

Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik der  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

---

**Biokraftstoffe als Entwicklungschance für den ländlichen Raum**

-

Regionalökonomische Analyse am Beispiel Nordrhein-Westfalens

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

zur

Erlangung des Grades

Doktor der Agrarwissenschaften  
(Dr. agr.)

der

Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Bonn

vorgelegt am 30.07.2007

von

Thomas Breuer

aus

Dahlen

Referent: Prof. Dr. K. Holm-Müller

Korreferent: Prof. Dr. W. Schenk

Tag der mündlichen Prüfung: 14.12.2007

Erscheinungsjahr: 2008

Diese Dissertation ist auf dem Hochschulschriftenserver der ULB Bonn  
[http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss\\_online](http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss_online) elektronisch publiziert.

## Kurzfassung

Die energetische Nutzung der Biomasse erlebt aufgrund hoher Preise für fossile Energieträger und aufgrund des Klimaschutzes eine Renaissance. Der verstärkte Einsatz von Biokraftstoffen auf europäischer und nationaler Ebene ist beschlossene Sache, und die entsprechenden Rahmenbedingungen ermöglichen den raschen Ausbau der Produktion. Von den untersuchten landwirtschaftlichen Rohstoffen ergibt sich hieraus aber nur für Raps eine zusätzliche Einkommensmöglichkeit für die Landwirtschaft in NRW. Aufgrund der Rahmenbedingungen ist nicht mit einem Bau einer großen Bioethanol-Anlage in NRW zu rechnen, womit die Verwertung von Zuckerrüben und Weizen in NRW nicht zum Tragen kommt. Aufgrund des Äquivalenzverfahrens ist allerdings doch ein Anbau von Ethanolweizen, v.a. im Rheinland, möglich. Schnellwachsende Baumarten und Miscanthus als Inputbiomasse für BtL-Kraftstoffe versprechen ebenfalls keine weitere Wertschöpfung für die Landwirtschaft in NRW. Das eigentliche Potenzial der Energiepflanzen in NRW liegt nicht in den Biokraftstoffen, sondern im Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen für die Biogas-Nutzung. Hier kommt vor allem der Anbau von Energiemais zum Tragen. Grundsätzlich ist zwischen den dezentralen und den zentralen Ansätzen der Produktion von Biokraftstoffen zu unterscheiden. Die dezentralen Ansätze zeichnen sich durch höhere Produktionskosten aus, allerdings können Transportkosten und Handelsgewinne eingespart werden. Bei den zentralen Anlagen kommen die economies of scale in Verarbeitung und Handel zum Tragen (v.a. für Bioethanol und Biodiesel). Durch die zentralen Anlagen der Biokraftstoffe werden vor allem die Ziele der sicheren Energieversorgung und des Klimaschutzes bedient. Sie stellen große Absatzkanäle für landwirtschaftliche Produkte dar. Das Entwicklungspotenzial für den ländlichen Raum besteht hier vor allem in den stabilen Erzeugerpreisen für die verwendeten Rohstoffe. Aufgrund der Lage an den großen Wasserstrassen besteht allerdings die Gefahr, dass größere Mengen der Rohstoffe importiert werden und damit nicht mehr dem ländlichen Raum in NRW zu Gute kommen. Dadurch, dass neben der Biomassebereitstellung weitere Segmente der Produktionskette im ländlichen Raum gehalten werden können, bieten die dezentralen Ansätze größere Einkommenspotenziale für die ländlichen Räume NRW's. Hier sind vor allem der Bau von dezentralen Ölmühlen zu nennen, der in NRW aufgrund der Konkurrenz der vier zentralen Ölmühlen allerdings ebenfalls begrenzt ist. Bei den dezentralen Ansätzen spielen neben den harten auch die „weichen“ Standortfaktoren wie Regionalität, Mentalität, Organisationsgrad und Kooperationsbereitschaft eine wesentliche Rolle. Auch bei den dezentralen Anlagen ergeben sich economies of scale, so dass der Bau von größeren Anlagen interessant wird und damit Kooperationen der Akteure im ländlichen Raum notwendig werden. Will die Landwirtschaft hier direkt oder als Partner profitieren und nicht nur Rohstofflieferant sein, müssen neue Organisations- und Kooperationsformen mit entsprechender Vertrauensbasis gefunden werden. Die Ölsaaten (vor allem Raps) können dezentral oder zentral geschlagen werden. Die erfolgreichen Ansätze in Süddeutschland können aber nicht ohne weiteres auf NRW übertragen werden. Beim Biodiesel profitiert die Landwirtschaft nur in den höheren Erzeugerpreisen gegenüber der verdrängten Konkurrenzfrucht. Beim Bioethanol sind die Skalenerträge besonders groß, womit die landwirtschaftlichen Brennereien wenige Marktchancen haben. Bei einer zentralen Ethanolanlage würde das Wertschöpfungspotenzial in den Agrarlandschaften sehr gering ausfallen. Am geringsten wären sie bei einer BtL-Anlage. Diese zentralen Anlagen brauchen billigste Inputbiomasse und lassen keinen Raum für eine höhere Wertschöpfung in den Regionen. Die Produktion von Bioenergie ist eine Veredelung von landwirtschaftlichen Rohstoffen, genau wie andere „klassische“ landwirtschaftliche Veredelung (z.B. Fleisch oder Milch). Damit tritt die Bioenergie aber auch in Konkurrenz zur tierischen Veredelung. Dezentrale Ansätze (Landwirt als Energiewirt) bieten höhere Wertschöpfungspotenziale (da weitere Segmente der Wertschöpfungskette in der Hand der Landwirte verbleiben) als zentrale Lösungen der Biokraftstoff-Produktion, wo der Landwirt nur Energiepflanzenanbauer ist. Soll eine Stärkung des ländlichen Rau-

mes im Vordergrund der Förderung der Biokraftstoffe stehen, dann müssen gerade die dezentralen Ansätze der Biokraftstoff-Produktion unterstützt werden. Hier können neben der Strukturförderung in der Landwirtschaft auch regionalpolitische Aspekte integriert werden. Somit würde die Kombination der Förderung der Bioenergie mit den Förderprogrammen des ländlichen Raumes einige Synergien schaffen. Die Verfügbarkeit von Nachwachsenden Rohstoffen entscheidet sich letztlich auf der Fläche, also in der ökonomischen Konkurrenzfähigkeit des Verfahrens gegenüber einer anderen Landnutzung (Stilllegung, Food- oder Feed-Produktion). Hier muss für die zukünftigen politischen Entscheidungen das ökonomische Potenzial als Entscheidungsgrundlage verwendet werden. Aufgrund der relativen Vorzüglichkeit des Rapses wird sich dieser bis an die Fruchtfolgegrenzen in NRW ausdehnen. Allerdings sind die Gesamtpotenziale des Rapsanbaus aufgrund von Fruchtfolgen und starker Konkurrenznutzungen begrenzt. Der momentan vor allem im Rheinland stattfindende Ethanolweizenanbau wird sich mit dem Ausbau der lokalen Biogas-Kapazität weiter verringern. Generell entsteht durch die energiepolitischen Rahmenbedingungen des EEG eine sehr starke Flächenkonkurrenz, vor allem in Form des Energiemaisanbaus. Diese Flächenkonkurrenz führt letztlich zu hohen Opportunitätskosten der Biokraftstoff-Produktion in NRW. Die RAUMIS-Modellierungen zeigen, dass sich in NRW ein Energiemaisanbaupotenzial von fast 180.000 ha ergeben würde. Aufgrund der Transportunwürdigkeit des Energiemaisses ist seine weitere Ausdehnung vom Bau der Biogas-Anlagen in den Regionen abhängig. Vor dem Hintergrund der Investitionen von verschiedenen Energieversorgungsunternehmen und der Perspektive der Biogasaufbereitung und Einspeisung ins Erdgas-Netz kann Biogas als die Zukunftstechnologie in NRW eingestuft werden. Gleichzeitig müssen aber die Umweltwirkungen einer verstärkten Biogas-Nutzung und der damit verbundene Energiemais-Anbau thematisiert werden. Hier sind vor allem die Nährstoff-Problematik in den tierischen Veredelungsgebieten und die Folgen des Energiemaisanbaus (Schädlinge und Bodenerosion) zu nennen. Damit eine wesentliche Steigerung der Wertschöpfung im ländlichen Raum in NRW durch die Biokraftstoffe/Bioenergie realisiert werden kann, sollten die Landwirte zu Energiewirten werden oder an der Veredelung der landwirtschaftlichen Rohstoffe zu Bioenergie beteiligt werden. Dieses gilt gerade für die Ungunstlagen und hier vor allem für die Milchviehgebiete, die durch die Luxemburger Beschlüsse massive Einkommensverluste hinnehmen müssen. Es zeigt sich, dass die verschiedenen dezentralen Ansätze unterschiedliche Risiken für die Energiebauern beinhalten. Bei der Produktion von Pflanzenöl liegen diese eher im erfolgreichen Absatz des Pflanzenöls und vor allem des Koppelprodukts Presskuchen. Vor allem die Erhaltung der Steuerbegünstigung für das reine Pflanzenöl ist von entscheidender Bedeutung. Bei der Biogas-Produktion sind wesentlich höhere Investitionssummen notwendig, und der wirtschaftliche Betrieb der Anlage stellt hier die Herausforderung dar (der Absatz des Stromes ist durch das EEG über 20 Jahre garantiert). Der Energiewirt muss neben dem technischen und ökonomischen Know-how auch Sozialkapital für Kooperationen in der Landwirtschaft und mit anderen Akteuren im ländlichen Raum mitbringen. Neben der Abschaffung der Stilllegungsverpflichtung, die die einfachste und effektivste Unterstützung des ländlichen Raumes wäre, ist vor allem eine Bündelung der Kompetenzen für die Nachwachsenden Rohstoffe mit einer Kooperation aller Akteure (Landwirtschaft, Industrie, Wissenschaft und Politik) notwendig. Hier wäre der Aufbau eines Kompetenzzentrums mit regionalen Agenturen in den verschiedenen Agrarlandschaften (Regionalmanagement Nachwachsende Rohstoffe) als optimaler Förderansatz zu empfehlen. Es zeigt sich, dass die nachhaltige Nutzung der Nachwachsenden Rohstoffe ein Querschnittsthema darstellt, und entsprechend sollte die weitere Forschung integrativ und entlang der Produktionskette ausgerichtet sein.

## Abstract

Due to high fossil fuel prices and climate protection, the energetic use of biomass is enjoying a revival. The increased use of biofuels on the European and national level is a done deal and corresponding conditions allow for a rapidly expanding production. However, in this context, of all the investigated agricultural commodities, only rapeseed offers an additional source of income for agriculture in North Rhine-Westphalia (NRW). Due to the general framework, the construction of a large bioethanol facility in NRW is rather unlikely. Thus, the exploitation of sugar beets and wheat will not play an important part in NRW. However, thanks to the “Äquivalenzverfahren“ the cultivation of ethanol wheat is possible after all, esp. in the Rhineland. Using fast-growing tree species and *Miscanthus* as input biomass for bio-synfuels (BtL) does not promise any further added value for agriculture in NRW, either. In NRW, the real potential of energy crops does not lie in biofuels, but in the cultivation of renewable raw materials for the use of biogas. Here, the cultivation of energy maize is of particular importance. In general, one must differentiate between decentralized and central approaches of biofuel production. Decentralized approaches are characterized by higher production costs, but transportation costs and trading profits can be saved. In the case of central facilities, the economies of scale in processing and trade play a key role (esp. for bioethanol and biodiesel). Central biofuel facilities mainly serve the purpose of reliable energy supply and climate protection. Also, they are large outlets for agricultural products. In this context, the development potential of rural areas lies primarily in the steady producer prices of the used commodities. However, due to their location near large waterways, there is a risk that large quantities of commodities are imported and therefore do not benefit the rural areas in NRW. By managing to maintain biomass supply and other segments of the production chain in rural areas, decentralized approaches offer larger income potential for rural areas in NRW. In this context, the construction of decentralized oil mills needs to be mentioned, even though it is also limited in NRW due to competition between the four central oil mills. Apart from hard location factors, decentralized approaches involve so-called soft location factors such as regionality, mentality, degree of organization and cooperativeness. Decentralized approaches also lead to economies of scale, thus involving the construction of larger facilities and the cooperation of actors in rural areas. If agriculture, instead of just being a supplier of raw materials, wants to benefit directly or as a partner, new forms of organization and cooperation need to be established on a basis of mutual trust. Oilseed (esp. rapeseed) can be crushed in a decentralized or central way. However, it is not possible to simply transfer the successful approaches of South Germany to NRW. In the case of biodiesel, agriculture only benefits from the higher producer prices compared to the displaced rival crop. In the case of bioethanol, the returns to scale are especially high, so that agricultural distilleries have only low potential. With a central ethanol facility, the potential added value for the agricultural landscapes would be very low. It would be lowest for BtL-facilities, since these central facilities require the cheapest input biomass and do not allow higher added value in the regions. The production of bioenergy is a form of processing agricultural commodities, just like other “classic” agricultural processing (e.g. meat or milk). Decentralized approaches (from agricultural farmer to energy farmer) offer a higher added value potential (because other segments of the value chain remain in farmers’ hands) than central solutions of biofuel production, where the farmer is only the producer of energy crops. If the strengthening of rural areas is to be given priority in the promotion of biofuels, decentralized approaches of biofuel production require particular support. Besides structural improvements in agriculture, aspects of regional politics

can be integrated here as well. Thus, combining the promotion of bioenergy with support programs for rural areas would create certain synergies. Ultimately, the availability of renewable raw materials depends on the land, i.e. on the economic competitiveness in comparison to other forms of land use (set-aside, food or feed production). Here, the economic potential needs to serve as the basis of decision-making for future political decisions. Due to its “relative competitiveness“, the cultivation of rapeseed will be extended to the limits of crop rotation in NRW. However, because of crop rotation and strong land use competition, the overall potential of rape seed cultivation is limited. The cultivation of ethanol wheat, currently found mainly in the Rhineland, will decrease further due to the expansion of local biogas capacities. In general, the energy policy framework of the Renewable Energy Sources Act (EEG) generates a very strong competition for land, esp. regarding the cultivation of energy maize. This competition ultimately results in high opportunity costs of biofuel production in NRW. RAUMIS modeling indicates an energy maize potential for NRW of nearly 180,000 ha. Since energy maize is not suited for transportation of long distance, its further expansion depends on the construction of biogas facilities in the region. Considering the investments by various energy supply companies and the perspective of processing and feeding biogas into the natural gas grid, biogas can be classed as a future technology for NRW. However, at the same time, the environmental effects of the increased use of biogas and the corresponding cultivation of energy maize should be addressed. Here, particularly the nutrient problem in regions of animal processing and the consequences of energy maize cultivation (pests and soil erosion) need to be mentioned. In order to increase the added value in rural areas in NRW with biofuels and bioenergy, agricultural farmers need to become energy farmers. This especially applies to unfavorable areas, in particular to dairy areas, which have to accept large income losses due to the Luxembourg Agreement. Different decentralized approaches have shown to bear different risks for energy farmers. In the case of the vegetable oil production, these risks lie rather in the marketing success of vegetable oil and its by-product (press cake) in particular. Here, the maintenance of tax concessions for pure vegetable oil is of decisive importance. The production of biogas requires significantly higher investments and its challenge lies in the efficient operation of the facilities (the EEG guarantees a 20-year power purchase). Besides technical and economic know-how, energy farmers need to have the social capital to cooperate with agricultural and other actors in rural areas. Apart from the abolition of set-aside obligations, which would be the most simple and effective support for rural areas, it is necessary to pool the competencies for renewable raw materials with the collaboration of all actors (agriculture, industry, science and policy). Here, the optimal promotional strategy would be to establish a competence center with regional agencies in different agricultural landscapes (regional management of renewable raw materials). It has been shown that the sustainable use of renewable raw materials is a cross-cutting issue. Therefore, further research should be integrative and production chain oriented.

## Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner wunderbaren Zeit am Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik (vormals Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie) der Universität Bonn. Sie basiert auf einem USL- Forschungsprojekt mit dem Titel „Abschätzung der Chancen aus der Förderung von Biokraftstoffen für die ländlichen Regionen in Nordrhein-Westfalen“ gefördert durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Als Ansprechpartner danke ich Herrn Martin Hannen, der mich sehr unterstützt und auch immer für eine kurze Diskussion Zeit gefunden hat.

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Karin Holm-Müller. Sie hat mich nicht nur mit diesem hochaktuellen Thema bedacht, sondern war stets für mich ansprechbar und hat maßgeblich mitgeholfen, dieses komplexe Thema richtig einzuordnen. Ich danke ihr herzlich für die zahlreichen fachlichen und auch persönlichen Diskussionen und Hilfestellungen, sowie den nötigen Freiraum bei der Gestaltung der Arbeit.

Prof. Dr. Winfried Schenk danke ich für die Übernahme des Koreferats und Prof. Dr. Thomas Heckelei für den Prüfungsvorsitz während meines Rigorosums.

Dr. Horst Gömann und Peter Kreins vom Institut für ländliche Räume der FAL sei besonders herzlich gedankt. Als zentrale Kooperationspartner im Projekt haben sie einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Arbeit geleistet. Ich erinnere mich gerne an zahlreiche fachliche und persönliche Diskussionen, die sehr viel Spaß gemacht haben. Vielen Dank!

Herrn PD Ralf Pude danke für Diskussionen und Anregungen, vor allem im Bereich von Miscanthus. Gregor Pallast danke ich für die Unterstützung im Bereich der Schnellwachsenden Baumarten.

Dr. Edgar Remmele und Klaus Thuneke vom TFZ möchte ich für die Gastfreundschaft und die lehrreiche Zeit in Bayern danken.

Allen Experten und Unterstützern während der Experten-Workshops, der Fallstudien und der weiteren Diskussion danke ich für ihre fachliche Unterstützung.

Meinen Arbeitskollegen am Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn gilt mein besonderer Dank für die gemeinsame fröhliche Zeit. Das Institut war stellenweise wie ein zweites Zuhause, was wahrscheinlich auch an den Europrofessionals lag. Also ich danke für eine super jeile Zick, die ich nie vergessen werde.

Ein ganz besonderer Dank gilt allen meinen Freunden, die mich während der Zeit unterstützt haben und zu Zeiten wahrscheinlich dran gezweifelt haben, ob ich noch über etwas anderes als Nachwachsende reden kann. Ich kann und werde!

Und schließlich danke ich meiner Familie, die mir mein Studium ermöglicht hat und auch während der Promotion immer hinter mir gestanden haben. Ich konnte mich immer auf Sie verlassen, was ich sehr zu schätzen weiß. Herzlichen Dank. Besonderer Dank an dieser Stelle an meinen Bruder Frank, der mir bei der Beantwortung so mancher Spezialfrage zum Ackerbau geholfen hat.

Zum Schluss möchte ich ganz besonders meiner Freundin Franzi danken. Sie hat nicht nur unendliche Geduld mit mir und der Korrektur der Arbeit gehabt, sondern hat mich auch nach Kräften (gerade in Zeiten des Zweifels) unterstützt. Vielen Dank!

*„Fortschritt ist der Weg vom Primitiven über das Komplizierte zum Einfachen.“*

Wernher von Braun



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Problemstellung .....	1
1.2	Zielsetzung und Aufbau der Arbeit .....	3
2	Analyserahmen und Methodik der Arbeit.....	6
2.1	Theoretischer Rahmen.....	6
2.1.1	Multifunktionalität der europäischen Landwirtschaft .....	6
2.1.2	Standortfaktoren der Biokraftstoffe .....	7
2.1.3	Economies of scale.....	10
2.2	Literaturüberblick.....	11
2.3	Analyserahmen und Abgrenzungen .....	14
2.3.1	Produktionsketten-Ansatz/Filière-Konzept als Analysegerüst.....	14
2.3.2	Abgrenzungen und Definitionen .....	16
2.3.3	Agrarlandschaften als Untersuchungsräume .....	16
2.3.4	Analyserahmen der Arbeit .....	20
2.4	Methodisches Vorgehen der Arbeit.....	23
2.4.1	Methodenkombination .....	23
2.4.2	Methoden der qualitativen Sozialforschung.....	23
2.4.3	RAUMIS als Analyseinstrument.....	26
2.4.4	Geographische Informationssysteme (GIS) .....	30
3	Ergebnisse .....	32
3.1	Rahmenbedingungen, Standortfaktoren und Wettbewerbsfähigkeit der verschiedenen Ansätze der Produktion von Biokraftstoffen .....	32
3.1.1	Verkehrssektor als Sorgenkind.....	32
3.1.2	Politische Rahmenbedingungen der Biokraftstoffe.....	36
3.1.3	Prozessketten relevanter Biokraftstoffe .....	46
3.1.4	Konkurrenz auf der Fläche: Biogasboom nach der Novellierung des EEG..	56
3.1.5	Biokraftstoffe als Netzwerkprodukt .....	64
3.1.6	Flächenkonkurrenzen: Nachwachsende Rohstoffe als Alleskönner unter den Erneuerbaren Energien .....	65
3.1.7	Standortfaktoren der zentralen Verarbeitungsanlagen in Deutschland .....	67
3.1.8	Vom technischen zum ökonomischen Potenzial .....	71
3.1.9	Wettbewerbsfähigkeit der verschiedenen Biokraftstoffe .....	74

## VIII

3.1.10	Fazit der Entwicklung der Biokraftstoffe in NRW .....	78
3.2	Energiepflanzenbau in den Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens .....	84
3.2.1	Standortfaktoren der Landnutzung.....	84
3.2.2	Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens.....	86
3.2.3	Rahmenbedingungen des Energiepflanzenanbaues .....	105
3.2.4	Standortanforderungen und relative Vorzüglichkeit der relevanten Energiepflanzen.....	118
3.2.5	Energiepflanzenanbau im Jahr 2005 .....	146
3.3	Ergebnisse der Modellberechnungen .....	149
3.3.1	Annahmen im Modell.....	150
3.3.2	Darstellung und Interpretation der RAUMIS-Berechnungen für Nordrhein-Westfalen.....	153
3.3.3	Anmerkungen zu den RAUMIS-Berechnungen .....	157
3.4	Strukturen der regionalen Erfolgsfaktoren und Hemmnisse.....	161
3.4.1	Bioenergie als neuer Veredelungszeitweig der Landwirtschaft.....	161
3.4.2	Energiepflanzenanbauer oder Energiewirt: Wertschöpfungspotenziale entlang der Produktionskette.....	163
3.4.3	Diffusion der Innovation Veredelungsform Bioenergie in der Landwirtschaft.....	166
3.4.4	Hemmnisse bei der Realisierung von Biomasse-Anlagen .....	171
3.4.5	Kooperation als Erfolgsfaktor und Chance in der Bioenergieerzeugung....	176
3.4.6	Einsatz von Biokraftstoffen im ländlichen Raum .....	180
3.5	Fallstudien: Positive Beispiele und Schlussfolgerungen.....	183
3.5.1	Allgemeine und regionale Rahmenbedingungen einer Produktion von Bioethanol am Standort Zuckerfabrik Jülich .....	183
3.5.2	Süddeutschland: Dezentrale Rapsölgewinnung .....	210
3.6	Abschätzung möglicher Umweltwirkungen.....	224
3.6.1	Umweltwirkungen der Biokraftstoffe .....	224
3.6.2	Umweltwirkungen des Energiepflanzenanbaus .....	224
4	Diskussion, Schlussfolgerungen und Politikempfehlungen.....	232
4.1	Rahmenbedingungen der Biokraftstoffe .....	232
4.1.1	Renaissance der Biomasse: politisch bedingt.....	232
4.1.2	Bioenergie als neuer Veredelungszeitweig der Landwirtschaft? .....	234
4.1.3	Politische Rahmenbedingungen: Beimischungszwang und/oder Steuerbegünstigung der Reinkraftstoffe.....	234

4.2	Energiepflanzenanbau in NRW.....	236
4.3	Der Landwirt als Energiepflanzenanbauer oder Energiewirt.....	241
4.3.1	Energielandwirte brauchen enormes ökonomisches, technisches und soziales Know-how .....	241
4.3.2	Stärkung der Kooperationen.....	242
4.4	Politikempfehlungen .....	245
4.4.1	Abschaffung der obligatorischen Stilllegungsverpflichtung.....	245
4.4.2	Stärkung des Energiewirts in Nordrhein-Westfalen.....	246
4.4.3	Zukunftstechnologie Biogas als Erdgas-Ersatz in NRW ausbauen .....	247
4.4.4	Querschnittsthema Bioenergie: Kombination der Förderung des ländlichen Raumes und der Bioenergie.....	248
4.4.5	Schaffung eines Kompetenzzentrums mit Regionalmanager Nachwachsende Rohstoffe in den Regionen.....	249
5	Zusammenfassung.....	254
6	Forschungsbedarf .....	257
6.1	Erarbeitung eines Gesamtkonzepts „Nachwachsende Rohstoffe für Nordrhein- Westfalen“ .....	257
6.2	Wissenschaftliche Forschung zur Optimierung der Bioenergie.....	258
6.2.1	Ganzheitliche Optimierung der Bioenergie-Produktion notwendig.....	258
6.2.2	Neue Bedeutung der Standortwahl/Transportkosten als Forschungsfrage .	259
6.2.3	Energie-, Öko- und Stoffbilanzen der Landwirtschaft .....	260
7	Literaturverzeichnis.....	263
	Anhang .....	275

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klassische Standortfaktoren nach SCHWEITZER (1994), BEHRENS (1971), KRÄTKE (1995).....	8
Abbildung 2: Mögliche Ursachen von economies of scale (Quelle: JANZ 2002).....	11
Abbildung 3: Flächenverbrauch für einen 10%-Biokraftstoff-Anteil (Quelle: OECD 2006)..	13
Abbildung 4: Produktionskette (Filière) biogener Kraftstoffe (Quelle: BREUER 2004).....	15
Abbildung 5: Gesamtanalyserahmen der Arbeit .....	20
Abbildung 6: Globale und europäische Aspekte bestimmen die Rahmenbedingungen der Biokraftstoffe .....	21
Abbildung 7: Analyseschwerpunkt auf den Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens .....	22
Abbildung 8: Grundstruktur des RAUMIS-Modells (Quelle: KREINS ET AL. 2004).....	27
Abbildung 9: Erweiterung des Modellaufbaus um die energiepolitische Dimension (ergänzt nach HENRICHSMEYER ET AL. 1996) .....	28
Abbildung 10: Konventionelles Erdöl. Länder mit Reserven > 1 Gt und „Strategische Ellipse“ (Quelle: BGR 2006) .....	33
Abbildung 11: CO <sub>2</sub> -Minderungskosten der verschiedenen Sektoren. PHH = Private Haushalte; GHD = Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Quelle: MALY UND DEGEN 2003) .....	34
Abbildung 12: CO <sub>2</sub> -Einsparungskosten der Biokraftstoffe (Quelle: IFEU 2004).....	35
Abbildung 13: Änderung der Stilllegung (Quelle: LZ RHEINLAND 2005) .....	39
Abbildung 14: Produktionsketten der relevanten Biokraftstoffe mit Inputbiomassen und Koppelprodukten in Deutschland.....	47
Abbildung 15: Verfahrensablauf bei der Pflanzenölgewinnung und –raffination in zentralen Anlagen (Quelle: WIDMANN 2005) .....	50
Abbildung 16: Verfahrensschritte der Ölsaatenverarbeitung in dezentralen Anlagen (Quelle: WIDMANN 2005).....	51
Abbildung 17: Biodiesel-Absatz nach Segmenten (Quelle: VERBAND DER DEUTSCHEN BOKRAFTSTOFFINDUSTRIE 2006) .....	52
Abbildung 18: Schema der Ethanolgewinnung aus zucker- und stärkehaltiger Biomasse (Quelle: WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER 2004) .....	53
Abbildung 19: Biogasanlagen in Nordrhein-Westfalen (Umfrageergebnisse und Schätzungen des MUNLV für 2003-2005 (Quelle: EISELE 2005).....	56
Abbildung 20: Energiewandlungskette Biomasse zu Endenergie Strom und Wärme: Vorteile der GreenGas-Nutzung (Quelle: SCHULTE-SCHULZ 2005).....	63
Abbildung 21: Energieerträge bei unterschiedlichen Biokraftstoffstrategien (Quelle: DÖHLER 2006).....	67
Abbildung 22: Herleitung der Potenzialkategorien (überarbeitet nach IFAS 2004).....	72

Abbildung 23: Mineralölsteuern innerhalb der EU im Jahr 2002; Deutschland 2003 (Quelle: BMU 2003) .....	75
Abbildung 24: Bereitstellungskosten biogener Kraftstoffe (ohne Fahrzeugkosten) (Quelle: IFEU 2004).....	77
Abbildung 25: BtL-Pfade als zentrale Nutzungsoption bieten wenige Chancen für lokale Wertschöpfung (Quelle: ARNOLD ET AL. 2006).....	82
Abbildung 26: Ableitung der Transportkosten für Getreide aus der Transportkostenvergütung der BLE .....	105
Abbildung 27: Energieorgel (jeweils Energiewert von 0,25l Heizöl) (Idee: TFZ Bayern; Konzeption und Umsetzung Uni Bonn).....	106
Abbildung 28: Silomais–Transportkosten: 50t FM-Ertrag, Schlaggröße 5ha (Quelle: aufbauend auf BREUER UND SCHMITZ 2006) .....	107
Abbildung 29: Bewertung unterschiedlicher Fruchtartenkombinationen (Quelle: LWK NRW 2006).....	114
Abbildung 30: Das Dezentral-Zentral-Konzept (Quelle: DAHMEN 2006) .....	115
Abbildung 31: Transportkostenabschätzung des Biomasse- und Slurry-Transportes (Quelle: DAHMEN 2006) .....	116
Abbildung 32: Treiber für wirtschaftlichen Erfolg von Biomethan (Quelle: KESTEN 2005). 117	
Abbildung 33: Regionalisierte Erträge: Schnellwachsende Baumarten und Miscanthus .....	131
Abbildung 34: Verlauf der Trockenmasseentwicklung (Quelle: SCHEFFER 2006) .....	138
Abbildung 35: Herstellung von „sauberm“ Brennstoff für die dezentrale Verbrennung, Vergasung oder zentrale Kraftstoffproduktion (BtL) (Quelle: SCHEFFER 2006) .	143
Abbildung 36: Economies of scale bei der Biogas-Produktion (Quelle: nach KTBL 2005A)	162
Abbildung 37: Economies of scale bei der Ethanolproduktion (Quelle: GUDERJAHN 2004). 162	
Abbildung 38: Verarbeitungsvarianten zwischen der Landschaft, Handel und Agrarindustrie für die Biodieselproduktion (Quelle: BOCKEY 2006).....	163
Abbildung 39: Verfahrenskette "Biomassennutzung" mit Vorgaben und typischen Akteuren (Quelle: THRÄN UND KALTSCHMITT 2004).....	171
Abbildung 40: Kooperationen zwischen der Energie- und Landwirtschaft (Quelle: UNDERBERG 2006).....	179
Abbildung 41: Agrardieselvergütung (Quelle: THUNEKE 2005) .....	181
Abbildung 42: Integration der Bioethanol-Anlage in die Zuckerproduktion (Eigener Entwurf der Zuckerfabrik Jülich 2005) .....	184
Abbildung 43: Spezifische Kraftstoffkosten und Preise in €/Liter <sub>Benzinäquivalent</sub> (Quelle: WAGNER UND IGELSPACHER 2003).....	186
Abbildung 44: Theoretische Potenziale der Ethanolherzeugung unter reiner Winterweizennutzung der Getreidefelder bzw. stilllegungsflächenbereinigten Zuckerrübenflächen (Quelle: KOCH ET AL. 2005) .....	189

Abbildung 45: Verwendungsmöglichkeiten des Ethanols im Kraftstoffbereich (Quelle: WALTHER 2004) .....	195
Abbildung 46: Anteil von FFV an PKW-Neuzulassungen in Brasilien (Quelle: SCHMITZ 2005B) .....	196
Abbildung 47: Dampfdruckproblematik: Blendverhalten von Ethanol und ETBE (Quelle: GUDERJAHN 2004) .....	198
Abbildung 48: Entwicklung des Kraftstoff-Marktes in Deutschland (Quelle: www.mwv.de) .....	199
Abbildung 49: Ethanol aus Zuckerrohr billiger als Benzin (Quelle: WorldWatch Institute 2006).....	204
Abbildung 50: Stärken und Schwächen der brasilianischen Ethanolproduktion (Quelle: SCHMITZ 2005B) .....	206
Abbildung 51: Leichte Integrierbarkeit der dezentralen Ölmühlen in die Gebäude-Strukturen (Quelle: Eigene Fotos und GRAF UND REINHOLD 2006) .....	212
Abbildung 52: Investitionskosten für Kaltpressanlagen; spezifische Investitionen in €/t Rapssaat (Quelle: GRAF UND REINHOLD 2006) .....	213
Abbildung 53: Nachhaltigkeits-Ranking für verschiedene Energiepflanzen für Biokraftstoffe in Deutschland (Quelle: WORLDWATCH INSTITUTES 2006).....	228
Abbildung 54: Einbindung von Biogasanlagen in regionale Nährstoffkreisläufe (Quelle: EISELE 2005).....	230
Abbildung 55: Vergleich der verschiedenen Ökosysteme (Quelle: SCHEFFER 2003).....	231
Abbildung 56: Anforderungen an den Ölmüller (Quelle: REMMELE 2005).....	242
Abbildung 57: Gesamtenergieeinsatz des deutschen Agrarsektor (Alte Bundesländer) für 1990/91 (Quelle: nach HAAS ET AL. 1995A).....	261

## Kartenverzeichnis

Karte 1: Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens.....	17
Karte 2: Ackerbaugebiete in Nordrhein-Westfalen.....	19
Karte 3: Zunahme der Stilllegungsverpflichtung in NRW durch die Umsetzung der Luxemburger Beschlüsse .....	40
Karte 4: Verteilung der Biogas-Anlagen vor der Novellierung des EEG .....	59
Karte 5: Biogas-Boom nach der Novellierung des EEG im Jahr 2004.....	60
Karte 6: Zentrale Biokraftstoff-Anlagen in Deutschland (Quelle: BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006A) .....	69
Karte 7: Höhe über NN und verstärkte Gebiete Nordrhein-Westfalens.....	88
Karte 8: Bereinigte Ertragsmesszahlen der landwirtschaftlichen Flächen in NRW .....	89
Karte 9: Verteilung des Jahresniederschlages .....	90
Karte 10: Wasserhaltevermögen des Bodens .....	91
Karte 11: Viehdichte in Nordrhein-Westfalen in GVE/ha LN.....	94
Karte 12: Milchviehdichte in NRW .....	95
Karte 13: Schwerpunkte der Schweineproduktion in NRW .....	96
Karte 14: Naturräume in Nordrhein-Westfalen.....	97
Karte 15: Leitfrüchte des Ackerbaus im Jahr 2003.....	100
Karte 16: Pachtpreise für Ackerland in Nordrhein-Westfalen .....	103
Karte 17: Regionale Raps-Erträge in NRW .....	120
Karte 18: Regionale Weizen-Erträge in Nordrhein-Westfalen .....	122
Karte 19: Regionale Ertragsabschätzung für Miscanthus nach HEMME-SEIFERT 2003 .....	124
Karte 20: Schwerpunkte der energetischen Strohnutzung in 1.000 t/Modellkreis (Quelle: HEMME-SEIFERT 2003) .....	126
Karte 21: Regionale Silomais-Erträge als Richtwert für die Energiemais-Erträge.....	137
Karte 22: Grobe Abschätzung der Zwei-Kulturnutzung in NRW.....	141
Karte 23: Tongehalt der Ackerböden .....	142
Karte 24: Verteilung des Rapsanbaues in Nordrhein-Westfalen .....	148
Karte 25: Regionale Veränderungen der Flächenstilllegung bei Einführung der Handelbarkeit gegenüber der Agenda 2000 (für das Zieljahr 2010) (Quelle: GÖMANN UND KREINS 2006).....	154
Karte 26: Regionale Veränderungen der Flächenstilllegung bei einem einheitlichen Stilllegungssatz und Einhaltung der Düngeverordnung (für das Zieljahr 2010) (Quelle: GÖMANN UND KREINS 2006) .....	155
Karte 27: Rheinisches Zuckerrübenanbaugebiet.....	187

Karte 28: Weizenanbau im Rheinland .....	188
Karte 29: Regionale Absatzmöglichkeiten des Bioethanols .....	191
Karte 30: Absatzmöglichkeit der Koppelprodukte der Ethanolproduktion in NRW .....	193
Karte 31: Bioethanol-Projekte und Ziel-1-Förderung (Stand: 10/2005).....	209
Karte 32: Dezentrale Biokraftstoff-Anlagen .....	214
Karte 33: Transportkostenbetrachtung zu den zentralen Ölmühlen in NRW .....	220
Karte 34: Rapsanbau und Ölmühlen in NRW .....	221
Karte 35: Biogas-Anlagen und mögliche Rohstoff-Liefergebiete .....	238
Karte 36: Maschinenring-Bereiche im Rheinland.....	244



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten im Verkehrssektor (Quelle: BREUER 2004 nach MALY UND DEGEN 2003).....	42
Tabelle 2: Ölsaatenverarbeitung in zentralen und dezentralen Anlagen nach WIDMANN 2005, TFZ 2006.....	49
Tabelle 3: Vergütungssätze für Strom aus Biogasanlagen in Cent pro Kilowattstunde (Quelle: BMU 2006) .....	57
Tabelle 4: Wirtschaftlicher Vergleich der Biokraftstoffe (verändert nach BENSMANN UND JANZING 2005, DEUTSCHER BUNDESTAG 2005, BÜRGER ET AL. 2005, FNR 2006A, MWV 2006).....	76
Tabelle 5: Kostenrelationen und Kostentendenzen einer Kraftstoffbereitstellung aus Biomasse (€ relativ kostengünstiger; €€€ relativ teurer) (Quelle: KALTSCHMITT ET AL. 2003) .....	79
Tabelle 6: Maximale Anbaukonzentration von Feldfruchtarten bzw. -gruppen, nach Zielen der integrierten Pflanzenproduktion in % (Quelle: LWK NRW 2006).....	113
Tabelle 7: Datenbedarf für die regionale Abbildung der Biomasseproduktion sowie deren Verfügbarkeit (Quelle: HEMME-SEIFERT 2003).....	123
Tabelle 8: Sektoral bereitgestellte Biomasse­mengen (Quelle: HEMME-SEIFERT 2003).....	125
Tabelle 9: Gesamtkosten der Biomasseproduktion frei Feld [€/t <sub>ktro</sub> ] (Quelle: PALLAST, BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006) .....	128
Tabelle 10: Mögliche Erst- und Zweitkulturen für den Energiepflanzenanbau (Quelle: SCHEFFER 2003).....	139
Tabelle 11: Deckungsbeiträge auf Stilllegungsflächen im Rheinland (überarbeitet nach Bielefeld 2005 und LZ 2005) .....	144
Tabelle 12: Deckungsbeiträge der Nachwachsenden Rohstoffe auf den Basisflächen (überarbeitet nach Bielefeld 2005 und LZ 2005) .....	145
Tabelle 13: Veränderung der landwirtschaftlichen Landnutzung und Einkommen durch einen verstärkten Anbau von Energiemais in Nordrhein-Westfalen gegenüber der Referenzsituation im Jahr 2010 (Quelle: GÖMANN UND KREINS 2006) .....	156
Tabelle 14: Vergleich der europäischen Agrardieselpreise (Quelle: CAPRI 2006) .....	182
Tabelle 15: Absolute und prozentuale Zusammensetzung der geschätzten Herstellungskosten für Ethanol in Deutschland (Quelle: HENNIGES UND ZEDDIES 2003).....	185
Tabelle 16: Ackerfläche und Anbau der wichtigsten Ackerfrüchte in der Jülicher Region im Jahr 2003 .....	190
Tabelle 17: Gewinnspanne beim Einsatz von Ethanol (Quelle: HENKE 2005B).....	201
Tabelle 18: Große Bioethanol-Projekte in Deutschland (Quelle: WEBER 2004, GUDERJAHN 2004, KUHN 2005) .....	202
Tabelle 19: Marktpreise von Ethanol aus Brasilien (Quelle: WEBER 2004) .....	205

Tabelle 20: Internationale Kostenabschätzung für die Produktion von Bioethanol in großen Anlagen (Quelle: FAULSTICH ET AL. 2004).....	207
Tabelle 21: Gegenüberstellung zentrale und dezentrale Ölsaatenverarbeitung (Quelle: TFZ 2006).....	211
Tabelle 22: Einsatzfelder und Erlösmöglichkeiten von Rapsöl und Presskuchen (Quelle: GRAF UND REINHOLD 2005, GRAF UND REINHOLD 2006).....	217

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

96,4% der im Jahr 2005 in Deutschland eingesetzten Kraftstoffe wurden aus Mineralöl gemacht (FNR 2006, S.86). Der Anteil der heimischen Erdölproduktion belief sich im Jahr 2005 auf 3% (BGR 2007, S.3). Vor dem Hintergrund, dass das Nordseeöl in der zweiten Dekade dieses Jahrhunderts erschöpft sein wird, ergibt sich für Europa und damit auch für Deutschland eine besorgniserregende Energieimportabhängigkeit. Im Jahr 2030 muss Europa 90% seines Erdölbedarfes durch Importe decken. Beim Erdgas, das in Europa das Erdöl als wichtigste Energiequelle ablösen soll, wird sich der Anteil von heute 40% auf ca. 70% im Jahr 2030 erhöhen (EUROPÄISCHE KOMMISSION, GD VERKEHR UND ENERGIE 2007).

Hieraus ergibt sich eine starke Abhängigkeit von politisch instabilen Systemen, die die Gefahr einer ungenügenden Energieversorgung birgt. Diese Situation hat die EU veranlasst, ein „Europäisches Energie- und Verkehrsforum“ der Generaldirektionen Energie und Verkehr einzurichten (EUROPÄISCHE UNION 2001). Das erste gemeinsame Memorandum weist neben der beschriebenen Importabhängigkeit und damit einhergehenden Unsicherheiten der Energieversorgung auf die steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors hin. Sollen die ambitionierten Klimaschutzziele erreicht werden, besteht hier dringender Handlungsbedarf.

Da die Verbrauchssenkungen der konventionellen Motoren nicht ausreichen und solarer Wasserstoff für den mobilen Sektor lediglich eine langfristige Option darstellt, sind die Biokraftstoffe kurz- bis mittelfristig die einzige gangbare Lösung (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2001, S.16). MALY UND DEGEN (2003) stellen bei ihrer Betrachtung der Potenziale zukünftiger Kraftstoffe fest, dass bei Beimischungen von Biokraftstoffen in den konventionellen Kraftstoffpool keine Änderung der Infrastruktur und des Fahrzeugparks benötigt wird, und dass die Biokraftstoffe damit im Vergleich mit anderen Einsparmöglichkeiten im Verkehrssektor die günstigsten CO<sub>2</sub>-Reduktionskosten aufweisen.

Man kann die Hauptziele der verstärkten Förderung der Biokraftstoffe in vier große Gruppen einteilen:

- 1) Energieressourcenpolitische Aspekte
  - Verringerung der Erdölnutzung → Reduktion der Importabhängigkeit (Rohölabhängigkeit)
  - Erhöhung der Energieversorgungssicherheit → Diversifizierung der Energiematrix

- Schonung von nicht-erneuerbaren Ressourcen  
(z.B. Energiebilanz Biodiesel: 1: 3,5)
  - Speicherung von Energie: Biomasse ist speicherbar und grundlastfähig
- 2) Umweltpolitische Aspekte
- Reduktion von Treibhausgasemissionen (wie oben beschrieben, stellen die Biokraftstoffe im Verkehrssektor kurz- bis mittelfristig den einzigen Lösungsansatz dar: z.B. spart jeder Liter Biodiesel 2,2kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente)
  - Verwendung von Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether (ETBE) als Ersatz für Blei und fossiles Methyl-Tertiär-Butyl-Ether (MTBE)
  - Kurze Transportwege der Energieträger
  - Biologische Abbaubarkeit der Biokraftstoffe
  - Erweiterung der engen Fruchtfolgen mit Energiepflanzen
- 3) Arbeitsmarkt- und wirtschaftspolitische Aspekte
- Beschäftigungseffekte beim Anlagenbau und bei der Produktion entlang der Produktionskette
  - Anstoß von Investitionen im Inland
  - Entstehung innovativer Technologie mit Exportchancen für die deutsche Wirtschaft
  - Wertschöpfung im Inland und in den Regionen
- 4) Agrar- und strukturpolitische Aspekte
- Sinnvolle Nutzung der landwirtschaftlichen Überproduktion (→ Preisstabilität, auch mit Blick auf die WTO-Verhandlungen und Abschaffung von Exportsubventionen ab dem Jahr 2013)
  - Schaffung einer neuen Veredelungsform für die Landwirtschaft (→ neue Einkommensalternative: Der Landwirt als Energiewirt)
  - Imageverbesserung der Landwirtschaft (vom Subventionsempfänger zum strategischen Sektor)
  - Schaffung dezentraler Strukturen in der Energieversorgung
  - Förderung des ländlichen Raumes.

Gleichzeitig müssen aber auch die Nachteile der Biokraftstoffe benannt werden. Hier sind vor allem die Mehrkosten der Biokraftstoffe gegenüber Mineralölkraftstoffen und die ökologischen Belastungen durch den Anbau der Biomasse zu benennen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2001). Zudem liegen die CO<sub>2</sub>-Minderungskosten im Verkehrssektor um ein Vielfaches über denen anderer Bereiche (Industrie, Private Haushalte,...) (MALY UND DEGEN 2003). Da biogene Treibstoffe in der EU höhere Herstellungskosten als die Mineralölkraftstoffe aufweisen, kann die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe nur durch politische Eingriffe gewährleistet

werden. So stellt die EUROPÄISCHE KOMMISSION (2001) fest, dass es ohne die abgestimmten Entscheidungen in der Steuer-, Energie- und Umweltpolitik und ohne die klaren Vorgaben für die landwirtschaftliche Erzeugung und die verarbeitende Industrie kaum möglich wäre, einen nennenswerten Anteil am gesamten Kraftstoffverbrauch in der EU zu realisieren. Vor allem die Aspekte der Mehrkosten (Steuerausfälle oder Subventionen) erfordern die Überprüfung der Erreichung der Ziele und das Aufzeigen von Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung der Förderung.

Während zu den Energie- und Ökobilanzen der Biokraftstoffe bereits eine Reihe von Studien vorliegt, sind die Bereiche der arbeits-, wirtschafts-, agrar- und strukturpolitischen Aspekte bisher noch recht wenig erforscht. Besonders vor dem Hintergrund der Einführung des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER) und der Überprüfung der Effizienz der Förderung besteht an dieser Stelle noch erheblicher Forschungsbedarf.

## **1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit**

Die Produktion von Biokraftstoffen hat sich, auch auf Grund massiver Förderung, in den letzten Jahren in Deutschland stark ausgedehnt. Im Jahr 2005 betrug der Anteil der Biokraftstoffe (vor allem Biokraftstoffe der 1.Generation<sup>1</sup>) am Kraftstoffmarkt 3,75%, wobei 3,13% auf Biodiesel, 0,34% auf reines Pflanzenöl und 0,28% auf Bioethanol entfielen (BUNDESREGIERUNG 2006). Große Zukunftschancen werden den synthetischen Kraftstoffen aus Biomasse BioSynFuels (BtL)<sup>2</sup> und Bioethanol aus cellulosehaltiger Biomasse (Biokraftstoffe der 2.Generation) eingeräumt. Auch aufbereitetes Biogas kann in Zukunft als Kraftstoff in Erdgasfahrzeugen eine große Rolle spielen. Langfristig sind weitere Technologien denkbar, doch erfordern diese vielfach eine völlig neue Infrastruktur (z. B. die Brennstoffzellentechnologien) und sollen daher im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht weiter behandelt werden. Es wird sich vielmehr auf die oben genannten Einsatzmöglichkeiten beschränken, für die jedoch eine Vielzahl von Energiepflanzen in Frage kommt.

Ein weiterer Ausbau der Produktionskapazitäten ist auf Grund der europäischen Vorstellungen („Renewable Energy Road Map“ mit 10%-Ziel für die Biokraftstoffen in 2020) absehbar. Damit ist aber eine Überprüfung der Förderung hinsichtlich ihrer Zielerreichung dringend geboten. Die vorliegende Arbeit versucht dies für die Förderargumentation „Förderung des ländlichen Raumes in Nordrhein-Westfalen durch die Produktion von Biokraftstoffen“. Auf-

---

<sup>1</sup> Biokraftstoffe der 1. Generation sind Pflanzenöl, Biodiesel und Ethanol auf Basis von Getreide und Zuckerrüben.

<sup>2</sup> BioSynFuels = BtL-Kraftstoffe

gabe der Arbeit ist es somit, eine Abschätzung darüber vorzunehmen, welche ländlichen Regionen Nordrhein-Westfalens von diesen neuen Absatzmöglichkeiten und Wertschöpfungsmöglichkeiten profitieren könnten. Zudem wird eine mögliche Förderpolitik für den ländlichen Raumes skizziert, die die Einkommenschancen erhöht und gleichzeitig mögliche negative Umwelteinwirkungen vorausschauend verhindert.

Nach der Abschätzung der relevanten Rahmenbedingungen der Biokraftstoffe in NRW sollen die wesentlichen und für die ländliche Entwicklung relevanten Produktionswege identifiziert werden. Die Untersuchung soll zeigen, in welchen Regionen Nordrhein-Westfalens unterschiedliche Energiepflanzen einen positiven Beitrag zur Einkommensentwicklung leisten können. Nach einem Abgleich der Standortanforderungen unterschiedlicher Energiepflanzen mit den regionalen Verhältnissen dienen die ermittelten regionalen Erträge, Deckungsbeiträge und Kostendeterminanten der landwirtschaftlichen Biomasse als Inputparameter für eine kreisscharfe Analyse möglicher Einkommenswirkungen und einer ersten Abschätzung von Umweltwirkungen mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS. Neben der quantitativen Analyse der in der Landwirtschaft schon bekannten Energiepflanzen (Raps, Weizen und Energiemais) wurden mit Hilfe von RAUMIS und für die bisher wenig bekannten Energiepflanzen (Schnellwachsende Baumarten, Miscanthus) anhand von qualitativen Analysen auf Basis der vorhandenen Daten regionale Erträge, Erlöse und Gewinnmöglichkeiten ermittelt. Um dem Projektionsjahr 2010 gerecht zu werden, muss neben der Abschätzung der Entwicklung des Landwirtschaftssektors auch eine Ein- und Abschätzung der energieökonomischen und vor allem der energiepolitischen Rahmenbedingungen bis zu diesem Zeitpunkt erfolgen.

Im Anschluss an die Untersuchung der ökonomischen Potenziale soll dann für ausgewählte Regionen überprüft werden, ob die für eine erfolgreiche Vermarktung notwendigen sozioökonomischen Bedingungen vorliegen und/oder geschaffen werden können. Aus der Analyse der Entwicklungshemmnisse sowie einiger best-practice-Beispiele in ausgewählten Regionen konnten Erkenntnisse darüber gewonnen werden, wie eine Förderpolitik (Politikempfehlungen) des ländlichen Raumes nach der neuen Schwerpunktbildung des ELER in Bezug auf Biokraftstoffe aussehen könnte, die die Chancen für diese Regionen erhöht und gleichzeitig mögliche negative Umwelteinwirkungen vorausschauend verhindert.

Somit können folgende zentrale Fragestellungen der Arbeit herausgestellt werden:

- 1) Welche Rahmenbedingungen, Standortfaktoren und Entwicklungschancen haben die Biokraftstoffe in Nordrhein-Westfalen?
- 2) Welche Entwicklungschancen hat der Energiepflanzenbau für Biokraftstoffe und wie sieht dessen relative Vorzüglichkeit in den Agrarlandschaften aus?
- 3) Welche Einkommenspotenziale ergeben sich aus der Produktionskette Biokraftstoff für die nordrhein-westfälische Landwirtschaft?

- 4) Was sind regionale Standortvorteile für eine erfolgreiche Produktion der Produktionskette Biokraftstoff in den Agrarlandschaften?
- 5) Welche positiven und negativen Umweltwirkungen des verstärkten Energiepflanzenanbaus lassen sich erkennen?
- 6) Wie könnten optimale Förderinstrumente zur Erreichung der Ziele aussehen?

## 2 Analyserahmen und Methodik der Arbeit

### 2.1 Theoretischer Rahmen

#### 2.1.1 Multifunktionalität der europäischen Landwirtschaft

Auf allen politischen Ebenen hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Landwirtschaft eine Vielfalt von Funktionen im ländlichen Raum erfüllt. Diese Multifunktionalität der Landwirtschaft setzt sich aus folgenden Aktivitäten und Funktionen zusammen: Produktion von Nahrungsmitteln und Industrierohstoffen (Produktion), Bioenergieerzeugung (Energie), regionale Qualitätsproduktion und Direktvermarktung (lokale und regionale Versorgung), Landschaftsmanagement (Kulturlandschaftserhaltung, ökologische Speicher- und Regulationsfunktion), Schutz von Biotopen (Biodiversität), Agrotourismus (Freizeit und Erholung, kulturelles Erbe) sowie die Wirtschaftskraftfunktion innerhalb des ländlichen Raumes (KNICKEL et al. 2004, NEANDER 2002). Somit hat das Thema einer integrierten Entwicklung des ländlichen Raumes in den letzten Jahren enorm an politischem Gewicht gewonnen (BMVEL 2005A, WEHRHEIM 2005). Die Multifunktionalität der europäischen Landwirtschaft bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten der Unterstützung von Maßnahmen außerhalb der reinen Marktpolitik. Eine wesentliche Stärkung der ländlichen Entwicklung ist die Einführung des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raumes (ELER), womit die Entwicklung der ländlichen Räume in der Europäischen Union ab 2007 ein eigenes Finanzierungsinstrument erhält. Es werden zukünftig vier Schwerpunktachsen der ländlichen Entwicklung unterstützt:

- Schwerpunktachse 1: Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Land- und Forstwirtschaft (u.a. Erhöhung der Wertschöpfung der land- und forstwirtschaftlichen Primärerzeugung)
- Schwerpunktachse 2: Umwelt- und Landmanagement
- Schwerpunktachse 3: Diversifizierung der ländlichen Wirtschaft und der Lebensqualität im ländlichen Raum (u.a. Förderung von außerlandwirtschaftlichen Aktivitäten in Kleinunternehmen)
- Schwerpunktachse 4: LEADER-Ansatz als Programm-Schwerpunkt und verbindendes Element.

Die Bundesländer erarbeiten derzeit die Ausgestaltung des neuen Förderprogramms für den ländlichen Raum in der Zeitperiode 2007 bis 2013 zur Erfüllung der ELER-Verordnung. Auf nationaler Ebene erfolgte die Stärkung der ländlichen Entwicklung unter anderem bei der Einführung des Modell- und Demonstrationsvorhabens des BMVEL „Regionen aktiv – Land



gestaltet Zukunft“ sowie bei der Umstrukturierung der Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe “Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK)“ in Richtung einer integrierten ländlichen Entwicklung.

Die Bioenergie ist mittlerweile ein festes Standbein der Landwirtschaft, so dass ihre Förderung dem Ziel der Diversifizierung des landwirtschaftlichen Einkommens dient. Gerade für die dezentralen Ansätze kann vermutet werden, dass Förderansätze hier neue Möglichkeiten für den ländlichen Raum schaffen.

### **2.1.2 Standortfaktoren der Biokraftstoffe**

Die Faktoren, die zur Wahl eines industriellen Standortes führen, werden in der Theorie als Standortfaktoren bezeichnet. Ähnlich wie bei den Standortfaktoren der landwirtschaftlichen Betriebe kann man auch die Standortfaktoren der verarbeitenden Industrie definieren als „[...] Kostenvorteil, der für eine Wirtschaftsaktivität dann eintritt, wenn sie an einem bestimmtem Ort vollzogen wird. [...] Nach dem traditionellen Interpretationsmuster siedeln privatwirtschaftliche Unternehmen ihre Betriebsstätten in solchen Städten oder Regionen an, die eine für sie vorteilhafte Ausprägung von Standortfaktoren bieten. Standortfaktoren beinhalten räumlich ungleichmäßig verteilte Bedingungen des Wirtschaftsprozesses, die bei günstiger Ausprägung einem Unternehmen Standortvorteile in Form einer Kosteneinsparung bzw. Umsatzsteigerung oder andere wirtschaftliche Vorteile gewähren. [...] Dabei können spezielle, d.h. für ganz bestimmte Branchen oder Industrien relevante, und generelle, für alle Unternehmen relevante Standortfaktoren unterschieden werden“ (KRÄTKE 1995, S.23-24). Die Standortfaktoren oder Standortwahlfaktoren sind die bestimmenden Kräfte der betrieblichen Standortfindung. Wie in der Definition beschrieben, wird zwischen generellen und speziellen Standortfaktoren unterschieden. Folgende generelle Standortfaktoren haben in der Standorttheorie eine zentrale Bedeutung (KRÄTKE 1995):

- Transportbedingungen bzw. Verkehrsanbindung  
Hier sind die Transportkosten und eine effiziente Liefer- und Abtransportanbindung von Bedeutung.
- Arbeitskräfte-Angebot  
Bei technischen Großanlagen ist die Qualität des Arbeitskräftepotenzials (Ingenieure und Chemiker) mitentscheidend.
- Flächenangebot  
Hier sind es Grundstückspreise und Ansiedlungs- und Erweiterungsmöglichkeiten, die bei der Standortwahl geprüft werden.
- Agglomerationseffekte

Es können sowohl negative Agglomerationseffekte (Umweltprobleme, Überlastung der Verkehrsnetze) wie auch positive Effekte (Koppelungseffekte, Führungsvorteile, Infrastrukturausstattung) auftreten.

- Standortfaktor „Subventionen“

Im Zuge der wachsenden Konkurrenz der Städte und Regionen um die Ansiedlung oder Sicherung von Arbeitsstätten der Industrie erhalten die Subventionen für die unternehmerische Standortwahl einen immer höheren Stellenwert. Neben den Subventionen des Bundes, der Bundesländer und der Regionen spielen die Mittel der europäischen Regionalpolitik eine immer wichtigere Rolle.

