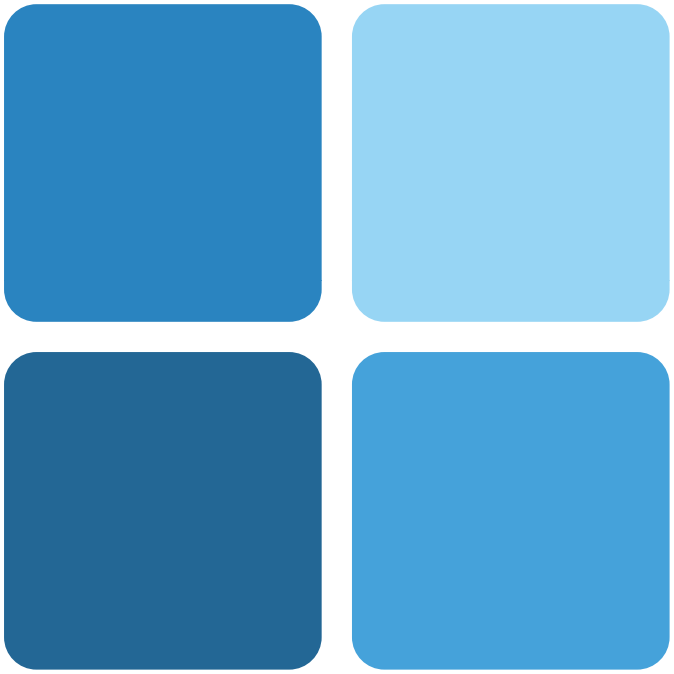
DER ÖFFENTLICHE SEKTOR
THE PUBLIC SECTOR

Energie und Raum -
Energy and Space



Elektromobilität als Teil der Energiewende

Biomasse als erneuerbarer Energieträger und seine volkswirtschaftlichen Auswirkungen auf die natürliche Ressource Boden

Volkswirtschaftliche Analyse von Nachnutzungs-alternativen auf Brachflächen in Niederösterreich

Evaluation of Public Preferences for the "Murkraftwerk Graz" Using a Choice Experiment

Karin Tausz

Grazia Bonvissuto

Victoria Kretz

Andrea Klinglmair

4 | 2013

TU WIEN ifip

"Der öffentliche Sektor - The Public Sector" ist eine Fachbereichszeitschrift des Fachbereichs für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik im Department für Raumplanung der Technischen Universität Wien.

Im „Öffentlichen Sektor" werden aktuelle Forschungsergebnisse und „working papers" der Fachbereichsmitglieder publiziert, ebenso erhalten zahlreiche Gastautoren hier eine Plattform zur Veröffentlichung thematisch passender Artikel. Besonders hervorzuheben ist, dass auch bedeutende Studierendenarbeiten publiziert werden. Von der Redaktion werden jederzeit gerne Manuskripte entgegengenommen und zur Veröffentlichung geprüft.

Die Themenbereiche des „Öffentlichen Sektors" entsprechen insbesondere den Forschungsschwerpunkten des Fachbereichs:

- Finanzwissenschaft
- Infrastrukturökonomie und -politik
- Ressourcen- und Umweltökonomie
- Boden- und Immobilienökonomie
- Stadt- und Regionalökonomie
- Software- und Methodenentwicklung in Bezug auf die o.g. Forschungsfelder

„Der öffentliche Sektor" möchte auch vorläufige Forschungsergebnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich machen. Eine Publikation im "öffentlichen Sektor" steht keinesfalls einer späteren Veröffentlichung eines überarbeiteten Beitrags in einer internationalen peer-reviewed Fachzeitschrift im Wege.

Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:
Fachbereich für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik,
Department für Raumplanung der Technischen Universität Wien
vertreten durch *Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johann Bröthaler*
Resselgasse 5/2/2, A-1040 Wien, Tel. +43/1/58801-280321
Email: ifip@tuwien.ac.at, Web: http://www.ifip.tuwien.ac.at

Redaktion und für den Inhalt verantwortlich:
Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. Gerlinde Gutheil-Knopp-Kirchwald, c/o Fachbereich für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik, Department für Raumplanung der Technischen Universität Wien, Resselgasse 5/2/2, A-1040 Wien

Layout und Bearbeitung:
Univ.-Ass. Mag. Damir Zivkovic, c/o Fachbereich für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik, Department für Raumplanung der Technischen Universität Wien, Resselgasse 5/2/2, A-1040 Wien

Druck:
Grafisches Zentrum HTU GmbH, Wiedner Hauptstraße 8-10,
1040 Wien, Tel. +43/1/5863316

39. Jahrgang

Heft 4/2013, Dezember 2013

Abonnements:
Rosalinde Pohl, c/o Fachbereich für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik, Department für Raumplanung der Technischen Universität Wien
Resselgasse 5/2/2, A-1040 Wien, Tel. +43/1/58801-280321
Email: ifip@tuwien.ac.at, Web: http://www.ifip.tuwien.ac.at

Preis:

	Inland	Ausland
Einzelnummer	€ 5,50	€ 6,20
Doppelnummer	€ 10,50	€ 11,50
Jahres-Abo	€ 17,00	€ 19,20
Onlineabo	€ 12,00 pro Jahr	
Bibliothekslizenz	€ 60,00 pro Jahr	

Achtung! Neue Bankverbindung:

Technische Universität Wien, Department für Raumplanung
Konto-Nr.: 51429000401, BLZ: 12000 (BA-CA)

BIC: BKAUATWW, IBAN: AT72 1200 0514 2900 0401
UID Nr.: ATU37675002, DVR: 0005886, Handelsgericht Wien

ISSN 1563-4604

© 2013 Fachbereich für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik

Inhaltsverzeichnis

Elektromobilität als Teil der Energiewende

Karin Tausz 5

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 13

Volkswirtschaftliche Analyse von Nachnutzungsalternativen auf Brachflächen in Niederösterreich - Kosten-Nutzen-Analyse von Renaturierung, Gewerbe- und Wohnstandortentwicklung

Victoria Kretz 29

Evaluation of Public Preferences for the “Murkraftwerk Graz” Using a Choice Experiment

Andrea Klinglmair 45

Die Autorinnen 56

Editorial

Angefangen von der Energiestrategie Österreich, über die Umsetzungspartnerschaft „Energieraumplanung“ des Österreichischen Raumentwicklungskonzepts (ÖREK) 2011, mehreren neu entwickelten Planungstools bis hin zu zahlreichen Projekten aus nationalen und europäischen Programmen: „Energie und Raumentwicklung“ ist zweifellos ein zentrales Leitthema in der raumbezogenen Forschung der letzten Jahre.

Grund genug, diesen eng verflochtenen Materien auch eine Ausgabe des „Öffentlichen Sektors“ zu widmen.

Im ersten Artikel beleuchtet Karin Tausz die Rolle der Elektromobilität als Teil der Energiewende. Weit entfernt von Stereotypen in jede Richtung, z.B. dass der Umstieg auf Elektroautos allein genüge oder umgekehrt E-Mobilität (siedlungs-)strukturell gar nichts brächte, schildert Tausz differenziert die Puzzlesteine, die die Elektromobilität im Gesamtbild der Energiewende einnehmen könnten (und sollten). Da geht es u.a. um erfolgreiche early markets, urbane Gesamtverkehrssysteme, soziale Sharingsysteme, multimodale Mobilitätsdienste, steuerliche Anreize und nicht zuletzt um die Koordination der politischen Ebenen, von der lokalen bis zur europäischen.

Grazia Bonvissuto richtet ihren Blick auf einen bestimmten erneuerbaren Energieträger, nämlich die Biomasse. Am Beispiel Niederösterreichs berechnet sie in mehreren Szenarien die potenziellen Auswirkungen der Biomasse-Ausbaupläne, die im „NÖ Energiefahrplan 2030“ festgehalten sind – und zwar hinsichtlich volkswirtschaftlicher und ökologischer Effekte auf die Ressource Boden. Ihr überwiegend negativer Befund vermag zu überraschen: Nicht überall, wo „Klimaschutz“ draufsteht, ist dieser auch drin – denn im ungünstigen Fall kann bei der vermeintlichen Klimaschutzmaßnahme Biomasseanbau mehr Flora und Fauna zerstört werden als durch den Klimawandel selbst.

Auch Viktoria Kretz führt in ihrem Artikel eine volkswirtschaftliche Bewertung von Ökosystemleistungen durch, jedoch im Kontext von energie- und flächeneffizienter Siedlungsentwicklung. Sie untersucht verschiedene Nachnutzungsalternativen für Brachflächen und legt dar, weshalb eine Renaturierung von zentral gelegenen Flächen schlechtere Auswirkungen auf das Ökosystem haben kann als deren Bebauung.

Einem klassischen Energieprojekt, nämlich einem geplanten Kraftwerksbau in Graz widmet sich Andrea Klinglmair. Ihr Ansatz ist jedoch wenig traditionell: Sie befragt Haushalte nach ihren Präferenzen hinsichtlich verschiedener Planungsalternativen, die sich in ihrer Dimension, ihren Auswirkungen auf Umwelt, Erholungsnutzung und auf die monatliche Stromrechnung unterscheiden. Die Ergebnisse des ökonometrischen Modells erlauben klare Schlussfolgerungen darüber, was beachtet werden sollte, um politische Akzeptanz für ein Wasserkraftwerkprojekt zu finden - erfreulicherweise entspricht dies auch den Varianten mit den geringsten Eingriffen in die Umwelt.

Abschließend möchte ich auf einen Umstand hinweisen, der deswegen besonders erfreulich ist, weil er ohne redaktionelle Beeinflussung zustande gekommen ist: Alle vier in diesem Heft zu Wort kommenden Expertinnen sind weiblich, was gerade im Feld der traditionell männerdominierten (und überdurchschnittlich entlohnten) Energiewirtschaft doch bemerkt werden sollte.

In der Hoffnung, dass Sie auch 2014 zu den treuen Leser/innen des „Öffentlichen Sektors“ gehören, wünsche ich Ihnen erholsame (verbleibende) Feiertage und ein energiereiches neues Jahr!

Gerlinde Gutheil-Knopp-Kirchwald

Elektromobilität als Teil der Energiewende

Karin Tausz

Einleitung: Elektromobilität als funktionierender Eckpfeiler der Energiewende

Wenn die Energiewende gelingen soll, so müssen Maßnahmen für einen energieeffizienten Verkehr getroffen werden. Die EU hat als Ziel eine Reduktion der Treibhausgas[1]-Emissionen von 60% bis 2050 gesetzt. Einige Studie gehen jedoch von einer Verdoppelung des globalen Fahrzeugbestandes bis 2030 aus (vgl. TAB 2012: 5). Zwei Eckpfeiler sind daher alternative Antriebstechnologien und ein verändertes Mobilitätsverhalten. Durch Elektromobilität sollen lokale Schadstoff- und Lärmemissionen gesenkt werden. Die dadurch reduzierten gesundheitlichen Risiken haben einen positiven Effekt auf volkswirtschaftliche Folgekosten. Hinsichtlich Ökobilanz ist der Energiemix ein entscheidender Faktor. Vergleiche potenzieller Umweltwirkungen in Deutschland etwa zeigen, dass heutige Elektrofahrzeuge unter Annahme des deutschen Netzstrommix in der Klimabilanz ähnlich wie konventionelle Fahrzeuge einzuordnen sind, bei einem höheren regenerativen Stromanteil sieht die Bilanz allerdings besser aus (Buller, Hanselka 2013: 125). Bei 1 Mio. Elektrofahrzeugen im Jahr 2020 würde die nachgefragte Strommenge in Deutschland deutlich weniger als 2% des gesamten Angebots an Strom aus erneuerbaren Energien ausmachen und könnte den ökologischen Rucksack der THG-Emissionen bei der Herstellung der Elektrofahrzeuge bei relativ geringer Jahresfahrleistung schon ausgleichen (vgl. TAB 202: 9).

Eine Wende im Mobilitätssystem ist nicht nur aus Klimaschutzgründen notwendig, sondern auch aufgrund steigender Energiepreise, dem demografischer Wandel und dem Ziel, ein effizientes, umweltfreundliches und gleichzeitig leistbares System zu bieten (vgl. BMVIT 2012). Relevante Zielsetzungen finden sich auch im Transport White Paper der EC (2011)[2] und dem Strategischen Umsetzungsplan zu Smart Cities (2013)[3]. Die Ziele, wie die Halbierung konventionell betriebener Fahrzeuge bis 2020 bzw. deren Verbannung aus den Städten bis 2050, fußen auch auf der raschen Umsetzung der Elektromobilität.

Interministerieller Umsetzungsplan Elektromobilität

Viele Faktoren sprechen für eine erfolgreiche Zukunft der Elektromobilität, wenngleich es keinen schnellen Durchbruch geben wird. Zudem sind die Erwartungen sehr hoch, neben Umwelt- und verkehrlichen Effekten sollen Elektrofahrzeuge langfristig im Zusammenspiel mit Smart Grids einen Beitrag zur Netzstabilisierung und Integration erneuerbarer Energie leisten. Eine politische Steuerung ist daher notwendig. Grundlage für die Aktivitäten, die in Österreich auf politischer Seite gesetzt werden, ist der Umsetzungsplan Elektromobilität, der im Auftrag der Bundesregierung von den drei Bundesministerien BMLFUW, BMVIT und BMWFJ auf Basis eines breiten Konsultationsprozesses erarbeitet und 2012 beschlossen wurde. Die beschlossenen Maßnahmen sind aufeinander abgestimmt und schaffen die notwendigen Rahmenbedingungen, um Elektromobilität im Alltag rascher erfahrbar zu machen und die damit verbundenen Chancen für Österreich bestmöglich zu nutzen (vgl. BMLFUW, BMVIT, BMWFJ: 2012). Elektromobilität wird als Querschnittsmaterie der Innovationsfelder Verkehr, Umwelt und Energie betrachtet. Mehr als 60 Maßnahmen werden auf dieser Basis umgesetzt, die die Integration der Elektromobilität ins Gesamtverkehrssystem, das Energiesystem, die Ladeinfrastruktur, ein intelligentes Anreizsystem, die Marktvorbereitung, Forschungs- und Innovationsförderung, Internationalisierungsstrategien, Monitoring von Umwelteffekten, Aus- und Weiterbildung sowie bewusstseinsbildende Maßnahmen umfassen.

Elektromobilität hat viele Facetten, Fahrzeuge können im öffentlichen Verkehr (E-Busse), als Nutzfahrzeuge, im Lieferverkehr, in Taxi- oder Sharingsystemen (E-Auto und E-Bike) und in der privaten Nutzung eingesetzt werden. Die Anschaffungskosten von E-Autos sind im Vergleich mit konventionell betriebenen Fahrzeugen noch hoch, der Kostenvorteil der E-Autos liegt im Betrieb, und kommt daher dann zum Tragen, wenn die Fahrzeuge viel bewegt werden. Sie eignen sich daher besonders für den Einsatz in Taxi- und Carsharingflotten (vgl. Buller, Hanselka 2013: 121).

Steuerung durch kombinierte Anreize

Politische Steuerung kann ansetzen bei der Förderung von Forschung und Entwicklung, bei steuerlichen Anreizen oder direkten Subventionen. Österreich verfolgt dabei nicht nur das Ziel, das Energie- und das Verkehrssystem effizient und

1 Im Folgenden: THG

2 http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011_white_paper_en.htm. Stand: 24.7.2013

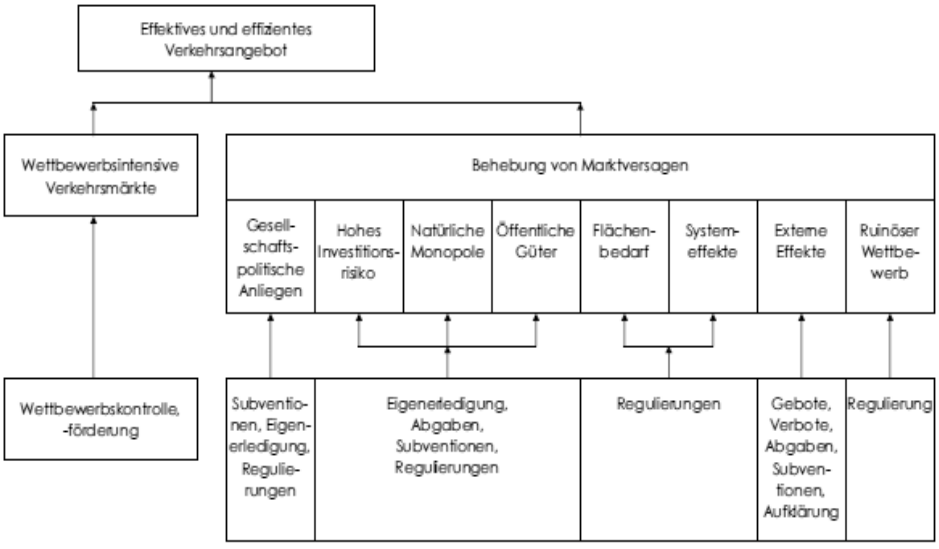
3 http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/sip_final_en.pdf. Stand 24.7.2013

umweltschonend miteinander zu verknüpfen sondern auch das Ziel durch die Förderung von Innovation und Produktion von Komponenten Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale für österreichische Unternehmen zu sichern.

Österreich fördert Elektromobilität durch langfristige Forschungs- und Förderprogramme, Initiativen und große Demonstrationsprojekte und entspricht damit auch den Forderungen der Europäischen Kommission, in Forschung und Innovation zu investieren. Die Realität zeigt jedoch, dass die Implementierung weitere Anreize und Unterstützung in den Phasen der Marktvorbereitung und Markteinführung erfordert. Insbesondere im Punkt der (öffentlichen) Ladeinfrastruktur gibt es eine intensive Debatte. Staatliche Interventionen, speziell direkte Förderungen, werden durch das Auftreten von Marktversagen gerechtfertigt, d.h. wenn ein Ziel bzw. eine Aufgabe vom privaten Sektor nicht oder nur wesentlich schlechter erledigt werden kann. Ein effizientes Verkehrsangebot setzt das Funktionieren der Marktmechanismen voraus. Der Staat greift ein, wenn es Wettbewerbsprobleme gibt oder die gesellschaftlich oder gesamtwirtschaftlich gewünschten Leistungen nicht durch freie Marktmechanismen erbracht werden, und hat dafür unterschiedliche Steuerungsmöglichkeiten, wie *Abbildung 1* zeigt.

Ob Marktversagen vorliegt, wird anhand der Frage der Effizienz, der Allokation und der Verteilungswirkung bzw. dem Fehlen oder der Instabilität des Marktgleichgewichts beurteilt. Für die Elektromobilität werden mehrere Argumente als Marktversagen herangezogen, wie positive und negative externe Effekte, fehlende Standardisierung, und eine Learning-by-doing Dynamik. Hohes gesellschaftliches Interesse besteht an der Elektromobilität, da sie einen Beitrag zum Schutz des öffentlichen Gutes der Gesundheit, zu reduzierten CO2 Emissionen, zur Stabilisierung des Klimas und durch die größere Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern zur Energiesicherung leistet. Das Effizienzkriterium wird angeführt, da andere Nutzer bzw. Produzenten vom positiven externen Effekt der geringeren Umweltbelastung genauso profitieren und nicht ausgeschlossen werden können (vgl. Perez et al 2013).

Viele Länder weltweit setzen unterschiedliche marktvorbereitende Impulse für die Durchsetzung von Elektromobilität und gewähren finanzielle Unterstützungen und steuerliche Vorteile, es haben jedoch nur wenige Länder das tatsächliche Potenzial Leitanbieter bzw. Leitmarkt dafür zu werden. Finanzielle ex-ante Anreize, wie Investitionsförderungen und eine Befreiung von der Mehrwertsteuer verändern die Preise und die Investitionskosten, die zuerst aufgewendet müssen, bevor der materielle und immaterielle Nutzen gezogen werden kann, etwa beim Kauf eines Elektroautos, und dem Nutzen des Vorteils aus den niedrigeren Betriebskosten. Sie haben einen Einkommenseffekt und einen Substitutionseffekt, deren Ausmaß durch die direkte Preiselastizität, die Kreuzpreiselastizität und die Einkommenselastizität der Nachfrage bestimmt wird (vgl. UVEK 2008: 16). Der Anschaffungspreis hat bei Fahrzeugtechnologien mit geringerem Marktanteil eine hohe Bedeutung, und damit bei alternativ betriebenen Fahrzeugen, d.h. dass Konsumenten bei der Wahl des alternativ betriebenen Fahrzeugs wesentlich preissensitiver sind als bei einem konventionell betriebenen Fahrzeug. Die flächendeckende Einführung alternativ betriebener Fahrzeuge zeichnet sich somit durch eine hohe Preiselastizität aus, die durch einen geringen Marktanteil verstärkt wird. (vgl. Prunkl 2010: 15f). Für die Entscheidung des Käufers müssen nicht nur Informationen über die Investitionen, sondern auch die künftigen Einsparungen (Total Cost of Ownership) bekannt sein. Unsicherheiten bestehen über die Geschwindigkeit der Weiterentwicklung der Technologie und über die Preisentwicklung (vgl. UVEK 2008: 19), was insbesondere den Wiederverkaufswert von E-Fahrzeugen betrifft. Kaufprämien werden etwa in Frankreich, Italien, Großbritannien



Quelle: Puwein (2005): 7

Abb. 1. Verkehrspolitische Ziele und Instrumente

oder den USA gewährt. Österreich befreit Elektroautos von der Normverbrauchsabgabe und motorbezogenen Versicherungssteuer, es gibt Ankaufszuschüsse für Betriebe und Kommunen seitens des Lebensministeriums bzw. Klima und Energiefonds[4], und unter speziellen Bedingungen (Ökostrom im Händlermix, Behaltefristen) zusätzliche Anreize in einigen Bundesländern für Private und/oder Kommunen und Betriebe (Bsp. OÖ[5], Salzburg und Wien). Steuerliche Erlässe (Zulassungs- und/oder Mehrwertsteuer) gibt es bspw. in Dänemark, Griechenland und den Niederlanden.

