.

Tabelle 5.1

Bewertung von fünf Nutzungsoptionen für eine nasse Fläche im Hinblick auf ihren Beitrag zur Erreichung der Ziele für eine nachhaltige Landnutzung (zum Bewertungsverfahren s. Text)

Entwicklungsziele	Gewicht	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
		Grünland, Weide	Mais	Paludikultur, Schilf	KUP, Weiden	nat. Niedermoor
<b>Ökologische Entwicklungsziele</b>						
<b>N1 Fläche: Erhaltung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionen von Flächen</b>	<b>2,9</b>	<b>-2,2</b>	<b>-9,1</b>	<b>5,0</b>	<b>2,8</b>	<b>10,1</b>

Entwicklungsziele	Gewicht	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
		Grünland, Weide	Mais	Paludikultur, Schilf	KUP, Weiden	nat. Niedermoor
N1.1 Vermeidung bzw. Verringerung des Verbrauchs natürlicher oder naturnaher Flächen für Zwecke, die zu einer Minderung ihres ökologischen Werts führen	2,6	-0,3	-3,8	2,5	1,3	4,5
N1.2 Ökologische Revitalisierung degradierter Flächen	2,6	-1,9	-5,3	2,5	1,6	5,6
<b>N2 Boden: Erhaltung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionen von Böden</b>	<b>2,8</b>	<b>-3,7</b>	<b>-10,3</b>	<b>7,4</b>	<b>4,1</b>	<b>9,8</b>
N2.1 Erhaltung der Bodensubstanz	2,1	-0,6	-1,3	1,0	0,5	1,2
N2.2 Erhaltung bzw. Verbesserung der Speicherfähigkeit von Böden	2,3	-0,2	-1,4	1,1	0,5	1,3
N2.3 Erhaltung bzw. Verbesserung der Filterfunktionen von Böden	2,2	-0,5	-1,3	1,0	0,5	1,1
N2.4 Erhaltung bzw. Verbesserung der Wasserdurchlässigkeit von Böden	2,2	-0,6	-1,3	0,9	0,7	1,2
N2.5 Erhaltung bzw. Wiederherstellung des Biotopotenzials von Böden	2,1	-0,2	-1,3	0,7	0,2	1,3
N2.6 Erhaltung bzw. Wiederherstellung eines standortgerechten Anteils organischer Substanz im Oberboden	2,4	-0,9	-1,5	1,1	0,4	1,5
N2.7 Vermeidung bzw. Verminderung der Belastung von Böden mit Schadstoffen einschl. anthropogenen Nährstoffen	2,7	-0,6	-1,5	1,1	1,1	1,6
N2.8 Erhaltung seltener Böden bzw. von Böden mit Funktion als Archiv der Naturgeschichte	1,2	-0,2	-0,6	0,5	0,2	0,6
<b>N3 Grundwasser: Erhaltung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionen des Grundwassers</b>	<b>2,7</b>	<b>-5,8</b>	<b>-10,4</b>	<b>6,9</b>	<b>4,6</b>	<b>10,4</b>
N3.1 Sicherung bzw. Wiederherstellung eines standortgerechten Grundwasserstandes	2,4	-3,5	-5,2	2,9	1,7	5,2
N3.2 Vermeidung bzw. Verminderung der Belastung des Grundwassers mit Schadstoffen einschl. anthropogener Nährstoffe	2,4	-2,3	-5,2	4,0	2,9	5,2
<b>N4 Binnengewässer: Erhaltung bzw. Wiederherstellung der ökologischen Funktionen von Binnengewässern</b>	<b>2,7</b>	<b>-1,5</b>	<b>-6,7</b>	<b>4,1</b>	<b>2,7</b>	<b>6,9</b>
N4.1 Erhaltung bzw. Herstellung des natürlichen Wasserstandes von Binnengewässern	2,4	-0,7	-2,0	1,1	0,7	2,2

