

Biomasse als erneuerbarer Energieträger und seine volkswirtschaftlichen Auswirkungen auf die natürliche Ressource Boden - am Beispiel der Umsetzung der Zielsetzungen des „NÖ Energiefahrplans 2030“

Grazia Bonvissuto

1. Einleitung

Die fossilen Ressourcen für die Energiegewinnung werden immer knapper und die mit ihrer Nutzung verbundenen Auswirkungen auf unsere Umwelt steigen gravierend an, welche nachweisbar Mitverursacher bzw. Beschleuniger des Klimawandels sind. Um diesen Entwicklungen auf regionaler Ebene entgegenzuwirken, hat das Land Niederösterreich im Jahr 2010 den „NÖ Energiefahrplan 2030“ veröffentlicht. Es werden darin Zielsetzungen zur Reduktion des Energieverbrauchs, zur Steigerung der Energieeffizienz und zum vermehrten Einsatz erneuerbarer Energieträger festgelegt.

Die durch die Umsetzung dieser Ziele erhoffte ‚Energierevolution‘, hat jedoch vor allem im Bereich der geplanten Ausweitung des Biomasseanbaus zur energetischen Nutzung auch ihre Tücken; der Anbau von Energiepflanzen ist mit einem hohen Flächenverbrauch verbunden. In weiterer Folge kommt es, verstärkt durch das fortwährende Bevölkerungswachstum, zu Flächennutzungskonflikten mit der Nahrungsmittel- und Werkstoffproduktion sowie dem Naturschutz. Folglich besteht ein enormer Nutzungsdruck auf der natürlichen Ressource Boden.

Nicht nur die beschriebene Problematik, sondern auch die Tatsache, dass die erneuerbaren Energieträger in letzter Zeit aus ökologischer Sicht unter großer Kritik standen, bilden den Ausgangspunkt dieser Arbeit. Der Schwerpunkt liegt dabei darin die Ziele des „NÖ Energiefahrplan 2030“ im Bereich des Biomasseanbaus zur energetischen Nutzung auf seine volkswirtschaftlichen Effekte mithilfe einer Nutzen-Kosten-Analyse zu untersuchen. Im Vordergrund steht infolge die Veranschaulichung des Wertes des Teilökosystems Boden und somit die Verdeutlichung der Problematik der nicht endlos zur Verfügung stehenden natürlichen Ressource Boden und der wachsenden Ansprüche an diese. Deswegen ist es zu allererst notwendig, die Besonderheiten des Umweltguts Boden herauszuarbeiten. Anschließend werden die unterschiedlichen Biomassetypen vor allem auf ihre ökologischen Auswirkungen untersucht, mithilfe derer schließlich die Nutzen-Kosten-Analyse durchgeführt werden kann.

Die dieser Arbeit zugrundeliegenden Forschungsfragen lauten daher wie folgt:

1. Welche volkswirtschaftlichen Auswirkungen bringt der Ausbau der Biomassenutzung zur Gewinnung erneuerbarer Energie mit sich, wenn die Ökosystemleistungen des Bodens entlohnt/monetarisiert werden würden?
2. Wie können diese zusätzlichen Kosten vermieden und eine sozialverträgliche, ökonomisch und ökologisch akzeptable Energiegewinnung aus Biomasse gewährleistet werden?

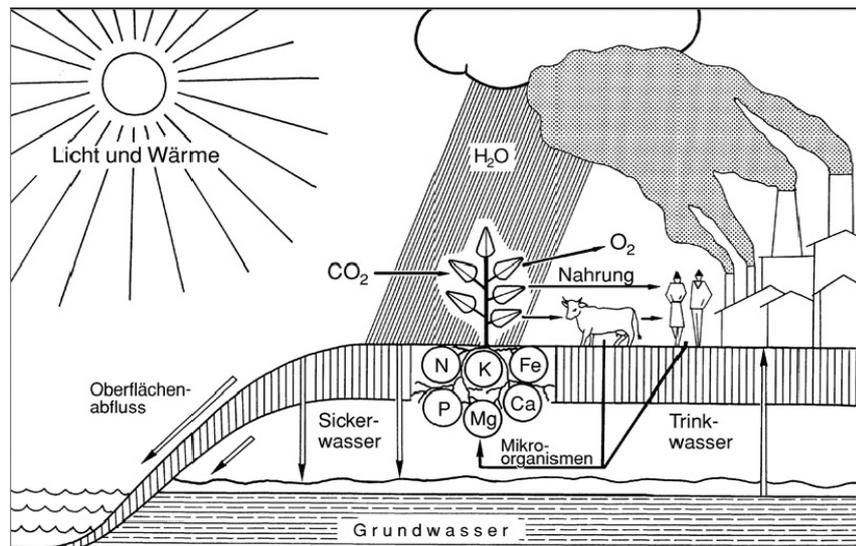
2. Boden als Träger von Biodiversität

2.1. Das Teilökosystem Boden und seine Leistungen

Böden bilden die Lebensgrundlage für Lebensgemeinschaften aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen (=Biozönose), wobei wiederum die Entstehung von Böden sehr eng an das Leben auf der Erde gebunden ist. Ergänzt durch ein Zusammenspiel mit der bodennahen Luftschicht wird der Lebensraum (=Biotop) vervollständigt und somit alle Funktionen eines Ökosystems erfüllt (Scheffer et al., 2010, S. 3f).

Innerhalb der Ökosysteme werden durch die Wechselbeziehungen zwischen Lebensraum und den Lebensgemeinschaften ‚Leistungen‘ erbracht, die zur Produktion von ‚Gütern‘ führen. Diese Leistungen und Güter bringen auch für die Menschen einen erheblichen Nutzen mit sich (siehe Abbildung 1).

Das „Millennium Ecosystem Assessment“ (MA) hat verschiedene Funktionsgruppen von Ökosystemen definiert, denen die Leistungen und Güter von Ökosystemen zugeteilt werden können, wobei eine eindeutige Trennung der einzelnen Funktionen nicht immer gegeben ist. Die Ökosystemleis-



Quelle: Scheffer et al., 2010, S. 3.

Abb. 1. Stellung und Funktion von Böden in der Ökosphäre

tungen werden dabei als direkte und indirekte Beiträge des Ökosystems auf das menschliche Wohl definiert (De Groot et al., 2010, S. 19). Diese vier Kategorien lauten wie folgt (MA, 2005a, S. 40; Europäische Kommission, 2009, S. 2):

- *Provisioning Service*: Leistungen für das menschliche Überleben,
- *Regulating Service*: grundlegende ökologische Prozesse zur Erhaltung der Lebensgrundlage aller Lebewesen,
- *Cultural Service*: Beiträge zur Befriedigung intellektueller und emotionaler menschlicher Bedürfnisse,
- *Supporting Service*: Basis aller anderen Ökosystemfunktionen.

Derzeit werden die meisten Ökosystemleistungen, sowohl mengen- als auch wertmäßig betrachtet, als gegeben angenommen und unentgeltlich konsumiert und tragen somit zum menschlichen Wohlergehen bei (Getzner, 2011, S. 14). Für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen muss jedoch gewährleistet sein, dass die Funktion der Böden erhalten bleibt. Ein besonderer Indikator für die Funktionsfähigkeit von Böden ist das Vorhandensein von Biodiversität.

2.2. Zusammenspiel zwischen Ökosystemen, Biodiversität und der menschlichen Wohlfahrt

2.2.1. Einfluss der Biodiversität auf die Bereitstellung von Ökosystemleistungen

Der Begriff Biodiversität umfasst die Vielfalt des Lebens. Darunter fallen neben der Artenvielfalt auch die Vielfalt an Ökosystemen sowie die Vielfalt an Genen (Biologische Vielfalt, 2011, online nach CBD, 1992, Art. 2). Aus dieser Definition lässt sich bereits ableiten, dass die Biodiversität

in enger Beziehung zu Ökosystemen steht. Sie sind durch sogenannte Wechselwirkungen untrennbar miteinander verbunden. Denn einerseits bilden die Ökosysteme die Grundlage für das Vorkommen biologischer Vielfalt und andererseits ermöglicht die Biodiversität die Produktion von Ökosystemdienstleistungen (Ökosystem Erde, 2012, online). Folglich sind es nicht nur die Leistungen der Ökosysteme, sondern auch die Biodiversität, die die Lebensgrundlage für unsere Gesellschaft bilden (Hansjürgens et al., 2012, S. 3).

Laut Weigel et al. (2007) ist die Frage, welche Wichtigkeit die Vielfalt der Organismen für die Funktion von Ökosystemen hat, d.h. wie sich Biodiversität und die Ökosystemfunktionen gegenseitig beeinflussen, noch nicht eindeutig geklärt. Die Autoren dieser Studie haben daher Hypothesen erarbeitet, die besagen, dass Artenreichtum nicht ausschließlich positive Effekte für das Ökosystem mit sich bringen muss und dass artenarme Systeme nicht unbedingt schlecht sein müssen (Weigel et al., 2007, S. 43). Zusammenfassend kann dennoch festgehalten werden, dass bei Veränderungen der Biodiversität oder der Ökosystemleistungen in jedem Fall mit Auswirkungen zu rechnen ist, diese können sich allerdings in ihrer Intensität und ihrem Vorzeichen unterscheiden. Mit Sicherheit kann jedoch davon ausgegangen werden, dass – zumindest aus anthropozentrischer Sicht – die biologische Vielfalt als erhaltenswürdig gilt.

2.2.2. Beziehungssystem zwischen Biodiversität, Ökosystemleistungen und der menschlichen Wohlfahrt

Das menschliche Wohlergehen ist grundsätzlich vom Zustand der Ökosysteme der Erde abhängig. Denn diese erbringen lebensnotwendige Leistungen, wie beispielsweise die Bereitstellung von Nahrungsmitteln und Wasser sowie die Klimaregulierung und das Angebot an Freizeitmöglichkeiten (MA, 2005a, S. 49). Diese Abhängigkeit gilt wie bereits erwähnt auch für das Teilökosystem Boden.