Kaufentscheidungen werden jedoch nicht nur aus wirtschaftlicher Perspektive sondern auch aufgrund immaterieller Motive getroffen, wie Umweltfreundlichkeit der Technologie, First-Mover-Motive, Anreize durch Vorteile wie Nutzung von Busspuren etc., daher müssen ebenso nicht-monetäre Anreize gesetzt werden. Zudem birgt ein alleiniger monetärer Anreiz, der nicht mit anderen Maßnahmen verbunden wird oder zu hoch angesetzt wird, die Gefahr einen Markt künstlich in ein Hoch zu versetzen, der nach Beendigung der Förderung zusammenbricht. Zu hohe Stützungen des Ankaufspreises reduzieren zudem den Anreiz billiger zu produzieren. Information und Beratung kann einen entscheidenden Einfluss auf Investitionsentscheidungen haben und die Informationskosten für die NutzerInnen senken. Persönlicher Erfahrungsgewinn und Sichtbarkeit von E-Mobilität im Alltag wirkt unterstützend. Unterschiedliche nicht-monetäre Anreize könnten z.B. auf der Basis eines nationalen Fahrzeugklassifizierungssystems, das mit der Vergabe eines entsprechenden Labels verbunden ist, gesetzt werden. Die Klassifizierung muss jedoch aussagekräftig, transparent und einfach verständlich sein, und darf nicht einzelne Modelle bevorzugen, sondern kann sich etwa technologieneutral an den CO_2-Emissionen orientieren. Investitionen in Netzwerke, Organisationen und Prozesse, die den Austausch von Daten und Know-how zwischen den Akteuren und zwischen den Ländern erleichtern, stellen sicher, dass Erkenntnisse über das Funktionieren von E-Mobilität unter unterschiedlichen Bedingungen gewonnen und Barrieren rasch erkannt werden können.

Als Beispiel für einen funktionierenden „early market" kann Norwegen genannt werden. 2013 gibt es bereits rund 16000 registrierte Elektrofahrzeuge in Norwegen, im September war der meistverkaufte Marke der Tesla, im Oktober der Nissan Leaf. Elektrofahrzeuge machten 8,6 % aller verkauften Fahrzeuge im September 2013 aus, 7,2% im Oktober 2013. In Planung ist der Ausbau eines nationalen Schnelladenetzwerks. Zudem ist der Anteil der Wasserkraft im norwegischen Energiemix bei 98 % und bietet damit auch energieseitig ideale Voraussetzungen. Das Anreizsystem soll gemäß einem Agreement des Parlaments noch nach 2018 gelten, um dieses Marktpotenzial voll auszuschöpfen, den Nutzen für die Umwelt zu halten und Teil eines größeren europäischen Marktes sein zu können. Haushaltsbefragungen zeigen, dass sich die Nutzer für ein Elektrofahrzeug entscheiden, weil es sich praktisch im Alltag nutzen lässt und finanzielle Ersparnisse bringt, und das Argument der Umweltfreundlichkeit in den Hintergrund tritt (vgl. Haugneland/Kvisle 2013). Allerdings ist der Nutzen deshalb so groß, weil es ein umfangreiches Anreizsystem gibt, wie die Ausnahme von der Umsatzsteuer und Importabgabe, freies Parken, Befreiung von Fähr- und Mautgebühren, Nutzen von Busspuren, Förderung der Ladeinfrastruktur etc., wobei diese Anreize nicht für Hybride gelten. Begonnen wurde mit den ersten Anreizen bereits 2003, und im November wurde im norwegischen Parlament beschlossen, das Anreizsystem noch zu verstärken und die Umsatzsteuer auch im Fall von Leasing für reine Elektrofahrzeuge (BEV) und Batterien zu erlassen. Damit sollen vor allem Gemeinden ermuntert werden, mehr Elektrofahrzeuge in ihre eigenen Flotten aufzunehmen. In Oslo gibt es rund 700 kommunale Normalladestationen und 13 Schnellladestationen, insgesamt gibt es rund 1000 in der Region, jährlich werden etwa 200 neue Ladestationen errichtet. Rund 3500 Elektroautos gibt es in Oslo, nahezu 8000 in der Region Oslo/Akershus. In der Innenstadt Oslos soll als Ziel die Hälfte des Parkraums für Elektrofahrzeuge reserviert werden. Die eigene Flotte der Stadt soll 2015 und die Taxis sollen bis 2020 emissionsfrei fahren. Norwegen ist damit ein Paradebeispiel, wie staatliche und kommunale Maßnahmen in einer Gesamtstrategie erfolgreich verknüpft werden können. Allerdings wirft der Erfolg nun die Frage auf, wie lange Anreize, wie etwa das Nutzen der Busspuren noch aufrecht erhalten werden sollen, da dies in manchen Stadtteilen bereits zu Problemen führt.

Jedwede Subvention muss durch Steuern wieder eingenommen werden, wodurch sich der Einkommenseffekt wieder verkleinert, der Substitutionseffekt jedoch bestehen bleibt. Generell ist bei Förderungen immer zu überlegen, wer (z.B. ein bestimmter Anbieter oder Industriezweig) von einer Unterstützung am meisten profitiert, daher gibt es keine eindeutige Lösung, die einfach übertragbar ist.

Während effizientere Batterietechnologien und Fahrzeugentwicklungen zu einer größeren Reichweite und reduzierten Kosten beitragen und damit mittelfristig die Anschaffungskosten kein ausschlaggebendes Kriterium mehr sein werden, ist die Tragfähigkeit eines Geschäftsmodells für die öffentliche Ladeinfrastruktur noch offen. Die Frage nach Subventionen steht also auch bei der Ladeinfrastruktur im Raum. Ladeinfrastruktur gibt es im privaten Bereich bzw. am Arbeitsplatz, semi-öffentlich (z.B. bei Einkaufszentren), und im öffentlichen Bereich. Pilotprojekte und Datenerhebungen in verschiedenen Ländern zeigen, dass überwiegend zuhause oder am Arbeitsplatz geladen wird und die vorhandene öffentliche Ladeinfrastruktur kaum genutzt wird, insbesondere in ländlichen Gebieten (vgl. TAB 2012). Es ist fraglich, ob es ein selbsttragendes Geschäftsmodell aufgrund der sehr hohen Investitionskosten und erwarteten niedrigen Nutzungsfrequenz für öffentliche Ladeinfrastruktur überhaupt gibt. Bevor der Staat interveniert und solche Subventionen vergibt, muss daher zuerst die Frage geklärt werden, ob und in welchem Ausmaß bzw. für welche Anwendungsfelder die Errichtung öffentlicher Ladeinfrastruktur überhaupt Sinn macht.

Die Ergebnisse aus vorliegenden Projekten und Studien weisen darauf hin, dass die öffentliche Ladeinfrastruktur nur eine untergeordnete Rolle spielt, als Sicherheitsnetz, vorwiegend wird zu Hause bzw. am Arbeitsplatz geladen. (Vgl.

4 URL:http://www.umweltfoerderung.at/kpc/de/home/umweltfrderung/fr_betriebe/verkehr_und_mobilitt/fahrzeuge_mit_alternativem_antrieb_und_elektromobilitt/. Stand 10.11.2013

5 URL: http://www.fairenergy.at/fair_energy/page/4278934084924 25309_80176391620284801 4_94442051259710 4952,de.html. Stand 10.11.2013

TAB 2012: 14; TU Wien et al 2012). Studien gehen derzeit mehrheitlich von einem privaten Ladepunkt pro E-Fahrzeug aus (vgl. TU-Wien et al 2012; TU-Wien et al 2011). Für zusätzliche Normal- oder beschleunigte Ladung (am Arbeitsplatz, Parkgarage, Park & Ride, Einkaufszentren, Mobilitätsknotenpunkte) kann ein Faktor von 0,1 bis 0,2 abgeleitet werden, sodass sich ein maximaler Faktor von 1:1,1 bis 1:1,2 für private und halb-öffentliche Ladepunkte pro Fahrzeug ergibt. Die Änderung des Mobilitätsverhaltens, d.h. dass nicht sämtliche Wege mit dem E-Fahrzeug zurückgelegt werden, ist dabei bereits berücksichtigt. Damit sich die Errichtung, die mit hohen Investitionskosten verbunden ist, und der Betrieb wirtschaftlich rechnen, müssen entsprechende Ladeleistungen an kWh abgerufen werden. Investitionskosten in (halb-) öffentliche Ladeinfrastruktur können über den Stromverkauf alleine nicht erwirtschaftet werden. Sie ist nur dann rentabel, wenn sie als Teil eines anderen Service bzw. eines Servicepakets angeboten wird.

Die Lösung des „Henne-Ei-Problems" zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeugen

Dem zeitlichen Zusammenspiel von verfügbaren Fahrzeugen am Markt und notwendiger Ladeinfrastruktur widmet sich eine aktuell in Erarbeitung befindliche Richtlinie der Europäischen Kommission (vgl. EC 2013). Das Regelungsmotiv ist die fehlende Interoperabilität der im Unionsgebiet zur Anwendung gelangenden Ladeinfrastrukturen für alternative Kraftstoffe, nicht zuletzt wegen fehlender harmonisierter Normen und der daraus resultierenden fehlenden Bereitschaft in Infrastruktur bzw. Fahrzeuge zu investieren. Durch die Richtlinie, die nicht nur Elektromobilität, sondern auch Wasserstoff, CNG und LNG[6] (im Straßen- und Schiffsverkehr) erfasst, sollen die einzelnen Mitgliedsstaaten einen Strategierahmen für spezifische Infrastrukturfördermaßnahmen zur Entwicklung des Marktes für alternative Kraftstoffe entwickeln und vorlegen. Um das Vertrauen und damit die Nachfrage zu stärken, soll ein ausreichendes Ladeinfrastrukturnetz geschaffen werden, das als back-up dient, mit einheitlichen technischen Spezifikationen und gemeinsamen Standards. Die Harmonisierung soll die Interoperabilität und damit grenzüberschreitendes Laden sicherstellen. Da manche Länder bereits hohe Investitionen in ein dichtes nationales Ladenetz getätigt haben und es einen entsprechend Kundenstock gibt, wie etwa in UK und Estland, bezieht sich die Harmonisierung nur auf künftige Errichtungen. Damit wird die Position Europas gegenüber Asien und USA für die Entwicklung globaler Standards gestärkt. Hauptziele sind somit die Herstellung eines ausreichenden und interoperablen Grundangebotes an Lade- und Betankungsausrüstung, und die Reduktion der Investitionsunsicherheit, um die abwartende Haltung aller Marktteilnehmer zu ändern. Welche Maßnahmen die Mitgliedsstaaten tatsächlich setzen, um diese Ziele zu erreichen, bleibt ihnen überlassen, genannt werden im Entwurf rechtliche Maßnahmen (z.B. Bauvorschriften, Baugenehmigungen für Parkplatze, Zertifizierung der Umweltfreundlichkeit von Unternehmen, Tankstellen-Konzessionen), politische Maßnahmen (wie z.B. Kaufanreize, steuerliche Anreize, öffentliche Beschaffung, nichtfinanzielle Nachfrageanreize), die Förderung von Verbreitung und Produktion, Investitionen in Forschung und Entwicklung, und die Festlegung nationaler Ziele sowie jährlicher Ziele für die Verbreitung alternativer Kraftstoffe und der entsprechenden Infrastruktur. Diese nationalen Pläne sollen mehrjährig angelegt werden (mittelfristig, mindestens 2020), damit Kontinuität EU-weit sichergestellt und gleichzeitig sichtbar wird, wie die Maßnahmen der einzelnen Länder aufeinander abgestimmt werden können.

6 Erdgas (Compressed Natural Gas, Liquefied Natural Gas)

Wertschöpfungsimpulse durch Elektromobilität

Neben den positiven Umweltauswirkungen werden volkswirtschaftliche Wachstumsimpulse der Elektromobilität als Argument für Förderungen angeführt. Diese sind jedoch nur sehr schwer abschätzbar (TAB 2012: 15). In Automobilherstellerländern spielt besonders die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit eine Rolle, was jedoch auch als Gegenargument im Einigungsprozess der EU-Mitgliedsstaaten auf langfristig verbindliche CO2-Obergrenzen nach 2020 angeführt wird. Die Automobilhersteller weltweit widmen sich der Entwicklung von E-Fahrzeugen in Serie, und zwar zunehmend in allen Klassen, nicht nur in der Kleinwagenklasse. Mit der Elektrifizierung wird es auf jeder Stufe der Wertschöpfungskette zu maßgeblichen Veränderungen kommen, Zulieferbetriebe, wie die Unternehmen in der österreichischen Automotive Industry, müssen sich auf einen Systemwechsel einstellen und an neue Technologien anknüpfen können. Elektromobilität zeigt deutlich auf, wie wichtig es ist, das Denken „in Silos" aufzugeben, da es zu völlig neuen Kooperationen kommt, zwischen Fahrzeugindustrie, Energieversorgern, Mobilfunkanbietern, Internetdiensten und Mobilitätsserviceanbietern.

In den nächsten 20 Jahren werden Schätzungen zufolge 100.000 bis 150.000 neue Arbeitsplätze in der europäischen Automobilindustrie mit Fokus Elektromobilität möglich. Voraussetzung ist die verstärkte Investition in Produktionsanlagen.[7] Elektromobilität kann bis 2030 zu einer Steigerung der in der österreichischen automotiven Produktion direkt anfallenden Wertschöpfung und Beschäftigung von über 70% führen. Das direkte Wertschöpfungspotential durch Elektromobilität beträgt ca. 1,2 Mrd. Euro im Jahr 2030, dies resultiert in einem Beschäftigungspotential von 14.800 Vollzeitbeschäftigten. Werden die Potentiale Österreichs im Hinblick auf Kompetenz und Marktstellung bestmöglich genützt, liegt das elektromobilitätsinduzierte Beschäftigungspotential im Jahr 2030 bei 23.800 Vollzeitbeschäftigten (vgl. BMWFJ 2011). Mittelfristig kann es zu einer Bereinigung von Überkapazitäten kommen, wovon kleine und mittlere Zulieferer betroffen wären. Voraussetzung für die Ausschöpfung sämtlicher mit der Einführung neuer Technologien und Verfahren verbundenen Potentiale ist die rechtzeitige Verfügbarkeit von qualifizier-

7 Pressemeldung vom 5.4.2013 der Universität Duisburg-Essen (UDE) zu einer im Auftrag der EU erstellten Studie zum Beschäftigungspotenzial http://www.uni-due.de/de/presse/meldung.php?id=7972. Stand: 15.6.2013

ten Fachkräften. Kompetente Fachkräfte werden nicht nur in der Herstellung, Reparatur und Wartung von E-Fahrzeugen benötigt, Elektromobilität ist ein Disziplinen übergreifendes Thema. Bedarf besteht vor allem in den Bereichen Mikroelektronik / Leistungselektronik, Elektrotechnik, Software/ IT, Chemie/Batterietechnik, Kunststofftechnik, Mikrosystemtechnik, Thermomanagement und Batterietechnologie, Brennstoffzellenentwicklung, Leichtbau und Verkehrstelematik (vgl. bmvit 2012a). Das erfordert eine Vernetzung für gemeinsame Ausbildungsinitiativen auf überbetrieblichen Plattformen unter Einbeziehung von Branchen, die nicht unmittelbar mit der Fahrzeugindustrie verbunden sind und die Entwicklung entsprechender Qualifizierungskonzepte.

Elektromobilität im urbanen Gesamtverkehrssystem

Die Implementierung der Elektromobilität und die in der Richtlinie genannten Vorschläge können nicht über staatliche Aktivitäten allein gesteuert werden, da viele notwendige Maßnahmen und Anreize nicht die Gestaltungsebene des Bundes berühren, aber die Gestaltungsebene und die verkehrspolitischen Zielsetzungen der Städte und Länder (Subsidiaritätsprinzip). Urbane Agglomerationsräume und damit PendlerInnen sind ein Hauptanwendungsfeld für Elektromobilität. Um E-Mobilität erfolgreich integrieren zu können, müssen erste Überlegungen bereits in die kommunale Raum- und Verkehrsplanung einfließen. Konkrete rechtliche Vorgaben, die eine Behandlung des Themas „Elektromobilität" als Teil der örtlichen Raumplanung fordern, gibt es bisher in keinem Bundesland. Lediglich die *Verordnung zum burgenländischen Landesentwicklungsprogramm 2011* stellt fest: „Nachhaltige Verkehrsmittel, intelligente Mobilitätsformen und klimafreundliche Verkehrssysteme (z. B. die Elektromobilität) sind bevorzugt zu entwickeln". In den Raumordnungsgesetzen werden für die örtliche Raumplanung grundlegende Aussagen zur angestrebten Verkehrs- und Siedlungsentwicklung gefordert. Die örtlichen Entwicklungskonzepte enthalten als umfassende lokale Strategiedokumente häufig nicht nur Aussagen zu den räumlichen Entwicklungsvorstellungen der Städte und Gemeinden, sondern können auch Schwerpunkte auf einzelne Sachthemen legen. Detaillierte verkehrliche Überlegungen und Planungen sind Teil der Konzepte, können jedoch in ein eigenes Sachdokument ausgelagert werden. Ziele zur Elektromobilität sollten in dieses Dokument eingehen und mit anderen darin festgehaltenen Zielen, z. B. zur Siedlungsentwicklung, abgestimmt werden. Darüber hinaus können in den Hauptinstrumenten der örtlichen Raumplanung, dem *Flächenwidmungsplan* und dem *Bebauungsplan,* nur wenige Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität direkt verankert werden. In allen Bundesländern gibt es jedoch die Möglichkeit, Flächen für Anlagen, die öffentlichen Zwecken dienen, zu sichern, in dem sie als so genannte „Vorbehaltsflächen" ausgewiesen werden. (z. B. § 37 Abs. 1 StROG). Auch Standorte für öffentliche Abstellflächen, wie z. B. an multimodalen Verkehrsknotenpunkten, können als im öffentlichen Interesse stehend definiert und daher mit diesem Instrument gesichert werden. Signalwirkung hat die Entwicklung von *Beispielquartieren*, die spezielle Infrastrukturen für Elektromobilität bieten. Die Bereitstellung solcher Angebote kann etwa in den Erläuterungen zum Bebauungsplan angeregt, jedoch nicht verpflichtend festgelegt werden. Verbindliche Vorgaben für Bauträger sind nicht auf hoheitlicher Basis, sondern lediglich im Rahmen privatrechtlicher Vereinbarungen möglich. Häufig enthalten *lokale Verkehrskonzepte* einen Ziel- und Maßnahmenkatalog, der nach den verschiedenen Verkehrsträgern gegliedert ist. Soll Elektromobilität ein Bestandteil des Verkehrssystems in der Gemeinde werden, muss sie hier berücksichtigt werden. Die Umweltwirkung der Elektromobilität hängt wesentlich von den zur Stromerzeugung genutzten Ressourcen ab, daher besteht ein direkter Zusammenhang mit nachhaltigen Energiestrategien bzw. lokalen und regionalen Energiekonzepten (vgl. Austriatech 2013: 24f)

Mobilität spielt eine entscheidende Rolle für die wirtschaftliche, soziale, ökologische und kulturelle Entwicklung einer Stadt bzw. Stadtregion. Urbane Mobilitätssysteme müssen der steigenden Anzahl an NutzerInnen gewachsen und trotzdem leistbar sein. Elektromobilität kann ein wesentliches Element eines nachhaltigen Gesamtverkehrssystems sein, ist jedoch nicht nur technologisch zu integrieren. Ein flächendeckender Ansatz in der Implementierung der Ladeinfrastruktur ist beispielsweise wenig sinnvoll, wenn nicht auch gleichzeitig eine Änderung des Mobilitätsverhaltens erreicht werden soll. Verändertes Mobilitätsverhalten ist neben der technologischen Innovation, d.h. Design und Funktionalität von Fahrzeug und Infrastruktur, ein wichtiger Haupttreiber für die Elektromobilität (vgl. ZAHW 2013: 93). Es muss daher gleichermaßen überlegt werden, wie der Anteil von zu Fuß gehen, Fahrradfahren und der öffentliche Verkehr am Modal Split erhöht werden kann, und wie diese Modi optimal miteinander vernetzt werden können. Gemeinden müssen diese Ziele in ihrer Stadt- und Verkehrsplanung, insbesondere in der Gestaltung des öffentlichen Raumes und in der Kooperation mit ihren Umlandgemeinden berücksichtigen.

Der Trend zu einer Kultur des Teilens und zur Selbstorganisation, der in Form von Gemeinschaftsgärten, Co-Working Spaces, Sharingsystemen für Fahrräder und Autos, und dem Teilen von privaten Parkplätzen sichtbar wird, kann von Städten genutzt werden, um diese Ziele zu erreichen. Solche Sharingmodelle sind ein Ausdruck für den Wunsch nach mehr Teilhabe und leisten einen Beitrag zu einer „Demokratisierung" der städtischen Infrastrukturen und Services. Formen des Teilens in der Mobilität können durch Stadtraumgestaltung, zusätzliche Services oder Anreize, wie der Reservierung von Parkraum oder reduzierten Parkgebühren, integrierten Mobilitätsservices bei neuen Wohnprojekten, sowie durch rechtliche Erleichterungen für soziale Sharinginitiativen unterstützt werden. In Städten wird daher nicht der Kauf von privaten E-Autos unterstützt, da sich dadurch Probleme des Verkehrs und des Parkraums nicht lösen lassen. Insbesondere Städte, die Probleme mit der durch Verkehr verursachten Umweltbelastung und mit Staus haben, unterstützen Sharingsysteme, wie z.B. Mailand oder Paris. Das Ziel ist der Einsatz von E-Fahrzeugen in Flotten. E-Taxi-Flotten soll es etwa in Barcelona ab 2014 mit 300 E-Fahrzeugen geben, e-carsharing Systeme gibt es bspw. in Paris, Lyon und Bordeaux, und in Salzburg. In Österreich gibt es eine Förderung für gezielte Umsetzungsprojekte von e-Taxi oder e-carsharing Flotten in Städten, sofern diese in das Gesamtverkehrskonzept und Mobilitätssystem einer Stadt integriert

werden.[8] Für diese Anwendungsfelder kann öffentliche Ladeinfrastruktur Teil des Geschäftsmodells sein.

Elektromobilität: von der Infrastruktur zum Service

Nicht nur in der E-Mobilität entstehen neue Mobilitätsservices und Geschäftsmodelle, die zudem eine alternative Anwendung angesichts des derzeit noch hohen Ankaufspreises von E-Autos bieten, wie Leasingmodelle, e-Carsharing und andere Services. Nutzergerechte Mobilitätsservices gewinnen generell an Bedeutung, wie multimodale Mobilitätsdienste, E-Mobilitätsdienste, Verkehrsmanagement-Dienste, Reservierungs-, Buchungs- und Bezahlsysteme. Neben der Schaffung der Infrastruktur und technologischen Innovation müssen neue Kooperations- und Betreibermodelle entwickelt werden, die nebeneinander bestehen können und bei der die öffentliche Hand und Verkehrsbetreiber unterschiedliche Rollen einnehmen werden. Bund, Länder und Stadtregionen werden sich in Zukunft stärker abstimmen müssen, indem gemeinsame Ziele und Strategien definiert, jedoch unterschiedliche Lösungen für spezifische Stadtregionen entwickelt werden. Smart Cities bauen auf einem hohen Grad der Einbindung der StadtbewohnerInnen und neue Formen der Kooperation auf, NutzerInnen können an Entwicklungsprozessen von Mobilitätsservices beteiligt werden. Technologische Entwicklungen müssen mit sozialen Innovationen einhergehen.