Entwicklungsziele	Gewicht	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
		Grünland, Weide	Mais	Paludikultur, Schilf	KUP, Weiden	nat. Niedermoor
N4.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung natürlicher / naturnaher Gewässerstrukturen	2,7	0,0	-1,2	0,6	0,6	1,6
N4.3 Vermeidung bzw. Verringerung der Belastung von Binnengewässern mit Schadstoffen einschl. anthropogener Nährstoffe	2,7	-0,8	-3,6	2,4	1,4	3,2
<b>N5 Küstengewässer: Erhaltung bzw. Wiederherstellung der ökologischen Funktionen von Küstengewässern</b>	<b>2,8</b>	<b>-0,6</b>	<b>-8,6</b>	<b>4,3</b>	<b>2,0</b>	<b>8,2</b>
N5.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturnaher Küstenstrukturen	2,0	-0,3	-3,1	1,5	0,3	3,1
N5.2 Vermeidung bzw. Verringerung der Belastung von Küstengewässern mit Schadstoffen einschl. anthropogener Nährstoffe	2,7	-0,3	-5,5	2,7	1,7	5,2
<b>N6 Globales Klima: Begrenzung des anthropogenen globalen Klimawandels</b>	<b>2,0</b>	<b>-3,2</b>	<b>-7,2</b>	<b>4,6</b>	<b>2,0</b>	<b>5,3</b>
N6.1 Verhinderung bzw. Verringerung der Freisetzung von Treibhausgasen (THG)	2,2	-1,4	-4,1	3,0	1,6	3,3
N6.2 Verringerung der THG-Konzentrationen in der Atmosphäre	2,0	-1,8	-3,1	1,6	0,4	2,1
<b>N7 Lokales Klima: Erhaltung bzw. Verbesserung der lokalen klimatischen Verhältnisse</b>	<b>2,2</b>	<b>-0,7</b>	<b>-4,2</b>	<b>4,4</b>	<b>4,1</b>	<b>6,4</b>
N7.1 Vermeidung bzw. Verminderung der Aufheizung von Flächen oder Baukörpern	1,2	-0,1	-1,0	1,1	0,7	1,7
N7.2 Erhaltung bzw. Verbesserung der Kaltluftzufuhr	1,2	-0,1	-0,6	1,2	0,8	1,8
N7.3 Erhaltung bzw. Schaffung von Mikroklimaräumen in der Landschaft, die eine temperatur- und feuchtigkeitsregulierende Funktion haben	2,0	-0,2	-1,7	2,0	1,9	2,9
N7.4 Verhinderung bzw. Verringerung negativer Folgen von Starkwindereignissen	1,2	-0,3	-0,8	0,0	0,7	0,1
<b>N8 Luft: Erhaltung bzw. Verbesserung der Luftqualität</b>	<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	<b>-3,6</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>5,2</b>
N8.1 Vermeidung bzw. Verminderung ökotoxischer Immissionen einschließlich anthropogener Nährstoffe	2,1	-0,2	-2,0	1,4	1,1	2,0
N8.2 Erhaltung bzw. Schaffung von Frischluftentstehungsgebieten	1,9	0,3	-1,1	1,4	1,8	2,2



Entwicklungsziele	Gewicht	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
		Grünland, Weide	Mais	Paludikultur, Schilf	KUP, Weiden	nat. Niedermoor
N8.3 Erhaltung bzw. Verbesserung der Frischluftzufuhr	1,1	0,1	-0,5	0,4	0,6	1,0
<b>N9 Lebensräume/Arten/genetische Ressourcen: Erhaltung bzw. Erhöhung der biologischen Vielfalt</b>	<b>2,8</b>	<b>2,4</b>	<b>-7,5</b>	<b>4,2</b>	<b>3,2</b>	<b>7,5</b>
N9.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume, Ökosysteme und Biotope einschl. Sicherung und Förderung der Austauschbeziehungen zwischen Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen	2,8	0,1	-1,6	0,8	0,6	1,8
N9.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Habitatvielfalt in der Landschaft	2,3	0,1	-1,2	0,7	0,6	1,5
N9.3 Sicherung bzw. Verbesserung des Erhaltungszustandes lokaler oder biogeographischer Populationen typischer und gefährdeter Arten einschließlich ihrer Lebensstätten	2,4	0,4	-1,3	0,6	0,4	1,6
N9.4 Minimierung anthropogener Immissionen in ökologisch sensiblen Bereichen	2,2	0,0	-1,2	0,5	0,4	1,1
N9.5 Erhaltung bzw. Erhöhung der Agrobiodiversität	2,7	0,8	-0,7	0,4	0,2	0,1
N9.6 Begrenzung der Verbreitung invasiver Tier- und Pflanzenarten	1,6	0,3	-0,2	0,3	0,3	0,0
N9.7 Vermeidung bzw. Verminderung ökologischer Risiken durch die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen	2,4	0,8	-1,3	0,9	0,6	1,3
<b>N10 Landschaft: Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Vielfalt und Eigenart von Landschaften</b>	<b>2,9</b>	<b>3,6</b>	<b>-7,0</b>	<b>6,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,3</b>
N10.1 Erhaltung bzw. Wiederherstellung natürlicher oder naturnaher Landschaftselemente	2,7	-0,6	-5,7	3,5	2,2	5,7
N10.2 Erhaltung bewirtschaftungsabhängiger Kulturlandschaftselemente	2,6	4,3	-1,2	3,1	1,5	-2,4
<b>Soziale Entwicklungsziele</b>						
<b>S1 Bevölkerung: Förderung einer optimalen Bevölkerungsentwicklung</b>	<b>2,1</b>	<b>1,3</b>	<b>-2,0</b>	<b>-1,3</b>	<b>0,7</b>	<b>-1,1</b>
S1.1 Erhaltung bzw. Schaffung der angestrebten Bevölkerungszahl	1,6	0,6	-0,6	-0,6	0,0	-1,1
S1.2 Erhaltung bzw. Schaffung der angestrebten Bevölkerungsstruktur	2,0	0,7	-1,4	-0,7	0,7	0,0