Es liegen einige empirische Untersuchungen über die generellen Standortfaktoren der Industrie vor. Als einer der wichtigsten Vertreter der empirisch-realistischen Standortlehre gilt BEHRENS 1971 mit seinem Buch „Allgemeine Standortbestimmungslehre“. BEHRENS gibt eine umfassende Systematik der Standortfaktoren, welche er nach Beschaffung, Transformation und Absatz unterscheidet. SCHWEITZER (1994) nimmt eine ähnliche Einteilung vor und unterscheidet die einsatzbezogenen, durchsatzbezogenen und ausstoßbezogenen Standortfaktoren (vgl. Abbildung 1).

Standortfaktoren
<p>Einsatzbezogene Standortfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transportbedingungen bzw. Verkehrsanbindung</li> <li>- Flächenangebot: Grund und Boden, Raum</li> <li>- Werkseinrichtungen, Anlagen</li> <li>- Arbeitsmarktbedingungen, Personal</li> <li>- Material, Rohstoffe</li> <li>- Kredite</li> <li>- Fremddienste (Instandhaltung, Ausbildung, etc.)</li> <li>- Zulieferunternehmen</li> <li>- Subventionen</li> </ul>
<p>Durchsatzbezogene Standortfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimatische Bedingungen</li> <li>- Geologische Bedingungen</li> <li>- Politische und soziale Bedingungen</li> <li>- Technische Bedingungen</li> <li>- Agglomerationseffekte (positiver und negativer Art)</li> </ul>
<p>Ausstoßbezogene Standortfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Absatzmarkt</li> <li>- Absatzkontrolle</li> <li>- Konkurrenzsituation</li> <li>- Staatliche Absatzhilfen</li> <li>- Entsorgungsbedingungen</li> </ul>

**Abbildung 1: Klassische Standortfaktoren nach SCHWEITZER (1994), BEHRENS (1971), KRÄTKE (1995)**

Seit Beginn der 1980er Jahre erfolgte eine stärkere Betonung weicher Standortfaktoren bei der Standortwahl privater und öffentlicher Unternehmen (MAIER UND BECK 2000). Bei weichen Standortfaktoren, die man früher unter dem Begriff „persönliche Präferenzen“ subsumierte, handelt es sich um durch subjektive Einschätzungen geprägte Faktoren. Diese können nur schwer „quantitativ im unternehmerischen Kalkül ausgedrückt werden“ (MAIER UND BECK 2000, S.99). Es zeigte sich, dass diese weichen Standortfaktoren nur bei den dezentralen Ansätzen der Bioenergieerzeugung eine Rolle spielen.

Folgende Standortfaktoren der zentralen Produktionsstätten von Biokraftstoffen konnten durch BREUER (2004, S.84) und BREUER UND HOLM-MÜLLER (2006A, S.59-60) ermittelt werden:

#### 1) Transportkostenminimierung der Gesamttransportkosten

Aufgrund der Marktausrichtung der letzten Agrarreform gewinnen die Transportkosten in der landwirtschaftlichen Produktion wieder stärker an Bedeutung (DLG-MITTEILUNGEN 2005A). Zudem ist aufgrund der LKW-Maut-Einführung und der ständig steigenden Kraftstoffpreise mit einer zunehmenden Bedeutung der Transportkosten zu rechnen.

Die Wahl des Standortes einer Produktionsanlage orientiert sich an den kombinierten Gesamttransportkosten. Diese setzen sich aus den Transportkosten der verwendeten Rohstoffe zur Anlage, des fertigen Biokraftstoffes zum Abnehmer und der anfallenden Koppelprodukte zu den Abnehmern zusammen. Für die Standorte der zentralen Anlagen ist die Lage an einer großen Wasserstrasse von enormer Bedeutung. In den zentralen Ölmühlen werden verschiedene Ölsaaten aus dem In- und Ausland für die verschiedenen Industrien (Nahrung, Futtermittel, Biokraftstoff) verarbeitet. Gerade hier ist damit zu rechnen, dass in Zukunft immer mehr Importware für die Verwendung als Biokraftstoff verarbeitet wird und damit die Wertschöpfung nicht mehr im ländlichen Raum in Deutschland stattfindet. Auch der Weitertransport des Rapsöls zu den Umesterungsanlagen (Biodiesel-Anlagen) kann per Schiff bei entsprechenden Kostenvorteilen bewerkstelligt werden. Bei den Bioethanol-Anlagen spielt die Lage in einem Überschussgebiet für Weizen und für Roggen und/oder zu einem wichtigen Importhafen eine entscheidende Rolle. Die Nähe zu den Raffinerien ist seit Inkrafttreten der Steuerbefreiung und der Beimischungsverpflichtung relevant. Aufgrund des Anfallens großer Mengen an Koppelprodukten, die als Tierfutter eingesetzt werden, ist die Nähe zum „Viehmagen“, also zu den großen Viehbeständen, zu berücksichtigen.

#### 2) Investitionsbeihilfen zum Bau der Anlagen

Die Fördermöglichkeiten aufgrund der Lage in den Ziel-1-Fördergebieten der EU-Regionalpolitik stellen einen sehr wichtigen Standortfaktor für die zentralen Biokraftstoffanlagen dar. Während die Biodiesel-Anlagen nicht mehr direkt förderwürdig sind, stehen für den Bau von Bioethanol-Anlagen Investitionsbeihilfen im Rahmen der EU-Regional- und Strukturpolitik zur Verfügung. Das bedeutet, dass bei Bioethanol-Projekten eine Co-

Finanzierung der Investitionen durch das Bundesland und die Europäische Union erfolgen kann. In Einzelfällen kann diese Beihilfe 30% bis 35% der Investitionssumme ausmachen. Bei einer Bioethanol-Anlage, wie sie in Zeitz von der Südzucker AG gebaut wurde, belaufen sich die Investitionsbeihilfen auf 44 Mio. € (Nachrichtenportal: <http://www.nachwachsende-rohstoffe.info/>).

3) Synergieeffekte auf dem Produktionsgelände:

Der mit Abstand wichtigste lokale Standortfaktor sind die Synergieeffekte auf dem Investitionsgelände. Aufgrund von Skalenerträgen wird die Bereitstellung der benötigten Infrastruktur mit zunehmender Betriebsgröße rentabler. Das liegt vor allem daran, dass sich bei zentralen Rapsmühlen, Zuckerfabriken, Raffinerien und Chemie- und Industrieparks große Synergieeffekte in den verschiedensten Bereichen ergeben. Zu nennen sind hier Infrastruktur (Energie- und Dampfversorgung, Pipelinenetze (z.B. Wasserstoff oder Methanol), Entsorgung, Labore, Logistik, Einkauf und günstige Verkehrsanbindungen (Hafen, Gleis- und Autobahnanschluss), Umwelt/Sicherheit (Werkssicherheit, Emissionsmessungen), Technik (Instandhaltung, Werkstätten, Anlagenplanung und -bau), Personal und gemeinsame Informationsarbeit.

### **2.1.3 Economies of scale**

Unter economies of scale versteht man, dass mit steigender Betriebs- oder Anlagengröße betriebliche Größenvorteile realisiert werden können. Diese Kostenvorteile (z.B. Beseitigung doppelter Fixkosten oder Kostenvorteil beim Handel) treten in allen Bereichen der Unternehmen auf, z.B. in Produktion, Finanzierung, Verwaltung, Lagerhaltung, Einkauf und Verkauf (vgl. JANZ 2002). Abbildung 2 zeigt die verschiedenen Ursachen des Auftretens von economies of scale.

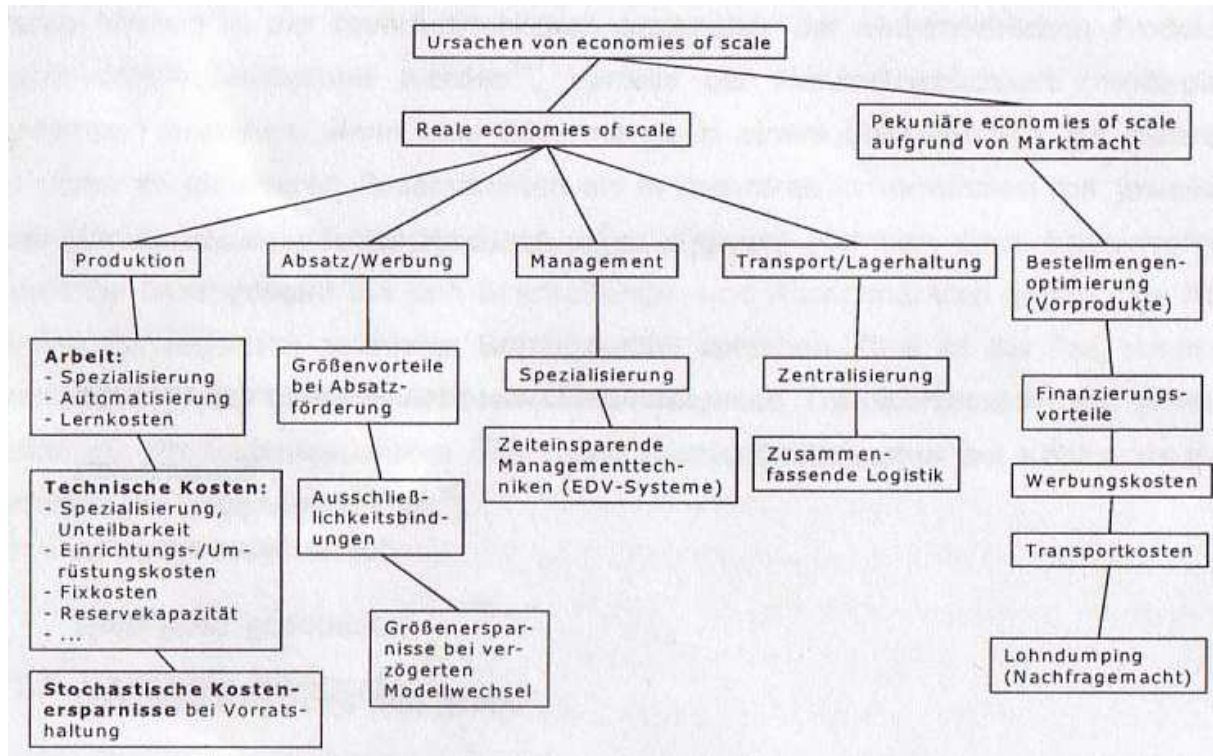


Abbildung 2: Mögliche Ursachen von economies of scale (Quelle: JANZ 2002)

## 2.2 Literaturüberblick

Während zu den Zielen der Energie- und Ökobilanzen der Biokraftstoffe bereits eine Reihe von Studien vorliegen (vgl. DREIER 1999, REINHARDT UND ZAMANEK 2000, IFEU 2004, IFEU 2006, SRU 2007), sind die Bereiche der arbeits-, wirtschafts-, agrar- und strukturökonomischen und -politischen Aspekte bisher noch recht wenig beforscht worden. Als Ausnahme seien hier die Studie von SCHÖPE UND BRITSCHKAT 2002, SCHÖPE 2006 und die vergleichende Analyse der FNR 2006 genannt. Besonders die Themenfelder Beschäftigungseffekte und Entwicklung des ländlichen Raumes sind recht wenig untersucht worden, obwohl sie wichtige Argumente für die Politik zur Unterstützung der Biokraftstoffe sind. Insgesamt scheint die wissenschaftliche Forschung der Praxis (für den Bereich Biogas vgl. HERRMANN UND TAUBE 2006) hinterher zu hinken. Diese wäre aber für eine neutrale Entscheidungsgrundlage aber von Nöten. Manche Studien dienen anscheinend der bewussten Meinungsbildung. So kommt z.B. die BtL-Realisierungsstudie der DENA (DENA 2007) zu Potenzialen in Deutschland, die nur schwierig nachzuvollziehen sind. Insgesamt scheinen die Einflussnahme der Wirtschaft, Interessenverbände und Lobbygruppen bei der politischen wie öffentlichen Wissensbildung sehr hoch.

Eine umfassende Analyse der globalen Biokraftstoffe und ihrer Wirkungszusammenhänge stellt WORLDWATCH INSTITUTE 2006 dar. Der Sammelband des FORSCHUNGSZENTRUM

KARLSRUHE 2006 gibt einen Überblick zu den verschiedenen Biokraftstoffen und Positionen der Industrie. ZEDDIES 2006 und das INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT (2006A) untersuchen auf der europäischen Ebene die verschiedenen Biokraftstoffe und die Rohstoffverfügbarkeit in der EU-25. Hier wird zum ersten Mal der Versuch einer Abschätzung der ökonomischen Potenziale der Biokraftstoffe unternommen. Einen Vergleich der relevanten Biokraftstoffe in Deutschland anhand vergleichbarer Parameter, die aktuellen Entwicklungen sowie weitere Aspekte und Daten und eine grobe Einschätzung der volkswirtschaftlichen Effekte der Bio-kraftstoffförderung erhält man bei FNR 2006.

HENNIGES 2007 behandelt in seiner Dissertation aus ökonomischer Sicht das komplexe Thema der Wettbewerbsfähigkeit der Bioethanolproduktion in Deutschland unter Berücksichtigung der internationalen Konkurrenz. Diese Wettbewerbsfähigkeit wird neben den Produktionskosten von einer Reihe weiterer politischer Rand- und Rahmenbedingungen bestimmt, die durchweg umfassend analysiert und dargestellt werden.

Bisher liegen nur wenige detaillierten Untersuchungen zu den Auswirkungen der steigenden Konkurrenzfähigkeit einer alternativen Nutzung der landwirtschaftlichen Rohstoffe zu Energiezwecken oder einer verstärkten stofflichen Nutzung der Biomasse auf die globalen und regionalen Agrar- und Lebensmittelmärkte vor. In Deutschland liegt eine Untersuchung von BAHR UND HELD 2007 zu den Auswirkungen auf den Bodenmarkt, die Landwirtschaft und die Agrarpolitik in Niedersachsen vor.

Die OECD 2006 untersucht die Auswirkungen eines verstärkten Einsatzes von Biokraftstoffen in den verschiedenen Regionen der Welt hinsichtlich Flächenverbrauch und Preiseffekte.

	Unit	USA	CAN	EU-15	POL	BRA	WLD	
<b>Representation of the 2004 situation</b>								
1	Ethanol production quantity	10 208	138	386	36	11,732	22 500	
2	Biodiesel production quantity	1000 t	90	5	1 853	1	2 029	
3	Transport fuel consumption	bil. l GE	535.4	45.8	279.5	8.2	45.4	1 604.2
4	Bio-share in transport fuel		1.6%	0.3%	0.8%	0.4%	21.6%	1.3%
5	Use of wheat	1000 t	1,069	435	606	6	2 167	
6	Use of coarse grains	1000 t	31 638	44	491	97	32 226	
7	Use of sugar cane	1000 t				188 291	188 291	
8	Use of sugar beet	1000 t			755	46	801	
9	Use of vegetable oil	1000 t	95	6	1 965	1	2 151	
10	Wheat yield	t / ha	2.75	2.22	5.71	3.57		
11	Maize yield	t / ha	8.88	7.19	8.68	5.96		
12	Sugar cane yield	t / ha				71.42		
13	Sugar beet yield	t / ha			59.34	39.97		
14	Oil extraction rate (main seed)	T / t	0.19	0.32	0.28	0.36		
15	Oilseed yield (main seed)	t / ha	2.58	1.43	3.08	2.25		
16	Wheat area for ethanol	1000 ha	389	196	106	2	707	
17	Coarse grain area for ethanol	1000 ha	3 564	6	57	16	3 636	
18	Sugar cane area for ethanol	1000 ha				2 636	2 636	
19	Sugar beet area for ethanol	1000 ha			13	1	14	
20	Oilseed area for biodiesel	1000 ha	191	12	2 254	1	2 561	
<b>Extrapolation of 2004 data</b>								
21	Target bio-share in transport fuel		10%	10%	10%	10%	10%	
22	Area needed to meet target bio-share	1000 ha	25 790	8 139	31 518	542	1 222	73 784
23	Total area harvested (grains, oilseeds, sugar)	1000 ha	86 702	22 563	43 888	9 236	37 514	830 433
24	Area share needed to meet target bio-share		30%	36%	72%	6%	3%	9%

**Abbildung 3: Flächenverbrauch für einen 10%-Biokraftstoff-Anteil (Quelle: OECD 2006)**

Abbildung 3 zeigt die Flächenbindungen eines 10%-Biokraftstoffanteil aus heimischen Rohstoffen in den verschiedenen Regionen der Welt. Die globale Nachfrage nach nachwachsenden Rohstoffen kann die Agrarmärkte entlasten und somit zu steigenden Preisen für landwirtschaftliche Rohstoffe führen. Im Zuge dessen wird es zu verstärkten Flächennutzungskonkurrenzen und regionalen Anbau-Gleichgewichten kommen. Aus dieser weltweiten Nachfrage leitet die OECD steigende Lebensmittelpreise und damit auch steigende Erzeugerpreise ab; am stärksten werden sich diese Auswirkungen auf die Zuckerpreise und die Ölsaaten auswirken.

Forschungsbedarf ergibt sich vor allem in einer agrar- und regionalökonomischen Analyse und Bewertung der Biokraftstoffe unter Berücksichtigung der regionalen Strukturen und Gegebenheiten der Landwirtschaft. Aktuell wurden einige regionale Studien angefertigt (vgl. z.B. MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT, SACHSEN-ANHALT 2006 für Sachsen-Anhalt). In Nordrhein-Westfalen liegen neben der „Biomasse-Strategie NRW“ (MUNLV NRW 2006) und der Bewertung der synthetischen Kraftstoffe für NRW (ARNOLD ET AL. 2006) noch keine weiteren Veröffentlichungen vor. Die vorliegende Arbeit versucht hier neue Erkenntnisse zu erbringen.

## 2.3 Analyserahmen und Abgrenzungen

### 2.3.1 Produktionsketten-Ansatz/Filière-Konzept als Analysegerüst

Als Untersuchungsgerüst der Betrachtungen bietet sich der Produktionsketten-Ansatz an, denn in jedem Segment stellt sich die Frage der Transportkosten, Standortwahl und damit auch die Möglichkeit der Steigerung der regionalen Wertschöpfung.

Die Produktionskette ist ein technischer Begriff, der die Stufen von der Rohstoffgewinnung bzw. Beschaffung von Vorprodukten bis zur Herstellung des Endproduktes umfasst. Sie beschreibt somit die Abfolge von Verarbeitungsstufen, die durch Lieferverflechtungen (material linkages) untereinander verbunden sind (vgl. SCHAMP 2000). Das in den 70er Jahren von französischen Ökonomen und Wirtschaftspolitikern entwickelte Filière-Konzept erweitert die Produktionskette um die Phase der Distribution (vgl. LENZ 1997), wodurch die Produktion der Biokraftstoffe in vier Filière-Segmente eingeteilt werden kann (siehe Abbildung 4).

Es handelt sich um eine vereinfachte Darstellung, da die verschiedenen Kraftstoffe auf sehr unterschiedliche Art und Weise hergestellt werden. So endet die Produktionskette der Pflanzenöle bereits beim zweiten Schritt, denn mit dem Pressen des Rapses gewinnt man Rapsöl, welches als Kraftstoff in umgebauten Motoren eingesetzt werden kann. Bei den übrigen Biokraftstoffen kann man vier Arbeitsschritte (Segmente) unterscheiden:

Der erste Schritt, die Biomasse-Herstellung oder -Bereitstellung, erfolgt immer dezentral, also auf einer großen Fläche. Im zweiten Schritt werden durch die Biomasse-Veredelung aus der angelieferten Rohbiomasse die Ausgangsprodukte für die Biokraftstoffgewinnung (z.B. Rapsöl) gewonnen. Danach erfolgt die eigentliche Biokraftstoff-Produktion (Biodiesel, Bioethanol, BtL). Den letzten Schritt bildet die Biomasse-Vermarktung und somit der Absatz der gewonnenen Biokraftstoffe. Die Weiterverarbeitung der Rohbiomasse bis zum fertigen Kraftstoff kann an einem Standort oder an mehreren Standorten vollzogen werden.

Grundsätzlich könnte man die Produktionskette der Biokraftstoffe in zwei Interessenbereiche aufteilen (vgl. Abbildung 4):

- **1. Landwirtschaft:** Sie liefert die Rohbiomasse und stellt damit das Biomasse-Angebot her. Teilweise sind die landwirtschaftlichen Betriebe auch an der Biomasse-Veredelung beteiligt.
- **2. Industrie und Endverbraucher:** Sie stellen die Nachfrageseite dar. Die Biomasse-Veredelung fällt meistens schon in das Interessengebiet der Industrie.

In dieser Arbeit steht die Betrachtung der Produktionsschritte eins bis drei der Produktionskette im Vordergrund. Dabei zeigt sich, dass auch Faktoren aus den anderen Produktionsschritten Einfluss auf die Standortwahl der Unternehmen der Biokraftstoff-Produktion haben.



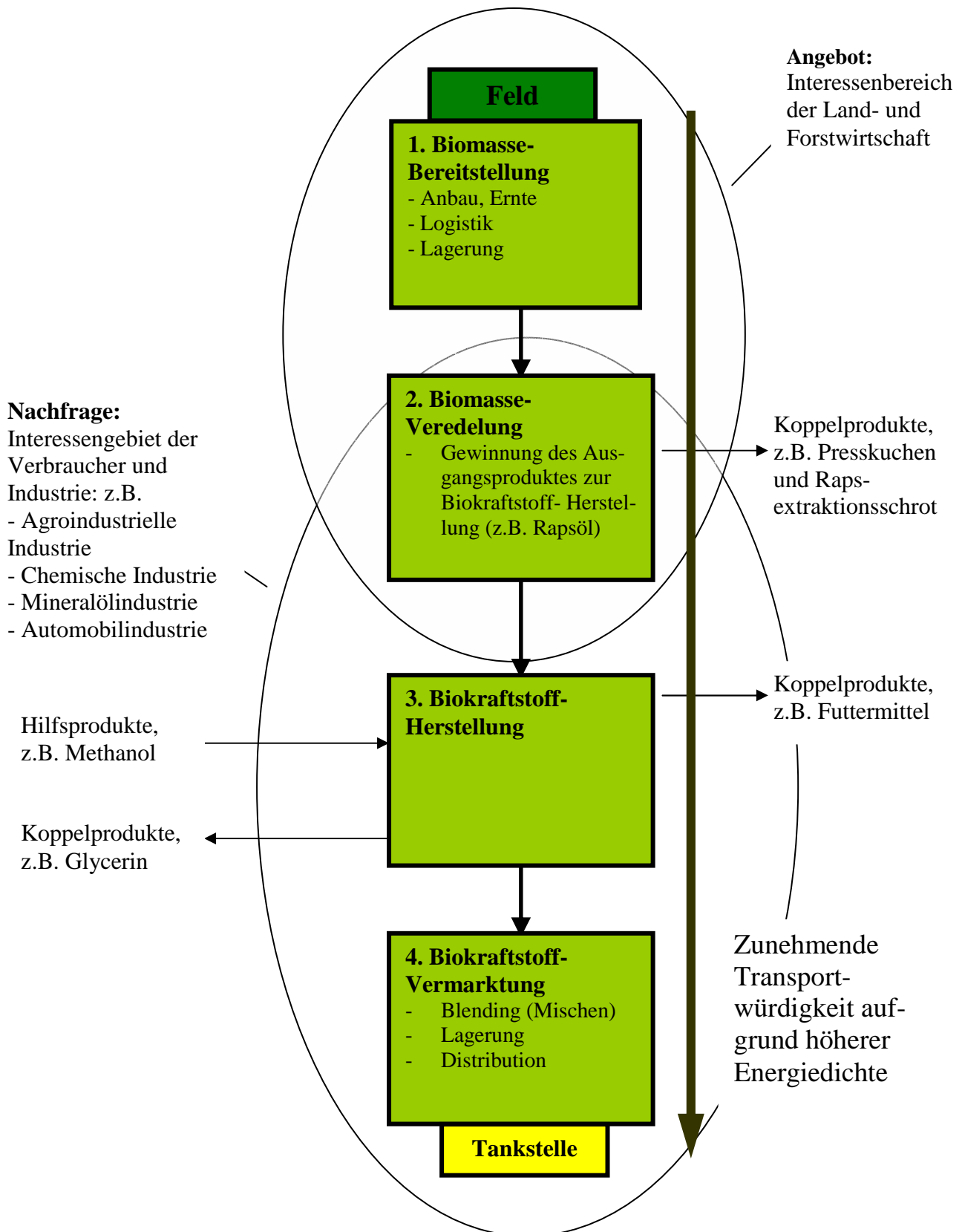


Abbildung 4: Produktionskette (Filière) biogener Kraftstoffe (Quelle: BREUER 2004)

## **2.3.2 Abgrenzungen und Definitionen**

### **Entwicklungschancen**

In der vorliegenden Untersuchung wird die Entwicklungschance als Mehreinkommen in den Agrarlandschaften (Landkreise NRW's) im Bereich der Landwirtschaft gesehen. Der Hauptfokus der Arbeit liegt somit auf den ersten Segmenten der Produktionskette, also der Produktion landwirtschaftlicher Rohstoffe (relative Vorzüglichkeit des Energiepflanzenbaus) und deren erster Verarbeitungsstufe. Mögliche Einkommenseffekte ergeben sich somit aus den entlang der Produktionskette rückwärts gerechneten Erzeugerpreisen für Energiepflanzen und deren Differenz zu den konventionellen Anbaukulturen des Ackerbaus.

Eine Abschätzung des zusätzlichen Betriebseinkommens aus der Weiterverarbeitung (Veredelung) zu Biokraftstoff/Biogas erfolgt nur grob. Ebenfalls nicht berücksichtigt sind die Sekundäreffekte wie Mehreinkommen der regionalen Wirtschaft (wie z.B. Anlagenbau, Bauwirtschaft,...) sowie deren Multiplikatoreffekt in den Regionen.

### **Ländlicher Raum**

In der Literatur gibt es eine Reihe von Definitionen des ländlichen Raumes (vgl. BAUER 2002, S.27; HENKEL 2004, S.33; BBR 2005, S.203, LANDWIRTSCHAFTLICHE RENTENBANK 2005, S.5). In dieser Untersuchung wird der ländliche Raum verstanden als Region (Agrarlandschaft, Kreis, Gemeinde), in der Landwirtschaft stattfindet. Somit sind alle Gemeinden in Nordrhein-Westfalen Gegenstand der Untersuchung.

### **Klassische Veredelung der landwirtschaftlichen Rohstoffe**

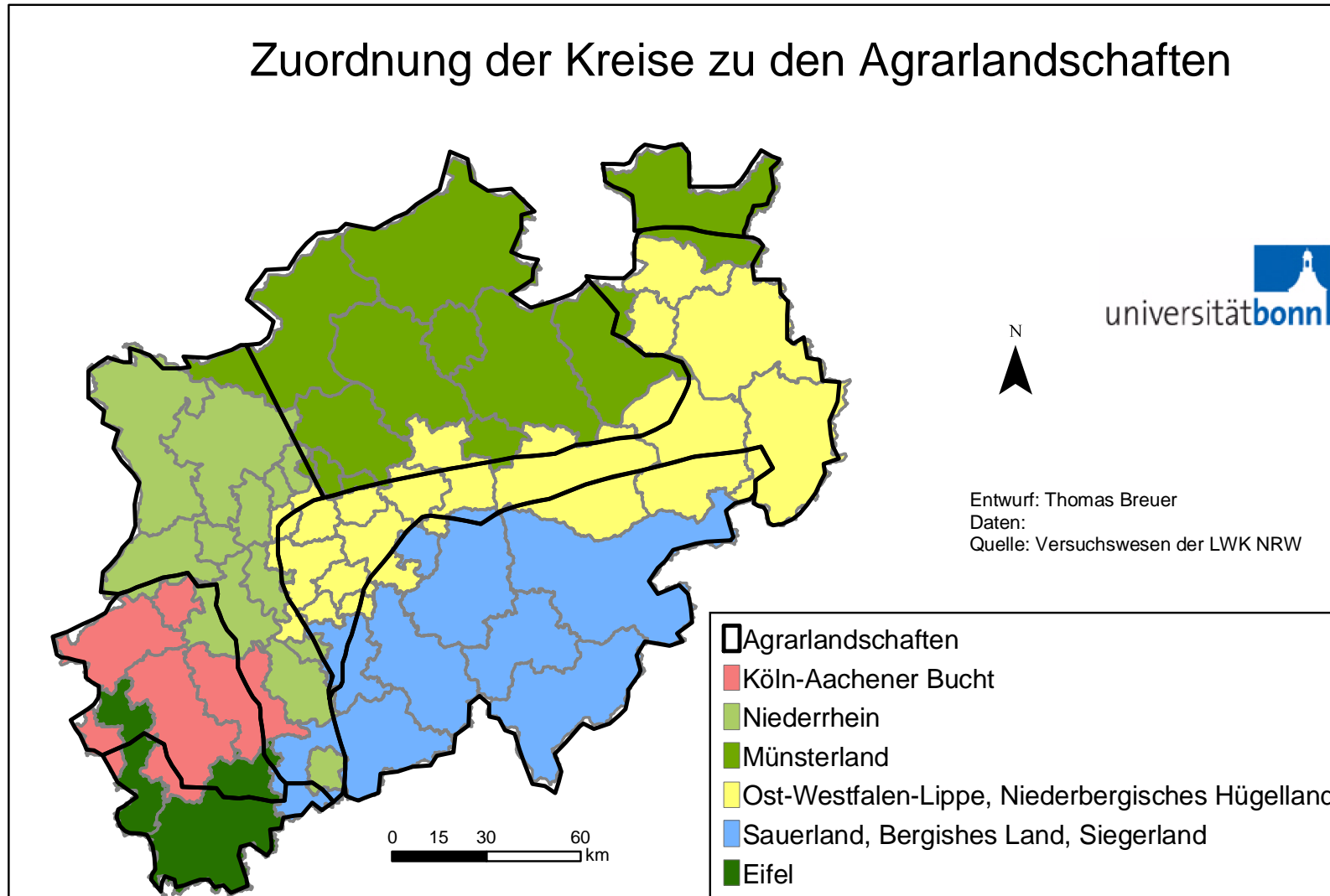
Unter der „klassischen“ tierischen Veredelung wird in dieser Arbeit die Schweine- und Geflügelproduktion sowie die Milch- und Rindfleischproduktion verstanden.

## **2.3.3 Agrarlandschaften als Untersuchungsräume**

Unter Agrarlandschaft wird in dieser Arbeit ein agrarisch genutzter Raum verstanden, der sich durch eine gewisse physiognomische Einheitlichkeit auszeichnet. Als Merkmale können hier die natürlichen Standortfaktoren, die Art der Bodennutzung, der Viehhaltung und der Produktionsspezialisierung, das Erscheinungsbild der Fluren und der Siedlungen sowie die Agrarstruktur genannt werden.

Die hier verwendeten Agrarlandschaften sind aus den sechs Versuchsregionen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen abgeleitet (siehe Karte 1 sowie zur weiteren Spezifizierung Anhang 1).

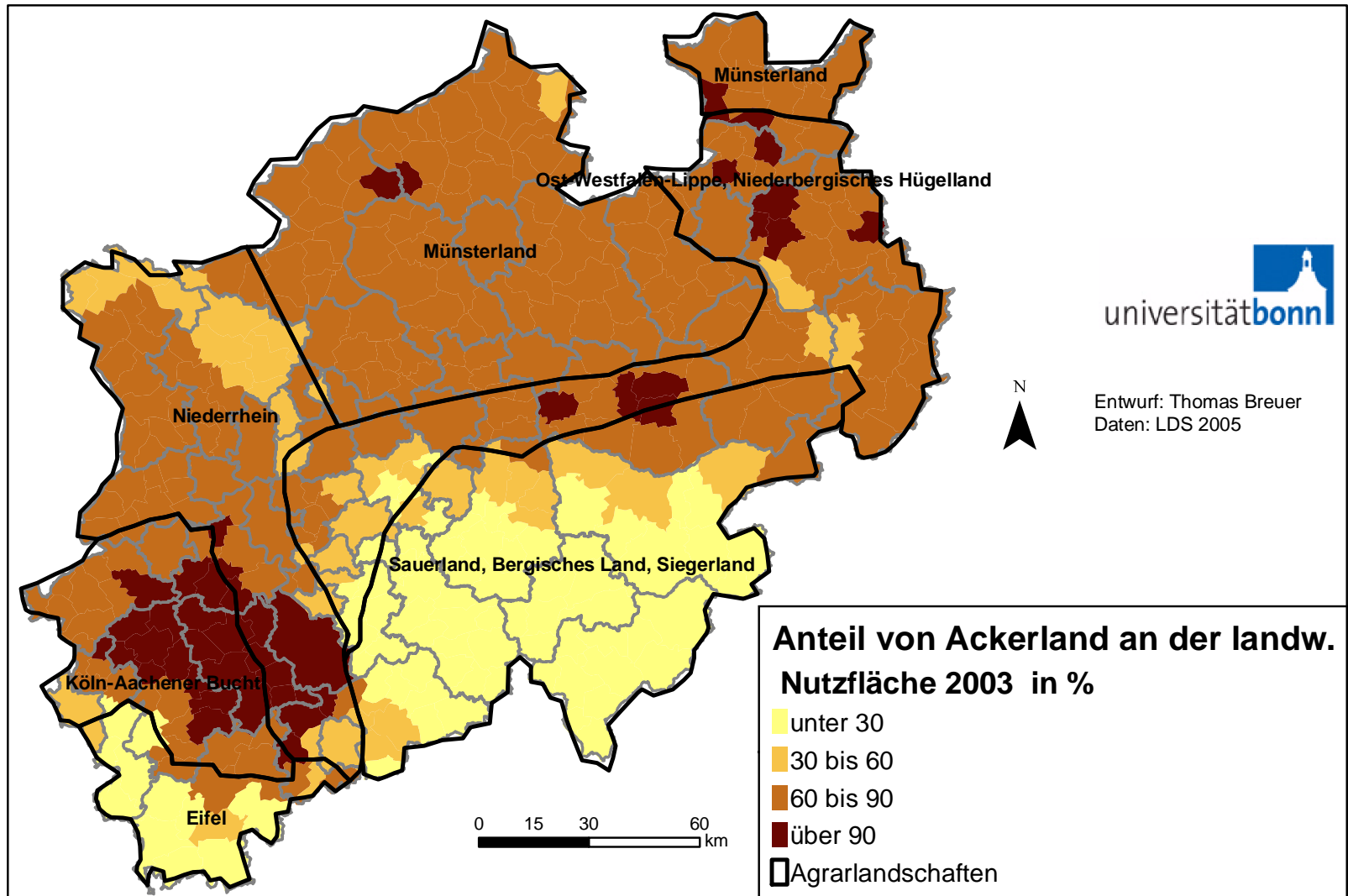
# Zuordnung der Kreise zu den Agrarlandschaften



Karte 1: Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens

**Energiepflanzenanbau: Betrachtung des Ackerlands**

Bei der Abschätzung des Energiepflanzenbaus konzentriert sich die Arbeit ausschließlich auf das Ackerland. Somit stehen die Regionen mit hohen Ackerflächenanteilen im besonderen Fokus (siehe Karte 2). Für den Bereich der Biokraftstoffe werden so gut wie alle landwirtschaftlichen Rohstoffe als Ackerpflanzen gewonnen. Als Ausnahme kann hier die Gewinnung von Biogas aus Grünlandaufwuchs angesehen werden (vgl. GRAF 2001). Gerade in den naturräumlich benachteiligten Gebieten (→ Grünlandstandorten) könnte diese Biomassenutzungsform eine Rolle spielen. Es zeichnet sich aber ab, dass auch in den Grünlandstandorten die Ackerflächen zur Produktion der Energiepflanzen für die Biogasproduktion herangezogen werden.



Karte 2: Ackerbaugebiete in Nordrhein-Westfalen

### 2.3.4 Analyserahmen der Arbeit

#### Gesamtanalyserahmen: Rahmenbedingungen und Standortfaktoren

Die Festlegung der Rahmenbedingungen in den Bereichen der Energiepolitik und der Agrarpolitik ist durch eine Reihe von globalen Bedingungen bestimmt. So erfolgte die Verabschiedung der EU-Biokraftstoff-Richtlinie vor dem Hintergrund der globalen Erdöl- und Erdgasverteilung und der internationalen Verpflichtungen zum Klimaschutz. Ebenso ist eine Reihe von agrarpolitischen Rahmenbedingungen vor dem Hintergrund der WTO-Verhandlungen zu sehen. Diese globalen Gegebenheiten bestimmen somit die politischen Entscheidungen auf der europäischen Ebene. Die von der EU vorgegebenen Entscheidungen werden nun wieder in Deutschland in entsprechendes nationales Gesetz umgesetzt (vgl. Abbildung 5).

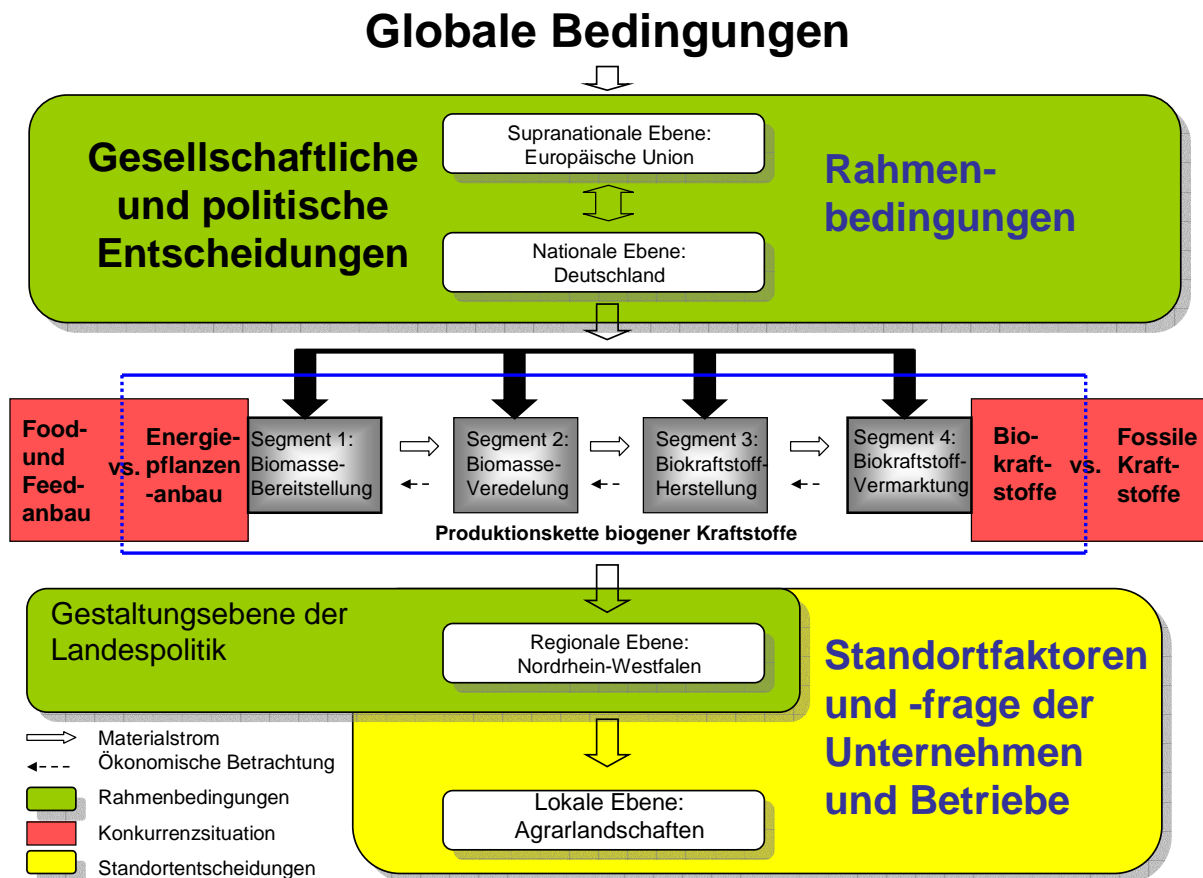
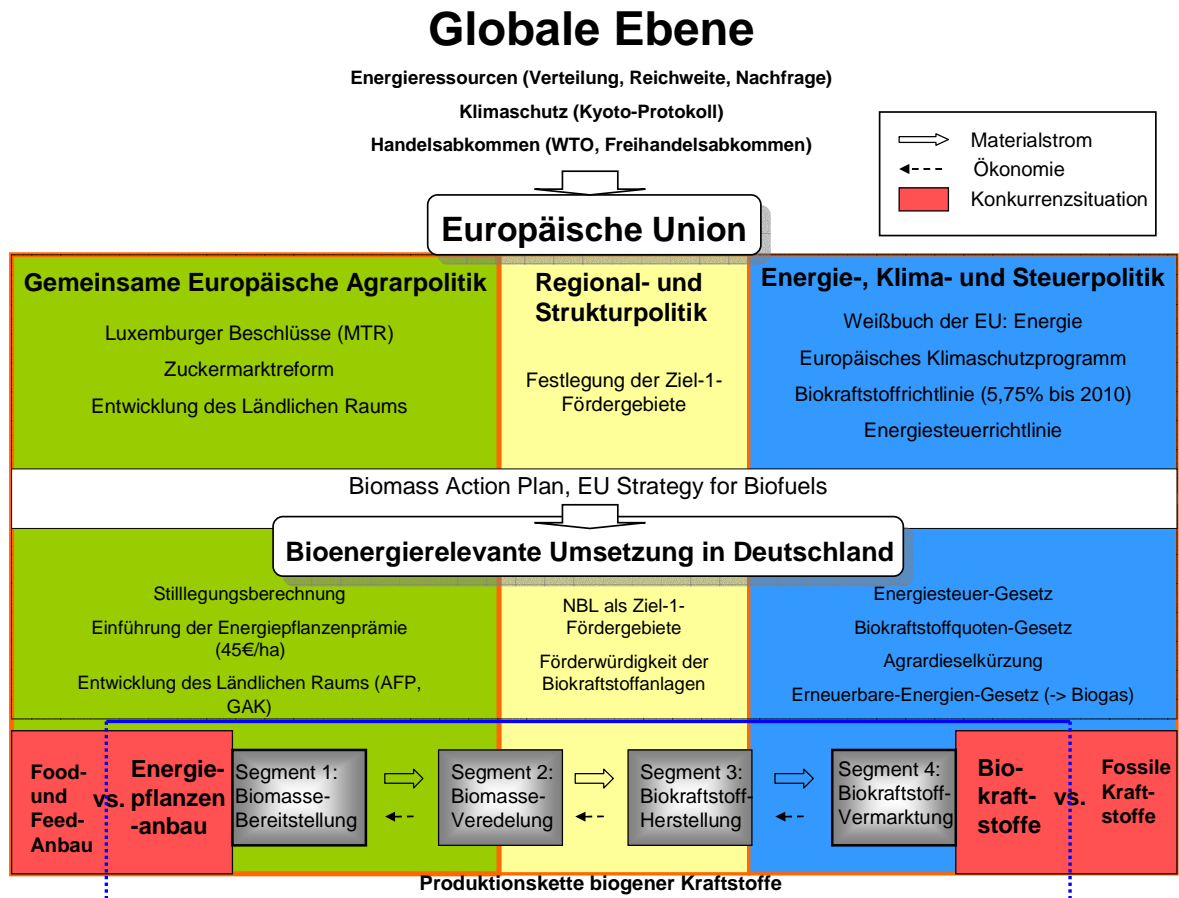


Abbildung 5: Gesamtanalyserahmen der Arbeit

Bei der Abschätzung der globalen Rahmenbedingungen ist besonders die Energieversorgungssicherheit der Europäischen Union, Deutschlands und damit auch NRW's in Bezug auf die Schlüsselenergieträger Erdöl und Erdgas entscheidend. Vor allem die Verfügbarkeit und

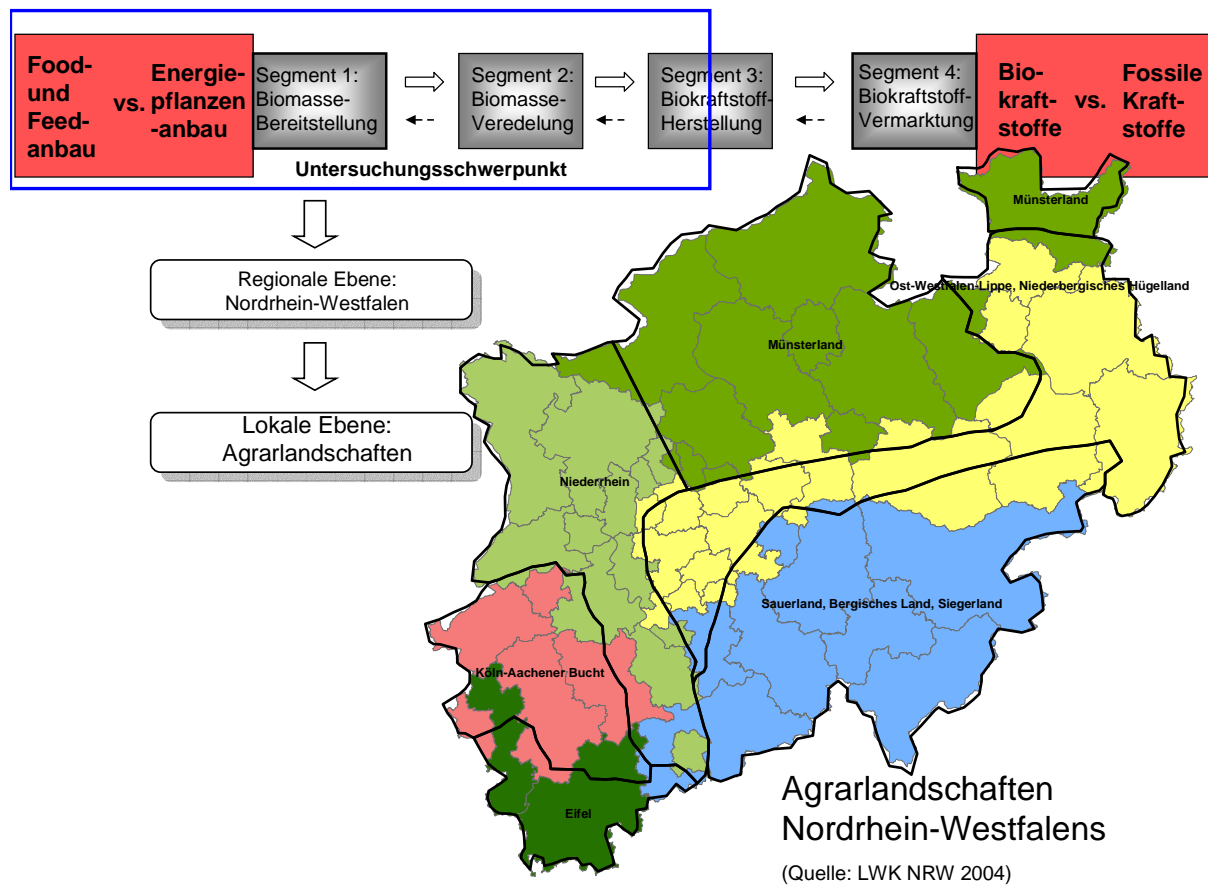
Preisentwicklung des Erdöls, aus dem ein Großteil der Kraftstoffe immer noch hergestellt wird, bedarf der genaueren Betrachtung.



**Abbildung 6: Globale und europäische Aspekte bestimmen die Rahmenbedingungen der Biokraftstoffe**

Die Betrachtung der supranationalen und nationalen Ebene (vgl. Abbildung 6) ist von entscheidender Bedeutung, denn so lange die Biokraftstoffe nicht wettbewerbsfähig zu den Mineralölkraftstoffen sind, bedürfen sie der politischen Unterstützung. Letztlich entscheidend für den Energiepflanzenanbau in NRW sind die bundespolitischen Entscheidungen im Bereich der Energie-, Klima- und Steuerpolitik, also z.B. Gesetz zur Steuerbegünstigung oder zur Beimischungsverpflichtung der Biokraftstoffe. Die regional- und strukturpolitischen Entscheidungen über die Festlegung der Fördergebiete bestimmen mit über die Standortwahl der Biokraftstoff-Produktionsanlagen. Für den Bau der Biodieselanlagen spielt dies eine untergeordnete Rolle, für die Planung von großen Bioethanol- und BtL-Anlagen ist dies aber ein gewichtiger Faktor.

Die energiepolitischen Rahmenbedingungen schaffen die Absatzmöglichkeit der Biokraftstoffe im Energiesektor und aus den Gewinnmöglichkeiten können entlang der Produktionskette rückwärts die Erlöse (Erzeugerpreise) der Energiepflanzen bestimmt werden (vgl. Abbildung 7).



**Abbildung 7: Analyseschwerpunkt auf den Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens**

Mit der Bestimmung der Erzeugerpreise und der regionalen Erträge der Energiepflanzen kann eine Bestimmung der Wettbewerbsfähigkeit (relative Vorzüglichkeit des Verfahrens) der Energiepflanzen-Verfahren in den verschiedenen Agrarlandschaften ermittelt werden. Die relative Vorzüglichkeit des Verfahrens gegenüber der bisherigen Landnutzung (Stilllegung, Food- oder Feed-Produktion) unter Berücksichtigung der Fruchtfolge entscheidet dann über den Anbau und damit über das realisierbare Potenzial des Energiepflanzenbaus. Aufgrund der massiven politischen Anreize im Bereich der Energiepolitik (Steuerbegünstigung und EEG) erleben wir heute, dass bereits bei Raps- und Maisanbau für Biogas-Anlagen eine massive Ausdehnung des Anbaus auf Basisflächen zu beobachten ist und damit das technische Potenzial der Stilllegungsfläche schon lange überschritten wurde. Für eine realistische Bewertung der politischen Eingriffe wird also das betriebswirtschaftliche Potenzial des Energiepflanzenbaus benötigt (vgl. Kapitel 3.1). Dieses kann in den verschiedenen Agrarregionen und Agrarlandschaften sehr unterschiedlich sein, je nachdem wie die verdrängte Landnutzung und die regionalen Verdrängungskosten aussehen.



## 2.4 Methodisches Vorgehen der Arbeit

### 2.4.1 Methodenkombination

Es hat sich sehr schnell gezeigt, dass eine sachgerechte Bearbeitung der empirischen Erforschung (Abschätzung) der Entwicklungschancen durch die Biokraftstoffe für die ländlichen Regionen in NRW nur entlang der gesamten Produktionskette (vom Feld bis zur Tankstelle) und integrativ (disziplin- und sektorübergreifend) erfolgen kann. Um dieser Querschnittsaufgabe gerecht zu werden, wurden eine Kombination von verschiedenen Methoden der Datengewinnung und eine Erhebung in verschiedenen Untersuchungsräumen (Querschnittsanalyse) notwendig. Die Querschnittsanalyse bietet sich für eine Strukturanalyse in den verschiedenen Agrarlandschaften NRW's oder zwischen Regionen (NRW – Bayern/Süddeutschland) an.

Bei den Regionalanalysen ist es sehr verbreitet Informationen, Material und Expertenwissen aus verschiedenen Datenquellen miteinander zu kombinieren (WESSEL 1996, S.152ff). Mit der Verknüpfung und Integration der verschiedenen Methoden der qualitativen und quantitativen empirischen Forschung innerhalb des Forschungsprojektes wird eine tiefere Durchdringung der aktuellen Ansätze ermöglicht (vgl. SEIPEL UND RIEKER 2003). Es wurden mit qualitativen Methoden die Inputparameter für den quantitativen Teil (RAUMIS-Berechnungen) ermittelt, das neue Forschungsfeld Biokraftstoffe exploriert und strukturiert sowie die Einschätzung der Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen und die RAUMIS-Ergebnisse validiert.

### 2.4.2 Methoden der qualitativen Sozialforschung

#### 1. Experteninterviews mit Leitfäden

*Ziele:*

- *Exploration wenig bekannter Problemzusammenhänge: neuer Veredelungszweig Biokraftstoffe*
- *Strukturieren unbekannter Forschungsfelder und Erschließung des tacit knowledge („verborgenes Wissen“): Regionalökonomische Auswirkungen der Biokraftstoffproduktion*
- *Befragung heterogener Zielgruppen, bei denen eine flexible Anpassung der Gesprächsführung unverzichtbar ist: Experten entlang der Produktionskette (WESSEL 1996, S.137; POHL 1998, S.106).*

Zur Vorbereitung und Durchführung der mündlichen, teilstandardisierten Experteninterviews wurden Leitfäden erarbeitet. Es wird eine Unterscheidung von Gespräch und Interview vorgenommen. Interviews sind persönliche und telefonische Gespräche, bei denen der komplette Leitfaden abgehandelt wurde. Sie dauerten meist über eine Stunde und wurden auch als Interview angekündigt. Gespräche, ebenfalls persönlicher oder telefonischer Art, sind Kommuni-

kationssituationen, die einige Teilaspekte der Leitfäden behandelten oder die eine genauere Befragung zu einem speziellen Bereich (z.B. Förderung) zum Thema hatten.

Die Auswahl der Befragten erfolgte nach theoretischen Erwägungen (vgl. theoretical sampling, LAMNEK 2005, S.191) und nach dem benötigten Spezialwissen (POHL 1998, S.105; MEUSER UND NAGEL 1991, S.442ff).

## **2. Einzelfallstudie**

*Ziele:*

- *Exploration wenig bekannter Problemzusammenhänge: neuer Veredelungs-zweig Biokraftstoffe, zentrale und dezentrale Strukturen*
- *Fallstudie zur Hypothesenentwicklung: Ermittlung der regionalen Hemmnisse und Erfolgsfaktoren* (vgl. GÖTHLICH 2003, LAMNEK 2005, S.298ff).

Die Fallstudie stellt eher einen Forschungsansatz (vielschichtige methodische Vorgehensweise) als eine direkte Forschungsmethode dar (LAMNEK 2005). Die Fallstudien wurden hier als Anwendung einer methodischen Vielfalt auf einen bestimmten Raum/Region eingesetzt. Sie dienten in dieser Arbeit vor allem zur Erfassung der regionalen Strukturen in den verschiedenen Agrarlandschaften und zur Eruiierung der regionalen Hemmnisse und Erfolgsfaktoren. Es wurden zwei Fallstudien durchgeführt:

### **1. Fallstudie im Rheinland:**

- *Mitarbeit in der Gemeinschaftsinitiative Wirtschaftsregion Agrar-Energie der Zuckerrübe Jülich AG von November 2004 bis März 2005*
- *Ziele: Aufzeigen von alternativen Nutzungsformen der Zuckerrübe (vor allem Bioethanol) und Betrachtung der nachwachsenden Rohstoffe*

### **2. Fallstudie in Süddeutschland:**

- *Forschungsaufenthalt am Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im Kompetenzzentrum nachwachsende Rohstoffe in Straubing, Bayern: April/Mai 2005*
- *Ziele:*
  - o *Warum gibt es einen Cluster der dezentralen Ölmühlen in Süddeutschland?*
  - o *Was sind die Erfolgsfaktoren?*
  - o *Kann man die Ergebnisse auf Nordrhein-Westfalen übertragen?*

## **3. Delphi-Methode**

*Ziel:*

- *Herausarbeitung von ungesichertem Wissen* (POHL 1998, S.107/108).

*Hier: Ermittlung der regionalisierten Erträge für schnellwachsende Baumarten und Miscanthus in NRW*

Bei der Delphi-Methode handelt es sich um eine strukturierte Mehrfachbefragung, die unter den Experten eines Fachgebiets schriftlich durchgeführt wird. Ihr Einsatz bietet sich immer

dann an, wenn es um Sachverhalte geht, die nicht direkt abgebildet werden können, so dass Prognosen oder Schätzungen benötigt werden.

Das Verfahren stützt sich auf zwei Säulen: Zum einen auf das Wissen und die Erfahrung der Experten in ihren jeweiligen Fachgebieten als Basis ihrer Schätzungen. Zum anderen wird davon ausgegangen, dass sich auch die Experten dabei auf „gute“ wie auf „schlechte“ Informationen berufen. Deshalb werden ihnen die Ergebnisse der ersten Befragung anonymisiert zur Verfügung gestellt und so die Möglichkeit zum Vergleich und ggf. zur Überprüfung ihrer Aussagen gegeben. Durch die Wiederholung der Befragung soll die Spannbreite der Expertenmeinungen verringert werden. Der Idealfall wäre ein Konsens.

Das Ergebnis einer Delphi-Befragung basiert damit auf den kreativen Leistungen von Fachleuten, angeregt durch ihre individuellen Urteile. Voraussetzung für den Erfolg sind die sorgfältige und ausgewogene Auswahl der Experten, deren Bereitschaft zur Mitwirkung sowie ein ausführlich getesteter standardisierter Fragebogen. Der Ablauf gliedert sich grundsätzlich in folgende Forschungsschritte:

- 1) Die vorab ausgewählten Experten werden unter Verwendung eines formalen Fragebogens zum interessierenden Sachverhalt befragt.
- 2) Die Ergebnisse werden ausgewertet und anonymisiert den Befragten zurückgegeben.
- 3) Die Experten werden gebeten, ihre Einschätzung erneut abzugeben und ggf. extreme Abweichungen vom Durchschnitt zu begründen.

Auf diese Weise wird eine „Gruppenmeinung“ ermittelt, die durch die Anonymität der Teilnehmer unberührt bleibt von etwaigen nachteiligen Einflüssen einer üblichen Gruppendiskussion (Dominanz, Bildung von Untergruppen, Neigung zur Konformität). Die Interaktion bleibt allerdings auf dem Vergleich der eigenen Annahme mit einem aggregierten, anonymisierten Gruppenergebnis beschränkt. Auch wenn die Bewegung von Einzeleinschätzungen hin zu einer vorherrschenden Meinung nicht ganz unproblematisch ist, bietet die Delphi-Methode besonders bei komplexen Problemstellungen und Prognosen oft die einzige adäquate Schätzmethode (vgl. HÄDER UND HÄDER 1994). Sie wurde in dieser Studie zur Ermittlung der regionalen Erträge für Schnellwachsende Baumarten eingesetzt.