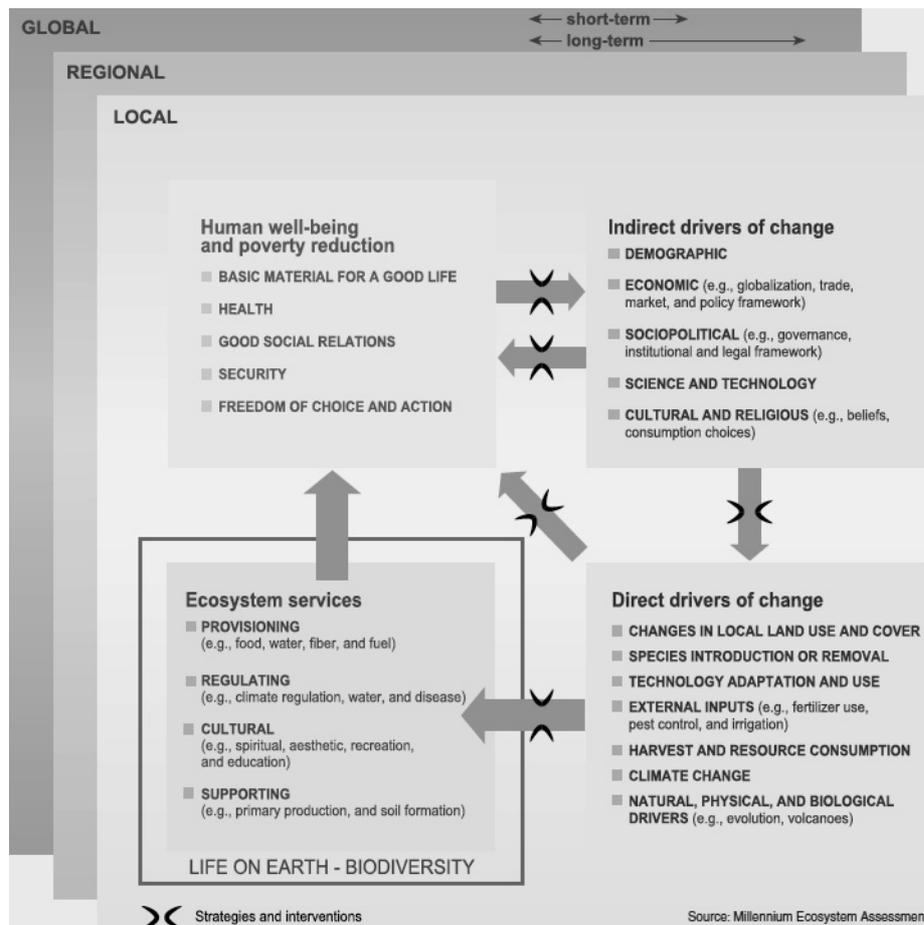
Zur Untersuchung des genauen Zusammenhangs zwischen den Ökosystemfunktionen und dem menschlichen Wohlergehen wird dieses als Verbindung folgender fünf Elemente definiert: Grundlegende materielle Bedürfnisse für ein gutes Leben, Gesundheit, stabiles soziales Beziehungsgefüge, Sicherheit sowie die Wahl- und Handlungsfreiheit (MA, 2005a, S. 50). Diese Bestandteile des Wohlergehens sind wiederum in gewisse Faktoren unterteilt, deren Ausprägung ausschlaggebend für die positive oder negative Beurteilung der menschlichen Wohlfahrt ist.

Grundannahme ist das Vorhandensein von Biodiversität zur Erbringung von Ökosystemleistungen, die ihrerseits in Beziehung zu den Faktoren des menschlichen Wohlergehens stehen. Durch eine veränderte Biodiversität bzw. durch den Wegfall oder Zunahme an Ökosystemleistungen verändert sich somit auch die menschliche Wohlfahrt. Eine Änderung des menschlichen Wohlbefindens führt schließlich über direkte oder indirekte Wege wiederum zu Veränderungen der Zusammensetzung der Biodiversität und in weiterer Folge zu Auswirkungen auf die Bereitstellung von Ökosystemleistungen (siehe Abbildung 2). Die Einflussfaktoren auf das Beziehungssystem lassen sich allerdings nicht nur in direkt oder indirekt, sondern auch hinsichtlich ihrer räumlichen und zeitlichen Ausprägungen unterscheiden. (MA, 2005b, S. 58).

3. Biomasse als erneuerbarer Energieträger

3.1. Nutzungsmöglichkeiten, Flächenbedarf und Flächennutzungskonflikte

Es handelt sich bei Biomasse um Pflanzen und Pflanzenbestandteile, die als vielseitige Energieträger, sowohl zur Wärmeerzeugung, als auch als Treibstoff oder zur Stromproduktion herangezogen und dafür in festem, flüssigem oder gasförmigem Zustand genutzt werden können. Zu einem weiteren Vorteil der Biomasse zählen die gute Lagerfähigkeit und die daraus resultierende räumliche und zeitliche Flexibilität. Trotz der zahlreichen Vorzüge kann die Annahme wissenschaftlich nicht unterstützt werden, dass die energetische Nutzung von Biomasse die fossilen Rohstoffe ersetzen und die Treibhausgaswirkungen eigenständig eindämmen wird (Faulstich et al., 2008, S. 172) und zwar aus Gründen der vorhandenen konkurrierenden Nutzungen und der noch bestehenden hohen Importe von Biomasse zur Energieerzeugung. Im Bereich der Wärmeerzeugung hat Biomasse in Form der natürlichen Ressource Holz einen traditionellen Hinter-



Quelle: MA, 2005b, S. VII.

Abb. 2. Einfluss der Änderungsfaktoren auf die Wechselbeziehungen zwischen Ökosystemleistungen, Biodiversität und dem menschlichen Wohlergehen

grund. Weitere Formen energetischer Nutzung von Biomasse spielte bis jetzt nur eine untergeordnete Rolle, haben aber in den letzten Jahren durch die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung und der Beimischung von Biotreibstoffen zu Benzin und Diesel an Bedeutung gewonnen (Amt der NÖ Landesregierung, 2010a, S. 20; e-control, 2009, online). Infolgedessen kommt es zu einem steigenden Bedarf an zusätzlicher Fermentationsbiomasse (Fermentation = alkoholische Gärung), der einen vermehrten Anbau von Energiepflanzen und einen Anstieg in der Verwertung von Grünschnitt mit sich bringt (DRL, 2006, S. 58).

Zur Energiegewinnung mittels Biomasse sind große Flächen notwendig, da die angebauten Energiepflanzen meist nur über eine sehr geringe räumliche Energiedichte verfügen (DRL, 2006, S. 58). Während bei Windkraftanlagen 5,7 ha und bei Photovoltaik-Anlagen sogar 4,4 ha Fläche ausreichend wäre, würden für den Betrieb einer Biogasanlage zur Produktion von 1 GWh an Endenergie bereits 102 ha benötigt (Bosch et al., 2011, S. 116). Allerdings gibt es auch Möglichkeiten der Biomassenutzung, die in dem Sinne keine zusätzlichen Flächen in Anspruch nehmen, da sie Abfallprodukte (z.B. Schnittgut aus der Landschaftspflege) zur Energiegewinnung nutzen. Der Output an gewonnener Energie pro Hektar ist bei der Nutzung von Abfallprodukten zwar eher gering, dennoch kann diese Form der Energiegewinnung sowohl aus ökonomischer, als auch ökologischer Sicht als sinnvoll erachtet werden.

Aufgrund der aufgezeigten Unterschiede der Erträge pro Hektar und der damit gewonnenen Energie, hat man schließlich im Laufe der Zeit erkannt, dass es nicht nur die ‚gute‘ erneuerbare Energie gibt, sondern ähnlich wie bei den ‚schlechten‘ fossilen und nuklearen Energiegewinnungsmöglichkeiten zeitweise ebenfalls mit zusätzlichen Kosten gerechnet werden muss. Zu diesen Kosten zählen neben den ökonomischen Investitionen zur Bereitstellung der Anlagen die „*Opportunitätskosten¹ bei der Landnutzung einschließlich des Naturschutzes*“ (DRL, 2006, S. 36).

Die große Herausforderung beim Ausbau der energetischen Nutzung von Biomasse liegt folglich in der optimalen Nutzung der knappen Flächenressourcen. Dabei gilt es sich allerdings nicht nur zwischen den einzelnen Biomasseanbauarten zur energetischen Nutzung zu entscheiden, sondern auch eine optimale Verteilung zwischen der energetischen und der stofflichen Nutzung von Biomasse (z.B. als Holzwerkstoff für die Spanplatten oder Papierindustrie) zu finden. Zukunftserwartungen verschiedenster Branchen treffen auf einer begrenzten Anbaufläche aufeinander. Derzeit steht dabei neben der Lebensmittelproduktion die Gewinnung von Wärme, Strom und Kraftstoff im Vordergrund, um die energiepolitischen Ziele auf nationaler und internationaler Ebene erfüllen zu können und dadurch dem Klimawandel entgegenzuwirken und den Naturschutz auszubauen (Faulstich et al., 2008, S. 172). Die Umsetzung des Ausbaus des Biomasseanbaus ist

folglich eine schwierige Aufgabe, die von zahlreichen Aspekten abhängig ist und nicht von Grund auf als positiv bezeichnet werden kann. Für eine nachhaltige Biomassenutzung gilt es daher die erneuerbaren Energieträger aus ökologischer und ökonomischer Sichtweise zu bewerten und die Auswirkungen abzuwägen.

3.2. Ökologische und ökonomische Auswirkungen des Biomasseanbaus

Wie aus den obenstehenden Ausführungen hervorgeht hat sich die Annahme von DER guten erneuerbaren Energie nicht immer bewahrheitet. Somit sind mit der energetischen Nutzung von Biomasse nicht ausschließlich positive Auswirkungen auf die ökologischen Gegebenheiten verbunden. Unterstützt wird diese Aussage mithilfe der Ergebnisse der ökologischen Analyse in Tabelle 1. Dabei wurden die ökologischen Wirkungen des Biomasseanbaus mit den in der europäischen Bodenschutzstrategie festgelegten Bodengefährdungspotentialen in Beziehung gesetzt.

Mithilfe der ökologischen Analyse wird ersichtlich, dass die Ausweitung des Biomasseanbaus vor allem auf jenen Flächen stattfindet, welche derzeit der landwirtschaftlichen Produktion dienen. Weiters zeigt die ökologische Analyse, dass neben der Anbauweise der Biomasse vor allem die vorangehende Nutzung das Ausmaß der Beeinträchtigung der Bodenfunktion bestimmt. Bei der Umsetzung des Ausbaus des Biomasseanbaus liegt daher eine bedeutende Aufgabe darin, die ermittelten Risiken und Chancen abzuwägen, um sich der vorhandenen natürlichen Nutzungsgrenzen sowie dem Konfliktpotential in land- und forstwirtschaftlichen Ökosystemen bewusst zu werden, um abschließend zu einer standortgerechten Bewirtschaftung zu gelangen (Rode et al., 2005, S. 156). Neben den Umweltwirkungen durch den Wechsel zur Energielandwirtschaft spielen auch ökonomische Aspekte eine bedeutende Rolle, die in weiterer Folge kurz erläutert werden.