Entwicklungsziele	Gewicht	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
		Grünland, Weide	Mais	Paludikultur, Schilf	KUP, Weiden	nat. Niedermoor
<b>S2 Lebensbedingungen: Erhaltung bzw. Verbesserung der materiellen Lebensbedingungen</b>	<b>2,4</b>	<b>1,4</b>	<b>4,8</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>-3,0</b>
S2.1 Sicherung bzw. Verbesserung der finanziellen Lage privater Haushalte	2,1	0,4	2,2	1,5	1,9	-1,1
S2.2 Erhaltung bzw. Schaffung bedarfsgerechter Infrastrukturen	2,5	0,4	1,8	0,4	0,0	-1,3
S2.3 Erhaltung bzw. Schaffung eines bedarfsgerechten Wohnraumangebots	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S2.4 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes von privatem Eigentum	1,6	0,6	0,9	0,3	0,0	-0,6
<b>S3 Gesundheit: Sicherung bzw. Verbesserung der Gesundheit der Bevölkerung</b>	<b>2,4</b>	<b>6,2</b>	<b>-11,4</b>	<b>0,3</b>	<b>2,2</b>	<b>5,2</b>
S3.1 Vermeidung bzw. Verminderung gesundheitsgefährdender oder belastigender Expositionen	2,0	0,8	-2,6	-0,5	0,0	0,8
S3.2 Verhinderung bzw. Verringerung von Gesundheitsrisiken durch Extremwetterereignisse	1,8	0,0	-2,1	1,4	1,1	2,1
S3.3 Verhinderung bzw. Begrenzung der Ausbreitung von Krankheitserregern bzw. -überträgern	2,0	1,0	-1,0	-0,8	-0,5	-0,8
S3.4 Verbesserung des Angebots an gesunden Lebensmitteln	2,6	2,1	-1,7	-2,1	-1,0	-2,1
S3.5 Erhaltung bzw. Verbesserung von Erholungsmöglichkeiten	2,5	2,3	-3,9	2,3	2,6	5,2
<b>S4 Kultur: Stärkung von Kultur, Bildung und regionaler Identität</b>	<b>2,4</b>	<b>10,1</b>	<b>-3,5</b>	<b>4,1</b>	<b>3,1</b>	<b>1,2</b>
S4.1 Erhaltung bzw. Verbesserung des Angebots an Kultur- und Bildungseinrichtungen	2,5	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4
S4.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Kulturlandschaft	2,0	4,1	0,6	0,3	0,0	-3,4
S4.3 Erhaltung von Kulturdenkmälern	2,0	1,6	-1,3	0,9	0,6	-0,3
S4.4 Erhaltung bzw. Schaffung von Identifikationsmöglichkeiten mit der Region	2,6	4,5	-2,9	2,5	2,1	4,5
<b>Ökonomische Entwicklungsziele</b>						
<b>W1 Regionale Wirtschaft / Unternehmen: Verbesserung bzw. Stabilisierung der wirtschaftlichen Lage</b>	<b>2,5</b>	<b>-0,3</b>	<b>18,1</b>	<b>8,0</b>	<b>8,9</b>	<b>-14,0</b>

Entwicklungsziele	Gewicht	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
		Grünland, Weide	Mais	Paludikultur, Schilf	KUP, Weiden	nat. Niedermoor
W1.1 Erhaltung bzw. Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur und Wertschöpfung	2,8	1,4	4,7	2,8	2,8	-4,2
W1.2 Stabilisierung bzw. Verbesserung der Ertragslage regionaler Unternehmen	2,5	1,3	5,6	3,0	3,9	-4,7
W1.3 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes betrieblichen Anlagevermögens	2,0	-1,0	2,7	0,3	0,3	-2,7
W1.4 Sicherung bzw. Schaffung von Arbeitsplätzen	2,8	-0,5	2,8	1,9	1,9	-2,4
W1.5 Optimierung des Wirtschaftsverkehrs	2,3	-1,5	2,3	0,0	0,0	0,0
<b>W2 Öffentliche Haushalte: Verbesserung bzw. Stabilisierung der finanziellen Handlungsfähigkeit der öffentlichen Haushalte</b>	<b>2,3</b>	<b>-1,6</b>	<b>10,0</b>	<b>4,3</b>	<b>4,0</b>	<b>-11,3</b>
W2.1 Stabilisierung bzw. Verbesserung der Kommunalfinanzen	2,5	0,0	7,5	4,3	3,2	-6,5
W2.2 Erhaltung bzw. Steigerung des Wertes öffentlichen Vermögens	1,9	-1,6	2,4	0,0	0,8	-4,9
<b>W3 Ressourcen: Sicherstellung der Verfügbarkeit von Ressourcen</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5</b>	<b>-1,8</b>	<b>11,0</b>	<b>10,7</b>	<b>-9,3</b>
W3.1 Erhaltung bzw. Ausdehnung land- und/oder forstwirtschaftlich nutzbarer Flächen	1,4	1,7	0,8	0,9	0,9	-1,7
W3.2 Erhaltung bzw. Wiederherstellung der (natürlichen) Bodenfruchtbarkeit (Landwirtschaft)	2,4	-1,5	-3,5	1,0	0,6	-1,2
W3.3 Sicherung bzw. Bereitstellung attraktiver Standorte für Gewerbe und Industrie	1,4	-0,1	0,8	0,2	0,2	-1,1
W3.4 Sicherung bzw. Schaffung eines nachhaltig nutzungsfähigen Grundwasserdargebots	2,4	-1,2	-2,9	2,7	1,9	2,1
W3.5 Verbesserung der Ressourceneffizienz	1,6	-0,3	-0,8	0,8	0,9	0,9
W3.6 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe	1,1	0,2	1,3	1,1	1,3	-1,1
W3.7 Erhöhung der Erzeugung und des Einsatzes erneuerbarer Energien	1,3	0,2	1,2	1,1	1,2	-0,9
W3.8 Erhöhung der Gewinnung und des Einsatzes von Sekundärrohstoffen	1,6	0,0	-0,5	0,7	0,7	-1,6
W3.9 Erhöhung der Verfügbarkeit von Energie aus heimischen Quellen	1,9	0,2	2,6	2,3	2,4	-1,4