Schlussfolgerung und Fazit

Die Hauptbarrieren für E-Mobilität, wie die Verfügbarkeit von Fahrzeugen und der Ladeinfrastruktur sind beinahe gelöst, die Standardisierung wird vorangetrieben, und zumindest in den Ländern mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien in ihrem Energiemix ist die Voraussetzung ideal. Weltweit gibt es Forschungs- und Umsetzungsprojekte und Industrieinitiativen. E-Mobilität ist damit auf dem Weg von einer Nischentechnologie zu einem breiten Marktprodukt. Steuerliche Anreize, die Investitionen fördern und Marktbarrieren reduzieren zusammen mit anderen nicht-monetären Anreizen unterstützen diese Überleitung. Maßnahmen für die Ausbildung qualifizierter Arbeitskräfte und Bewusstseinskampagnen spielen eine wichtige Rolle. Wichtig ist die Entwicklung von selbsttragenden Geschäftsmodellen, die auch dann funktionieren, wenn die Förderungen und Anreize, die derzeit noch notwendig sind, nicht mehr zur Verfügung stehen. Dafür muss E-Mobilität nicht nur als infrastrukturelle Aufgabe, sondern als Service und als Teil des Gesamtsystems betrachtet werden. Der Wandel von fossilen Treibstoffen hin zu Elektromobilität ist ein Veränderungsprozess, der nur durch eine Mehrebenenkoordination gelingen kann, mit deren Hilfe abgestimmte Aktivitäten auf Ebene der Kommunen, Länder, Staaten und der EU Barrieren abgebaut und die Überleitung von der Marktvorbereitung in die Marktdurchdringungsphase konsequent verfolgt werden können. Einzelne Maßnahmen sollten zumindest für einen Zeitraum von 4-5 Jahren angesetzt werden, um Kontinuität zu gewährleisten. Der Policy-Mix muss in den jeweiligen Ländern unterschiedlich gewählt werden, in jedem Fall muss er jedoch konsistent und konsequent verfolgt werden.

8 Ausschreibung E-Mobilität für Alle: Urbane E-Mobilität. http://www.klimafonds.gv.at/foerderungen/aktuelle-foerderungen/2013/e-mobilitaet-fuer-alle-urbane-elektromobilitaet/. Stand 6.11.2013

Quellenverzeichnis

AustriaTech GmbH (2013): E-Mobilität für Kommunen. Elektromobilität als Chance für die kommunale Entwicklung. Ein Handbuch für Gemeinden. Wien

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, BMVIT – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, BMWFJ – Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2012): Umsetzungsplan: Elektromobilität in und aus Österreich – Der gemeinsame Weg. Wien

BMVIT – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2012): Gesamtverkehrsplan für Österreich – sozial, sicher, umweltfreundlich, effizient, Wien

BMVIT – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2012a): Kompetenzprofil und Ausbildungsbedarf für Elektromobilität in und aus Österreich. Wien

BMWFJ - Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2011): Studie Elektromobilität – Chance für die österreichische Wirtschaft. Wien

Buller, Ulrich/ Hanselka, Holger (Hrsg.) (2013): Elektromobilität. Aspekte der Fraunhofer-Systemforschung. Fraunhofer Verlag, Stuttgart

EC - European Commission (2013) Proposal for a Directive of the European Parliament and of the council. COM (2013) 18. URL: http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/cpt/ (Stand 25.09.2013)

Haugneland, Petter/ Kvisle, Håvard Hans: (2013): Norwegian electric car user experiences. Paper presentation at the EVS27, Barcelona, Spain, November 17-20 2013. URL: http://papers.evs27.org

Perez, Yannick/ Petit, Marc/ Kempton, Willet (2013): A Public Policy Strategies for Electric Vehicles and for Vehicle to Grid Power. Paper presentation at the EVS27, Barcelona, Spain, November 17-20 2013. URL: http://papers.evs27.org

Prunkl, Daniel (2010): Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung von alternativ betriebenen Fahrzeugen. Diplomarbeit. Grin-Verlag, Karlsruhe

TAB – Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (2012): Konzepte der Elektromobilität und deren Bedeutung für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. Innovationsreport. Arbeitsbericht Nr. 153. Berlin

TU Wien-Technische Universität Wien/AIT-Austrian Institute of Technology/BOKU-Universität für Bodenkultur (2011): SEM. Smart-electric-mobility. Speichereinsatz für regenerative elektrische Mobilität und Netzstabilität. Publizierbarer Endbericht. Wien

TU Wien-Technische Universität Wien/ Österreichische Energieagentur (2012) SOL. Studie über die Organisation der zukünftigen Ladeninfrastruktur für E-Fahrzeuge in Österreich. Wien

WIFO (Hrsg.)/ Puwein, Wilfried (2005): Ziele und Instrumente der Verkehrspolitik, Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien

UVEK – Eidgenössisches Büro für (2008): Analyse finanzieller Maßnahmen im Energiebereich: Theoretische Reflexion der Wirkungsweise und Auswertung empirischer Studien. Zürich

ZHAW - School of Management and Law (2013): Zukunftsstudie Elektromobilität Schweiz 2030. Vom Sprit zum Strom. Crossing Borders. Winterthur

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 Biomassesorten 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?

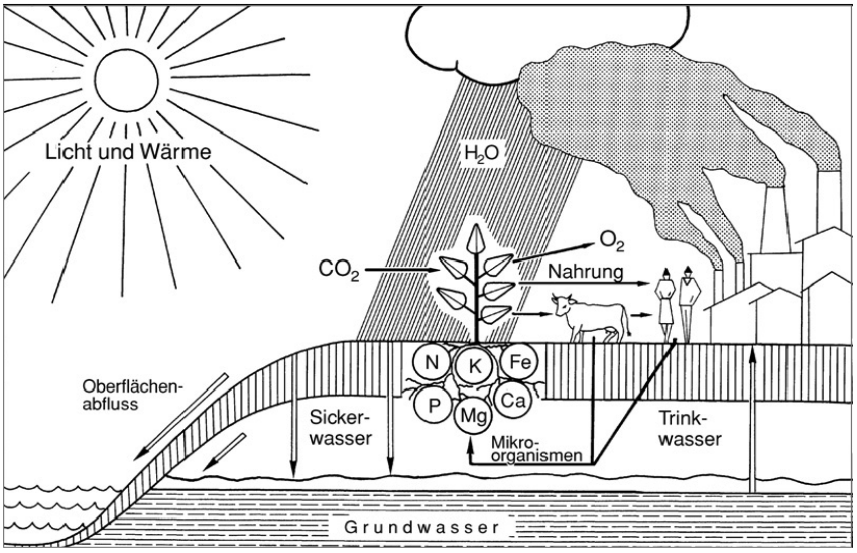
2. Boden als Träger von Biodiversität

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.

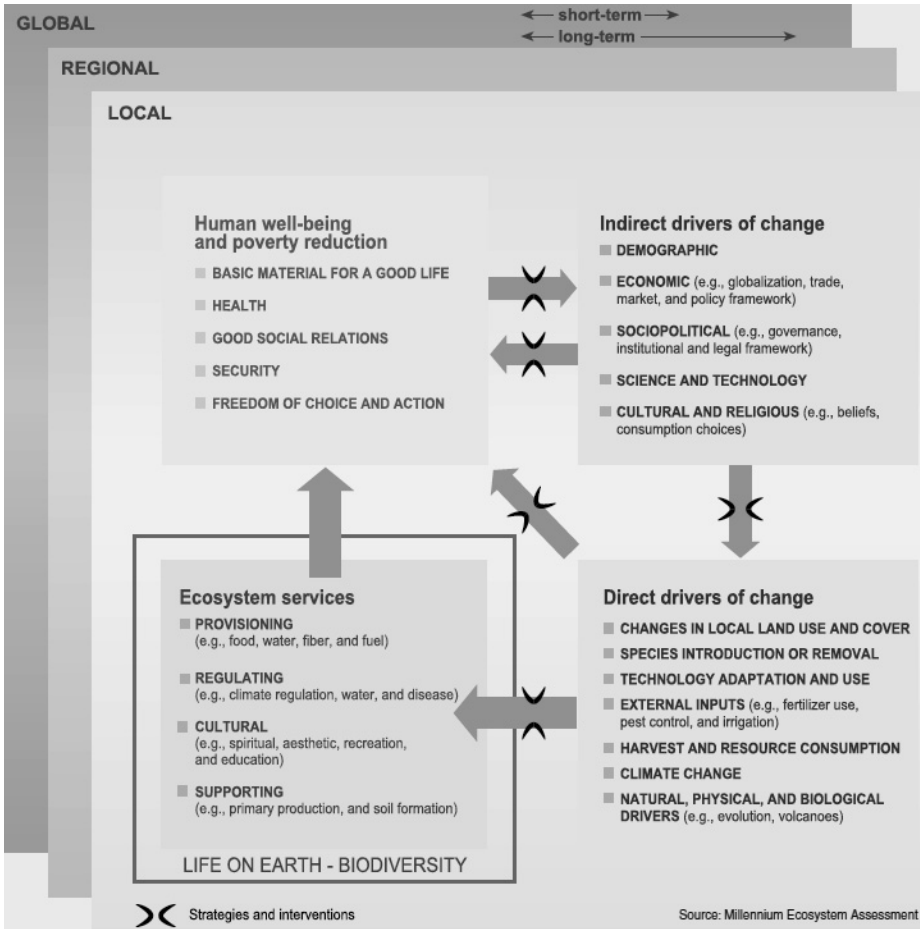
Grundannahme ist das Vorhandensein von Biodiversität zur Erbringung von Ökosystemleistungen, die ihrerseits in Beziehung zu den Faktoren des menschlichen Wohlergehens stehen. Durch eine veränderte Biodiversität bzw. durch den Wegfall oder Zunahme an Ökosystemleistungen verändert sich somit auch die menschliche 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 Treibhausgaseffekte 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 *„Opportunitätskosten[1] 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	Wild-kräuter	Raps	Kurzumtrieb	Mittel- und Niederwald	Miscanthus	Intensive Grünland-nutzung
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 Düngemitteleinsatz 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

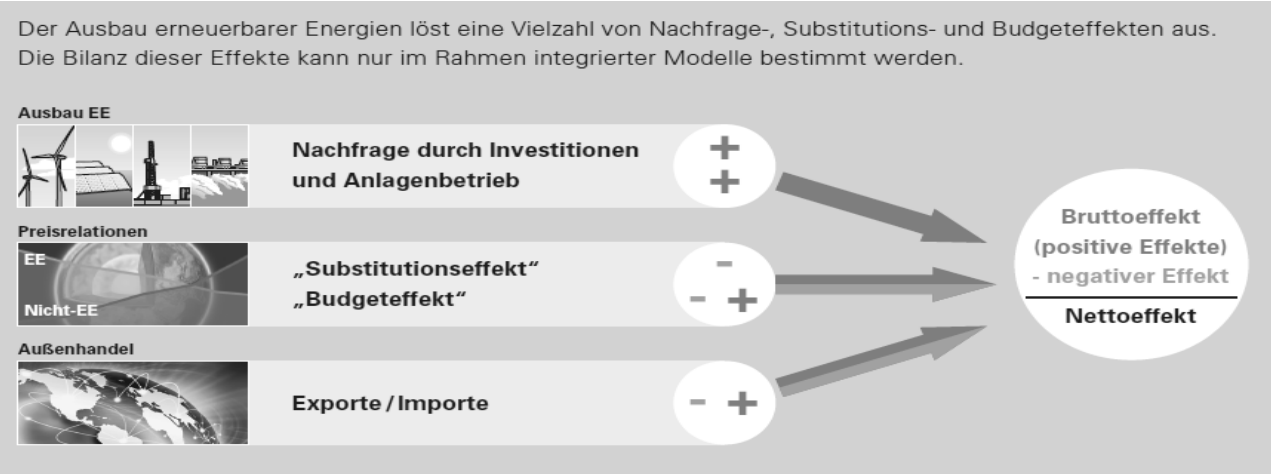
Quelle: Eigene Darstellung, 2012.

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 Wärmeproduktion 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.

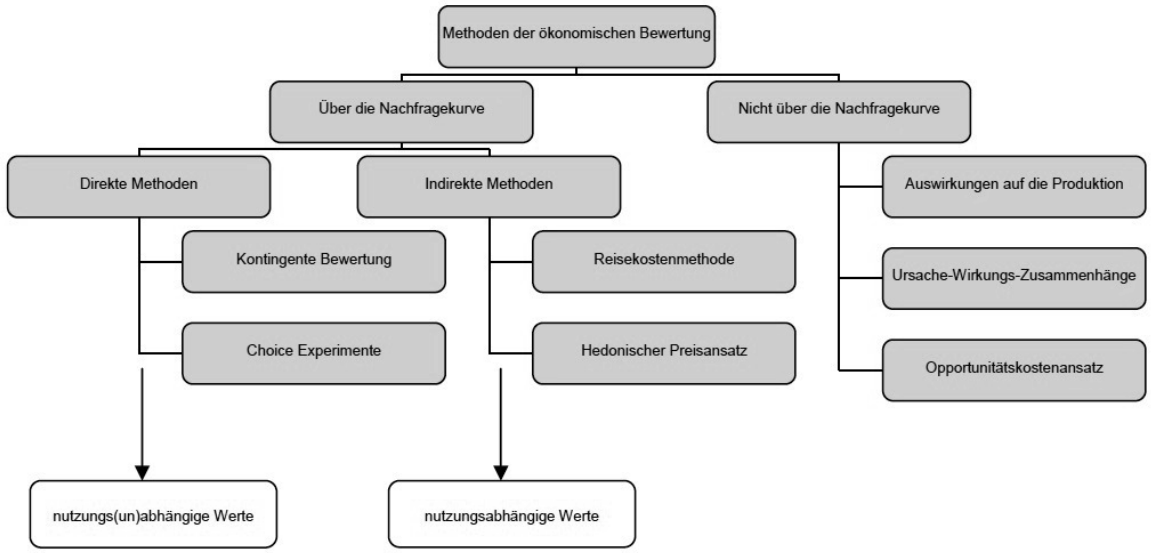
Bei einer Bewertung dieser Art muss allerdings immer berücksichtigt werden, dass der Natur auf keinen Fall einfach so ein Preisschild aufgedrückt werden kann. Dies ist auch der Grund dafür, dass es nicht möglich ist, von einem Gesamtwert der Natur zu sprechen, sondern im Rahmen einer ökonomischen Bewertung 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 traditionell 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 *Preisbasierte 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 Berück-

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 forstwirtschaftliche 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 dienten (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
Provisionin	Trinkwasser	Ersatzkostenmethode	Eigene Berechnungen
	Nahrungsmittel- und Werkstoffproduktion	Marktpreismethode	Eigene Berechnungen
Regulatin	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: • Baukosten (Anlage und Netzausbau) • Flächenkauf.	Direkte betriebsbezogene Nutzeneffekte: • Entfall der Kosten für alternative Energieversorgung
Betriebskosten im weiteren Sinn: • Produktionskosten • Lohnkosten • Bewirtschaftungs- und Pflegekosten	Indirekte betriebsbezogene Nutzeneffekte: • Veränderung der Energiepreise • Vermiedene Importe
Kosteneffekte durch Umweltschäden (Verschlechterung der Ökosystemleistungen): Opportunitätskosten: • Nahrungsmittel- und Werkstoff-produktion • Kulturlandschaft und Kulturerbe • Erholung und Tourismus Erhaltungskosten: • Wasserregulierungsfunktion Ersatzkosten: • Trinkwasserbereitstellung • Klimaregulierung • Bodenbildung • Erhaltung des Nährstoffkreislaufs	Nutzeffekte durch Umweltverbesserungen bzw. vermiedene Umweltschäden (Verbesserung der Ökosystemleistungen): • 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 Evapotranspiration[3] 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.

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 Wassers[4] 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

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

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
Volkswirtschaftliche Nutzwert für	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
Volkwirtschaftliche 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
Nettogegenwartswert 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 CO_2-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, das die energetische Nutzung von Biomasse mit einer Verringerung der CO_2-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 CO_2-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 Zeitpunkt 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 Zukuinft antreffende 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.

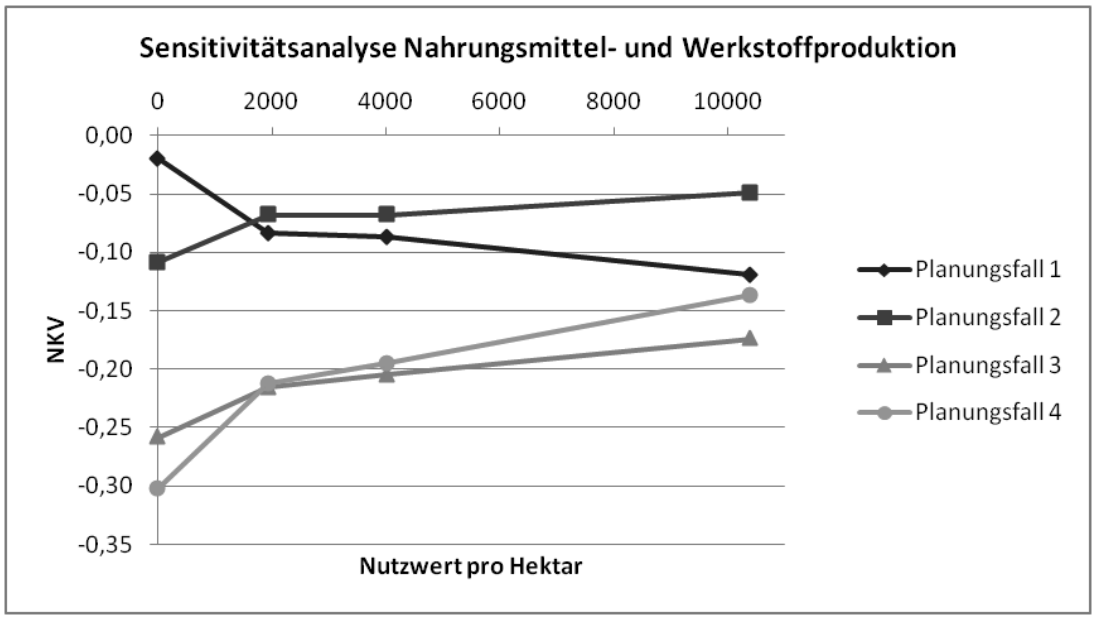
Die Nutzen-Kosten-Analyse zur Frage des erweiterten Biomasseanbaus im Ausmaß der Zielsetzungen des „NÖ Energiefahrplan 2030" kann allerdings in keinem Planungsfall eines dieser beiden Kriterien fallen (Tabelle 8). Mit den geringsten negativen Auswirkungen ist unter den getroffenen Annahmen über die Entwicklung 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 Strukturforschung, 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-Beinig: 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 Grundwassermanagement 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 Straße-Schiene-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 Völkenrode - 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).

Volkswirtschaftliche Analyse von Nachnutzungsalternativen auf Brachflächen in Niederösterreich - Kosten-Nutzen-Analyse von Renaturierung, Gewerbe- und Wohnstandortentwicklung[1]

Victoria Kretz

1. Einleitung und Problemstellung

Vor dem Hintergrund steigender Flächeninanspruchnahme für Siedlungstätigkeiten widmet sich die Arbeit der Wiederverwertung von Brachflächen. Ziel ist die Berechnung von drei alternativen Entwicklungsmöglichkeiten einer ehemals genutzten Fläche. Mit Hilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse wird der Forschungsfrage nachgegangen, welche Kosten und Nutzen sich aus der Renaturierung von Brachflächen bzw. der Wiederverwertung als Gewerbe- oder Wohnsiedlungsstandort ergeben.

Die Methode der empirischen Untersuchung wurde in enger Kooperation mit der Energie- und Umweltagentur Niederösterreich (eNu), der Auftraggeberin der Arbeit, abgestimmt. Als Methode wurde eine Analyse auf volkswirtschaftlicher Ebene gewählt. Diese Sichtweise bedarf auch der monetären Bewertung von Ökosystemleistungen, deren Nutzen für die Gesellschaft jedoch schwer abzubilden ist.

Auf einer hypothetischen, innerorts gelegenen Brachfläche werden die Nutzungsalternativen Renaturierung, Gewerbeansiedlung und Wohnsiedlung mit Hilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse untersucht.

Bei den Berechnungen zu Gewerbe- und Wohnansiedlung werden die Kosten und Nutzen anhand einer Vergleichsfläche außerhalb des Siedlungskerns situierten Fläche, auf der dieselbe Entwicklung erfolgt, veranschlagt. Hier gehen nur Mehrkosten sowie eingesparte Kosten als Nutzen im Vergleich zur alternativen Fläche in die Analyse ein.

Tabelle 1 zeigt die verschiedenen Kosten- und Nutzenpositionen und bei welcher Nachnutzung sie auftreten.

2. Hintergrund

2.1. Das Brachflächenpotenzial in Österreich

Laut Hochrechnungen einer Studie des Umweltbundesamt (Wepner, 2004) gibt es in Österreich Brachflächen aus Industrie und Gewerbe im Ausmaß von 8.000 bis 13.000 ha. Die Untersuchung nimmt mittels Daten von Modellgebieten und Mustergemeinden eine Hochrechnung auf Gesamtösterreich vor. Das jährlich anfallende Brachflächenkontingent wird auf ca. 1.100 ha geschätzt. (Wepner, 2004, S.117)

InvestorInnen und künftige HausbesitzerInnen schätzen jedoch „unverbrauchtes“ Bauland mehr, wofür es berechtigte Gründe gibt. Altlasten, oder nur der Verdacht auf Kontamination des Bodens, sowie daraus resultierende Haftungsfragen und alter oder auch denkmalgeschützter Baubestand hemmen die Entwicklung von Projekten auf vormals genutzten Flächen. Unsicherheiten bestehen auch beim finanziellen und zeitlichen Rahmen einer Wiedernutzbarmachung. Andere Faktoren wie generelle Lage, Flächenwidmung, Ausstattung mit Infrastruktur, Umfeldqualität, Verkehrserschließung, etc. spielen sowohl hier als auch bei Entwicklungen auf neuem Bauland eine Rolle. (Wepner, 2004)

Die Barriere, in Brachflächen zu investieren, kommt auch daher, dass Faktoren wie Größe und Zuschnitt vorgegeben und mit der geplanten Entwicklung nicht vereinbar sind. Ein gewichtiger Vorteil besteht aber darin, dass bei Brachflächen meist eine gute Verkehrserschließung und Ausstattung mit Infrastruktur besteht. Zudem liegen ehemals genutzte Flächen oft zentral und bieten andere Vorzüge wie alte Baumbestände.

Die Bevorzugung neuer Baulandflächen resultiert in der Beanspruchung von vormals landwirtschaftlich genutzten Flächen oder Grünland. Dabei wird oft übersehen, welcher gesellschaftliche Wert, vor allem welcher ökologische Wert, damit verloren geht.