#### **4. Validierung der Ergebnisse durch weitere Expertengespräche, Expertenbegleitgruppe und Teilnahme an Fachkonferenzen**

*Ziele:*

- *Strukturierung des Forschungsgebietes (siehe auch Experteninterviews)*
- *Validierung der Annahmen für die Inputparameter für RAUMIS ( → Erzeugerpreise und Ertragsentwicklung für die Energiepflanzen)*
- *Abschätzung der Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen*
- *Validierung der Zwischen- und Endergebnisse durch die Expertentreffen*

Die Forschungsarbeiten wurden von einer Expertengruppe begleitet, in der Vertreter des MUNLV, der Landwirtschaftskammern (Haus Düsse,...), der landwirtschaftlichen Verbände und Organisationen (Maschinenringe,...), des Handels, weiterer Institute der landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn und der FH Köln und Soest, der Landesinitiative Zukunftsenergien und der Industrie, der Beratung und Landwirte vertreten waren. Die folgenden Expertengespräche mit jeweiligen Schwerpunkten wurden im Rahmen des Projektes in Bonn organisiert:

16.12.2003: Vorstellung des Projekts und Diskussion der Vorarbeiten

18.01.2005: Energiepflanzenbau und Diskussion der Szenarien

21.02.2006: Diskussion der Endergebnisse

Der Expertengruppe wurden jeweils die Zwischen- bzw. Endergebnisse der Analysen vorgestellt, zu denen sie um Stellungnahme und Diskussion gebeten wurden.

Darüber hinaus hat die Teilnahme an einer Reihe von Fachtagungen, -kongressen, -konferenzen und Workshops neue Erkenntnisse zur Abschätzung der Rahmenbedingungen ermöglicht. In einer Reihe von Gesprächen und Telefonaten mit Experten (u.a. auch bei den oben genannten Veranstaltungen mit Schwerpunkt in den Jahren 2004/2005) konnten die Erkenntnisse und Annahmen weiter validiert werden.

### **2.4.3 RAUMIS als Analyseinstrument**

#### **Zielsetzung des Modellsystems**

Das regional differenzierte Agrarsektormodell RAUMIS ist ein partielles Angebotsmodell für den landwirtschaftlichen Sektor Deutschlands (GÖMANN UND KREINS 2006, S.6). Die landwirtschaftliche Produktion sowie der dazu erforderliche Input werden durch rund 40 Aktivitäten und über 50 Produkte dargestellt. Das Modell ist in enger Anlehnung an die offizielle landwirtschaftliche Gesamtrechnung (LGR) konzipiert und entspricht den Regeln und Definitionen des „Europäischen Systems Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen“ (ESVG). Auf der Grundlage einer geschlossenen und konsistenten Datengrundlage werden 326 so genannte „Modellregionen“ unterschieden, die auf einer Zuordnung der meisten der kreisfreien Städte zu benachbarten Landkreisen basieren.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Beim Konzept des Regionshofes wird die gesamte Produktion einer Region als ein Betrieb aufgefasst und implizit völlige Produktionsfaktormobilität innerhalb der Region unterstellt. Das Anpassungsverhalten von Betrieben in der Region kann mehr oder minder stark vom dargestellten Regionsdurchschnitt abweichen, woraus ein gewisser Aggregations- bzw. Disaggregationsfehler resultiert.

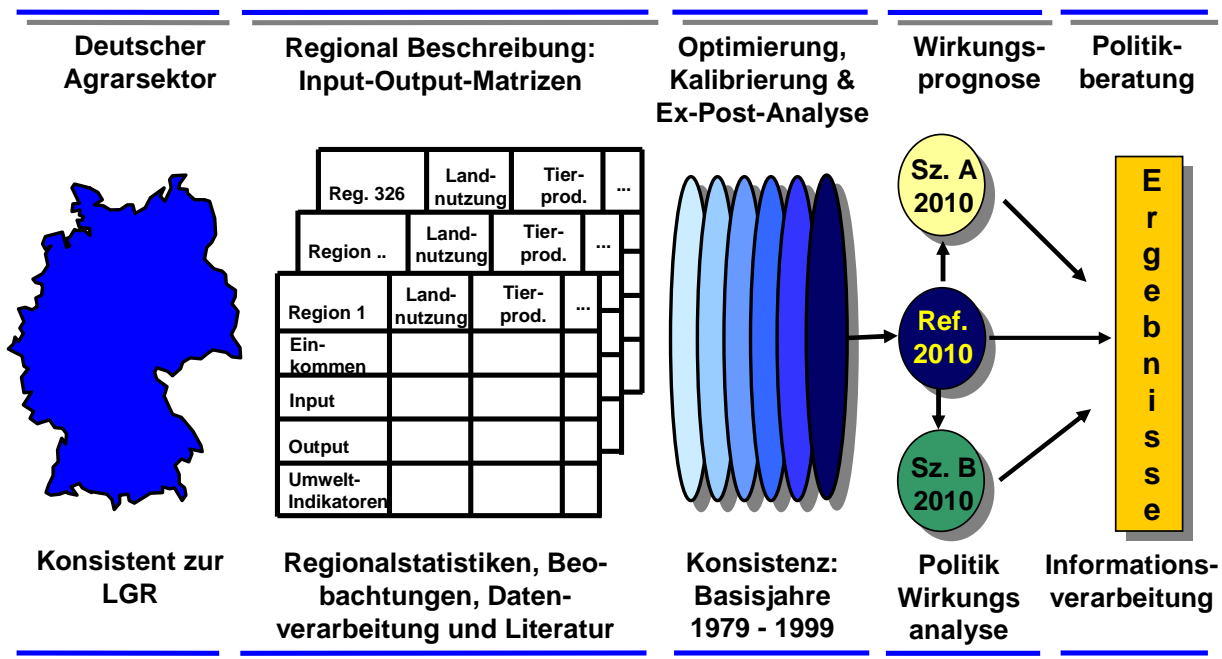


Abbildung 8: Grundstruktur des RAUMIS-Modells (Quelle: KREINS ET AL. 2004)

Die Grundstruktur des Modells zeigt Abbildung 8. Mit diesem Modell werden vor allem folgende Ziele verfolgt:

1. Geschlossene regional differenzierte ex-post Abbildung des Agrarsektors durch Zusammenführung von Informationen verschiedenster Datenherkunft. Auf dieser Grundlage können beispielsweise umfangreiche Analysen der ex-post Entwicklung von Wettbewerbsfähigkeit zwischen den Regionen und zwischen Produktionsalternativen in Deutschland analysiert werden.
2. Simulation mittel- bis langfristiger Wirkungsanalysen alternativer Agrar- und Umweltpolitiken. Untersucht werden die Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion, den Faktoreinsatz im Agrarsektor, die landwirtschaftlichen Einkommen und die Agrar-Umwelt-Beziehungen (vgl. GÖMANN UND KREINS 2006)

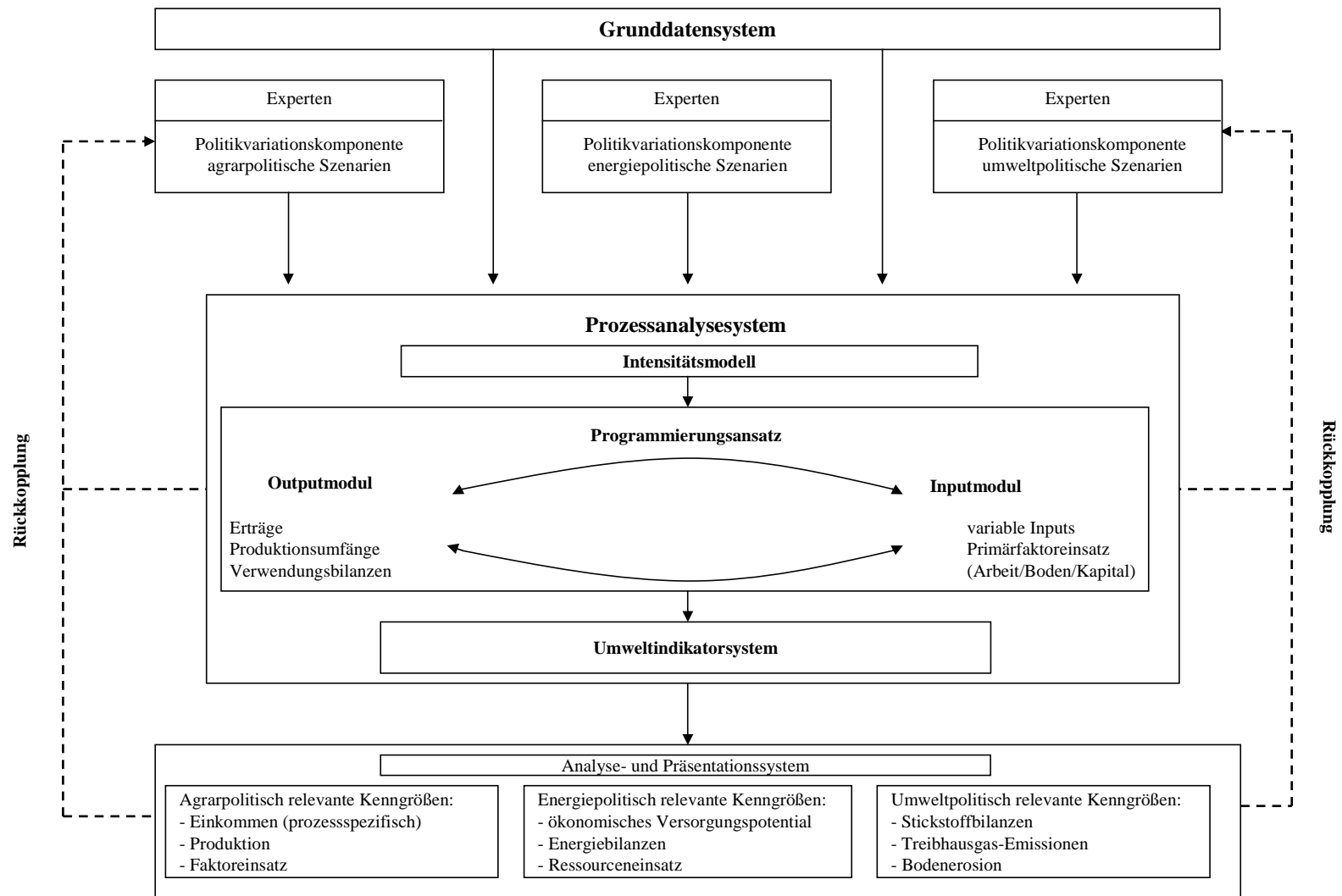


Abbildung 9: Erweiterung des Modellaufbaus um die energiepolitische Dimension (ergänzt nach HENRICHSMEYER ET AL. 1996)

Die Erweiterung des Modells um die Politikvariante „energiepolitische Szenarien“ (die letztlich in landwirtschaftliche Erzeugerpreise überführt werden müssen) stellt die methodische Herausforderung für die nächsten Jahre dar (siehe Abbildung 9).

### **Regionale und zeitliche Differenzierung und Prozessanalyse**

Die räumliche Differenzierung des Angebotsmodells RAUMIS basiert aufgrund der Datenverfügbarkeit auf der administrativen Einheit des Landkreises bzw. der kreisfreien Stadt. Durch Zuordnung der meisten der kreisfreien Städte zu benachbarten Landkreisen werden derzeit insgesamt 326 Modellkreise (31 für NRW) abgebildet. Über diese starke regionale Untersetzung werden die sehr heterogenen natürlichen Standortbedingungen in Deutschland sowie die unterschiedlichen Betriebsstrukturen weitgehend berücksichtigt. Darüber hinaus wird eine kleinräumliche Ebene zur Untersuchung der Umwelt-Agrar-Beziehungen erreicht. Zur Verbesserung der räumlichen Abbildungsgüte wird derzeit an einer weiteren Regionalisierung bis auf Gemeindeebene und Ertragsstandorte innerhalb einer Gemeinde gearbeitet. Zeitlich werden in Abhängigkeit von der Periodizität der Agrarberichterstattung sechs so genannte Basisjahre unterschieden, und zwar die Jahre 1979, 1983, 1987, 1991, 1995 und 1999. Maßgeblich sind dafür die Informationen der Bodennutzungshaupterhebung (alle vier Jahre) und Viehzählung (alle zwei Jahre) mit Angaben zur Flächennutzung und durchschnittlichen Viehbeständen auf Kreisebene.

Die gesamten sektoralen Produktions- und Inputmengen werden in diesem Prozessanalyseansatz auf verschiedene Produktionsaktivitäten in den abgegrenzten Modellkreisen verteilt und zugeordnet. Dabei liegen auf Kreisebene umfassende Informationen aus Fachstatistiken zu den Produktionsumfängen der über 40 abgebildeten Aktivitäten im Modellsystem RAUMIS vor, nicht jedoch zu den regional eingesetzten Inputmengen.

Die ermittelten durchschnittlichen Input-Aufwendungen der einzelnen Produktionsalternativen im jeweiligen Modellkreis basieren auf Kalkulationsdaten. Hier werden teils trendbasierte Funktionen verwendet, teils ertragsabhängige Bedarfsfunktionen eingesetzt. Zur Ableitung der Maschinenkosten, Reinvestitionskosten sowie Arbeitsbedarfe, die vor allem von der eingesetzten Technologie und den bestehenden Betriebsstrukturen abhängen, wird ein so genanntes Technologiemodul eingesetzt. Für jeden der Modellkreise wird eine aktivitätsanalytisch differenzierte Matrize aufgestellt. Die 326 Prozessanalysematrizen der Modellkreise werden in einem Konsistenzrahmenmodell mit der LGR abgeglichen. Zum Vergleich dienen hierbei allerdings Dreijahresdurchschnitte der LGR, um von jahresspezifischen Sondereinflüssen zu abstrahieren.

Bei Wirkungsanalysen unterschiedlicher Rahmenbedingungen wird in RAUMIS ein komparativ-statischer Ansatz verfolgt. In einem ersten Schritt werden die für das Zieljahr geltenden Produktionsalternativen und Restriktionen definiert sowie die PMP-Terme fortgeschrieben.

Die Spezifizierung nichtoptimierungsendogener Variablen basiert auf Trendfortschreibungen von Ertrags- und Inputkoeffizienten, Kapazitäten sowie auf exogenen Informationen, beispielsweise Preisen bzw. Preisindizes aus anderen Modellen (wie CAPRI und AGMEMOD) oder von Marktexperten z.B. BMELV, FAL. Die Anpassung der optimalen speziellen Intensität der Pflanzenproduktion orientiert sich an geänderten Produkt-Faktorpreis-Relationen. Im Hinblick auf das Angebotsverhalten der Landwirtschaft wird Gewinnmaximierung unterstellt, wobei optimale Produktionsstrukturen in den Modellregionen im Rahmen eines Positiv Mathematischen Programmierungsansatzes (PMP) bestimmt werden. Die aus der Kalibrierung des Basisjahres resultierenden PMP-Terme repräsentieren nicht explizit modellierte Effekte wie beispielsweise nicht lineare Produktionsfunktionen, Fruchtfolgeeffekte, Heterogenität der Standortbedingungen innerhalb der als homogen betrachteten Modellregion und Risikoaversion. Für jeden einzelnen der Modellkreise sowie für deren Aggregate liegen dann Informationen zu den Produktionsumfängen der über 40 landwirtschaftlichen Hauptverfahren, zu den Produktionsmengen von über 50 landwirtschaftlichen Erzeugnissen, zum Vorleistungs- und Primärfaktoreinsatz sowie zu den Entlohnungen der ausgeschöpften Kapazitäten, zur Einkommensrechnung gemäß der LGR sowie zu den Umweltindikatoren in den Basisjahren vor. In RAUMIS ist unter anderem die Bilanzierung der Nährstoffe Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) möglich.

Die Einkommensrechnung erfolgt nicht nur aggregiert auf Modellkreisebene, sie kann ebenfalls nach den definierten Produktionsalternativen differenziert aufgearbeitet werden. Dadurch lassen sich Wettbewerbsvergleiche einzelner Produktionsalternativen zueinander und zwischen den Regionen durchführen. Die Einkommensbegriffe entsprechen ebenfalls der Definition der LGR. In den modellgestützten Wirkungsanalysen mit dem Informationssystem RAUMIS erfolgt zunächst eine Status-quo-Projektion zum Zieljahr (derzeit das Jahr 2010). Darauf aufbauend werden Politikscenarien formuliert und Änderungen dieser Politikparameter in Wirkungsprognosen analysiert (GÖMANN UND KREINS 2006, S.6-8).

#### **2.4.4 Geographische Informationssysteme (GIS)**

Der Einsatz der Geographischen Informationssysteme (GIS) gewinnt in der Landwirtschaft und im gesamten ländlichen Raum zunehmend an Bedeutung. Der Sachverhalt, dass in Deutschland über 53% der Fläche landwirtschaftlich und über 29% der Fläche forstwirtschaftlich genutzt werden (BFN 2002, S.16) lässt das enorme Potenzial des Einsatzes von GIS im primären Sektor erkennen. In der Land- und auch der Forstwirtschaft ist ein Großteil der Daten raum- und standortbezogen, und sollten dementsprechend verwaltet und genutzt werden. Mit der flächendeckenden Einführung des Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVEeKoS) in den Agrarverwaltungen könnten sich hier große Synergien ergeben. Weiteres Potenzial (Pre-



cision Farming, Räumliche Analysen, Betrieblicher Einsatz, Informationsmanagement, Visualisierung) zum Einsatz von GIS in der Landwirtschaft und im Ländlichen Raum) zeigt das KTBL 2004 auf.

Aufgrund der Marktausrichtung der letzten Agrarreform gewinnen die Transportkosten in der landwirtschaftlichen Produktion wieder stärker an Bedeutung (vgl. DLG-MITTEILUNGEN 2005A). Zudem ist aufgrund der LKW-Maut-Einführung und den ständig steigenden Kraftstoffpreisen mit einer zunehmenden Bedeutung der Transportkosten zu rechnen. Hier kann das GIS zur Standortoptimierung und Optimierung von Transportkosten verwendet werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde das GIS für folgende Bereiche eingesetzt:

- Räumliche Analysen der Agrarlandschaften
- Transportkostenbestimmung für verschiedene Biomassen
- Visualisierung der Ergebnisse.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Rahmenbedingungen, Standortfaktoren und Wettbewerbsfähigkeit der verschiedenen Ansätze der Produktion von Biokraftstoffen**

#### **3.1.1 Verkehrssektor als Sorgenkind**

##### **Endlichkeit des Rohstoffes Erdöl und Versorgungssicherheit Europas**

Die Versorgungssicherheit ist abhängig von den vorhandenen Rohstoffvorkommen sowie aus Sicht der Erdölimporteure von der Liefersicherheit. Der Rohstoff Erdöl wird zunehmend knapper und teurer (vgl. BREUER 2007, S.2929ff). Die meisten Erdölexperten sind sich einig, dass die weltweite Erdölförderung einer Glockenkurve folgt (vgl. GLOBAL CHALLENGES NETWORK 2002, BGR 2007, BREUER 2004, S.1). Die entscheidende Frage ist nun: Ab welchem Zeitpunkt kann die Ölförderung nicht mehr erhöht werden, sondern nimmt tendenziell ab? Vor dem Hintergrund, dass das Nordseeöl in der zweiten Dekade dieses Jahrhunderts erschöpft sein wird, ergibt sich für Europa und damit auch für Deutschland eine besorgniserregende Energieimportabhängigkeit (vgl. Abbildung 10). Im Jahr 2030 muss Europa 90% seines Erdölbedarfes durch Importe decken (EUROPÄISCHE KOMMISSION, GD VERKEHR UND ENERGIE 2007).

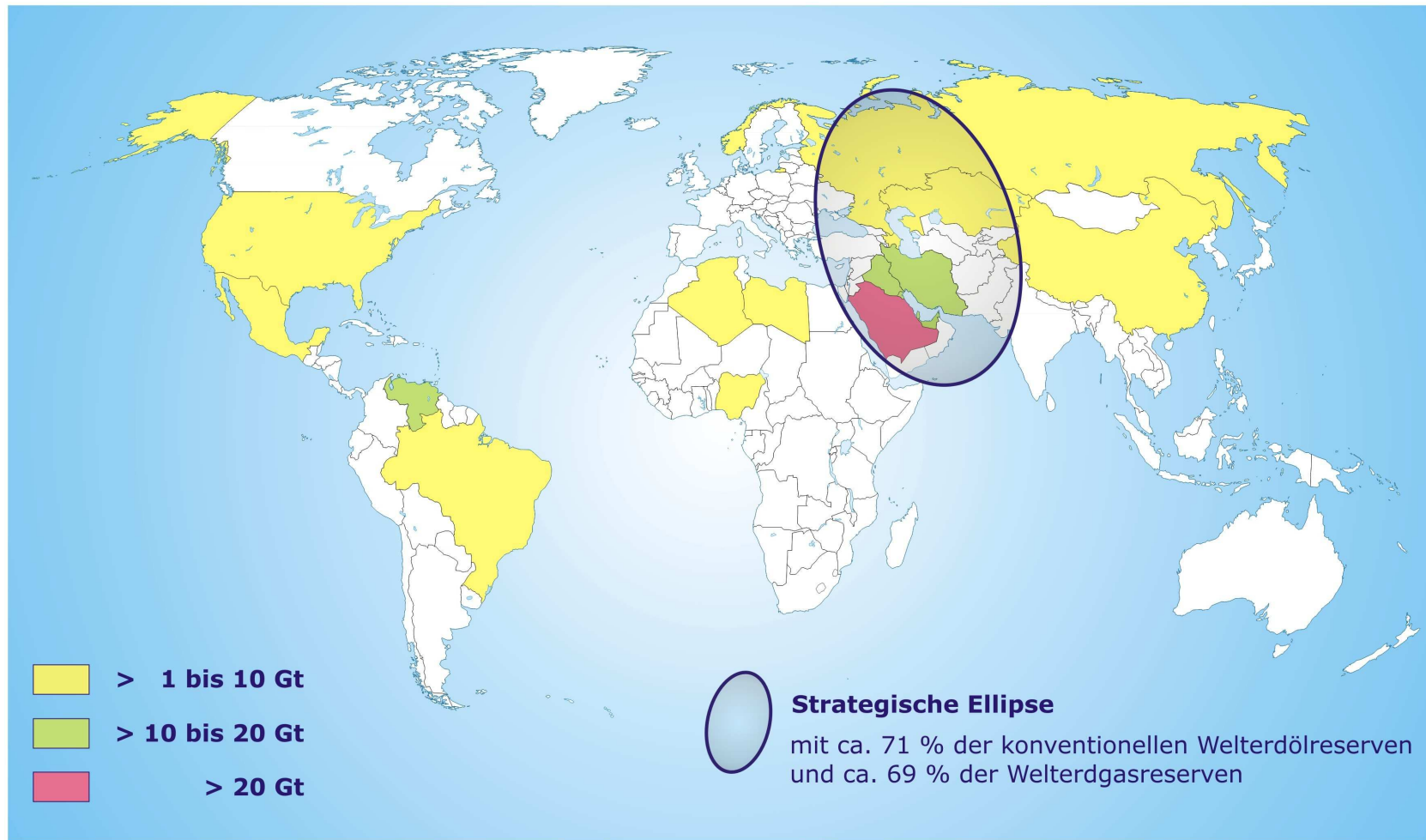


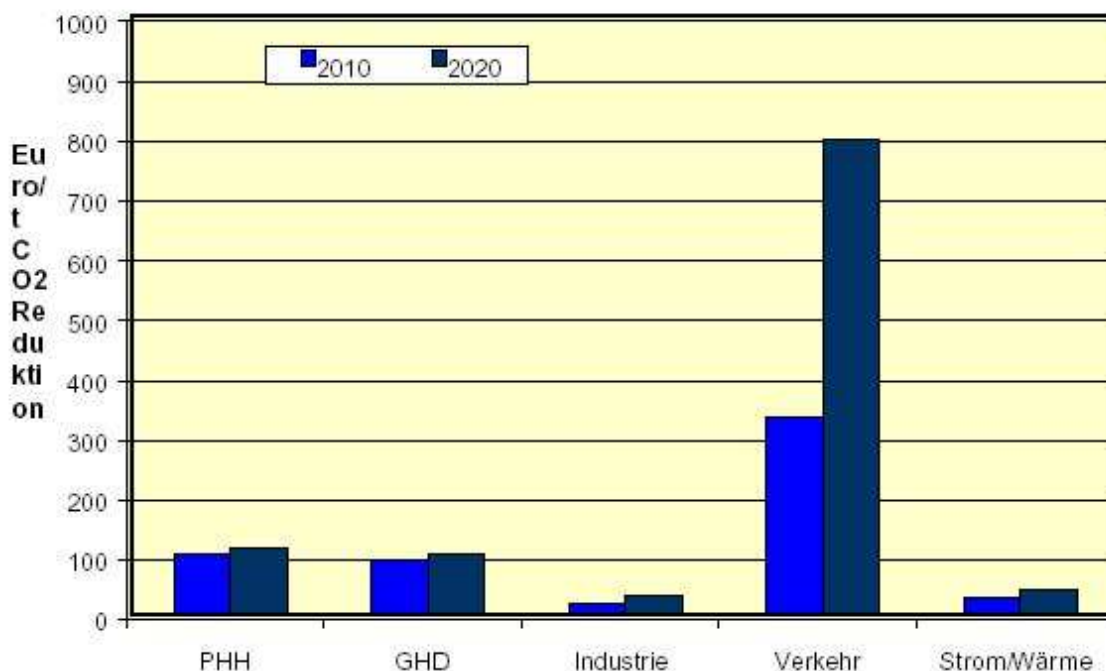
Abbildung 10: Konventionelles Erdöl. Länder mit Reserven > 1 Gt und „Strategische Ellipse“ (Quelle: BGR 2006)

Hieraus ergibt sich eine starke Abhängigkeit von politisch instabilen, aber ressourcenprivilegierten Nationen, die die Gefahr einer ungenügenden Energieversorgung birgt. Eine Störung der Versorgung hätte gravierende Auswirkungen; besonders betroffen wäre der Verkehrssektor aufgrund seiner starken Abhängigkeit von den Mineralölkraftstoffen. Auch der verstärkte Einsatz von Erdgas in Deutschland löst das Problem der Importabhängigkeit nicht, sondern verlagert es nur vom Persischen Golf nach Russland.

### Klimaschutz

Während in Deutschland die CO<sub>2</sub>-Emissionen in allen anderen Bereichen gesenkt werden konnten, steigen die Emissionen im Verkehrssektor weiter an (vgl. UBA 2002). Grund hierfür ist vor allem das gestiegene Verkehrsaufkommen. Die Prognosen lassen weiter steigende Verkehrsleistungen und damit steigende CO<sub>2</sub>-Emissionen erwarten.

Sollen die ehrgeizigen Klimaschutzziele (50% Reduktion bis 2050) erreicht werden, dann muss auch über Maßnahmen im Verkehrssektor nachgedacht werden, obwohl der Verkehrssektor der mit Abstand teuerste Sektor zur Vermeidung von CO<sub>2</sub> ist (BMWi 2001, siehe Abbildung 11).



**Abbildung 11: CO<sub>2</sub>-Minderungskosten der verschiedenen Sektoren. PHH = Private Haushalte; GHD = Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Quelle: MALY UND DEGEN 2003)**

„Die CO<sub>2</sub>-Einsparungskosten im Verkehrssektor übertreffen alle anderen Sektoren um ein Vielfaches. Berücksichtigt man, dass die Industrie und der Energiesektor mit zusammen 44% die größten CO<sub>2</sub>-Emittenten sind und die niedrigsten CO<sub>2</sub>-Minderungskosten aufweisen, dann liegt es nahe, die begrenzten Mittel vornehmlich hier einzusetzen. Daher macht es nach dem

IPCC keinen Sinn, alle Sektoren mit den gleichen Reduktionszielen zu belegen. Mit einem kosteneffektiven Ansatz könnten die Kioto-Ziele in Europa mit einem Aufwand von 3,7 Mrd. € pro Jahr erreicht werden. Dagegen würde eine undifferenzierte Reduktion über alle Sektoren Kosten von 20,5 Mrd. € pro Jahr verursachen“ (MALY UND DEGEN 2003, S.16).

Der Sachverhalt der hohen CO<sub>2</sub>-Einsparungskosten ist eines der Hauptargumente der Umweltverbände und des Umweltbundesamtes gegen die Förderung der Biokraftstoffe. Die Energieeinsparung, also eine Senkung des Kraftstoffverbrauches der einzelnen Kraftwagen, wird hier als Chance im Verkehrssektor gesehen. Aufgrund der Schwierigkeiten beim Senken der Kraftstoffflottenverbräuche in Deutschland müssen andere Wege gefunden werden. In diesem Fall stellt die Beimischung von Biokraftstoffen eine kostengünstigste Variante der CO<sub>2</sub>-Einsparung dar (vgl. Kapitel 3.1.1). Allerdings schwanken die CO<sub>2</sub>-Einsparkosten der einzelnen Biokraftstoffe gewaltig. Zudem spielt die eingesetzte Biomasse eine entscheidende Rolle (siehe Abbildung 12).

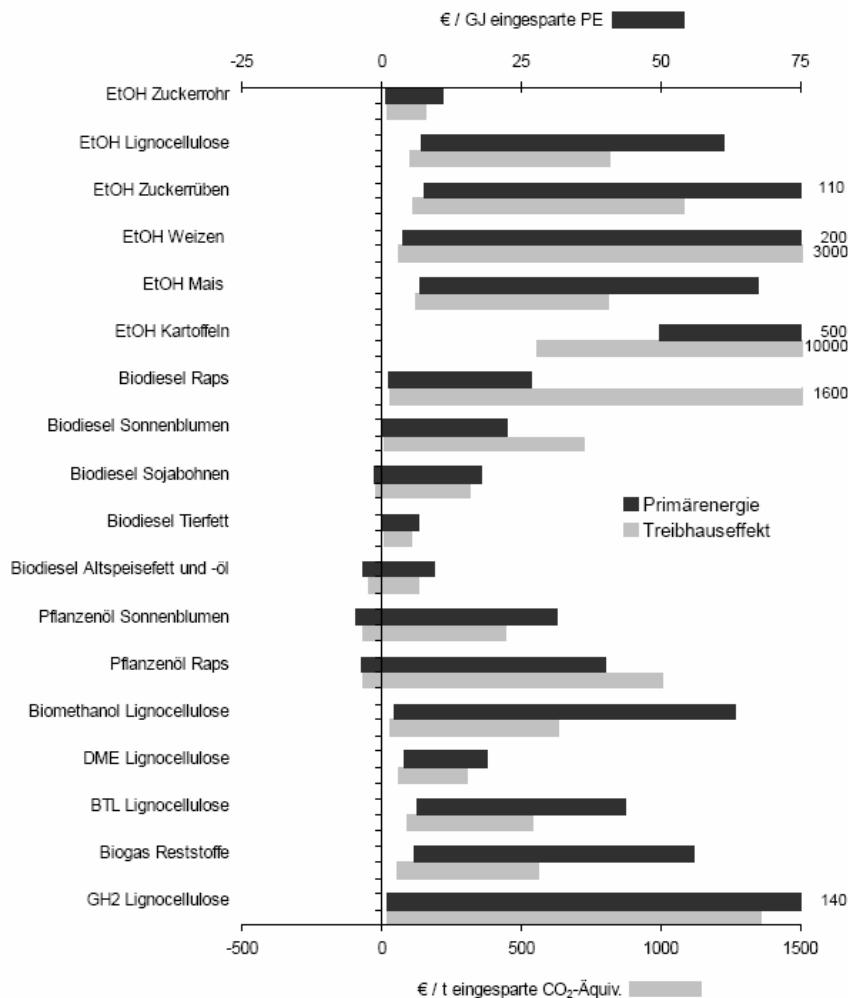


Abbildung 12: CO<sub>2</sub>-Einsparungskosten der Biokraftstoffe (Quelle: IFEU 2004)

### **3.1.2 Politische Rahmenbedingungen der Biokraftstoffe**

„Es gibt letztlich keinen Sektor der Energiewirtschaft, der nicht in einer intensiven Wechselbeziehung mit der Politik stünde. Dies allein verleiht dem Sektor eine außergewöhnliche Stellung in der Gesamtwirtschaft und im Raum“ (BRÜCHER 1997, S.332). Diese allgemeine Feststellung gilt dementsprechend auch für den Kraftstoffsektor und so kommt die EUROPÄISCHE KOMMISSION (2001, S.18) zu der folgenden Feststellung: „Ohne die abgestimmten Entscheidungen über Steuer-, Energie- und Umweltpolitik in diesen Bereichen und ohne die klaren Vorgaben für die landwirtschaftliche Erzeugung und die verarbeitende Industrie ist es allerdings fraglich, ob die Biokraftstoffe einen nennenswerten Anteil am gesamten Kraftstoffverbrauch in der EU ausmachen werden.“ Während die energiepolitischen Rahmenbedingungen die Absatzfähigkeit im Energiesektor ermöglichen, verbessern die agrarpolitischen Rahmenbedingungen die Konkurrenzfähigkeit des Energiepflanzenanbaues. Die Wettbewerbsfähigkeit und Marktpräsenz der biogenen Treibstoffe werden wesentlich durch politische Entscheidungen bestimmt. Es handelt sich also um politische Märkte (vgl. Kapitel 3.1.2.5). Beim derzeitigen Stand der Technik und derzeitigen Rohstoffpreisen ist in der EU erzeugter Biodiesel bei einem Erdölpreis von etwa 60€ (ca. 75\$/barrel) und Bioethanol bei einem Preis von 90€ (ca. 110\$/barrel) wettbewerbsfähig (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006, S.5). Dies würde aber bei weiter steigenden Ölpreisen und konstanten Rohstoffpreisen bedeuten, dass eine politische Kontrolle über die Förderung nicht mehr nötig ist, da die Backstop-Technologie Biokraftstoff auch ohne Subventionen wettbewerbsfähig wäre.

#### **3.1.2.1 Energiepolitische Rahmenbedingungen**

##### **Politische Entscheidung für die Biokraftstoffe in der EU und in Deutschland**

Die Biokraftstoffproduktion stellt einen weltweiten globalen Trend dar, der in vielen Ländern durch entsprechende Förderprogramme unterstützt wird (HENKE 2005A, S.9-18). An dieser Stelle sollen nun die konkreten politischen Entscheidungen (Gesetze, Verordnungen,...) auf der Ebene der EU und Deutschlands vorgestellt werden, die die Entwicklung der Biokraftstoffe in Deutschland und damit auch in NRW ermöglicht haben und ermöglichen.

Letztlich sind es die energiepolitischen Entscheidungen, die die Entwicklung der Biokraftstoffe vorangetrieben haben. Sie schaffen die Absatzkanäle für Biokraftstoffe im Energiemarkt, also am Ende der Produktionskette.

##### **EU-Biokraftstoff-Richtlinie**

Im Bereich der biogenen Kraftstoffe wurde am 08.5.2003 die Richtlinie 2003/30/EG zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Ver-

kehrssektor verabschiedet. Demnach sollten die EU-Mitgliedstaaten sicherstellen, dass ein Mindestanteil an Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen auf ihren Märkten in den Verkehr gebracht wird. Dieser Anteil soll, gemessen am Energiegehalt, bis zum 31. Dezember 2005 bei 2% liegen und bis zum 31. Dezember 2010 auf 5,75% ansteigen (vgl. EUROPÄISCHE UNION 2003).

### **EU-Energiesteuerrichtlinie**

Am 27. Oktober 2003 verabschiedete der Europäische Rat die Richtlinie 2003/96/EG zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom. Demnach ist den Mitgliedstaaten eine Mineralölsteuerermäßigung bis hin zur totalen Befreiung für reine Biotreibstoffe bzw. den biogenen Anteil im Treibstoff gestattet. Allerdings darf es dabei nicht zu einer Überkompensation kommen. Diese Richtlinie geht weiter als die ursprünglichen Kommissionsvorschläge, nämlich nur eine maximal 50%-ige Mineralölsteuerbefreiung zuzulassen. Sie ist von besonders hoher Relevanz, da sie die totale Mineralölsteuerbefreiung in Deutschland ermöglichte (vgl. INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT 2004).

### **Steuerbefreiung der Biokraftstoffe in Deutschland in 2003**

Die Neufassung des Gesetzes zur Steuerbegünstigung der Biokraftstoffe wurde vom Bundestag und Bundesrat am 28. November 2003 verabschiedet. Das Gesetz sah die 100%-ige Steuerbegünstigung der Biokraftstoffe bis zum 31.12.2009 vor. Verschiedene Ministerien müssen einen jährlichen Bericht über die Markteinführung der Biokraftstoffe verfassen, woran beurteilt wird, ob es zu einer Überkompensation kommt. In diesem Fall würde ein Vorschlag zur Anpassung der Steuerbegünstigung verfasst, bei dem die Effekte des Klima- und Umweltschutzes, der Schutz der natürlichen Ressourcen, die externen Kosten, die Versorgungssicherheit und die Realisierung der EU-Richtlinie 2003/20/EG zu berücksichtigen sind (DEUTSCHER BUNDESTAG 2003). Die Steuerbefreiung der Biokraftstoffe wurde vor allem mit ökologischen, energie-, beschäftigungs- und strukturpolitischen Argumenten begründet.

### **Aktuelle Biokraftstoff-Politik in Deutschland**

Im Jahr 2006 wurde durch die Änderung des Energiesteuergesetzes die in Stufen ansteigende Besteuerung von Pflanzenöl und Biodiesel eingeführt. E-85 und BtL bleiben vorerst bis 2015 steuerbefreit. Mit der Einführung des Biokraftstoff-Quotengesetzes wurde eine Unterquote von 4,4% Biodiesel und eine ansteigende Unterquote für Bioethanol zur Beimischung eingeführt. Insgesamt muss im Jahr 2015 eine Beimischungsgesamtquote von 8% erfüllt werden. Der Einsatz von Biokraftstoffen in der Landwirtschaft bleibt auch weiterhin steuerfrei (BREUER 2007, S.2931)

### **3.1.2.2 Agrarpolitische Entwicklungen im Bereich des Ackerbaus und der Nachwachsenden Rohstoffe**

Im Gegensatz zu den energiepolitischen Entscheidungen setzen die agrarpolitischen Entscheidungen am Anfang der Produktionskette an. Sie verbessern die Wettbewerbsfähigkeit des Energiepflanzenbaues gegenüber einer anderen Flächennutzung.

Die Umsetzung der Luxemburger Beschlüsse in der Agrarreform des Jahres 2005 (Mid-Term-Review) hat im Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe für NRW folgende wichtige Veränderungen gebracht:

#### **1) Änderung der Stilllegungsverpflichtungen**

Vor der Agrarreform wurde die Pflichtstilllegung (10% oder 5% wie im Jahr 2004) als Anteil der Fläche, die mit Grand Cultures-Pflanzen bestellt wurden, berechnet. Das heißt für Zuckerrüben, Kartoffeln und Gemüse musste keine Flächenstilllegungen betrieben werden. Mit dem Mid-Term-Review hat sich die Grundlage zur Berechnung der obligatorischen Stilllegung geändert. Die Stilllegung wird nun als Anteil der gesamten Ackerfläche bestimmt (vgl. Abbildung 13). Es gelten regionale Stilllegungssätze für die Bundesländer (siehe BMVEL 2005A, S.50). Im Anbaujahr 2005 mussten in NRW unter Beachtung der Kleinerzeugeterregelung von allen Ackerflächen 8,05% stillgelegt werden. Eine Korrektur der Stilllegungssätze bewirkt eine Absenkung des Stilllegungssatzes auf 7,55% für das Anbaujahr 2006 (vgl. DBV 2005).



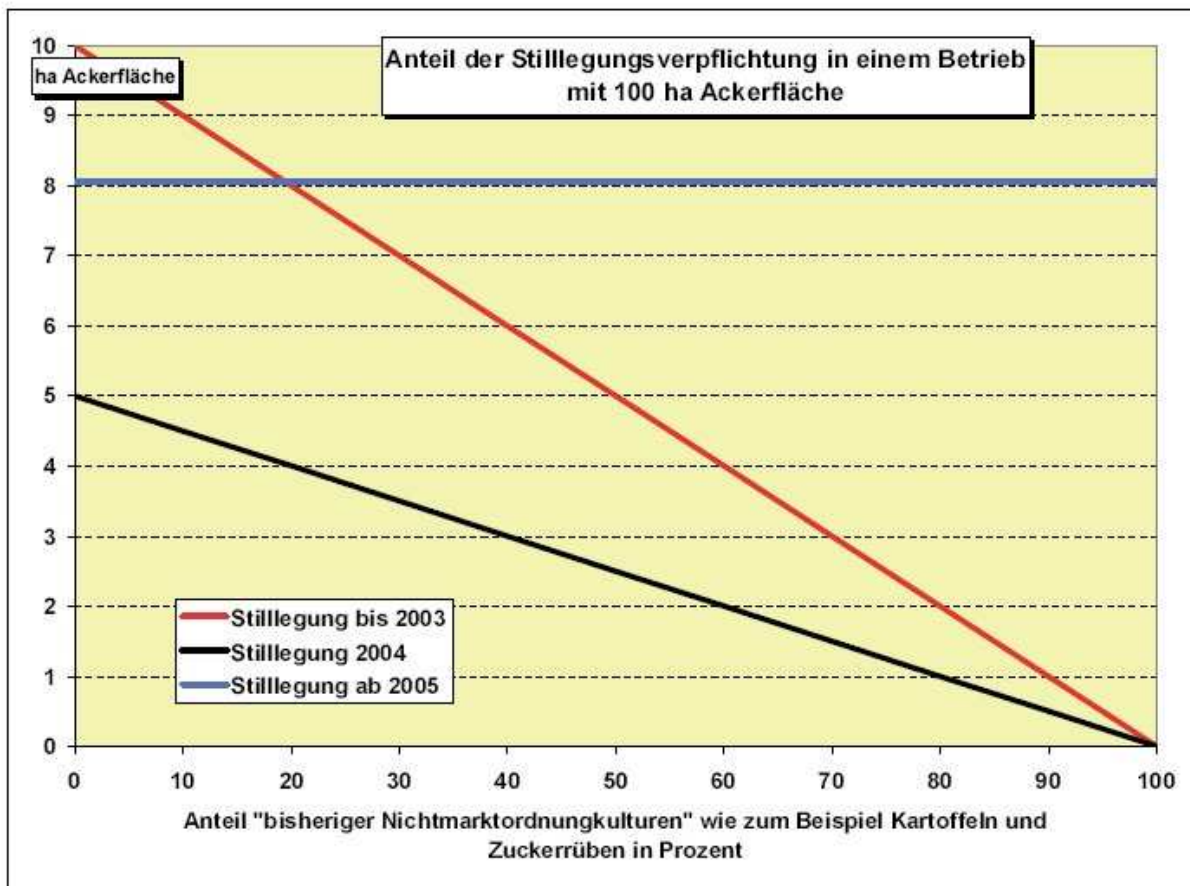


Abbildung 13: Änderung der Stilllegung (Quelle: LZ RHEINLAND 2005)

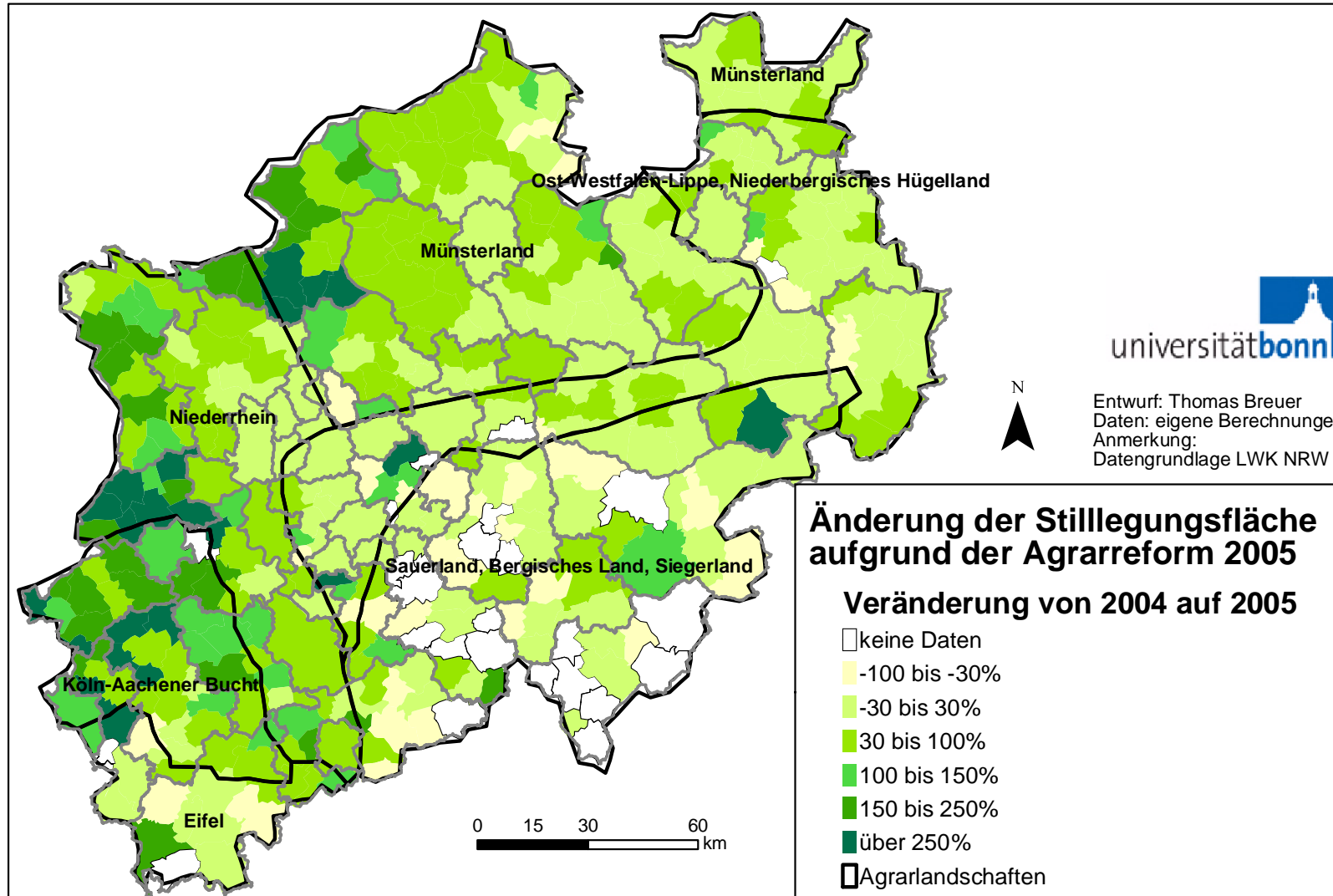
Dies führt dazu, dass Regionen mit einem hohen Anteil von Zuckerrüben, Kartoffeln und Obst eine plötzliche Erhöhung der Stilllegungsverpflichtung verzeichnen (siehe Karte 3).

Vor allem im Rheinland und am Niederrhein führt das zu einer starken Erhöhung der Flächenstilllegung.

## 2) Handelbarkeit der Stilllegungsverpflichtungen

Die obligatorische Flächenstilllegung wird auf der Grundlage der im Jahre 2005 beihilfefähigen Ackerflächen anhand des regionalen Stilllegungssatzes festgelegt (vgl. BMVEL 2005A). Damit erhält jeder Betrieb festgeschriebene Stilllegungs-Zahlungsansprüche, die sich in den Folgejahren nicht mehr ändern werden (sie werden also nicht wie in früheren Jahren immer wieder von der jährlichen stilllegungsfähigen Ackerfläche berechnet).

Ab dem Jahr 2006 ist dann ein Handel der Stilllegungsverpflichtungen in den Regionen (Bundesländern) möglich. Dies wird dazu führen, dass die quasi-obligatorische Stilllegung aus den guten Ackerbaustandorten auf die weniger günstigen Standorte „wandern“ wird.



Karte 3: Zunahme der Stilllegungsverpflichtung in NRW durch die Umsetzung der Luxemburger Beschlüsse

### **3) Aktivierung der Stilllegungs-Zahlungsansprüche**

Mit den Luxemburger Beschlüssen wurden unter dem Stichwort der Entkoppelung die Prämienzahlungen der EU im Rahmen der Betriebsprämienregelung in Flächenprämien umgewandelt. Um die Zahlungsansprüche der Flächenprämie zur Auszahlung zu bringen, müssen diese mit Ackerfläche, Grünland oder Stilllegungsfläche aktiviert werden. Die Zahlungsansprüche für die Stilllegungsverpflichtungen müssen vor allen anderen Zahlungsansprüchen aktiviert werden (siehe BMVEL 2005A, S.52), was ebenfalls ein verdeckter Anreiz zur Nutzung der Nachwachsenden Rohstoffe ist, sofern ein ausreichender Deckungsbeitrag auf der Stilllegung erreicht wird.

### **4) Einführung der Energiepflanzenprämie**

Durch die Einführung einer Energiepflanzenprämie (CO<sub>2</sub>-Prämie) von 45€/ha (BMVEL 2005A, S.64ff) (limitiert auf 1,5 Mio. ha in der Europäischen Gemeinschaft; mit dem Beschluss der Agrarminister Erweiterung auf 2 Mio. in der EU-25) wird der Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen zur energetischen Verwertung auf Basisflächen interessanter. Die Energiepflanzenprämie gilt nicht für Stilllegungsflächen. Mit dieser Prämie soll die Konkurrenzfähigkeit des Energiepflanzenbaues gegenüber der Food-Produktion auf der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche gestärkt werden. Sie hat jedoch generell einen geringen Einfluss auf die Entscheidung, Energiepflanzen anzubauen. Zum einen ist die Höhe der Energiepflanzenprämie zu gering und wird im Normalfall an die Industrie weitergereicht. Zum anderen entstehen Transaktionskosten. Diese können zwischen 20 und 25€/ha liegen, so dass sich der Anreiz zur Nutzung der Prämie nur in den Regionen ergibt, wo die Vermarktung vor dem Anbau bereits festgelegt wurde und wo relativ geringe Erträge geerntet werden (da sich die Transaktionskosten nach der geerntete Menge richten).

### **3.1.2.3 Verkehrspolitische Rahmenbedingungen**

#### **Selbstverpflichtung der Automobilhersteller**

Im Jahr 1998/99 haben sich die europäischen, japanischen und koreanischen Automobilhersteller für den PKW-Bereich zur Reduktion ihrer durchschnittlichen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 25% innerhalb von 10 Jahren verpflichtet, so dass diese ab 2008/2009 nur noch maximal 140g CO<sub>2</sub>/Fahrzeugkilometer betragen sollen. Diese Vereinbarung unterstützt maßgeblich die europäische Strategie zur Reduzierung der durchschnittlichen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen im PKW-Bereich auf 120 g CO<sub>2</sub>/Fahrzeugkilometer bis zum Jahr 2010. Bis zum Jahr 2000 konnten die Emissionen von 187g auf 168g CO<sub>2</sub>/Fahrzeugkilometer gesenkt werden, welches in erster Linie durch den verstärkten Absatz von Dieselfahrzeugen erreicht wurde. Vor diesem Hintergrund wird die Erreichung der Selbstverpflichtung kritisch eingeschätzt (INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT 2004, S.6). Um die selbst gesteckten Ziele doch noch zu erreichen, ist der Einsatz von Biokraftstoffen für die Automobilindustrie eine relative kostengünstige Variante (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1: CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten im Verkehrssektor (Quelle: BREUER 2004 nach MALY UND DEGEN 2003)**

<b>Kraftstoff/Fahrzeug/Antrieb</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Reduktionskosten je Tonne</b>
Konventionelles Fahrzeug Beimischung flüssige Biokraftstoffe	ca. 50€
BZ-Fahrzeug Wasserstoff regenerativ hergestellt	ca. 190€
Konventionelles Fahrzeug Erdgas	ca. 280€
BZ-Fahrzeug Wasserstoff aus Erdgas hergestellt	ca. 340€
Weiterentwicklung konventioneller Antriebe	ca. 480€

Dieser Sachverhalt hat die deutsche Automobilindustrie dazu veranlasst, eine Beimischung von Biokraftstoffen zu den Mineralölkraftstoffen von bis zu 10% als höchste Priorität zu fordern. Die mittelfristige Strategie ist der Ausbau der BtL-Produktion in großtechnischen Anlagen und als langfristige Perspektive wird der Wasserstoff gesehen (vgl. VDA 2006).

#### **3.1.2.4 EU-Aktionsplan für Biomasse, EU-Strategie für Biokraftstoffe und Road Map Erneuerbare Energien**

##### **EU-Biomasse Aktionsplanplan**

Am 07.12.2005 veröffentlichte die EU-Kommission den Aktionsplan Biomasse (vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005). Hier wurde dem Einsatz der Biomasse eine zentrale Bedeutung für Europa im Bereich der Energieversorgung eingeräumt. Sollen die Ziele in Bezug auf Wachstum, Beschäftigung und Nachhaltigkeit auch bei steigenden Ölpreisen und zunehmender Abhängigkeit von Energieeinfuhren gesichert bleiben, dann muss der Einsatz der Biomasse fokussiert werden. Neben dem Potenzial wird auf die Kosten und Nutzen der Biomasse eingegangen. Es zeigt sich, dass die Biomasse in allen Energiebereichen (Strom, Wärme, Kraftstoff) einsetzbar ist. Die Kommission stellt klar, dass Bioenergie ein Querschnittsthema ist. Von der Biomasseversorgung (→GAP, Forstwirtschaft, Abfälle, einzelstaatliche Förderung) bis zur Energieerzeugung (Regional- und Strukturfonds) ist eine integrative Betrachtung des Themas notwendig (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005, S.13ff). Dieser Aktionsplan ist ein deutliches Zeichen, dass die Europäische Kommission weiter gewillt ist, die Biomasse in der gesamten Breite der Nutzungsmöglichkeiten zu fördern.

## **EU-Biokraftstoff-Strategie**

Nach dem Aktionsplan folgte am 08.02.2006 die EU-Biokraftstoff-Strategie (vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006). Dieses klar gegliederte Papier gibt die Ansicht der Europäischen Kommission wieder. Dies ist zu erwähnen, da beim Querschnittsthema Biokraftstoffe im Vorfeld aus den verschiedenen Generaldirektionen (Landwirtschaft, Energie und Verkehr, Handel, Umwelt) nach Inkrafttreten der EU-Biokraftstoff-Richtlinie verschiedene Meinungen zu hören waren.

Der Strategie liegen drei Hauptziele zugrunde:

- Biokraftstoffe sollen in der EU und in den Entwicklungsländern stärker gefördert werden.
- Die Biokraftstoffnutzung soll auf eine breite Basis gestellt werden. Hiermit sind ein optimierter Biomasseanbau, der Ausbau der Nutzung der Biokraftstoffe der 2. Generation sowie die Förderung von Demonstrationsprojekten und der Abbau der nichttechnischen Hemmnisse gemeint.
- Die Möglichkeiten der Produktion von Biokraftstoffen in den Entwicklungsländern, besonders in den von der EU-Zuckermarkt-Reform betroffenen Ländern, sollen untersucht werden.

Die Strategie arbeitet zudem sieben politische Schwerpunkte der Biokraftstoffe in Europa heraus:

### **1. Förderung der Nachfrage nach Biokraftstoffen**

Hier ist die Berichterstattung der Mitgliedsländer über die Biokraftstoff-Richtlinie zu prüfen und gegebenenfalls zu überarbeiten, auch mit Blick auf Verpflichtungen zu Zwangsbeimischungen. Eine besondere Förderung der Biokraftstoffe der 2. Generation wird vor dem Hintergrund der Substitutionsbegrenzung der Biokraftstoffe der 1. Generation angestrebt. Ebenso denkt die Kommission über Maßnahmen zur Förderung von umweltfreundlichen und energieeffizienteren Fahrzeugen (auch Fahrzeuge, deren Kraftstoff ein hoher Anteil Biokraftstoff beigemischt werden kann) nach. Hier soll dem Netzwerkprodukt Biokraftstoff Rechnung getragen werden (siehe Kapitel 3.1.5).

### **2. Nutzung von Umweltvorteilen**

Es soll geprüft werden, ob die Verwendung von Biokraftstoffen auf die Ziele für die Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Fahrzeugflotten angerechnet werden kann. Biokraftstoff soll eine optimale Klimaschutzwirkung erzielen. Vor allem muss gewährleistet sein, dass der Anbau der Rohstoffe für die Biokraftstoffe in der EU und besonders in den Entwicklungsländern nachhaltig erfolgt. Weitere Überlegungen gibt es zur Korrektur der DIN-Normen für Mineralölkraftstoffe in Bezug auf Grenzwerte (Dampfdruck,...) und Beimischungsmengen.

### **3. Entwicklung von Erzeugung und Vertrieb von Biokraftstoffen**

Die Mitgliedsstaaten und die Regionen sollen dazu angehalten werden, eine Aufstellung von Rahmenplänen, Konzeptionen und operationellen Programmen im Rahmen der Kohäsionspolitik und der Politik zur Entwicklung des ländlichen Raumes zur Förderung der Biokraftstoffe vorzunehmen. Es wird eine Ad-hoc-Arbeitsgruppe eingerichtet und die Biokraftstoff-

Branchen beobachtet, so dass es zu keiner Diskriminierung von einzelnen Biokraftstoffen kommen kann.

#### **4. Expansion der Rohstoffproduktion**

Hier ist eine Reihe von Maßnahmen geplant, die unmittelbare Auswirkungen auf die Landwirtschaft haben werden:

- Überprüfung, ob Zuckerrüben für den Anbau auf Stilllegungsflächen und zur Erlangung der Energiepflanzenprämie zuzulassen sind
- Überprüfung, ob mehr Getreide aus Interventionsbeständen zu Biokraftstoffen zu verarbeiten ist, um Ausfuhrerstattungen zu sparen
- Überprüfung der Umsetzung der mit dem Mid-Term Review eingeführten Energiepflanzenprämie
- Auswirkungen der Nachfrage der Biokraftstoffe auf den „klassischen“ Bereich der Landwirtschaft in der EU und den Entwicklungsländern, vor allem auf die Versorgungen und die Preise von Lebensmitteln
- Informationskampagne für Land- und Forstwirte finanzieren
- Ausarbeitung eines Forst-Aktionsplans für die verstärkte Energiegewinnung aus Holz
- Überprüfungen von Regelungen, vor allem im Bereich der Neben- und Abfallprodukte, die den Ausbau der Biokraftstoffe behindern könnten.