Im Rahmen der ökonomischen Analyse der energetischen Biomassenutzung kann man einerseits zwischen einer betriebswirtschaftlichen und andererseits einer volkswirtschaftlichen Betrachtungsweise unterscheiden. Die betriebswirtschaftliche Situation von Anlagen zur Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoff aus Biomasse wird im Rahmen dieser Arbeit außer Acht gelassen und das Augenmerk auf die volkswirtschaftlichen Effekte des Biomasseanbaus gelegt.

In den derzeit bekannten Studien zur Ermittlung gesamtwirtschaftlicher Folgen stehen die Entwicklung der Beschäftigungssituation und das Bruttoinlandsprodukt im Mittelpunkt der Untersuchungen. Folglich werden ökologische Kosten und Nutzeffekte nicht berücksichtigt. Eine Verbesserung der landschaftlichen Gegebenheiten, die zu verkürzten Wegen und somit geringeren Reisekosten im Rahmen der Freizeitgestaltung führen oder eine veränderte Wasserqualität, die einen geringeren oder vermehrten Zukauf von Trinkwasser mit sich bringt, spielen folglich in den bisherigen volkswirtschaftlichen Analysen keine Rollen. Für die in dieser Arbeit durchzuführende Analyse zur gesamtwirtschaftlichen Bewertung des Biomasseanbaus gilt es allerdings, eben genau den letztgenannten Aspekten eine besondere Stellung zukommen zu lassen. Zum besseren Verständnis wird den-

1 *Opportunitätskosten kommen sowohl in der VWL als auch in der BWL vor und bezeichnen in beiden Fällen entgangene Erlöse/Nutzen. Anders ausgedrückt handelt es sich um Kosten, die dadurch entstehen, dass Möglichkeiten zur Nutzung von Ressourcen nicht wahrgenommen oder vollkommen ausgeschöpft wurden. Die Opportunitätskosten sind auch unter den Begriffen der Alternativkosten, der Verzichtskosten oder der Schattenpreise bekannt. (Gabler Wirtschaftslexikon, 2013, online; Marketinglexikon, 2013, online)*

Tabelle 1. Veränderung der Bodengefährdungspotentiale bei Anbau ausgewählten Biomassearten zur Energiegewinnung gegenüber land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung

	Energiepflanzen			Energiehölzer		Energiegräser	
	Mais	Wildkräuter	Raps	Kurzumtrieb	Mittel- und Niederwald	Miscanthus	Intensive Grünlandnutzung
Enprodukt/ Nutzungsart	Biogas	Biogas	Biodiesel/ Pflanzenöl	thermische Nutzung	thermische Nutzung	thermische Nutzung	Biogas
Erosion	-	+	~	+	+	+	-
Verlust organischer Substanzen ¹	~	+	-	~	~	~	-
Verdichtung	~	+	~	+	~	+	-
Versalzung	-	+	~	+	~	~	~
Erdrutsche				+	+		
Bodenver- unreinigung ²	-	+	~	~	+	+	-
Rückgang der biolog- ischen Vielfalt	-	+	-	~	~	~	-
Energie-/ CO ₂ -Bilanz	~	~	-	~	~	~	-
Ergebnis der ökologischen Analyse	negativ	positiv	mittel	mittel	mittel	mittel	negativ

¹ Falscher oder zu häufiger Düngemiteleinsetz bedingt einen Verlust an organischen Substanzen.

² Zu hoher Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemittel führen zu Bodenverunreinigungen.

+ Verringerung des Gefährdungspotentials

~ gleichbleibende bis mäßige negative Veränderung des Gefährdungspotentials

- Verstärkung des Gefährdungspotentials

Ursprungsnutzung:

- Ackerflächen
- Waldflächen
- Grünlandflächen

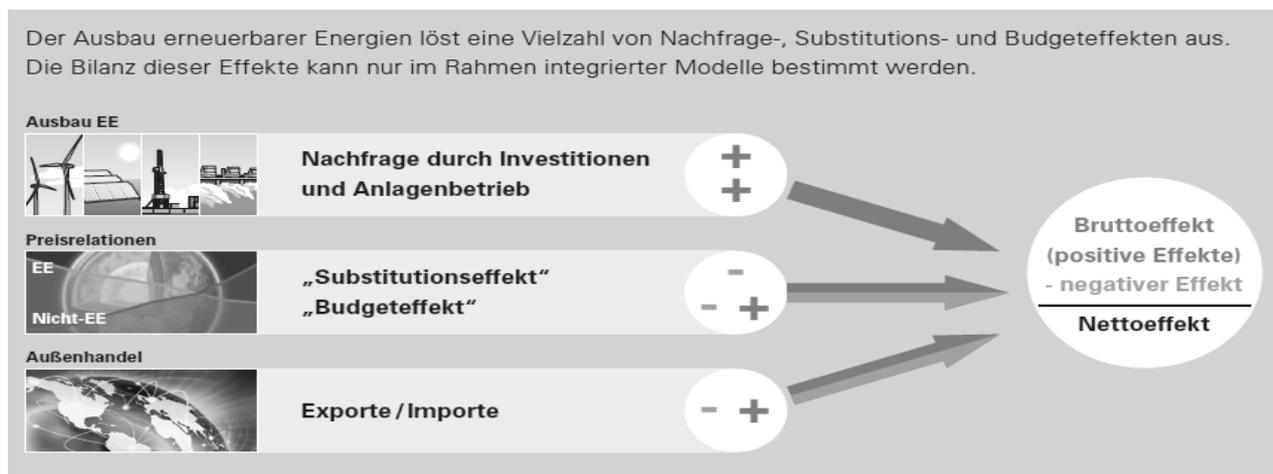
Quelle: Eigene Darstellung, 2012.

noch ein kurzer Überblick über die bisher innerhalb von volkswirtschaftlichen Analysen herangezogenen Indikatoren und deren Auswirkungen gegeben.

Die Ergebnisse mehrerer Studien zeigen einen anfänglichen Anstieg der Beschäftigung durch direkte Investitionen in den Anlagenbau und dessen Betrieb. In weiterer Folge entsteht eine zusätzliche Nachfrage nach Gütern anderer Wirtschaftssektoren, woraus sich indirekte Beschäftigungseffekte ableiten. Neue Arbeitsplätze werden sich allerdings hauptsächlich auf den Wirtschaftsbereich der erneuerbaren Energien und deren Zulieferunternehmen beschränken. Mit einer Stärkung der regionalen Wertschöpfung durch den Ausbau der Biomassenutzung können darüber hinaus vor allem ländliche Regionen rechnen (Lehr et al., 2012, S. 5,7).

Gegen diese Ergebnisse spricht die Tatsache, dass es sich bei den Investitionen nur um verlagerte Investitionen handelt, die ansonsten für die konventionelle Strom- und Wärme-Produktion verwendet worden wären; auch ist anzuführen, dass anfangs höhere Kosten für Strom und Wärme für die Verbraucher entstehen und damit ein Ausgabenrückgang für andere Güter verursacht wird (siehe Abbildung 3) (Lehr et al., 2012, S. 5,7). Eine positive Entwicklung der Nutzung erneuerbarer Energien ist darüber hinaus auf die politischen Rahmenbedingungen und die Förderung angewiesen. Ansonsten wären die neuen Anlagen ökonomisch (aus betriebswirtschaftlicher Sicht) nicht tragbar (Lehr et al., 2012, S. 7).

Die positiven Aspekte, die bisher im Rahmen ökonomischer Analysen eines erweiterten Anbaus von Biomasse ermittelt wurden, sind jedoch zeitlich begrenzt (z.B. nur für den Zeit-



* Die Substitutions- und Budgeteffekte enthalten nicht nur unmittelbare Reaktionen, sondern inkludieren auch die alternative Mittelverwendung.

Quelle: Lehr et al, 2012, S. 5 nach BMU, 2006.

Abb. 3. Methodische Übersicht der Beschäftigungseffekte der erneuerbaren Energien

raum des Baus einer neuen Biogasanlage, eines neuen Heizkraftwerkes). Davon profitieren kann vor allem der ländliche Raum. Mit der neuen Nutzungsform der Biomasse wird ein neues Produkt und somit ein neuer Absatzmarkt für die Land- und Forstwirtschaft geschaffen, der wiederum in enger Verbindung mit der Erhaltung und Pflege von Kulturlandschaften steht (DRL, 2006, S. 34).

4. Ökonomische Bewertung der Ökosystemleistungen des Bodens

Umweltgüter, wie auch die natürliche Ressource Boden eines ist, haben am Markt eine besondere Stellung. Es wird daher für notwendig angesehen, kurz die speziellen Charakteristika von Umweltgütern zu erläutern. Hauptthema dieses Kapitels ist allerdings das Aufzeigen der Möglichkeiten, Ökosystemleistungen ökonomisch zu bewerten.

Bei einer Bewertung dieser Art muss allerdings immer berücksichtigt werden, dass der Natur auf keinen Fall einfach so ein Preisschild aufgedrückt werden kann. Dies ist auch der Grund dafür, dass es nicht möglich ist, von einem Gesamtwert der Natur zu sprechen, sondern im Rahmen einer ökonomischen Bewertung der Schwerpunkt auf der Ermittlung der Veränderung der Qualität der Natur bei verschiedenen Nutzungen liegt (Hansjürgens et al., 2012, S. 3).

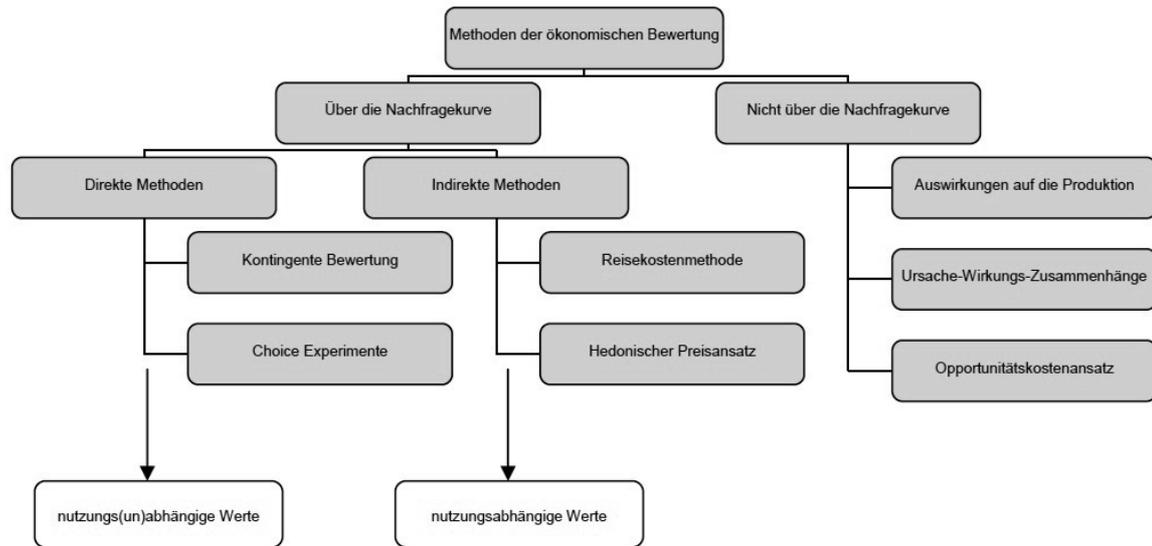
4.1. Boden als ökonomisches Gut

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen vier Arten von Wirtschaftsgütern (Private Güter, Clubgüter, Allmendegüter und Öffentliche Güter), die sich hinsichtlich ihrer Rivalität und ihrer Ausschließbarkeit im Konsum unterscheiden lassen. Eine besondere Stellung nehmen dabei die öffentlichen

Güter ein, da sie in ihrer reinen Form in der Realität nur sehr schwer aufzufinden sind. Darüber hinaus sind sie aufgrund des Fehlens eines Marktes sehr stark anfällig für Marktversagen und benötigen deshalb oftmals ein Eingreifen des Staates (Weimann, 2006, S. 133).