Entwicklungsziele	Gewicht	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5
		Grünland, Weide	Mais	Paludikultur, Schilf	KUP, Weiden	nat. Niedermoor
W3.10 Erhöhung der Verfügbarkeit von Rohstoffen aus heimischen Quellen	1,8	0,0	0,3	1,6	1,8	-1,3
W3.11 Erhöhung der Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln aus heimischer Produktion	2,6	2,3	-1,1	-1,3	-1,3	-2,1
Ökologische Ziele		-11,4	-74,4	50,7	32,7	73,3
Soziale Ziele		19,0	-12,0	5,3	7,9	2,2
Ökonomische Ziele		-0,5	26,3	23,4	23,6	-34,6
<b>Gesamt</b>		<b>7,1</b>	<b>-60,1</b>	<b>79,4</b>	<b>64,2</b>	<b>40,9</b>

Die höchsten Gesamtbewertungen erhielten die beiden Szenarien mit Bewirtschaftung nasser Flächen (Paludikultur, Schilf und Kurzumtriebsplantagen mit Weiden). Das Szenario '-Maisanbau' schnitt bei der ökonomischen Teilbewertung zwar etwas besser ab als die Paludikultur-Szenarien, erreichte aber aufgrund stark negativer Werte bei der ökologischen und negativer Werte bei der sozialen Teilbewertung den schlechtesten Gesamtwert. Unter sozialen Gesichtspunkten erzielte das Szenario, in dem die derzeitige Grünlandnutzung fortgeschrieben wird, das beste Ergebnis. Das ist vor allem auf hohe Punktzahlen bei der Bewertung möglicher gesundheitlicher Auswirkungen und des Beitrags zur Förderung regionaler Identität im Vergleich mit den anderen Nutzungsoptionen zurückzuführen. Für das Szenario 'Nutzungsaufgabe und Renaturierung' gab es, wie zu erwarten, eine hohe ökologische Bewertung, aber die ökonomische Bewertung fiel negativ aus. Der positive Effekt, der sich für den Tourismus ergeben könnte, wurde von den befragten Experten offensichtlich nicht so hoch eingeschätzt wie der einer landwirtschaftlichen Nutzung.

Im Rahmen des VIP-Projekts wurde eine ca. 1600 ha große Fläche im Thurbruch, einem Niedermoorgebiet im Süden der Insel Usedom, für vertiefende Untersuchungen zu den Möglichkeiten einer standortgerechten Nutzung ausgewählt. Für dieses Gebiet wurden mehrere Szenarien für die zukünftige Nutzung entwickelt, deren Nachhaltigkeit mit Hilfe des beschriebenen Verfahrens untersucht wird (Kleinhüchelkotten & Neitzke 2014).

## 6 Zusammenfassung

Als Grundlage für die Arbeit an Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Landnutzungen diente eine Definition des Begriffs 'Nachhaltige Landnutzung', die weitgehend dem Nachhaltigkeitskonzept der Enquete-Kommission 'Schutz des Menschen und der Umwelt' des Deutschen Bundestags aus dem Jahr 1998 entspricht. Zur Operationalisierung des Leitbilds 'Nachhaltige Landnutzung' wurden in einem mehrstufigen transdisziplinären Prozess 68 ökologische, soziale und ökonomische Ziele formuliert und gewichtet. Über die Gewichtungsfaktoren können spezifische regionale Gegebenheiten und/oder Zielsetzungen berücksichtigt werden. In einem parallelen Verfahren wurden die Ziele identifiziert,

bei denen sich Aktivitäten zu ihrer Erreichung auf viele andere Ziele auswirken bzw. die von den Aktivitäten in vielen anderen Zielbereichen beeinflusst werden.

In einem interdisziplinären Prozess, an dem mehrere Forschungsverbände aus dem BMBF-Förderprogramm 'Nachhaltiges Landmanagement' beteiligt waren, wurden aus einem Katalog von Vorschlägen jene Indikatoren ausgewählt, die am besten zur Messung und Kommunikation des Beitrags konkreter Landnutzungen zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele geeignet sind. In einem weiteren Arbeitsschritt wurde anhand der Gewichtungsfaktoren für die Nachhaltigkeitsziele ein Satz von 21 Kernindikatoren zusammengestellt.

Die den 68 Entwicklungszielen zugeordneten Indikatoren oder ggf. die 21 Kernindikatoren können genutzt werden, um die Nachhaltigkeit bereits realisierter Landnutzungen zu messen. Die Anwendung der 68 Entwicklungsziele zur vergleichenden Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener Nutzungsoptionen für eine Fläche wurde am Beispiel einer 120 ha großen Niedermoorfläche erprobt.