#### **5. Mehr Möglichkeiten für den Handel**

Biokraftstoffe sind momentan nicht speziell zolltariflich eingereiht, und somit lässt sich nicht genau beziffern, in welchem Umfang Ethanol- und Pflanzenölimporte letztendlich im Verkehrssektor verwendet wurden. Die Kommission wird die Vor- und Nachteile eigener Nomenklaturcodes für Biokraftstoffe prüfen. Bioethanol kann momentan über die KN-Codes 2207 im Rahmen einiger Präferenzabkommen zollfrei eingeführt werden (siehe Fallstudie Rheinland). Dieses soll gerade für die AKP-Staaten weiter aufrechterhalten werden. Für die anstehenden Handelsverhandlungen im Rahmen der DOHA-Runde (WTO) und der bilateralen MERCOSUR-Verhandlungen soll ein ausgewogenes Konzept im Spannungsfeld der steigenden Nachfrage nach Bioethanol und den Interessen der heimischen Erzeuger sowie der Handelspartner gefunden werden. Zudem soll die Biodiesel-Norm EN 14214 überprüft werden, da diese momentan den Einsatz von Rapsöl stark begünstigt.

#### **6. Unterstützung der Entwicklungsländer**

Die Kommission will dafür sorgen, dass die Begleitmaßnahmen für die AKP-Staaten im Rahmen der EU-Zuckermarktreform zur Entwicklung von Bioethanolkapazitäten eingesetzt werden. Außerdem soll eine Unterstützung der Entwicklungsländer, die ein Potenzial zur Biokraftstoffproduktion haben, mit Aktionsplänen und Maßnahmenpaketen, die eine ökonomische und ökologische Entwicklung durch die Biokraftstoffe ermöglichen, angestrebt werden.

#### **7. Förderung von Forschung und Entwicklung**

Die Kommission kündigt hier an, dass im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm die Biokraftstoffe eine wichtige Stellung einnehmen werden und mit Hilfe der Forschung die Wettbe-

werbsfähigkeit der Biokraftstoffindustrie zu stärken ist. Des Weiteren soll ein Bio-Raffinerie-Konzept erarbeitet werden und eine Biokraftstoff-Technologie-Plattform aufgebaut werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006, S.17/18).

Die EU-Biokraftstoff-Strategie zeigt abermals die große Bedeutung der Biokraftstoffe zur Lösung der europäischen doppelten Problemlage im strategischen Verkehrssektor (Importabhängigkeit und Klimaschutz). Es wurde eine Reihe von einzelnen Maßnahmen in Angriff genommen, die alle dazu führen werden, dass die Biokraftstoffe in Europa weiterhin massiv gefördert werden.

Die Einschätzung der Ausgestaltung der Handelsabkommen (z.B. 1 Mio. t Ethanol aus MERCOSUR-Verhandlungen,...) gehört zu den wichtigsten Abschätzungen bezüglich der Entwicklungsmöglichkeiten der Biokraftstoffe in der europäischen Union und damit auch in Deutschland und NRW. Aufgrund der ökonomischen Wettbewerbsfähigkeit der außereuropäischen Biokraftstoffproduzenten, des Klimaschutzes von Ethanol aus Zuckerrohr und der Entwicklungsmöglichkeiten für Entwicklungsländer und Kompensation für die Zuckermarktreform für die AKP-Staaten kann mit steigenden Importen aus Drittländern vor allem im Bereich des Ethanols gerechnet werden. Welche Mengen zu erwarten sind, hängt von der Ausgestaltung der Handelsabkommen und der Präferenzabkommen ab.

### **EU-Renewable Energy Road Map**

Derzeitige Prognosen machen deutlich, dass die Ziele aus der EU-Biokraftstoff-Richtlinie bis 2010 mit den bisherigen Maßnahmen nicht zu erreichen sind. Daher hat die EU-Kommission in der so genannten „Renewable Energy Road Map“ neue, langfristige Ziele für die Nutzung von erneuerbaren Energien und Biokraftstoffen vorgeschlagen. Bis zum Jahr 2020 sollen nun 20% der gesamten Energienutzung durch erneuerbare Energien gedeckt werden, wobei Biokraftstoffe einen Anteil von 10% des gesamten Kraftstoffverbrauchs im Transportsektor bis 2020 ausmachen sollen (vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007).

#### **3.1.2.5 Bioenergie als politische Märkte und Zielkonflikte der Förderung der Biokraftstoffe**

Der stattfindende Bioenergie-Boom ist größtenteils durch politische Entscheidungen bedingt; es handelt sich also um einen politischen Markt. Bei der derzeitigen Euphorie um Bioenergie wird dies gerne übersehen. Ohne die weiterführende Regulierung (durch staatliche Fördermaßnahmen) wäre es zum heutigen Zeitpunkt nicht zu einer solch rasanten Marktentwicklung der Biokraftstoffe gekommen. Die weitere Entwicklung der Bioenergiemärkte hängt somit noch hauptsächlich von den politischen Rahmenbedingungen ab. Die Förderung der Bioenergie wird mit einer Reihe von Vorteilen begründet, zu denen ressourcen-, umwelt-, arbeitsmarkt-, wirtschafts-, agrar- und strukturpolitische Argumente gehören (vgl. Kapitel 1.1, HENKE 2005A, S.4). Hier kann es zu Zielkonflikten der Förderung der Biokraftstoffe kommen.

Da die Förderung der Biokraftstoffe kein eigentliches Ziel, sondern ein Mittel zur Realisierung verschiedener Ziele und Interessen ist, ergeben sich immer wieder Konflikte (vgl. HEN-

NIGES und ZEDDIES 2005, HENNIGES 2007, S.213ff). Dazu einige Beispiele: Würde im Kontext der Biokraftstoffförderung der Klimaschutz stark gewichtet werden, dann könnte z.B. brasilianisches Ethanol wegen seiner sehr guten Klimaschutzbilanz in Europa eingesetzt werden. Dies würde aber dem Ziel der Unterstützung der europäischen Landwirtschaft widersprechen. Ein weiteres Konfliktfeld könnten die Wertschöpfungschancen der Entwicklungsländer durch den Export des veredelten Produkts Biokraftstoffe anstatt der landwirtschaftlichen Rohstoffe sein. Hier kann es aber zu Problemen mit steigenden Lebensmittelpreisen oder Umweltschäden (Plantagen zur Palmölproduktion im Regenwald) kommen. Klimaschutz durch Biokraftstoffe steht möglicherweise auch dem Umwelt- und Naturschutz aufgrund der Intensivierung der Landwirtschaft entgegen. Diese Beispiele sollen zeigen, dass es zu einer Vielzahl von Interessen- und Zielkonflikten bei der Förderung der Biokraftstoffe kommen kann, die die weitere Ausgestaltung der politischen Rahmenbedingungen bestimmen können. Diese Komplexität macht das Querschnittsthema Bioenergie zu einem sehr anspruchsvollen Politik – und Forschungsfeld.

Vor dem Hintergrund der verstärkten Energie-Abhängigkeit Europas (v.a. im Bereich Erdöl und Erdgas) könnte sich die Gewichtung der genannten Förderziele der Bioenergie in Zukunft in Richtung ressourcenökonomischer Argumente verstärken. Die Gewährleistung einer sicheren Energieversorgung kann langfristig die politische Unterstützung der Biokraftstoffe in Europa und Deutschland bedeuten.<sup>4</sup>

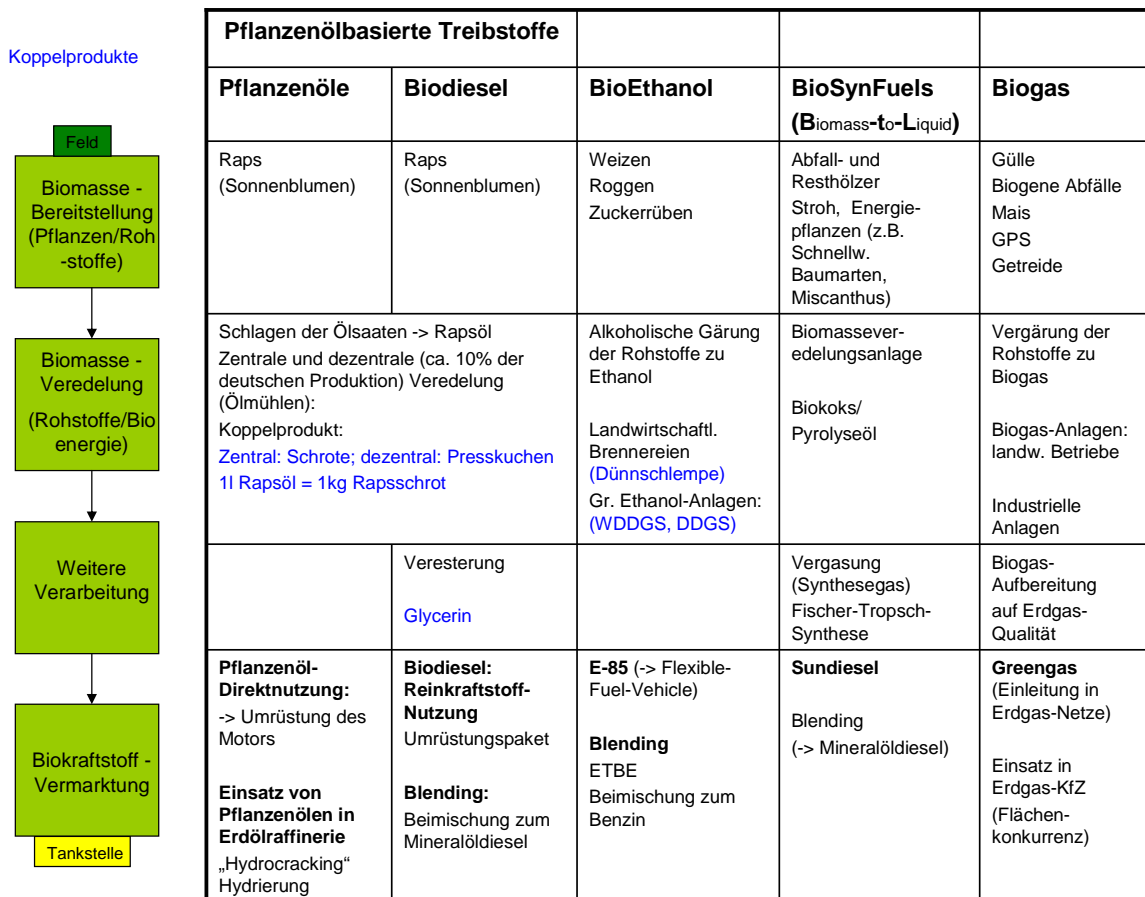
### **3.1.3 Prozessketten relevanter Biokraftstoffe**

Für jedes Segment der Produktionskette der Biokraftstoff-Produktion stellt sich letztlich die Frage nach der Standortwahl und damit nach dem Wertschöpfungspotenzial in dieser Region. Soll das Ziel die Erhöhung der Wertschöpfung im ländlichen Raum sein, dann sollten möglichst viele Segmente der Produktionskette dort realisiert werden. Im Folgenden werden nun die Prozessketten der relevanten Biokraftstoffe in Deutschland mit Inputbiomassen und Koppelprodukten vorgestellt.

---

<sup>4</sup> Allerdings wird die Tatsache, dass die Substitutionspotenziale der Biokraftstoffe gegenüber fossilen Kraftstoffen wegen der Begrenzung der landwirtschaftlichen Fläche beschränkt sind oft, übersehen (vgl. BREUER, DELZEIT UND MELZNER 2007). In Zeiten von Flächenstilllegung in der EU ist uns der Gedanke fern, dass Land eine knappe Ressource sein könnte, aber bei einer universalgeschichtlichen Betrachtung wird bewusst, dass schon im solarbasierten vorindustriellen Zeitalter die Flächenausstattung die Obergrenze der Energiebereitstellung darstellte.





**Abbildung 14: Produktionsketten der relevanten Biokraftstoffe mit Inputbiomassen und Koppelprodukten in Deutschland**

Pflanzenölbasierte Kraftstoffe können aus verschiedenen ölhaltigen Pflanzen hergestellt werden (siehe Abbildung 14). In dieser Arbeit wird allerdings ausschließlich Raps als Ausgangsrohstoff betrachtet. Somit wird bei den reinen Pflanzenölen *Rapsöl* und bei den umgeesterten Pflanzenölen Rapsölmethylester im Vordergrund stehen. Rapsölmethylester (RME) wird landläufig auch als *Biodiesel* bezeichnet. Mit dem Begriff Biodiesel können allerdings auch Kraftstoffe gemeint sein, die auf der Basis von Tiermehl und -fetten oder anderen Fetten produziert wurden.

*Bioethanol* kann man grundsätzlich herstellen aus:

- zuckerhaltigen Pflanzen (Zuckerrohr, Zuckerhirse, Zuckerrüben)
- stärkehaltigen Pflanzen (Mais, Getreide, Maniok, Kartoffeln) und
- cellulosehaltigen Pflanzen (Holz, Stroh, etc.)

(vgl. SCHMITZ 2003, S.38ff).

In dieser Arbeit wird der Schwerpunkt auf der Produktion von Bioethanol auf Basis von Getreide (Weizen, Roggen) und Zuckerrüben liegen. Hier gibt es in Deutschland schon Erfahrungen sowohl beim Anbau als auch in der Verarbeitung. (weitere Informationen, auch zu den Rahmenbedingungen, siehe Kapitel 3.5.1). Die Entwicklung der *BioSynFuels* steckt noch in der Pilotphase. Die *BioSynFuels* sollen eine breite Auswahl an möglicher Inputbiomasse verarbeiten können. Das *Biogas* wird hier ebenfalls als Kraftstoff aufgeführt. Als mögliche Roh-

stoffe kommen Gülle, Bioabfälle, Maissilage, GPS und Getreide in Frage. Auch wenn die Verwendung von Biogas als Kraftstoff aufgrund des steuerbegünstigten Erdgases noch recht wenig verbreitet ist, ist die Verstromung des Biogases (auch mit vorheriger Einspeisung ins Erdgasnetz) durch das EEG eine lukrative Alternative. Dies stellt letztlich eine Nutzungskonkurrenz der Ackerflächen für die Produktion der flüssigen Biokraftstoffe dar.

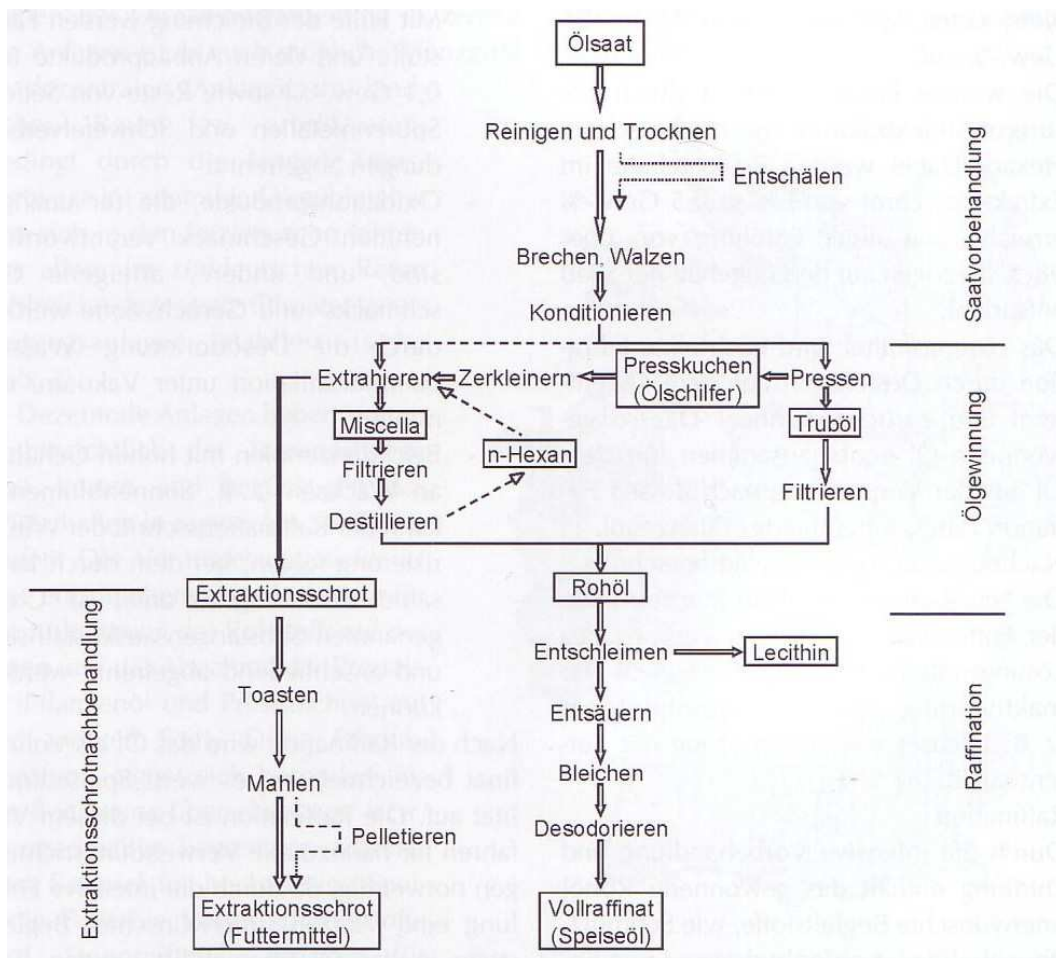
## Pflanzenölbasierte Kraftstoffe

**Tabelle 2: Ölsaatenverarbeitung in zentralen und dezentralen Anlagen nach WIDMANN 2005, TFZ 2006**

Kriterium	Zentral	Dezentral
Betriebsform	überwiegend Kapitalgesellschaften (GmbH, AG), größtenteils nationale, europäische und internationale Konzerne, Großunternehmen	überwiegend mittelständische, genossenschaftliche (GmbH, EZG, e.V.) und private Unternehmen, größtenteils nicht eingebunden in Konzerne
Standort	an zentralen Verkehrswegen (Wasserstraßen, Bahn, Straße)	unmittelbar im Einzugsgebiet der landwirtschaftlichen Produktion gelegen Verkehrswege überwiegend Straße
Anlagenkonzept	Konditionierung der Saat, Pressen und Lösungsmittel-Extraktion, Raffination der Öle, Entbenzinierung des Extraktionsschrots; geringe Flexibilität	Pressen ohne Lösungsmittel-Extraktion und Wärmebehandlung der Saat, Rohölsreinigung; hohe Flexibilität
Organisatorische Einbindung in die landw. Produktion	in der Regel von landwirtschaftlicher Produktion getrennt (mit Zwischenhandel)	Direkte oder indirekte Einbindung in die landwirtschaftliche Produktion (kein Zwischenhandel)
Verarbeitungskapazität	über 500t/Tag	bis 25t/Tag (in Ausnahmefällen auch mehr)
Einzugsgebiet	International	Regional, unmittelbarer Umkreis um den Verarbeitungsstandort (ca. 50 km)
Transportlogistik	großtonnagige Transporte und Lagerung mit mehreren Zwischenstationen für Ölsaaten und Endprodukte, Transporte weltweit mit Schiff, Bahn über größere Strecken	überwiegend kleintonnagige direkte Transporte innerhalb des Einzugsgebietes, Transporte regional mit LKW, Bahn
Produktionssortiment	Voll- und Halbraffinate, vor allem aus Raps, Sonnenblumen, Lein, Soja; Extraktionsschrot	überwiegend kaltgepresstes Pflanzenöl aus einer Vielzahl von Ölsaaten; Presskuchen
Produktkenndaten	größtenteils standardisierte Qualitäten der Endprodukte; Extraktionsschrot mit Restfettgehalt von <1%	Bislang noch keine standardisierte Qualität aller Endprodukte Qualitätsmerkmale verbesserungsfähig; Presskuchen mit Restfettgehalt von 10-18%
Umweltaspekte	hoher Aufwand für wirtschaftlichen Energieeinsatz und Umweltschutz, hohes Transportaufkommen	geringer Energiebedarf, kein Einsatz von Lösungsmitteln, keine produktionsbedingten Abwässer; geringes Transportaufkommen, Kreislaufwirtschaft
Vermarktung	weltweite Partien; food/non-food	Regional; Bedienung von Marktnischen; food/non-food
Steigerung der Wertschöpfung für die Landwirtschaft	keine (Weltmarktpreise)	möglich (höherer Preis erzielbar)
Wirtschaftlichkeit	gegeben; Maßstab für Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dezentraler Anlagen	abhängig von regionalen Marktgegebenheiten
Markterschließung	gesichert	Markterschließung für Nischenprodukte und alternative Nutzungen erforderlich

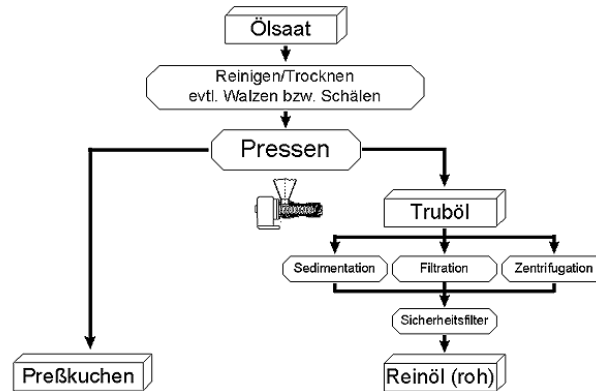
Es gibt zwei Möglichkeiten der Ölsaatenverarbeitung in Deutschland (vgl. Tabelle 2), die im Folgenden vorgestellt werden.

In den zentralen, großtechnischen Ölmühlen erfolgt die Gewinnung des Rapsöls (vgl. Abbildung 15) nach einem aufwendigeren Verfahren als bei den dezentralen Ölmühlen. Es erfolgt eine Vorbehandlung des Rapses und dann erst die Pressung. Um eine Ölausbeute von 99% zu erreichen, wird ein Lösungsmittel zur Extraktion eingesetzt. Das gewonnene Rapsöl wird meist zu Biodiesel weiterverarbeitet. Als Koppelprodukt fällt ein proteinhaltiges Futtermittel (Rapsextraktionsschrot) an (vgl. HARTMANN UND KALTSCHMITT 2002, WIDMANN UND THUNEKE 2002).



**Abbildung 15: Verfahrensablauf bei der Pflanzenölgewinnung und -raffination in zentralen Anlagen (Quelle: WIDMANN 2005)**

Die kleinen, dezentralen Anlagen verarbeiten den Raps nach einem technisch sehr einfachen Verfahren (vgl. Abbildung 16). Es findet ausschließlich eine mechanische Entölung über Schneckenpressen (Kaltpressen) statt. Damit liegt die Ölausbeute nur zwischen 75% und 85%. Als Koppelprodukt fällt Presskuchen (proteinhaltiges Futtermittel) an.



**Abbildung 16: Verfahrensschritte der Ölsaatenverarbeitung in dezentralen Anlagen (Quelle: WIDMANN 2005)**

Um Pflanzenöl nun als Kraftstoff in Motoren einsetzen zu können, sind zwei Wege möglich:

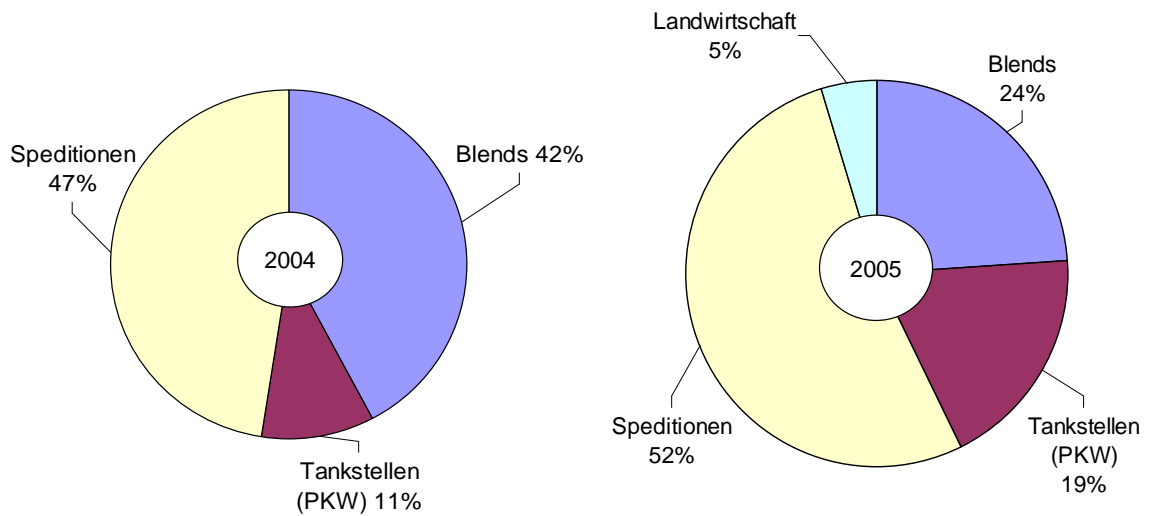
- Anpassung des Motors: Damit kann naturbelassenes, reines Pflanzenöl gefahren werden: Hier ist vor allem der Name Ludwig Elsbett zu nennen, der mit seinem „Duotherm-Verfahren“ wohl den bekanntesten Motor für Pflanzenöle entwickelt hat (vgl. WIDMANN UND THUNEKE 2002). Heute werden aber vor allem umgerüstete Standard-Dieselmotoren eingesetzt.
- Anpassung der Kraftstoffe: Bei der Anpassung des Kraftstoffes wird versucht, das Pflanzenöl durch chemische Veränderung den Eigenschaften des Mineralöldiesels anzupassen (HARTMANN UND KALTSCHMITT 2002, S.116).

### **Biodiesel**

Das bekannteste und am weitesten verbreitete Verfahren zur Anpassung des Kraftstoffs ist die so genannte Umesterung. Hierdurch wird aus Rapsöl RME. Der dreiwertige Alkohol des Pflanzenöls (Glycerin) wird durch Zugabe von 10% Methanol (einwertiger Alkohol) verdrängt. Somit fällt als Koppelprodukt Glycerin an, das entweder als Rohglycerin oder als aufgearbeitetes Pharmaglycerin verkauft werden kann (HARTMANN UND KALTSCHMITT 2002, S.116). Die Produktion der Pflanzenöle und des Biodiesels dient also der Substitution von Mineralöldieselmotoren.

### **Absatz der Pflanzenölbasierten Kraftstoffe**

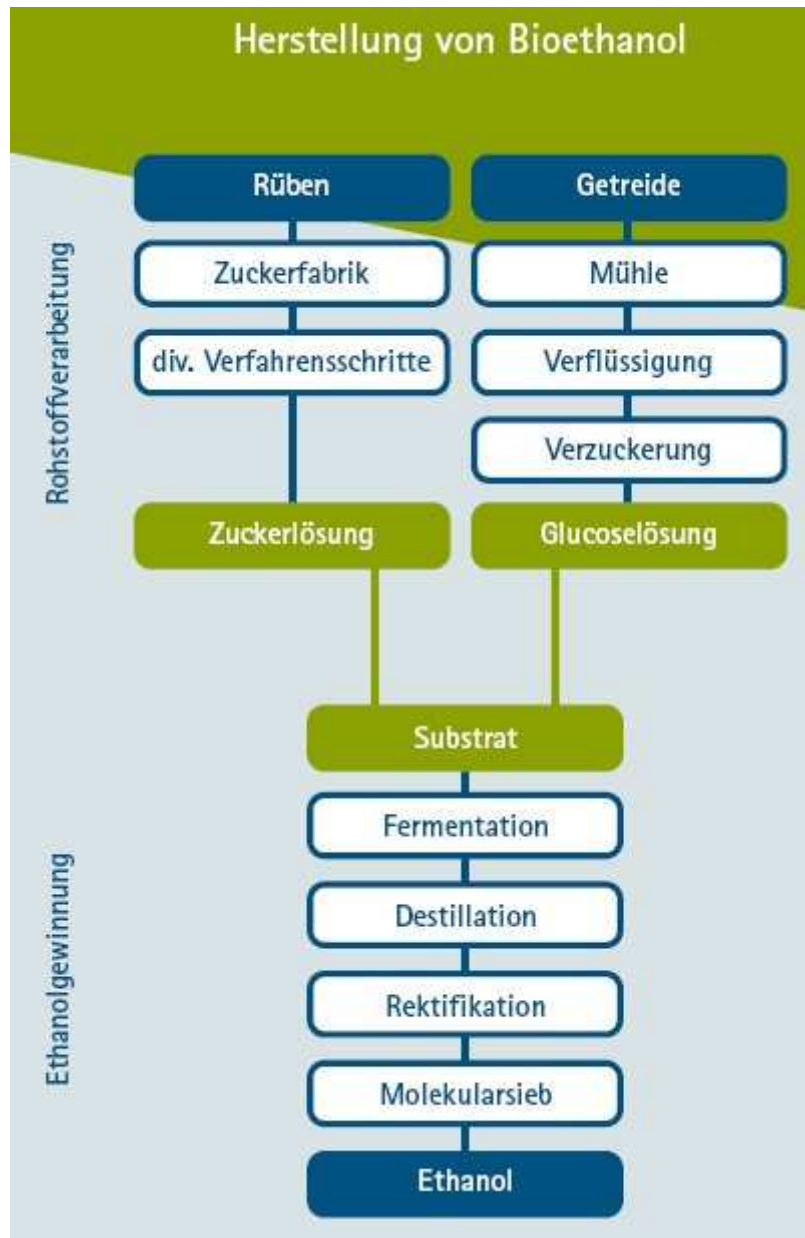
Im Jahr 2005 wurde der Absatz von Pflanzenölkraftstoffen auf 0,3 Mio. t geschätzt. Von insgesamt 1,8 Mio. t Gesamtabsatz von Biodiesel wurden 1,2 Mio. t als Reinkraftstoff vermarktet (UFOP 2006). Auch der Absatz in der Landwirtschaft ist 2005 erstmals zum Tragen gekommen (siehe Abbildung 17).



**Abbildung 17: Biodiesel-Absatz nach Segmenten (Quelle: VERBAND DER DEUTSCHEN BIODIESEL-INDUSTRIE 2006)**

### Bioethanol

Die verschiedenen Verfahrensschritte der Bioethanol-Produktion veranschaulicht Abbildung 18. Bei den zuckerhaltigen Rohstoffen erfolgt zuerst eine Zuckersaftgewinnung. Wird der Zuckersaft nicht sofort verarbeitet, wird er zu Dicksaft eingedampft und dann nach der Lagerung verarbeitet. Grundsätzlich kann Zucker durch alkoholische Gärung in Ethanol und Kohlenstoffdioxid umgewandelt werden. Da jedoch grundsätzlich auch stärke- und cellulosehaltige Rohstoffe verwendet werden können, müssen diese in einem Zwischenschritt zuerst aufgeschlossen und dann verzuckert werden. Die aus den verschiedenen Grundstoffen gewonnenen Ausgangslösungen werden dann mit Hilfe von Hefe vergoren. Nach dem Gärprozess erfolgt aus der gewonnenen vergorenen Maische die Alkoholanreicherung (Destillation). Es entsteht ein 96%-iger Alkohol. Dieser muss durch die Absolutierung auf 99,5% konzentriert werden, damit man ihn den fossilen Treibstoffen beimischen kann (HARTMANN UND KALTSCHMITT 2002, S.118ff). Als Koppelprodukt entsteht die so genannte Schlempe.



**Abbildung 18: Schema der Ethanolgewinnung aus zucker- und stärkehaltiger Biomasse (Quelle: WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER 2004)**

Die Schlempe aus kleineren Brennereien wird entweder verfüttert oder als Dünger ausgebracht. Aufgrund des Volumens und aus Umweltgründen ist diese unproblematische Verwendung bei größeren Brennereien nicht möglich (SCHMITZ 2003, S.79).

Die Getreideschlempen verursachen in einer Großbrennerei wesentliche Investitionen und stellen einen wichtigen Kostenfaktor bei der Ethanolherzeugung dar. Auf die Schlempeverarbeitung und den Energieversorgung entfallen ca. 45% der Investitionen (vgl. SCHMITZ 2003). Allerdings verringern die bei stärkehaltigen Rohstoffen anfallenden DDGS (Distiller's Dried Grain Solubles), die als hochwertiges Eiweißfuttermittel verkauft werden, die Produktionskosten um ein Achtel. Die Schlempen sind ungetrocknet nur drei Tage haltbar und müssen

dementsprechend zeitnah verfüttert werden (vgl. HENNIGES UND ZEDDIES 2003, S.218). Die Trocknung und damit die Konservierung der DDGS erfordern erhebliche Energiemengen und lassen die Kosten- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Ethanols schlechter werden. Sie sind aber notwendig, wenn die Anlagen eine gewisse Größe überschreiten, da die regionale Vermarktung der ungetrockneten DDGS an ihre Grenzen stößt (vgl. KUHN 2005). Bei der Produktion auf Basis von Zuckerrüben entstehen Trockenschnitzpellets und Vinasse, die als Tierfutter verkauft werden und damit die Produktionskosten ebenfalls erheblich reduzieren.

Durch Ethanol kann man Benzin auf zwei verschiedene Weisen ersetzen. Entweder wird er dem Ottokraftstoff direkt oder in Form von ETBE (Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether), einem Kraftstoffzusatz (Klopffestiger), der den bisherigen auf Basis von Methanol produzierten MTBE ablösen kann, beigemischt.

### ***Bioethanol aus cellulosehaltiger Biomasse***

Hier würden vor allem Holz und Stroh als Biomasse zum Einsatz kommen. Die kanadische Firma IOGEN hat in Kanada bereits ein erstes Ethanol-Werk auf Basis von Stroh gebaut und ist momentan auf der Suche nach einem Standort in Deutschland. IOGEN arbeitet hier mit dem Erdöl-Konzern Shell zusammen.

### **Absatz des Bioethanol**

Der ETBE-Markt wurde als erstes in Deutschland entwickelt. Durch den Beimischungszwang muss die Mineralölwirtschaft nun auch Ethanol dem Benzin direkt zumischen (Blending). Weitere Absatzmöglichkeiten bestehen in der Verwendung von E-85. Hier sind vor allem die Aktivitäten der Südzucker AG zu nennen, die neben der Vermarktung der DDGS unter dem Namen ProtiGrain auch eine eigene Vermarktung des E-85-Kraftstoffes unter dem Namen CropPower85 auf die Beine gestellt hat (<http://www.cropenergies.com/>). Zwei der drei Tankstellen mit CropPower befinden sich in NRW (Bad Honnef und Troisdorf). Weitere lokale Aktivitäten sind in Verbindung mit den lokalen Ford-Autohäusern in Planung (z.B. [http://www.abnachdraussen.net/pdf/Bioethanol\\_flyer.pdf](http://www.abnachdraussen.net/pdf/Bioethanol_flyer.pdf)).

### **BtL-Kraftstoffe**

Die Herstellung der synthetischen Kraftstoffe kann aus Kostengründen (economies of scale) nur in zentralen Großanlagen (optimal: 1 Mio. t Trockenbiomasse pro Jahr) erfolgen (CHOREN 2006). Hier wird zuerst durch Vergasung der Biomasse (Flugstrom-Druckvergasung oder Carbo-V<sup>®</sup>-Verfahren) ein nahezu teerfreies Synthesegas erzeugt. Aus dem gewonnenen Synthesegas werden mit Hilfe der Fischer-Tropsch-Synthese „Designer-Kraftstoffe“ hergestellt. Die Eigenschaften dieser Kraftstoffe sind im Gegensatz zu den Mineralölkraftstoffen fast beliebig bestimmbar. Wird die Energie zur Elektrolyse aus regenerativen Energien er-



zeugt, handelt es sich um einen vollkommen regenerativ hergestellten Kraftstoff. In diesem Fall spricht VW von SunFuel<sup>®</sup>, das es sich hat rechtlich schützen lassen und DaimlerChrysler von Biotrol (Kunstwort aus „Biomasse“ und „Petrol“). SunFuel<sup>®</sup> und Biotrol sind entsprechende „Designer-Kraftstoffe“, die folgende Vorteile gegenüber anderen Kraftstoffen besitzen:

- verschiedene Inputbiomassen sind möglich (Diversifizierung des Inputs und Ganzpflanzennutzung), ohne dass sich die Qualität der Kraftstoffe ändert
- die Eigenschaften der Kraftstoffe können der Motorenentwicklung angepasst werden
- es entstehen sehr hochwertige Kraftstoffe, die den gestiegenen „Ansprüchen“ der Motoren gerecht werden
- mit ihnen ist eine Veränderung der Entwicklungsstrategien Motoren/Kraftstoff möglich (es könnte der Kraftstoff den Motoren angepasst werden).

Die Fischer-Tropsch-Synthese wurde in NRW (Mülheim an der Ruhr) entwickelt und wurde in Deutschland schon während des 2. Weltkrieges (auf Kohlebasis) eingesetzt. Die Herstellung von SynFuels wird heute in Südafrika auf Steinkohlebasis und in Malaysia und Indonesien auf Erdgasbasis (Gas-to-Liquid (GtL)-Technologie) in großem Maßstab betrieben. Eine Reihe von weiteren GtL-Anlagen ist weltweit geplant. Ebenfalls gibt es verstärkte Überlegungen bezüglich der Vergasung von Kohle zu flüssigen Kraftstoffen (Coal-to-Liquid(CtL)-Kraftstoffe). Die GtL-Anlagen könnten als Vorstufe für die BtL-Anlagen dienen. Nach ersten Pilotanlagen errichtet die Firma CHOREN, unterstützt durch das BMWA und in Kooperation mit VW und DaimlerChrysler, nun neue BtL-Demonstrationsanlagen im industriellen Maßstab in Freiberg, sowohl für den Bereich der Biomasse-Veredlung wie auch für die Herstellung der Kraftstoffe (vgl. WOLF 2002).

Eine Studie des Wuppertal Instituts und des Forschungszentrums Jülich mit dem Titel „Strategische Bewertung der Perspektiven für Synthetische Kraftstoffe auf Biomasse-Basis in NRW“ (vgl. ARNOLD ET AL. 2006) hat folgende Fragen zum Einsatz von BtL in NRW abgearbeitet:

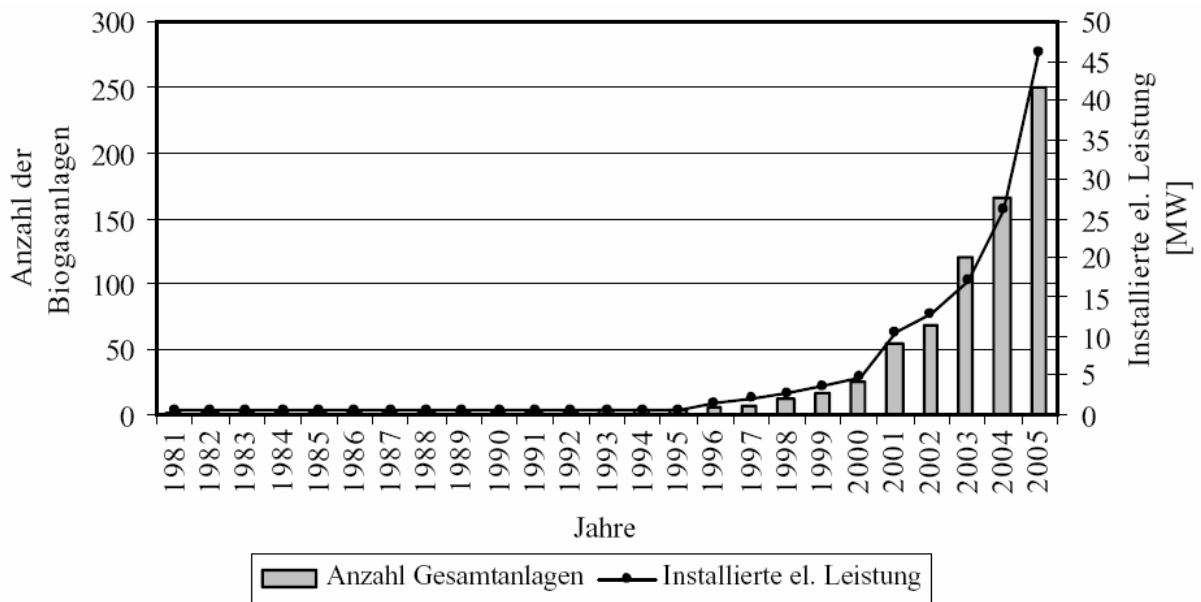
- Verfahrenstechnische Analyse der Prozesse (Klima- und Umweltschutz, Versorgungssicherheit, Ressourcenschonung)
- Rohstoff-Verfügbarkeit, Potenzialermittlung und Nutzungskonkurrenzen (Stärkung der Regionalwirtschaft)
- Wirtschaftliche Auswirkungen und Chancen (Stärkung des Industrie-/Technologiestandortes, Wettbewerbsfähigkeit).

Als Biomasse sollen vor allem forstwirtschaftliche Rückstände (Holz), landwirtschaftliche Nebenprodukte (Stroh) und Energiepflanzen (Schnellwachsende Baumarten, Miscanthus)

zum Einsatz kommen. Die Firma CHOREN stellt einen Erlös von  $60\text{€}/\text{t}_{\text{atro}}^5$  ab Hof der Anlage in Aussicht (vgl. CHOREN 2006). Dies deckt sich mit den Erlösen, die PALLAST, BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006 für die Verbrennung von Hackschnitzeln in 2005 ermittelt haben. Die Studie von ARNOLD ET AL. 2006 geht sogar von  $50\text{€}/\text{t}$  für Holz und  $60\text{€}/\text{t}$  Strohaus und zeigt dann, dass die Kalkulationen sehr sensitiv auf die Veränderung der Rohstoffkosten reagieren, was nichts anderes bedeutet, als dass die Biomasse bei einer solchen Anlage so billig wie möglich sein muss.

### 3.1.4 Konkurrenz auf der Fläche: Biogasboom nach der Novellierung des EEG

Die Anzahl der Biogas-Anlagen in NRW ist in den letzten Jahren bedingt durch die energiepolitischen Rahmenbedingungen (Stromeinspeisegesetz 1990 und das EEG 2000) sehr stark angestiegen (vgl. Abbildung 19).



**Abbildung 19: Biogasanlagen in Nordrhein-Westfalen (Umfrageergebnisse und Schätzungen des MUNLV für 2003-2005 (Quelle: EISELE 2005))**

Mit Inkrafttreten des novellierten Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) vom 21. Juli 2004 wird der Erzeugung von Strom aus regenerativen Quellen eine Vorrangstellung gegenüber fossilen Energieträgern eingeräumt (vgl. DEUTSCHER BUNDESTAG 2004). Erklärtes Ziel des Gesetzes ist es, den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2010 auf mindestens 12,5% und bis zum Jahr 2020 auf mindestens 20% zu erhöhen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden in dem Gesetz der vorrangige Anschluss von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien sowie die vorrangige Abnahme, Übertragung und Vergütung dieses Stroms festgelegt. Zu den erneuerbaren Energien zählen Wasserkraft, Wind-

<sup>5</sup> atro = absolut trockene Biomasse

kraft, solare Strahlungsenergie, Geothermie sowie Biomasse einschließlich Biogas, Deponiegas und Klärgas. Die garantierte Grundvergütung für Strom aus Biomasse erfolgt in Abhängigkeit von der in der Biogasanlage erzeugten elektrischen Leistung. Grund- sowie zusätzliche Bonusvergütungen sind in Tabelle 3 dargestellt. Die dort aufgelisteten Grundvergütungen gelten für alle ab dem 31. Dezember 2003 in Betrieb genommenen Anlagen und werden für ältere Anlagen entsprechend angeglichen. Sie werden ab dem 1. Januar 2005 um jährlich 1,5% gekürzt (Degression) und auf zwei Stellen nach dem Komma gerundet. Die Degression gilt nicht für die Boni. Anlagen, die nach dem 31. Dezember 2006 in Betrieb genommen werden, erhalten die Vergütungen nur dann, wenn ausschließlich Nachwachsende Rohstoffe oder Pflanzenölmethylester für Zwecke der Zünd- und Stützfeuerung genutzt werden.

**Tabelle 3: Vergütungssätze für Strom aus Biogasanlagen in Cent pro Kilowattstunde (Quelle: BMU 2006)**

Anlagenleistung in Kilowatt (KW)	Grundvergütung in Cent pro Kilowattstunde
<b>Bis einschließlich 150</b>	<b>11,5</b>
<b>Größer 150 bis einschließlich 500</b>	<b>9,9</b>
<b>Größer 500 bis einschließlich 5.000</b>	<b>8,9</b>
<b>Größer 5.000 bis einschließlich 20.000</b>	<b>8,4</b>
Auflagen zum Erhalt zusätzlicher Bonusvergütungen	Bonusvergütung in Cent pro Kilowattstunde
<b>Ausschließliche Nutzung von Nachwachsenden Rohstoffen<sup>6</sup> (NawaRo-Bonus) in einer Anlagengröße</b>	
• bis einschließlich 500 KW	<b>6</b>
• ab 500 KW bis einschließlich 5.000 KW	<b>4</b>
<b>Erzeugung des Stroms nach § 3 Abs. 4 des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWK-Bonus).</b>	<b>2</b>
<b>Erzeugung des Stroms mittels Kraft-Wärme-Kopplung und gleichzeitiger Anwendung neuer Technologien<sup>7</sup> (Technologie-Bonus)</b>	<b>2</b>

Mit der Novellierung des EEG im Jahre 2004 werden verschiedene Vergütungs-Boni für Biogas-Anlagen eingeführt. Der NawaRo-Bonus sorgt dafür, dass der Anbau von Nachwachsen-

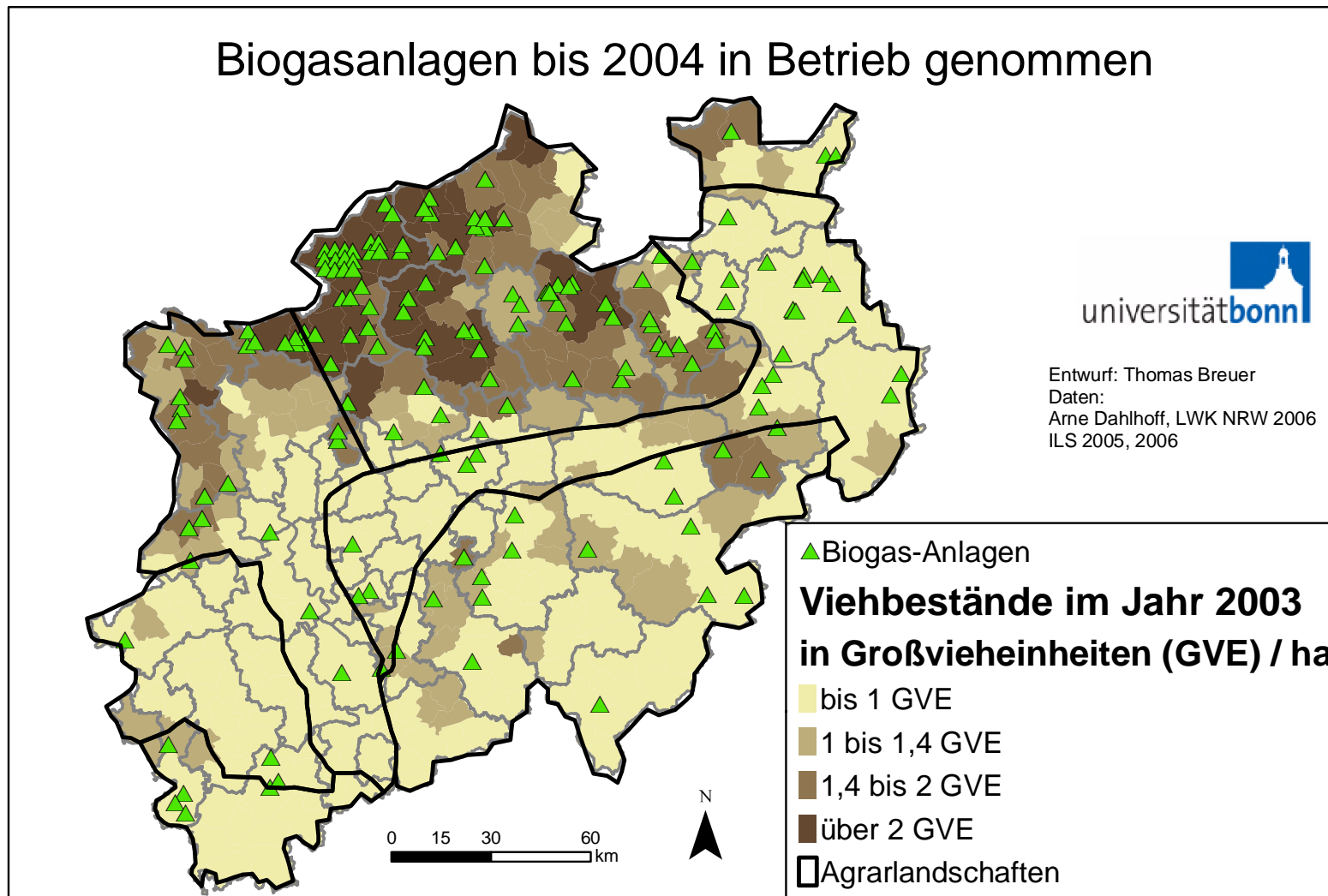
<sup>6</sup> Als Nachwachsenden Rohstoff definiert das EEG Biomasse aus Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau, Landschaftspflege sowie Gülle (im Sinne der Verordnung EG Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments) oder Schlempe aus einer landwirtschaftlichen Brennerei (im Sinne des § 25 Gesetz über das Branntweinmonopol).

<sup>7</sup> Als neue Technologie werden laut EEG zurzeit die Umwandlung der Biomasse durch thermochemische Vergasung oder Trockenfermentation, die Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität sowie die Gewinnung des Stroms mittels Brennstoffzelle, Gasturbine, Dampfmotor, Organic-Rankine-Anlage oder Stirling-Motor angesehen. Das Gesetz sieht eine Erweiterung bzw. Einschränkung der Liste in Abhängigkeit des Stands der Technik vor.

den Rohstoffen (NawaRo) für den Einsatz in Biogas-Anlagen wirtschaftlich ist. Auch in Verbindung mit den Kraft-Wärme-Koppelungs- und Technologieboni wird damit der Anbau von Energiepflanzen für die Verwendung in Biogas-Anlagen (v.a. Energiemais und GPS) so lukrativ, dass stellenweise eine ökonomische Vorzüglichkeit gegenüber der Food- und Feed-Produktion, aber auch gegenüber der Non-Food-Produktion für die flüssigen Biokraftstoffe gegeben ist. Neue Technologien der Biogasproduktion „ohne“ Gülle und auch die Möglichkeit der Biogas-Aufbereitung und Einspeisung ins Erdgas-Netz geben der Entwicklung eine weitere Dynamik. Da Maissilage als transportunwürdige Biomasse eingestuft werden muss, ist eine lokale Verwertung notwendig. Der Ausweitung des Energiepflanzenanbaues für die Biogas-Produktion ist somit abhängig von der regionalen Biogasanlagenkapazität.

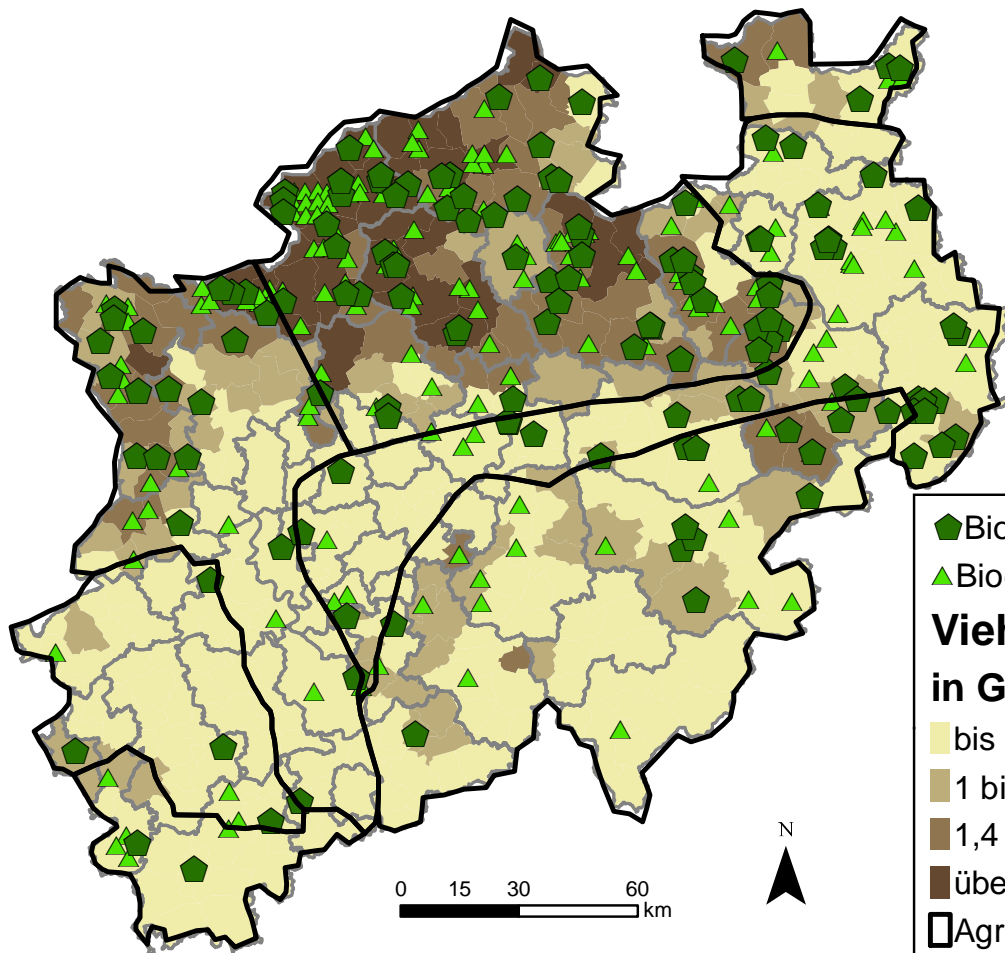
Mit der Novellierung des EEG hat ein wahrer Biogas-Boom in Deutschland eingesetzt, der sich durch die geschilderten Rahmenbedingungen auch auf die Ackerbauregionen und auf Kooperationen mit Energieversorgern ausgedehnt hat. Die Karte 4 und 5 zeigen die Biogas-Entwicklung bis zur Novellierung des EEG und die Entwicklung nach der Novellierung, wobei auf die schwierige Datenlage bezüglich der Biogas-Anlagen im Bau, aber vor allem der in Planung befindlichen Anlagen hingewiesen werden muss.

# Biogasanlagen bis 2004 in Betrieb genommen



Karte 4: Verteilung der Biogas-Anlagen vor der Novellierung des EEG

# Biogasanlagen in Betrieb genommen oder in Bau/Planung befindlich



Entwurf: Thomas Breuer  
Daten:  
Arne Dahlhoff, LWK NRW 2006  
ILS 2005, 2006  
Stand 04/2006

- ◆ Biogas-Anlagen ab 2004
- ▲ Biogas-Anlagen bis 2004
- Viehbestände im Jahr 2003  
in Großvieheinheiten (GVE) / ha**
- bis 1 GVE
- 1 bis 1,4 GVE
- 1,4 bis 2 GVE
- über 2 GVE
- Agrarlandschaften

Karte 5: Biogas-Boom nach der Novellierung des EEG im Jahr 2004

**Folgende wesentliche Auswirkungen des novellierten EEG können festgestellt werden:**

- Trennung von Abfall- und NawaRo-Anlagen
- Auswirkungen durch den NawaRo-Bonus:
  - o Anbau von Energiepflanzen für die Biogas-Produktion
  - o Biogas auf dem Weg in die Ackerbaugelände → technische Innovation „Biogas ohne Gülle“ (Güllefreie Nassvergärung und Trockenfermentation)<sup>8</sup>
- Auswirkungen durch den KWK-Bonus:
  - o Anreiz zur Abwärmenutzung
  - o Standortsuche mit dem Ziel der Nutzung von Abwärmesenken. Solche Abwärmesenken können gefunden werden in:
    - Industrie- und Gewerbegebieten und -parks
    - Kommunalen Gebäuden (Rathäuser, Hallen- und Freizeitbäder, Schulzentren, Krankenhäuser, Altenheime,...)
    - Große Wärmeabnehmer, z.B. Einkaufszentren
    - Landwirtschaft: landwirtschaftlicher Trocknungsbedarf, Trocknung von Holz, Aufbereitung der Gärreste, etc. .

Während in früheren Anlagen ein hoher Gülleanteil im Gärsubstrat für einen reibungslosen Gärprozess unerlässlich war, ist dies in neueren Anlagen, die nachwachsende Rohstoffe (v.a. Maissilage) in zunehmendem Maße direkt vergären können, nicht mehr unbedingt erforderlich. „Langsam aber sicher steigt jedoch auch die Zahl derjenigen Betreiber, die sich an neue Techniken heranwagen. Hierzu zählen die Trockenfermentation und die güllefreie Nassvergärung. Beide Verfahren versprechen mögliche Vorteile hinsichtlich Prozessverlauf und Wirtschaftlichkeit. Ob sich diese Annahmen in der Praxis bestätigen, sollen Forschungsprojekte klären, die im letzten Jahr mit Unterstützung der FNR angelaufen sind. Bei der güllefreien Nassvergärung gilt vor allem die ausschließliche Vergärung nachwachsender Rohstoffe, bei der keine Reststoffe mehr eingesetzt werden, als viel versprechend. Denn von dieser Variante der Biogaserzeugung können auch Landwirte ohne eigenen Viehbestand profitieren und gleichzeitig den NawaRo-Bonus beziehen. So unterstützt die FNR die wissenschaftliche Begleitforschung einer Anlage am Standort Euskirchen in Nordrhein-Westfalen“ (FNR 2006c, S.12). Weitere wissenschaftliche Erfahrung zur Monovergärung von Energiepflanzen liegen durch den Bau und Betrieb der Biogasanlage Obernjesa vor (vgl. FISCHER UND KRIEG 2005). Diese technologische Entwicklung in Verbindung mit dem ökonomischen Anreiz durch den NawaRo-Bonus hat entscheidende Konsequenzen für die Agrarproduktion. Da die Erzeugung von Biogas nicht mehr auf die Veredelung des „Abfallproduktes“ Gülle beschränkt ist, kann sie auch in Ackerbauregionen auf Basis nachwachsender Rohstoffe erfolgen. Anders als bei der Gülleverwertung sind hier jedoch Konkurrenzbeziehungen um die knappe landwirtschaft-

---

<sup>8</sup> Biogas-Anlagen, die mit Nassfermentationsverfahren arbeiten und Gülle mit Kofermenten vergären, gelten heute als Stand der Technik.

liche Fläche von Bedeutung. Mit der vereinfachten Darstellung eines 10km-Buffers um die geplanten und im Bau befindlichen Anlagen nach dem novellierten EEG kann eine grobe Abschätzung erfolgen, wo Energiemais für die Biogas-Anlagen verstärkt nachgefragt werden wird. Als Folgen zeigt sich das lokale Anziehen der Pachtpreise an Standorten mit Biogas-Anlagen. Gerade in den „klassischen“ tierischen Veredelungsgebieten zeigen sich neben der Konkurrenz um die Futterfläche auch die steigenden „Nährstoffentsorgungskosten“<sup>9</sup> (vgl. Kapitel 3.6.2.1).