1 Der vorliegende Artikel ist eine Zusammenfassung der Masterarbeit, die die Autorin 2012/13 unter der Betreuung von Univ.-Prof. Dr. Michael Getzner verfasst hat.

Tabelle 1. Übersicht der Kosten und Nutzen je Nutzungsvariante auf der Brachfläche und auf der Vergleichsfläche auf der „grünen Wiese“

Kosten und Nutzen		*Brachfläche*				*"grüne Wiese"*	
		P	R	G	W	G	W
Investitions-kosten	Altlastenerkundung		x	x	x		
	Abriss und Entsorgung Altbestand		x	x	x		
	Grundstück		x	x	x	x	x
	Errichtung Gebäude inkl. Baunebenkosten			x	x	x	x
	Renaturierungsmaßnahme inkl. Waldwegerrichtungskosten		x				
laufende Kosten	Objektfolgekosten Gebäude			x	x	x	x
	soziale Kosten durch Emissionen			x		x	
	Kosten für soziale Infrastruktur				x		x
	Pflegekosten Wald (inkl. Wegunterhaltskosten)		x				
Nutzen	eingesparte Herstellungskosten technischer Infrastruktur			x	x	x	x
	eingesparte Erhaltungskosten technischer Infrastruktur			x	x	x	x
	eingesparte Zeitkosten			x	x	x	x
	Fortbestehen der Ökosystemleistungen auf der grünen Wiese			x	x		
	Nutzen "neuer" Ökosystemleistung		x				

P (Planungsnullfall), R (Renaturierung), G (Gewerbeansiedlung), W (Wohnstandortentwicklung)

Quelle: eigene Darstellung, 2013.

2.2. Nachhaltige Siedlungsentwicklung

Aus der Sicht der Raumplanung sind nachhaltige Siedlungsformen entscheidend, um nachteiligen Wirkungen der Zersiedelung zuvor zu kommen. Ein Aspekt dabei ist die Verringerung von neuen Flächenversiegelungen auf ein verträgliches Maß. Die Folgen von Zersiedlung sind u. A. gesteigertes Verkehrsaufkommen durch längere Wege, höherer Energieverbrauch, höhere Kosten für Infrastrukturbereitstellung und die Zurückdrängung von Grünflächen und deren Zerschneidung (Sechstes Umweltaktionsprogramm der EU, 2002).

In Österreich werden mehr als 7,5 ha Fläche pro Tag versiegelt (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2011, S.119). Das Ziel, Versiegelung auf einen Hektar pro Tag zu reduzieren, wurde in der Österreichischen Strategie zur Nachhaltigen Entwicklung (NSTRAT) 2002 fixiert (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2002). Übermäßiger Flächenverbrauch, wie er u.A. in Österreich praktiziert wird, wirkt einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung entgegen. Das Ziel ist kompakte und energieeffiziente Strukturen zu schaffen um kurze Wege zu gewährleisten und somit den nicht-motorisierten Verkehr zu begünstigen sowie den öffentlichen Personenverkehr besser auszulasten. (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012)

Wie auch im Energiefahrplan 2030 für Niederösterreich beschrieben, fängt Energieeinsparung mit der entsprechenden Siedlungsform und mit einem ressourcensparenden Lebensstil an. Innenentwicklung vor Außenentwicklung ist dabei ein wichtiges Ziel. Das bedeutet, vorhandene Flächen – z.B. Brachflächen aus vormals gewerblicher, industrieller Nutzung – wiederzuverwerten und diese damit einer neuen Nutzung zuzuführen. Ebenso notwendig erscheint die Vermeidung von Neuversiegelung auf der „grünen Wiese“, wo nachhaltigere Alternativen bestehen, z.B. durch Brachflächenrecycling oder Füllen von Baulücken.

Die für die Brachflächenwiederverwertung relevanten rechtlichen Grundlagen der EU, des Bundes und des Landes Niederösterreich weisen mehr oder – meist – weniger verbindlichen Charakter auf. Letztlich liegt es bei den Gemeinden, mit Rücksicht auf die Bestimmungen der überörtlichen Raumplanung, Flächenwidmungs- und Bebauungspläne für Grundstücke innerhalb des Gemeindegebiets festzulegen.

3. Methode der empirischen Untersuchung

Die Methode der empirischen Untersuchung wurde in enger Zusammenarbeit mit der Energie- und Umweltagentur Niederösterreich (eNu), der Auftraggeberin der Arbeit, abgestimmt. Die Berechnungen von Nutzungsalternativen auf Brachflächen sollen aus volkswirtschaftlicher Sicht erfolgen. Innerhalb der volkswirtschaftlichen Analysen bietet sich die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) für die Berechnungen an.

Eine KNA erfasst alle Wirkungen, die innerhalb der betrachteten Einheit (Region, Volkswirtschaft) durch die Durchführung eines Projekts ausgelöst werden. Das Zusammenführen der geschätzten Konsequenzen in monetären Einheiten dient als Beitrag zur rationalen Entscheidungsfindung verantwortlicher Institutionen. Übergeordnetes Ziel ist, eine effiziente Verteilung der Ressourcen einer Gesellschaft zu erreichen. In der KNA werden alle Planungsalternativen und der Planungsnullfall (Status quo) nach ihrer Effizienz untersucht. Als allgemeine Entscheidungsregel kann festgehalten werden, dass nur solche Projekte vom Staat in die Tat umzusetzen sind, die eine Zunahme der sozialen Wohlfahrt zur Folge haben. Da sich die soziale Wohlfahrt aus dem aggregierten individuellen Nutzen aller Gesellschaftsmitglieder ableitet, steht der/die KonsumentIn mit seinen/ihren Präferenzen im Mittelpunkt.

Die in monetären Einheiten ausgedrückten Kosten und Nutzen eines Projekts werden mittels indirekten und direkten Bewertungsmethoden ermittelt. Die Summierung der jährlichen Salden aus abdiskontierten Kosten und Nutzen entspricht dem Nettogegenwartswert, der als eine der Ergebnisvariablen herangezogen wird um die jeweiligen Alternativen nach ihrer Effizienz zu reihen. Die zweite (hier verwendete) Ergebnisvariable ist das Quotientenkriterium, das aus dem Quotient der abgezinsten Nutzen und abgezinsten Kosten gebildet wird.

4. Empirische Untersuchung zu Brachflächen in Niederösterreich anhand einer Kosten-Nutzen-Analyse

Im Rahmen der Arbeit werden die Nutzungsalternativen Renaturierung, Gewerbeansiedlung und Wohnsiedlung auf Brachflächen in volkswirtschaftlicher Hinsicht untersucht. Mit Hilfe einer KNA werden für jede Alternative Kosten und Nutzen errechnet. Die Kosten und Nutzen von Gewerbe- und Wohnansiedlung werden mit Hilfe einer Alternativfläche auf der „grünen Wiese“, auf der dieselbe Entwicklung stattfindet, eruiert. Es gehen nur die Mehrkosten als Kosten und die eingesparten Kosten als Nutzen im Vergleich zu der alternativen Fläche in die Analyse mit ein. Diese Fläche ist außerhalb des Siedlungsgefüges situiert und noch nicht an das Infrastrukturnetz angeschlossen. Die Brachfläche hingegen befindet sich im Ortskern und ist bereits mit Infrastruktur ausgestattet.

4.1. Annahmen

Zunächst bedarf es der Konkretisierung in welchem Siedlungskontext die Brachfläche und die alternative Entwicklungsfläche liegt. Um für Niederösterreich die Nutzen und Kosten verschiedener Nutzungsalternativen generell zu untersuchen, wird in den nächsten Schritten erhoben, welche Gemeindestruktur in Niederösterreich typisch ist.

Auf Basis des Statistischen Handbuchs des Landes Niederösterreich (Amt der NÖ Landesregierung, 2011) wird die Gemeindestruktur ermittelt, die den Durchschnittswerten des Bundeslandes am nächsten ist. Kriterien sind Einwohnerdichte, Gemeindegröße gemessen an der Einwohnerzahl, Katasterfläche und Stufe der Zentralität.

Somit weist ein durchschnittliches Niederösterreichisches Siedlungsgefüge folgende Merkmale auf:

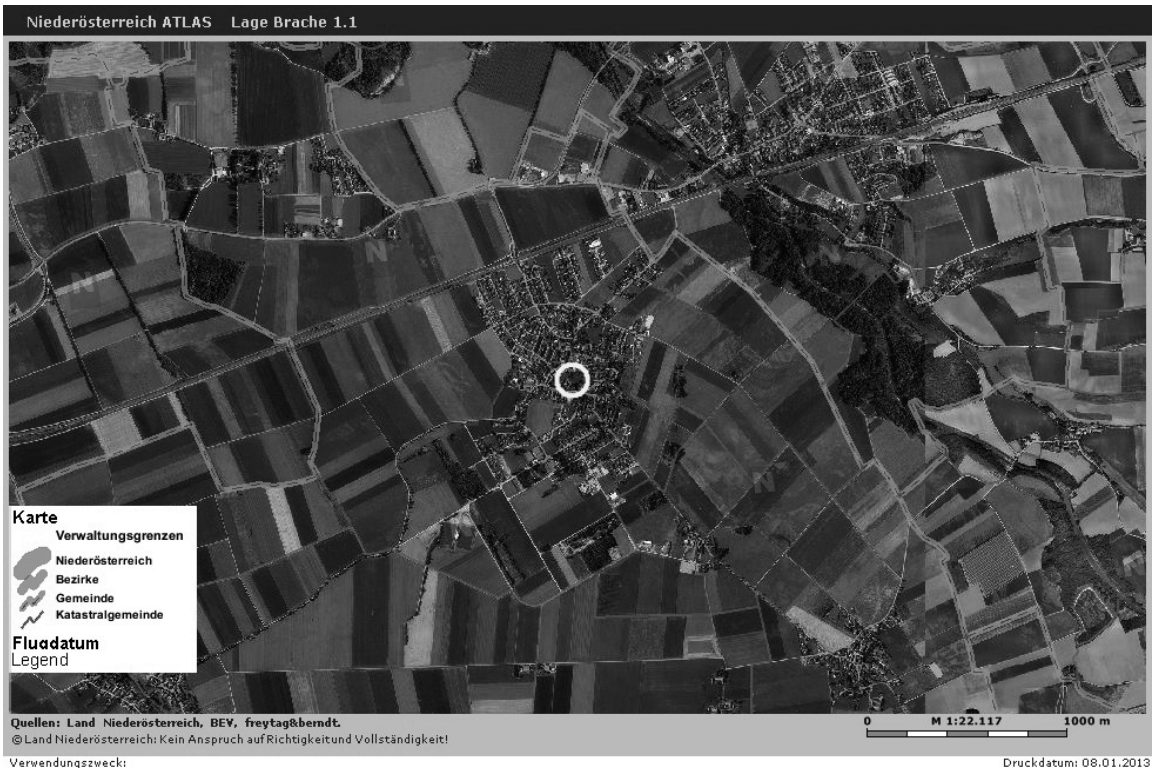
- Einwohnerdichte um 84 EinwohnerInnen pro km² bzw. 139 EinwohnerInnen pro km² Dauersiedlungsraum
- Gemeindegröße zwischen 1.001 und 2.000 EinwohnerInnen
- Katasterfläche von ca. 1.746 ha
- Allgemeiner Standort für zentrale Einrichtungen (keine Zentralitätsstufe).

Die so ermittelten Werte dienen als durchschnittliches niederösterreichisches Siedlungsstruktur-Muster und sind somit für die Abschätzung der Länge von Infrastrukturnetzen gut geeignet. Da es sich um eine sehr generelle Kosten-Nutzen Aufstellung von Wiedernutzungsalternativen auf Brachflächen handelt, werden einige beeinflussende Parameter, die in realen Gemeinden jedenfalls zu berücksichtigen sind, nicht in die Analyse einbezogen. Demzufolge spielen tatsächlicher Bedarf an Arbeitsplätzen, Wohnungen, Grünraum oder spezieller Bedarf ansiedlungswilliger Unternehmen hier keine Rolle. Diese vereinfachten Annahmen sind auch aus dem Grund getroffen, um nicht im Vorhinein die eine oder andere zu untersuchende Alternative auszuschließen. Ebenso werden die Wirtschaftslage und Bevölkerungsentwicklung nicht in den Abwägungen berücksichtigt.

Weitere Annahmen sind, dass Größe und Lage der Brachfläche den Entwicklungswünschen der Gemeinde und InvestorInnen entsprechen und der Flächenwidmungsplan sowie der Bebauungsplan dem jeweiligen Vorhaben gemäß ausgerichtet sind. Zudem liegt die Fläche in einem kommunalen Entwicklungsschwerpunkt bzw. der Bedarf an Erholungsvorsorge ist gegeben. Die Entwicklung stimmt mit dem gewünschten Landschaftsbild überein oder sie beeinträchtigt dieses nicht maßgebend. Bei der Alternative Renaturierung wird der Bedarf an neuen Erholungsräumen als gegeben angenommen.

Das angenommene Ausmaß der Brachfläche lehnt sich an die Studie des Umweltbundesamts (Wepner, 2004) an und wird mit ca. 17.500 m² angenommen. *Abbildung 1* und *2* zeigen die Lage der Brachfläche im Siedlungsgefüge.

Aufgrund von Erfahrungswerten des Umweltbundesamtes wird angenommen, dass auf der Brachfläche Verdacht auf Bodenkontamination besteht, weshalb eine Altlastenerkundung vorzusehen ist. Weiters wird jedoch angenommen, dass



Datengrundlage: Niederösterreich Atlas

Abb. 1. Ausgestaltung und Lage der Brachfläche

Datengrundlage: Niederösterreich Atlas

Abb. 2. Lage der Brachfläche innerhalb des Siedlungsgefüges
(beispielhaft, nicht auf einen konkreten Standort bezogen)

sich der Verdacht nicht bestätigt, und keine Dekontamination durchgeführt werden muss. Die Kosten für eine Altlastenerkundung belaufen sich auf 75.000 EUR und diese ist in allen drei Fällen vorzunehmen. Des Weiteren existiert ein nicht erhaltenswerter Gebäudealtbestand, dessen Abriss für alle Entwicklungsalternativen erforderlich ist. Das Ergebnis der Berechnung für Abbruch und Entsorgung beträgt 330.000 EUR.

Um die Nutzungsalternativen Gewerbe- und Wohnansiedlung zu analysieren, wird eine alternative Entwicklungsfläche auf der „grünen Wiese" angenommen. Die Alternativfläche hat dasselbe Ausmaß wie die betrachtete Brachfläche. Sie befindet sich jedoch außerhalb des Siedlungsgefüges. Auch hier gelten die Annahmen, dass Flächenwidmungs- und Bebauungsplan eine solche Entwicklung zulassen, der Bedarf einer solchen Entwicklung gegeben ist. *Abbildung 3* und *4* zeigen die ausgesuchte Alternativfläche.

Es wird angenommen, dass der/die EigentümerIn des Brachflächengrundstücks nicht als EntwicklerIn der verschiedenen Nutzungsalternativen auftritt. Demnach ist der Ankauf des Grundstücks bei allen Nutzungsalternativen eine Kostenposition bei den Investitionskosten. Die Kosten für Grundstücke in Niederösterreich wird dem Immobilienpreisspiegel 2012 der Wirtschaftskammer Österreich entnommen. Für die Berechnung des Grundstückpreises der Brachfläche werden die Mittelwerte der Quadratmeterpreise beider Nutzungen (Wohnen und Gewerbe) für gute Lage ermittelt (dies entspricht 81 EUR/m^2), mit der Flächengröße multipliziert und auf fünf Stellen gerundet.

Im Fall der Berechnung des Grundstückspreises für die grüne Wiese wird der durchschnittliche Quadratmeterpreis für normale Lage bzw. einfacher Nutzungswert beider Nutzungen herangezogen, dies entspricht 55 EUR/m^2.

Für die Brachfläche ergibt sich dadurch ein Grundstückspreis von 1.400.000 EUR und für die Fläche außerhalb des Ortsgefüges ein Wert von 1.000.000 EUR.

4.2. Berechnung der Kosten und Nutzen

4.2.1. Planungsnullfall

Wird nichts unternommen, spricht man vom Planungsnullfall, der als Vergleichsbasis für die drei weiteren Nutzungsalternativen dient. Die Fläche liegt weiter brach und wird somit keiner neuen Verwendung zugeführt. Weil hier Maßnahmen gänzlich unterbleiben fallen keine Kosten an. Der Nutzen nimmt ebenso einen Wert von Null an, da hier keine positiven Effekte zu verbuchen sind.

4.2.2. Nutzungsvariante Renaturierung

Kosten

Wie bei jeder Nutzungsvariante fallen Kosten für Altlastenerkundung in Höhe von 75.000 EUR und für Abriss und Entsorgung des Altbestandes in Höhe von 330.000 EUR an. Zudem kommen die Anschaffungskosten für das Grundstück von 1,4 Mio. EUR hinzu.

Die Kosten der Methoden zur Renaturierung werden mit Hilfe der Kostentabellen für naturnahe Begrünungsmaßnahmen (Mann, 2006) ermittelt. Die Wertebereiche, in denen sich die Kosten bewegen, stellen lediglich Annäherungen dar. Zu beachten ist, dass standorttypische Gegebenheiten die Zahlen mitunter stark verändern können. Um einen Richtwert für Renaturierungskosten allgemein zu eruieren, wurden die zwei teuersten Verfahren (Sodenversetzung) bei der Mittelwertberechnung ausgeklammert. Diese Methode sollte sorgfältig überlegt sein, da sie einen großen Einfluss auf die Spenderfläche ausübt und Vegetationsentwicklungserfolge auch durch andere Methoden ebenso effektiv und kostengünstiger erreicht werden können. Somit liegen die mittleren Kosten für Renaturierungsvorhaben bei 80.000 EUR. *Tabelle 2* gibt eine Zusammenfassung der Kosten für diverse Renaturierungsmaßnahmen.

Um Erholungssuchenden die Möglichkeit zu bieten, den Wald zu nutzen, wird ein Weg durch das Gebiet angelegt. Die Kostenwerte pro Laufmeter stützen sich auf Kessler (2010) und ergeben einen Kostensatz von 5.460 EUR für 300 m Waldweg.

Die laufenden Kosten basieren auf Berechnungen von Bernasconi et al. (2003). Die Waldkategorie „sehr wichtige Erholungswälder" spiegelt die Verhältnisse der zu renaturierenden Fläche am ehesten wider. Es handelt sich um eine kleinere Fläche in stadtnahem Gebiet, wobei die Erholungsfunktion im Vordergrund steht. Die Zusatzkosten belaufen sich auf rund 770 EUR pro Hektar und Jahr. Da sich diese Werte aber auf Wald beziehen und die Pflegemaßnahmen erst dann zum Tragen kommen, wenn der Wald ein gewisses Alter aufweist, wird erst nach 50 Jahren der Gesamtbetrag der Kosten veranschlagt. Der Einfachheit halber wird davon ausgegangen, dass sich die Kosten vom Zeitpunkt der Renaturierungsmaßnahme linear steigern bis schließlich im 50. Jahr 100% der laufenden Waldpflegekosten anfallen. Der Anteil der Kosten, der bei der Unterhaltung der Wege entstehen, fällt bereits nach deren Fertigstellung an. Diese Kostenposition entspricht einer Höhe von 134 EUR pro Hektar und Jahr.

Für die renaturierte Brachfläche bedeutet dies linear ansteigende laufende Kosten von 235 EUR (nur Weginstandhaltung) im ersten Jahr bis 1.348 EUR im 50. Jahr.

Nutzen

Die Nutzen der renaturierten Fläche werden mittels Benefit Transfer Ansatz ermittelt. Hierzu werden Studien von Chiabai et al. (2008) sowie von Costanza et al. (1997) verwendet und deren Ergebnisse auf die Beispielfläche übertragen. Die Studie von Chiabai et al. (2008) beinhaltet Nutzenwerte für Versorgungsleistungen mit Nahrung und Rohstoffen (Faserstoffe und Energieträger), die Regulierungsleistung der CO_2-Speicherung, kulturelle Leistungen von Erholung und Ökotourismus sowie Nicht-Nutzer-Werte. Nach der Systematisierung von Ökosystemleistungen (MA, 2005) fehlen Bewertungen für biochemische Stoffe, genetische Ressourcen, Süßwasserversorgung, biologische Schädlingsbekämpfung, Wasserregulierung, Abwasserreinigung, Bestäubung, ästhetischer Wert, kulturelle Vielfalt, spirituelle, religiöse und pädagogische Werte, Bodenbildung, Nährstoffkreislauf und Rohstoffproduktion. Die Werte liegen nach Regionen und Waldtypen vor. Die hier übernommen Zahlen entspre-

Datengrundlage: Niederösterreich Atlas

Abb. 3. Alternative Entwicklungsfläche auf der „grünen Wiese“
(beispielhaft, nicht auf einen konkreten Standort bezogen)

Datengrundlage: Niederösterreich Atlas

Abb. 4. Beispielhafte Lage der alternativen Entwicklungsfläche auf der „grünen Wiese“

Tabelle 2. Zusammenfassung der Kosten für Renaturierungsmaßnahmen nach Mann (2006) für eine Fläche von 1,75ha

Leistung	*Kosten*		*Kosten-Richtwert*	*Mittel je Methode*
	von	bis		
Mahdgut	525	1.400	1.000	
Heumulch	560	1.435	1.400	
ähnliche Verfahren	10.500	28.000	19.300	7.200
Sodenversetzung 10cm	3.333.750	5.801.250	4.567.500	
Sodenversetzung 20cm	3.360.000	5.880.000	4.620.000	
Sodenschüttung 10cm	9.013	26.775	17.900	
Sodenschüttung 20cm	35.263	105.525	70.400	2.319.000
Ansaat Anspritzverfahren	4.988	59.010	32.000	
Ansaat Handsaat	700	746.315	373.500	140.800
Ansaat Waldmeisterpflug	674	32.848	16.800	
Pflanzung von Wildstauden (Handpflanzung)	45.500	122.500	84.000	
Pflanzungen mit Laubgehölzen und Sträuchern	35.000	262.500	148.800	
Gewinnung und Pflanzung von Steckhölzern	26.250	59.500	42.900	91.900
Mittelwert				639.700
Mittelwert ohne Oberbodenabtrag				80.000

Quelle: Mann, 2006; Herzog.Baum Samen und Pflanzen GmbH, 2013; Eigene Berechnungen und Darstellung, 2013.

chen der Kategorie Mischwald in der gemäßigten Klimazone Europas. Die Werte stellen allerdings marginale Werte des Nutzens dar. Da der Wert für den Erholungsnutzen von jährlich einem Euro pro Hektar im Vergleich zu Studien, die sich ausschließlich mit dem Erholungswert von Wald auseinandersetzen, sehr niedrig angesetzt zu sein scheint, wird der Erholungswert von 42 EUR/ha/Jahr aus Costanza et al. (1997) verwendet. *Tabelle 3* listet den bewerteten Nutzen von Ökosystemleistungen nach beiden Quellen auf.