## Literatur

(weitere Literaturangaben s. Indikatoren bzw. Indikatorensysteme mit zumindest teilweise Bezug zum Landmanagement)

- Baranek E., Walk H., Fischer C. et al. 2005: Partizipation und Nachhaltigkeit. Reflektionen über Zusammenhänge und Vereinbarkeiten. Querschnittsarbeitsgruppe Partizipation (Hrsg.). Diskussionspapier, München
- Behrendt & Neitzke 2002: Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung. Abschlussbericht zum gleichnamigen Vorhaben. (s. a.: <http://indikatoren.ecolog-institut.de/Konzept.htm>)
- Behrendt D. & Neitzke H.-P. 2003: Datenbank Nachhaltigkeitsindikatoren für Kommunen und Regionen - A21 base. Gefördert durch die Niedersächsische Umweltstiftung. [www.indikatoren.ecolog-institut.de](http://www.indikatoren.ecolog-institut.de)
- Behrendt D., Fiedrich G., Kleinhüchelkotten S. & Neitzke H.-P. 2010b: Leitfaden Flächenbewertung. Hannover
- Behrendt D., Kleinhüchelkotten S., Kloten M. & Neitzke H.-P. 2009: Boden- und Flächenbewertung. In: Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.): Nachhaltiges Flächenmanagement in Kommunen und Regionen. Berlin
- Behrendt D., Kleinhüchelkotten S., Kloten M. & Neitzke H.-P. 2010a: Kriterien für die Nachhaltigkeit der Nutzung und die Vermarktbarkeit städtischer Brachflächen. In: Frerichs S., Lieber M. & Preuß T. (Hrsg.): Flächen- und Standortbewertung für ein nachhaltiges Flächenmanagement. Methoden und Konzepte, Beiträge aus der REFINA-Forschung, Reihe REFINA Band V, Berlin
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2010: Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. BMU, Berlin
- Deutscher Bundestag 1998: Abschlußbericht der Enquete-Kommission 'Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung'. Deutscher Bundestag, Drucksache 13/11200, 26. Juni 1998, (<http://dip.bundestag.de/btd/13/112/1311200.pdf>)
- Goodman R. & Daly H.E. 2004: Die Notwendigkeit und Dringlichkeit ökologischer Nachhaltigkeit. Natur und Kultur 5(2): 29-48
- Kleinhüchelkotten S. 2005: Suffizienz und Lebensstile. Ansätze für eine milieuorientierte Nachhaltigkeitskommunikation. Berliner Wissenschaftsverlag, Berlin
- Kleinhüchelkotten S. & Neitzke H.-P. 2014: Nachhaltige Nutzung von Niedermoorstandorten: Szenarien für das Thurbruch/Insel Usedom. VIP-Projektbericht. ECOLOG-Institut, Hannover, in Vorbereitung
- Neitzke H.-P., Korczak D., Hoffmann A., Zipf M. & Vollmer C. 2004: Nachhaltigkeitsindikatoren für den Kommunalwettbewerb 'Die Zukunftsfähige Kommune'. Deutsche Umwelthilfe, Radolfzell
- Nussbaum M. 2003: Frauen und Arbeit – Der Fähigkeitenansatz. Z. Wirtschafts- u. Unternehmensethik 4(1): 8-31
- Ott K. & Döring R. 2004: Theorie und Praxis starker Nachhaltigkeit. Metropolis-Verlag, Marburg
- Statistisches Bundesamt 2012: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2012. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Stoltenberg U. 2010: Kultur als Dimension eines Bildungskonzepts für eine nachhaltige Entwicklung. In: Parodi O., Banse G. & Schaffer A. (Hrsg.): Wechselspiele: Kultur und Nachhaltigkeit. edition sigma, Berlin, S. 293-311

## Internet-Links

www1: Paludikultur. <http://www.paludiculture.uni-greifswald.de/de/index.php> [13.01.2014]