Der Boden als Grundfläche an sich ist ein privates Gut und ist deswegen gekennzeichnet durch eine Rivalität sowie eine Ausschließbarkeit im Konsum. Der Preis wird daher auf dem Markt durch Nachfrage und Angebot gebildet und ist in seiner Bildung im Bezug zum Gut Boden vor allem von der Nutzungsmöglichkeiten (Bauland, Landwirtschaftsfläche oder Verkehrsfläche) abhängig. Aus dem Bodenpreis kann schließlich der Nutzwert für die Bevölkerung bzw. der Wert als produktive Ressource für Unternehmen abgelesen werden.

Unter der Betrachtung des Bodens, besser gesagt seiner Ökosystemleistungen, als Umweltgut ist dieser wie alle anderen Umweltgüter und somit die Gesamtheit der Natur und Landschaft allerdings als öffentliches Gut zu bezeichnen. Öffentliche Güter kennzeichnen sich anders als das private Gut durch ihre freie Zugänglichkeit (Nicht-Ausschließbarkeit) sowie durch ihre Nicht-Beeinträchtigung Anderer in ihren Nutzungsmöglichkeiten (fehlende Konkurrenz) (Kantelhardt et al., 2010, S. 20). Diese genannten Charakteristika sind Ursache dafür, dass es keinen bzw. nur einen eingeschränkten Markt für diese Güter gibt. Die öffentlichen Güter und damit auch die Umweltgüter verfügen deswegen auch über keinen Marktpreis, das heißt folglich ist ihr Nutzen nicht ohne weiteres bekannt (Kantelhardt et al., 2010, S. 20f). Der Staat übernimmt daher die Aufgabe der Bereitstellung dieser Güter, was in weiterer Folge dazu führt, dass die öffentlichen Güter bzw. die Umweltgüter übernutzt werden und deren Qualitätszustand somit vermindert wird. Darüber hinaus besteht keine Motivation, die Güter wieder in ihren Ursprungszustand zurückzuführen oder deren Qualität sogar



Quelle: Bohne et al., 2008, S. 9 nach Garrod et al., 1999, S. 6.

Abb. 4. Methoden der ökonomischen Umweltbewertung

zu verbessern, denn Übernutzungen und andere Eingriffe in die Umweltqualität werden nicht geahndet (Umweltgesamtrechnung, 2012a, online).

Ein weiteres besonderes Charakteristikum des Umweltguts Boden ist die Nicht-Vermehrbarkeit. Die oberste Grundregel im Umgang mit der Ressource Boden ist daher die Vermeidung von Nutzungskonflikten und die Verteilung der Nutzungsinteressen so, dass man schließlich von einer effizienten Verwendung der Ressourcen und Güter sprechen kann. Jedes einzelnen Individuum kann weiters dazu beitragen die Opportunitätskosten gering zu halten, indem er durch sein Handeln den Nutzen, den aus der Verwendung einer gewissen Ressource gewinnt, maximiert (Meyerhoff, 1998, S. 20f).

Beim Umweltgut Boden handelt es sich jedoch um ein öffentliches Gut, weshalb der Nutzen bzw. der Wert des Bodens für die einzelnen Individuen unbekannt ist. Hier kommt die Monetarisierung der Ökosystemleistungen des Bodens ins Spiel, wobei nicht die Bewertung an sich im Vordergrund steht, sondern die Ermittlung der Präferenzen der Individuen bezüglich des Erhalts der Bodenfunktionen (Meyerhoff, 1998, S. 22). Welche verschiedenen Möglichkeiten und Ansätze es zur ökonomischen Bewertung der Ökosystemleistungen des Bodens tatsächlich gibt, wird nachfolgend kurz erläutert.

4.2. Bewertungsmethoden von Ökosystemleistungen

Man unterscheidet zwei Arten ökonomischer Bewertungsmethoden: einerseits jene, die sich auf Nachfragekurven stützen, andererseits diejenigen, die nicht auf Nachfragekurven zurückgreifen können (siehe Abbildung 4). Letztere sind auch unter dem Begriff der Marktbewertungsmethoden bekannt. Diesen wird unterstellt, dass sie keine ‚wahren‘ Wertinformationen darstellen können; allerdings finden sie tra-

ditionell dann Anwendung, wenn Regierungen Kosten und Wirkungen von Umwelteinflüssen und -eingriffen bewerten möchten. (Bohne, 2010, S. 8).

Bewertungsmethoden, die ihr Bewertungsergebnis auf Nachfragekurven aufbauen, streben weniger danach, den verloren gegangenen Marktertrag zu ermitteln, sondern sehen ihr Ziel darin, den Umweltnutzen und die Nachfrage zu quantifizieren (Bohne, 2010, S. 9). Nachfrageseitige Bewertungsmethoden basieren im Prinzip auf dem System des ‚Total Economic Value‘² und werden daher in direkte und indirekte Methoden unterteilt. Während sich die direkte Methode auf Informationen über die Wertschätzung der Güter auf verschiedene Befragungstechniken stützt, wird bei indirekten Bewertungsmethoden diese Information indirekt über das Verhalten der Wirtschaftssubjekte auf dem privaten Markt beobachtet (Bohne et al., 2008, S. 8f).

Die direkten Bewertungsmethoden spielen bei der ökonomischen Bewertung von Natur und Landschaft eine besondere Rolle, da sie auch nutzungsunabhängige Werte ermitteln können. Ein weiterer Vorteil ist die Bezugsmöglichkeit auf zukünftige Entwicklungen, die in weiterer Folge auch bewertet werden können. Sie haben dadurch speziell in der Umweltpolitik einen hohen Stellenwert (Meyerhoff, 1998, S. 34). Das Ergebnis kommt durch Befragungen zu hypothetischen Zahlungsbereitschaften zusammen, wobei entweder die maximale Zahlungsbereitschaft (Willingness to Pay, WTP)

2 Hinter dem Begriff des ‚Total Economic Value‘ (TEV) verbirgt sich ein Konzept, das auf der Tatsache beruht, dass der ökonomische Wert der Natur aus mehreren verschiedenen Komponenten besteht. Grund dafür sind die unterschiedlichen Motive der individuellen Wertschätzung sowie die Berücksichtigung indirekter Nutzen. Der gesamte ökonomische Wert setzt sich schließlich folgendermaßen zusammen: „TEV = [nutzungsabhängige Werte] + [nicht-nutzungsabhängige Werte] = [Direkte Werte + Indirekte Werte + Optionswert] + [Existenzwert]“ (Meyerhoff, 1998, S. 22f)

oder die minimale Entschädigungsforderung (Willingness to Accept, WTA) herangezogen wird (Meyerhoff, 1998, S. 27f). Vereinfacht dargestellt geht es im Falle des WTP-Ansatzes um die Feststellung der Zahlungsbereitschaft zur Verbesserung der Umwelt, während im WTA-Ansatz die Verlustbereitschaft durch eine Verschlechterung des Umweltzustandes ermittelt wird. Die Werte können dabei einerseits über die Kontingente Bewertungsmethode oder über Wahlexperimente ermittelt werden.

Die indirekten Bewertungsmethoden ermitteln den Wert der Natur und der Landschaft bzw. ihrer Ökosystemleistungen über die Beobachtung des Zahlungsverhaltens. Die Herausforderung besteht hierbei darin, das öffentliche Gut mit einem marktfähigen Gut in Verbindung zu bringen und über dieses zweite Gut die Zahlungsbereitschaft für das öffentliche Gut durch Beobachtungen abzuleiten (Meyerhoff, 1998, S. 26; Kantelhardt et al., 2010, S. 21). Man unterscheidet bei den indirekten Methoden zwischen der Reisekostenmethode (Ermittlung der Wertschätzung des öffentlichen Gutes über die mit der Nutzung in Verbindung stehenden Kosten) und dem Hedonischen Preisansatz (der Nutzen eines öffentlichen Gutes entspricht der Summe der Nutzen der Charakteristika des Gutes) (Meyerhoff, 1998, S. 26f).

Bei den Marktbewertungsmethoden handelt es sich um jene Bewertungsansätze, welche die Werte von Ökosystemleistungen nicht über Nachfragekurven ermitteln, sondern sich an der aktuellen Marktsituation orientieren. Man kann dabei zwischen drei verschiedenen Ansätzen unterscheiden (Hansjürgens et al., 2012, S. 17): den *Preisbasierten Ansätzen* (Inwertsetzung von Ökosystemleistungen direkt über Marktpreise), *Kostenbasierten Ansätzen* (Ersatzkostenmethode, Vermeidungskostenmethode) und den *Produktionsfunktionsbasierten Ansätzen* (Umwelt wird als Produktionsfaktor bewertet).

Die Bewertung von Ökosystemen mit Hilfe der eben beschriebenen Ansätze sollte allerdings aus ökonomischer Sicht mit Vorsicht genossen werden. Die Methoden unterliegen nämlich erheblichen methodischen Vereinfachungen und verfügen nur unter strengen Voraussetzungen über Gültigkeit. Trotzdem finden vor allem die kostenbasierten Ansätze aufgrund ihrer geringen Komplexität im Vergleich zu den bereits beschriebenen direkten und indirekten Bewertungsmethoden in der Praxis recht häufig Anwendung (Gerdes et al., 2010, S. 9).