Der Nutzen der Waldfläche auf der Brachfläche wird somit mit insgesamt 1.792 EUR angenommen. Die Werte beziehen sich zwar auf Wald, der in diesem Fall erst wachsen muss. Nichtsdestotrotz entsteht schon nach kurzer Zeit ein Erholungsnutzen für die BesucherInnen. Mit linearer Steigerung wird nach 10 Jahren 100% der Nutzen angerechnet.

Hinsichtlich der hohen Investitionssummen, die für eine Renaturierung erforderlich sind, ist jedoch eine beträchtlich höhere Zahlungsbereitschaft der Erholungssuchenden notwendig, um diese Ausgaben zu rechtfertigen. Im Kapitel 4.3 wird untersucht welche Höhe die Zahlungsbereitschaft annehmen muss um auf einen positiven Nettogegenwartswert zu kommen.

4.2.3. Nutzungsvariante Gewerbeansiedlung

Kosten

Neben den Kosten für Altlastenerkundung, Abriss des Altbestandes und das Grundstück fallen Kosten für den Bau des Gebäudes mit allen dazugehörigen Elementen, die Errichtung der Infrastruktur sowie die laufenden Kosten für Betrieb und Erhaltung. Zu den jährlichen Aufwendungen zählen auch soziale Kosten für Luftemissionen.

Die Kosten für den Bau eines Gewerbebetriebes (Kostengruppen 300-700) werden mittels Kostenkennwerten aus der Baukostendatenbank des BKI (2012) errechnet. Sie sind in *Tabelle 4* dargestellt. Die Kostenberechnung bezieht sich dabei auf die Klassifikation Bürogebäude mittleren Standards.

Im Fall der Nutzung der Brachfläche für einen Gewerbestandort, fallen keine Erschließungskosten an, da die Infrastruktur bereits vorhanden ist. Die fehlenden Hausanschlüsse sind in den Baukosten inkludiert.

Unter laufenden Kosten sind Kosten zu verstehen, die in der Phase der Nutzung des Gebäudes anfallen. Da diese Phase im Immobilienzyklus die längste Zeitspanne in Anspruch nimmt und das Gebäude Bestandteile besitzt, die sich früh-

Tabelle 3. Bewertung des Nutzens von Ökosystemleistungen nach Costanza, et al. (1997) und Chiabai, et al. (2008) in EUR/ha/Jahr (in 2012 EUR) und in Summe für die gesamte Brachfläche

Arten von Ökosystemleistungen	*Ökosystemleistungen*	*Costanza et al. (1997)*	*EUR/ha/Jahr (2012)*	*Braat & ten Brink (2008)*	*EUR/ha/Jahr (2012)*	*in der Arbeit verwendeter Wert*
Versorgungsleistung	Nahrung	☑	58	☑	111	194
	Energieträger	☑	29	☑		
	Faser	☑		☑		
	Biochemische Stoffe (für Arzneimittel)	☐		☐		
	Genetische Ressourcen	☐		☐		
	Süßwasser	☐		☐		
Regulierungsleistung	Klimaregulierung	☑	103	☑	738	1292
	biologische Schädlingsbekämpfung	☑	5	☐		
	Wasserregulierung	☑	0	☐		
	Abwasserreinigung	☑	101	☐		
	Bestäubung	☐		☐		
Kulturelle Leistungen	Ästhetischer Wert	☐		☐		
	Erholungswert	☑	42	☑	1	73
	Nicht-Nutzer-Werte	☐		☑	133	233
	Kulturelle Vielfalt	☑	2	☐		
	Spirituelle & religiöse Werte	☐		☐		
	pädagogische Werte	☐		☐		
Unterstützende Leistungen	Bodenbildung	☑	12	☐		
	Nährstoffkreislauf	☐		☐		
	Rohstoffproduktion	☐		☐		
Summe						**1792**

[1] ursprüngliche Werte in USD/ha/Jahr (in 1994 USD); Umrechnung Wechselkurs USD in ATS 1994 11,4155; VPI 1986 Jahresdurchschnitt 1994: 125,6; Jahresdurchschnitt 2012: 176,3

[2] ursprüngliche Werte in EUR/ha/Jahr (in 2007 EUR); Umrechnung mittels VPI 2005 Jahresdurchschnitt 2007: 103,7; Jahresdurchschnitt 2012: 115,9

Quelle: MA (2003); Costanza et al. (1997); Chiabai, et al. (2008); eigene Berechnung und Darstellung, 2013.

Tabelle 4. Investitionskosten Gewerbebetrieb nach Kostenpositionen in EUR

Nr.	*Kostengruppe*	*Kosten in EUR*
100	Grundstück	1.400.000
200	Erschließung	0
300	Bauwerk - Baukonstruktionen	5.512.235
400	Bauwerk - Technische Anlagen	2.369.748
500	Außenanlagen	714.706
600	Ausstattung und Kunstwerke	146.218
700	Baunebenkosten	922.689
	Baukosten (300-700)	9.665.596
	Gesamtsumme (100-700)	11.065.596

Quelle: BKI, 2012; eigene Berechnungen und Darstellung, 2013.

er oder später abnützen, müssen laufende Aufwendungen erbracht werden um die angestrebte Nutzungsdauer zu erreichen. Die Nutzungsdauer des Gewerbebetriebs wird mit 50 Jahren angenommen.

Laut Hellerforth (2006, S.36) sind mit jährlichen Folgekosten bei Büro- und Verwaltungsgebäuden von 8,5% der Baukosten zu rechnen. Somit belaufen sich die laufenden Kosten jährlich auf knapp 900.000 EUR.

Während des Betriebs fallen soziale Kosten auf Grund von Emissionen an. Die in der Berechnung berücksichtigten Emissionen beinhalten Schwefeldioxid (SO_2), Stickoxide (NO_x), flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC), Methan (CH_4), Kohlendioxid (CO_2), Distickstoffmonoxid (N_2O), Ammoniak (NH_3) und Feinstaub (PM_{10}). Die Luftemissionsrechnung der Statistik Austria und des Umweltbundesamtes (Baud & Strasser, 2012) liefern Zahlen zur quantitativen Ausstoßmenge von Luftschadstoffen nach Branchen in Österreich. Anhand dieser Daten und der Betriebszählung nach ÖNACE-Klassen (Statistik Austria, 2012) wird der Mittelwert der Ausstoßmenge je Luftschadstoff über alle Branchen herangezogen.

Die Studien der European Environment Agency (EEA, 2011) und Anthoff et al. (2011) bieten die Grundlage zur monetären Bewertung der einzelnen Schadstoffe auf Basis von Gesundheitsschäden an Menschen und Umweltschäden sowie Grenzvermeidungskosten. Die mittleren sozialen Kosten eines durchschnittlichen Betriebes betragen demnach 539.803 EUR jährlich.

Nutzen

Der Nutzen der Gewerbenutzung ergibt sich aus den eingesparten Kosten, die bei derselben Entwicklung auf der grünen Wiese entstanden wären. Diese Kosten umfassen die Grundstückskosten, Errichtungs- und Erhaltungskosten des Bauwerks sowie Bau und Unterhalt der technischen Infrastruktur. Letztere werden mit Hilfe des NIKK (Niederösterreichischer Infrastruktur-Kosten-Kalkulator) errechnet. Weitere Kosten entstehen in Form von größeren Zeitaufwänden für die Beschäftigten, die als Nutzen der Brachflächenentwicklung zuzurechnen sind.

Da von einer Nutzung der grünen Wiese als Entwicklungsstandort abgesehen wird, bleibt das Ökosystem auf dem Standort außerhalb des Siedlungsgebiets erhalten und somit auch seine Leistungen.

Neue Arbeitsplätze für die Region oder die dadurch erwirtschaftete zusätzliche Wertschöpfung eines Gewerbebetriebs werden in der Kosten-Nutzen-Analyse ausgeklammert, da nur die Nutzendifferenz zum Alternativstandort erhoben werden. Zudem sind generell Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte nicht Teil einer Kosten-Nutzen-Analyse.

Als Vergleichsfläche dient die alternative Entwicklungsfläche auf der „grünen Wiese", die bewaldet ist. Das Grundstück ist wegen seiner Lage und Widmung als Grünland billiger in der Anschaffung als das Brachflächengrundstück. Sein Preis beläuft sich auf 1.000.000 EUR. Somit geht die Differenz der Grundstückspreise (400.000 EUR) in die KNA auf der Kostenseite ein.

Die einmaligen Investitionskosten der Errichtung, die laufenden Folgekosten sowie die sozialen Kosten externer Effekte sind dieselben wie bei der Brachflächenentwicklung. Die Kosten für die Erschließung der Fläche müssen erst erbracht werden, da es sich hier um ein unerschlossenes Grundstück außerhalb des Siedlungsgefüges handelt.

Die Errichtungskosten der technischen Infrastruktur belaufen sich auf 823.750 EUR für die äußere Erschließung. Die jährlichen Erhaltungskosten betragen 8.500 EUR. Zusammenfassend stellt *Tabelle 5* die Investitionskosten der Gewerbeansiedlung auf der Brachfläche und auf der alternativen Fläche auf der grünen Wiese gegenüber.

Tabelle 5. Gegenüberstellung der Investitionskosten der Gewerbeansiedlung auf der Brach- und der Alternativfläche

Kosten	*Kosten in EUR für die Entwicklung auf der*	
	Brachfläche	*grünen Wiese*
Altlastenerkundung	75.000	-
Abriss Altbestand	330.000	-
Grundstück	1.400.000	1.000.000
Erschließung	-	823.750
Bauwerk - Baukonstruktionen	5.512.235	5.512.235
Bauwerk - Technische Anlagen	2.369.748	2.369.748
Außenanlagen	714.706	714.706
Ausstattung und Kunstwerke	146.218	146.218
Baunebenkosten	922.689	922.689
Summe	11.470.596	11.489.346

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung, 2013.

Der Nutzen aus den eingesparten Zeitkosten ergibt sich aus der besseren Erreichbarkeit der innerorts gelegenen Brachfläche gegenüber einem Standort außerhalb des Siedlungsgefüges. Beschäftigte eines solchen Gewerbebetriebs müssen längere Wege in Kauf nehmen. Nicht nur die Anfahrtszeit zur Arbeit, auch Erledigungen und Einkäufe in der Mittagspause und Fahrten zu Freizeit- oder Weiterbildungsaktivitäten verlängern sich bei entsprechender Standortwahl eines Betriebes. Laut VCÖ (Verkehrsclub Österreich, 2010) überwinden NiederösterreicherInnen im Durchschnitt 35 km pro Tag. Prokop und Birli (2012) gehen von einer 20% längeren täglichen Wegdistanz bei EinwohnerInnen von Streusiedlungen im Vergleich zu BewohnerInnen von Ortskernen aus. Es wird angenommen, dass ein Arbeitsplatz an einem entfernteren Standort ebenso eine 20% längere tägliche Strecke nach sich zieht. Um diese Zeitersparnis monetär zu bewerten, werden die Zeitkostensätze aus den Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS, 2010, S.23) herangezogen. Laut Statistik der Mobilitätsbefragung (Amt der NÖ Landesregierung, 2008, S.37) sind in Niederösterreich dem werktäglichen Personennormalverkehr 7% dem Geschäftsverkehr, 24% dem Berufspendelverkehr und 69% dem Ausbildungs-, Freizeit-, Einkaufs- und Erledigungsverkehr zuzurechnen. Da der Arbeitsplatz Ausgangs- oder Endpunkt jedes Reisezwecks annehmen kann, werden diese Anteile ohne weitere Anpassung in die Berechnung der Zeitkosten einbezogen.

Bei einer Durchschnittgeschwindigkeit von 50 km/h, 200 Arbeitstagen pro Jahr und 109 ArbeitnehmerInnen ergeben sich rund 31.000 EUR an jährlichen Zeitkosten.

Ein weiterer zurechenbarer Nutzen betrifft die Alternativfläche, auf der weiter Ökosystemleistungen stattfinden können, wenn auf der Brachfläche eine Entwicklung erfolgt. Auf der Grundlage der Berechnungen von Chiabai, et al. (2008) und Costanza et al. (1997) ergibt sich ein gesamter Grenznutzen von 1.792 EUR.

4.2.4. Nutzungsvariante Wohnsiedlung

Kosten

Einmalige Investitionskosten beinhalten Altlasterkundung, Abriss und Entsorgung des Altbestandes, den Grundstückspreis, die Errichtung der Gebäude sowie die dazugehörigen Außenanlagen. Die Erschließung der Fläche ist bereits vorhanden und zählt somit nicht mehr zu den Investitionskosten. Die entsprechenden Hausanschlüsse sind in den Baukosten enthalten.

So wie auch bei der vorigen Nutzungsvariante liefert das Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (BKI) die Baukostenkennwerte für den Bau von Wohngebäuden. Die verwendeten Richtwerte beziehen sich auf Mehrfamilienhäuser mit bis zu sechs Wohneinheiten mittleren Standards. Als Bebauungsform wird großvolumiger Wohnbau in Bauklasse II gewählt. Die Gebäude umfassen 75 Wohneinheiten, die Platz für 162 BewohnerInnen bieten.

Für die Kostenpositionen Grundstück und Errichtung des Gebäudes ergeben sich einmalige Kosten von ca. 17 Mio. EUR (exkl. MwSt.). *Tabelle 6* gibt die gesamten Investitionskosten zusammengefasst wider.

Die laufenden Kosten einer Wohnsiedlung entstehen durch die Nutzung und der damit verbundenen Abnutzung der Gebäudebestandteile. Die Nutzungsdauer der Siedlung wird mit 50 Jahren angenommen. Laut Kolbitsch et al. (2008) liegen im Wohnbau die aufsummierten jährlichen Objektfolgekosten nach 66 Jahren beim Wert der Errichtung des Objekts. Daraus ergibt sich ein jährlicher Aufwand von ca. 234.500 EUR.

Im Gegensatz zur technischen Infrastruktur stellen die Kosten für soziale Infrastruktur zusätzliche Kosten dar, die im Planungsnullfall nicht entstehen. Daher sind sie in die KNA zu integrieren. Es wird die Annahme getroffen, dass durch die

Tabelle 6. Investitionskosten Wohnsiedlung nach Kostenpositionen in EUR

Nr.	*Kostengruppe*	*Kosten in EUR*
100	Grundstück	1.400.000
200	Erschließung	0
300	Bauwerk - Baukonstruktionen	9.991.235
400	Bauwerk - Technische Anlagen	2.620.588
500	Außenanlagen	1.073.529
600	Ausstattung und Kunstwerke	-
700	Baunebenkosten	1.788.655
	Summe	16.874.007

Quelle: BKI, 2012; eigene Berechnungen und Darstellung, 2013.

Siedlungsentwicklung keine neu zu errichtenden Einrichtungen erforderlich werden. Lediglich die Zurechnung der Erhaltungskosten für Kindergarten, Volksschule und sonstigen Einrichtungen hat zu erfolgen.

Die jährlichen Erhaltungskosten sind mittels NIKK berechnet und machen 7.943 EUR pro Jahr aus.

Nutzen

Der Nutzen von Wohnobjekten zeigt sich durch die eingesparten Kosten, die bei derselben Entwicklung auf dem alternativen Standort auf der grünen Wiese entstanden wären. Diese Kosten umfassen technische und soziale Infrastruktur. Die genannten Kosten sind nach ihren Herstellungs- und Erhaltungskosten abzubilden und mit dem NIKK hergeleitet. Weitere zurechenbare Nutzen sind vermiedene Kosten aufgrund kürzerer Wege im Vergleich zu Ansiedelungen außerhalb des Siedlungskerns sowie das Fortbestehen von Ökosystemen und deren Leistungen auf der nicht entwickelten Fläche.

In *Tabelle 7* werden die einmaligen Investitionskosten beider Entwicklungsvarianten verglichen.

Der Nutzen aus der eingesparten Zeit ergibt sich, wenn tägliche Wegdistanzen ausgehend von beiden Entwicklungsflächen betrachtet werden. Die Alternativfläche liegt in einem Streusiedlungsgebiet, wo es erforderlich ist längere Strecken zurückzulegen um in die Arbeit, Ausbildung, zum Einkaufen etc. zu kommen. Wie zuvor wird auch hier auf Basis der verwendeten Quellen (VCÖ, 2010; Schweizer Bundesamt für Raumentwicklung, 2006) von einer durchschnittlichen täglichen Wegelänge pro EinwohnerIn von 35 km ausgegangen, die sich um 20% erhöht, wenn es sich um BewohnerInnen von Streusiedlungen handelt.

Ein Fünftel mehr an täglich zurückgelegter Distanz bedeuten zusätzliche 7 km pro Tag. Die monetäre Bewertung der eingesparten Zeit erfolgt wieder über die Zeitkostensätze aus den Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS, 2010, S.23).

Die anteilsmäßige Aufteilung der Reisezwecke des Personennormalverkehrs entstammt der Statistik der Mobilitätsbefragung (Amt der NÖ Landesregierung, 2008, S.37). Auf Grund der Annahme einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 50 km/h und bei einer Wohnbevölkerung von 162 Personen in der neu entwickelten Wohnsiedlung ergeben sich jährliche Zeitkosten von rund 85.000 EUR.

Wie bei der Gewerbeansiedlung tritt ein zusätzlicher Nutzen in der Höhe von 1.792 EUR ein, wenn auf der alternativen, nicht entwickelten Fläche weiterhin Ökosystemleistungen erbracht werden.

4.3. Ergebnisse

Der Betrachtungszeitraum der Analyse umfasst 50 Jahre. Für jede Nutzungsvariante werden die Investitionskosten im ersten Jahr, dem Jahr der Begrünung bzw. der Errichtung der Bebauung, und die laufenden Kosten über die restlichen 49 Jahre abgebildet. Dies geschieht ebenfalls für die Nutzeneffekte, die einmalig oder jährlich anfallen. Der sich daraus ergebende Saldo aus Kosten und Nutzen wird für jedes Jahr berechnet und mit dem Diskontierungszinssatz von 1% abgezinst. Als Ergebnisvariablen wird der Nettogegenwartswert (NGW) für jede Alternative errechnet wie auch das Quotientenkriterium (QK).

Tabelle 7. Gegenüberstellung der Investitionskosten für Siedlungsentwicklung auf der Brach- und Alternativfläche auf der grünen Wiese

Kosten	*Kosten in EUR für die Entwicklung auf der*	
	Brachfläche	grünen Wiese
Altlastenerkundung	75.000	-
Abriss Altbestand	330.000	-
Grundstück	1.400.000	1.000.000
Erschließung	-	823.750
Bauwerk - Baukonstruktionen	9.991.235	9.991.235
Bauwerk - Technische Anlagen	2.620.588	2.620.588
Außenanlagen	1.073.529	1.073.529
Ausstattung und Kunstwerke	0	0
Baunebenkosten	1.788.655	1.788.655
Summe	17.279.007	17.297.757

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung, 2013.

Tabelle 8 zeigt die Zusammenfassung der Ergebnisse der KNA je Variante und deren Reihung entsprechend den Entscheidungsregeln.

Der NGW der Renaturierungsvariante ist mit fast 2 Mio. EUR im minus. Dies ist hauptsächlich auf die hohen Investitionskosten zurückzuführen. Der Nutzen kann die anfänglichen Ausgaben nur in geringem Maß aufwiegen. Der NGW reagiert auf den äußerst gering angenommenen Erholungsnutzen von 73 EUR/Jahr kaum. Erst wenn ein gesamter jährlicher Erholungsnutzen von ca. 55.000 EUR veranschlagt wird, ergibt sich ein positiver NGW. Bei 1.500 BesucherInnen, die pro Jahr bereit wären ca. 37 EUR für eine Jahreskarte auszugeben, kann dieser Wert erreicht werden. Unter der Annahme dass 5 Besuche pro Jahr erfolgen, ergibt sich eine erforderliche Zahlungsbereitschaft von ca. 7 EUR pro Besuch. In diesem Fall liegt der NGW bei 56.887 EUR und der QK bei 1,03.

Im Vergleich mit den Ergebnissen der anderen Nutzungsvarianten ist die Variante der Renaturierung der Brachfläche jedoch auf Grund der geringen Ergebniswerte nicht vorrangig zu empfehlen.

Auch in dem Fall, dass für den/die EntwicklerIn – wahrscheinlich die Gemeinde – keine Grundstückskosten anfallen, stehen die übrigen Investitionskosten für die Renaturierung in keinem ausgeglichenen Verhältnis zu den geringen Nutzeneffekten. Der gesamte jährliche Erholungsnutzen müsste einen Wert von ca. 14.000 EUR annehmen um die Kosten aufzuwiegen. Dies entspricht, bei 1.500 NutzerInnen der Erholungsfläche, einer jährlichen Zahlungsbereitschaft von ca. 9 EUR pro Person bzw. bei 5 Besuchen im Jahr ca. 2 EUR pro Besuch.

Die Ergebnisse der KNA Gewerbeansiedlung zeigen mit einem positiven NGW und einem QK über 1, dass der Entwicklung auf der Brachfläche im Vergleich zur „grünen Wiese“ eindeutig der Vorzug zu geben ist. Es ist zu sehen, dass der Vorteil der niedrigeren Investitionskosten noch weiter und auf höherem Niveau ausgebaut werden kann, wenn die Betrachtung über einen längeren Zeitraum erfolgt.

Auch bei der Wohnsiedlungsentwicklung auf der Brachfläche ist das Ergebnis ein positiver NGW. Mit ca. 3,7 Mio. EUR beträgt der Wert mehr als das Doppelte als bei der Gewerbebetriebsansiedelung. Der QK über 1 zeigt an, dass die Nutzen im Verhältnis zu den Kosten überwiegen. Dabei nehmen die eingesparten Zeitkosten den größten Anteil der Nutzen ein.

Bei der Wahl zwischen mehreren Alternativen, gilt die Entscheidungsregel die Alternative mit maximalem NGW zu wählen. Nachgeordnet entscheidet das QK. In diesem Fall ist das Ergebnis eindeutig. Die Nachnutzung der Brachfläche mit Wohnsiedlung hat nicht nur den höchsten NGW, sondern auch den höchsten QK. Die Variante der Renaturierung scheidet auf Grund des negativen NGWs als Alternative aus. Auch wenn die Grundstückskosten bei dieser Variante unberücksichtigt bleiben, liegt der NGW im negativen Bereich und kann damit nicht das erste Kriterium der Entscheidungsregeln erfüllen.

4.4. Sensitivitätsanalyse

Im Zuge der Sensitivitätsanalyse werden verschiedene Eingangsparameter der KNA verändert, um die Auswirkungen auf die Ergebnisse zu testen. *Tabelle 9* zeigt die Resultate der Sensitivitätsanalyse. In *Abbildung 5* und *6* sind die Resultate in grafischer Form dargestellt.