## Literatur zu Indikatoren bzw. Indikatorensystemen mit zumindest teilweise Bezug zum Landmanagement

- Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg 1997: Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg. Spektrum der Wissenschaften 6: 128-132
- Albowitz J. 1998: Sanfter Tourismus in Ostfriesland. Erarbeitung einheitlicher Kennziffern zur Bewertung des Fremdenverkehrs auf kommunaler Ebene mit dem Ziel der Sicherung und Förderung der nachhaltigen regionalen Entwicklung oder „Einheitliche Kennziffern zur Bewertung von Fremdenverkehrsorten“. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Göttingen
- Baumgartner Ch. 2002: Prozessorientiertes Bewertungsschema für Nachhaltigkeit im Tourismus. Institut für Integrativen Tourismus und Freizeitforschung, Diss., Wien
- Behrendt D. & Neitzke H.-P. 2003: Datenbank Nachhaltigkeitsindikatoren für Kommunen und Regionen - A21 base. [www.indikatoren.ecolog-institut.de](http://www.indikatoren.ecolog-institut.de) (Zugriff: 22.3.2011)
- Behrendt D., Fiedrich G., Kleinhüchelkotten S. & Neitzke H.-P. 2010: Leitfaden Flächenbewertung. Hannover
- Behrendt D., Kleinhüchelkotten S., Klotten M. & Neitzke H.-P. 2009: Boden- und Flächenbewertung. In: Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.): Nachhaltiges Flächenmanagement in Kommunen und Regionen. Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin
- Behrendt D., Kleinhüchelkotten S., Klotten M. & Neitzke H.-P. 2010: Kriterien für die Nachhaltigkeit der Nutzung und die Vermarktbarkeit städtischer Brachflächen. In: Frerichs S., Lieber M. & Preuß T. (Hrsg.): Flächen- und Standortbewertung für ein nachhaltiges Flächenmanagement. Methoden und Konzepte, Beiträge aus der REFINA-Forschung, Reihe REFINA Band V, Berlin
- BfN - Bundesamt für Naturschutz 2007: Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt. [http://www.bfn.de/fileadmin/NHI/documents/flyer\\_nachhaltigkeitsindikator.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/NHI/documents/flyer_nachhaltigkeitsindikator.pdf) (Zugriff 22.3.2011)
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2010: Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Berlin [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/indikatorenbericht\\_nbs.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/indikatorenbericht_nbs.pdf) (Zugriff 27.3.2011)
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit) 2003: Energieindikatoren Deutschland. Berlin. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/br-energieindikatoren,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> (Zugriff 27.3.2011)
- Buchgeister J. 2012: Übersicht über Umweltindikatoren. Modelle und Methoden der Umweltwirkungsabschätzung in der Ökobilanzierung. *umwelt-medizin-gesellschaft* 25 (1): 12-20
- Bundesregierung 2010: Fortschrittsbericht 2010 zur Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Berlin
- Bundesregierung 2012: Fortschrittsbericht 2012 zur Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Berlin
- COST E9 WG 2 (European Cooperation in Science and Technology, Cost Action E9 'Life Cycle Assessment of Forestry and Forest Products', Working Group 2) 2000: mid-term evaluation
- Deike S., Pallutt B. & Christen O. 2009: Energiebilanzierung in unterschiedlichen Anbausystemen. In: Grimm C. & Hülsbergen K.-J. (Hrsg.) 2009: Nachhaltige Landwirtschaft. Indikatoren, Bilanzierungsansätze, Modelle. Initiativen zum Umweltschutz Bd. 74, Osnabrück: 79-86
- De La Torre A., Iglesias I., Carballo M., Ramírez P. & Muñoz M.J. 2012: An approach for mapping the vulnerability of European Union Soils to Antibiotic Contamination. *Sci. Total Environ.* 414: 672-679
- DLG 2009: entnommen aus Schaffner A. & Hövelmann L. 2009: Der DLG-Nachhaltigkeitsstandard "Nachhaltige Landwirtschaft – zukunftsfähig". In: Grimm C. & Hülsbergen K.-J. (Hrsg.) 2009: Nachhaltige Landwirtschaft. Indikatoren, Bilanzierungsansätze, Modelle. Initiativen zum Umweltschutz Bd. 74, Osnabrück: 161-169
- EEA – European Environment Agency 2010: Indicators and fact sheets about Europe's environment. [http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/#c7=all&c5=&c0=10&b\\_start=30&c10=CSI](http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/#c7=all&c5=&c0=10&b_start=30&c10=CSI) (Zugriff 29.3.2011)