Nicht nur aus ökonomischer Sicht sind mit der Anwendung von ökonomischen Bewertungsmethoden Probleme verbunden. Der neoklassische Ansatz bringt darüber hinaus ethische Schwierigkeiten mit sich. In diesem Zusammenhang sind die Probleme der inter- und der intragenerativen Verteilung zu erwähnen. Darunter werden zum Einen das Problem der Berücksichtigung der Bedürfnisse zukünftiger Generationen und zum Anderen die Interessenkonflikte innerhalb der Generationen verstanden. Eine weitere große Herausforderung, der sich die Bewertungsansätze stellen müssen, ist die Anforderung der Verdichtung von Informationen. Im Extremfall steht nur eine Messzahl zur Verfügung, auf die das Augenmerk gelegt werden kann. Damit ist immer ein Verlust an Informationen verbunden (Meyerhoff, 1998, S. 28).

5. Nutzen-Kosten-Analyse der Umsetzung des „NÖ Energiefahrplans 2030“ im Bereich Biomasse

Nachdem zuvor die theoretischen Grundlagen für eine ökonomische Bewertung von Umweltgütern aufgezeigt wurden, werden diese nun am Beispiel des „NÖ Energiefahrplan 2030“ angewandt. Dafür wird die Annahme getroffen, dass der „NÖ Energiefahrplan 2030“ umgesetzt wird und die mit der Verwirklichung in Verbindung stehenden festgestellten ökologischen Auswirkungen mittels einer Nutzen-Kosten-Analyse (NKA) auf ihre volkswirtschaftlichen Auswirkungen untersucht werden. Der Schwerpunkt liegt auf der ökonomischen Bewertung der Ökosystemleistungen des Bodens. In Folge bedeutet dies, dass nur ein Teilbereich einer NKA tatsächlich durchgeführt wird. Dies wird dadurch begründet, dass keine Investitionskosten für den Bau von Biogasanlagen u.ä. bekannt sind. Das im Zuge der Arbeit entwickelte Eingabemodell kann allerdings bei konkreteren Zielsetzungen herangezogen, an die jeweiligen Rahmenbedingungen angepasst und durch weitere Faktoren ergänzt werden.

Zu Beginn dient eine Analyse der Ausgangslage bezüglich der land- und forstwirtschaftlichen Bodennutzung in NÖ sowie der aktuellen Energieversorgung und der angestrebten Entwicklungen im Bereich der energetischen Biomassenutzung dazu, allgemeine Annahmen zur zukünftigen Entwicklung zu treffen. Es handelt sich dabei um Vermutungen über die zusätzlich erzeugte Energiemenge mittels Biomasse, die Art der angebauten Biomasse, die Landnutzungseffekte und die Veränderung der Bodennutzung. Diese Annahmen wiederum bilden die Grundlage für die Messung der Veränderung der Bodenfunktionen bzw. der Ökosystemleistungen, für die Monetarisierung der bodennahen Ökosystemleistungen und im weiteren Sinn für die gesamte Durchführung der Nutzen-Kosten-Analyse. Weiters wurden fünf verschiedene Szenarien bzw. Planungsfälle entwickelt, um einen Vergleich mit dem ‚Status Quo‘ (Planungsnullfall) herstellen sowie unterschiedliche Entwicklungsmöglichkeiten und deren Auswirkungen aufzeigen zu können. Die Szenarien bilden sich auf Basis zweier wesentlicher Änderungsfaktoren (Wahl der Anbauart und ursprüngliche Landnutzung) und ihrer Kombination miteinander und lauten wie folgt:

- Szenario 1 „Status quo/ Business as Usual“: Fortführung des aktuellen Zustandes.
- Szenario 2 „Ökologisch fundierte Biomassenutzung“: Ausweitung des Anbaus ökologisch verträglicher Biomasse im Rahmen indirekter Landnutzungsänderungen (bis dato landwirtschaftlich genutzte Flächen werden umgenutzt).
- Szenario 3 „Ökologisch fundierte Biomasse vs. Versorgungssicherheit“: Ausweitung des Anbaus ökologisch verträglicher Biomasse im Rahmen direkter Landnutzungsänderungen (bis dato ungenutzte/nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen werden umgenutzt).
- Szenario 4 „Biomasse um der Biomasse willen“: Ausweitung des Biomasseanbaus ohne Berücksichtigung

Tabelle 2. Veränderung der Verteilung der Kulturarten auf die land- und forstwirtschaftliche sowie auf die energetische Nutzung in den einzelnen Planungsfällen bzw. dem Planungsnullfall (alle Angaben in Hektar)

Alle Angaben in Hektar		Planungs- nullfall	Planungsfall 1	Planungsfall 2	Planungsfall 3	Planungsfall 4
land- und forstwirtschaft- liche Nutzung	Ackerland	666.000	526.093	666.000	600.430	666.000
	Wirtschafts- grünland	148.000	148.000	148.000	118.300	148.000
	Extensiv genutztes Grünland	27.000	7.200	27.000	27.000	27.000
	Forstwirtschaftl. genutzte Fläche	487.000	466.545	487.000	487.000	487.000
	Schutzgebiete	614.000	614.000	433.839	614.000	518.730
	SUMME	1.942.000	1.761.839	1.761.839	1.846.730	1.846.730
energetisch Nutzung (Biomasseanbau)	Ackerland	20.000	159.907	20.000	85.570	20.000
	Wirtschaftsgrünland	-	-	-	29.700	-
	Extensives genutztes Grünland	-	19.800	-	-	-
	Forstwirtschaftl. genutzte Fläche	207.000	227.455	207.000	207.000	207.000
	Schutzgebiete	-	-	180.161	-	95.270
	SUMME	227.000	407.161	407.161	322.270	322.270
SUMME	2.169.000	2.169.000	2.169.000	2.169.000	2.169.000	

Quelle: Eigene Darstellung, 2013.

sichtigung möglicher ökologischer negativer Auswirkungen, sondern mit dem Ziel der schnellen Ertragsteigerung. Angebaut wird dabei auf Flächen, die bereits der landwirtschaftlichen Produktion dienen (indirekte Landnutzungsänderungen).

- Szenario 5 „Biomasse um der Biomasse willen vs. Versorgungssicherheit“: Ausweitung des Biomasseanbaus ohne Berücksichtigung möglicher ökologischer negativer Auswirkungen, sondern mit dem Ziel der schnellen Ertragsteigerung. Angebaut wird dabei auf Flächen, die noch ungenutzt bzw. nicht-landwirtschaftlich genutzt waren (direkte Landnutzungsänderungen).

In Tabelle 2 werden nun die fünf Szenarien hinsichtlich der Veränderung der Verteilung der Kulturarten auf die land- und forstwirtschaftliche sowie die energetische Nutzung. Durch die zusätzliche energetische Nutzung von Biomasse kommt es daher zu einer Verschiebung von den land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen hin zu energetisch genutzten Flächen.

Mithilfe der ökologischen Analyse und den quantitativen Angaben über die Veränderung der Bodennutzung können schließlich Rückschlüsse auf die Auswirkungen des Biomasseanbaus auf die Bodenfunktionen gezogen werden. In nachfolgender Tabelle 3 werden diese Auswirkungen dargestellt. Es wird dabei zwischen vier Auswirkungsgraden (negativ, mäßig negativ, mäßig positiv und positiv) unterschieden.

5.1. Quantifizierung und Monetarisierung der Ökosystemleistungen

Anschließend werden für die ausgewählten relevanten Ökosystemleistungen des Bodens eine Quantifizierung und eine Monetarisierung durchgeführt. Je nach Bodenfunktion gibt es allerdings verschiedene Möglichkeiten, den Wirkungen einen Geldwert zuzuteilen. Im Rahmen dieser Analyse wird ein Teil der Auswirkungen mithilfe der in Kapitel 4.2 beschriebenen indirekten Bewertungsmethoden und der Marktbewertungsmethoden ermittelt. Für die restlichen Funktionen werden Werte aus der Literatur herangezogen. Die nachstehende Tabelle 4 dient dazu, einen kurzen Überblick über die angewandten Methoden und die Herkunft der verwendeten Daten zu geben.

Für ein besseres Verständnis der ökologisch erweiterten Nutzen-Kosten-Analyse wird in Tabelle 5 ein Schema dargestellt, in welchem bereits zwischen Kosten- und Nutzeneffekte unterschieden wird. Besonders hervorgehoben (grau hinterlegt) werden dabei jene Kosten- und Nutzeneffekte, die innerhalb dieser Arbeit mit der Teil-Nutzen-Kosten-Analyse berücksichtigt werden. Ob es im Zusammenhang mit den Ökosystemleistungen zu Kosten- oder Nutzeneffekten kommt, ist von Biomasse zu Biomasse unterschiedlich und abhängig von den in Tabelle 3 definierten positiven oder negativen Auswirkungen. Somit können verschiedene Ökosystemleistungen sowohl auf der Kosten- als auch auf der Nutzenseite aufscheinen.

In diesem Rahmen würde die Darstellung der Quantifizierung aller ausgewählten Ökosystemleistungen zu viel Platz

Tabelle 3. Auswirkungen verschiedener Biomassearten auf die Bodenfunktionen

		Art des Biomasseanbaus												
		Mais	Wild- pflanze	Raps	Getreide	Zucker- rüben	Stroh	Kurzumtrieb		Mittel- und Niederwald	Miscanthus	Intensive Grünland- nutzung	Extensive Grünland- nutzung	
								Weide	Pappel					
Ökosystemleistungen	Provisioning	Trinkwasser	-1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	-1	1
	Regulating	Klimaregulierung (Kohlenstoffbindung und Vegetation)	-0,5	1	-1	-1	-1	-1	0,5	0,5	0,5	0,5	-1	0,5
		Wasserregulierung	-0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	-1	0,5
	Cultural	Kulturlandschaften und Kulturerbe	-1	1	-1	-1	-1	-1	0,5	0,5	0,5	0,5	-1	0,5
		Erholung und Tourismus	-1	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-0,5
	Supporting	Bodenbildung	-0,5	1	-1	-1	-1	-1	0,5	0,5	0,5	0,5	-1	0,5
		Wasser- und Nährstoffkreislauf	-0,5	1	-1	-1	-1	-1	0,5	0,5	0,5	0,5	-1	0,5

- 1 negative Auswirkung
-0,5 mäßig negative Auswirkung
0,5 mäßig positive Auswirkung
1 positive Auswirkung

Quelle: Eigene Darstellung, 2013.

Tabelle 4. Überblick über die Art der Bewertung der Bodenfunktionen

Bodenfunktionen		Methodik	Quelle
Provisioning	Trinkwasser	Ersatzkostenmethode	Eigene Berechnungen
	Nahrungsmittel- und Werkstoffproduktion	Marktpreismethode	Eigene Berechnungen
Regulating	Klimaregulierung (Kohlenstoffbindung)	Vermeidungskostenmethode	Eigene Berechnungen; RVS 2.22
	Wasserregulierung	Off-Site-Kosten der Bodenerosion; Wiederherstellungs- und Reparaturkosten	Görlach et al., 2004, o.S.
Cultural	Kulturlandschaften und Kulturerbe	Ermittlung der Zahlungsbereitschaft	Harris et al, 2006, o.S.
	Erholung und Tourismus		Görlach et al., 2004, o.S.
Supporting	Bodenbildung	Angenommene Bodenbildungsrate pro Jahr (1 t/ha/Jahr) x Wert von 1t Oberboden (12 USD) x landwirtschaftliche Fläche	Görlach et al., 2004, o.S.
	Nährstoffkreislauf	Ersatzkostenmethode/ Schadenskostenmethode	Harris et al, 2006, o.S.