Da die EEG-Vergütung in allen Agrarlandschaften und Regionen gleich ist und keine Transportkosten für die Vermarktung des veredelten Produktes Biogas-Strom anfallen, ist das EEG eine neue Chance für die peripher gelegenen Kreise. Insgesamt stellt der auf 20 Jahre garantierte Stromeinspeisepreis den wesentlichen Anreiz für den Bau einer Biogasanlage dar, gerade für die ackerbaulichen Ungunstlagen. Durch die agrarpolitischen Entscheidungen der Luxemburger Beschlüsse im Bereich der Milch- und Rindfleischproduktion wird es vor allem in den Mittelgebirgslagen zu starken Einkommensverlusten kommen (vgl. DEITMER UND BERG 2006). Hier würden sich auch weitere Synergieeffekte in Form der Nutzung des Aufwuchs von Flächen ergeben<sup>10</sup>. Grenzertragsstandorte, die letztlich „nur“ in einem ökologisch guten Zustand gehalten werden und/oder Naturschutzflächen (wobei hier zu beachten bleibt, dass sich diese Inputbiomasse aufgrund der teilweisen Verholzung nur bedingt für den Einsatz in Biogas-Anlagen eignen) könnten bedingt auch zur Biogasproduktion eingesetzt werden. Damit hat das EEG (wie auch z.B. die Unterstützung der Bioethanolprojekte in den Roggenanbaugebieten in den neuen Bundesländern nach dem Wegfall der Roggenintervention) auch einen regional- und strukturpolitischen Charakter.

### **3.1.4.1 Biogasaufbereitung und Einspeisung ins Erdgasnetz als Zukunftstechnologie**

Mit der Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes im Jahr 2005 ist es den Anlagenbetreibern möglich, das deutsche Erdgasnetz zu „Transportzwecken“ des aufbereiteten Biogases zu nutzen (vgl. FACHVERBAND BIOGAS 2005). Damit wird eine räumliche Trennung der Biogas-Produktion und der Verstromung des Biogases möglich. Dies bietet zahlreichen (regionalen) Energieversorgern den Anreiz sich mit dem Thema zu beschäftigen.

Die Biogasaufbereitung wird in einer Reihe von Studien als Zukunftstechnologie eingestuft (vgl. WUPPERTAL INSTITUT 2006, FNR 2006D, FACHVERBAND BIOGAS 2005, SCHULZE UND HILLE 2003, WEILAND 2003). Alle Studien bescheinigen Biogas sehr große Potenziale als Erd-

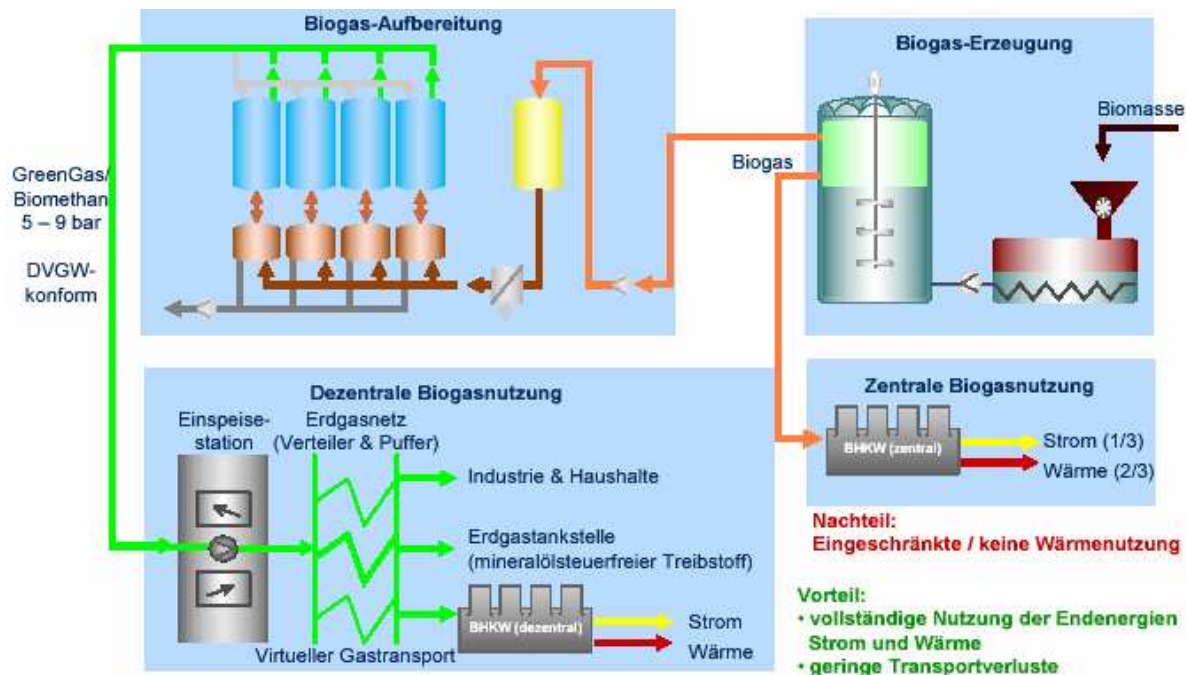
---

<sup>9</sup> Bei den Milch- und Rindfleischproduzenten ergibt sich eine unmittelbare Konkurrenz um die Futterfläche. Auch die steigenden Getreidepreise führen zu höheren Kraftfutterkosten. Neben den steigenden Futterkosten treffen die Schweinemäster vor allem auch die steigenden „Gülle-Entsorgungskosten“.

<sup>10</sup> Zudem zeigen neueste Untersuchungen, dass sich bei Ackergras eine Nutzung des 1. und 2. Schnittes zur Rindvieh-Fütterung und eine Verwertung des 3. und 4. Schnittes in einer Biogasanlage bewährt hat. (vgl. GRÖBLINGHOFF ET AL. 2007).



Erdgasersatz und kommen zu dem Schluss, dass sich die Biogasaufbereitung erst bei größeren Anlagen ökonomisch darstellen lässt. Die sinnvollste (ökonomisch wie ökologisch) Anlagengröße liegt unter den heutigen Rahmenbedingungen bei 250 Nm<sup>3</sup>/h (WUPPERTAL INSTITUT 2006, S.62).



**Abbildung 20: Energiewandlungskette Biomasse zu Endenergie Strom und Wärme: Vorteile der Green-Gas-Nutzung (Quelle: SCHULTE-SCHULZ 2005)**

Abbildung 20 stellt die wesentlichen Vorteile der Biomethan (GreenGas)-Nutzung dar. Zu benennen sind:

- die vollständige Nutzung der Endenergien Strom und Wärme, da das Biogas dort verstromt wird, wo auch die Abwärme vollständig genutzt werden kann,
- Verwendung des Biogases als Kraftstoff (Erdgastankstelle oder spezielle Biogas-Tankstelle).

In der Schweiz und in Schweden liegen bereits langjährige Praxiserfahrungen vor (SCHRUM 2003). Eine Reihe von Projekten gerade in NRW (siehe auch SYNERGIEKOMM 2006) versucht nun, dies ebenfalls umzusetzen.<sup>11</sup>

### ***Biogas als Kraftstoff***

Die deutsche Erdgaswirtschaft hat in einer freiwilligen Selbstverpflichtung in Aussicht gestellt, bis zum Jahr 2010 bis zu 10% Biomethan (also auf Erdgas-Qualität aufbereitetes Biogas) dem Erdgas, das als Kraftstoff verwendet wird, beizumischen (vgl. BGW 2006). Bis 2020 sollen es sogar 20% werden. Vor dem Hintergrund, dass es Ende 2005 deutschlandweit ca. 39.000 Erdgas-Fahrzeuge gab (hiervon waren 31.000 PKW, 6.700 LKW und 1.300 Bus-

<sup>11</sup> Langfristig wäre wohl ein Gesetz zur Gaseinspeisung sinnvoll, um eventuell auftretende Probleme der Abrechnung mit den Betreibern der Erdgas-Leitungen zu verhindern.

se), und dass 666 Erdgas-Tankstellen verfügbar waren (KÖSTER 2006), muss diese Ankündigung in ihrer Breitenwirkung allerdings relativiert werden. In Jameln/Wendland ist mit Regionen-Aktiv-Fördermitteln die erste deutsche Biogas-Tankstelle entstanden (siehe <http://www.biogastankstelle.de/>).

### **3.1.5 Biokraftstoffe als Netzwerkprodukt**

Bei vielen Produkten steigt der Nutzen für den Konsumenten mit der Höhe der insgesamt verkauften Menge. Ein Telefon zum Beispiel kann seinen Nutzen nur stiften, wenn die Person, die ich anrufen will, auch ein Telefon besitzt. Diese Produkte nennt man Netzwerkprodukte. Manches Gut hat nur dann einen Nutzen, wenn es zusammen mit einem Komplementärgut konsumiert werden kann. Das bekannteste Beispiel ist ein Computer, der eine entsprechende Software (Hardware/Software-Paradigma) braucht. Auf dem Fahrzeugmarkt muss der Konsument neben der Hardware „Automobil“ auch die Software „Treibstoff“ bzw. „Umrüst- und Reparaturservice“ erwerben können. Gerade bei der Einführung eines neuen Netzwerkproduktes ist das Angebot von Komplementärgütern begrenzt. So sind im Fall der Biokraftstoffe die Autofahrer auf spezielle Tankstellen und Autowerkstätten angewiesen. Werden nun alternative Kraftstoffe am Markt eingeführt, müssen die Unternehmen zusätzliche Hürden überwinden, um am Markt erfolgreich zu bestehen. Zu diesen Barrieren der Einführung alternativer Kraftstoffe zählen: fehlendes Versorgungsnetzwerk (hier Tankstellen), fehlende Infrastrukturen (hier entsprechende Werkstätten für Umrüstungen und/oder zur Wartung), die Tendenz, dass sich auf Netzwerkmärkten Monopole bilden (hier Oligopole: Mineralölindustrie und Verbrennungsmotor auf Mineralölbasis) und die Gefahr des „Gefangen-seins“ (Pfadabhängigkeit, Lock-In) der Gesellschaft in der Nutzung der bestehenden Technologie (hier: z.B. Bequemlichkeit des etablierten Kraftstoff/Fahrzeug-Systems (HILGERS 2005).

In den letzten 100 Jahren hat sich im Verkehrssektor ein Netzwerk von Fahrzeugen mit internen Verbrennungsmotoren mit fossilen (hier vor allem Erdöl) Kohlenstoffen als komplementäre Kraftstoffe sowie mit einem flächendeckenden Versorgungsnetzwerk an Tankstellen und Werkstätten durchgesetzt und fest etabliert (vgl. HILGERS 2005, S.12/13). Heute werden in Deutschland über 96% der Kraftstoffe auf Erdölbasis hergestellt und verwendet (BUNDESREGIERUNG 2006). Dieses Netzwerk stößt nun wegen der bekannten Probleme des Klimaschutzes, der Endlichkeit des Erdöls und der Verteilung der fossilen Energieressourcen an seine Grenzen. Die Etablierung von Alternativen stellt aufgrund der Netzwerkeigenschaften des Produktes Kraftstoff/Antrieb eine besondere Herausforderung dar. Im Fall der Einführung von neuen Reinkraftstoffen (z.B. Pflanzenöl, Biodiesel, E-85,) muss vor allem die Infrastruktur zur Verteilung dieses Komplementärgutes (Tankstelle) gegeben sein. Ist dies nicht der Fall, entsteht das „Henne-Ei-Problem“. Sind nicht genügend Tankstellen vorhanden, ist es nicht lohnend, Autos umzurüsten. Umgekehrt: sind nicht genug Autos umgerüstet, ist es nicht lohnend, eine Tankstelle zu eröffnen (HILGERS 2005, S.20).

Diese Problematiken ergeben sich aber nur bei den Einführungen von alternativen Reinkraftstoffen, die eine neue Infrastruktur benötigen. Werden die Biokraftstoff-Komponenten den Mineralkraftstoffen zugemischt, dann kann die vorhandene Infrastruktur weiter genutzt werden.

### **Beimischungen und DIN-Normen**

Bei den Beimischungen (Blends) ergeben sich keine Kosten der Umrüstung am Fahrzeug oder der Infrastruktur (Tanksäulen, Werkstätten). Hieraus ergibt sich der große Vorteil der Beimischung. Die Biokraftstoffe werden dem etablierten System zugesetzt, somit entstehen nur an vereinzelt „Mischungsstandorten“ (Mineralölraffinerie, Steuerlager,...) Investitionen in die Blend-Vorrichtungen. Per DIN-Normen ist die Beimischung des Bioethanols (DIN-Norm EN 228 für Ottokraftstoffe) und Biodiesels (DIN-Norm DIN EN 590 für Dieselkraftstoffe) auf 5% beschränkt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich dieser Prozentsatz nach oben verschieben wird. Hierzu bedarf es allerdings einer Änderung der europäischen DIN-Normen, was einen langen zeitlichen Vorlauf in Anspruch nehmen wird, wobei hieran bereits gearbeitet wird. Wie wichtig die Einhaltung von Qualitätsstandards ist, konnte die UFOP bei der Etablierung von Biodiesel als Reinkraftstoff erfahren (vgl. <http://www.agqm-biodiesel.de/>). Mit der Verabschiedung der europäischen DIN-Norm EN 14214 wurden die Qualitätseigenschaften des Biodiesels in der EU festgelegt. Seit Anfang Juli 2006 liegt die Vornorm DIN 51605 vor und damit ein rechtsverbindlicher Rahmen für Rapsöl als Kraftstoff. Das TFZ und die UFOP empfehlen bei Vertragsabschlüssen die Norm als Anhaltspunkt zur Qualitätssicherung zu berücksichtigen.

### **3.1.6 Flächenkonkurrenzen: Nachwachsende Rohstoffe als Alleskönner unter den Erneuerbaren Energien**

Die Nachwachsenden Rohstoffe bieten einige wesentliche Vorteile gegenüber den anderen Erneuerbaren Energien. Biomasse ist speicherbar (im Gegensatz zu Sonne und Wind): Biomasse ist chemisch gebundene Energie. Damit ist die Bioenergie grundlastfähig. Ein weiterer sehr wesentlicher Aspekt der Biomassenutzung im Energiesektor ist die Bereitstellungsmöglichkeit für alle Energieformen. Somit können die Nachwachsenden Rohstoffe im Verkehrssektor (Biokraftstoffe), im Stromsektor (Biogas, Holzheizkraftwerke) und im Wärmesektor (Verbrennung) eingesetzt werden. Dies bedeutet für die Biomasse eine bedeutende Stellung in der zukünftigen Energieversorgung unserer Gesellschaft.

Es bedeutet aber auch, dass die verschiedenen Energienutzungsformen untereinander konkurrieren. Letztlich konkurrieren diese auf der Anbaufläche über die Erzeugerpreise, die sich aus den verschiedenen energiepolitischen Rahmenbedingungen ergeben. Vor dem Hintergrund, dass in Deutschland 52% des Endenergieverbrauches für Heiz- und Prozesswärme, 28,5% für Kraftstoffe und 19,4% für Elektrizität bereitgestellt werden, fragen sich EISENBEIß UND WAGNER (2006, S.1), ob die Biomasse in einer modernen Energieversorgung nicht eher im Wärme-

und Stromsektor statt als Biokraftstoff eingesetzt werden sollte. Allerdings sind die Biokraftstoffe von besonderer gesellschaftlicher Bedeutung, da zum einen der Verkehrssektor extrem abhängig vom Erdöl ist und keine Alternative vorhanden sind und weil sich mit den Biokraftstoffen die Verpflichtungen der der Automobilindustrie in Richtung Klimaschutz sehr günstig erfüllen lassen. Zudem ist der Transportsektor in einer mobilen Gesellschaft strategisch bedeutsam und eine Abhängigkeit dieses Sektor von Energieimporten gefährlich. Allerdings gibt es auch genug Stimmen die anführen, Holz mit seinem sehr hohen Wirkungsgrad im Wärmebereich nicht im Verkehrssektor mit einem aufgrund der aufwendigen Konversion niedrigen Wirkungsgrad einzusetzen. Hier gibt es ein Zielkonflikt mit der Entwicklung der Biokraftstoffe der 2. Generation (BtL und Ethanol auf Cellulosebasis), die vor allem auf Holzbasis produziert werden sollen.

Darüber hinaus können die Nachwachsenden Rohstoffe zum Ersatz von fossilen Rohstoffen in der Industrie (Stoffliche Nutzung) eingesetzt werden. Neben der Produktion von Biodiesel spielt die Verarbeitung von Pflanzenölen zu Schmier- und Verfahrensstoffen eine wichtige Rolle. Ein relativ großer Markt besteht auch in der Verarbeitung von Stärke und Zucker zu biologisch abbaubaren Werkstoffen sowie der Nutzung von Fasern zur Herstellung naturfaserverstärkter Kunststoffe. Seit langem wird Cellulose zur Herstellung von Papier und Holz als Baumaterial genutzt. Eine geringere Rolle spielt die Verarbeitung zu Werk- und Dämmstoffen und zu Verpackungsmaterialien, wobei auch hier eine steigende Nachfrage zu verzeichnen ist. Der Anteil von Nachwachsenden Rohstoffen am gesamten Rohstoffeinsatz in der chemischen Industrie betrug im Jahr 2005 2-2,5 Mio. t bzw. 10% (vgl. BUNDESREGIERUNG 2005, HAMBRECHT 2005). Um eine langfristig Versorgungssicherheit mit Ausgangsmaterialien für die chemische Industrie zu gewährleisten, soll auch die Nutzung von biologisch abbaubaren Schmierstoffen und Ölen in den nächsten Jahren weiter ausgebaut werden. Hier erlebt gerade die Weiße Biotechnologie (v.a. die Biokunststoffe) eine Renaissance (vgl. MARSCHALL 2005). Neben der Verwendung einzelner Inhaltsstoffe ist auch das Konzept der Bioraffinerie bei steigenden Ölpreisen zu thematisieren. (siehe UMSICHT, Oberhausen; <http://www.bio-raffiniert.de/>). Die Wertschöpfungspotenziale durch die Stoffliche Nutzung liegen meist sehr viel höher als die der energetischen Nutzung. Damit könnten in Zukunft bei steigenden Erdölpreisen noch höhere Opportunitätskosten für den Energiepflanzenbau für Biokraftstoffe entstehen.

Neben den zahlreichen Vorteile der Nachwachsenden Rohstoffe müssen aber auch die Nachteile benannt werden:

- Biomasse kostet in der Bereitstellung Geld, im Gegensatz zu Sonne und Wind,
- die Produktion der Biomasse ist mit einem Verbrauch an mineralischer Ressource verbunden,
- es können Umweltprobleme der intensiven Landwirtschaft auftreten.

Die oben genannte konkurrierende Nutzung der Energieformen, steigende Nachfrage nach Nahrungsmitteln und eventuell bald auch die verstärkte stoffliche Nutzung werden dazu füh-

ren, dass die landwirtschaftliche Fläche weiter ein knappes Gut bleibt. Somit könnten sich langfristig die Optionen durchsetzen, die den höchsten Nettoenergieertrag je Hektar haben.

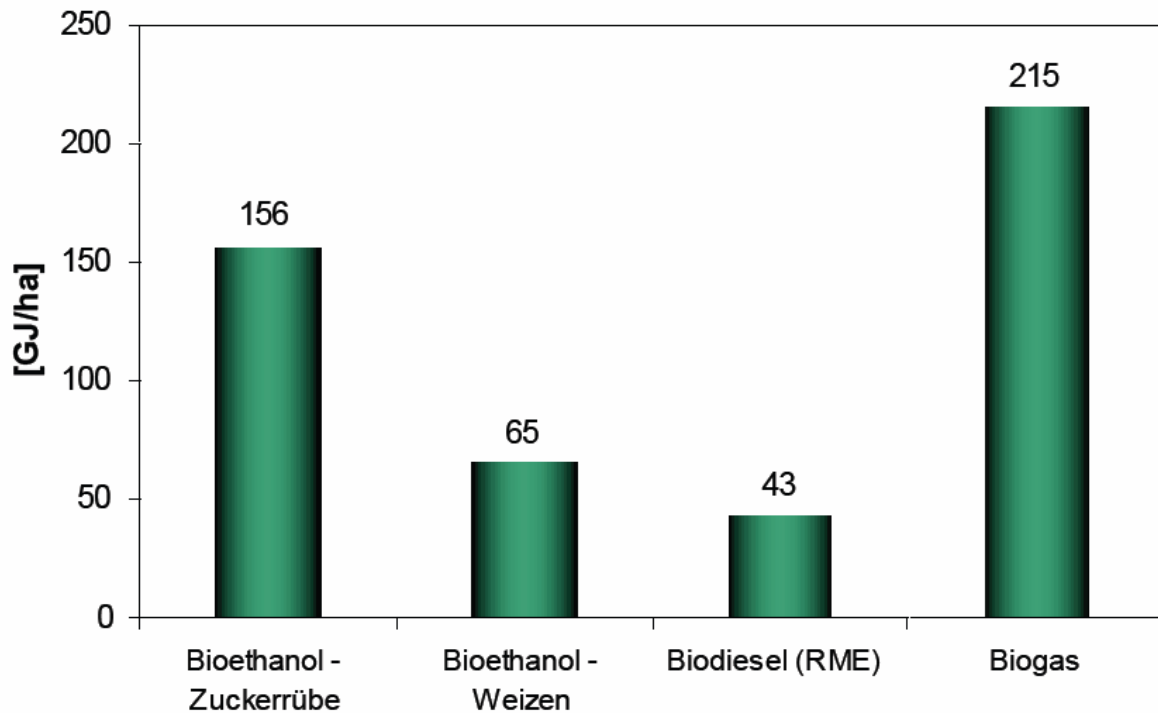


Abbildung 21: Energieerträge bei unterschiedlichen Biokraftstoffstrategien (Quelle: DÖHLER 2006)

Mit den Biokraftstoffen auf Weizen- und Rapsbasis ist das Substitutionspotenzial aufgrund der niedrigen Nettoenergieerträge pro ha begrenzt. Biogas bietet hier wesentlich höhere Substitutionspotenziale (siehe Abbildung 21).

### 3.1.7 Standortfaktoren der zentralen Verarbeitungsanlagen in Deutschland

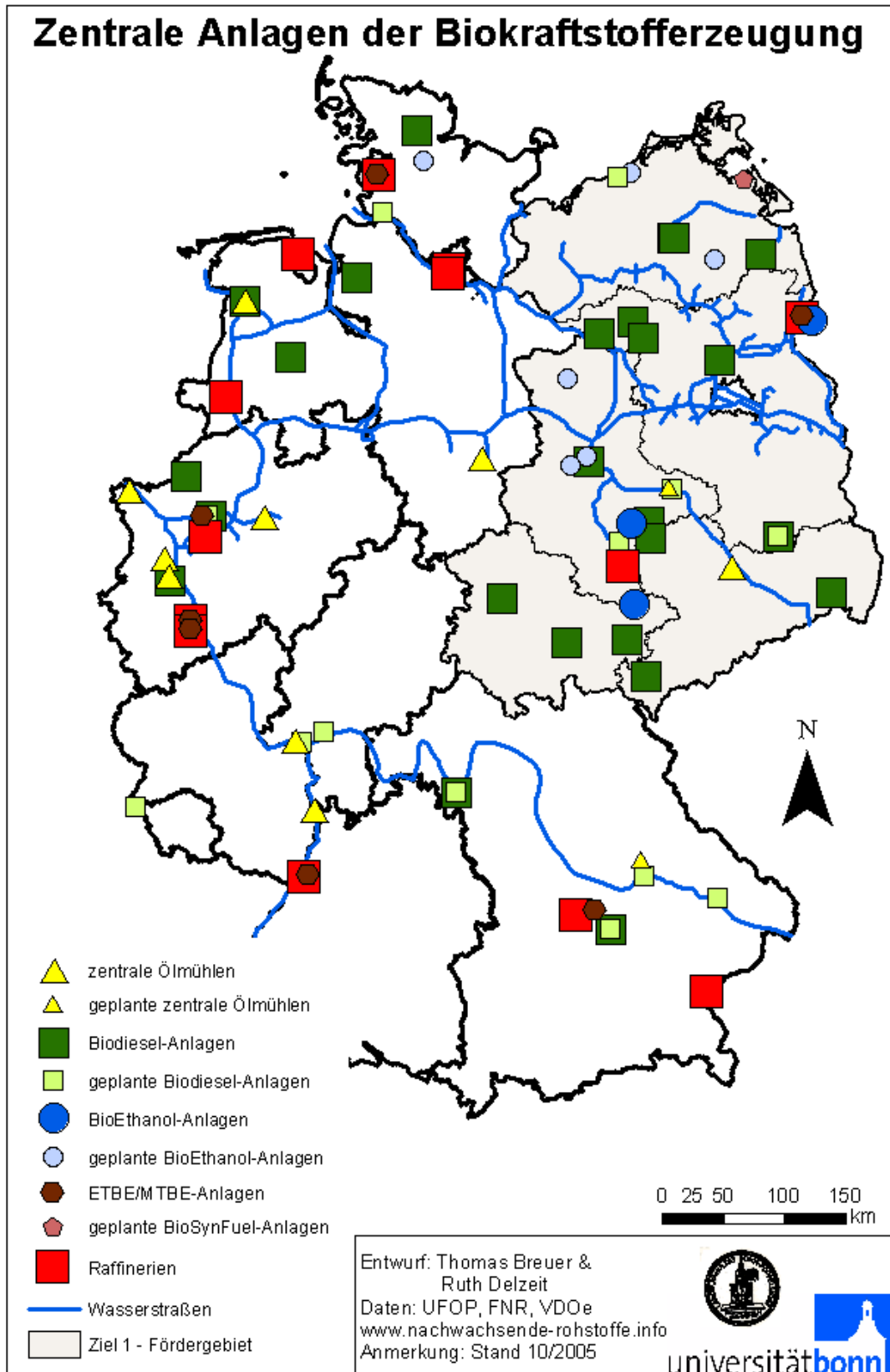
#### Zentrale und dezentrale Anlagen der Erzeugung von Biokraftstoffen

Es können zwei Ansätze der Erzeugung von Biokraftstoffen unterschieden werden: zentrale und dezentrale Ansätze. Bei den zentralen Ansätzen ist meist nur das erste Segment der Produktionskette für die Landwirtschaft und den ländlichen Raum (siehe Abbildung 4) relevant. Hier ist der Landwirt nur Rohstofflieferant (Energiepflanzenbauer). Auf die zentralen Ansätze, die meist durch die verarbeitende Industrie betrieben werden, geht das folgende Kapitel näher ein. Bei den dezentralen Ansätzen der Verarbeitung werden mehrere Segmente der Produktionskette im ländlichen Raum realisiert. Hier wird der Landwirt zum Energiewirt. Die Bioenergie stellt hier einen Veredelungsbetriebszweig der Landwirtschaft dar, und somit greifen die Standortfaktoren der landwirtschaftlichen Produktion, genau wie bei der Milch-, Rindfleisch- oder Schweineproduktion. Auf diese Standortfaktoren in Agrarlandschaften wird in Kapitel 3.2.2 näher eingegangen.

Die zentralen Anlagen zur Erzeugung von Biokraftstoffen zeichnen sich durch economies of scale im Handel, aber vor allem in der Verarbeitung aus. Durch große Mengen können gerin-

ge durchschnittliche Produktionskosten und damit Kostenvorteile erzielt werden. Gerade bei den zentralen Bioethanol-Anlagen zeigen sich diese Effekte besonders deutlich. Als weitere zentrale Biokraftstoff-Anlagen können zentrale Ölmühlen, zentrale Biodiesel-Anlagen und BtL-Anlagen (die aufgrund von Prozessstrukturen nur großtechnisch realisiert werden können) festgehalten werden. Durch die Aufarbeitung der Faktoren zur Standortwahl (wie in Kapitel 2.1.2 geschehen) kann eine erste Abschätzung der Entwicklungsmöglichkeiten des ländlichen Raumes in NRW erbracht werden.

Karte 6 zeigt die besondere Wichtigkeit der Wasserstrassen für die Standortwahl der zentralen Anlagen in der Vergangenheit und in der Gegenwart. Fast alle in Planung befindlichen zentralen Ölmühlen und Biodiesel-Anlagen entstehen entlang der großen Wasserstrassen oder in der Nähe von großen Importhäfen. Dies lässt auf eine steigende Verarbeitung von Importware schließen. Auch die standortsteuernde Wirkung der Investitionsbeihilfe für den Bau der Biodieselanlagen in der Vergangenheit ist klar erkennbar. Bei den im Betrieb befindlichen (und in Planung befindlichen) Bioethanol-Anlagen waren die Investitionsbeihilfen ebenfalls ein wesentlicher Standortfaktor. Allerdings spielte hier auch die Lage in den Rohstoffüberschussgebieten (Weizen und vor allem Roggen; nach dem Wegfall der Roggenintervention) eine große Rolle.



**Karte 6: Zentrale Biokraftstoff-Anlagen in Deutschland (Quelle: BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006A)<sup>12</sup>**

<sup>12</sup> Ist auf einem Standort mit einer Biodiesel-Anlage eine geplante Biodieselanlage eingezeichnet, so handelt es sich um eine Kapazitätsausdehnung.

Die Verteilung der zentralen Biokraftstoff-Projekte in Deutschland zeigt Karte 6. Aufgrund der günstigen Wasserstraßen-Anbindungen und der guten Absatzmöglichkeiten des Pflanzenöls und der Koppelprodukte sind in NRW vier große Mühlen entstanden, und es wurden drei Biodiesel-Anlagen gebaut. Die beiden größten Anlagen nutzten die Synergie-Effekte auf dem Gelände des Industrieparks Marl und die Nachbarschaft der Ölmühle in Neuss. Auf die Rahmenbedingungen einer Ansiedlung einer zentralen Ethanolanlage in NRW geht Kapitel 3.5.1 ein.



### 3.1.8 Vom technischen zum ökonomischen Potenzial

#### Theoretisches Potenzial

Das theoretische Potenzial stellt das gesamte physikalische Angebot einer erneuerbaren Energiequelle in einem bestimmten Gebiet für einen bestimmten Zeitraum dar. Weltweit könnte zum Beispiel das theoretische Biomasse-Potenzial den 8 bis 9-fachen jährlichen Weltprimärenergieverbrauch decken (DREIER 2000, S 96).

#### Technisches Potenzial

In der Literatur wird üblicherweise das technische Potenzial angegeben (vgl. KALTSCHMITT UND REINHARDT 1997, KALTSCHMITT UND HARTMANN 2001, HARTMANN UND KALTSCHMITT 2002, KALTSCHMITT ET AL. 2003, FRITSCHKE ET AL. 2004, SYNERGIEKOMM 2006, ARNOLD ET AL. 2006)<sup>13</sup>.

Das Technische Potenzial ermittelt sich aus der Berücksichtigung der folgenden Faktoren:

- die Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen (z.B. Annahme einer prioritären Bedarfsdeckung für Ernährung und Rohstoffe)
- Erhaltung der natürlichen Kreisläufe, kein Raubbau (Humuserhaltung)
- ökologische Grenzen (z.B. Bodenerosion)
- technische Einschränkungen und Verluste bei der Energieumwandlung
- zeitliche und räumliche Disparität zwischen Energieangebot und Energiebedarf

(DREIER 2000, S.96/97).

Die Flächenverfügbarkeit zur Ermittlung des technischen Potenzials muss immer aufgrund von Annahmen vorgegeben werden. So werden bei einem Großteil der Studien einfach die Flächen der obligatorischen Stilllegung als Obergrenze der Flächenverfügbarkeit angenommen, oder es wird von der vorhandenen Ackerfläche die Fläche für einen aus dem Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln in der Bundesrepublik abgeleiteten Flächenbedarf sowie weitere alternative Flächennutzung subtrahiert. Die verbleibende Fläche ist dann die zur Biomasseproduktion zur Verfügung stehende Anbaufläche und wird zur Potenzialrechnung eingesetzt (FRITSCHKE ET AL. 2004). Diese Annahmen können sich in einer offenen Volkswirtschaft als zu restriktiv erweisen (HOLM-MÜLLER UND BREUER 2006, S.17). Dann würde das technische Potenzial unter das ökonomische Potenzial fallen. All diese Ansätze berücksichtigen nicht, dass sich die Flächenverfügbarkeit des Energiepflanzenanbaues genau wie der sonstige Ackerbau nach der relativen Vorzüglichkeit (Ökonomie des Pflanzenbaus) des Anbauverfahrens richtet.

---

<sup>13</sup> Eine erste Ausnahme bildet die vorgestellte Studie „Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext“ (INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT 2006A). Hier hat Prof. Zeddies aus Hohenheim das Wirtschaftliche Potenzial und daraus das Angebotspotenzial bestimmt. Zudem versucht er, auf der Maßstabsebene der EU folgende Szenarien zu berücksichtigen: Wegfall der obligatorischen Stilllegungsverpflichtung, gezielte Förderung des Ethanolrübenanbaus sowie gezielte Förderung aller Energiepflanzen.

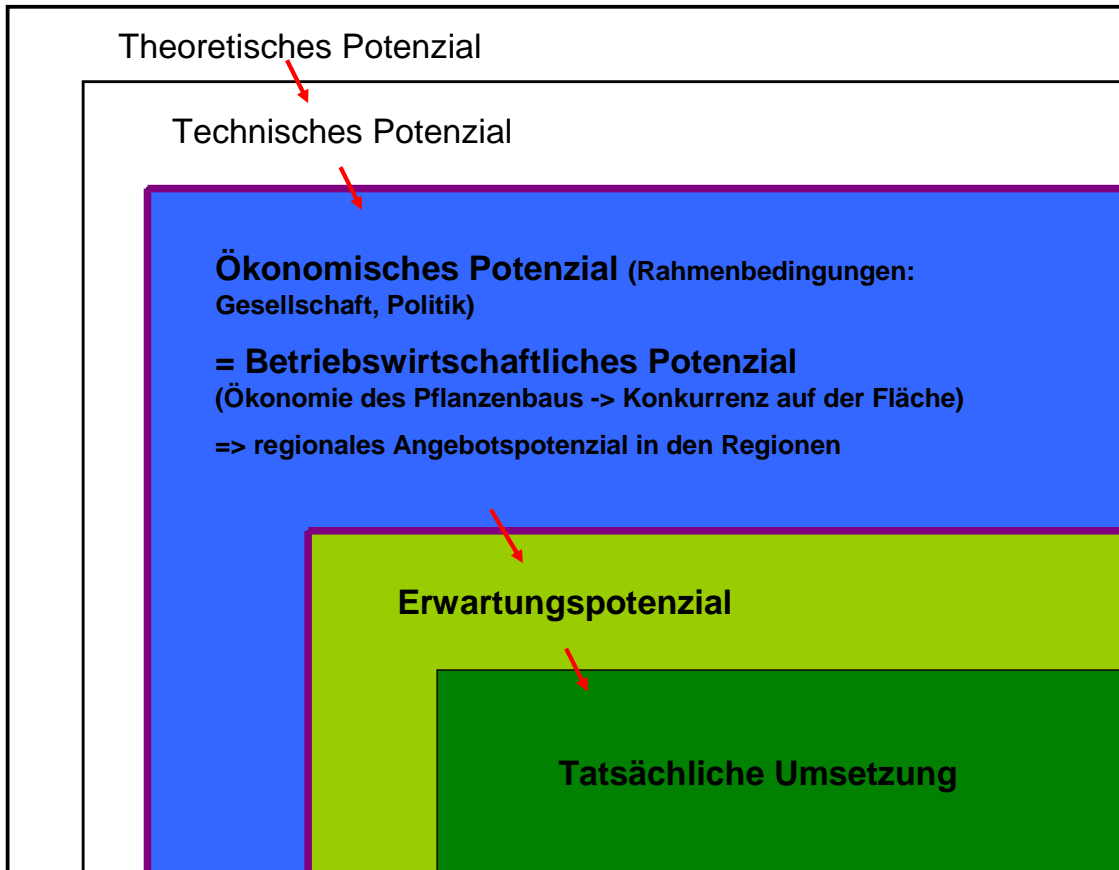


Abbildung 22: Herleitung der Potenzialkategorien (überarbeitet nach IFAS 2004)

### Ökonomisches Potenzial der Produktion von Biokraftstoffen in Deutschland

Neuere Studien versuchen eine Weiterentwicklung und erschließen die wirtschaftlichen Potenziale auf der Angebotsseite der Bioenergieträger (vgl. INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT 2006A). Als wirtschaftlich gelten nur die Anlagen, deren spezifische Energiekosten (auch aufgrund der politischen Eingriffe) die der konventionellen Energiesysteme nicht übersteigen (DREIER 2000, S.97). Das ökonomische Potenzial hängt damit ab von den jeweiligen Annahmen und Prognosen:

- zur Kostenentwicklung der Umwandlungstechnologie,
- der Preisentwicklung der fossilen Energieträger,
- den politischen Rahmenbedingungen.

Solange die Gestehungskosten der Biokraftstoffe höher sind als die der Mineralölkraftstoffe und/oder solange die externen Effekte der Mineralölkraftstoffe nicht internalisiert werden, muss eine Abschätzung der politischen Unterstützung vorgenommen werden.

Während die energiepolitischen Rahmenbedingungen (Steuerbegünstigung, Beimischungszwang oder EEG) die Absatzfähigkeit im Energiesektor ermöglichen, verbessern die agrarpolitischen Rahmenbedingungen (Anbaumöglichkeit von Nachwachsenden Rohstoffen auf Stilllegungsflächen → niedrigere Opportunitätskosten, Energiepflanzenprämie) die Konkurrenzfähigkeit des Energiepflanzenanbaus.

Es zeigt sich die Notwendigkeit der Abschätzung der Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen, solange die Biokraftstoffe der politischen Förderung bedürfen. Das Zustandekommen der Förderinstrumente unterliegt dem politischen Alltagsgeschäft. Aufgrund der Steuerbefreiung der Biokraftstoffe hat der deutsche Staat im Jahr 2004 auf Steuereinnahmen von 559 Mio. € verzichtet (vgl. DEUTSCHER BUNDESTAG 2005).

Allerdings könnte sich die Frage nach dem politischen Potenzial der Biokraftstoffe in Deutschland auch bald erübrigen. Die EU-Kommission rechnet damit, dass Biodiesel bei einem Ölpreis von 60€ (ca. 75\$)/barrel und Bioethanolab 90€ (ca. 110\$)/barrel auch ohne politische Unterstützung wettbewerbsfähig sind (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006, S.5). In Brasilien kann momentan Bioethanol aus Zuckerrohr günstiger als Benzin bereitgestellt werden (vgl. HENKE 2005B).

Das ökonomische Potenzial darf nicht mit dem von HOLM-MÜLLER UND BREUER (2006, S.17) geforderten volkswirtschaftlich effizienten Potenzial verwechselt werden. Um das effiziente volkswirtschaftliche Potenzial zu bestimmen, müsste erstmal eine Bestimmung der Ziele der Förderung der Biokraftstoffe stattfinden. Sind die Ziele quantifiziert, kann man bestimmen, mit welchen politischen Mitteln man diese Ziele am effizientesten erreichen kann. Da aber mit der Förderung der Biokraftstoffe eine Reihe von Ziele verbunden ist (vom Klimaschutz, den man relativ leicht quantifizieren kann, über die Reduktion der Importabhängigkeit und Entwicklung des ländlichen Raums) gestaltet sich eine Gesamtbestimmung der Ziele, auf die dann optimiert werden kann, als sehr schwierig.

### **Regionales Angebotspotenzial in den Agrarlandschaften**

Dieser Arbeit liegt die Betrachtung der Weiterführung der 100%-igen Steuerbegünstigung der Biokraftstoffe bis 2009 zugrunde. Die neuesten Regelungen zu Beimischungszwang und eingeführter Besteuerung konnten in die Modellergebnisse noch nicht aufgenommen werden. Sie werden aber im Textteil berücksichtigt. Die grundsätzlichen Aussagen sind davon nicht betroffen.

Ausgehend von den für Deutschland geltenden Rahmenbedingungen ergeben sich entlang der Produktionskette rückwärts betrachtet Erzeugerpreise für Energiepflanzen. Mit der Berechnung der Deckungsbeiträge (Deckungsbeitrag = regionaler Marktpreis \* regionaler Ertrag – regional variable Kosten) für Energiepflanzen ergibt sich die regionale relative Vorzüglichkeit der Energiepflanzenverfahren in den jeweiligen Agrarlandschaften. Bei der Frage nach den landwirtschaftlichen Angebotspotenzialen muss also der gesamte Agrarsektor untersucht werden, um letztlich auch die regionalen Verdrängungskosten zu berücksichtigen. Neben der relativen ökonomischen Vorzüglichkeit eines Energiepflanzen-Anbauverfahrens in Form des Deckungsbeitrags ist die Beachtung von Fruchtfolgen von entscheidender Bedeutung (die man allerdings letztlich auch in ökonomische Größen überführen kann). Somit ergibt sich die Flächenverfügbarkeit für den Energiepflanzenbau der Biokraftstoffe aus der ökonomischen Konkurrenzfähigkeit des Verfahrens gegenüber einer anderen Landnutzung (Stilllegung, Food- oder Feed-Produktion). Das ökonomische Angebotspotenzial wird damit letztlich „auf der

(knappen) Fläche“ entschieden (vgl. Abbildung 22). Die Wahrscheinlichkeit des Anbaus von Energiepflanzen zur Biokraftstoffproduktion auf Stilllegungsflächen ist natürlich hoch, da auf den Stilllegungsflächen die Opportunitätskosten aufgrund der Nichtanbaufähigkeit für den Food-Bereich sehr gering sind. Neben der starken Konkurrenz durch das Biogas auf den Stilllegungsflächen wird bei einem hohen Ölpreis auch die Flächenkonkurrenz aus der Stofflichen Nutzung der Biomasse zunehmen. Somit ergeben sich auch auf den Stilllegungsflächen verstärkte Opportunitätskosten für die Biokraftstoffproduktion.

Aufgrund der massiven Anreize im Bereich der Energiepolitik ist festzustellen, dass bei Raps und zukünftig auch bei Energiemais für Biogasanlagen eine massive Ausdehnung des Anbaus auf Basisflächen möglich ist. Auf den Basisflächen spielen sich momentan neue Landnutzungsgleichgewichte, auch in Konkurrenz zu den klassischen Veredelungszweigen, ein. Mit dem Agrarsektormodell RAUMIS lassen sich diese Aspekte berücksichtigen und somit können letztlich die regionalen Energiepflanzenangebotspotenziale bestimmt werden, wenn ein Szenario der völlig preiselastischen Nachfrage nach Energiepflanzen angenommen wird. Darüber hinaus bietet RAUMIS die Möglichkeit der Regionalisierung des Angebots, so dass in dieser Arbeit regionalökonomische Angebotspotenziale, die sich auf den momentanen agrarpolitischen und energiepolitischen Rahmenbedingungen ergeben, in den Agrarlandschaften bestimmt werden können. Dieses Potenzial sollte den zukünftigen politischen Entscheidungen im Bereich der Agrar-, Energie-, Umwelt- und Steuerpolitik als Grundlage dienen.

### **Erwartungspotenzial**

Um noch genauere Abschätzungen über die Entwicklung der Biokraftstoffe (Bioenergie) in NRW machen zu können, müsste eine genauere Abschätzung des Anlagenbaus (regionale Anlagenkapazität der Verarbeitung) im Bereich der dezentralen Produktionsanlagen (Biogas-Anlagen und dezentrale Ölmühlen und landwirtschaftliche Brennereien) sowie regionaler Hemmnisse (z.B. fehlende Information, Baugenehmigungen, ...) der Umsetzung erfolgen. Somit könnte das realistische Erwartungspotenzial bestimmt werden.

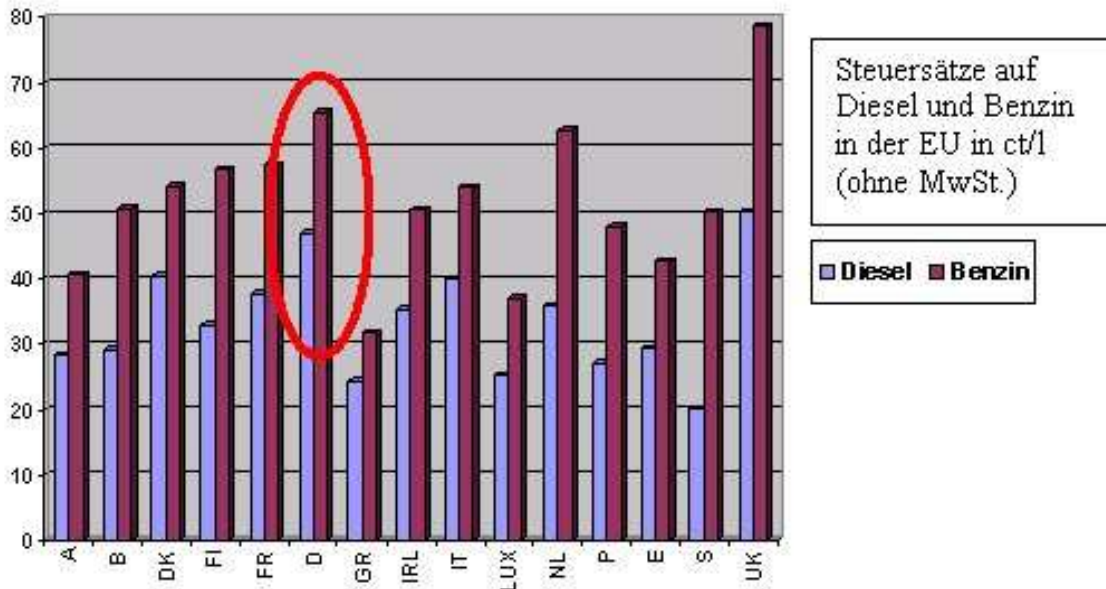
Auch dieses Potenzial muss nicht voll zum Tragen kommen. So könnte z.B. der Bau einer Biogas-Anlage in einer Region beschlossen sein, aber es wird keine Baugenehmigung für die Anlage ausgestellt. Projekte, die aufgrund von Hemmnissen nicht gebaut werden können, müssen vom Erwartungspotenzial subtrahiert werden, um dann die tatsächliche Biokraftstoffe/Bioenergienutzung in den Agrarlandschaften zu erhalten.

### **3.1.9 Wettbewerbsfähigkeit der verschiedenen Biokraftstoffe**

Die Herstellungskosten der Biokraftstoffe liegen in Deutschland wesentlich höher als die der Mineralölkraftstoffe. Erdöl ist ein Rohstoff, der auf dem Weltmarkt gehandelt wird. Daher stellt der Erdölpreis eine der wichtigsten (global geltenden) ökonomischen Rahmenbedingun-

gen der Biokraftstoffe dar. Je teurer das Erdöl, desto höher ist die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe.

Den größten Anteil an den Kraftstoffpreisen für den Verbraucher (frei Tankstelle) machen die Steuern aus. Bei einem Dieselpreis von 1,11€ je Liter (im März 2006) beträgt die Mineralölsteuer in Deutschland derzeit 47 ct, hinzu kommt noch die Mehrwertsteuer von 15,4 ct. Den Rest bilden der Produktpreis von 44 ct und der Deckungsbeitrag von 7,5 ct (MWV 2006).



**Abbildung 23: Mineralölsteuern innerhalb der EU im Jahr 2002; Deutschland 2003 (Quelle: BMU 2003)**

Abbildung 23 zeigt die unterschiedlichen Steuersätze auf Diesel und Benzin in der EU. In Deutschland lag die Mineralölsteuer im Jahr 2003 für Diesel bei 0,47 ct/l und für Benzin bei 0,66 ct/l. Damit hat Deutschland nach Großbritannien die zweithöchste Mineralölsteuer in der EU. Der Mineralölsteuersatz stellt insofern eine wichtige Rahmenbedingung dar, als dass die Gewinnmöglichkeit bei einer Mineralölsteuerbefreiung mit steigendem Steuersatz zunimmt. Anders formuliert: Je höher der Steuersatz in einem Land ist, desto höher ist die Gewinnmarge, die man durch eine Steuerbefreiung realisieren kann (vgl. Kapitel 3.1.2.1).

Aufgrund der Steuerbefreiung ergibt sich ein Preisvorteil der Biokraftstoffe gegenüber den Mineralölkraftstoffen. Die Preise frei Tankstelle zeigt Tabelle 4. Der größte Preisunterschied ergibt sich bei Rapsöl, allerdings müsste man hier eigentlich auch noch die Kosten der einmaligen Umrüstung des Fahrzeuges, die sich auf 2-4 ct/pro Liter (Umrüstung auf den Kraftstoffpreis umgelegt) belaufen, mit einrechnen.

**Tabelle 4: Wirtschaftlicher Vergleich der Biokraftstoffe (verändert nach BENSMANN UND JANZING 2005, DEUTSCHER BUNDESTAG 2005, BÜRGER ET AL. 2005, FNR 2006A, MWV 2006)**

	Ertrag in Liter je Hektar	Kraftstoff Äquivalent	Verkaufspreis je Liter	Produktionskosten je Liter	Energiebilanz Input/Output-Verhältnis	CO <sub>2</sub> -Minderung
Pflanzenöl	-1.500	1 Liter ersetzt etwa 0,96 l Diesel	0,60-0,70 €/l	0,50-0,55 €/l	1:4	> 80% gegenüber fossilem Diesel
Biodiesel	-1.500	1 Liter ersetzt etwa 0,91 l Diesel	0,90-0,95 €/l	0,55 €/l	1:3	ca. 70% gegenüber fossilem Diesel
Diesel			1,05-1,10 €/l	0,49 €/l		
Bioethanol <sup>1</sup>	-2.500	1 Liter ersetzt etwa 0,66 l Benzin	- 0,50 €/l	0,45 €/l	1:1,4	ca. 30% gegenüber fossilem Diesel
Biogas <sup>2</sup>	-4.100	1 Kilo Methan ersetzt etwa 1,4 l Benzin	0,60 – 0,70 €/l	0,42-0,95 €/l	1:3 bis 1:6 <sup>3</sup>	ca. 100% gegenüber fossilem Diesel <sup>4</sup>
Normalbenzin			1,25 €/l	0,42 €/l		

1: Auf Getreidebasis (Weizen), Roggen liefert etwa 1.900 l/ha, Mais liefert rund 3.700 l/ha und die Zuckerrübe zirka 6.900 l/ha.

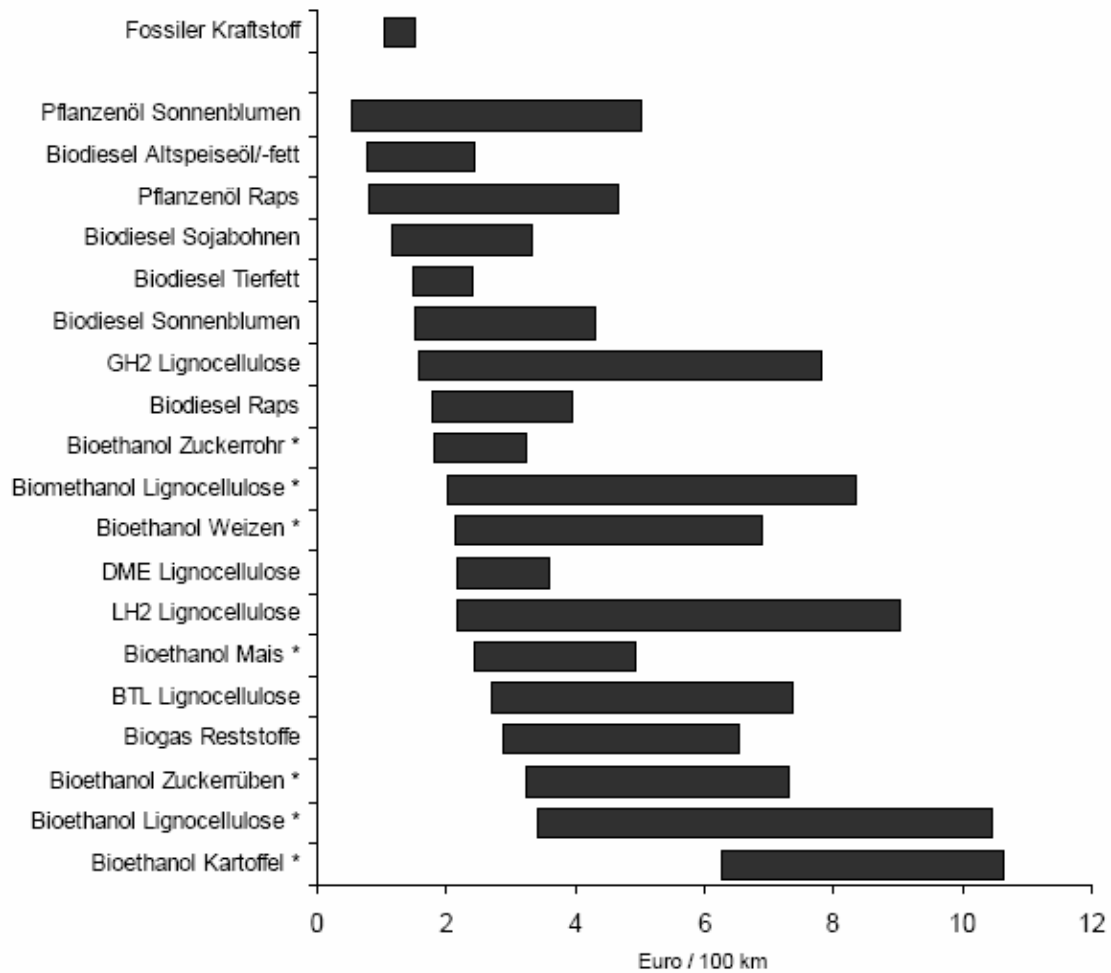
2: Basis Mais, 8.000 cm<sup>3</sup> Biogas/ha, 52% Methan, 1 cm<sup>3</sup> Methan hat ein Gewicht von 0,7 kg (bei 15°C und 1 bar Druck, 1 kg Methan ersetzt 1,4 l Benzin, 4.200 cm<sup>3</sup> Methan entsprechen 2.940 kg Methan/ha.

3: Betrachtung von Biogas mit Einsatz in BHKW: abhängig von der Art der Düngung, des Transportes des Gärsubstrats und ob Verwendungsmöglichkeiten der anfallenden Abwärme.

4: Durch die Biogaserzeugung aus Gülle können sogar mehr als 100 % CO<sub>2</sub> eingespart werden, weil hohe Methanemissionen der herkömmlichen Güllelagerung vermieden werden.

Allerdings zeigen sich gewaltige Spannweiten im Vergleich der Bereitstellungskosten der einzelnen Biokraftstoffe untereinander sowie in Abhängigkeit der verschiedenen Input-Biomassen (vgl. \* Bezug: 100% Biokraftstoff; Als Kraftstoffverbrauch wurde der der Beimischung angesetzt

Abbildung 24).



\* Bezug: 100% Biokraftstoff; Als Kraftstoffverbrauch wurde der der Beimischung angesetzt

Abbildung 24: Bereitstellungskosten biogener Kraftstoffe (ohne Fahrzeugkosten) (Quelle: IFEU 2004)

### 3.1.10 Fazit der Entwicklung der Biokraftstoffe in NRW

Aufgrund der Komplexität und der globalen und nationalen Wechselwirkungen muss die Entwicklung der Biokraftstoffe in NRW in einen etwas größeren Analyserahmen betrachtet werden. Dies hat damit zu tun, dass die Konkurrenzen sowohl des Energiepflanzenanbaus (und damit die Kosten der Rohstoffe) wie auch der fossilen Kraftstoffe von globalen Rahmenbedingungen geprägt werden und dann ihren Niederschlag in europäischen und nationalen Gesetzen finden. So gibt die EU-Biokraftstoff-Richtlinie die Ziele für die Mitgliedsstaaten vor, und die EU-Strategie für Biokraftstoffe lässt einen weiteren Ausbau erwarten. Die nationalen Gesetze (Steuerbegünstigung, Beimischungszwang) sind es aber letztlich, die den Anreiz zur Produktion und zum Einsatz der Biokraftstoffe in NRW geben. Hier ist die Möglichkeit der Einflussnahme des Landes NRW nur bedingt gegeben.

Die Summe der politischen Rahmenbedingungen spricht für einen weiteren massiven Ausbau der Biokraftstoffe in Europa, Deutschland und damit auch in NRW. Besonders die starke Importabhängigkeit des strategischen Verkehrssektors aufgrund der starken Bindung an Erdöl, die steigenden Energiepreise sowie die fehlenden Alternativen zur Reduktion des Klimaschutzziels im Verkehrssektor lassen neben einer weiteren Reihe von Zielen eine breite politische Zustimmung zu den Biokraftstoffen erwarten. Somit wird die Entwicklung der Biokraftstoffe (wie eigentlich der gesamten Bioenergie) von energiepolitischen Entscheidungen bestimmt, die den Absatz im Energiesystem sichern. Die agrarpolitischen Rahmenbedingungen (auch die haushaltspolitischen Aspekte: siehe Kapitel 3.4.6) wirken hier nur am Anfang der Produktionskette und dienen (wie z.B. die Änderung der Stilllegungsverpflichtung oder Einkommensverluste in der klassischen Landwirtschaft) als „Auslöser“ zur Investitionen der Landwirtschaft im Bioenergiebereich.