- Erb K.-H., Haberl H., Krausmann F., Loibl W., Schulz N. & Weisz H. 2001: Changes in ecosystem processes induced by land use: Human appropriation of aboveground NPP and its influence on standing crop in Austria. *Global Biogeochemical Cycles* 15 (4): 929-942
- Esswein H., Jaeger J., Schwarz-von Raumer H.-G. & Müller M. 2002: Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg. Zerschneidungsanalyse zur aktuellen Situation und zur Entwicklung der letzten 70 Jahre mit der effektiven Maschenweite. Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Nr. 214, Stuttgart
- EU-Kommission, GD Landwirtschaft 2001: Ein Konzept für Indikatoren der wirtschaftlichen und sozialen Dimensionen einer nachhaltigen Landwirtschaft und Entwicklung des ländlichen Raums. Brüssel
- Gemeinde Vaterstetten (Hrsg.) 1999: Nachhaltigkeitsbericht Vaterstetten. Vaterstetten
- Grimm C. & Hülsbergen K.-J. (Hrsg.) 2009: Nachhaltige Landwirtschaft. Indikatoren, Bilanzierungsansätze, Modelle. Initiativen zum Umweltschutz Bd. 74, Osnabrück
- Haaren Ch. von, Saathoff W., Bodenschatz T. & Lange M. 2010: Der Einfluss veränderter Landnutzungen auf Klimawandel und Biodiversität. *Naturschutz und biologische Vielfalt*, H. 94, Bonn-Bad Godesberg
- Haaren Ch. von, Hülsbergen K.-J. & Hachmann R. (Hrsg.) 2009: Naturschutz im landwirtschaftlichen Betriebsmanagement. EDV-Systeme zur Unterstützung der Erfassung, Bewertung und Konzeption von Naturschutzleistungen landwirtschaftlicher Betriebe. Stuttgart.  
<http://www.dbu.de/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-22730.pdf> (Zugriff 28.2.2011)
- Haberl H., Amann C., Bittermann W., Erb K., Fischer-Kowalski M., Geissler S., Hüttler W., Krausmann F., Payer H., Schandl H., Schilder S., Schulz N., Weisz H. & Winiwarter V. 2001: Die Kolonisierung der Landschaft. Indikatoren für nachhaltige Landnutzung. In: BMBWK (Hrsg.): Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft, Nr.8, Wien
- Haberl H., Krausmann F., Erb K.H., Schulz N. & Adensam H. 2002: Biomasseinsatz und Landnutzung Österreich 1995-2020. *Social Ecology Working Paper* 65, bm:bwk, Wien <http://www.uniklu.ac.at/socec/downloads/wp65.pdf> (Zugriff 28.2.2011)
- Heink U. & Kowarik I. 2010: What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological Indicators* 10: 584-593
- Heyer W., Hülsbergen K.-J., Wittmann C., Papaja S. & Christen O. 2008: Field related organisms as possible indicators for evaluation of land use intensity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98: 453-461
- Hoffmann-Kroll R., Schäfer D. & Seibel 1997: Naturvermögen in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. *Wirtschaft und Statistik* 10: 696-706
- Hülsbergen K.-J., Feil B., Biermann S., Rathke G.-W., Kalk W.-D. & Diepenbrock W. 2001: A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98: 303-321
- Hülsbergen K.-J., Feil B. & Diepenbrock W. 2002: Rates of nitrogen application required to achieve maximum energy efficiency: results of a long-term experiment. *Fields Crop Research* 77: 61-76
- Hülsbergen K.-J. 2003: Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Aachen
- Irrek W. & Thomas S. o.J.: Energieeffizienz. Wuppertal-Institut  
[http://www.wupperinst.org/uploads/tx\\_wibeitrag/energieeffizienz\\_definition.pdf](http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/energieeffizienz_definition.pdf) (Zugriff 4.3.2011)
- Job H. 1996: Modell zur Evaluation der Nachhaltigkeit im Tourismus. *Erdkunde* 50: 112-131
- NLÖ (Niedersächsisches Landesamt für Ökologie) 2001: Vorschläge der Funktionalen Arbeitsgruppe 'Nachhaltigkeit/Umweltqualität' für Umweltindikatoren in Niedersachsen. Hildesheim
- Kantelhardt J., Meyer-Aurich A., Krämer Ch., Schaller L. & Heißenhuber A. 2009: Ökonomische und soziale Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe. In: Grimm Ch. & Hülsbergen K.-J. (Hrsg.) 2009: 189-197



- Küstermann B. 2004: Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeit eines landwirtschaftlichen Betriebsystems am Beispiel eines Marktfruchtbetriebes der Magdeburger Börde. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
- Küstermann B., Wenske K., Hensel G. & Hülsbergen K.-J. 2009: Kohlenstoffkreisläufe landwirtschaftlicher Betriebssysteme und Inventur klimarelevanter Gase. In: Grimm C. & Hülsbergen K.-J. (Hrsg.) 2009: Nachhaltige Landwirtschaft. Indikatoren, Bilanzierungsansätze, Modelle. Initiativen zum Umweltschutz Bd. 74, Osnabrück: 65-78
- Küstermann B., Kainz M. & Hülsbergen K.-J. 2008a: Modeling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. *Renewable Agriculture and Food Systems* 23: 38-52
- Küstermann B., Kainz M., Christen O. & Hülsbergen K.-J. 2008b: Modeling Nitrogen Cycles of Organic and Conventional Farming Systems as Basis of Site- and Farm-Nitrogen Management (unveröffentlicht)
- Meyer-Aurich A. 2003: Agrarumweltindikatoren auf betrieblicher Ebene – Vergleich verschiedener Ansätze zur Bewertung der Umweltleistungen landwirtschaftlicher Betriebe. In: Vorstand des Dachverbandes Agrarforschung (DAF) (Hrsg. Isermeyer F): Umweltindikatoren - Schlüssel für eine umweltverträgliche Land- und Forstwirtschaft. *Agrarspectrum* 36: 51-62
- Meyer-Aurich A. 2002: Integration von Indikatoren in die Landwirtschaft. In: Schröder P., Huber B. & Munch J.C. (Hrsg.): Statusseminar 27.-29.11.2002. *FAM-Bericht* 55: 81-84
- Meyer-Aurich A., Osinski E., Matthes U., Weinfurter K. & Gerl G. 2000: Ein Ziel- und Indikatorensystem zur Entwicklung von Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Landwirtschaft im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) VDLUFA-Schriftenreihe 53/2000: 4. <http://www.weihenstephan.de/~ameyer/papers/mavdlufa.pdf> (Zugriff 4.3.2011)
- Millennium Ecosystem Approach 2003: Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. <http://www.maweb.org/en/Framework.aspx> (Zugriff 8.3.2011)
- Neitzke H.-P., Korczak D., Hoffmann A., Zipf M. & Vollmer C. 2004: Nachhaltigkeitsindikatoren für den Kommunalwettbewerb 'Die Zukunftsfähige Kommune'. Deutsche Umwelthilfe, Radolfzell
- N.I.T. (Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH) 2001: Indikatoren für die Entwicklung von nachhaltigem Tourismus im Ostseeraum. F&E-Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 67/01, Berlin
- N.I.T. (Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH) 1998: Die Touristische Umweltbilanz. Wie viel Umwelt verbraucht der Tourismus? Ein praktisches Verfahren zur Umweltbilanzierung für Tourismusorte. Leitfaden und Erfassungsbogen. Herausgegeben vom Tourismusverband Schleswig-Holstein, Kiel
- Öko-Institut 1999: Soziale und ökonomische Nachhaltigkeitsindikatoren. Freiburg/Br.
- Osinski E. 2002: Indikatoren aus der Ökosystemforschung. In: Schröder P., Huber B. & Munch J.C. (Hrsg.): Statusseminar 27.-29.11.2002, *FAM-Bericht* 55: 75-79
- Spittler R. & Atmanagara J. (ÖTE - Ökologischer Tourismus in Europa e.V.) 2002: Recherche und Auswertung bestehender Indikatoren zu Tourismus und Biodiversität auf nationaler und internationaler Ebene. Herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn/Berlin
- Pfister G. & Renn O. 1996: Ein Indikatorensystem zur Messung einer nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg. Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg Nr. 64, Stuttgart
- Pils M. & Eltschka-Schiller G. 1999: Indikatoren für Nachhaltigkeit im Tourismus. *Naturfreunde Internationale*, Wien
- Radermacher W., Zieschank R., Hoffmann-Kroll R., Nouhuys J. van, Schäfer D. & Seibel S. 1998: Entwicklung eines Indikatorensystems für den Zustand der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland mit Praxistest für ausgewählte Indikatoren und Bezugsräume. Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen Bd. 5. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