Quelle: Eigene Darstellung, 2013 nach Gerdes et al., 2010, S. 12ff.

Tabelle 5. Schema einer ökologisch erweiterten Nutzen-Kosten-Analyse für die Umsetzung der Zielsetzungen des NÖ Energiefahrplan im Bereich Biomasse

Kosten	Nutzen
Unmittelbare Projektkosten: <ul style="list-style-type: none"> • Baukosten (Anlage und Netzausbau) • Flächenkauf. 	Direkte betriebsbezogene Nutzeneffekte: <ul style="list-style-type: none"> • Entfall der Kosten für alternative Energieversorgung
Betriebskosten im weiteren Sinn: <ul style="list-style-type: none"> • Produktionskosten • Lohnkosten • Bewirtschaftungs- und Pflegekosten 	Indirekte betriebsbezogene Nutzeneffekte: <ul style="list-style-type: none"> • Veränderung der Energiepreise • Vermiedene Importe
Kosteneffekte durch Umweltschäden (Verschlechterung der Ökosystemleistungen): Opportunitätskosten: <ul style="list-style-type: none"> • Nahrungsmittel- und Werkstoffproduktion • Kulturlandschaft und Kulturerbe • Erholung und Tourismus Erhaltungskosten: <ul style="list-style-type: none"> • Wasserregulierungsfunktion Ersatzkosten: <ul style="list-style-type: none"> • Trinkwasserbereitstellung • Klimaregulierung • Bodenbildung • Erhaltung des Nährstoffkreislaufs 	Nutzeneffekte durch Umweltverbesserungen bzw. vermiedene Umweltschäden (Verbesserung der Ökosystemleistungen): <ul style="list-style-type: none"> • Trinkwasserbereitstellung • Klimaregulierung • Wasserregulierungsfunktion • Kulturlandschaft und Kulturerbe • Erholung und Tourismus • Bodenbildung • Erhaltung des Nährstoffkreislaufs

Quelle: Eigene Darstellung, 2013 nach Meyerhoff, 1998, S. 11.

in Anspruch nehmen, weshalb man sich hier auf die Quantifizierung der Ökosystemleistung ‚Trinkwasserbereitstellung‘ beschränkt.

5.1.1. Ökosystemleistung ‚Trinkwasserbereitstellung‘

Die Versorgung mit Trinkwasser steht in engem Zusammenhang mit der Grundwasserneubildung. In dieser Analyse werden für die Quantifizierung und Monetarisierung der Funktion der ‚Trinkwasserbereitstellung‘ des Bodens lediglich die Einflüsse des Biomasseanbaus auf das Grundwasser berücksichtigt. Die Verbindung besteht dabei über die Abhängigkeit des Umfangs der Grundwasserneubildungsrate von der Bodenart, der Lagerungsdichte, dem Humusanteil, der Bodennutzung sowie dem Niederschlag, der Evapotranspiration³ und den Eigenschaften des Grundwasserstandes. Ausschlaggebend für die Eignung des Grundwassers als Trinkwasser ist allerdings nicht die Menge, sondern die Qualität (Grêt-Regamey et al., 2012, S. 48).

Es gibt bereits mehrere etablierte Methoden zur Berechnung der Grundwasserneubildungsrate, auf die auch in diesem Zusammenhang zurückgegriffen wird (Grêt-Regamey et al., 2012, S. 48). Die Werte werden allerdings nicht neu berechnet, sondern stammen aus der Literatur und beziehen sich auf ein vergleichbares Gebiet in Mitteldeutschland.

³ = „... die Summe aus Transpiration und Evaporation, also der Verdunstung von Wasser aus Tier- und Pflanzenwelt, sowie der Bodenoberfläche.“ (wikipedia.org, 2013, online)

Zur Monetarisierung wird die Grundwasserneubildungsrate in Liter pro Hektar mit den Kosten pro Kubikmeter Leitungswasser, dessen Marktpreis in Österreich derzeit bei 1,09€ liegt, multipliziert. In weiterer Folge kommt die Ersatzkostenmethode zur Anwendung (siehe Tabelle 6). Es wird die Annahme getroffen, dass aufgrund der schlechten Qualität des Wassers⁴ die Bevölkerung ihr Trinkwasser im Supermarkt kaufen muss. Das bedeutet, die zusätzlichen Kosten werden auf Basis des Marktpreises für Mineralwasser berechnet (1,5 Liter entsprechen dabei 0,45€).

5.1.2. Aufsummierte volkswirtschaftliche Kosten und Nutzen

In Kombination mit dem Wissen über die veränderten Bodennutzungen, der ökologischen Analyse und der monetarisierten Wirkungen kann schließlich der gesamte volkswirtschaftliche Wert des Bodens je Szenario berechnet und die Planungsfälle jeweils dem Planungsnullfall gegenüber gestellt werden, um den Nettonutzen (=Nettogegenwartswert) zu ermitteln (Tabelle 7).

Da im Rahmen dieser Analyse, wie bereits gesagt, keine Investitionskosten zur Verfügung stehen, wird die Annahme getroffen, dass es sich beim errechneten Wert der Natur im

⁴ Die EU Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) und die Grundwasserrichtlinie (GWRL, 2006/118/EG) legen Qualitätskriterien fest und beinhalten Maßnahmen zur Verhinderung oder Begrenzung des Eintrags von Schadstoffen in das Grundwasser (Umweltbundesamt, 2013, online).

Tabelle 6. Grundwasserneubildungsrate, Trinkwasserkosten und Opportunitätskosten

	Grundwasser (mm/a)	Grundwasser (l/ha/a)	Trinkwasserkosten (€/ha/a)	Ersatzkosten (€/ha/a)
Ackerflächen	230	2.300.000	58	15.923
Wirtschaftsgrünland	170	1.700.000	43	11.769
Extensiv genutztes Grünland	100	1.000.000	25	6.923
Forstwirtschaftl. genutzte Flächen	70	700.000	18	4.846
Schutzgebiete	100	1.000.000	25	6.923

Quelle: Eigene Berechnungen, 2013 nach Mull, 1983, S. 399.

Tabelle 7. Volkswirtschaftlicher Wert des Teilökosystems Boden bei unterschiedlichen Ausprägungen der Bodennutzung im Planungsnullfall und seine Kosten- und Nutzeffekte bei der Umsetzung des „NÖ Energiefahrplans 2030“ im Jahr 2030

Angabe in Tsd. €	Wert der Ökosystemleistungen im Planungsnullfall	Differenzwert der Ökosystemleistungen zum Planungsnullfall (Kosten- und Nutzeffekte der energetischen Biomassenutzung)			
		Planungsfall 1	Planungsfall 2	Planungsfall 3	Planungsfall 4
Trinkwasser	-69.558	-1.700	-2.635	-713.390	-364.274
Nahrungsmittel- und Werkstoffproduktion	-5.349.237	-1.026.583	-38.290	-556.937	-20.248
CO2-Austoß	-1.001.031	2.074	-42.408	-18.245	-68.136
Wasserregulierung	-15.993	-421	-904	-1.060	-986
Kulturlandschaften und Kulturerbe	-37.877	57.259	-103.025	-147.955	-513.643
Erholung und Tourismus	-683.137	-433	-1.468	-364	-1.460
Bodenbildung	-28.650	-1.822	-3.739	-2.478	-3.250
Nährstoffkreislauf	-2.110.143	-134.160	-275.350	-135.588	-239.316
DIFFERENZ zum Planungsnullfall (NUTZEN)	0	-1.105.786	-467.819	-1.576.017	-1.211.313
Volkswirtschaftliche Gesamtkosten	-9.295.626	-10.401.412	-9.763.445	-10.871.643	-10.506.939

Quelle: Eigene Berechnungen, 2013.

Tabelle 8. Entscheidungsindikatoren für die Beantwortung der Umsetzungsfrage

	Planungsnullfall	Planungsfall 1	Planungsfall 2	Planungsfall 3	Planungsfall 4
NKV	0,00	-0,12	-0,05	-0,17	-0,13
Nettogegegenwartswert in Tsd. €	-488.829.561	-546.979.586	-513.430.782	-571.707.647	-552.528.940

Quelle: Eigene Berechnungen, 2013.

Planungsnullfall gleichsam um die Entlohnung der Natur handelt, die die Bevölkerung zahlen müsste, um diese in gleichbleibender Form zu erhalten. Für die NKA kann daher der Wert der Natur als Summe der Erhaltungskosten angesehen werden. Der jährliche Nutzen ermittelt sich in weiterer Folge aus der Differenz des Planungsfalls zum Planungsnullfall.

Das Ergebnis in Tabelle 7 zeigt, dass es in allen vier Planungsszenarien zu einer negativen Entwicklung gegenüber dem Planungsnullfall kommt (negativer Nutzen, da zusätzliche Kosten). Im Falle der Planungsfälle 1 und 3 sind für die negative Entwicklung vor allem die Flächennutzungskonflikte, welche durch die indirekten Landnutzungseffekte entstehen, von Bedeutung. Das bedeutet, dass bereits landwirtschaftlich genutzte Flächen umgenutzt werden und somit die Erträge aus der landwirtschaftlichen Produktion verloren gehen. In den Planungsfällen 2 und 4 kommt es zu direkten Landnutzungseffekten, wodurch die Flächennutzungskonflikte gegenüber der landwirtschaftlichen Nutzung bestehen, sondern gegenüber dem Naturschutz. In diesen beiden Planungsfällen steht daher die Ökosystemleistung ‚Erholung und Tourismus‘ im Vordergrund, welcher gemäß der verwendeten Quellen allerdings nur ein sehr niedriger Nutzwert zugewiesen werden kann. Daher bringen die beiden letztgenannten Planungsfälle, trotz der Ausweitung des Biomasseanbaus auf geschützte Flächen, mehr Nutzen durch geringere zusätzliche Kosten mit sich, als die Planungsfälle 1 und 3.

Weiters zeigt die Analyse, dass trotz der großen Flächeninanspruchnahme die Szenarien mit ökologisch wertvoller Anbauweise (Planungsfall 1 und 2) aus volkswirtschaftlicher Sicht gesehen immer noch besser abschneiden als jene, die ihren Schwerpunkt auf hohe Ertragsmengen legen (Planungsfall 3 und 4).