Zu beobachten ist, dass die Variante der Wohnsiedlung in allen Fällen die besten Ergebnisvariablen produziert. Die Renaturierungsvariante reagiert sensibel auf Preissteigerungen bei einmaligen Investitionskosten, gleichzeitig zieht die Verdrei- bzw. Verzehnfachung der Nutzeffekte keinen positiven NGW nach sich. Da Wohn- und Gewerbeansieldung den größeren Nutzen aus bereits bestehenden Ökosystemleistungen für sich beanspruchen können, bleiben diese Varianten der Renaturierung überlegen. Außer bei der Anpassung der Zeitkosten und der Diskontierungsrate, verändern sich die Ergebnisse der Gewerbe- und Wohnsiedlungsentwicklung um denselben Betrag, daher bleibt die Überlegenheit der Wohnsiedlungsvariante bestehen.

5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Kosten-Nutzen-Analyse zeigt, dass die Nachnutzung durch Wohnsiedlungen und Gewerbebetriebe auf der Brachfläche trotz den Kostenpositionen Altlastenerkundung und Abriss und Entsorgung des Altbestands insgesamt kosten-

Tabelle 8. Übersicht über die entscheidungsrelevanten Kriterien für jede Nachnutzungsalternative und deren Rang im Vergleich

Nachnutzungsvariante	*NGW*	*QK*	*Rang*
Wohnsiedlung	3.751.259,48	5,66	1
Gewerbeansiedlung	1.649.550,72	3,05	2
Renaturierung	-1.857.650,85	0,03	-
Renaturierung mit ausreichender Zahlungsbereitschaft	56.887,00	1,03	3

Quelle: eigene Berechnungen, 2013.

Tabelle 9. Sensitivitätsanalyse aller Nutzungsvarianten

		Renaturierung	*Gewerbe*	*Wohnsiedlung*
0) Ergebnis KNA (Basisszenario)	NGW	-1.857.650,85	1.649.550,72	3.751.259,48
	QK	0,03	3,05	5,66
1) Altlasterkundung Kostenobergrenze (100.000 EUR statt 75.000 EUR)	NGW	-1.882.650,85	1.624.550,72	3.726.259,48
	QK	0,03	2,96	5,49
2) Altlastensanierung notwendig (1,4 Mio. EUR)	NGW	-3.282.650,85	249.550,72	2.351.259,48
	QK	0,02	1,11	2,07
3) Abriss- und Entsorgungskosten +20%	NGW	-1.923.650,85	1.583.550,72	3.685.259,48
	QK	0,03	2,82	5,23
4) Mittelwert Kosten für Renaturierungsmaßnahme mit Sodenversetzung und -schüttung	NGW	-2.417.350,85	1.649.550,72	3.751.259,48
	QK	0,03	3,05	5,66
5) Mittelwert Kosten für Renaturierungsmaßnahme bei Verwendung billigster Methode	NGW	-1.784.850,85	1.649.550,72	3.751.259,48
	QK	0,03	3,05	5,66
6) Nutzen Ökosystemleistung x3	NGW	-1.732.713,70	1.790.043,72	3.891.752,47
	QK	0,10	3,22	5,83
7) Nutzen Ökosystemleistung x10	NGW	-1.295.433,66	2.281.769,20	4.383.477,96
	QK	0,33	3,83	6,45
8) Errichtungs- und Erhaltungskosten techn. Infrastruktur +20%	NGW	-1.857.650,85	1.880.934,12	3.982.642,88
	QK	0,03	3,34	5,95
9) Zeitkosten -50%	NGW	-1.857.650,85	1.035.857,11	2.086.711,49
	QK	0,03	2,29	3,59
10) Diskontrate 0% (gegenüber 1 % im Basisszenario)	NGW	-1.849.047,54	2.099.059,00	4.780.075,50
	QK	0,03	3,05	5,66

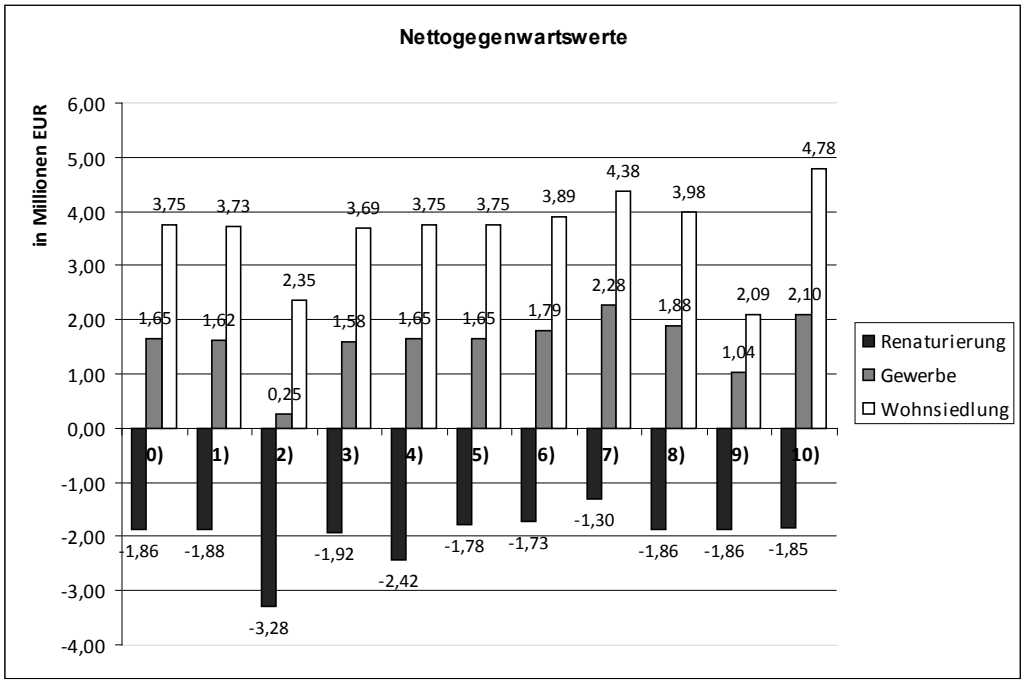
Quelle: eigene Berechnungen, 2013.

günstiger ist, als eine Entwicklung auf der grünen Wiese.

Die Nachnutzungsvariante Wohnsiedlung stellt mit einem Nettogegenwartswert von 3.751.259,48 und einem Quotientenkriterium von 5,66 die effizienteste Alternative dar. Bei einer Ansiedlung eines Gewerbebetriebs ergeben sich ein Nettogegenwartswert von 1.649.550,72 und ein Quotientenkriterium vom 3,05. Diese beiden Varianten erfüllen somit die zwei Entscheidungsregeln. Die Renaturierungsvariante schneidet mit einem negativen Nettogegenwartswert (-1.857.650,85) und einem Quotientenkriterium von 0,03 am schlechtesten ab. Allerdings ist in dieser Berechnung der Erholungswert für NutzerInnen relativ niedrig angenommen worden. Ein positiver Nettogegenwartswert ergibt sich bei einer jährlichen Zahlungsbereitschaft der NutzerInnen von ca. 55.000 EUR. Nach ökonomischen Gesichtspunkten stellen jedoch die Nachnutzungsvarianten Wohnen und Gewerbe nach wie vor effizientere Alternativen dar.

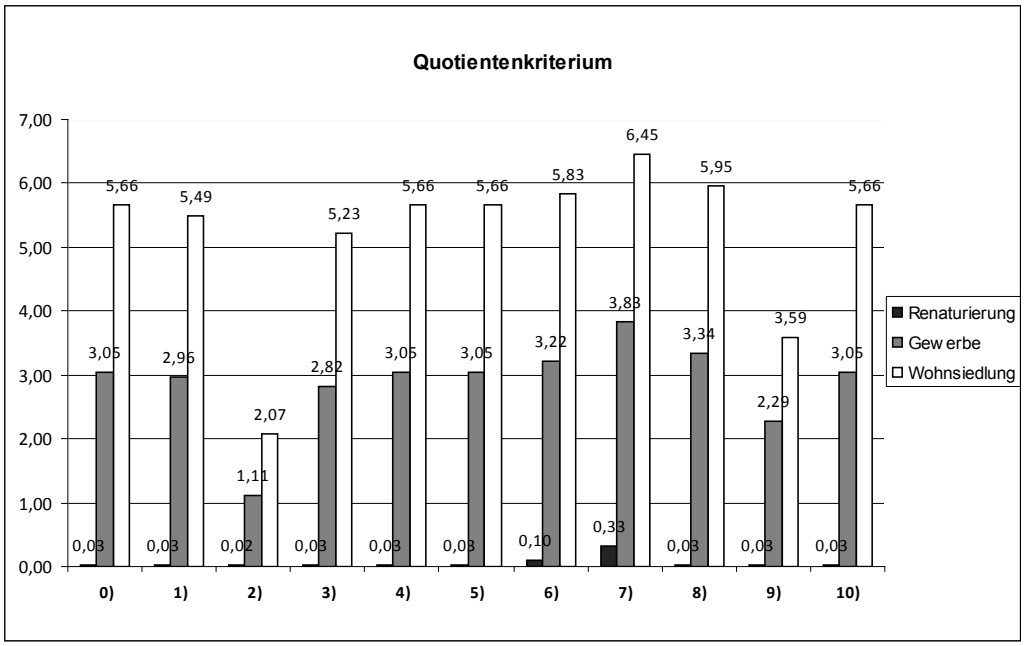
Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass auch wenn eine Altlastensanierung erforderlich ist, bei den Varianten Gewerbe- und Wohnansiedlung die Nutzen überwiegen. Es fallen dann aber nicht nur höhere Investitionskosten an, sondern kann auch eine erhebliche zeitliche Verzögerung der Entwicklung bedeuten. Ungeachtet dessen hat die Beseitigung einer Bodenkontamination jedenfalls zu erfolgen, wenn erhebliche Gefahren für die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt bestehen.

Das vorteilhafte Ergebnis der Brachflächenwiederverwertung gegenüber einem unerschlossenen Gebiet wird maßgeblich durch die nur im zweiten Fall zu errichtende Infrastruktur



Quelle: eigene Berechnungen, 2013.

Abb. 5. Ergebnisvariable NGW für KNA und Sensitivitätsanalyse



Quelle: eigene Berechnungen, 2013.

Abb. 6. Ergebnisvariable QK für KNA und Sensitivitätsanalyse

und deren Erhaltung beeinflusst. Diese Mehrausgaben hat in den meisten Fällen die Gemeinde zu tragen. Wenn jedoch Tools wie der NIKK (Niederösterreichischer Infrastrukturkosten-Kalkulator) bereits in der Planungsphase eingesetzt werden, können Folgekosten abgeschätzt und somit ins Entscheidungskalkül einbezogen werden. Weniger beachtete Kosten entstehen durch längere tägliche Wegdistanzen. Diese stellen den höchsten Anteil an laufenden Kosten in der Kosten-Nutzen-Analyse dar, die bei BewohnerInnen oder ArbeitnehmerInnen anfallen, die außerhalb des Siedlungsgefüges wohnen bzw. arbeiten. Während sich Menschen ihren Wohnort selbst aussuchen können, steht der Standort der Beschäftigung meist nicht zur Wahl. Anzumerken ist, dass Gewerbebetriebe bestimmter Branchen nicht in der Nähe von Wohnstandorten angesiedelt werden dürfen und somit ein Standort gewählt werden muss, wo keine Beeinträchtigungen der NachbarInnen stattfinden. Dieser Umstand wurde in der Analyse jedoch nicht berücksichtigt.

Die betrachtete Brachfläche befindet sich in einer Gunstlage mitten im Siedlungskern, wo Infrastruktur bereits vorhanden und die Nahversorgung durch diverse Dienstleistungen gesichert ist. Zudem kann der öffentliche Verkehr besser ausgelastet werden, wo hingegen Entwicklungen in Randlagen weitere Kosten für verlängerte Routen, neue Haltestellen etc. nach sich ziehen. Gegebenenfalls muss auch der Bedarf an weiteren Bildungseinrichtungen und Grün- und Freiräumen gedeckt werden.

Wie bereits oben erwähnt, ist die Renaturierungsvariante laut der durchgeführten Kosten-Nutzen-Analyse nicht zu empfehlen. Wird jedoch die Zahlungsbereitschaft der NutzerInnen miteinbezogen, ergibt sich ein differenzierteres Bild. Ist eine Entwicklung eines innerorts gelegenen Parks von Seiten der Gemeinde erwünscht, ist diese Variante zu befürworten, da sich Kosten und Nutzen in dem Fall die Waage halten. Unter dem Aspekt, dass die Entwicklung von Vegetation längere Zeiträume in Anspruch nimmt, bedarf es einer langfristigen Sicherung der Fläche, um den vollen Nutzen aus Ökosystemleistungen ziehen zu können. Im Gegensatz dazu kann sich der Bedarf einer Gemeinde an Wohn- und Betriebsgebieten relativ rasch ändern.

Die Sinnhaftigkeit einer Renaturierung im Ortszentrum kann aber vor allem dann bezweifelt werden, wenn gleichzeitig die Entwicklung von Wohn- und Betriebsansiedlungen auf der grünen Wiese geschieht und damit an anderer Stelle intakte Ökosysteme, die unter Anderem auch für Erholungszwecke genutzt werden, zerstört werden.

Generell weisen die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse darauf hin, dass bestehende Ökosysteme solange nicht als Entwicklungsstandorte genutzt werden sollten, als volkswirtschaftlich günstigere Alternativen existieren.

Abschließend muss noch einmal erwähnt werden, dass eine Kosten-Nutzen-Analyse nie allein als Entscheidungsgrundlage dienen sollte. Die Kosten-Nutzen-Analyse wie sie in vorliegender Arbeit angestellt wird, hat den Zweck, die relativen Vorteile von Entwicklungen auf Brachflächen im Vergleich zu Standorten außerhalb des Siedlungsgefüges zu untersuchen und die oft übersehenen Ökosystemleistungen und deren Nutzen in die Analyse zu integrieren. Mit der monetären Bewertung stellt sie damit zur Entscheidungsfindung wesentliche Argumente zur Verfügung.

In der Praxis stellt die Bedarfsermittlung den Ausgangspunkt von Standortabwägungen einer Gemeinde dar. Bei der Entscheidung, welche Flächen für eine Entwicklung in Frage kommen sollten demnach auch Brachflächen miteinbezogen werden. Bei diesen Überlegungen kann eine Kosten-Nutzen-Analyse eine volkswirtschaftliche Sicht unterstützen. Die gesamtwirtschaftliche Sicht ermöglicht Kostentransparenz bei Folgekosten und kann zu einer ressourcenschonenden Nutzung von Boden beitragen, sofern die Abwägung geeigneter Alternativen stattfindet. Denn eine Kosten-Nutzen-Analyse zeigt nur innerhalb der betrachteten Alternativen die Effizienteste an. Als zusätzliches Kriterium sollten Güte und Ökosystemleistungen des Bodens samt Vegetation einbezogen werden. Der Nutzen intakter Ökosysteme muss in Standortüberlegungen integriert werden, um ein möglichst vollständiges Bild der Auswirkungen zu erhalten.

Brachflächen können als Potentiale einer Gemeinde angesehen werden, die es zu nutzen gilt. Ein Überblick über die verfügbaren Flächen, um konsequente Innenentwicklung zu betreiben, ist somit notwendig. Hier bietet sich ein Brachflächenkataster an, der öffentlich zugänglich gemacht wird, um InteressentInnen alle Möglichkeiten der Standortwahl für Entwicklungen aufzeigen zu können.

Flächen, die bereits gut ausgestattet und frei von Kontaminationen sind, werden vermutlich als sogenannte Selbstläufer keine Unterstützung bei der Wiedernutzung benötigen. Für jene Flächen die Risiken hinsichtlich Kosten und Zeitspanne der Wiedernutzbarmachung bergen, braucht es jedoch Strategien, die eine Aufbereitung von Seiten der öffentlichen Sektors ermöglicht.

Im Bereich von Wohnansiedlungen bedarf es der Bewusstseinbildung, wie Wohnstandortentscheidungen vor allem Mobilitätsausgaben (inklusive Zeitkosten) beeinflussen, die direkt von den BewohnerInnen getragen werden.

Allein Bekenntnisse zu einer nachhaltigen Siedlungsform reichen nicht aus, um das übergeordnete Ziel einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung zu erreichen. Instrumente sind zwar vorhanden, jedoch können Faktoren wie das politische Umfeld, rechtliche Rahmenbedingungen oder ökonomische Überlegungen eine solche Entwicklung zusätzlich hemmen.

Quellenverzeichnis

Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Gesamtverkehrsangelegenheiten, NÖ Landesakademie, Umwelt und Energie, Hg., (2008), Mobilität in Niederösterreich – Ergebnisse der landesweiten Mobilitätsbefragung 2008, Schriftenreihe Niederösterreichisches Landesverkehrskonzept, Heft 26, St. Pölten, http://www.noe.gv.at, (24.3.2013).

Amt der NÖ Landesregierung, Hg., (2011), NÖ Energiefahrplan 2030, http://www.landtag-noe.at, (26.10.2012).

Amt der NÖ Landesregierung, Hg., (2011), Statistisches Handbuch des Landes Niederösterreich, 35. Jg., http://www.raumordnung-noe.at, (4.12.2012).

Anthoff, D., Rose, S., Tol, S.J., Waldhoff, S. (2011), The Mar-

ginal Damage Costs of Different Greenhouse Gases: An Application of FUND, Discussion Paper No. 2011-43, http://www.economics-ejournal.org, (14.3.2013).

Baud, S., Strasser, M. (2012), Umweltgesamtrechnungen Modul – Integrierte NAMEA 1995-2010 Projektbericht, im Auftrag von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Statistik Austria (Hg.), Wien, www.statistik.at, (16.3.2013).

Bernasconi, A., Mohr, C., Weibel, F. (2003), Erholung und Walddynamik, Herleitung von Grundlagen zur Kostenermittlung im Erholungswald am Fallbeispiel Region Bern. http://afw-ctf.ch, (20.2.2013).

BKI (Baukosteninformationszentrum) (2012), Arbeitsblatt zur Standardeinordnung bei Bürogebäuden, http://www.bki.de/statistik.html, (22.2.2013).

BKI (Baukosteninformationszentrum) (2012), Arbeitsblatt zur Standardeinordnung bei Mehrfamilienhäusern mit bis zu 6 WE, http://www.bki.de/statistik.html, (22.2.2013).

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Hg. (2006), Raumstruktur und Mobilität von Personen, Ergebnisse einer Sonderauswertung des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten, Bern, http://www.are.admin.ch/themen/raumplanung, (3.12.2013).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Hg. (2002), Die österreichische Strategie zur Nachhaltigen Entwicklung, http://www.nachhaltigkeit.at, (15.11.2012).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Hg. (2011), Indikatoren-Bericht für das Monitoring Nachhaltiger Entwicklung (MONE) 2011, http://www.nachhaltigkeit.at, (15.11.2012).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Gesamtkoordination, Kronberger, B., Balas, M., Prutsch, A., Redaktion (2012), Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 2 – Aktionsplan, Handlungsempfehlungen für die Umsetzung, www.lebensministerium.at, (21.1.2013).

Chiabai, A., Ding, H., Markandya, A., Nunes, P., Travisi, C. (2008), Annex II Economic Valuation of Forest Ecosystem Services, Methodology and Monetary Estimations, in: Braat, L., ten Brink, P., eds. (2008), The Cost of Policy Inaction, The Case of Not Meeting the 2010 Biodiversity Target, Report for the European Commission, Wageningen/Brussels, http://www.globio.info, (10.2.2013).

Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., van den Belt, M. (1997), The value of the world's ecosystem services and natural capital, Nature, 387 (6630), pp. 253–260. http://www.nature.com/nature/journal, (12.12.2012).

European Environment Agency (2011), Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe, EEA Technical report No 15/2011, Publications Office of the European Union, Luxembourg, http://www.eea.europa.eu/publications, (15.3.2013).

Europäische Kommission (EK) (2001), KOM (2001) 0031,Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen zum sechsten Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft für die Umwelt ‚Umwelt 2010: Unsere Zukunft liegt in unserer Hand' - Sechstes Umweltaktionsprogramm, http://eur-lex.europa.eu, (15.12.2012).

Hellerforth, M. (2006), Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen, Springer, Berlin, Heidelberg.

Kessler, I. (2010), Bauliche Ausführungen, Bauformen, Kosten und Pflege von Wirtschaftswegen aus forstlicher Sicht, http://www.alb-hessen.de, (21.2.2013).

Kolbitsch, A., Kropik, A., Prestros, L., Stalf-Lenhardt, M. L. (2008), Studie über Wirtschaftlichkeitsparameter und einen ökonomischen Planungsfaktor für geförderte Wohnbauprojekte in Wien, im Auftrag des Arbeitskreises Wiener Wohnbau in der Geschäftsstelle Bau der Wirtschaftskammer Österreich, Wien, http://portal.wko.at, (25.2.2013).

Mann, S. (2006), Kosten naturnaher Begrünungsmaßnahmen, in: Kirmer, A., Tischew, S., Hg. (2006), Handbuch naturnahe Begrünung von Rohböden, Treubner Verlag, Wiesbaden, S. 170-178.

Millennium Ecosystem Assessment (MA) (2005), Ecosystems and Human Well-being, Synthesis, Island Press, Washington DC, http://www.maweb.org, (2.11.2012).

Niederösterreichischer Infrastrukturkostenkalkulator (NIKK), www.raumordnung-noe.at, (3.12.2012).

Prokop, G., Birli, B. (2012), Kompakte Siedlungen, Klimaschutz für Generationen, Wien, www.lebensministerium.at, (9.11.2012).

RVS 02.01.22 Ausgabe 1. Oktober 2010, Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen.

Statistik Austria (2012), Produktions- und Dienstleistungsunternehmen (ÖNACE 2008: Abschnitte B – N; S95) – ausgewählte Strukturmerkmale 2010, http://www.statistik.at, (14.3.2013).

VCÖ (2010), Factsheet, Wie Wohnen Mobilität lenkt, Schriftenreihe Mobilität mit Zukunft, Wien, http://www.vcoe.at, (22.3.2013).

Wepner, M., Hg. (2004), Wiedernutzungspotenzial industrieller Brachflächen in Österreich, Umweltbundesamt, Wien.

Wirtschaftskammer Österreich Fachverband der Immobilien- und Vermögenstreuhänder, Hg. (2012), Immobilien-Preisspiegel 2012, Wien.

Evaluation of Public Preferences for the "Murkraftwerk Graz" Using a Choice Experiment

Andrea Klinglmair

1. Introduction

Due to the natural and environmental conditions, Austria is predestined for the use of hydropower. Currently (2012), 65.7 % of total electricity produced in Austria comes from hydroelectric installations; this corresponds to an amount of annually 47,570 gigawatt hours (GWh). The total number of hydropower plants in Austria is 2,795 with an entire installed capacity of 13,350 megawatt (MW). There is a strong tendency towards small-scale hydropower with a capacity less than 10 MW, accounting for a number of 2,637 plants in total. Regarding the type of hydropower technology, 2,684 are run-of-river plants, while the number of storage power plants amounts to merely 111 (Energie-Control Austria, 2013a and 2013b, online).