- Rodewald R., Abraham A. & Sommerhalder K. 2011: Kriterien für die gesundheitsfördernde Wirkung von Landschaft: eine neue Bewertungsmethode. *GAIA* 20 (4): 256-264
- Rücknagel J., Hofmann B., Paul R., Christen O. & Hülsbergen K.-J. 2007: Estimating precompression stress of structured soils on the basis of aggregate density and dry bulk density. *Soil & Tillage Res.* 92: 213-220
- Schilling J. 1999: Stand der Entwicklung von Umweltindikatoren im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion in Niedersachsen. Hildesheim
- Schröder D., Ruthsatz B., Müller P., Emmerling Ch., Quirin M., Neitzke M., Wehke S., Isermann K. & Knickel K. o.J.: Ableitung operativer Indikatoren für eine nachhaltige Landwirtschaft im Raum Trier.  
[http://lis4.zalf.de/home\\_zalf/institute/lisa/lisa/ergebnisse/agstruk/indikatoren/pdfs%5CC9\\_Emmerring.pdf](http://lis4.zalf.de/home_zalf/institute/lisa/lisa/ergebnisse/agstruk/indikatoren/pdfs%5CC9_Emmerring.pdf) (Zugriff 8.4.2011)
- Seiler B. 1989: Kennziffern einer harmonisierten touristischen Entwicklung – Sanfter Tourismus in Zahlen. *Berner Studien zu Freizeit und Tourismus* 24. Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus (FIT) der Universität Bern
- SIAT 2009: Sustainability Impact Assessment Tool: Environmental, social and economic effects of multi functional land use in European Regions. <http://siat.cgi-systems.nl/SiatGUI/> (Zugriff 13.1.2011)
- Siebrecht N. & Hülsbergen K.-J. 2008a: GIS-basierte Erosionsabschätzung auf der Ebene landwirtschaftlicher Betriebe. In: Grimm C. & Hülsbergen K.-J. (Hrsg.) 2009: Nachhaltige Landwirtschaft. Indikatoren, Bilanzierungsansätze, Modelle. *Initiativen zum Umweltschutz* Bd. 74, Osnabrück: 37-48
- Siebrecht N. & Hülsbergen K.-J. 2008b: Assessment of farms biodiversity with indicators in the context of sustainability. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20
- Siebrecht N. & Hülsbergen K.-J. 2008c: Biotische Umweltwirkungen in der Nachhaltigkeitsbewertung des Modells REPRO. In: Haaren Ch. von, Hülsbergen K.-J. & Hachmann R. (Hrsg.) 2009: Naturschutz im landwirtschaftlichen Betriebsmanagement. EDV-Systeme zur Unterstützung der Erfassung, Bewertung und Konzeption von Naturschutzleistungen landwirtschaftlicher Betriebe. Stuttgart. <http://www.dbu.de/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-22730.pdf> (Zugriff 13.1.2011)
- Umweltbundesamt 2004: Zusammenstellung und Auswertung geeigneter Kriterien, Indikatoren, UVP und dergleichen für die notwendige Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten bei Maßnahmen des Klimaschutzes, insbesondere bei Landnutzungsänderungen. *Reihe Climate Change*, Nr. 04/2004, Berlin
- Umweltbundesamt & Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft 2004: Entwicklung eines Umweltcontrolling- / Umweltoptimierungssystems in der Landwirtschaft. *Texte - Umweltbundesamt* 17/04., Berlin
- WTO World Trade Organization (Ed.) 1997: *What Tourism Managers Need to Know*. WTO Publications. Madrid