Einzelne Werte mögen etwas Verwirrung stiften, zum Beispiel die Kosten- und Nutzeneffekte des CO₂-Austoßes. Dieser bringt nur im Planungsfall 1 Nutzeneffekte mit sich, in den anderen Planungsfällen handelt es sich um einen Kostenaspekt, was für ungewöhnlich erscheinen mag, da immer davon ausgegangen wird, dass die energetische Nutzung von Biomasse mit einer Verringerung der CO₂-Emissionen sowie der gesamten Treibhausgasemissionen einhergeht. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass dies nur dann der Fall ist, wenn die Emissionen der erneuerbaren Energieträger verglichen werden mit den Emissionen fossiler Ressourcen. In dieser Arbeit soll aber kein Vergleich zwischen erneuerbaren und fossilen Energieträgern stattfinden, sondern alleine die Wirkung des Anbaus von Biomasse zur energetischen Nutzung auf den Wert der Ökosystemleistungen des Bodens untersucht werden. Die erhöhten CO₂-Emissionen in den Planungsfällen 2, 3 und 4 gegenüber dem Planungsnullfall entstehen daher durch die Umnutzung der Böden.

5.2. Abdiskontierung zukünftiger Nutzen und Kosten und Ermittlung des Nettonutzens

Zur Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses sowie zur Ermittlung des Nettogegenwartswertes gilt es weiters die ermittelten Nutzen und Kosten, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten eintreffen können bzw. anfallen werden, mithilfe eines angemessenen Zinssatzes auf einen gemeinsamen Zeit-

punkt umzurechnen. Diesen Vorgang der Homogenisierung bezeichnet man als Diskontierung.

Die mit dem Anbau von Biomasse verbundenen ökologischen Auswirkungen reichen weit in die Zukunft. Da es für wichtig angesehen wird, die zukünftigen Generationen entsprechend zu berücksichtigen, wird eine niedrige Diskontrate von 1% als gerechtfertigt angesehen. Die Laufzeit wird darauf aufbauend auf 75 Jahre festgelegt. Durch diese niedrige Diskontrate werden weit in der Zukunft auftretende Nutzeffekte, aber auch zukünftige Kosten im Vergleich zu einer höheren Diskontrate relativ hoch gewichtet.

Auf Basis der diskontierten Werte wird anschließend der kumulierte Barwert errechnet, um darauf aufbauen den Nettonutzen und das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) zu ermitteln. Diese beiden Indikatoren bilden die Entscheidungsgrundlage für die Beantwortung der Umsetzungsfrage aus volkswirtschaftlicher Sicht. Es gelten dabei die Regeln, dass der Nettonutzen größer Null und das NKV größer Eins sein muss, damit eine Umsetzung als sinnvoll erachtet wird und folglich mit einem positiven Nutzen verbunden ist.

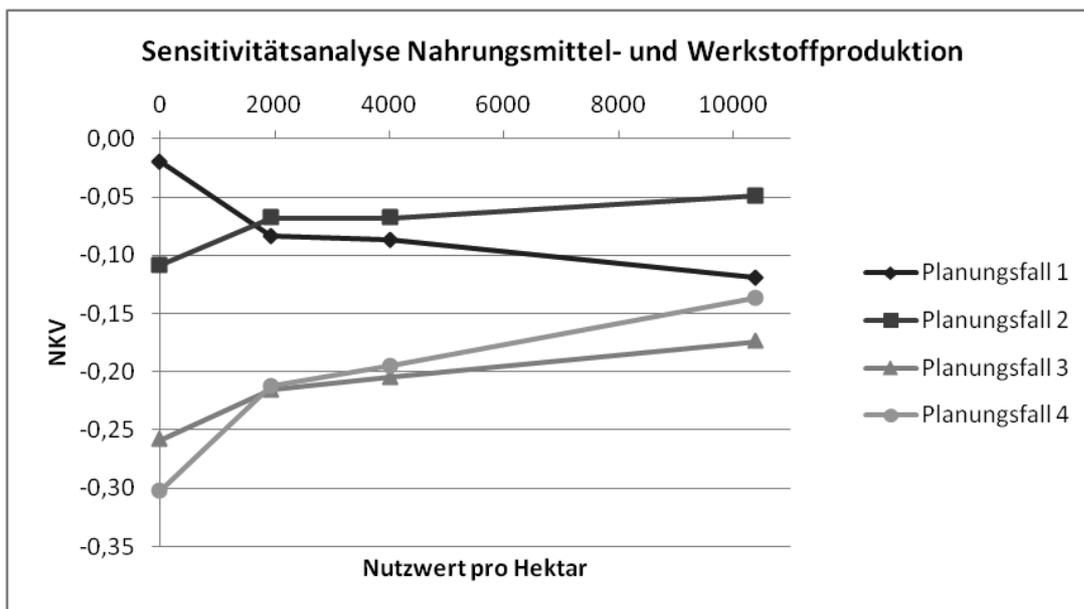
Die Nutzen-Kosten-Analyse zur Frage des erweiterten Biomasseanbaus im Ausmaß der Zielsetzungen des „NÖ Energiefahrplan 2030“ kann allerdings in keinem Planungsfall eines dieser beiden Kriterien fallen (Tabelle 8). Mit den geringsten negativen Auswirkungen ist unter den getroffenen Annahmen über die Entwicklung der Wirkungsgröße im Planungsfall 2 zu rechnen.

5.3. Sensitivitätsanalyse

Im letzten Schritt gilt es, die NKA auf gewisse Unsicherheiten, die durch die getroffenen Annahmen entstehen können, zu untersuchen. Die Sensitivitätsanalyse prüft dabei das Gesamtergebnis auf seine Stabilität, indem einzelne Eingabeparameter verändert werden. Nachfolgend wird nur eine der zwei durchgeführten Sensitivitätsanalysen vorgestellt.

Durch die Tatsache, dass vor allem die Ökosystemleistung ‚Nahrungsmittel- und Werkstoffproduktion‘ bei den Planungsfällen mit indirekten Landnutzungseffekten (Szenario 1 und 3) einen derart großen Teil der Erhaltungskosten einnimmt, bietet sich dieser Bereich hervorragend für die Durchführung einer Sensitivitätsanalyse an. Dafür werden vier verschiedene Varianten der Erhaltungskosten pro Hektar land- und forstwirtschaftlicher Produktion bestimmt. Diese reichen von 0 bis 12.569€ pro Hektar. Die Entscheidung die Kosten nur nach unten zu verändern, beruht auf der Tatsache, dass die Erhaltungskosten für die Ökosystemleistung ‚Nahrungsmittel- und Werkstoffproduktion‘ gegenüber den Erhaltungskosten der Ökosystemleistung, Erholung und Tourismus‘ extrem viel höher sind. Mit dieser Sensitivitätsanalyse soll daher überprüft werden, ob dieser derart höhere Wert sich entscheidend auf das Ergebnis auswirkt oder nicht.

Das Ergebnis der Sensitivitätsanalyse zeigt, dass sich das NKV nur geringfügig verändert (Abbildung 5). Der größte Unterschied zur ursprünglichen Variante (die Erhaltungskosten liegen dabei bei ca. 12.500€ pro ha) entsteht, wenn diese Ökosystemleistung gar nicht berücksichtigt wird, d.h. ihre Erhaltungskosten auf 0€ festgelegt werden. Trotzdem bleibt auch im besten Planungsfall (Szenario 2) das NKV negativ und eine Umsetzung des Projekts kann aus Sicht der quan-



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung, 2013.

Abb. 5. Sensitivitätsanalyse Nahrungsmittel- und Werkstoffproduktion

tifizierten ökologischen und monetarisierten Kosten weiter hin für keinen der Planungsfälle empfohlen werden. Bei den anderen Szenarien kommt es sogar zu einer weiteren Verschlechterung der Ergebnisse.

6. Empfehlungen und Schlussfolgerungen

Aktuell wird der Boden an sich mit samt seinen Leistungen kaum wertgeschätzt. Vordergründig nimmt die Bevölkerung den Boden als Lebensgrundlage nur im Sinne der Bereitstellung von Flächen zum Bau von Eigenheimen und technischer Infrastruktur wahr. Es wird daher empfohlen in der Bevölkerung ein verstärktes Bewusstsein über die ökologische Bedeutung des Bodens aufzubauen. Vor allem aber in den Alltag der Raumplanung soll diese Betrachtungsweise Einzug halten. Von besonderem Vorteil wäre hierbei eine allgemein gültige Betrachtungs- und Bewertungsmethode des Bodens und seiner Leistungen, wie sie seit Februar 2013 vom Lebensministerium in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Normungsinstitut durch die Broschüre „Bodenfunktionsbewertung: Methodische Umsetzung der ÖNORM L 1076“ angestrebt wird.

Diese einheitlich festgelegte, auf ökologischen Grundlagen basierende Funktionsbewertung des Bodens soll in weiterer Folge nicht nur im Bereich der Ausweitung der erneuerbaren Energieträger Anwendung finden, sondern als Grundlage für jeglichen Planungsfall zur Verfügung stehen. Das bedeutet, dass mit Orientierung an den Zielen und Plänen beispielsweise des Landes Oberösterreich eine Bodenfunktionsbewertung für das gesamte Land durchgeführt wird und als Planungsgrundlage für jeden gratis zur Verfügung gestellt wird.

Eine solche Bodenfunktionsbewertung könnte auch die Grundlage für die Umsetzung der Zielsetzung des „NÖ Energiefahrplan 2030“ im Bereich des Ausbaus der Nutzung erneuerbarer Energieträger sein, etwa um eine Priorisierung innerhalb der erneuerbaren Energieträger vornehmen zu können. In diesem Zusammenhang ist weiters darauf hinzuweisen, dass es nicht das primäre Ziel sein sollte noch mehr Energie zu erzeugen, sondern das Hauptaugenmerk auf die Reduzierung des Energieverbrauchs und die Steigerung der Energieeffizienz gelegt werden soll. Denn bei der derzeitigen Entwicklung des Energieverbrauchs kann auch durch den Umstieg auf erneuerbare Energie keine Verbesserung der Umweltsituation gewährleistet werden. Die Reihung der Zielsetzung sollte daher wie folgt lauten:

1. Reduzierung des Energieverbrauchs,
2. Steigerung der Energieeffizienz,
3. Forcierung der Energiegewinnung mittels erneuerbarer Energieträger.

Abschließend ist festzuhalten, dass die veränderte Klimasituation und die immer knapper werdenden fossilen Ressourcen bedeutende Faktoren sind, weshalb eine Neuerung im Bereich der Energieproduktion unumgänglich ist. Hier kommen nun die erneuerbaren Energieträger zum Zug.