Although more than half of the total electricity produced already comes from hydropower installations, there is still substantial potential for new hydropower facilities, especially for small-scaled ones. According to the hydropower potential study of Pöyry Energy (2008:64), the potential which is effectively exploitable is 13,000 GWh.[1] The intensified use of renewable energy sources represents the core element of a sustainable and future-oriented energy policy. Beside the utilisation of wind, biomass and photovoltaic potentials, a realizable hydropower expansion of 3,500 GWh is stipulated in the Austrian energy strategy (Bmlfuw, 2010:79ff). Prior to the Austrian energy strategy, the master plan for the expansion of hydropower utilisation was presented in 2008 and envisages an increase of hydropower use by 7,000 GWh until 2020 (Veö, 2008:10ff). Furthermore, the intensified use of hydroelectric power was established by law in 2011. The green electricity act aims to increase hydropower generation by 4,000 GWh in the period 2010 to 2020[2] (Bgbl, 2011, §4). Currently, 16 hydropower projects are nationwide in the construction process with a focus on small-scale hydropower stations and run-of-river technology. Furthermore, 30 concrete hydropower plants are in the stage of planning, again most of them in the form of run-of-river plants. (Oesterreichs Energie, 2012:16f).

One of these projects lies in the province of Styria. The hydropower station, known as "Murkraftwerk Graz" is planned to be built within the city limits of Graz along the river Mur[3], in the part of town called Puntigam. The project is being implemented by "Energie Steiermark AG" in collaboration with "Verbund", Austria's leading electricity company and one of Europe's largest hydropower producers. The overall investment volume of the project is € 95 million. Total installed capacity will be 16.3 megawatt (MW).[4] With this, an electricity amount of 74 GWh per year can be generated. Hence, about 20,000 households can be provided with green electricitiy from the power station (Energie Steiermark, 2010a and 2010c, online; Dobrowolski and Schleich, 2009:10). The construction works are scheduled to start in autumn 2013; the completion and start-up of the power plant is planned for the end of 2015 (Energie-Steiermark, 2010d, online).

On the one hand, the power plant will contribute to the emission-free generation of electricity from domestic hydropower and a sustainable energy supply (Pistecky, 2010:4). On the other hand, the project is criticised due to the environmental impacts that arise from the power plant. Consequently, the hydropower scheme is associated with a trade-off between economic and climate-related advantages and the negative environmental side effects. The aim of this paper is to examine public preferences for the multiple impacts of the planned hydropower station in Graz-Puntigam. The emphasis is placed on public perception of the population living around the project.

2. Methodological basis

The multiple impacts associated with the construction of the new hydropower plant such as the improvement of security of supply, environmental or recreational impacts can be seen as externalities that need to be taken into account

1 This value corresponds to the estimate of reduced techno-economic potential which excludes potentials located in regions with a high degree of sensibility such as national parks and world heritages. However, the indicated hydropower potential does not consider reductions due to the possible restrictions imposed by the European Water Framework Directive (WFD).

2 This target value includes the effect of revitalisation measures and the extension of existing facilities.

3 Graz represents the provincial capital of Styria and is situated about 150 km south-west of Vienna, the capital of Austria. The number of inhabitants amounts to 265,778 (per 1.1.2013). With this, Graz is the second largest city in Austria (Land Steiermark, 2013:1).

4 With this, the planned hydropower station ranks among the large-scale projects. Smale-scale facilities, by contrast, are defined to have a capacity of less than 10 MW.

when investing in new hydropower facilities. However, this is often fraught with difficulties since externalities are usually not reflected in market prices. Hence, it is very difficult to assign a monetary value on something that is not traded and does not affect individual actions in the normal manner (Hausman, 1993:4; Carson, 1999:1). This is why stated preference techniques creating hypothetical markets in which people have the opportunity to buy the non-market good in question gained increasing importance in the past. Beside the contingent valuation (CV) method which has a long tradition in environmental economics, choice experiments (CE) have increasingly been used in the field of environmental valuation. Since CEs involve a broad attribute based perspective (Adamowicz et al., 1998:29), the method appeared to be appropriate to value the multiple impacts associated with the hydropower plant in Graz-Puntigam.

The CE method is based on the assumption that consumers derive utility from the properties or characteristics of a good and not from the good per se. This is formally known as the "Characteristics theory of value" first presented by Lancaster (1966:133), and implies that the value of a good, service or policy (e.g. a hydropower station) can be expressed by its characteristics or attributes (Ryan et al., 2001:55; Louviere et al., 2000:2). These attributes have in turn different levels. By varying attribute levels (experimental design of a CE), "packages" or "bundles" of attributes that reflect different states of the good in question are created. Individuals are then asked to choose their preferred alternative from a selection of two or more different "packages", which are described in terms of their attributes and levels (Boxall et al., 1996:244; Bennett and Blamey, 2001:6).[5] Such a selection of "packages" is known as the "choice set" or "choice card" (Boxall et al., 1996:244). Typically, one of the attributes used to describe the good in question is a price or cost factor. Furthermore, respondents are usually asked to make a sequence of choices (Bennett and Blamey, 2001:6).[6]

The sequence of choice outcomes enables the analyst to gain four major pieces of information. First, it can be shown which attributes significantly influence respondent's choice. Second, it is possible to gain information on the implied ranking of the attributes used in the CE. Third, the inclusion of a monetary attribute enables to elicit marginal willingness-to-pay (WTP) for a one unit change in any significant attribute, and finally, attribute-based stated choice methods allow the researcher to value situational changes, i.e. to estimate WTP for a policy which changes more than one attribute simultaneously (Boxall et al., 1996:244f; Adamowicz et al., 1998:65; Lancsar and Savage, 2004:1; Liebe and Meyerhoff, 2005:15ff).

5 For further information see Alriksson and Öberg (2008:245f), Hanley et al. (1998a:2) and (1998b:44) or Liebe and Meyerhoff (2005:15f).

6 See also Boxall et al. (1996:244); Hanley et al. (1998a:2) and (1998b:414).

3. Study design

3.1. Questionnaire & choice experiment

In order to examine public preferences for the Murkraftwerk Graz, a comprehensive questionnaire has been developed over a 2-3 month time period based on a series pre-tests, as well as two discussion rounds with external experts. The final questionnaire consisted of 43 questions divided into three main parts.[7] The first section contained questions about the respondents' general attitude towards renewable energy, hydropower use and the planned hydropower project. In the second part, respondents were asked to state their choices using six different choice sets. The attributes used in the choice experiment are presented in Table 1. The choice experiment was followed up by a number of debriefing questions related to the perceived complexity of the experiment, the relative importance of the attributes, as well as the possible presence of protest responses. The final part of the questionnaire focused on respondents' demographic and socio-economic status like household size, number of children, profession, educational level or household income.

The first attribute used in the CE refers to the emission-free generation of electricity for local consumers and the associated improved security of supply. According to the project operator, the number of households able to be provided with electricity is estimated at approximately 20,000 (Dobrowoski and Schleich, 2009:10; Energie Steiermark, 2010a, online). In view of a conservative estimate the levels of electricity generation were fixed to 5,000, 10,000 and 15,000 households.

Beside that, the development and construction of a new hydropower plant cause impacts on the landscape and the ecosystem. Generally, the damming of a river and the associated loss of vegetation causes adverse effects on the landscape. Moreover, the visual barrier effect that is associated with dams has a negative influence on the appearance of the natural landscape (Pistecky, 2010:28). Other environmental concerns related to the new hydropower project involve biodiversity impacts and a change in water quality. Furthermore, the damming of the river and vegetation clearance will lead to a loss of habitats along the river banks. Additionally, fish will be negatively affected by the hampered ability to pass the dam (Pistecky, 2010:18ff). In view of the requirement to keep attributes as simple as possible, the nature and landscape attribute was included in the CE with two levels, namely a small and a strong impact. With a strong impact, the natural habitats of flora and fauna, as well as the landscape are severely affected. A small environmental impact, by contrast, means that a strong emphasis is put on the preservation and protection of flora, fauna and landscape. By means of a near-natural design of the power plant and the implementation of extensive ecological accompanying measures, the hydropower plant is likely to merge harmoniously with its surroundings.

The third attribute included in the CE describes possible future recreational activities along the riverside. Generally, the power plant is expected to upgrade the urban area of Graz by

7 A full version of the questionnaire is available upon request from the author.

Table 1. Attributes and levels used to describe the hydropower plant

Attribute	*Description*	*Levels*
Households	Number of households that can be provided with green electricity from the new hydropower plant.	5000, 10000, 15000 housholds
Nature and landscape	Impact of new hydropower plant on the natural environment (ecosystem) and the landscape.	small impact, strong impact
Recreational activities	Impact of the new hydropower plant on the possibilities for recreation.	extended, restricted possibilities
Cost	Increase in monthly electricity bill.	€ 3, 6, 9, 12, 15, 18

Source: Author's own elaboration.

creating leisure space and recreational areas. This includes the linking of existing foot and cycling paths, as well as the provision of leisure activities like boating or canoeing. Additionally, the commercial benefit of the hydropower project can be enhanced by the establishment of riverside localities like cafés or restaurants (Dobrowolski and Schleich, 2009:14; Energie Steiermark, 2010b, online; Pistecky, 2010:12).[8] The attribute has two levels. First, the new hydropower plant extends the possibilities for recreation. Second, the hydropower project creates adverse effects on public recreation. In this case no additional measures aiming at improving the possibilities for public recreation are adopted.

Finally, the monetary attribute was specified as an increase in respondent's monthly electricity bill with six payment levels ranging between € 3 and € 18. Here, it is extremely important that people are familiar with the payment vehicle. This is usually the case when referring to utility bills (Carson, 1999:13).

In the questionnaire, the CE was introduced by an explanatory text, familiarizing respondents with the relevant attributes. Attribute levels were communicated via pictograms. The visual (non-textual) representation of attribute levels may contribute to a more homogeneous perception of the levels (Adamowicz et al., 1998:13; Carson, 1999:11). However, photographs can give very different impressions of an impact, depending for instance on the angle from which a photo is taken (Meyerhoff et al., 2010:87). In order not to influence people's perception of one attribute or level compared to another caused by the attractiveness of a picture, simple pictograms in black and white colour shades have been used to communicate the levels of the attributes. These pictograms were included in the choice cards as well, so as to improve the comprehensibility of the decision situations.

Choice sets were created using an efficient, randomized experimental design in the software package Sawtooth. Each choice set consisted of three alternatives, including an opt-out alternative referred to as "none of the two alternatives". This opt-out alternative was included in all choice sets avoiding that people are forced to (hypothetically) buy electricity from the hydropower plant (Dimitroupoulos and Kontoleon, 2009:1846). The design was finally blocked into 30 versions, each containing six choice tasks. An example of a choice set is given in Figure 1.

3.2. Sampling

In July 2011 the survey was implemented by a professional market research institute[9] using a web-based survey. Yet, the programming of the online survey was carried out with the help of the software package Sawtooth. The survey agency only delivered the address data and was responsible for the distribution of the survey across respondents. With the help of the demographically balanced online panel of the survey agency it was possible to obtain a representative sample. The survey was distributed to 959 people living in Graz and its directly surrounding communities.[10] The response rate was 22.0 % meaning that 211 respondents completed the survey. Due to incompletely filled questionnaires and protest responses[11] the sample size available for data analysis reduced to 199 observations.

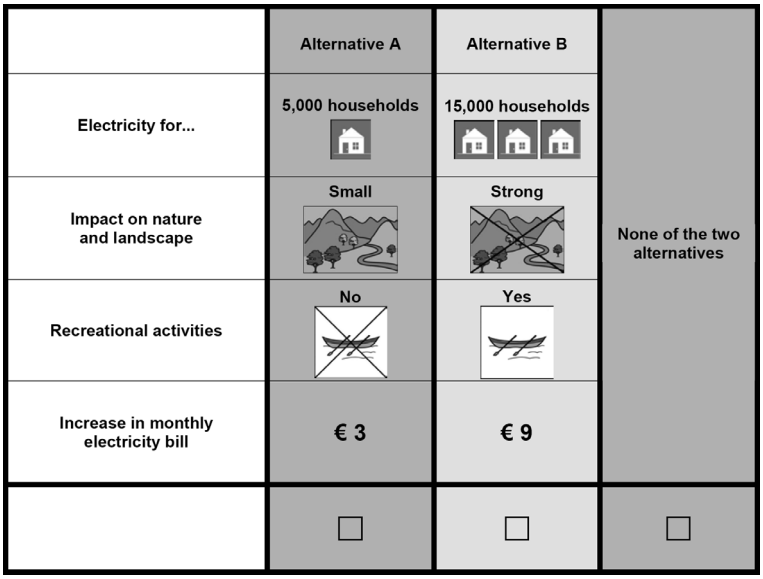
In order to illustrate the representativeness of the sample, the main characteristics of the survey sample have been compared with the total Styrian population from which the sample was drawn. First, Table 2 shows that representativeness is in principle given with respect to gender. There is a slight

8 Generally, there are ambiguous empirical results regarding the impact of hydro-electric power plants on recreational activities. See for instance Getzner (2012).

9 For more information see *http://www.marketagent.com*.

10 In total, Graz and its surrounding area (19 directly surrounding communities) have about 338,000 inhabitants. 21.6 % of them are living in one of the surrounding communities and 78.4 % have their residence in the city of Graz. This distribution is roughly reflected in the sample with 75.2 % of the respondents living within the city limits of Graz and 24.8 % living in one of the surrounding communities. The respondents from the area around Graz are thereby equally allocated among all surrounding communities.

11 Based on a debriefing question of the CE, 12 respondents were able to be categorised as protest responses. These observations were excluded from the subsequent analysis.



Source: Author's own elaboration.

Fig. 1. Choice set example

Table 2. Gender and age of respondents compared to total population

	Sample (n=199)	*in %*	*Total population**
GENDER			
Male	103	51.8 %	48.9 %
Female	96	48.2 %	51.1 %
AGE			
18-19 years	4	2.0 %	3.3 %
20-29 years	52	26.1 %	17.5 %
30-39 years	38	19.1 %	17.8 %
40-49 years	46	23.1 %	22.4 %
50-59 years	36	18.1 %	18.2 %
60-69 years	19	9.5 %	14.6 %
70-75 years	4	2.0 %	6.2 %

Source: *STATISTIK AUSTRIA (2011a:48 and 2011b:72)

surplus of male respondents compared to the total Styrian population.[12]

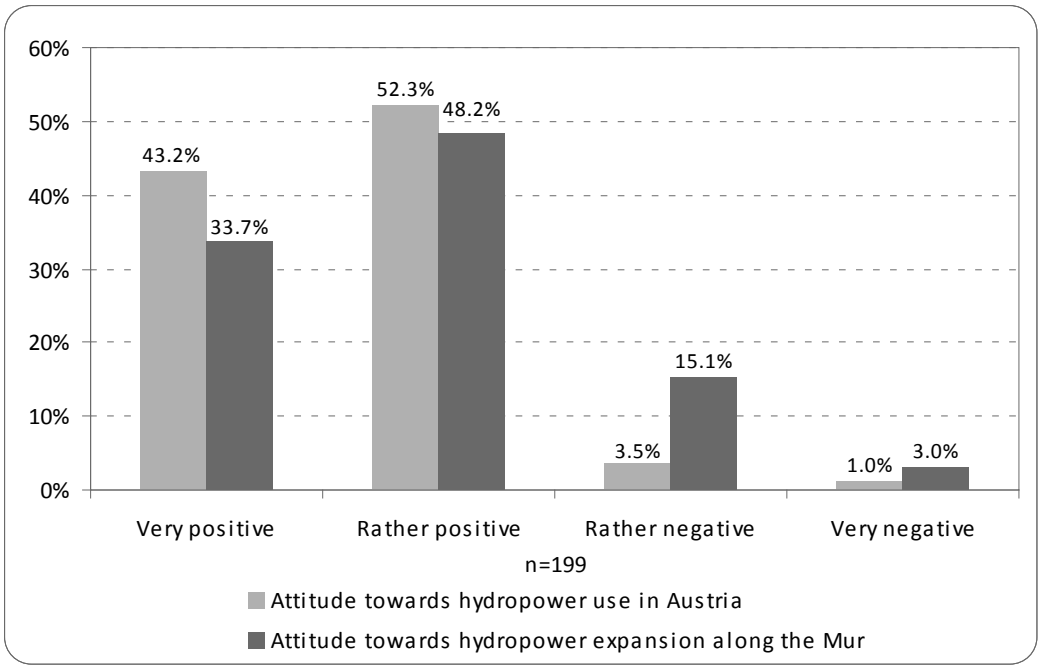
The age structure corresponds in principle to that of the total population in Styria (see Table 2). However, the age category older than 59 years is proportionally low compared to the total Styrian population.[13] The same applies to the age group 18-19 years which is also slightly underrepresented in the sample. In contrast, respondents aged between 20-29 years are stronger represented with a proportion of 26.1 % in the sample compared to 17.5 % in the total population. The mean age in the regional sample is 40.9 years (standard deviation: 14.2 years; median: 41 years).

With respect to the educational situation, the sample is somewhat higher educated than the total population.[14]

12 Due to a lack of reliable data for the area of Graz and surroundings, the sample is compared to the whole province of Styria.

13 This underrepresentation may be due to the data collection method, since the older population is usually less familiar with online surveys or the internet in general.

14 As an aside, sample characteristics were here compared with the population of the district "Graz-Stadt".



Source: Author's calulation.

Fig. 2. Attitude towards hydropower and its expansion along the Mur

Respondents with a higher school certificate are considerably overrepresented while lower educated people (compulsory school, apprenticeship and professional school) are significantly underrepresented compared to the total population of Graz. Finally, the distribution of disposable monthly household income shows that the sample is slightly skewed towards those with lower incomes. The median income category corresponds to € 1,501-2,000 which is considerably below median household income in Austria of approximately € 2,490 (Statistik Austria, 2011a:248).

4. General attitude towards the planned hydropower project

Before we go deeper into public preferences for the multiple impacts associated with the hydropower project in Graz-Puntigam, people's general attitude and knowledge towards the hydropower project is analysed. First, there is a general agreement upon the importance of renewable energy use. The majority of the respondents (82.9 %) regard the intensified use of renewable energy sources in the future as very important. Further 16.1 % state that it is rather important. Only a minority of 1.0 % consider the prospective expansion of renewable energy as unimportant.

Furthermore, most respondents have a very positive (43.2 %) or rather positive (52.3 %) attitude towards hydropower utilisation in Austria. The share of people with a negative attitude is considerably low with 3.5 % being rather negative and 1.0 % very negative towards hydropower use (see Figure 2). Regarding people's attitude towards the construction of new hydropower plants along the river Mur[15], a quite different picture is provided. The proportion of people exhibiting a very positive attitude towards hydropower expansion along the Mur amounts to 33.7 %, a significantly lower value as compared to the very positive attitude towards hydropower use in general. A similar result is given for the category "rather positive" whereas the difference is not as large as before (48.2 % versus 52.3 %). In contrast, the share of respondents having a rather negative attitude towards the construction of new hydropower plants along the Mur is with 15.1 % significantly higher as before. The same applies to the category "very negative". In total, 3.0 % of the respondents are very negative towards hydropower expansion along the Mur (see Figure 2). Consequently, people are in general pro hydropower. However, if hydropower plants are to be built along a nearby river people's acceptance will diminish. This provides confirmation of the famous "Not in my backyard" phenomenon.

Regarding the specific hydropower project in Graz-Puntigam, it was found that the degree of recognition is pretty high. Accordingly, about three quarters (75.4 %) of the respondents explicitly know that there will be built a new hydropower station. These people were asked about the degree to which they feel affected by the new hydropower plant. A relatively high number of respondents (63.3 %) reported not to be affected by the new hydropower project. At the same time, 8.7 % of the sample population indicated to feel negatively

15 As an aside, the main part of the respondents (86.9 %) is already in knowledge about the plan to expand hydropower utilisation along the Mur. By contrast, 13.1 % of the respondents have never heard about the fact that new hydropower plants are to be constructed.

affected. The share of people feeling positively affected by the hydropower project is 28.0 %. Moreover, 39.7 % of the respondents think that the planned hydropower station would improve the possibilities for recreation, while 14.6 % hold the opinion that the construction of the hydropower plant would deteriorate recreational activities. A rather large part of the sampled population (45.7 %) was unable to assess the impact of the new hydropower station on leisure opportunities.

5. The econometric model

In order to quantify the multiple impacts associated with the new hydropower station, an econometric model has been estimated. Generally, choice models are based on traditional microeconomic considerations. More precisely, it is assumed that individuals act as if they are maximizing utility, meaning that they compare the alternatives in the choice set and choose the one which gives them the highest level of utility (Hensher et al., 2005:80). Hence, alternative *i* is chosen over alternative *j* only if:

$$U_{in} > U_{jn} \tag{1}$$

The problem is, however, "that utility is a latent construct that exists (if at all) in the mind of the consumer, but cannot be observed directly by the researcher" (Bennett and Blamey, 2001:15). Instead, it is possible to explain a significant proportion of the unobservable consumer utility, but some part of the utility will always remain unobserved (Random Utility Theory). That is:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \tag{2}$$

In order to estimate V_{in}, we have to make assumptions about the distribution of the random component of utility ε_{in}. Usually, the random part of utility is assumed to be independently and identically distributed (IID) (Hensher et al., 2005:84; Louviere et al., 2000:45). IID means that the unobserved components of utility have no cross-correlated terms and exactly the same distributions (Hensher et al., 2005:77).[16] Generally, the IID assumption is associated with the popular multinomial logit (MNL) model. However, IID and in further consequence IIA may often be violated, especially due to repeated choices causing correlation across observations (Hensher et al., 2005). In this case the standard MNL model represents an improper approach and more complex choice models are required. Another disadvantage of the MNL model is the inability to capture preference heterogeneity not embodied in the individual characteristics of the respondent (Greene and Hensher, 2005:2; Hensher and Greene, 2002:5).[17] In the presence of unobserved preference heterogeneity, therefore, more complex choice models are required. Such a model would be the Mixed Logit (MXL) model. In the MXL model unobserved preference heterogeneity is captured by estimating random parameters which have a mean β_k and a standard deviation σ_k (Hensher et al., 2005:76; Beville and Kerr, 2009:7). Hence, the estimated parameters are not fixed for each individual as in the MNL model but fluctuate around a mean. In order to get a better understanding of the sources of preference heterogeneity within a sampled population the MXL model can be extended to allow for variance heterogeneity (Greene et al., 2005:2). Such models are called error component (EC) models (Hensher and Greene, 2002:5; Train, 2003:143).