Zur Abschätzung des ökonomischen Potenzials der Biokraftstoffe ist aber neben der Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen auch die Preisentwicklung der fossilen Energieträger und die Kostenentwicklung der Umwandlungstechnologie zu berücksichtigen. Im Bereich der fossilen Energieträger ist mit einem Preisanstieg des Erdöles aufgrund der steigenden Nachfrage auf dem Weltmarkt zu rechnen, obwohl hier angemerkt werden muss, dass unabhängige Prognosen über diesen strategischen Energieträger Erdöl nur spärlich vorhanden sind. Mit steigenden Erdölpreisen wachsen die Chancen des Einsatzes der Biokraftstoffe.

KALTSCHMITT ET AL. (2003) nehmen einen qualitativen, relativen Vergleich der Kosten der derzeitigen Nutzung und der sich abzeichnenden Tendenz vor (vgl. Tabelle 5). Dabei wird unterschieden zwischen den relativen Kosten für das biogene Ausgangsmaterial, den relativen Konversionsaufwendungen, den relativen Transport-, Lager- und Verteilungskosten sowie den zusätzlichen relativen Kosten in der Nutzung (z.B. notwendige Umrüstungen). Die ein-



zeln Kosten werden entlang der Produktionskette aggregiert. Zusätzlich werden die Tendenzen der Kostenentwicklung aufgezeigt.

**Tabelle 5: Kostenrelationen und Kostentendenzen einer Kraftstoffbereitstellung aus Biomasse (€ relativ kostengünstiger; €€€ relativ teurer) (Quelle: KALTSCHMITT ET AL. 2003)**

	Rohstoff	Konversion	Transport etc.	Nutzung	Summe	Tendenz
Synthesegas	€(€)	€€	€€€	€€(€)	€€€	↘
BtL	€(€)	€€€	€	€	€€(€)	↘
Biogas	€(€)	€€	€€€	€€(€)	€€€	↘
Ethanol	€€€	€€	€€	€(€)	€€	↘
Pflanzenöle	€€€	€	€	€€	€€	→
RME	€€€	€€	€	€	€€	→

„Je länger bestimmte Optionen am Markt eingeführt sind, desto besser wurden auch bereits entsprechende Kostensenkungspotenziale erschlossen“ (KALTSCHMITT ET AL. 2003, S.28).

Weiterhin spielen nach KALTSCHMITT ET AL. (2003) der erzielbare Ertrag pro Flächeneinheit und der technische Aufwand der Umwandlung eine wichtige Rolle. Beim erzielbaren Ertrag pro Flächeneinheit kann beispielsweise bei Raps nur ein (kleiner) Teil der insgesamt auf den Feldern wachsenden Biomasse auch zur Kraftstoffbereitstellung genutzt werden, nämlich nur die Rapskörner. Beim technischen Aufwand der Umwandlung zeigt sich, dass das thermochemische Verfahren mit mehreren chemischen Reaktionsstufen zur Herstellung von BtL aufwendiger ist als z.B. das Auspressen von Ölpflanzen zur Bereitstellung naturbelassener Pflanzenöle. Die in Tabelle 5 durch Pfeile verdeutlichten möglichen Kostenentwicklungen spiegeln die Tendenz der erwarteten Kostenreduktionen (Lernkurveneffekte wie z.B. von der Windenergie bekannt) wieder, allerdings nur dort, wo die entsprechende Technik noch vergleichsweise am Anfang der technischen Entwicklung steht. Entsprechend sind bei den Optionen, die bereits seit Jahren marktgängig sind, aus gegenwärtiger Sicht kaum noch substantielle Kostenreduktionspotenziale erschließbar (KALTSCHMITT ET AL. 2003).

### **Pflanzenölbasierte Kraftstoffe**

In den letzten Jahren wurde die Verarbeitung von Ölsaaten aufgrund der gestiegenen Nachfrage nach Biodiesel ausgebaut. Die UFOP rechnet mit einem Ausbau der Ölmühlenkapazitäten von 5,5 auf 8,2 Mio. t bis Ende 2007. Weitere Ölmühlen, integriert in Anlagenkonzepte für Biodieselanlagen, sind bereits in Planung (vgl. BOCKEY 2006, S.6). Somit sind auch an den in NRW befindlichen Ölmühlen in Neuss (Thywissen: 670.000 t Raps, Leinsaat oder Sonnenblumen; Sels: 550.000 t Raps und/oder Sojabohnen), Spyck (750.000 t Raps) und

Hamm (325.000 t Raps (incl. Sonnenblumen), ab Frühjahr 2007: 550.000 t Raps) Produktionsausweitungen zu erwarten. Wegen der Kritik am Biodiesel (vgl. FRONDEL UND PETER 2005) und der Feststellung der Überkompensation der Biokraftstoffe durch die Bundesregierung (vgl. DEUTSCHER BUNDESTAG 2005) ist es zu einer Besteuerung der Biokraftstoffe als Reinkraftstoffe gekommen, die allerdings nichts an der hohen Konkurrenzfähigkeit des Biodiesels ändern wird. Die Anzahl der dezentralen Ölmühlen hat sich mittlerweile deutschlandweit auf über 350 erhöht. Sie erreichen damit eine Schlagkraft von 0,4 bis 0,5 Mio. t pro Jahr (BOCKEY 2006, S.7). Die weitere Entwicklung der dezentralen Ölmühlen hängt stark von der Besteuerung des Pflanzenöls als Reinkraftstoff ab. Dieser massive Ausbau der Ölmühlenkapazitäten in NRW, Deutschland und Europa kann zu stabilen Rapspreisen führen (vgl. ERNÄHRUNGSDIENST 2006). Die Nachfrage durch den Absatzkanal Biodiesel wird so groß sein, dass auch ein massiver Ausbau der Importe nicht zu einem niedrigeren Erzeugerpreis führen wird.

#### ***Ausbau der Biodieselpkapazitäten in NRW***

In den Jahren 2004 und 2005 ist es zu einem massiven Ausbau der nordrhein-westfälischen Biodieselpkapazitäten gekommen. Im Einzelnen sind nun folgende Jahresverarbeitungskapazitäten vorhanden:

- NEW GmbH, Marl: 200.000 t/a
- Rheinische Bioester GmbH, Neuss: 150.000 t/a
- Petrotec GmbH, Südlohn: 50.000 t/a

Damit ist NRW das Bundesland mit den zweitgrößten Biodieselpverarbeitungskapazitäten (vgl. UFOP 2006). Laut Pressemeldung ist bei der Degussa in Niederkassel-Lülsdorf eine weitere Biodieselpanlage mit einer Kapazität von 125.000 t/a im Bau (vgl. <http://www.presse-service.de/static/62/622889.html>).

Zu erwähnen ist zudem der Bau der Cargill-Biodieselpanlage in Frankfurt-Höchst mit einer Jahreskapazität von 200.000 t/a. Die Rohstoffversorgung wird zum größten Teil über die Ölmühle in Mainz (600.000 t Raps) sichergestellt werden. Ebenso ist in Mannheim eine Biodieselpanlage der Firma Bunge mit einer Kapazität von 200.000 t geplant. Die Rohstoffversorgung wird überwiegend durch die Ölmühle in Mannheim (Raps und Sonnenblumen parallel, insgesamt 1,1 Mio. t, Erweiterung auf 1,3 Mio. t geplant) (ERNÄHRUNGSDIENST 2006) bewerkstelligt.

#### **Bioethanol**

Ausgehend von der Förderkulisse, vor allem im Bereich der Investitionsbeihilfen für die neuen Bundesländer, ist mit einem Bau einer zentralen Ethanolanlage in NRW vorerst nicht zu rechnen. Mit der Ankündigung der Einführung des Beimischungszwang im Jahr 2007 werden in den neuen Bundesländern weitere Bioethanol-Anlagen entstehen (Ankündigung des Baues

einer Bioethanol-Anlage am Standort Klein Wanzleben durch die Nordzucker AG, Erweiterung der Anlagenkapazität in Zeitz sowie eine Anlage im Hafen von Rostock (siehe FNR 2006B). Durch diese Investitionsbeihilfen werden die Anlagen in den neuen Bundesländern auch gegen Importe konkurrenzfähig. In NRW sind diese Subventionen nicht möglich. Zudem sind aufgrund der sehr guten Wasserstraßenanbindungen auch die Importmöglichkeiten in die nordrhein-westfälischen Raffinerien sehr gut, so dass bei einem Abbau des Außenschutzes für Ethanol die Möglichkeit von Importen zu beachten ist (weitere Rahmenbedingungen siehe Kapitel 3.5.1).

#### ***Äquivalenzverfahren<sup>14</sup> für Ethanolweizen auf Stilllegungsflächen im Rheinland***

Die Südzucker AG bietet über die großen Genossenschaften in Süd- und Westdeutschland den Landwirten die Möglichkeit zur Produktion von Energieweizen. So auch in Nordrhein-Westfalen, wo in den reinen Ackerbaugebieten (v.a. in denen mit hohem Anteil von Zuckerrüben) dieses Angebot wahrgenommen wird. Zudem ist hier der Weizenanbau die Standardproduktion und bedarf keiner Umstellung in Anbau und Ernte- und Logistikinfrastruktur.

Aufgrund des Äquivalenzverfahrens wird es weiterhin möglich sein, Ethanolweizen in Nordrhein-Westfalen anzubauen. Äquivalenzverfahren bedeutet, dass der Weizen nicht physisch zur Ethanolanlage nach Zeitz transportiert wird, sondern die äquivalente Menge Weizen in der Nähe der Ethanolanlage aufgekauft wird. Es findet quasi ein Tausch auf dem Papier statt. Der im Rheinland produzierte Ethanolweizen unterscheidet sich nicht vom „normalen“ Weizen (Ausnahme ist der Auszahlungspreis) und wird dementsprechend auf den gleichen Wegen vermarktet.

#### ***Landwirtschaftliche Brennereien***

Die Wettbewerbsfähigkeit der landwirtschaftlichen Brennereien wurde ausführlich durch WETTER UND BRÜGGING 2004 untersucht. Sie weisen zu hohe Produktionskosten auf, die sich auch bei einer entsprechenden alternativen Wärmeerzeugung (Strohfeuerung, Palmöl-BHKW oder Biogas-Anlage mit sehr guten Synergieeffekten aufgrund der Schlempe- und Strohnutzung) nicht auf ein konkurrenzfähiges Niveau bringen lassen. Selbst wenn eine Konkurrenzfähigkeit erreicht würde, müssten größere Mengen gebündelt werden, um den großen Ethanolabnehmern (v.a. der Mineralölindustrie) gerecht zu werden. Sollte ein alternativer Absatzweg wie bei den Pflanzenölen gefunden werden, müsste eine neue Tankstelleninfrastruktur für E-85 aufgebaut werden.

#### **BtL**

Laut Pressemitteilung der Firma CHOREN ist im Chemiepark Dormagen der Bau einer Söldieselmotoren-Anlage mit einem Investitionsvolumen von 350 Mio. € geplant

([http://www.choren.com/de/choren\\_industries/informationen\\_presse/pressemitteilungen/?nid=94](http://www.choren.com/de/choren_industries/informationen_presse/pressemitteilungen/?nid=94)). Ob der Bau dieser Anlage wirklich realisiert wird, kann in Frage gestellt werden<sup>15</sup>. Zum einen ergibt sich beim Bau der Sundiesel-Anlage die gleiche Problematik der „Nicht-Förderung“ über Investitionsbeihilfen in der Größenordnung wie sie in den neuen Bundesländern möglich wäre und zum anderen ist die Rohstofflogistik solcher Anlagen noch nicht geklärt.

Die Studie von ARNOLD ET AL. 2006 gibt zum einen als größte Potenzialkategorie der BtL-Anlagen in NRW das Altholz an und zum anderen zeigen sich aufgrund der zentralen Anlagen recht geringe lokale und regionale Wertschöpfung (siehe Abbildung 25).

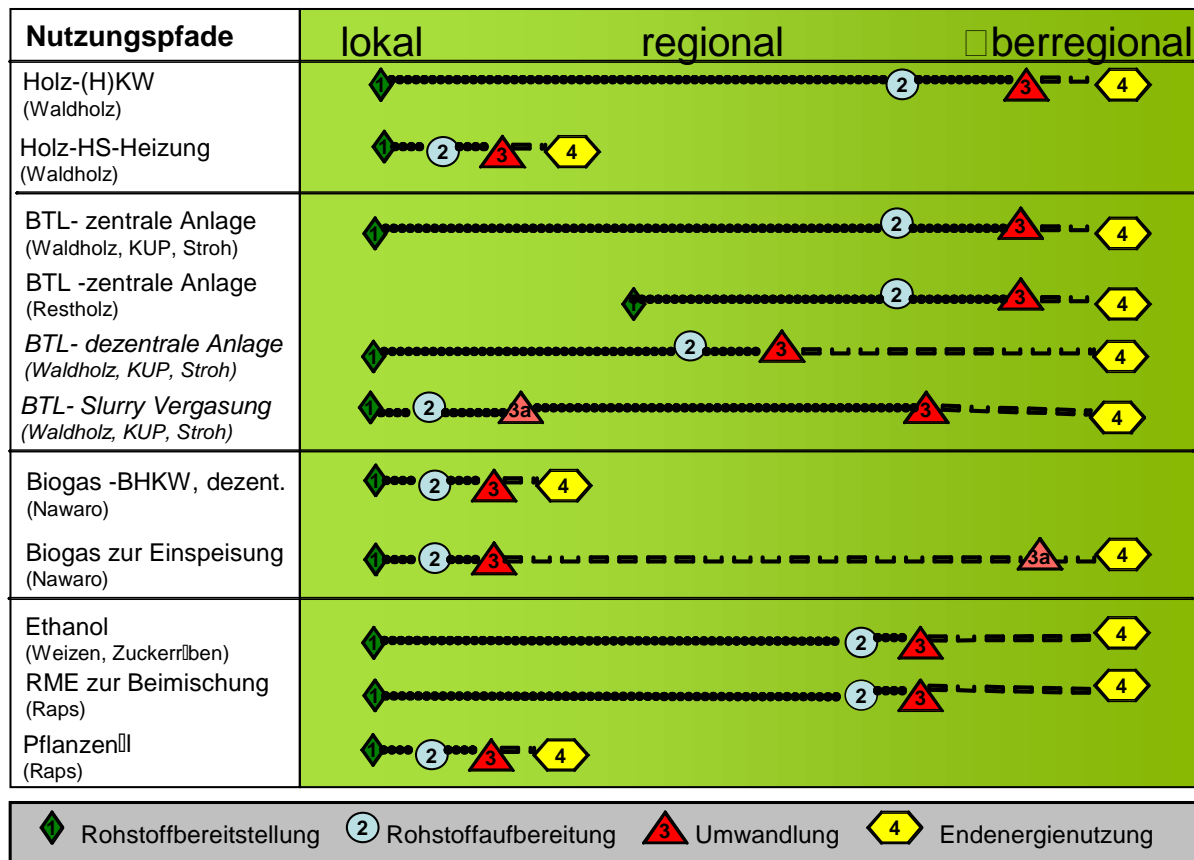


Abbildung 25: BtL-Pfade als zentrale Nutzungsoption bieten wenige Chancen für lokale Wertschöpfung  
(Quelle: ARNOLD ET AL. 2006)

### *Logistikfragen der Biomassebereitstellung als strukturelles Problem der BtL-Kraftstoffe:*

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der ein strukturelles Problem der BtL-Kraftstoffe darstellt, ist die Frage der Biomasse-Verfügbarkeit und vor allem der Biomasse-Logistik (v.a. Lager- und

<sup>14</sup> Weitere Erläuterungen zum Äquivalenzverfahren siehe <http://www.inaro.org/download/MERKBLATTregulVerf2003.pdf>, S. 13.

<sup>15</sup> Der Standort Dormagen ist mittlerweile verworfen worden.

Transportkosten). Die Frage „Wie wird eine sehr zentrale Anlage (Größe einer Raffinerie) mit Inputbiomasse, die eine sehr geringe Transportwürdigkeit aufweist und dementsprechend hohe Transportkosten verursacht, versorgt?“ ist noch wenig thematisiert und bei weitem noch nicht geklärt. Erste Annäherungen zeigen die Schwierigkeit der Versorgung solcher Anlagen mit landwirtschaftlichen Inputbiomassen (vgl. ARNOLD ET AL. 2006, THRÄN 2005, DAHMEN 2006).

ARNOLD ET AL. 2006 gehen in ihrer Studie von Transportkosten von 24€/t aus. Dies wäre die Hälfte der angestrebten Auszahlungspreisen von 50€/t Biomasse (vgl. auch Kapitel 3.2.3.1)! In einer ersten Studie zu diesem Thema wurden von THRÄN 2005 die Dimensionen der Versorgung einer solchen Anlage gezeigt. Für die Versorgung einer mittleren Anlage mit einer installierten Leistung von 500 MW Input ergibt sich für die Produktion von 130.000 t Kraftstoff im Jahr eine Biomasse-Inputmenge von 900.000 t/a bei einem Wassergehalt von 20%. Unter Sicherstellung der Nährstoffkreisläufe ergibt sich damit ein Flächenbedarf von 500.000 ha Waldrestholz/Stroh, 65.000 ha Kurzumtriebsplantagen und 44.000 ha Miscanthus. Die Lagerung der Biomasse soll dezentral beim Produzenten stattfinden.

## **3.2 Energiepflanzenbau in den Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens**

Die Wahl von Art und Umfang der anzubauenden Feldfrüchte wird einerseits von den natürlichen Standortbedingungen, andererseits aber auch in starkem Maße von ökonomischen Notwendigkeiten bestimmt. Während der Standort darüber entscheidet, welche Kulturart überhaupt für den Anbau in Betracht kommt, hängt der Anbauumfang der verbleibenden Kulturen von der Betriebsorganisation (z.B. Futterbedarf) und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (z.B. Absatzmöglichkeit, Deckungsbeitrag) ab (vgl. LWK NRW 2006). Um eine mögliche Ausdehnung der Energiepflanzenfläche in NRW abschätzen zu können, müssen die Rahmenbedingungen des Energiepflanzenbaus und die Standortfaktoren der bisherigen Landnutzung in NRW ermittelt werden. Hierzu werden zuerst die Standortfaktoren der Landwirtschaft in NRW abgeleitet, um hieraus die Darstellung der nordrhein-westfälischen Agrarlandschaften darstellen zu können. Durch die Betrachtung der Rahmenbedingungen des Energiepflanzenanbaues (v.a. der relativen Vorzüglichkeit der Energiepflanzenverfahren) kann eine Einordnung des Energiepflanzenanbaus im Jahre 2005 vorgenommen werden.

### **3.2.1 Standortfaktoren der Landnutzung**

Mit der Bestimmung der Standortfaktoren für die landwirtschaftlichen Betriebe kann das Zusammenwirken der Standorte bei der Versorgung eines Wirtschaftsraumes mit Nahrungsmitteln und Energie ermittelt werden. Aus diesem Zusammenwirken kann die landwirtschaftliche Produktion in einer Agrarlandschaft dargestellt werden. Hieraus kann eine Bestimmung des räumlichen Gleichgewichts der Landnutzung und die Nutzungsintensitäten abgeleitet werden (vgl. WEINSCHENK UND HENRICHSMEYER 1966, KUHLMANN ET AL. 2002). Thünen, der Begründer der landwirtschaftlichen Standortlehre, stellte zu Beginn des 19. Jh. in seiner Theorie der Konzentrischen Kreise die Lage von Märkten in Bezug auf die Produktionsstandortwahl als entscheidender als die gegebenen natürlichen Bedingungen heraus. Einhergehend mit dem Aufkommen dieser Denkweise wuchs die Bedeutung von Standortfaktoren, wie Verkehrslage, Transportkosten, etc. Thünens Standortlehre war statisch angelegt (WEINSCHENK UND HENRICHSMEYER 1966). Erst der Wechsel des solarbasierten, vorindustriellen Energiesystems zum fossilen, industriellen Energiesystem hat die Notwendigkeit einer dynamischen und evolutiven Betrachtungsweise notwendig gemacht. Mit dem starken Absinken der Transportkosten (Transporttechnik, -infrastruktur und -logistik und günstige fossile Antriebsenergie) sind die o.g. Fragestellungen in den Hintergrund gerückt. Ebenso konnte die starke Wirkung der natürlichen Standortfaktoren durch den Einsatz von Dünger, PSM und angepasstem Saatgut ausgeglichener gestaltet werden. Heute scheinen die Faktoren der Innovationsfähigkeit, der Arbeitsauslastung, die Kapitalausstattung und vor allem der agrarpolitischen Rahmenbedingun-

gen bestimmender zu sein. Die heutige Standortforschung hat nicht nur eine wirtschaftspolitische, sondern auch eine ressourcen- und umweltpolitische Fragestellung zu beantworten (KUHLMANN ET AL. 2002). Somit kann die Frage der Förderung der Biokraftstoffe vor dem Hintergrund der Einhaltung umweltpolitischer Wünsche der Gesellschaft für die Agrarlandschaften in Deutschland gestellt werden. Damit müssen neben den agrarpolitischen auch die umwelt- und energiepolitischen Implikationen berücksichtigt werden

Standortdeterminanten bestimmen letztlich über die Art der Landnutzung und damit auch über den Anbau von Energiepflanzen. Standortdeterminanten kann man definieren als Kostenvorteile, die auftreten, wenn eine wirtschaftliche Tätigkeit an einem bestimmten Ort oder generell an Plätzen bestimmter Art vollzogen wird, also die Merkmale (Standortfaktoren), die eine bestimmte Produktion an einem bestimmten Ort rentabel machen. Dabei lässt sich eine Vielzahl von Faktoren unterscheiden (ergänzt nach WEINSCHENK UND HENRICHSMEYER 1966, KUHLMANN ET AL. 2002):

1) Naturräumliche Standortfaktoren

- a. Bodengüte, - art und -verfügbarkeit
- b. Niederschlagshöhe und -verteilung
- c. Wasserhaltevermögen des Bodens
- d. Wasserverfügbarkeit (Grundwasser)
- e. Solarenergiezufuhr: Vegetationszeit; frostfreie Tage
- f. Relief/Hangneigung

2) Persönlichkeit des Betriebsleiters

- a. Art der Ziele
- b. Befähigung zur Realisierung technischer Effizienz (Know-how)
- c. Befähigung zur Realisierung ökonomischer Effizienz (Know-how)
- d. Risikoverhalten
- e. Kooperationsverhalten
- f. Zeitpräferenzverhalten

3) Stand der landwirtschaftlichen Produktionstechnik

- a. Genetisches Potenzial der Nutzpflanzen
- b. Genetisches Potenzial der Nutztiere
- c. Mengengerüste der Produktionsverfahren
- d. Fruchtfolgewirkungen der annualen Kulturen

4) Stand der energiewirtschaftlichen Produktionstechnik

Bioenergie ist eine neue Form der Veredelung landwirtschaftlicher Rohstoffe. Somit hängt der Kostenvorteil eines Betriebes vom Stand der Bioenergie-Konversionstechnologie ab. Hier kommen Lernkurveneffekte zum Tragen.

5) Äußere Verkehrslage

- a. Entfernung der landw. Produktionsstandorte von den Produktionsstätten  
→ Transportwürdigkeit der Biomasse beachten (siehe Kapitel 3.2.3.1)
- b. Entfernung der landw. Produktionsstandorte von den Faktormärkten
- 6) Agrarstruktur- und umweltpolitische Maßnahmen
  - a. Innere Verkehrslage
  - b. Größe und Form der Feldstücke
  - c. Tierbestandsgrößen
  - d. Begrenzung der Produktionsmöglichkeiten (Auflagen)
- 7) Stand der volkswirtschaftlichen Entwicklung
  - a. Marktpreise für landwirtschaftliche Produkte
  - b. Marktpreise für Produktionsfaktoren (incl. für Transportleistungen)
- 8) Agrarpolitische Rahmenbedingungen

Seit der Arbeit von WEINSCHENK UND HENRICHSMEYER 1966 haben die agrarpolitischen Rahmenbedingungen enorm an Bedeutung gewonnen. Die Veränderungen der regionalen Gleichgewichte der Landnutzung waren sehr stark von der Agrarpolitik und den Agrarreformen geprägt. Mit der Umsetzung der Luxemburger Beschlüsse und der vollständigen Angleichung der Prämien scheint ab dem Jahr 2013 dieser Einflussfaktor stark zurückzugehen.

- 9) Nun auch: Energiepolitische Rahmenbedingungen

Wie bereits erläutert, ist die Landwirtschaft im Begriff, wieder Energielieferant für die Gesellschaft zu werden. Somit ist die Ausgestaltung der energiepolitischen Rahmenbedingungen von entscheidender Bedeutung für die neuen Landnutzungsgleichgewichte.

- 10) Quasi unabhängige Standortfaktoren

- a. Kapitalausstattung (obwohl diese sehr wohl vom Standort (Gunstlage und Quotenausstattung) abhängig sein kann)
- b. Arbeitskräfte
- c. Ausstattung des Betriebes (Maschinen, Wirtschaftsgebäude)
- d. Lieferrechte (Milch und Zucker in NRW sehr entscheidend, jetzt auch OGS)

### **3.2.2 Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens**

Aus dieser theoretischen Betrachtung der Standortfaktoren der landwirtschaftlichen Produktion soll im Folgenden die momentane Landnutzung in den Agrarlandschaften NRW's abgeleitet werden. Einige einleitende Worte zu einer Landwirtschaft in einem Industrieland eröffnen die Ausführungen.

In einem Wirtschaftsraum, der landesweit über 30 Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern enthält und auch sonst in weiten Teilen dicht besiedelt ist (vgl. Karte 7), erscheint die Land-

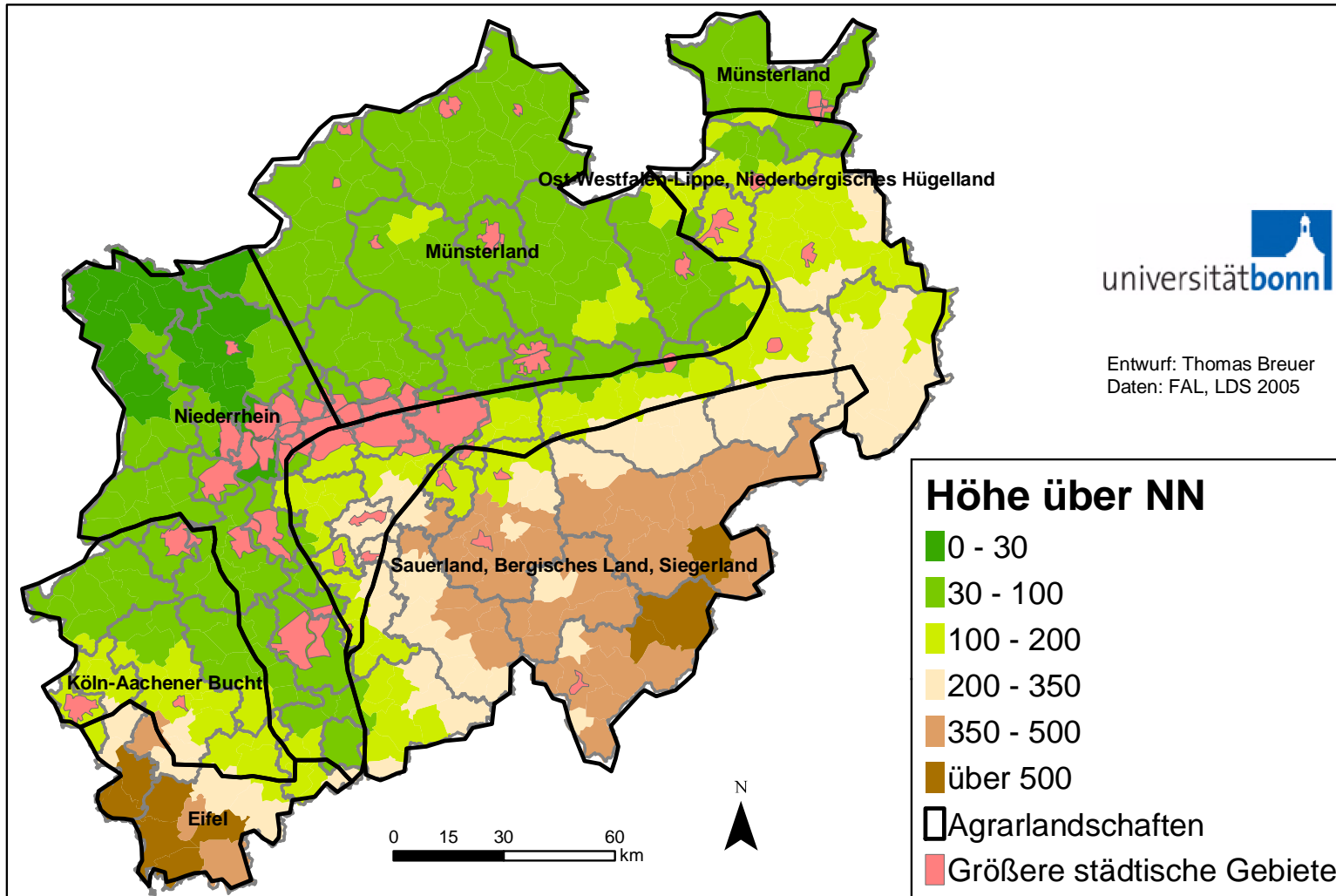


wirtschaft nicht zuletzt wegen ihrer geringen Beiträge zur Wertschöpfung und Beschäftigung (im Jahr 2005 hatte die nordrhein-westfälische Landwirtschaft einen Wertschöpfungsanteil von 0,6% und einen Beschäftigungsanteil von 0,81%) als vernachlässigbare Größe. Andererseits bewirtschaftet sie rund die Hälfte der Landesfläche, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Landwirtschaft in NRW aufgrund eines hohen außerlandwirtschaftlichen Flächennutzungsdruckes jedes Jahr erhebliche Flächenanteile verliert. Trotz der sehr leistungsfähigen Landwirtschaft ist NRW städtisch geprägt und vornehmlich als Technologie- und Industriestandort (vor allem Großindustrie) zu bezeichnen.

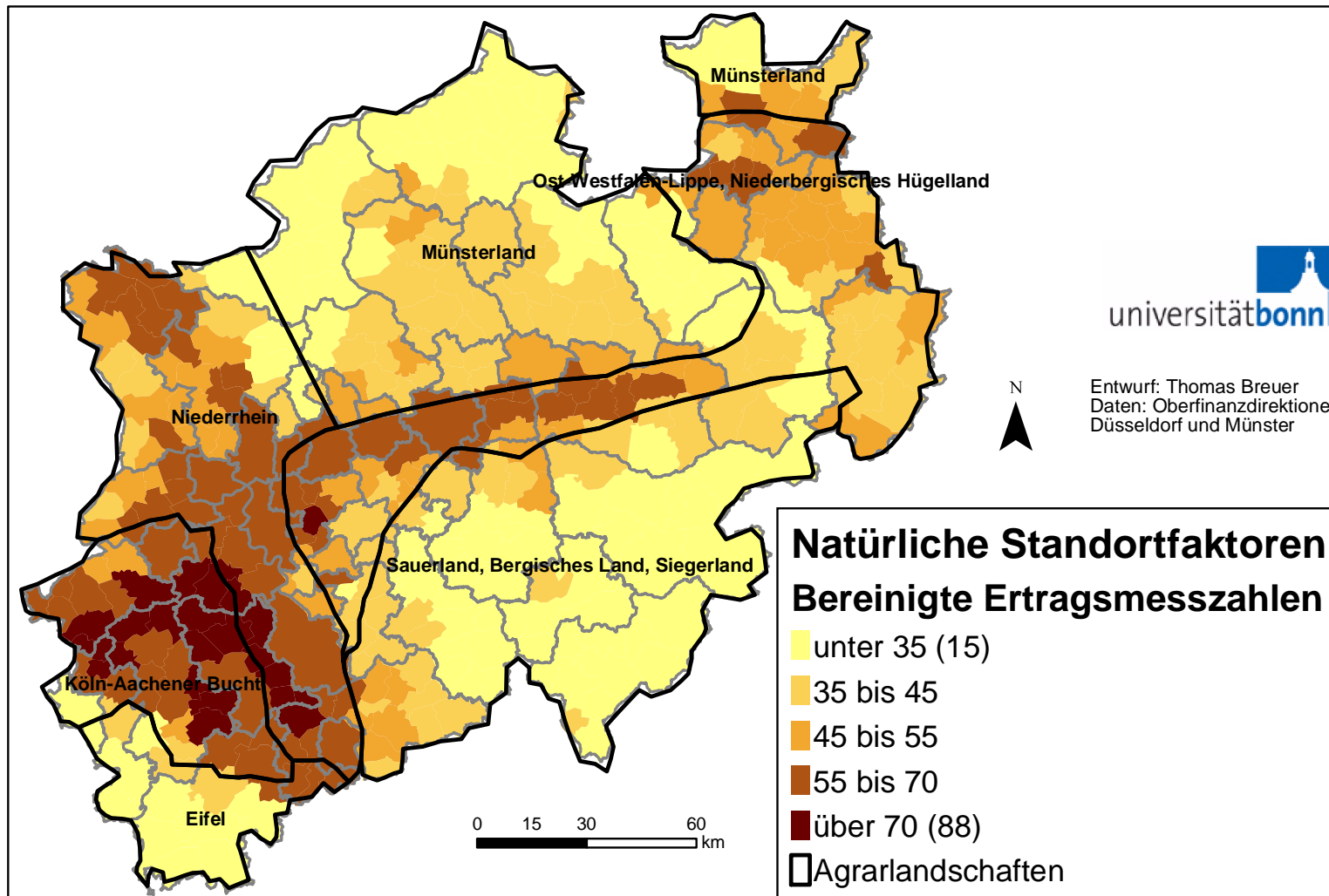
### **3.2.2.1 Naturräumliche Standortfaktoren und Naturräume NRW's**

Aus Karte 7, Karte 8, Karte 9, Karte 10 und den Anhängen 2, 3, 4 können die natürlichen Standortfaktoren der Landwirtschaft in NRW abgelesen werden. Die Höhenlage bestimmt die Anzahl der Vegetationstage, welche wiederum starken Einfluss auf die Nutzungsmöglichkeiten hat. In den Gebieten mit wenigen Vegetationstagen herrscht das Grünland vor. Kommt dann noch eine starke Abhangneigung hinzu, dann weisen diese Regionen (Sauer- und Siegerland und Teile der Eifel) einen hohen Waldanteil auf. Die Grünlandnutzung am Niederrhein ist oft auf das anstehende Grundwasser zurückzuführen. Aufgrund der Regelung zur Erhaltung des Dauergrünlandes kann von einem konstanten Verhältnis der Anteile Grünland zu Ackerland in den folgenden Jahren ausgegangen werden (BMVEL 2005A, S.78).

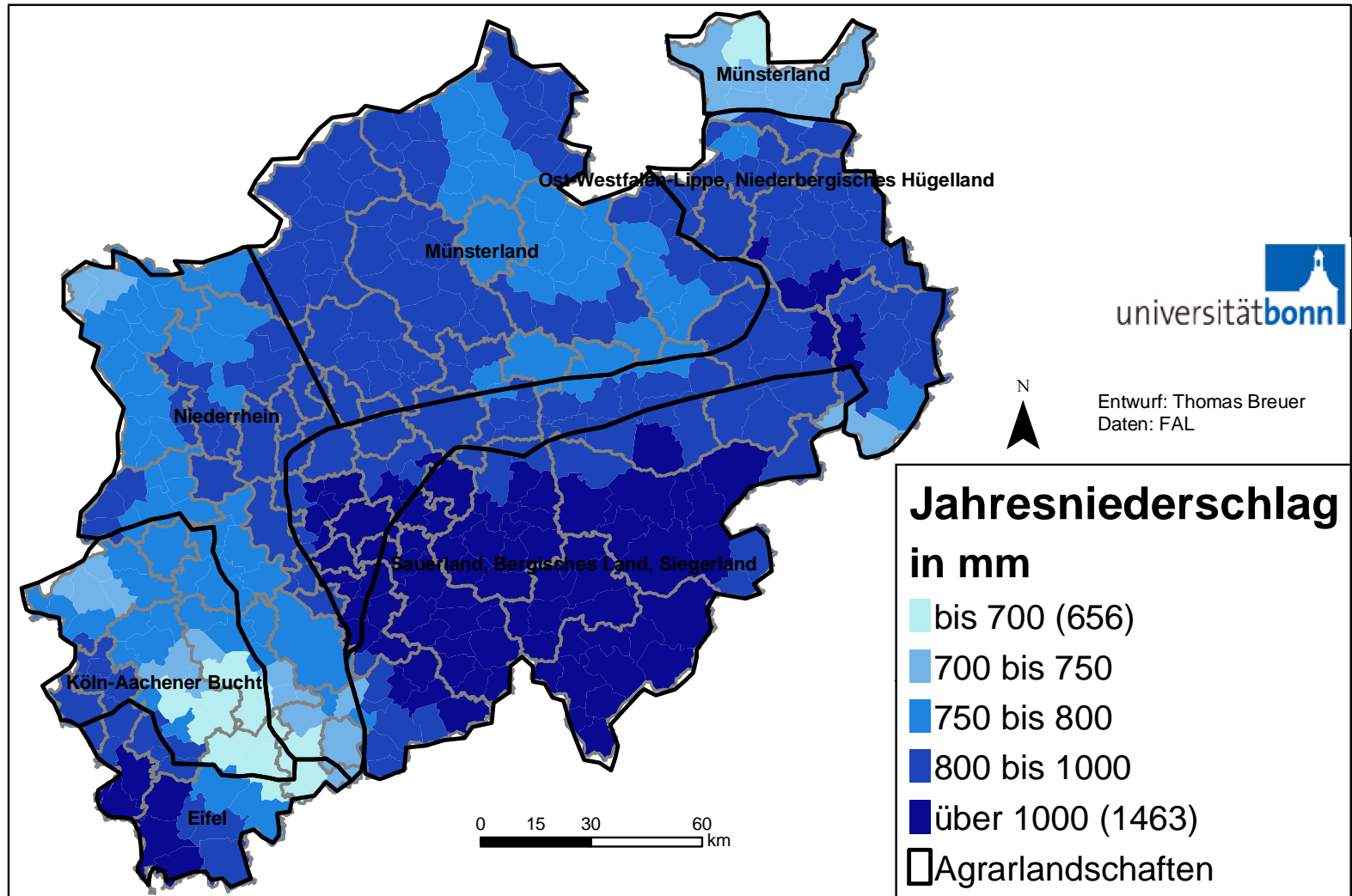
Generell kann man davon ausgehen, dass die naturräumlichen Gunstgebiete (viele Vegetationstage, ausreichend Niederschlag, geringe Hangneigung) ackerbaulich genutzt werden.



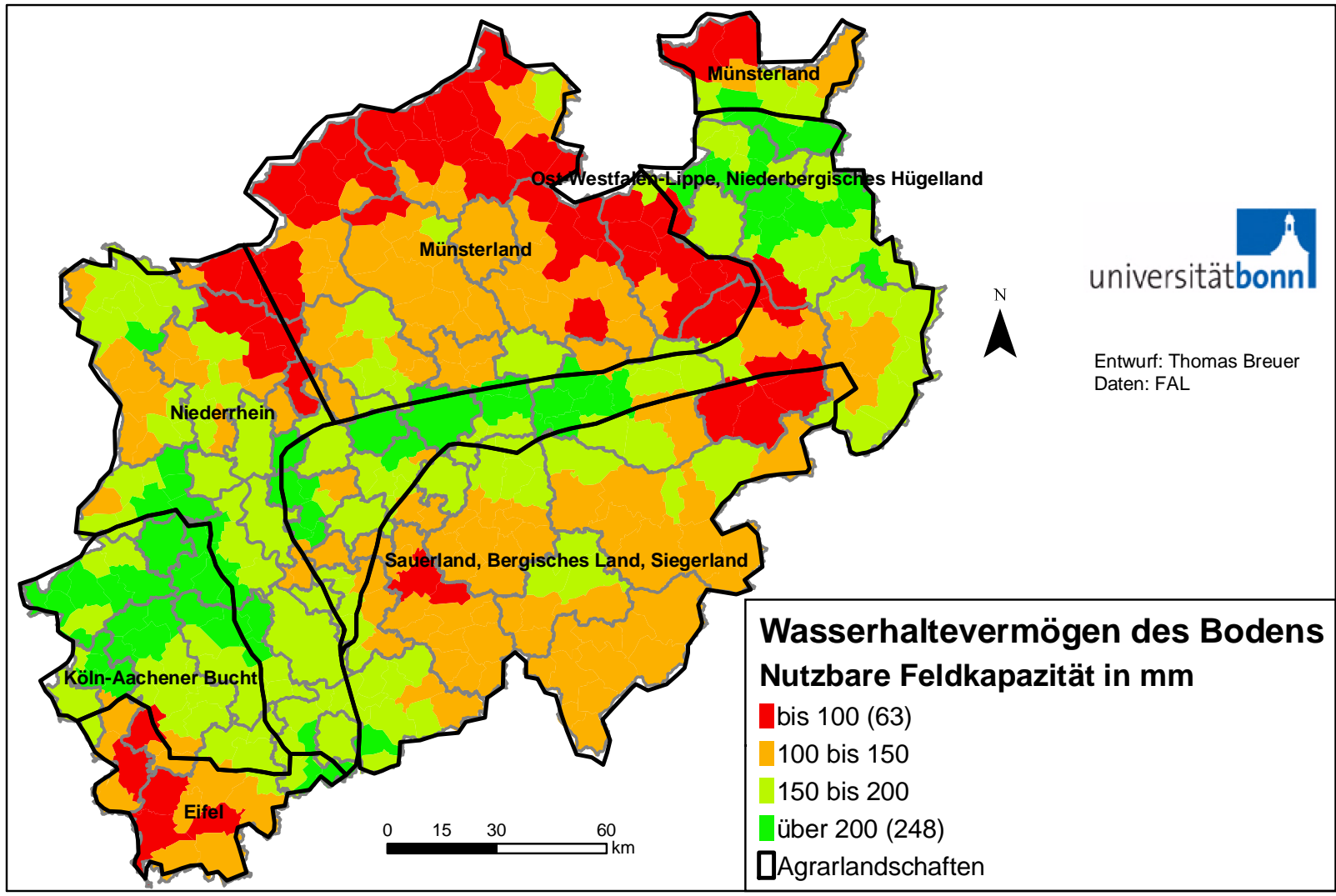
Karte 7: Höhe über NN und verstärkte Gebiete Nordrhein-Westfalens



Karte 8: Bereinigte Ertragsmesszahlen der landwirtschaftlichen Flächen in NRW



Karte 9: Verteilung des Jahresniederschlages



Karte 10: Wasserhaltevermögen des Bodens

### **Ackerbauliche Ungunst- und Gunstgebiete**

Die Kombination von Bodengüte und Wasserversorgung charakterisiert letztlich eine Agrarlandschaft als ackerbauliche Gunstregion. Zu diesen Gunstregionen werden in NRW die mit Löß bedeckten Gebiete der Bördelandschaften des Rheinlandes, die Hellweg-Börden (mit der bekannten Soester Börde) und Teile des Weserberglandes (Warburger Börde) gezählt. Aus den teils mächtigen Lößauflagen haben sich hervorragende Parabraunerden gebildet. Aufgrund des Ausgangsgesteins Löß weisen die Parabraunerden eine hohe natürliche Fruchtbarkeit (die heute aufgrund des Mineraldüngers nicht mehr eine so dominante Rolle spielt wie noch in früheren Zeiten) und vor allem eine sehr hohe nutzbare Feldkapazität (Wasserhaltekapazität) auf. Die Summe der Standortfaktoren lässt diese Gebiete zu den besten Ackerbaustandorten Deutschlands gehören, was sich auch in den Anteilen an Ackerland an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) widerspiegelt (siehe Karte 2). Ebenfalls zu den ackerbaulichen Gunstgebieten müssen die Auenlagen des Niederrheins und des Emscherlandes (das zum Teil auch mit Löß bedeckt ist) gezählt werden. Hier haben sich durch fluviale Ablagerungen fruchtbare Auenböden entwickelt, die, wenn sie nicht Grundwasser beeinflusst sind, sehr gute Ackerböden darstellen.

Zu den ackerbaulich weniger begünstigten Agrarlandschaften zählen die Eifel und das Süderbergland. Aus dem Rheinischen Schiefergebirge haben sich hier vor allem saure Braunerden (z.T. aus Tonschiefer und Grauwacke) gebildet, die eine geringe natürliche Fruchtbarkeit und Feldkapazität aufweisen. Ähnliche Bedingungen sind im Münsterland zu finden. Allerdings sind hier nicht Braunerden entstanden, sondern aus dem sandigen Ausgangsgestein Podsole mit einer schlechten natürlichen Fruchtbarkeit und nutzbarer Feldkapazität. Im Kernmünsterland ist aufgrund etwas anderer Ausgangsgesteine vor allem Pseudogley mit höheren Boden-ertragsmesszahlen und einer besseren Wasserversorgung entstanden.

Während in den ackerbaulichen Gunstregionen der Marktfruchtbau (Zuckerrüben, Getreide, Raps, Kartoffeln und Gemüse) dominiert, mussten sich die Landwirte auf den Ungunstlagen schon früher Gedanken um weitere Wertschöpfungspotenziale machen. Diese bestanden vor allem in der tierischen Veredelung.

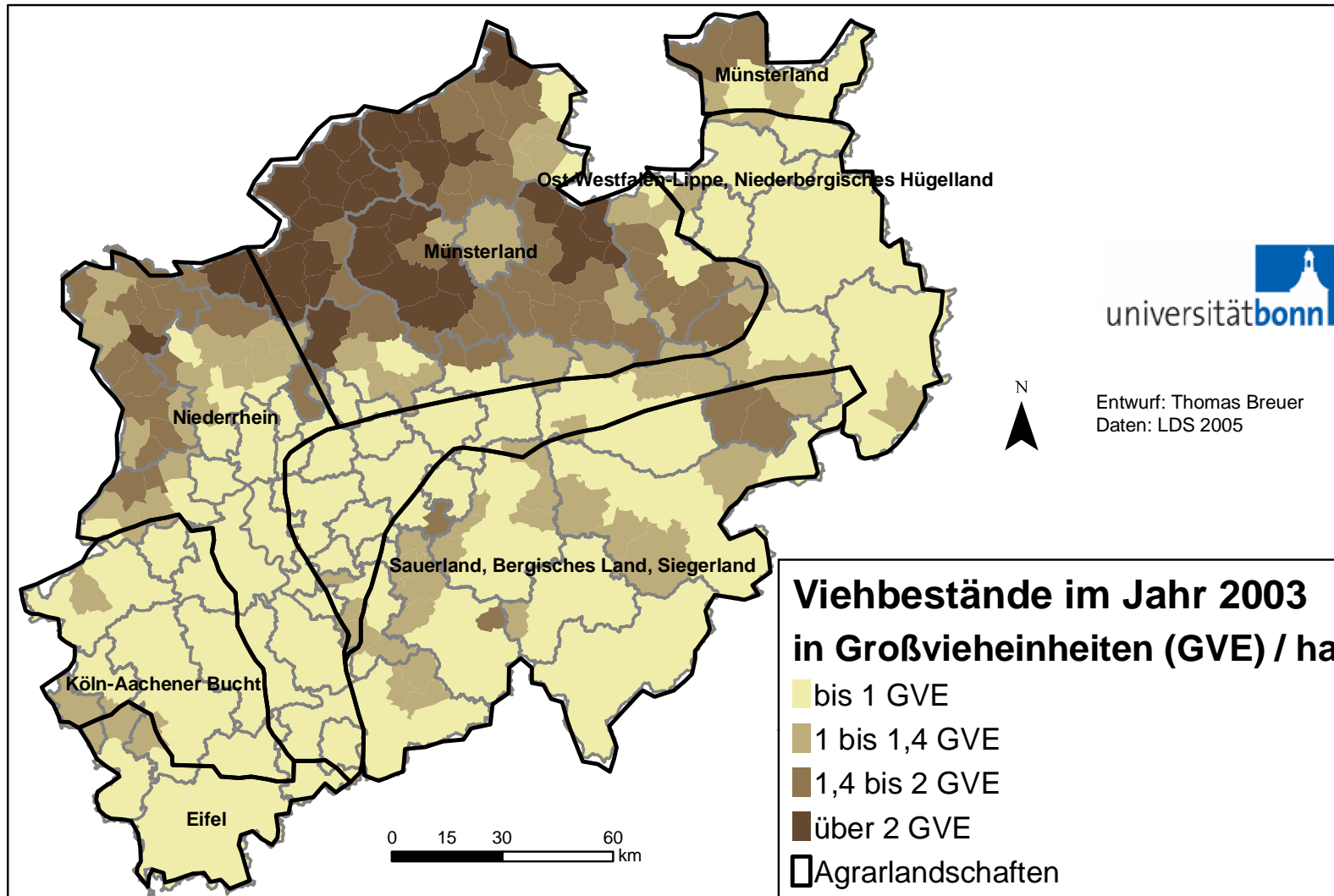
#### **3.2.2.2 Schwerpunkte der tierischen Veredelung der landwirtschaftlichen Rohstoffe**

Auf den ackerbaulichen Ungunstlagen musste traditionell eine betriebsinterne Aufstockung in Form von tierischer Veredelung stattfinden, um das Wachsen der Betriebe zu ermöglichen und damit ein ausreichendes Betriebseinkommen zu sichern.

Karte 11 zeigt die Schwerpunkte der tierischen Veredelung in Nordrhein-Westfalen. Schwerpunkte der Milchproduktion (die natürlich sehr stark mit der Rindfleischproduktion gekoppelt ist (siehe Anhang 8), findet man im Bergischen Land, am Niederrhein (der auch über einige

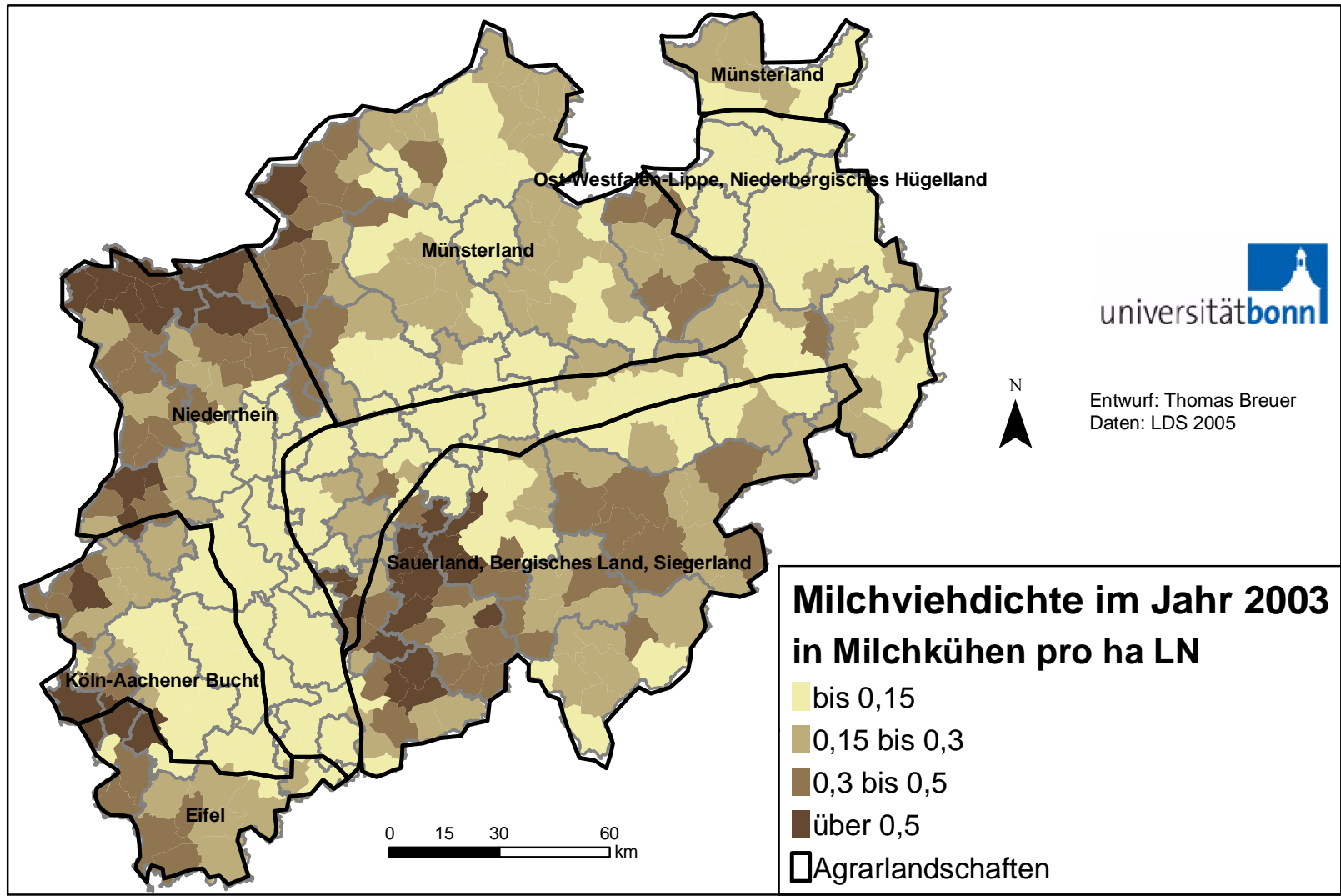
Geflügelproduktionskapazitäten verfügt), in der nördlichen Eifel sowie partiell im Münsterland und im nördlichen Rheinland.

Im Münsterland haben sich die Landwirte auf die Schweineproduktion spezialisiert, wobei die Nähe zu den Binnenhäfen für den Futtermittelimport eine Rolle in der Entwicklung gespielt haben dürfte. Durch die Veredelung konnten Landwirte die natürliche Ungunst ausgleichen und so ein ausreichendes Wachstum bewerkstelligen. Karte 13 zeigt die Konzentration der nordrhein-westfälischen Schweineproduktion im Münsterland. NRW ist damit neben Niedersachsen eine Hochburg der Schweineproduktion mit entsprechenden Interessenslagen. So wurden schon erste Stimmen laut, die eine Eindämmung des Baues von Biogas-Anlagen in den Veredelungsregionen („Biogas-Anlagen gehören in die Ackerbaugebiete“) fordern, um ein weiteres Ansteigen der sowieso schon hohen Pachtpreise zu verhindern.