In den letzten eineinhalb Jahrzehnten wurde daher der Ausbau der grünen Energie massiv forciert und somit sowohl auf politischer als auch wirtschaftlicher Seite ein klimaschonendes Handeln propagiert. Nimmt man jedoch einige Projekte genauer unter die Lupe, wird ersichtlich, dass Maßnahmen, die für den Klimaschutz gesetzt werden, teilweise sogar mehr Natur, Pflanzen- und Tierarten zerstören, als der Klimawandel selbst. Die Vorteile der erneuerbaren Energieträger sollten daher mit Vorsicht genossen werden, denn ob sie tatsäch-

lich mit positiven Wirkungen verbunden sind hängt nicht vom Energieträger ab, sondern von ihrer Nutzung und ihrer Herkunft (Produktion) (Kreuz&Quer, 2013). Im Vordergrund liegt daher nicht, DASS Biomasse zur Energieerzeugung angebaut wird, sondern WIE der Anbau erfolgt. Dies allein ist allerdings nicht der Weg zum Erfolg. Eine weitere Voraussetzung für die Ausweitung der Biomasse liegt in einem sozialen und wirtschaftlichen Umdenken der Gesellschaft. Allem voran steht dabei der Verzicht bzw. die Verringerung der Ansprüche zur materiellen Selbstverwirklichung und somit eines Stopps des ständigen Wachstums (Kreuz&Quer, 2013).

Das negative Ergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse unterstreicht die eben beschriebenen Tatsachen noch einmal. Allerdings ist anzumerken, dass sich das negative Ergebnis der NKA vor allem daraus ergibt, dass Biomasse auf Flächen angebaut wird, die derzeit eine Reihe wertvoller Ökosystemleistungen erbringen. Diese Leistungen werden jedoch stets maßgeblich durch verstärkten Biomasseanbau eingeschränkt – in einem Ausmaß, welches die ökologisch positiven Wirkungen der Biomasse übersteigt.

Es sind noch viele Entwicklungsschritte bei der Bewertung von Umweltgütern mittels einer Nutzen-Kosten-Analyse notwendig bis das Nutzen-Kosten-Verhältnis als tatsächliche Entscheidungsgrundlage herangezogen werden kann. Bei einer zukünftigen Durchführung einer Nutzen-Kosten-Analyse in diesem Bereich sollte darüber hinaus versucht werden, möglichst alle Wirkungszusammenhänge, wenn auch teilweise nur qualitativ, zu erfassen, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Um jedoch alle Einflussfaktoren abschätzen zu können, benötigt es einer engen Zusammenarbeit zahlreicher Disziplinen und Fachressorts. Durch eine solche Kooperation ist schließlich auch eine höhere Akzeptanz bei der Umsetzung zu erwarten.

Abschließend sollte angemerkt werden, dass mit dieser Arbeit keinesfalls die Aussage getroffen werden soll, dass der Ausbau von erneuerbaren Energieträgern nicht stattfinden soll, vielmehr sollten die Komplexität der Zusammenhänge sowie das erhebliche Konfliktpotenzial aufgezeigt werden. Als Empfehlungen werden daher drei Strategien formuliert:

1. *Sozialer Wandel*, der ein Ende des angestrebten ständigen Wachstums hervorruft,
2. *Reduzierung des Energieverbrauchs* und Steigerung der Energieeffizienz,
3. *Verstärkte Zusammenarbeit* der Akteure verschiedenster Fachgebiete (Raumplanung, Ökologie, Technik, etc.).

Erst die Kombination dieser drei Komponenten ermöglicht, dass sich der Biomasseanbau positiv auf die Umwelt und dementsprechend auch auf das Umweltgut Boden auswirkt. Sie sollten daher auch gemeinsam umgesetzt werden, um einen positiven volkswirtschaftlichen Nutzen zu generieren.

Quellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

- Amt der NÖ Landesregierung (2010a), NÖ Energiefahrplan 2030, St. Pölten.
- Bohne, A., Kochmann, L., Universität Leipzig (2008), Ökonomische Umweltbewertung und endogene Entwicklung peripherer Regionen – Synthese einer Methodik und einer Theorie, Leipzig.
- Bosch, S., Peyke, G. (2011), Gegenwind für die Erneuerbaren – Räumliche Neuorientierung der Wind-, Solar- und Bioenergie vor dem Hintergrund einer verringerten Akzeptanz sowie zunehmender Flächennutzungskonflikte im ländlichen Raum, Raumforschung und Raumordnung, Bd. 69, Heft 2, S. 105-118.
- BURGER, F. (2004), Ökologische Auswirkungen von Energiewäldern, Bornimer agrartechnische Berichte, Heft 35, Potsdam-Bornim.
- De Groot, R., Fisher, B., Christie, M. (2010), The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations, Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation, London.
- DRL (Deutscher Rat für Landschaftspflege), Wurzel, A., Petermann, R., (2006), Die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft, Meckenheim.
- Europäische Kommission (2009), Ökosystemgüter und -leistungen, Brüssel.
- Faulstich, M., Greiff, K. (2008), Klimaschutz durch Biomasse – Ergebnisse des SRU-Sondergutachtens 2007, Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, Bd. 20, Heft 3, S. 171-179.
- Garrod, G.; Willis, K.G. (1999), Economic valuation of the environment: Methods and case studies, Cheltenham.
- Gerdes, H., Naumann, S., Landgrebe, R., Stupak, N., Ecologic Institut (2010), Ökonomische Bewertung der ökologischen Funktionen von Böden – I. Projektphase: Auswertung der Literatur- und Datenlage, Berlin.
- Getzner, M., Jungmeier, M., Köstl, T., Weiglhofer, S. (2011), Fließstrecken der Mur - Ermittlung der Ökosystemleistungen – Endbericht. Studie im Auftrag von: Landesumweltanwaltschaft Steiermark, Bearbeitung: E.C.O. Institut für Ökologie, Klagenfurt.
- Görlach, B., Landgrebe-Trinkunaite, R., Interwies, E., Bouzit, M., Darmendrail, D., Rinaudo, J.-D., Ecologic Institut (2004), Assessing the Economic Impacts of Soil Degradation, Volume III: Empirical Estimation of the Impacts, Study commissioned by the European Commission, DG Environment (ENV.B.1/ETU/2003/0024), Berlin.
- Grêt-Regamey, A., Rabe, S.-E., Crespo, R., Ryffel, A., Planning of Landscape and Urban Space, ETH Zürich (2012), Der Wert der Biodiversität gemessen an Ökosystemleistungen von extensiv bewirtschaftetem Grünland, Endbericht, Zürich.

- Hansjürgens, B., Herkle, S., Bundesamt für Naturschutz (2012), Der Nutzen von Ökonomie und Ökosystemleistungen für die Naturschutzpraxis, Bonn.
- Harris, D., Crabtree, B., King, J., Newell-Price, P., ADAS (2006): Economic Valuation of Soil Functions, Phase 1: Literature Review and Method Development, im Auftrag von DEFRA, Wolverhampton.
- Kantelhardt, J., Hübner, R. (2010), Monetäre Bewertung landwirtschaftsbezogener Ökosystemleistungen, Agrarische Rundschau, Bd. 6, S. 20-23.
- Lebensministerium (2013), Bodenfunktionsbewertung: Methodische Umsetzung der ÖNORM L 1076, Wien.
- Lehr, U., Lutz, Ch., Pehnt, M., Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (2012), Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz, Osnabrück.
- MA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005a), Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis, Island Press, Washington, DC.
- MA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005), Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis, World Resources Institute, Washington, DC.
- Meyerhoff, J., Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (1998), Ökonomische Bewertung ökologischer Leistungen, Berlin.
- Mull, J. (1996) Dissertation, Kostenwirksamkeitsbetrachtungen bei der Sanierung ckw-emittierender Altlasten – Ansätze für eine nutzungsorientiertes Grundwasser-management auf regionaler Ebene, Hannover.
- Rode, M., Schneider, C., Ketelhake, G., Reißhauer, D., Bundesamt für Naturschutz (2005), Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung, Bonn.
- RVS 02.01.22 (Richtlinie und Vorschriften für den Straßenbau), Österreichische Forschungsgesellschaft Straßenschienen-Verkehr (2010), Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen, Wien.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Brümmer, G., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., Stahr, K., Wilke, B.-M. (2010), Lehrbuch der Bodenkunde, Heidelberg.
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity), Sukhdev, P., Wittmer, H., Schröter-Schlaack, Ch., Nesshöver, C., Bishop, J., Ten Brink, P., Gundimeda, H., Kumar, P., Simmons, B., Neuville, A. (2010) Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität: Die ökonomische Bedeutung der Natur in Entscheidungsprozesse integrieren, Ansatz, Schlussfolgerungen und Empfehlungen von TEEB – eine Synthese.
- Weigel, H.-J., Schrader, S., Ruppel, S. (2004), Biodiversität und Ökosystemfunktion, Landbauforschung Völknerode - Sonderheft, Bd. 310, S. 42-46.
- Weimann, J. (2006) Wirtschaftspolitik - Allokation und kollektive Entscheidungen, Springer Berlin Heidelberg New York, Magdeburg, S. 115-154.

Internetquellen

- Amt der NÖ Landesregierung (2012a), Land & Zukunft, Zahlen & Fakten, Katasterflächen, www.noe.gv.at (November 2012)
- Biologische Vielfalt (2011), Was heißt Biodiversität?, www.biologischevielfalt.at (Oktober 2012).
- Ecologic Institut (2010), Ökonomische Bewertung der ökologischen Funktion von Böden – Vorstudie, www.ecologic.eu/de (Oktober 2012).
- Kreuz&Quer, Österreichischer Rundfunk (2013), Climate Crimes – Die Akte Klima, Ausstrahlungszeitpunkt: 05.02.2013, ORF2.
- Ökosystem Erde (2006-2008), Ökosystem Erde – Boden, www.oekosystem-erde.de/html/boden (November 2012).
- Österreichischer Biomasse-Verband (2013), Grundlagen – Was ist Biomasse?, www.biomasseverband.at (Jänner 2013).
- Statistik Austria (2012a), Land- und Forstwirtschaft, Agrarstruktur, Flächen und Erträge, Feldfrüchte, Feldfrucht- und Dauerwiesenproduktion, www.statistik.at (Februar 2013).
- Statistik Austria (2012b), Land- und Forstwirtschaft, Agrarstruktur, Flächen und Erträge, Gemüse, Gemüseproduktion, www.statistik.at (Februar 2013).
- umweltbundesamt (2013), Wasser, EU-Wasserrahmenrichtlinie, Grundwasser, EU-Grundwasserrichtlinie, www.umweltbundesamt.at (April 2013).
- Umweltgesamtrechnung (2012a), Anwendungsgebiete – Ökosystemleistungen und Umweltgüter, www.umweltgesamtrechnung.at (November 2012b).