The model parameters are estimated by maximum likelihood. The maximum likelihood estimation is an iterative search procedure, searching for a single value of the parameter vector β_k that will maximize the likelihood function *L* (Hensher et al., 2005:318).

The econometric model estimated within the scope of this paper has the following indirect utility form (equation 3) where β_0 represents the intercept term of the equation and X_{ink} the vector of *k=1,…,K* attributes that pertain to the choice options. In addition, indirect utility may depend on socio-economic characteristics (Z_{inp}), as well as possible combinations between choice option attributes and individual characteristics ($X_{ink}Z_{inp}$).

$$V_{in} = \beta_0 + \sum_{k=1}^{K} \beta_k X_{ink} + \sum_{p=1}^{P} \theta_p Z_{inp} + \sum_{k,p=1}^{K,P} \phi_{kp} X_{ink} Z_{inp} \tag{3}$$

A detailed description of the attributes and their corresponding coding, socio-economic characteristics and interaction terms that were included in the final model is given in Table 3. For the attributes households and cost a cardinal-linear coding was used, while nature and recreation were coded as dummy variables with "small impact" and "restricted recreational opportunities" as the baseline categories.

The results of the final model are given in Table 4. Due to violation of IID and the inability of the standard MNL model to capture unobserved preference heterogeneity, an error component (EC) model has been estimated treating all non-monetary attributes as random parameters. The estimates are based on 1,194 observations, that is, each of the 199 respondents answering six choice tasks.

As can be seen from Table 4, the model is highly significant as shown by the Chi² statistic calculated for the entire set of variables. The coefficients of the four choice attributes, the interaction terms and the remaining variables have the expected signs and are all statistically significant at least at the 10 % level. The alternative specific constant (ASC) is highly significant and positive indicating that the respondents have some inherent propensity to choose for one of the power plant alternatives over the opt-out (none of the two alternatives) for reasons that are not captured in the estimated model.

The household attribute affects indirect utility positively meaning that respondents prefer alternatives where more

16 Another assumption that is closely related to IID is the independence from irrelevant alternatives (IIA) property. "This states that the ratio of the probabilities of choosing one alternative over another (given that both alternatives have a non-zero probability of choice) is unaffected by the presence or absence of any additional alternatives in the choice set" (Louviere et al., 2000:44). The IIA property, in turn, implies that the unobserved parts of the utility function (the $\varepsilon_j s$) are independently and identically distributed (Louviere et al., 2000:45).

17 In the classical MNL model each parameter in the indirect utility specification V_{in} is assumed to be a fixed estimate, i.e. equal for each individual (Hensher et al., 2005).

Table 3. Description of the variables used in the econometric model

Variable	*Description*	*Coding/relative frequency*
	Attributes (X)	
Households	Number of households that can be provided with green electricity from the new hydropower plant (in 1,000).	5, 10, 15 households
Nature	Impact of the new hydropower plant on the landscape and natural environment.	1 = strong impact 0 = small impact
Recreation	Impact of the new hydropower plant on the possibilities for recreation.	1 = extended possibilities 0 = restricted possibilities
Cost	Increase in respondent's monthly electricity bill.	€ 3, 6, 9, 12, 15, 18
	Socio-economic characteristics & other variables (Z)	
Electricity payment *(interacted with cost attribute)*	1 = Electricity bill is paid by another household member. 0 = Electricity bill is paid by the respondent him-/herself.	1 = 19.6 % 0 = 80.4 %
Donator *(interacted with nature attribute)*	1 = Respondent gives regular donations to environmental organisations. 0 = Otherwise	1 = 33.2 % 0 = 66.8 %
Recreation impact *(interacted with recreation attribute)*	1 = New hydropower plant is expected to improve recreational activities. 0 = Otherwise	1 = 39.7 % 0 = 60.3 %
Children *(interacted with nature attribute)*	1 = Respondent has children living in his or her household. 0 = No children in household.	1 = 29.1 % 0 = 70.9 %
Age	Age of the respondent in years.	Mean = 40.9
Hydropower	1= Hydropower first preferred energy source for future expansion. 0 = Other renewable energy source	1 = 35.2 % 0 = 64.8 %
Bad information	1 = Respondent feels badly informed about hydropower use in Austria. 0 = Respondent feels well informed.	1 = 48.7 % 0 = 51.3 %

Source: Author's calculation.

households can be supplied with green electricity from the new hydropower station. The impact of the new hydropower plant on recreational opportunities is positive as well. This means that people are more likely to choose an alternative when the possibilities for recreation are extended as compared to an alternative with restricted leisure activities. Furthermore, people holding the opinion that the planned hydropower station would improve leisure opportunities pay increasing attention to the recreation attribute. This relationship is captured by the positive sign of the coefficient attached to the interaction term between the attribute recreation and the dummy variable "impact recreation".

In contrast to these positive outcomes, environmental impacts appeared to have a negative effect on choice, providing confirmation of the trade-off between positive consequences and negative environmental side effects. More precisely, alternatives with a strong environmental impact are less preferred as compared to power plant alternatives exhibiting only a small impact. This relationship is captured by the negative sign of the coefficient on the attribute nature. In addition, the effect of the strong nature impact is enhanced if the respondent (or someone else in his or her household) is a donator to environmental organisations; regular donations reflect affinity with environmental issues. Another important result of the model refers to the impact of children on people's perception of a strong environmental impact. Particularly, the strong environmental impact shows a greater impact on choice or utility when children are living in respondent's household. This result implies the presence of bequest values. Consequently, respondents with children are more inclined to preserve a natural river landscape for the sake of future generations (Koundouri et al., 2009:1949).

The negative sign of the cost attribute reflects standard economic theory and indicates that green electricity must be provided at a low cost in order to accept the construction of the new hydropower plant. In simple terms, people prefer

Table 4. Results of the estimated error component (EC) model

Variable	*Coefficient*	*Variable*	*Coefficient*
Dependent variable	Choice: Alternative A, B or none of the two		
Alternative specific constant (ASC)	4.300*** (0.000)	Impact recreation*Recreation	0.842*** (0.005)
Households	0.057*** (0.001)	Age	-0.034** (0.018)
Nature (strong impact)	-2.161*** (0.000)	Hydropower	0.754* (0.077)
Recreation (extended)	0.682*** (0.001)	Bad information	-1.163*** (0.005)
Cost	-0.255*** (0.000)	Std. Dev. Households	0.087*** (0.002)
Electricity payment*Cost	0.067** (0.016)	Std. Dev. Nature	3.666*** (0.000)
Donator*Nature	-1.320*** (0.007)	Std. Dev. Recreation	1.693*** (0.000)
Children*Nature	-0.791* (0.055)	Std. Dev. Random effect (error component)	2.218*** (0.000)
Log likelihood	-855.999		
McFadden Pseudo R^2	0.347		
χ^2 (p-value)	911.5 (0.000)		
Number of respondents	199		
Number of observations	1,194		
p-values in parentheses			
Significance: *** 1 % level	** 5 % level	* 10 % level	

Source: Author's calculation.

cheaper alternatives. However, price sensitivity will diminish if the electricity bill is not paid by the respondent but instead by another household member.

Regarding socio-demographic characteristics, the model outcomes reveal that elder people are less likely to vote for the construction of the new hydropower plant. Instead, they rather tend to choose the opt-out alternative. No other socio-demographics were found to exhibit a statistically significant impact on choice. However, two additional attitudinal variables appeared to represent significant determinants of people's choice. First, respondents who ranked hydropower first when asked for the two most preferred renewable energy sources for the purpose of future electricity generation are more likely to choose one of the hydropower scenarios over the opt-out. Finally, the level of information has a significant effect on choice as derived from the positive coefficient on "bad information". Specifically, people feeling badly informed about hydropower in general are less likely to accept the new hydropower plant.

6. Willingness to pay

The estimated parameters presented above can be used to calculate the rate at which respondents are willing to trade-off one attribute for another. This relationship is usually referred to as "marginal rate of substitution" (MRS). If one of the attributes is measured in monetary units (e.g. electricity price increase) the MRS will correspond to the marginal willingness to pay (MWTP) of the consumer (Bennett and Blamey, 2001:63). This is given by equation 4. Due to the presence of unobserved preference heterogeneity, measures of MWTP have been simulated for each respondent $n=1,\ldots,N$ and each attribute $k=1,\ldots,K$ using the conditional and constrained parameter estimates for β_{kn} (Hensher et al., 2005:691f). Then the means, standard deviations and confidence intervals were taken from these simulations.

$$MWTP_{kn} = -\frac{\beta_k}{\beta_{monetary}} \quad \forall\, n = 1,\ldots,N \;\; and \;\; k = 1,\ldots,K \qquad (4)$$

The outcomes are shown in Table 5. The estimated meas-

Table 5. Estimates of marginal WTP

Variable	*Measurement*	*MWTP*
Hydropower plant	effect of the ASC	€ 16.882 [11.544, 22.219]
Households	per 1,000 households	€ 0.258 [0.225, 0.292]
Impact on nature and landscape	from small to strong	€ -9.430 [-10.019, -8.841]
Recreational activities	from restricted to extended recreational activities	€ 3.078 [2.839, 3.318]
95 % confidence intervals in parentheses		

Source: Author's calculation.

ures of MWTP are based on a "ceteris paribus" assumption, that is, MWTP is calculated for a change in the attribute of concern, given that all other parameters are held constant (Bennett and Blamey, 2001:63). First, people generally exhibit a positive MWTP for the construction of the new hydropower station independent from the attribute levels. This general MWTP, which represents the positive ASC, is € 16.9 per household and month. Additionally, respondents are willing to pay around € 0.3 on top of their monthly electricity bill for the supply of 1,000 additional households with green electricity from the hydropower plant.

The implicit price for the nature attribute is negative since stated choices are negatively affected by the adverse environmental effects associated with the new hydropower plant. Negative values of MWTP imply a reduction of respondents' utility. According to that, the disutility associated with a strong environmental impact is estimated at € 9.4 per household and month. Conversely, the negative implicit price can be interpreted as a demand for compensation required for the loss of nature and landscape when the new hydropower station is built.

Another important factor for respondents is the creation of leisure activities. Since the survey participants are living near the Mur, recreational activities along the river are suspected to play an important role. Hence, an improvement of the possibilities for recreation is valued positively. More specifically, respondents are willing to pay € 3.1 on top of their monthly electricity bill if the hydropower station opens up new opportunities for leisure activities (such as a cycle paths or canoeing).

7. Welfare analysis

Implicit prices (MWTP) for the individual attributes are in fact useful for policy makers. However, these values do not represent valid welfare measures. This is why overall economic welfare (EWF) was estimated for different policy scenarios. Similar to the calculation of implicit prices, the welfare measures were simulated for each respondent based on the statistically best fit model presented above. With this approach, unobserved preference heterogeneity is accounted for. Then means, standard deviations and the corresponding confidence intervals were drawn from the simulations.

The outcomes for four different policy scenarios are presented in Table 6.[18] The first scenario corresponds to the worst case, meaning that a small hydropower plant is built with a strong impact on landscape and natural environment and no additional possibilities for recreation. This attribute level combination is associated with a very low level of EWF amounting to merely € 0.2 per household and month. Additionally, we cannot conclude that EWF attached to the worst case scenario is significantly positive since the 95 % confidence interval includes the value zero. Improving all attributes leads to a substantial increase of welfare to € 20.0 per household and month. This value is associated with 20,000 households able to be provided with electricity from the hydropower plant, a small environmental impact and the presence of new recreational activities. Starting from this scenario, a deterioration of environmental conditions, that is, a change from small to strong impact is associated with a significant decrease in total EWF. In particular, EWF goes substantially down from € 20.0 in scenario (2) to € 8.0 in scenario (3). The effect of additionally available recreational activities can be shown by the comparison of scenarios (2) and (4). The creation of additional leisure opportunities is associated with an increase of EWF from € 15.8 to € 20.0.

The welfare measures presented above describe the mean of the respondents included in the sample of the study. However, the mean of the sample may not be policy relevant, but rather the mean of the relevant population. For that reason, the estimated measures of economic welfare have been aggregated from the sample to the population. Usually, this can be done by simply multiplying the estimated economic welfare by the number of people or households in the population (Pearce et al., 2002:89f). This is a valid approach as long as a representative sample was drawn from the entire population (Bateman et al., 2006:3). Accordingly, the monthly measures of EWF have been converted into yearly values and aggregated with the number of households in the area of investigation, arriving at a reliable estimate of overall

18 The hydropower station Graz-Puntigam is expected to provide 20,000 households with green electricity. Therefore, this value was used in the subsequent welfare analysis although it is outside the predetermined range of the attribute levels.

Table 6. Economic welfare (EWF) for different policy scenarios

No.	*Households*	*Nature/landscape*	*Recreation*	*EWF (per household/month)*	*Aggregated value/year*
(1)	5,000	strong impact	restricted	€ 0.190 [-0.927, 1.306]	€ 0.3 mill.
(2)	20,000	small impact	extended	€ 19.992 [19.022, 20.963]	€ 36.0 mill.
(3)	20,000	strong impact	extended	€ 8.039 [6.700, 9.378]	€ 14.5 mill.
(4)	20,000	small impact	restricted	€ 15.750 [14.972, 16.528]	€ 28.3 mill.
95 % confidence intervals in parentheses					

Source: Author's calculation.

economic welfare.[19] The outcomes are shown in the last column of Table 6.

First, the worst case scenario is associated with a very low value of total EWF amounting to solely € 0.3 million. Going to the best case (scenario 2) welfare rises substantially to € 36.0 million. A strong environmental impact is associated with a welfare loss of € 21.5 million, as can be seen from the comparison of scenarios (2) and (4). In contrast, the creation of new possibilities for leisure activities is totally worth € 13.8 million.

8. Conclusion

Hydropower plays a substantial role in the Austrian energy sector and it is planned to open up the remaining potentials, i.e. building new hydropower stations along Austrian rivers. One of these projects is the hydropower station in Graz-Puntigam, known as "Murkraftwerk Graz". Although the hydropower plant is expected to improve the security of supply, reduce CO_2 emissions and improve recreational possibilities, the project is associated with negative environmental impacts. This trade-off between economic and climate-related advantages and the negative environmental side effects was identified and quantified by means of an econometric model. While people exhibit a positive WTP for the provision of households with green electricity and the improvement of recreational possibilities, they wish to be compensated for the loss of nature and landscape the new hydropower plant is associated with. More precisely, strong environmental impacts lead to a significant welfare loss indicating that it is extremely important to hold the environmental impact as small as possible when new hydropower stations are built.

All together, this paper provides an important insight into public attitude towards a concrete hydropower project in Austria. By means of an econometric model it was possible to quantify the positive and negative externalities the hydropower project is associated with. These external effects need to be taken into account when investment decisions are to be made. Hence, this work makes an important contribution to broaden the strategic basis of decision making for the construction of new hydropower plants.

19 Due to a lack of data, the number of households used to aggregate EWF was calculated manually. The average household size in Graz and surroundings is 2.26 persons. This value is a weighted average of the household sizes in the districts of "Graz" and "Graz-Umgebung". Then the number of inhabitants living in the city area of Graz and the directly surrounding communities was divided by the average household size yielding a number of 149,903 households.

References

Adamowicz, W., Louviere, J. and Swait, J. (1998): Introduction to Attribute-Based Stated Choice Methods. Advanis: Edmonton (Canada).

Alriksson, S. and Öberg, T. (2008): Conjoint Analysis for Environmental Evaluation. A review of methods and applications. In: Environmental Science and Pollution Research 15 (3), pp. 244-257.

Bateman, I., Day, B.H., Georgiou, S. and Lake, I. (2006): The aggregation of environmental benefit values: welfare measures, distance decay and total WTP. Discussion Paper No. 114. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment: Norwich.

Bennett, J. and Blamey, R. (2001): The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation. Edward Elgar: Celtenham.

Beville, S. and Kerr, G. (2009): Fishing for more understanding: a mixed logit-error component model of freshwater angler site choice. University: Lincoln.

BGBl – Bundesgesetzblatt Österreich (2011): Bundesgesetz über die Förderung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern (Ökostromgesetz 2012 – ÖSG 2012). BGBl. I Nr. 75/2011.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010): EnergieStrategie Österreich. Vienna.

Boxall, P.C., Adamowicz, W., Swait, J., Williams, M. and Louviere, J. (1996): A comparison of stated preference methods for environmental valuation. In: Ecological Economics 18 (1996), pp. 242-253.

Carson, R.T. (1999): Contingent Valuation: A User's Guide. Department of Economics, University of California: San Diego.

Dimitropoulos, A. and Kontoleon, A. (2009): Assessing the determinants of local acceptability of wind-farm investment: A choice experiment in the Greek Aegean Islands. In: Energy Policy 37 (2009), pp. 1842-1854.

Dobrowolski, P. and Schleich, U. (2009): Zielobjekt Mur. In: Frontal 14/2009, pp. 10-14.

Energie-Control Austria (2013a): Betriebsstatistik 2012. Available under *http://www.e-control.at/de/statistik/strom/betriebsstatistik/betriebsstatistik2012*. Download 02.09.2013.

Energie-Control Austria (2013b): Bestandsstatistik 2012. Available under *http://www.e-control.at/de/statistik/strom/bestandsstatistik*. Download 02.09.2013.

Energie Steiermark (2010a): Das Projekt „Murkraftwerk Graz". Available under *http://www.e-steiermark.com/wasserkraft/murkraftwerkgraz/projekt/index.htm*. Download 10.10.2011.

Energie Steiermark (2010b): Naherholungsgebiet. Available under *http://www.e-steiermark.com/wasserkraft/murkraftwerkgraz/Umwelt/naherholung.htm*. Download 29.10.2012.

Energie Steiermark (2010c): Murkraftwerk Graz. Technik. Available under *http://www.e-steiermark.com/wasserkraft/murkraftwerkgraz/technik/index.htm*. Download 14.11.2012.

Energie Steiermark (2010d): Zeitplan und UVP. Available under *http://www.e-steiermark.com/wasserkraft/murkraftwerkgraz/zeitplan/index.htm*. Download 14.11.2012.

Getzner, M. (2012): The regional importance of free-flowing rivers for recreation. University of Technology: Vienna.

Greene, W.H. and Hensher, D.A. (2005): Heteroscedastic Control for Random Coefficients and Error Components in Mixed Logit. Working paper of the Institute of Transport and Logistics Studies: Sydney.

Hanley, N., MacMillan, D., Wright, R.E., Bullock, C., Simpson, I., Parisson, D. and Crabtree, B. (1998a): Contingent Valuation Versus Choice Experiments: Estimating the Benefits of Environmentally Sensitive Areas in Scotland. In: Journal of Agricultural Economics, Vol. 49 (1), pp. 1-15.

Hanley, N., Wright, R.E. and Adamowicz, V. (1998b): Using Choice Experiments to Value the Environment. Design Issues, Current Experience and Future Prospects. In: Environmental and Resource Economics 11 (3-4), pp. 413-428.

Hausman, J.A. (1993): Contingent Valuation. A Critical Assessment. North-Holland: New York.

Hensher, D.A. and Greene, W.H. (2002): The Mixed Logit Model: The State of Practice. Working paper of the Institute of Transport and Logistics Studies: Sydney.

Hensher, D.A., Rose, J.M. and Greene, W.H. (2005): Applied Choice Analysis. A Primer. University Press: Cambridge, UK.

Koundouri, P., Kountouris, Y. and Remoundou, K. (2009): Valuing a wind farm construction: A contingent valuation study in Greece. In: Energy Policy 37 (2009), pp. 1939-1944.

Lancaster, K.J. (1966): A New Approach to Consumer Theory. In: The Journal of Political Economy, Vol. 74, No. 2 (Apr. 1966), pp. 132-157.

Lancsar, E. and Savage, E. (2004): Deriving welfare measures from discrete choice experiments: inconsistency between current methods and random utility and welfare theory. In: Health Economics Letters, John Wiley & Sons Ltd.

Land Steiermark (2013): Gemeinde- und Bezirksdaten. Available under *http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/beitrag/11680526/74837425/*. Download 16.12.2013.

Liebe, U. and Meyerhoff, J. (2005): Die monetäre Bewertung kollektiver Umweltgüter. Theoretische Grundlagen, Methoden und Probleme. Working Paper on Management in Environmental Planning 013/2005. Technische Universität: Berlin.

Louviere, J., Hensher, D.A. and Swait, J.D. (2000): Stated Choice Methods. Analysis and Applications. Cambridge University Press.

Meyerhoff, J., Ohl, C. and Hartje, V. (2010): Landscape externalities from onshore wind power. In: Energy Policy 38 (2010), pp. 82-92.

Oesterreichs Energie (2012): Zeit zum Handeln. Der Aktionsplan von Oesterreichs Energie. Vienna.

Pearce, D.W., Özdemiroglu, E., Bateman, I., Carson, R.T., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Sugden, R. and Swanson, J. (2002): Economic Valuation with Stated Preference Techniques. Summary Guide. Department for Transport, Local Government and the Regions: London.

Pistecky, W. (2010): Murkraftwerk Graz. Einreichprojekt zum UVP-Verfahren. Juni 2010. Ingenieurbüro Pistecky: Vienna.

Pöyry Energy (2008): VEÖ Wasserkraftpotentialstudie Österreich. Vienna.

Ryan, M., Bate, A. Eastmond, C.J. and Ludbrook, A. (2001): Use of discrete choice experiments to elicit preferences. In: Quality in Health Care 2001 (10), pp. 55-60.

Statistik Austria (2011a): Statistisches Jahrbuch 2012. Vienna.

Statistik Austria (2011b): Demographische Indikatoren für Steiermark 1961 – 2010. Vienna.

Train, K.E. (2003): Discrete Choice Methods with Simulation. University Press: Cambridge.

Die Autorinnen

Karin Tausz

Mag.a Karin Tausz ist Ökonomin und Prozessentwicklern, Leiterin der Abteilung Innovation und E-Mobilität bei Austriatech, der Gesellschaft des Bundes für technologiepolitische Maßnahmen.

Karin.Tausz@austriatech.at

Grazia Bonvissuto

Dipl.-Ing. Grazia Bonvissuto ist Absolventin der Studienrichtung Raumplanung und Raumordnung. Derzeit ist sie am Fachbereich für Finanzwissenschaften und Infrastrukturpolitik als Projektassistentin tätig und schreibt im Zuge dessen ihre Dissertation.

Grazia.Bonvissuto@tuwien.ac.at

Victoria Kretz

Dipl.-Ing. Victoria Kretz ist Absolventin der Studienrichtung Raumplanung und Raumordnung an der Technischen Universität Wien.

vkretz@hotmail.com

Andrea Klinglmair

Dr. Andrea Klinglmair ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Höhere Studien (IHS) Kärnten und absolvierte ihr Diplom- bzw. Doktorratsstudium im Bereich Volkswirtschaft an der Johannes Kepler Universität Linz sowie der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt.

A.Klinglmair@carinthia.ihs.ac.at