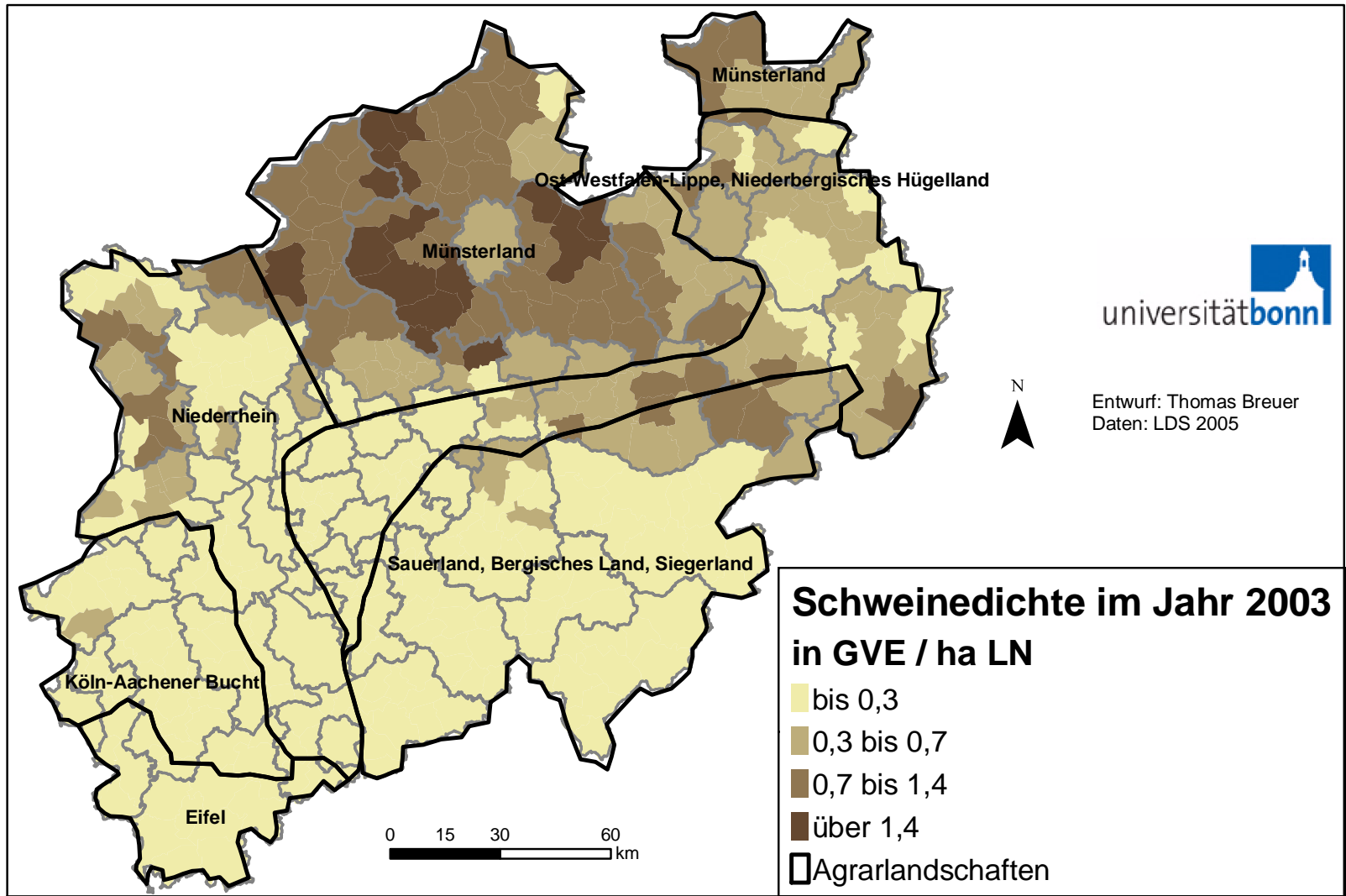


Karte 11: Viehdichte in Nordrhein-Westfalen in GVE/ha LN

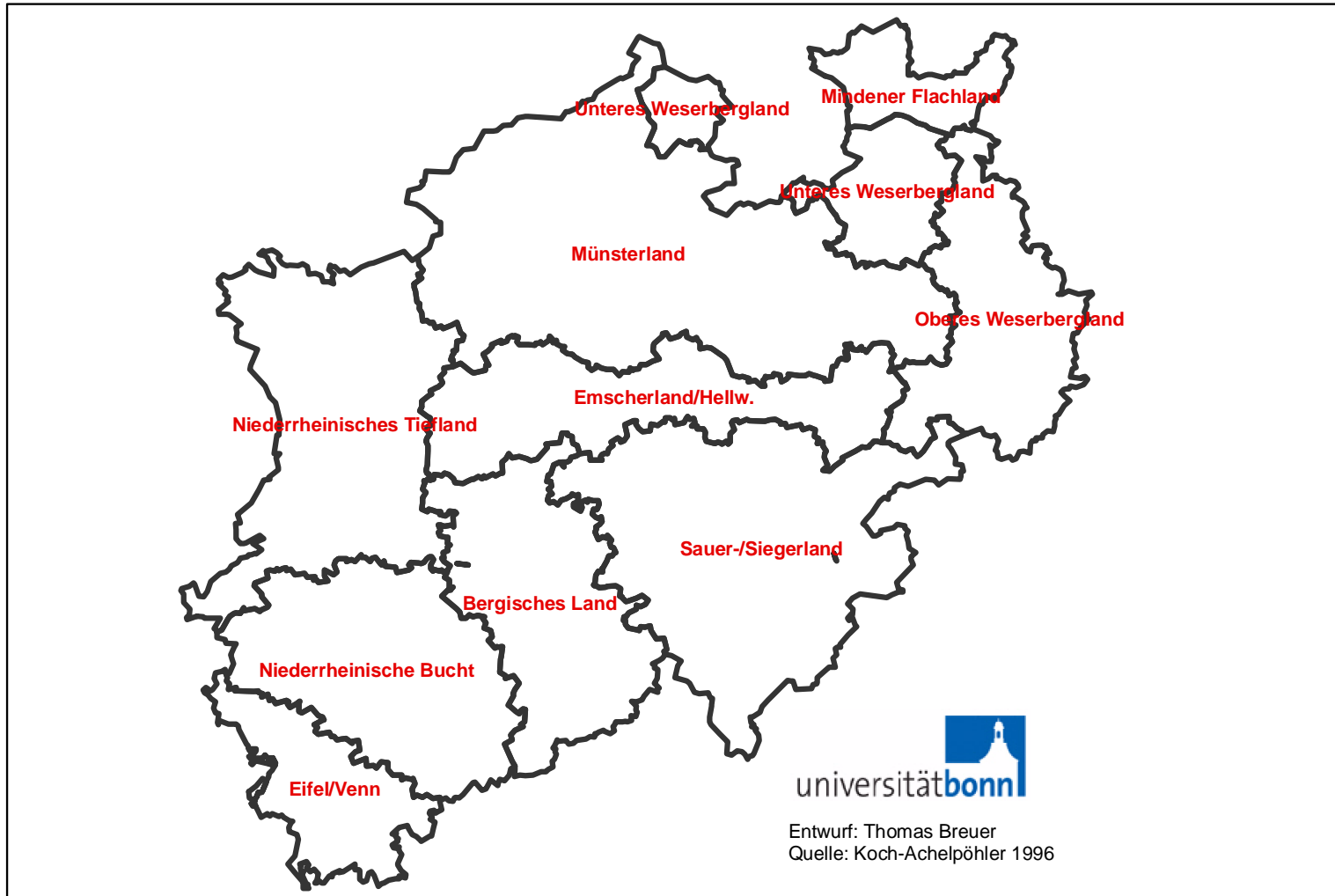




Karte 12: Milchviehdichte in NRW



Karte 13: Schwerpunkte der Schweineproduktion in NRW



Karte 14: Naturräume in Nordrhein-Westfalen

### 3.2.2.3 Naturräume und Ackerleitfrüchte der Agrarlandschaften im Jahr 2003

In Karte 14 sind die Naturräume Nordrhein-Westfalens dargestellt. Neben der naturräumlichen Gliederung, die sehr stark an die natürlichen Standortfaktoren angelehnt ist, können die Regionen auch nach ihrer landwirtschaftlichen Erzeugung eingeteilt werden. Damit werden letztlich die Agrarlandschaften (wie sie in Kapitel 2.3.3 vorgestellt wurden) zusammenfassend wie folgt beschrieben (nach KOCH-ACHELPÖHLER 1996, BUSENKELL 2004):

#### ***Eifel = Eifel/Venn***

Die Eifel im äußersten Südwesten des Landes ist eine Mittelgebirgsregion mit meist nährstoffarmen Böden. Besonders in der westlichen Eifel neigen sie zur Versauerung, Verdichtung und Vernässung. Zwar weist die Eifel hohe Niederschlagsmengen auf, allerdings ist aufgrund der Höhenlage die Vegetationszeit deutlich verkürzt (siehe Anhang 4). Typisch sind kleine Futterbaubetriebe mit Milchvieh- oder Mutterkuhhaltung. Der Anteil der Nebenerwerbsbetriebe ist hier besonders hoch.

#### ***Köln-Aachener Bucht =Niederrheinische Bucht = Rheinland***

Die Niederrheinische Bucht ist ein tektonisches Einbruchsfeld, das außer nach Norden hin vom Rheinischen Schiefergebirge umgeben ist. Die Lößgrenze bildet die Trennungslinie zum Niederrhein. Die Ville, als nur 5 km breiter Höhenzug, und das Erfttal trennen die Bucht in zwei Hälften. Die meist ebenen Parabraunerden mit mächtigen Lößablagerungen (siehe Anhang 3) stellen die besten Ackerböden Nordrhein-Westfalens dar. Die natürliche Gunst ermöglicht einen Marktfruchtanbau mit Zuckerrüben und Halmfrüchten sowie in Richtung Holland einen verstärkten Kartoffel- und in Richtung Bonn Gemüseanbau.

#### ***Niederrhein = Niederrheinisches Tiefland***

Der Niederrhein ist geprägt durch umfangreiche und weitläufige Flusstäler der Niederrheinischen Tiefebene, in denen sich gute Auenböden gebildet haben. Grundwassernahe Böden nehmen von Süden nach Norden hin zu und bedingen eine verstärkte Grünlandnutzung. Im Norden dominiert die Betriebsausrichtung Milchviehhaltung, während in der Mitte Futterbau- und Veredelungsbetriebe mit Rinder-, Geflügel- und Schweinemast überwiegen. Im Süden und Richtung Holland werden verstärkt Kartoffeln angebaut. Zugleich ist der Niederrhein auch Schwerpunkt des Gartenbaus in Nordrhein-Westfalen.

#### ***Süderbergland = Bergisches Land und Sauer-/Siegerland***

Das Süderbergland ist eine Mittelgebirgslandschaft, die von Westen in östlicher und südlicher Richtung von 200m auf 800m im Hochsauerland ansteigt (siehe Karte 7). Diese Höhenlage spiegelt sich natürlich auch in der Hangneigung der Flächen (siehe Anhang 2) und den Vegetationstagen wider. Es liegen sehr hohe Jahresniederschläge vor, und in den höher gelegenen Gebieten ist die Gefahr der Früh- und Spätfröste sehr hoch. Aus der Kombination diese Faktoren ergibt sich eine Landnutzung in Form von Waldflächen und Dauergrünland (vor allem

im Sieger- und Sauerland). Im etwas tiefer gelegenen Bergischen Land ergeben sich höhere Anteile an Ackerfutterbau für die Milch- und Rindviehhaltung, die in der ganzen Agrarregion überwiegt. Auch hier zeigen sich kleine Betriebsstrukturen.

***Ostwestfalen-Lippe, Niederbergisches Hügelland = Emscherland, Hellweg-Börden und Unteres und Oberes Weserbergland***

Eine Unterscheidung dieser Agrarlandschaft in den ebenen Naturraum des Emscherlandes und der Hellweg-Börden im Westen, der sich durch die Lippe nach Norden vom Münsterland abgrenzt und in das hügelige Weserbergland im Osten ist sicherlich notwendig.

Das Grundgestein des Emscherlandes und der Hellwegbörden ist mit z.T. mächtigen Lössauflagen überdeckt. Diese natürlichen Gunstgebiete werden mit Raps und Getreide (und zum Teil mit Zuckerrübe) bestellt.

Das Weserbergland muss in einen unteren und einen oberen Teil aufgliedert werden. Das untere Weserbergland im Norden ist ein meist flachwelliges Hügelland mit einer durchschnittlichen Höhe zwischen 60 und 150m. Durch Lößauflagen sind gute und damit rüben- und weizenfähige Böden entstanden.

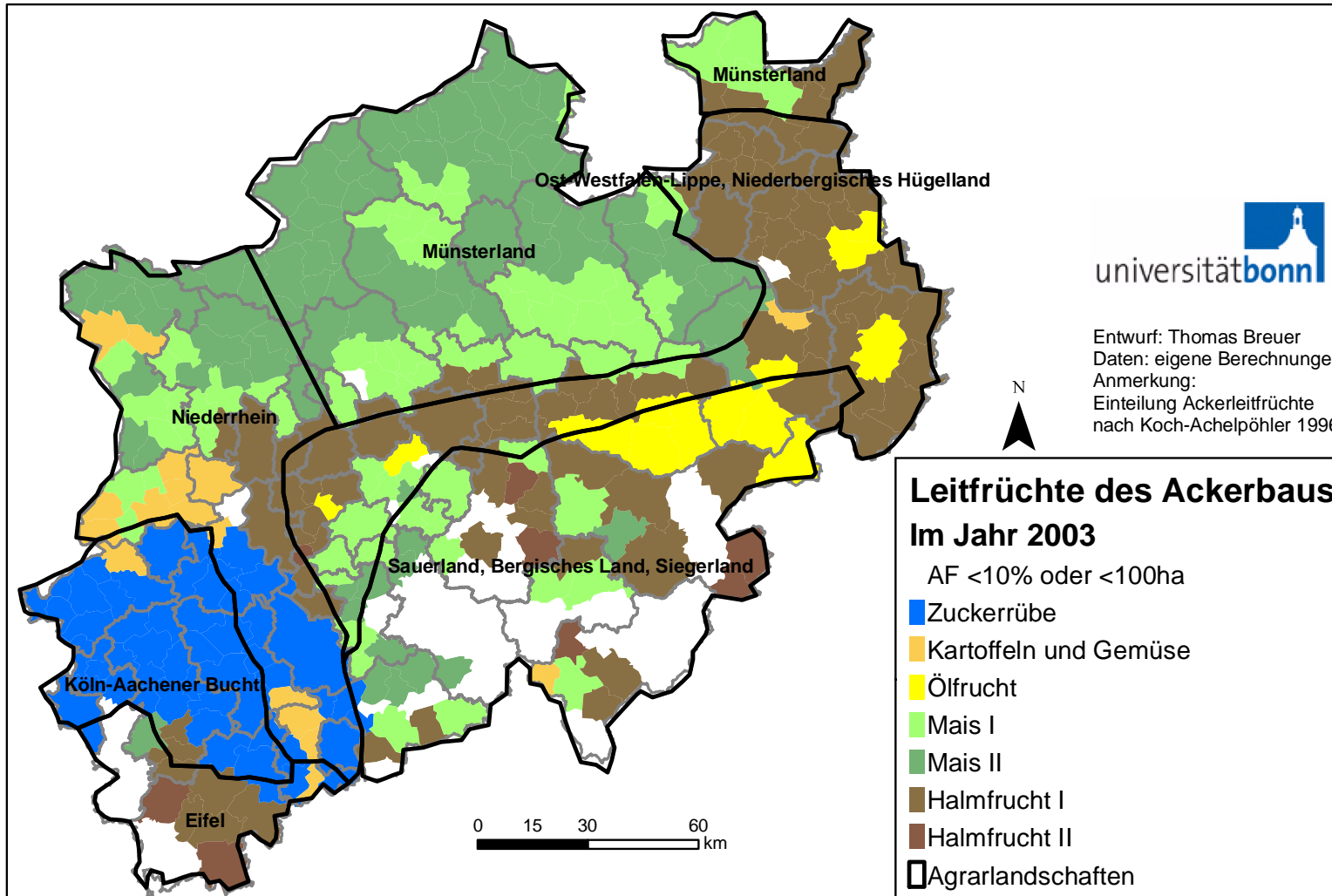
Das obere Weserbergland ist eine Berg- und Beckenlandschaft, die sich durch engräumige Wechsel natürlicher Standortfaktoren und damit auch der vorherrschenden Bodentypen auszeichnet (vgl. Anhang 3). Teilweise führen Lößablagerungen wie in der Warburger Börde zu tiefgründigen Böden. Auf der anderen Seite sind aber auch sandige und trockene Böden zu finden. Auch hier überwiegt der Marktfruchtbau mit Raps, Getreide und Zuckerrüben.

***Münsterland = Münsterland und Mindener Flachland (eigentlich Dümmer Geestniederung)***

Das Münsterland bildet den nördlichen Teil der westfälischen Tieflandbucht, die im Süden durch den Naturraum Emscherland/Hellwegbörden komplettiert wird. Es ist geprägt durch leichte und meist ebene Böden, die in weiten Teilen auf Sand entstanden und oftmals durch hohe Grundwasserstände beeinflusst sind. Dies bedeutet, dass die Böden im Osten und Westen des Münsterlandes durch eine sehr niedrige Bodenertragszahl gekennzeichnet sind. Im Kerngebiet des Münsterlandes sind aufgrund des Einflusses eines anderen Ausgangsgesteins etwas höherwertige Böden entstanden. Trotz ausreichender Niederschläge kommt es auf den sandigen Böden bei Nicht-Beeinflussung durch das Grundwasser aufgrund der niedrigen Wasserhaltekapazitäten (siehe Karte 10) oftmals zu Wassermangelercheinungen.

**Ackerleitfrüchte im Jahr 2003**

Aus den natürlichen Standortfaktoren, den agrarpolitischen Rahmenbedingungen und der äußeren Verkehrslage haben sich folgende Ackerleitfrüchte für das Jahr 2003 in den Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens etabliert (vgl. Karte 15).



Karte 15: Leitfrüchte des Ackerbaus im Jahr 2003

Nimmt man an, dass erst durch die energiepolitischen Rahmenbedingungen der Jahre 2003/04 die neuen großen Absatzkanäle für Energiepflanzen in Deutschland ermöglicht wurden, dann kann die Landnutzung des Jahres 2003 als Referenz der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft ohne eine verstärkte Förderung der Veredelungsoption Bioenergie angesehen werden. Karte 15 zeigt das homogene rheinische Zuckerrübengebiet mit den angrenzenden Kartoffel- und Gemüse-Gebieten im Norden und Süden. Die Mittelgebirgslagen der Eifel und des Süderbergland sind durch Grünland, auf den höher gelegenen Ackerflächen durch Getreideanbau und auf den etwas tiefer liegenden Gebieten durch Futtermais-Anbau geprägt. Das Münsterland und große Teile des Niederrheins sind durch den Maisanbau (CCM und Silomais) für die tierische Veredelung von Milch, Rinderfleisch und Schweinefleisch gekennzeichnet. Auf den Ackerflächen vom Emscherland, den Hellweg-Börden, Ostwestfalen-Lippe und dem Weserbergland dominiert der Halmfruchtanbau, wobei sich in einigen Kreisen der Raps bereits als Leitfrucht durchgesetzt hat. Aufgrund der steigenden Erzeugerpreise von Raps und des sehr guten Vorfruchtwertes für Getreide wird sich der Raps in NRW bis an die Fruchtfolgegrenzen ausdehnen.

Die Steuerbegünstigung der Biokraftstoffe, der Beimischungszwang und das novellierte EEG werden dazu führen, dass sich neue regionale Gleichgewichte der Landnutzung jetzt mit dem Anbau von Energiepflanzen herausbilden werden. Gleichzeitig werden die agrarpolitischen Entscheidungen im Bereich der Milch- und Rindfleischproduktion zu gravierenden Änderungen in den Mittelgebirgslagen führen.

#### **3.2.2.4 Biokraftstoffe/Bioenergie als neuer Veredelungsweig in der Landwirtschaft**

Die Produktion von Bioenergie in der Landwirtschaft ist eine Veredelung von landwirtschaftlichen Rohstoffen, wie wir sie aus der klassischen Veredelung zu Milch, Rinder- oder Schweinefleisch kennen. Im klassischen Bereich der Veredelung werden landwirtschaftliche Rohstoffe (Getreide, Maissilage) zu höherwertigen (nicht nur ökonomisch, sondern auch energetisch) Lebensmitteln (z.B. Milch oder Schweinefleisch → hier ist das Tier der „Konverter“) veredelt. Beim neuen Veredelungsweig Bioenergie wird aus landwirtschaftlichen Rohstoffen (Raps, Getreide und Maissilage) durch die Konverter (Ölpressen, Biodieselanlage, Bioethanol-Anlage und Biogas-Anlage) höherwertige Energie zur Verfügung gestellt. Sie stellt damit die Möglichkeit zum Wachstum eines Betriebes dar.

Die landwirtschaftliche Betriebslehre unterscheidet drei mögliche Wachstumsrichtungen in der landwirtschaftlichen Produktion (STEINHAUSER ET AL. 1982):

- Erweiterung der Nutzfläche zur Ausdehnung des Marktfruchtbaues
- Erweiterung der Nutzfläche, der Gebäude und/oder des Viehbesatzes zur Ausdehnung der flächengebundenen Veredelung

- Erweiterung der Gebäude und/oder des Viehbesatzes zur Ausdehnung der flächenun- gebundenen Veredelung

Da Bioenergie eine neue Veredelungsform der Landwirtschaft darstellt, müsste diese etwas ältere Definition durch die Bioenergie-Anlagen ergänzt werden. Werden die auf den betriebli- chen Flächen angebauten Energiepflanzen zu Biokraftstoffen veredelt, dann stellt die Bio- energie eine innere Aufstockung dar.

### **3.2.2.5 Agrarstruktur, Pachtpreise, Zusammenarbeit und Beratung**

Mit einer durchschnittlichen Flächenausstattung der Hauptbetriebe von ca. 46 ha befindet sich NRW im nationalen Vergleich am unteren Drittel (DBV 2006). Dabei zeigt sich, dass bereits vor allem in den Ackerbauregionen größere Betriebe existieren, v.a. im östlichen Rheinland (vgl. Anhang 7).

Im Zuge der Liberalisierung des Agrarhandels und der damit verbunden Agrarreformen wird es in der Landwirtschaft zu einem verstärkten Strukturwandel kommen. Den sinkenden Er- zeugerpreisen kann durch zwei wesentliche Stellschrauben begegnet werden. Zum einem muss eine konsequente Senkung der Arbeitserledigungskosten (Kostenmanagement) verfolgt werden und zum anderen besteht die Möglichkeit neuer Vermarktungsmöglichkeiten der landwirtschaftlichen Rohstoffe (wozu auch die Bioenergie gehört).

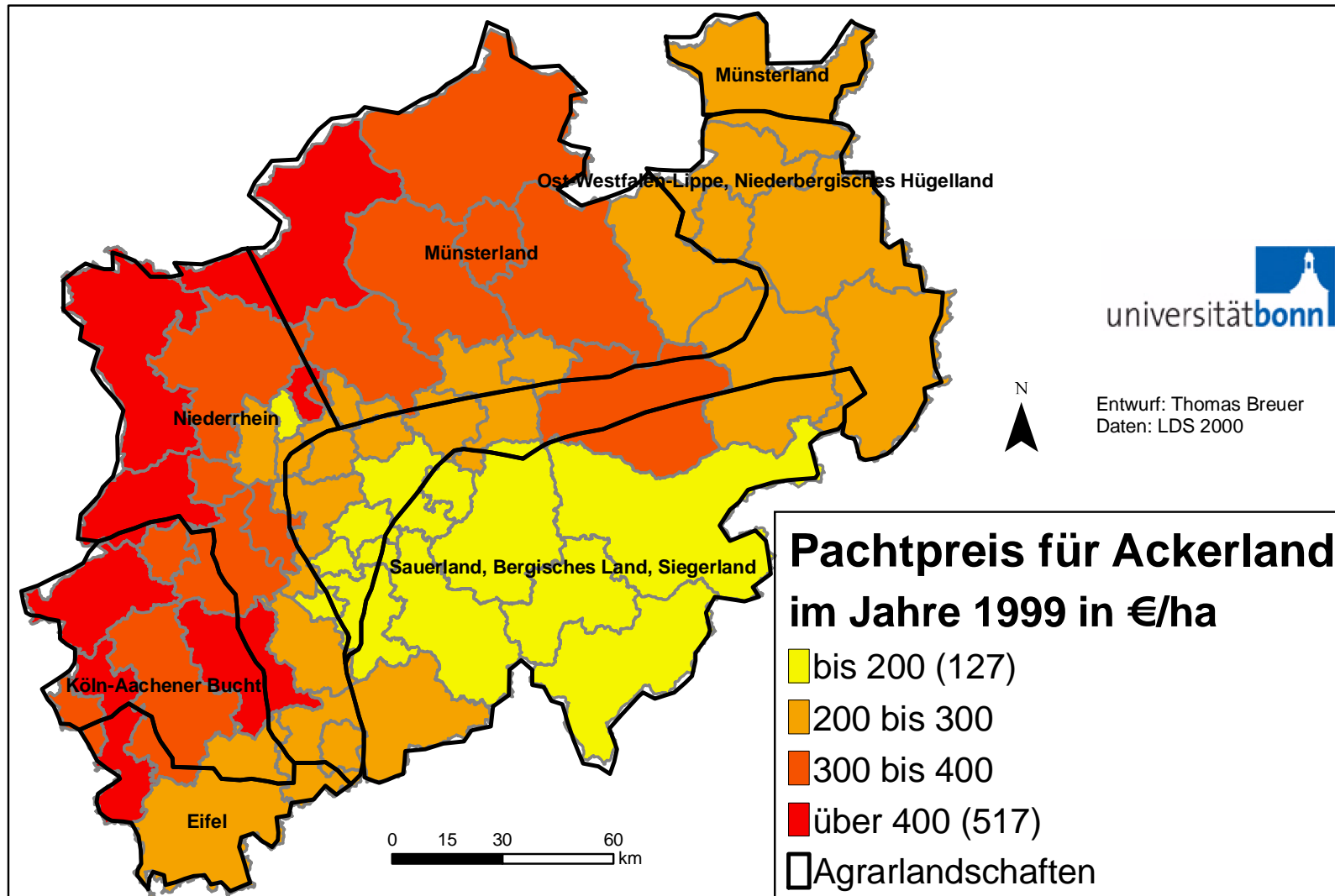
#### **Kostenmanagement**

Die wirkliche Reduzierung der Arbeitserledigungskosten ist meist nur in größeren Bewirt- schaftungseinheiten durch eine hohe Auslastung schlagkräftiger Maschinen und rationell ein- gesetzter Arbeitskraft möglich (vgl. HÖLZMANN 2006A). Zur Vergrößerung der Bewirtschaf- tungseinheiten bieten sich zwei Möglichkeiten: Zukauf oder Zupacht und die überbetriebliche Zusammenarbeit (Kooperation).

#### **Pachtpreise in NRW**

Der Pachtflächenanteil in NRW war mit 55,2% im Jahr 2003 im nationalen Vergleich recht niedrig (vgl. DBV 2006). Allerdings ist NRW mit durchschnittlich 391€/ha für Ackerland Spitzenreiter in der Bundesrepublik Deutschland bei den Pachtpreisen.





Karte 16: Pachtpreise für Ackerland in Nordrhein-Westfalen

Karte 16 zeigt die regionale Verteilung der Pachtpreise für das Jahr 1999, die sich aber bis heute nicht wesentlich verändert haben werden. Aufgrund der naturräumlichen Gunst, des Vorhandenseins von Quoten (Zucker und Milch) und der Nähe zu Absatzmärkten (Kartoffeln, Obst und Gemüse) ergeben sich im Rheinland und am Niederrhein sehr hohe Pachtpreise. Im Münsterland drücken die hohen Pachtpreise letztlich auch die „Gülle-Entsorgungskosten“ der viehintensiven Betriebe aus, damit die umweltpolitischen Auflagen eingehalten werden können. Aufgrund des Preisverfalls und der sinkenden Wertschöpfung auf dem Acker müssten die Pachtpreise eigentlich nach unten angeglichen werden. Zudem wird die Quersubventionierung von teuren Zupachten durch erfolgreiche Wirtschaftsbereiche zunehmend schwieriger und ist eigentlich betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll. Die hohen Pachtpreise bedeuten letztlich hohe Opportunitätskosten und damit hohe Verdrängungskosten für eine andere Landnutzung, z.B. in Form von Energiepflanzenbau. Gerade für BtL-Anlagen, die auf möglichst billige Biomasse-Bereitstellung angewiesen sind, ergibt sich damit in NRW ein schwer lösbares Problem (vgl. Kalkulationen zu den Schnellwachsenden Baumarten).

### **Zusammenarbeit/Kooperation als Zukunftsfaktor**

Aufgrund der teuren Zupachten bietet sich derzeit eher eine Zusammenarbeit mehrerer Betriebe an (vgl. HÖLZMANN 2006A). Bei einer überbetrieblichen Zusammenarbeit ist das Ziel eine Senkung der Arbeitserledigungskosten (Kosteneinsparungen) durch eine bessere Auslastung von Maschinen und Einsparung bei Betriebsmitteln, z.B. der Treibstoffkosten oder günstigeren Vorleistungseinkauf. Ebenso können in der Vermarktung economies of scale realisiert werden (vgl. Kapitel 3.4.1.1). Zudem sind durch eine Kooperation eine Risikobegrenzung und die Aktivierung von Effizienz-Vorteilen aufgrund der Fokussierung der Beteiligten auf ihre Stärken (Arbeitsteilung) möglich (vgl. HÖLZMANN 2006A). Oft hängt der Erfolg von Kooperationen allerdings von der Gesinnung der beteiligten Personen ab (siehe Kapitel 3.4.5).

### **Professionelle Beratung notwendig**

Neben dem Kostenbewusstsein und der Kooperationsfähigkeit ist die verstärkte Inanspruchnahme von professioneller Beratung ebenso von großem Interesse für zukunftsfähige Betriebe. Nicht nur bei den sehr vielschichtigen Themen der Bioenergie, sondern auch in der Erschließung von Kosteneinsparpotenzialen in den klassischen landwirtschaftlichen Bereichen sowie in der Abwicklung des neuen Betriebszweigs Prämiemanagement müssen die Betriebsleiter lernen, dass eine gute Fachberatung, „die ihr Geld wert ist“, auch entsprechende Kosten verursacht.

### 3.2.3 Rahmenbedingungen des Energiepflanzenanbaues

#### 3.2.3.1 Unterscheidung in transportwürdige und transportunwürdige Biomasse

Die energetische Nutzung von Biomasse kann in Anlagen mit unterschiedlicher Produktionstechnik und –leistung erfolgen. Die Biomasse weist im Vergleich zu den fossilen Energieträgern geringere Energiedichten und damit geringere Transportwürdigkeiten auf. Deshalb sollte die Biomasse am besten im kleineren und mittleren Leistungsbereich eingesetzt werden (DLR & FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE 2001, S.158), da größere Biokraftstoff-Projekte eines enormen Logistikaufwandes (Transport und Lagerung) bedürfen.

Der Heizwert der Biomassen unterscheidet sich – bezogen auf die Trockenmasse – kaum, allerdings liegen die Biomassen mit unterschiedlichen Wassergehalten vor. Der Wassergehalt beeinflusst die Lagerungsmöglichkeiten und –bedingungen sowie den Energiegehalt der Biomasse und entscheidet damit über die anfallenden Lager- und Transportkosten. Ebenso hat die Schütt-/Stapeldichte, die letztlich die Dichte der konditionierten Brennstoffe angibt Einfluss auf die Lager- und Transportkosten. Aus ihr können unter Berücksichtigung der typischen Heizwerte die Energiedichten der einzelnen Biomasse und damit auch ihre Transportwürdigkeit bestimmt werden (THRÄN 2005, S.6ff). Die für die Biokraftstoffe relevanten Biomassen können grob in transportwürdige und transportunwürdige Biomasse unterteilt werden. Zu der transportwürdigen Biomasse zählen Getreide (Korn, z.B. Weizen oder Roggen) und Rapssaat.

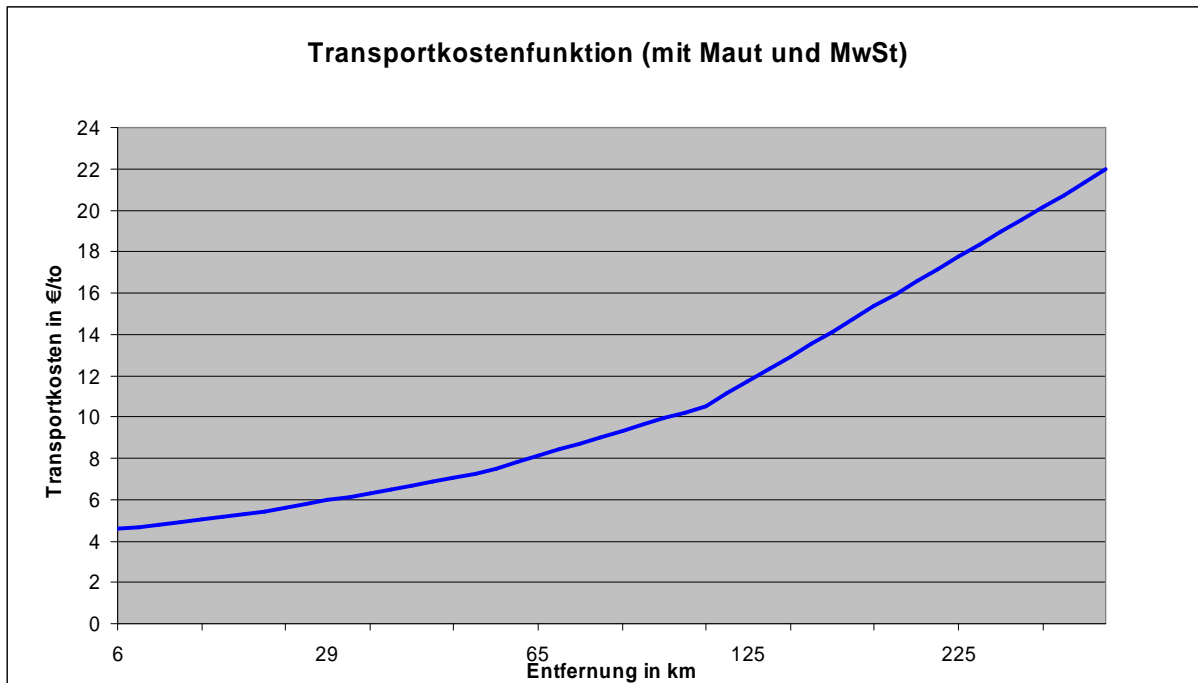
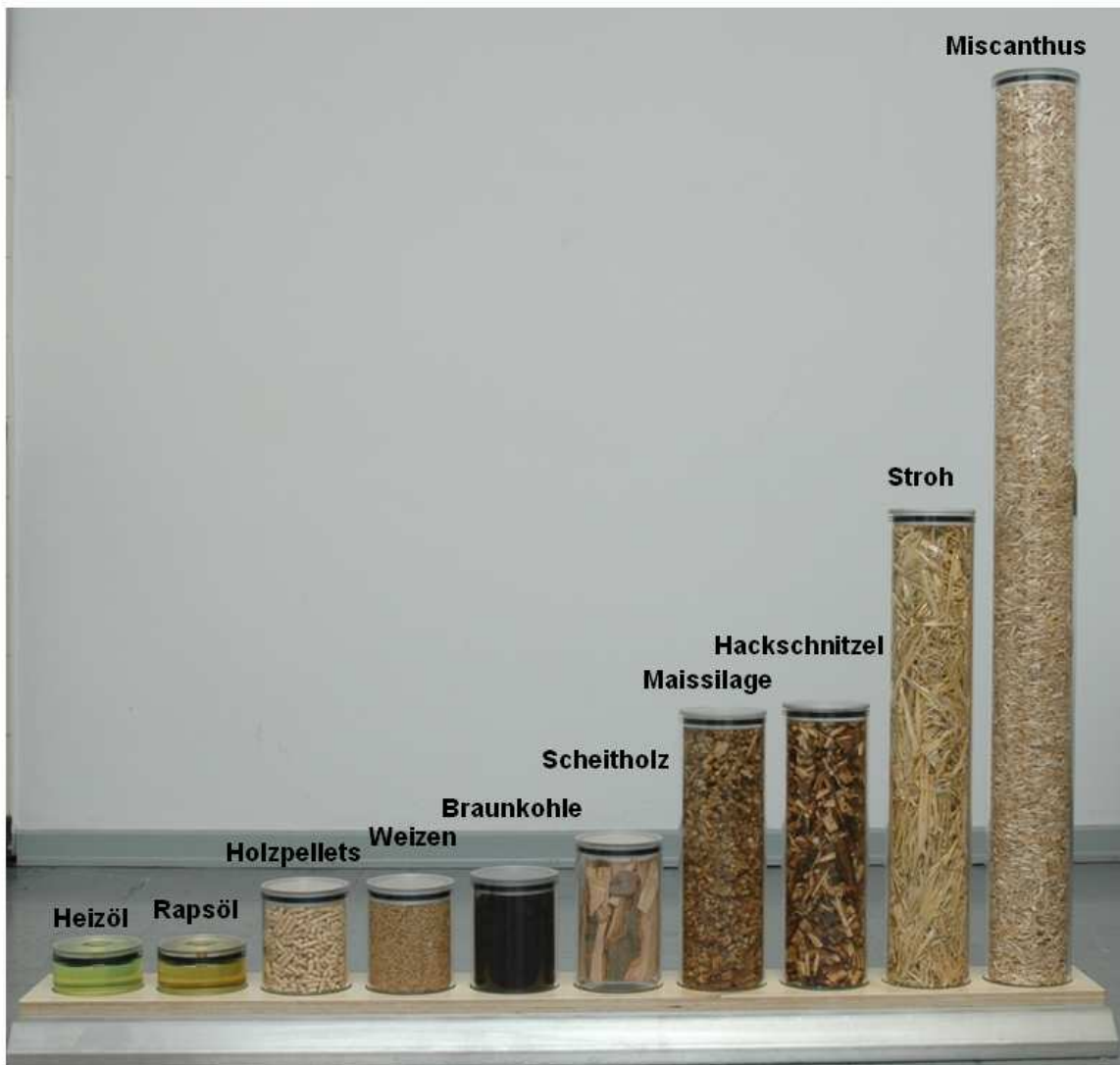


Abbildung 26: Ableitung der Transportkosten für Getreide aus der Transportkostenvergütung der BLE

Abbildung 26 stellt eine Berechnung der Transportkosten für Getreide (für Rapssaat können ähnliche Kosten angenommen werden) aus der Transportkostenvergütung der BLE für Interventionsgetreide dar. Diese Biomassen können sowohl in zentralen und wie dezentralen Anlagen verarbeitet werden.



**Abbildung 27: Energieorgel (jeweils Energiewert von 0,25l Heizöl) (Idee: TFZ Bayern; Konzeption und Umsetzung Uni Bonn)**

Abbildung 27 zeigt eine Energieorgel. Jede Säule enthält die gleiche Energiemenge wie in der Heizölsäule enthalten ist. Die Energiedichte der einzelnen Energieträger nimmt also von links nach rechts ab und damit auch die Transportwürdigkeit der Energieträger.

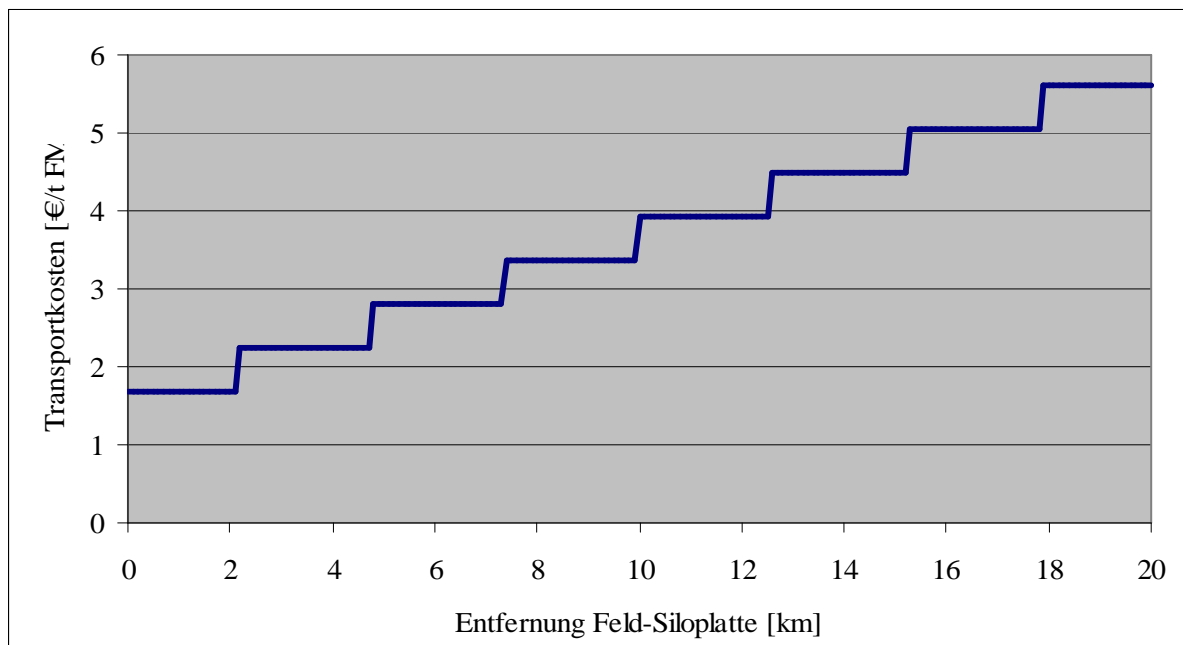
Zuckerrüben<sup>16</sup>, Gülle/Gärreste, Ganzpflanzengut und ihre Silagen (Mais, Getreide-GPS und Grünroggen) können aufgrund ihres hohen Wassergehaltes als transportunwürdig eingestuft

<sup>16</sup> Bei Zuckerrüben ist dies in der Vergangenheit aufgrund der Fuhrvergütungen der Zuckerfabriken in Vergessenheit geraten.

werden. Aufgrund ihrer geringen Schüttdichte sind frische Holz-Hackschnitzel, Stroh und Miscanthus-Häckselgut sehr transportunwürdig. Somit entstehen Lagerrenten, die letztlich den verarbeitungsnahen Landwirten zugute kommen werden.

Der Großteil der Rohstoffe für die Biogas-Produktion hat ebenso eine geringe Transportwürdigkeit wie die Gärreste. In Kombination mit der geringen Substituierbarkeit mit Getreide kommt es somit zu lokalen Flächenkonkurrenzen, v.a. mit der klassischen Veredelung, und damit zu steigenden Pachtpreisen in der unmittelbaren Nähe von Biogasanlagen (vgl. BREUER 2007, S.2938ff).

Größere Biogas-Anlagen haben ein großes „Biomasse-Einzugsgebiet“; somit steigen die Feld-Biogasanlage-Entfernungen und damit auch die Logistikkosten der Rohstoffbereitstellung. GRUBER 2006 zeigt, dass die Logistikkosten von 3,82€/t Mais bei 2,5km Feld-Biogasanlage bis auf fast 10€/t Mais bei einer Entfernung von 20km steigen können.



**Abbildung 28: Silomais-Transportkosten: 50t FM-Ertrag, Schlaggröße 5ha (Quelle: aufbauend auf BREUER UND SCHMITZ 2006)**

Eigene Berechnungen zeigen, dass die reinen Transportkosten bei völliger Auslastung des Maishäckslers zwischen 2€ (3km) und über 5€/t bei 20km liegen können (BREUER UND SCHMITZ 2006). Abbildung 28 zeigt die reinen Transportkosten für Energiemais, also ohne Häckselkosten, vom Feld zur Siloplatte. Der treppenförmige Verlauf kommt aufgrund der Häckselauslastung (maximale Auslastung des Häckslers bei jeweiliger Ergänzung um eine Transporteinheit) zu Stande. Insgesamt liegen bei den transportunwürdigen Biomassen noch sehr große Potenziale in der Optimierung der Rohstoff (Ernte, Transportkosten, Silage)- und Gärreste-Logistik.

### 3.2.3.2 Förderung des Energiepflanzenanbaues

Der Energiepflanzenanbau wird in Deutschland und damit auch in NRW durch zwei Fördermaßnahmen wesentlich geprägt. Zum einen kann ein Anbau von Energiepflanzen auf Stilllegungsflächen stattfinden und zum anderen ist ein Anbau auf „normalen“ Ackerflächen möglich. In diesem Fall kann die Energiepflanzenprämie beantragt werden.

#### **Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen auf Stilllegungsflächen**

Seit Ende der 1980er Jahre versucht die EU, die Überproduktion im Agrarsektor durch Flächenstilllegungen zu reduzieren. Im Jahre 1992 wurde mit der McSharry-Agrarreform der Gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik (GAP) die obligatorische Flächenstilllegung bei gleichzeitiger Genehmigung des Anbaues von Nachwachsenden Rohstoffen auf diesen Flächen festgesetzt.

Findet auf einer Stilllegungsfläche kein Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen statt, ergibt sich ein negativer Deckungsbeitrag, da auf der Fläche kein Markterlös erwirtschaftet wird. Es fallen aber Kosten für die Pflege an. Die Möglichkeit, den Deckungsbeitrag auf den Stilllegungsflächen mit Hilfe der Nachwachsenden Rohstoffe positiv zu gestalten, stellt eine agrarpolitische Unterstützung der Nachwachsenden Rohstoffe (geringe Opportunitätskosten des Energiepflanzenbaus → geringere Erzeuger-Preise → geringerer Biomasse-Preis) und damit letztlich auch der Biokraftstoffe dar. Beim Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen auf Stilllegungsflächen muss gewährleistet werden, dass die angebauten Früchte nicht im Food- oder Feed-Bereich Verwendung finden. Es handelt sich also hier um Non-Food-Erzeugnisse. Für diese Kontrolle und Abwicklung ist eine Reihe von bürokratischen Aspekten zu beachten, die letztlich in Form von Transaktionskosten die Erzeugerpreise senken. Im Einzelnen müssen folgende Formalitäten eingehalten werden (vgl. BLE 2007):

- der Wert der Non-Food-Erzeugnisse muss höher sein als der Wert aller sonstigen Nebenerzeugnisse, die für Lebensmittel- oder Futterzwecke verwendet werden
- folgende für die Biokraftstoffproduktion relevante Energiepflanzen, die nur im Non-Food-Bereich Verwendung finden können, dürfen ohne Anbau- und Abnahme-Vertrag angebaut werden: Schnellwachsende Baumarten (Umtriebszeit höchstens 20 Jahre) und Miscanthus
- für alle anderen wichtigen Energiepflanzen müssen Anbau- und Abnahme-Verträge abgeschlossen werden. Diese beinhalten folgendes:
  - o der Vertrag zwischen Erzeuger und Aufkäufer muss frühzeitig abgeschlossen werden: für die Herbstsaat (1.7. bis 31.12.) bis zum 28.2.; für die Frühjahrssaat (1.1. bis 31.5.) bis 15.5..
  - o der Erzeuger muss eine Kopie des Vertrages bei der zuständigen Kreisstelle einreichen. Dieser Vertrag muss folgende Punkte beinhalten:

- die Unternehmensnummer des Erzeugers
  - zuständige Kreisstelle
  - Anschriften der Vertragsparteien
  - Laufzeit des Vertrages
  - Art des Ausgangserzeugnisses
  - Gesamtanbaufläche
  - Bedingungen der Lieferung
  - Endverwendungszweck des Ausgangserzeugnisses
  - Verpflichtungserklärung des Erzeugers, sämtliche auf den Vertragsflächen geernteten Ausgangserzeugnisse an den Aufkäufer abzuliefern
  - Verpflichtungserklärung des Aufkäufers, die gesamte Erntemenge abzunehmen und zu garantieren, dass eine gleich große Menge dieser Ausgangserzeugnisse in der Gemeinschaft zur Herstellung eines Non-Food-Erzeugnisses verwendet wird.
- für Ölsaaten müssen zusätzlich die voraussichtliche Erntemenge sowie die voraussichtliche Menge der herzustellenden Nebenerzeugnisse (Gesamtmenge) und die nicht für Lebensmittel- und Futtermittelzwecke bestimmten Nebenerzeugnisse in kg – auch wenn die Menge 0 kg beträgt – angegeben werden.
  - für jede Art von Ausgangserzeugnissen ist ein gesonderter Vertrag abzuschließen; ebenso für Vor-, Haupt- oder Nachfrucht auf stillgelegten Flächen.
  - im Fall der Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen im eigenen landwirtschaftlichen Betrieb (z.B. bei eigener Rapspresse, Biogas-Anlagen oder Getreide-Heizung) ist an Stelle eines Vertrages eine Anbauerklärung abzugeben, die folgende Punkte enthalten muss:
    - Unternehmensnummer, zuständige Kreisstelle, Anschrift
    - Erntejahr, Art des Ausgangserzeugnisses, Gesamtanbaufläche, Endverwendungszweck
    - Verpflichtung des Erzeugers, alle auf den stillgelegten Flächen geernteten Erzeugnisse in den hofeigenen Verarbeitungsanlagen zu verwerten
    - Voraussichtlicher Ertrag beim Anbau von Ölsaaten.
- Bis zum 15.5. muss eine Kautions in Höhe von 250€ bei der BLE hinterlegt werden. Die Freigabe der Kautions wird erst veranlasst, nachdem der Nachweis des korrekten Einsatzes der Endprodukte erbracht wurde.
  - Jede Änderung muss bis zum 31.5. gemeldet werden.
  - Repräsentative Erträge: die vollständige Ablieferung der Ernteerzeugnisse ist Hauptpflicht des Erzeugers. Um nun dies kontrollieren zu können, wird der repräsentative Ertrag herangezogen. Liefert der Erzeuger eine Menge ab, die dem repräsentativen Er-

trag multipliziert mit seiner Anbaufläche entspricht, so ist davon auszugehen, dass er den gesamten Ertrag seiner Stilllegungsfläche an den Aufkäufer abgegeben hat. Die Festsetzung der repräsentativen Mindesterträge erfolgt in der Regel im Monat Juni für Raps und Weizen und im Juli für alle anderen Fruchtarten.

Stellt der Erzeuger fest, dass er die repräsentativen Erträge nicht erreichen wird, dann kann er vor der Ernte ein Gutachten beauftragen, die Gründe festzustellen und die Verträge anzupassen. Nach der Ernte bleibt dem Erzeuger nur die Möglichkeit den nicht erreichten repräsentativen Ertrag durch Zukäufe auszugleichen.

- Bei der Verwendung der nachwachsenden Rohstoffe in einer hofeigenen Anlage (Biogas, Pflanzenölpresse oder Heizung) sind weitere Formalitäten zu beachten:
  - o Ernteanzeige: Die Anzeige der Ernte muss bei der hofeigenen Verarbeitung spätestens drei Arbeitstage vor dem voraussichtlichen Erntetermin schriftlich bei den Kreisstellen angemeldet werden.
  - o Mengenermittlung: Die Mengenermittlung erfolgt entweder durch Verwiegung vor Einlagerung oder durch volumetrische Vermessung bei Silagen.
  - o Verwiegung:
    - Da die Verwiegung auf einer von der BLE zugelassenen Waage erfolgen muss, ist spätestens eine Woche vor Beginn der Ernte bei der BLE ein Antrag auf Zulassung des Betriebes, der die Verwiegung der Erntemenge vornehmen soll, zu stellen.
    - Die volumetrische Vermessung ist durch eine fachkundige Person vorzunehmen.
- Die vollständige Einlagerung und Mengenfeststellung muss anhand von Formularen dokumentiert werden und in Kopie an die Kreisstelle und die BLE gesendet werden.
- Hoflagerung: Alternativ zur Ablieferung der Ernte beim Aufkäufer ist auch die Hoflagerung beim Erzeuger möglich. Hierzu muss ein Lagervertrag zwischen dem Erzeuger und dem Aufkäufer geschlossen werden (LZ RHEINLAND 2006, S.29ff).

Diese ausführliche Schilderung des Verfahrens des Anbaues von nachwachsenden Rohstoffen soll die aufwendige Bürokratie und die damit verbundenen Transaktionskosten aufzeigen. Ebenso nimmt die komplizierte Regelung dem Erzeuger die Möglichkeiten der flexiblen Anbauentscheidungen und gibt ihm aber gleichzeitig die Alleinverantwortlichkeit der Richtigkeit der Formalitäten. Kommt es zu Fehlern und Unregelmäßigkeiten, dann droht die Nichtanerkennung der Stilllegungsfläche als solche, was dazu führt, dass die entsprechenden Zahlungsansprüche bei Stilllegung im Rahmen der Betriebsprämienregelung nicht aktiviert werden können.



### **Anbau von Energiepflanzen auf Basisflächen (nicht stillgelegte Flächen)**

Als gekoppelte Zahlungen bietet sich dem Erzeuger seit 2005 die Möglichkeit der Beantragung der Beihilfe für Energiepflanzen. Der Antrag muss im Rahmen des Sammelantrages bis spätestens 15.5. bei der zuständigen Kreisstelle eingereicht werden. Die Bedingungen für die Gewährung der Beihilfe sind weitgehend an die für den Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen auf Stilllegungsflächen angelehnt. Wesentliche Unterschiede sind folgende:

- als Endverwendung ist ausschließlich die Produktion von Biokraftstoff (z.B. Bioethanol, Rapsöl, Biodiesel, Biogas) oder Energie zulässig
- der Anbau- und Abnahmevertrag muss mit einem Erstverarbeiter (d.h. z.B. Ölmühle) abgeschlossen werden. Der Landhandel kann lediglich als Beauftragter auftreten
- die Kautions beträgt 60€/ha (LZRHEINLAND 2006, S.29ff).

In der Praxis zeigt sich, dass die Energiepflanzenprämie keinen grundlegenden Einfluss auf die Entscheidung der Landwirte zum Anbau von Energiepflanzen hat. Zudem reduziert sie sich um die Transaktionskosten, die sie verursacht. Hier ergeben sich Mitnahmeeffekte, die letztlich noch nicht einmal beim Erzeuger ankommen, sondern an die verarbeitende Industrie durchgereicht werden.

#### **3.2.3.3 Fruchtfolge**

Bei der Entscheidung über den Anbau von Kulturarten müssen neben den Betrachtungen des Deckungsbeitrages auch Überlegungen zur Fruchtfolge berücksichtigt werden. Ein Wechsel zwischen den Kulturarten ist sowohl aus biologisch-pflanzenbaulichen als auch aus arbeitswirtschaftlichen Gründen notwendig. Waren in den 1950er Jahren noch weite Fruchtfolgen mit einer Vielzahl verschiedener Pflanzenarten üblich, so änderte sich dies aufgrund des technischen Fortschritts, der agrarpolitischen Rahmenbedingungen und des Konsumverhaltens in Richtung enger, z.T. sehr einseitiger Anbaufolgen mit nur noch zwei bis vier verschiedenen Pflanzenarten (LÜTKE ENTRUP UND OEHMICHEN 2000, S.9/10). Dabei ist die Fruchtfolge für eine nachhaltige Bewirtschaftung und eine Stabilisierung der Agrarökosysteme von großer Bedeutung. Mit dem Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen besteht die Möglichkeit der Wiederaufweitung der Fruchtfolgen und der Gestaltung einer nachhaltigen Landwirtschaft mit einer integrierten Produktion von Lebensmittel- und Energiepflanzen (siehe Kapitel 3.2.4.5).

Im Einzelnen können folgende Ziele und Funktionen der Fruchtfolge benannt werden (vgl. LÜTKE ENTRUP UND OEHMICHEN 2000, VETTER UND REINHOLD 2004):

- 1) Ertrags- und anbautechnische Funktion
  - Sicherung hoher Erträge und Qualitäten durch standortgerechte Pflanzen
  - Nutzung positiver Vorfrucht- und Fruchtfolgewirkungen

- Nutzung unterschiedlicher Anfälligkeiten gegenüber Schaderregern sowie Unterdrückungseignung gegenüber Unkräutern und Gräsern
- 2) Ressourcenschutz und ökologische Funktion
  - Schutz des Bodens durch Vermeidung von Verdichtung, Verschlammung und Erosion; Förderung des Bodenlebens
  - Vermeidung von Nährstoffausträgen
  - Erhaltung und Förderung der Biodiversität (Vielfalt der Fruchtarten)
- 3) Betriebs- und regionalwirtschaftliche Funktion
  - Optimale Ausnutzung der Arbeitskraft und des Maschinenbesatzes im Betrieb
  - Erzeugung verkaufsfähiger Güter mit vertretbarem Risikoausgleich
  - Erhalt einer abwechslungsreichen Kulturlandschaft, u.a. für Erholungszwecke.

Um Fruchtfolgeschäden (Krankheits- und Schädlingsdruck, einseitige Verunkrautung, usw.) zu vermeiden oder die Kosten zu deren Verminderung möglichst gering zu halten, sollten einzelne Fruchtarten bzw. Fruchtartengruppen bestimmte Anteile in der Fruchtfolge nicht überschreiten (vgl. Tabelle 6) (siehe LWR NRW 2006).

**Tabelle 6: Maximale Anbaukonzentration von Feldfruchtarten bzw. -gruppen, nach Zielen der integrierten Pflanzenproduktion in % (Quelle: LWK NRW 2006)**

Feldfrucht	Standortbedingungen	
	günstig	ungünstig
Kartoffeln	33	25
Sonnenblumen	17	12
Lein	14	12
Beta-Rüben <sup>1)</sup>	33	25
Körnerraps	33	25
Beta-Rüben und alle Kruziferen <sup>2)</sup>	33	25
Körnererbsen	20	17
Ackerbohnen	25	20
Körnerleguminosen insgesamt	25	20
Weizen	33	25
Wintergerste	40	33
Roggen, Triticale	50	33
Wintergetreide insgesamt <sup>3)</sup>	75	67
Sommergerste	50	33
Hafer	25	25
Sommergetreide insgesamt <sup>4)</sup>	50	50
Getreide insgesamt	75	75
Körnermais	50	33
Silomais	40	25

<sup>1)</sup> Futter- und Zuckerrüben;

<sup>2)</sup> Raps, Rübsen, Kohlrübe, Stoppelrübe, Futter- und Gemüse Kohl im Hauptfrucht-, Zweitfrucht und Winterzwischenfruchtbaue;

<sup>3)</sup> in Folgen ohne Hafer und Sommergerste;

<sup>4)</sup> Hafer und Sommergerste in Folgen ohne Wintergerste;

Eine optimale Abfolge der Kulturarten innerhalb der Fruchtfolge muss unterschiedliche Gesichtspunkte berücksichtigen. Z.B. muss der Erntetermin der Vorfrucht eine termingerechte Bestellung der Folgefrucht ermöglichen, der Krankheits- und Schädlingsdruck muss gering gehalten werden, Vorfruchteffekte sollen optimal ausgenutzt und N-Verluste weitestgehend vermindert werden (vgl. LWK NRW 2006). Die folgende Abbildung 29 gibt einen Überblick über die Eignung verschiedener Vor- und Nachfrüchte:

		Vorfrucht															
		Winterweizen	Sommerweizen	Wintergerste	Sommergerste	Winterroggen	Triticale	Hafer	Silomais	CCM-/Körnermais	Ackerbohnen	Erbsen	Spätkartoffeln	Frühkartoffeln	Winterraps	Zuckerrüben	Runkelrüben
<b>Nachfrucht</b>	Winterweizen	-	-	-	-	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Sommerweizen	-	-	-	-	0	0	+	+	+	*	*	*	*	*	+	*
	Wintergerste	+	+	-	-	+	+	+	0	-	*	*	-	+	*	-	-
	Sommergerste	+	+	-	-	+	+	+	*	*	*	*	*	*	*	+	*
	Winterroggen	+	+	+	+	0	0	+	+	0	*	*	-	*	*	-	*
	Triticale	0	0	+	+	+	0/-	+	+	0	*	*	-	*	*	-	*
	Hafer	+	+	+	+	+	+	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Mais	+	+	+	+	+	+	+	0	0	*	*	+	*	*	+	+
	Ackerbohnen	+	+	*	+	+	+	+	+	+	-	-	*	*	*	*	*
	Erbsen	+	+	*	+	+	+	+	+	+	-	-	*	*	*	*	*
	Spät-/Frühkartoffeln	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	-	-	*	+	+
	Winterraps	0	0	+	+	0	0	0	-	-	-	+	-	+	-	-	-
	Zuckerrüben	+	+	+	+	+	+	*	-	-	-	+	*	*	-	-	-
	Runkelrüben	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	*	*	-	-	-
+		günstige Vorfrucht															
*		günstige Vorfrucht, aber Luxusfolge, weil andere Nachfrüchte die Vorfruchtwirkung besser ausnutzen können, längere vegetationsfreie Zeit ggf. durch Zwischenfrüchte nutzbar															
0		mit Einschränkungen möglich															
-		ungünstige Vorfrucht (Ertragsabfall, Fruchtfolgekrankheiten) bzw. Einhaltung der Bestelltermine der Nachfrucht nicht möglich															

Abbildung 29: Bewertung unterschiedlicher Fruchtartenkombinationen (Quelle: LWK NRW 2006)

Die wichtigsten Restriktionen bei der Fruchtfolgegestaltung sind die Nichtselbstverträglichkeit der Zuckerrüben und des Rapses aufgrund von Nematoden und demzufolge auch die Nichtverträglichkeit von Zuckerrüben und Raps als Vor- oder Nachfrucht. Dies ist gerade für die Betrachtung des Rheinlandes mit sehr hohen Zuckerrübenanteilen von zentraler Bedeutung.

### Qualitätsanforderungen für Biomassen zur BtL-Produktion

Sowohl für die Biomasse-Bereitstellung (z.B. Transport) als auch für die Biomasselogistik wäre es von Vorteil, wenn die bereitgestellten Biomassen eine möglichst hohe Energiedichte aufweisen würden. Dies ist aber gerade bei den momentan im Gespräch befindlichen Biomassen wie Holz und Stroh zur BtL-Produktion nicht der Fall. Dies weist auf ein strukturelles Problem der BtL-Kraftstoffe hin. Auf der einen Seite müssen zentrale Vergasungsanlagen gebaut werden und auf der anderen Seite sollen in diesen Anlagen die transportunwürdigsten

Biomassen verarbeitet werden. Dieses Logistik-Problem ist bei den CHOREN-Anlagen noch nicht gelöst.

Das Forschungszentrum Karlsruhe versucht einen Lösungsansatz mit dem so genannten Dezentral-Zentral-Konzept (vgl. Abbildung 30). Um die Versorgung der zentralen BtL-Anlage mit ausreichender Biomasse zu gewährleisten, wird die Rohbiomasse veredelt, d.h. die Energiedichte wird erhöht und damit auch die Transportwürdigkeit und –reichweite.

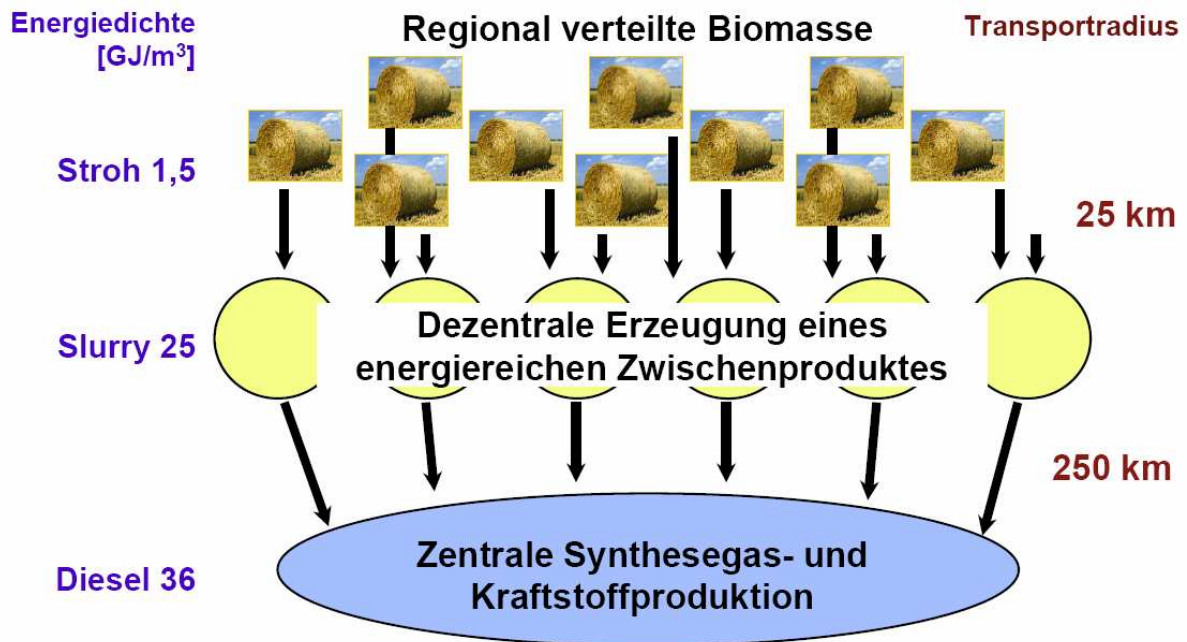


Abbildung 30: Das Dezentral-Zentral-Konzept (Quelle: DAHMEN 2006)

Bei der Schnellpyrolyse des Forschungszentrums Karlsruhe werden aus zerkleinerter Biomasse Pyrolysekoks und Pyrolyseöl erzeugt und dann in einem weiteren Schritt „Slurry“ hergestellt (siehe Abbildung 31). Bei der Slurryherstellung werden Pyrolysekoks und –öl zu einem flüssigen Slurry vermischt (vgl. HEINRICH 2003). Dieser ist pumpfähig und kann in Tanks zwischengelagert werden.

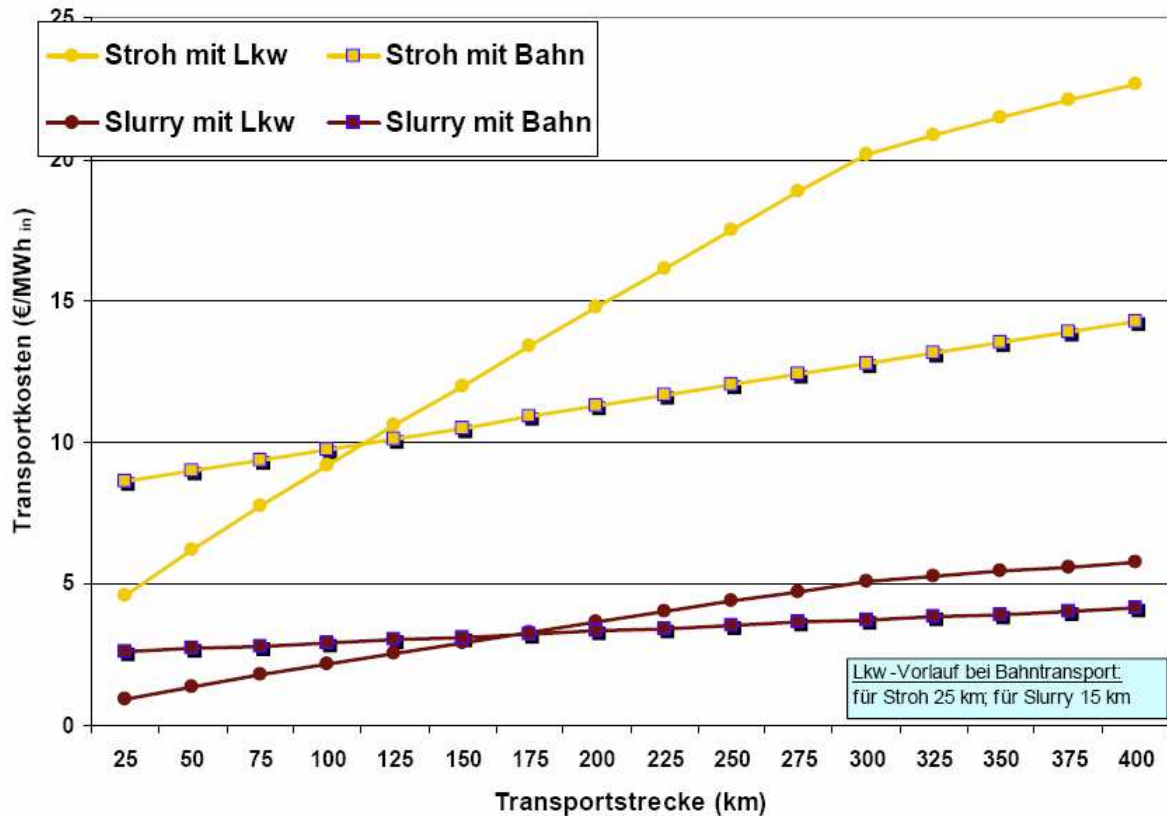


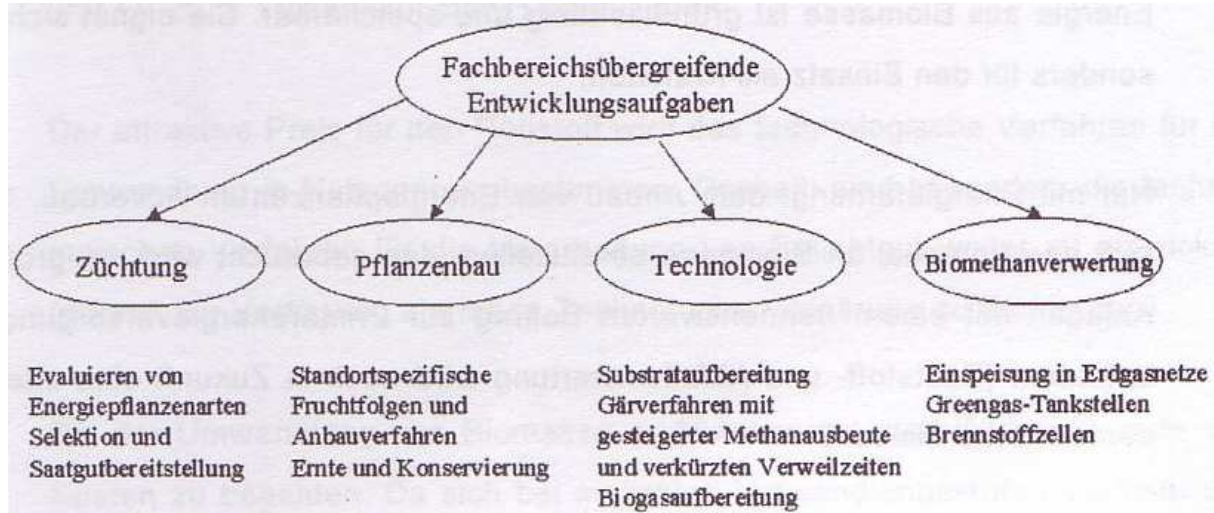
Abbildung 31: Transportkostenabschätzung des Biomasse- und Slurry-Transportes (Quelle: DAHMEN 2006)

Im Gegensatz zur Rohbiomasse ist der Slurry dann in Bahnkesselwagen relativ preisgünstig über weite Strecken zu einer großen, zentralen Vergasungsanlage transportierbar. Zum Vergleich: Die Dichte der Rohbiomasse (Stroh) liegt bei  $\sim 100\text{kg/m}^3$ , während die Slurries eine Dichte von  $\sim 1300\text{kg/m}^3$  erreichen (HENRICH 2003). Das Karlsruher BtL-Verfahren mit einem Projektvolumen von über 5,7 Mio. € wird durch die FNR mit einem Förderanteil von über 2 Mio. € unterstützt (vgl. FNR2006B).

### 3.2.3.4 Energiefarming: Neue Züchtungsziele

Die bisherige Pflanzenzüchtung war auf eine Steigerung des Ertrags (z.B. Korn) für die Lebensmittel- und Futterproduktion ausgerichtet. Eine Ausrichtung der Land- und Forstwirtschaft als Rohstofflieferant für die Energieerzeugung verlangt eine Neuorientierung der Pflanzenzüchtung in Richtung einer Steigerung der Nettoenergieerträge pro ha. Das ist ein völlig neues Zuchtziel mit enormen Potenzialen. Denn alle Pflanzenarten sind von Natur aus nicht auf den höchstmöglichen Masseertrag ausgerichtet, sondern auf die Erhaltung der Art, also Fortpflanzung und Samenproduktion (vgl. KESTEN 2003). Das Energiefarming steht also noch am Anfang. Für die Wirtschaftlichkeit der „neuen“ Energiepflanzen ist die Energiebi-

lanz entscheidend, d.h. wie viel Energie muss in das gesamte System (Ackerbau, Düngung, Ernte, Transport, Energieumwandlungstechnik) im Verhältnis zur für den Verbrauch nutzbaren Energie aufgewendet werden. Bei einem intensiven Anbau von Getreide werden etwa 55% der aufgewendeten Energie für die Mineraldüngung benötigt (KESTEN 2003).



**Abbildung 32: Treiber für wirtschaftlichen Erfolg von Biomethan (Quelle: KESTEN 2005)**

Die Pflanzenzüchtung steht am Anfang der Wertschöpfungskette (vgl. Abbildung 32). Das Beispiel Energiemais zeigt, dass sich das Ertragspotenzial von Energiepflanzen gegenüber ihren „Schwestern“ für die Nahrungs- und Futterproduktion annähernd verdoppeln lässt (vgl. KESTEN 2005).

Nur mit Energiefarming, dem Anbau von Energiepflanzen im Ackerbau, lässt sich das Potenzial an Biomasse bereitstellen, das für größere Anlagen mit einem nennenswerten Beitrag zur Energieversorgung gebraucht wird. Bei der Produktion von Biomasse entscheidet die Energiebilanz und letztlich der Nettoenergieertrag/ha/a über die Wirtschaftlichkeit und den Nutzen für die Volkswirtschaft und die Umwelt. Ein hoher Nettoenergieertrag lässt sich aber nur durch einen maximalen Ertrag an organischer Masse/ha/a erreichen. Hier legt die Pflanzenzüchtung den Grundstein für eine preiswerte Erzeugung von Biomasse. Es besteht dringender Handlungsbedarf für die züchterische Entwicklung unterschiedlicher Energiepflanzenarten und für die Etablierung von standortangepassten Energiefruchtfolgen (KESTEN 2005).

Zusammenfassend lassen sich also die folgenden Ziele des Energiepflanzen-Anbaus festhalten:

- möglichst viel organische Masse/Fläche gewinnen → deshalb sollte die Ganzpflanze genutzt werden und nicht nur Teile, wie der Samen
- in einer Energiefruchtfolge sollte möglichst die volle Lichtintensität des Jahresverlaufes von Pflanzen genutzt werden (siehe SCHEFFER 2006), d.h. intensives vegetatives Wachstum auch in den Sommer- und Spätsommermonaten

- verminderter Input z.B. bei Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz, Ernteaufwand und Konservierung verbessert die Energiebilanz und damit auch die Wirtschaftlichkeit (KESTEN 2003).

### **3.2.4 Standortanforderungen und relative Vorzüglichkeit der relevanten Energiepflanzen**

„Der begrenzende Faktor jeglicher Anbaustrategie auf dem Ackerland ist letztlich die sich aus der Wirtschaftlichkeit ableitende „relative Vorzüglichkeit“ der anbauwürdigen Ackerfrüchte an einem Standort, da alle Früchte um den Faktor Boden konkurrieren. In die relative Vorzüglichkeit gehen auch alle aus pflanzenbaulichen Gründen zu betrachtenden Faktoren wie insbesondere Standorteignung/-ansprüche, Wasserverfügbarkeit und Fruchtfolgegrenzen ein. Neben den obligatorischen Stilllegungsflächen der Ackerfläche stehen grundsätzlich auch alle anderen Acker- und Grünlandflächen zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe zur Verfügung. Ihre tatsächliche Inanspruchnahme für diesen Zweck wurde und wird insbesondere durch die Entwicklung der Preise, d. h. sowohl der Produktpreise für die einzelnen nachwachsenden Rohstoffe als auch deren Relation untereinander und durch die Nachfrage nach diesen Produkten bestimmt. ... Die für die Food-Erzeugung in Anspruch genommene Produktionsfläche wird darüber hinaus wesentlich von der Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Unternehmen nach der Agrarreform abhängen. Deshalb könnte der Zuwachs der Produktion, resultierend aus der Ertragssteigerung, u. a. für die Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen genutzt werden. Grundsätzlich ist jedoch zu beachten, dass eine Produktionsausdehnung der nachwachsenden Rohstoffe nur dann zu erwarten ist, wenn damit - wie bereits angemerkt - ein wirtschaftlicher Erfolg des Betriebes verbunden ist“ (MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT, SACHSEN-ANHALT 2006, S.46).

#### **Standortanforderung der Energiepflanzen: Regionaler Ertrag der Energiepflanzen zeigt letztlich die Adaptionfähigkeit an die natürlichen Standortbedingungen**

Der Energiepflanzenanbau findet auf den Ackerflächen<sup>17</sup> in Nordrhein-Westfalen statt (zur Verteilung des Ackerlandes in NRW siehe Karte 2).

Letztlich spiegeln sich alle natürlichen Standortanforderungen der Energiepflanzen in Form ihrer Erträge in den jeweiligen Agrarlandschaften wider. Wobei die regionalen Erträge letztlich die Anpassungsfähigkeit der einzelnen Pflanzen und damit auch der Energiepflanzen an die jeweiligen natürlichen Standortfaktoren aufzeigen. Der Mais z.B. braucht neben einer gewissen Wärmesumme (abzuleiten aus den Vegetationstagen) auch eine ausreichende Wasser-

---

<sup>17</sup> Nur unter bestimmten Umständen wird für die Verwendung in Biogasanlagen Grünland umgebrochen und mit Energiepflanzen bestellt.



versorgung (abzuleiten aus den Niederschlägen) (LÜTKE ENTRUP UND OEHMICHEN 2000, S.404ff). Die regionalen Erträge des Silomaises, wie in Karte 21 abgebildet, repräsentieren also „das Zurechtkommen“ der Pflanze mit den regionalen natürlichen Standortfaktoren.

Die relative Vorzüglichkeit in den jeweiligen Agrarlandschaften ergibt sich unter Berücksichtigung der Fruchtfolge und des Deckungsbeitrages, der sich aus den regionalen Markterlösen (der regionale Erzeugerpreis richtet sich nach der regionalen Nachfrage oder den Transportkosten zu den Verarbeitungsstätten) abzüglich der regional variablen Kosten ergibt. Aus der Optimierung der relativen Vorzüglichkeiten der verschiedenen Anbaufruchtfolgen in den Agrarlandschaften ergeben sich die neuen regionalen Anbau-Gleichgewichte, wie sie in Kapitel 3.3 mit RAUMIS bestimmt werden.

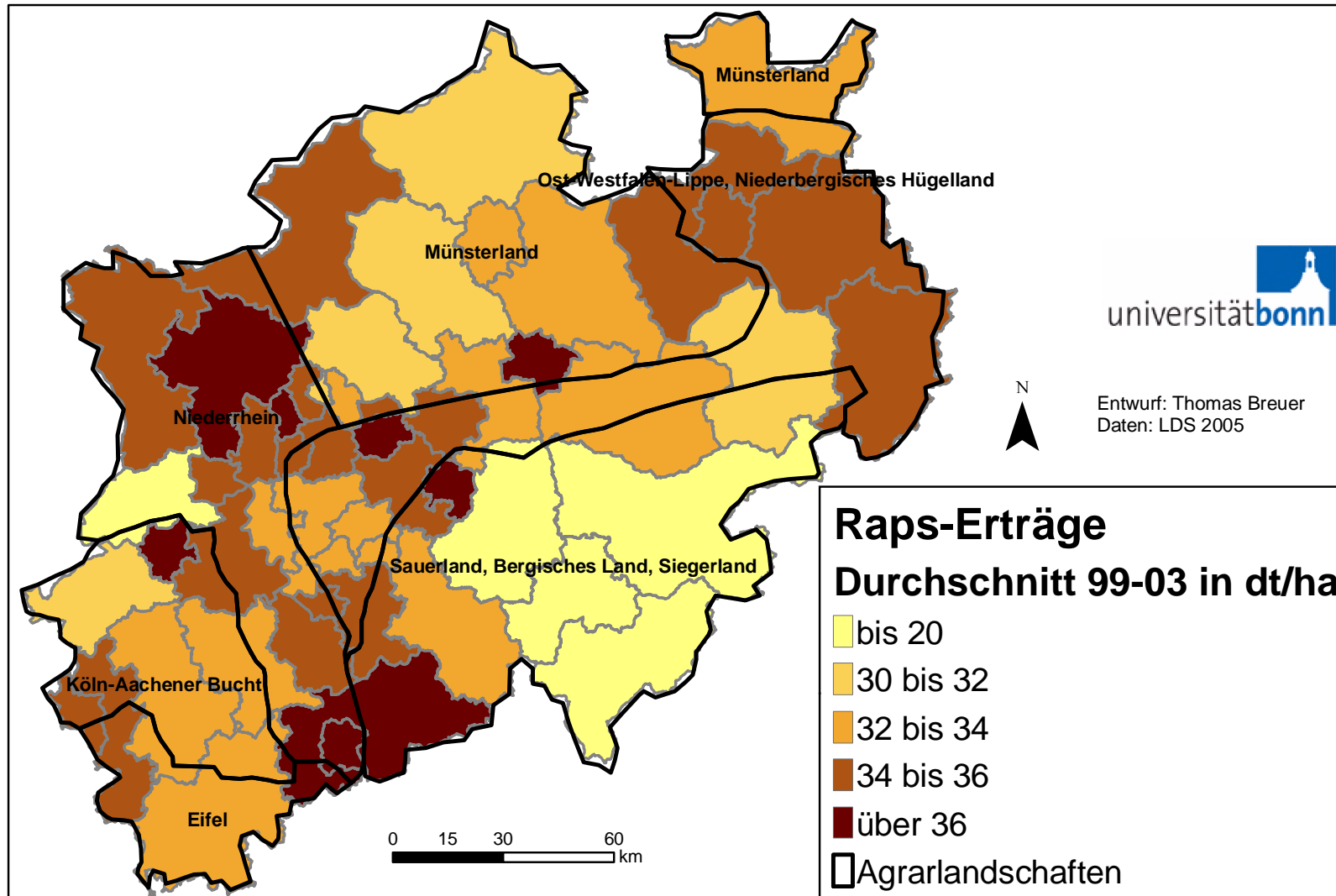
Für die Biokraftstoffe war die Untersuchung der folgenden Energiepflanzen notwendig:

- Pflanzenöl/Biodiesel: Raps
- Bioethanol: Weizen
- BtL: Stroh, Schnellwachsende Baumarten, Miscanthus
- Biogas: Energie-Mais, Zweikultur-Systeme (z.B. Getreide-GPS, Grünroggen, Welches Weidelgras und Mais, Sonnenblumen, Markstammkohl)

Im Folgenden wird ihre relative Vorzüglichkeit in NRW dargestellt.

#### **3.2.4.1 Raps**

Momentan wird in Deutschland bereits auf ca. 1,5 Mio. ha Raps angebaut. In einigen Regionen (z.B. Mecklenburg-Vorpommern) ist bereits die Fruchtfolgegrenze erreicht. Nach Schätzungen ist unter Einhaltung der Fruchtfolge und der relativen Vorzüglichkeit ein Ausbau der Rapsanbaufläche um weitere 0,3 Mio. ha in Deutschland möglich. In den Ackerbaugebieten ohne Zuckerrüben hat sich der Raps aufgrund des guten Deckungsbeitrags und der sehr guten Vorfruchtwerte für Weizen als Leitfrucht des Ackerbaus durchgesetzt. Auch in Nordrhein-Westfalen ist damit zu rechnen, dass der Rapsanbau sich in den einzelnen Agrarlandschaften vor allem im östlichen Westfalen und den Hellweg-Börden bis zur Fruchtfolge-Grenze ausdehnen wird. Im Rheinland ist der Rapsanbau durch den Anteil der Zuckerrüben im Betrieb limitiert, nichtsdestotrotz wird sich aufgrund der wirtschaftlichen Vorzüglichkeit auch im Rheinland der Rapsanbau in den letzten Jahren ausdehnen.



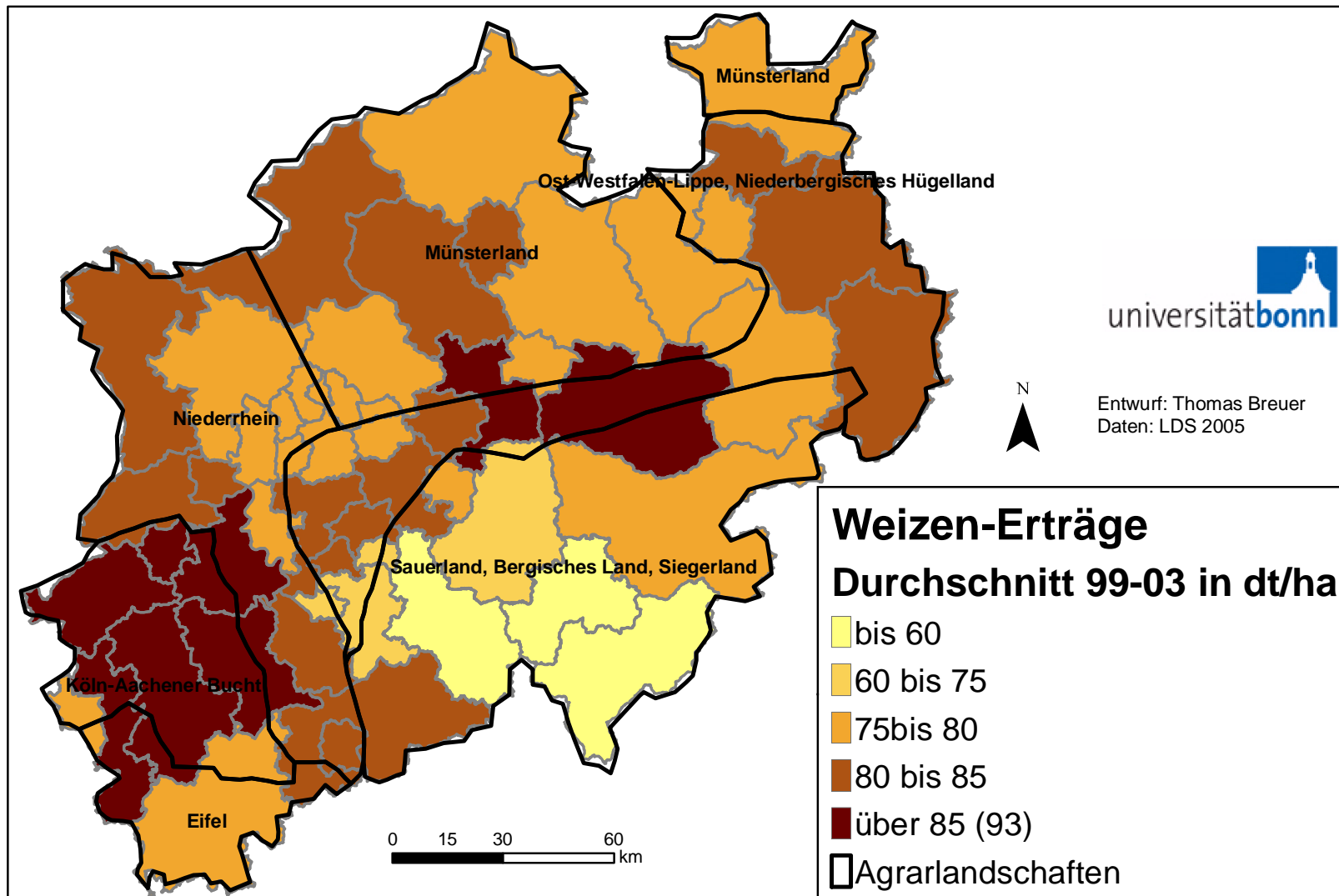
Karte 17: Regionale Raps-Erträge in NRW

Besonders gute Erträge stellen sich auf tiefgründigen, milden Böden, aber auch auf sehr schweren Böden und Sandböden mit guter Nährstoffversorgung, die über eine ausreichende Wasserversorgung (Jahresniederschläge von 600 bis 800mm) verfügen, ein. Raps braucht hohe Düngegaben. Karte 17 zeigt die Raps-Erträge in den Agrarlandschaften NRW's.

#### **3.2.4.2 Energie-Weizen**

Im Jahr 2005 wurden in Deutschland insgesamt über 40.000 ha mit Ethanolweizen bestellt (KTBL 2005A, S.906). Der Anbau von Ethanol-Weizen unterscheidet sich momentan kaum vom Anbau von „normalem“ Weizen (mit Ausnahme des Wegfalls der späten Stickstoffgabe zur Förderung des Rohproteingehalts), und auch in den Ethanolanlagen wird noch „normaler“ Weizen verarbeitet. Die Pflanzenzüchter machen sich aber auf den Weg, spezielle Weizensorten mit hohen Stärkegehalten (und entsprechenden hohen Ethanolausbeuten) zu züchten. Dies wird in NRW aber nicht von Bedeutung sein, da nach dem Äquivalenzverfahren der rheinische Ethanolweizen den Weg nicht physisch zur Ethanolanlage nach Zeitz findet, sondern nur per Papier. Somit werden im Rheinland weiter die bekannten B- und C-Weizen-Sorten angebaut werden. Eventuell ergeben sich hier Änderungen, wenn die Getreideverbrennung noch stärker forciert wird und hier eventuell angepasste Sorten notwendig sind.

Der Weizen stellt die höchsten klimatischen Ansprüche aller Getreidearten, besonders hinsichtlich des Wasser- und Wärmebedarfes. Nährstoffreiche, tiefgründige Standorte mit günstigen Wasserverhältnissen sind die idealen Weizenstandorte. Dies sind traditionell die besten Ackerstandorte, also die Löß-Lehm-Standorte und die kalkreichen Böden der Flußauen (KTBL 2006B, S.35). Insgesamt kann man davon ausgehen, dass durch den züchterischen Fortschritt ein Weizenanbau in allen Agrarlandschaften möglich wird, allerdings mit sehr unterschiedlichen Ertragserwartungen. Karte 18 zeigt diese regionalen Weizenerträge in Nordrhein-Westfalen. Gerade das Rheinland mit seiner Rüben-Weizen-Fruchtfolge bietet traditionell sehr gute Bedingungen. Der Raps bringt ebenfalls sehr gute Vorfruchtwerte mit, so dass sich in den Rapsanbaugebieten auch sehr gute Weizenerträge einstellen.



Karte 18: Regionale Weizen-Erträge in Nordrhein-Westfalen

### 3.2.4.3 Zellulosehaltige Biomasse für BtL

Mit der Diskussion um die Produktion von synthetischen Biokraftstoffen, die auch durch einen Standort der Firma CHOREN in NRW in Dormagen höchst aktuell geworden ist, sind als Inputbiomassen Stroh als Reststoff, Schnellwachsende Baumarten und Miscanthus ins Gespräch gekommen.

Im Rahmen einer regional differenzierten Modellanalyse mit RAUMIS hat HEMME-SEIFERT 2003 die Erzeugung von Biomasse zur energetischen Nutzung in Deutschland abgeschätzt (siehe Tabelle 7).

Zur Abschätzung der relativen Vorzüglichkeiten des Anbaues in den Agrarlandschaften müssen folgende Daten in regional differenzierter Aufbereitung vorhanden sein:

- historische Daten zum Umfang der Produktion (Abschätzung des Anbauverhaltens der Landwirte)
- erzielbare Erträge in den RAUMIS-Regionen
- technische Koeffizienten
- Vorleistungskosten für die Produktionsverfahren.

**Tabelle 7: Datenbedarf für die regionale Abbildung der Biomasseproduktion sowie deren Verfügbarkeit (Quelle: HEMME-SEIFERT 2003)**

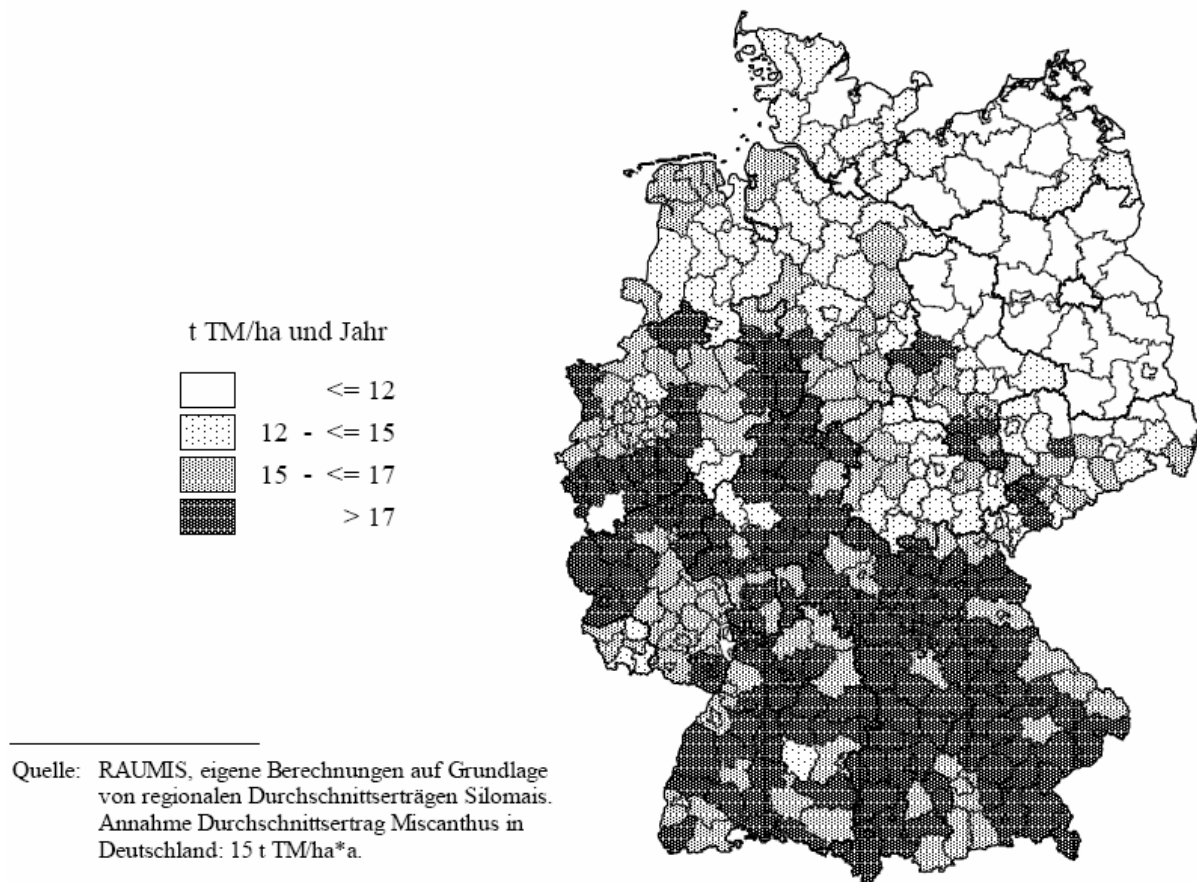
	Verfügbarkeit der Daten			
	Miscanthus	Pappeln	Triticale-Ganzpflanze	Raps
<b>Regionale Daten</b>				
Historische Daten zum Umfang der Produktion	+b	+b	+b	+b
Erzielbare Erträge in den Regionen Deutschlands	-	-	+-	+
Verwendete Technik (Anbau, Pflege und Ernte)	+	+	+	+
Vorleistungskosten für Produktionsverfahren	+-	+-	+	+
	Winterweizen	Zuckerrüben	Stroh	Waldrest- und Schwachholz
<b>Regionale Daten</b>				
Historische Daten zum Umfang der Produktion	+b	+b	-	-
Erzielbare Erträge in den Regionen Deutschlands	+	+	+-	*
Verwendete Technik (Anbau, Pflege und Ernte)	+	+	+	+
Vorleistungskosten für Produktionsverfahren	+	+	+	+
Maximal mögliches Produktionsaufkommen	*	*	*	+
+ verfügbar		- nicht verfügbar		* nicht notwendig
+- begrenzt verfügbar		+b auf Bundeslandebene verfügbar		

Während diese Daten für die bekannten Food-Pflanzen (Raps und Weizen) schon in RAUMIS vorhanden sind, mussten die „neuen“ Verfahren Miscanthus, Pappeln, Ganzpflanzen (Triticale) erst ermittelt werden. Die Verfügbarkeit von Stroh kann aus dem Korn-Stroh-Verhältnis und dem regionalen Bedarf an Stroh für landwirtschaftliche Zwecke (z.B. Einstreu) bestimmt werden.

Über die historischen Anbauumfänge gibt es keine Auskünfte, da weder Miscanthus noch Schnellwachsende Baumarten noch Stroh in der Vergangenheit in größeren Mengen angebaut bzw. energetisch genutzt wurden. Hier bleibt eine Abschätzung sehr schwierig.

### Regionalisierung der Erträge

Auch zeigt Tabelle 8, dass keine regionalen Erträge für Miscanthus und Schnellwachsende Baumarten vorhanden sind. HEMME-SEIFERT (2003, S.46ff) versucht eine Abschätzung, indem sie den durchschnittlichen Miscanthus-Ertrag von 15 TM/ha/a in Anlehnung an die Silomais-Erträge schätzt. Als Ergebnis der Regionalisierung ergibt sich Karte 19.



**Karte 19: Regionale Ertragsabschätzung für Miscanthus nach HEMME-SEIFERT 2003**

Diese Ergebnisse wurden mit Expertenmeinungen der Universität Bonn für NRW überprüft, siehe Abbildung 33.

Für Pappeln versucht HEMME-SEIFERT (2003, S.49ff) eine Abschätzung der regionalen Erträge mit Hilfe der Bodenarten.

Im Rahmen einer Delphi-Befragung von Experten deutschlandweit wurde in dieser Arbeit eine Bestimmung der regionalen Erträge des Pappelanbaus in NRW vorgenommen (siehe Abbildung 33). Ebenso wurden eigene Untersuchungen zu der verwendeten Technik und den

Vorleistungskosten der Schnellwachsenden Baumarten durchgeführt (vgl. PALLAST, BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006).

### **Biomasseproduktion aus betriebswirtschaftlicher Sicht (nach HEMME-SEIFERT 2003)**

Nach dem von HEMME-SEIFERT (2003, S.84ff) gerechneten Szenario 1 „Biomasseproduktion aus betriebswirtschaftlicher Sicht“ (mit den in Anhang 10 ausgewiesenen Erzeugerpreisen) würde sich kein Anbau von Miscanthus ergeben.

**Tabelle 8: Sektoral bereitgestellte Biomassemengen (Quelle: HEMME-SEIFERT 2003)**

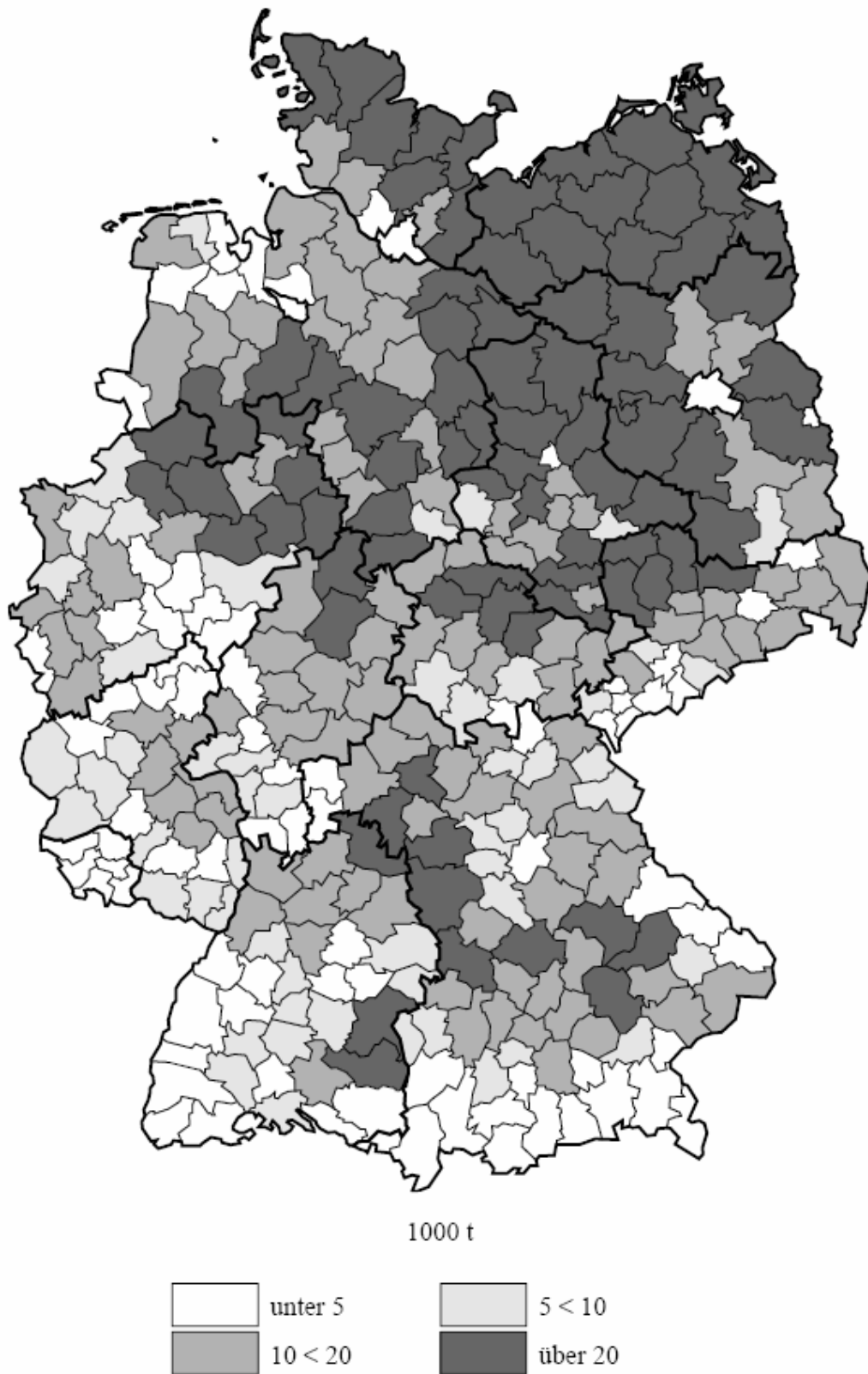
Energieträger	Menge 1.000 t FM	Energieoutput PJ
Miscanthus	0	0
Triticale	576	8
Stroh	31.255	453
Pappelholz	584	4
Waldhölzer	13.983 <sup>1</sup>	260
Winterweizen zur Ethanolproduktion	0	0
Zuckerrüben zur Ethanolproduktion	0	0
Raps zur RME-Produktion	1.054	15

<sup>1</sup> 1.000 t atro.

<sup>2</sup> Gerundete Werte.

Quelle: RAUMIS, eigene Berechnungen.

Es würde sich eine Produktion von jeweils fast 580.000 t FM Ganzpflanzen-Triticale und Pappeln einstellen, wobei diese vor allem auf den absoluten Grenzstandorten in Bayern und Niedersachsen stattfinden würde. Die Schwerpunkte der energetischen Strohnutzung liegen in den nördlichen und östlichen Bundesländern (vgl. Karte 20). Dies ist durch vergleichsweise geringe Tierbestandsdichten sowie geringe Anteile von Tierproduktionsverfahren auf Stroh bedingt (HEMME-SEIFERT 2003, S.95).



Karte 20: Schwerpunkte der energetischen Strohnutzung in 1.000 t/Modellkreis (Quelle: HEMME-SEIFERT 2003)



### **Strohaufkommen in NRW**

Das Strohpotenzial wird an dieser Stelle nicht gesondert für NRW ausgewiesen, es kann aber bei Bedarf sehr leicht aus den Daten von RAUMIS und den Korn-Stroh-Verhältnissen (z.B. Weizen 1:1) und den benötigten Strohmenngen in Anlehnung an HEMME-SEIFERT 2003 abgeleitet und dann für die Regionen bestimmt werden. Insgesamt bleibt aber anzumerken, dass das Stroh in NRW (im Gegensatz zu manchen Regionen z.B. in den neuen Bundesländern) hohe Opportunitätskosten aufweist. So wird es im Rheinland z.T. für den Erdbeeranbau eingesetzt, ebenso werden größere Mengen nach Holland exportiert. In den Veredelungsgebieten findet das Stroh vor allem Verwendung als Einstreu. Wo keine Verwendungsmöglichkeit des Strohs zur Verfügung steht, wird das Stroh gehäckselt und dient der Düngung und Humuserhaltung. Nichtsdestotrotz können bis zu 30% des anfallenden Strohs nachhaltig für die Bioenergieerzeugung genutzt werden (KALTSCHMITT UND HARTMANN 2001, S.111). Dieses Potenzial wird bei steigenden Heizölpreisen in den Ackerbauregionen verstärkt zum Tragen kommen. Es wird ebenfalls über die Pelletierung des Strohs nachgedacht.

### **Schnellwachsende Baumarten (SWB)**

Die Anbaubedingungen und die Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Schnellwachsenden Baumarten haben PALLAST 2004 und PALLAST, BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006 ausführlich untersucht. An dieser Stelle werden die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung nochmals verkürzt dargestellt (vgl. PALLAST, BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006, S.145/146, 152/153, 155-157):

Die Überlegungen zur Kulturanlage beginnen mit der Auswahl von Standort und Pflanzmaterial. Einigkeit besteht darin, dass für den Anbau in Deutschland vor allem die Balsampappel (*Populus trichocarpa*) in Frage kommt. Sie gilt als raschwüchsig, zeigt ein gutes Bewurzelungsvermögen (Voraussetzung für die Vermehrung über Stecklinge) und bringt ansehnliche Zuwächse. Wichtig für den Erfolg ist, neben der tiefgründigen Durchwurzelbarkeit des Bodens, besonders die Wasserversorgung der Kultur. Die Niederschlagsmenge sollte deshalb 300mm in der Vegetationszeit nicht unterschreiten. Es wäre aber vorschnell, die Standorte ausschließlich nach dem Niederschlag zu bewerten. Eine besondere Bedeutung kommt der Wasserhaltekapazität des Bodens zu. Darüber hinaus sind die Pappeln in der Lage, Anschluss an das Grundwasser zu erreichen – und als klassischer Auenwaldbaum duldet die Pappel hohe Grundwasserstände. Auf diese Weise können auch auf sandigen Böden oder bei geringem Niederschlag gute Erträge erzielt werden. Voraussetzung ist allerdings eine ausreichende Wasserversorgung im Jahr der Kulturanlage (besonders im Frühjahr), die es den Pflanzen ermöglicht, mit ihren Wurzeln in tiefere Bodenschichten vorzudringen.

Tabelle 9 beschreibt nun die Gesamtkosten der Produktion von Pappelhackgut bei gleichzeitiger Variation von eingesetzter Erntemaschine, deren jährlicher Auslastung und verschiedenen Stecklingspreisen. Die Gesamtkosten setzen sich zusammen aus den Ausgaben in Höhe von 503,15 €/ha/a zuzüglich der Erntekosten bei siebenmaliger Ernte in 20 Jahren und der annuitätisch abgezinsten Kosten für das Pflanzmaterial bei angenommenem niedrigen, mittleren und hohem Stecklingspreis. Die Kosten werden in €/t<sub>ktro</sub> bei einem Ertrag von 12 t<sub>atro</sub>/ha/a angegeben.

**Tabelle 9: Gesamtkosten der Biomasseproduktion frei Feld [€/t<sub>ktro</sub>] (Quelle: PALLAST, BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006)**

	<i>Claas Jaguar</i>		<i>Mäh Hacker</i>	
	<i>250 h/a</i>	<i>500 h/a</i>	<i>250 h/a</i>	<i>500 h/a</i>
<i>Stecklingspreis niedrig</i>	63,67	59,67	60,25	58,25
<i>Stecklingspreis mittel</i>	68,00	64,00	64,58	62,58
<i>Stecklingspreis hoch</i>	72,33	68,33	68,92	66,92

Den Gesamtkosten in Tabelle 9 liegt das zuvor definierte Minimum der Verfahrensschritte zugrunde. Durch die gleichzeitige Variation der drei genannten Größen ergibt sich nicht nur eine Spannweite realistischer Produktionskosten, sondern lassen sich auch die Auswirkungen der Modifikation verschiedener Annahmen ablesen. Da Stecklingspreis und jährliche Maschinenauslastung ihrerseits direkt von den Erwartungen über die Etablierung der Baumplantage abhängen, ist es theoretisch möglich, den Gesamtkosten gewissermaßen eine „Mindestverbreitung“ von Kurzumtriebsplantagen zuzuordnen.

Eine Zwischenlagerung vereinfacht also den organisatorischen Aufwand bei der Ernte, reduziert den Wassergehalt der Biomasse und ermöglicht darüber hinaus eine ganzjährige Versorgung der Abnehmer unabhängig vom Erntezeitraum im Winter. Die Transportkosten scheinen werden durch die Trocknung nur unwesentlich gesenkt. So ergeben sich für den Transport von drei bis sechs Monate gelagerten Hackschnitzeln dieselben Kosten wie für den Transport erntefrischer Holzhackschnitzel. Aus diesem Grund sollen im Folgenden die Transportkosten als unabhängig vom Wassergehalt der Hackschnitzel angenommen werden. Für den Transport per landwirtschaftlichem Gespann dienen als Richtwerte 13 €/t<sub>ktro</sub> bei einer Transportentfernung von 10 km und 23 €/t<sub>ktro</sub> bei 20 km.

Eine finanzielle Förderung der Baumplantagen von Seiten des Staates ist in die vorliegende Kalkulation bislang noch nicht eingeflossen. Grund hierfür ist die Tatsache, dass jährlich ausgezahlte Beträge – etwa bei Anbau auf Stilllegungsflächen oder eine Prämie für den Energiepflanzenanbau – bei einer Kulturform, die eine Fläche auf 20 Jahre festlegt, keinen Ausschlag geben dürfen. Zu groß ist die Unsicherheit über die Fortzahlung der Mittel. Eine aus Sicht des Plantagenbetreibers sinnvolle Form der staatlichen Förderung bietet hingegen eine einmalig gezahlte Pflanzbeihilfe, wie sie in Schweden in Höhe von 500 €/ha bei Kulturanlage gewährt

wird. Sie schafft nicht nur Sicherheit für die längerfristige Planung, sondern kann auch den Bedarf an Fremdkapital reduzieren, was den zuvor mit 5 % angenommenen Zinssatz für die annuitätische Abzinsung der Investitionen senken würde. Ein anderes Problem wird sich aber auch trotz staatlicher Förderung wohl kaum über den Markt lösen lassen: Die vorliegenden Angaben über Kosten und Erlöse gelten sämtlich für Szenarien, die von der Etablierung der Baumplantage ausgehen. Hinderlich hierfür sind allerdings die langfristigen, in hohem Maße factorspezifischen Investitionen, die sowohl auf Seiten der Anbieter als auch der Nachfrager zu tätigen sind. So warten die Anbieter auf das Aufkommen einer Nachfrage und umgekehrt – und es bildet sich kein Markt. Die Frage ist also berechtigt, wie eine Etablierung von Schnellwuchsplantagen dann gelingen soll.

An dieser Stelle lohnt sich wieder der Blick nach Schweden. Hier findet der Anbau von Weiden in kurzen Umtriebszeiten zur energetischen Nutzung bereits auf einer Fläche von etwa 16.000 ha statt. Diesem Erfolg vorausgegangen ist die Schaffung einer zentralen Institution zur Koordination von Angebot und Nachfrage. Die Firma „Agrobränsle“ hat über die Forschung hinaus aktiv die tatsächliche Einführung der Energiewaldplantage neben der bereits etablierten Nahrungs- und Futtermittelproduktion betrieben. Agrobränsle ist eine Tochtergesellschaft mehrerer schwedischer Bauernverbände und koordiniert nahezu 100 % des Weidenanbaus für die energetische Nutzung. Die Versorgung mit Steckhölzern, Züchtung neuer Sorten, Entwicklung von Anbau- und Ernteverfahren, die Bereitstellung der dazugehörigen Gerätschaften und die Übernahme der Vermarktung schaffen sowohl beim Produzenten das nötige Vertrauen, seine Fläche für eine entsprechende Zeit mit einer Baumplantage festzulegen, als auch die Sicherheit für die Abnehmer bezüglich der tatsächlichen Produktion der Biomasse, die sie für ihre Investitionen brauchen. Die Kraftwerke haben Verträge mit Agrobränsle und Agrobränsle wiederum mit den Produzenten. Darüber hinaus hat Agrobränsle Verträge mit Landwirten, die sich Pflanz- oder Erntemaschinen zugelegt haben und als Lohnunternehmer tätig sind. Das garantiert eine ausreichende Auslastung der entsprechenden Spezialgeräte. Schließlich wird von zentraler Stelle auch der Zustand der Kultur überwacht und die Ernte koordiniert.

Ausgehend von den Ergebnissen muss die Frage, ob Schnellwuchsplantagen unter den gegebenen Rahmenbedingungen eine Chance für den ländlichen Raum bedeuten, sicherlich verneint werden. Stellt man dem angenommenen Erlös von  $60 \text{ €/t}_{\text{tro}}$  die abgebildeten Gesamtkosten für die Produktion gegenüber, so zeigt sich, dass selbst unter Optimalbedingungen – also der Annahme eines niedrigen Stecklingspreises und hoher Auslastung der Erntetechnik – lediglich die Produktionskosten gedeckt werden können. Die Kosten für die Logistik bleiben dabei noch völlig unberücksichtigt.

Neben den Kosten für Pflanzmaterial oder Ernte ließen sich noch andere Größen variieren. Interessant wäre beispielsweise die Pacht, die mit über 8 Cent je Euro bei den Produktions-

kosten pro  $t_{\text{atro}}$  zu Buche schlägt. Setzt man die Pacht statt mit 250 nur mit 150 €/ha/a an, so sinken die Kosten je  $t_{\text{atro}}$  frei Feld um 8,33 €. Davon ausgehend, dass sich im Pachtzins die Güte einer Fläche widerspiegelt, könnten also durch das Ausweichen auf aus ackerbaulicher Sicht schlechtere Standorte die Produktionskosten gesenkt und die Wirtschaftlichkeit verbessert werden. Dennoch bleibt die Kalkulation eng und für die Logistik kaum Spielraum.

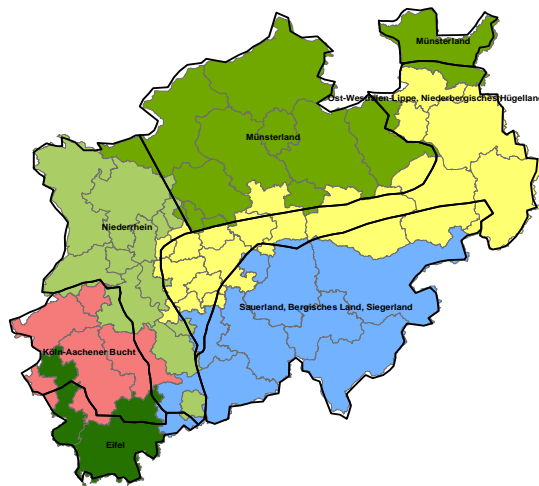
Die bisherigen Ausführungen haben aber gezeigt, dass zur Beantwortung der Frage, ob Schnellwuchsplantagen für den Landwirt denn nun tatsächlich eine Alternative darstellen, neben der Wirtschaftlichkeit noch ein zweiter Aspekt von Bedeutung ist: Die Analyse der den Berechnungen zugrunde liegenden Rahmenbedingungen. Damit ist vor allem die Größenordnung des Anbaus gemeint. Ergebnis ist, dass – wenn überhaupt – der Anbau nur in großem Stil möglich ist. Aufgrund der in hohem Maße unsicheren faktorspezifischen Investitionen sowohl auf Seiten von Angebot als auch Nachfrage ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass sich ohne erklärten Willen und damit verbundener Schaffung einer zentralen Institution zur Koordination beider Seiten kein Markt bilden wird.

Aber auch dann, wenn die entsprechenden Rahmenbedingungen geschaffen werden, ist nicht sicher, dass auch in Deutschland Energieholz angebaut wird. Zwar decken sich eine Reihe der Angaben aus Schweden etwa über Produktionsverfahren oder gezahlte Preise weitgehend mit den der vorliegenden Kalkulation zugrunde liegenden Annahmen und stützen diese. So werden auch in Schweden die Hackschnitzel am Feldrand gelagert, hat sich eine sinnvolle Transportentfernung der Biomasse von allerhöchstens 25 bis 30 km herausgestellt und die Marktpreise, die sich etabliert haben, schwanken zwischen 55 und 60 €/  $t_{\text{atro}}$ . Dennoch ist der Erfolg keineswegs sicher. Das Beispiel Schweden lässt Chancen erahnen – eine Garantie für dessen Übertragbarkeit kann es aber nicht geben, denn die Entscheidung über den Anbau liegt letztlich beim einzelnen Landwirt und hier spielen Faktoren mit hinein, die nicht nur ökonomisch begründet sind. Dazu können eine berechtigte Scheu vor der langen Festlegung auf die Nutzungsart der Ackerfläche, die nicht unerhebliche Veränderung des Landschaftsbildes oder eine mögliche konservative Grundhaltung gehören, um nur einige zu nennen.

### Anwendung auf die Agrarlandschaften Nordrhein-Westfalens

Diese allgemeine Ermittlung der Produktionskosten für die Schnellwachsenden Baumarten und die Schlussfolgerungen daraus können natürlich für NRW übernommen werden. Allerdings schien eine Ermittlung der regionalisierten Erträge in den nordrhein-westfälischen Agrarlandschaften notwendig, um eine Abschätzung zu geben, wo die Schnellwachsenden Baumarten, wenn sie denn angebaut würden, zuerst konkurrenzfähig wären. Zu diesem Zweck wurde eine Befragung durchgeführt, um die Ergebnisse von HEMME-SEIFERT 2003 (vgl. Kapitel 3.2.4.3) zu überprüfen und detaillierter darstellen zu können.

### Ergebnis der Delphi-Befragung zu den regionalisierten Erträgen der Schnellwachsenden Baumarten in NRW



Geschätzte Durchschnittserträge in $t_{atro}/ha^*$	Köln-Aachener Bucht	Niederrhein	Münsterland	Ost-Westfalen-Lippe, Haarstrang, Niederbergisches Hügelland	Sauerland, Bergisches Land, Siegerland	Eifel
Schnellwachsende Baumarten (Pappeln)	10,6	10,8	7,8	10,3	10,4	9
<b>Miscanthus</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>15</b>

\*Angaben entsprechen der Schätzung des durchschnittlichen jährlichen Zuwachses in  $t_{atro}/ha$  bezogen auf eine Gesamtkulturdauer von ca. 20 Jahren

**Abbildung 33: Regionalisierte Erträge: Schnellwachsende Baumarten und Miscanthus**

In der Befragung der Experten per Delphi-Methode (siehe Kapitel 2.4, insgesamt wurden 12 Experten angeschrieben, von denen 6 in der ersten Runde und 4 in der zweiten Runde geantwortet haben) zeigte sich, dass der Durchschnittsertrag von  $12t/ha$  als zu hoch angenommen wurde (siehe Abbildung 33). Selbst unter besten Bedingungen fielen die geschätzten Erträge niedriger aus.

Von den Experten wurde klar gestellt, dass eine Einschätzung der regionalisierten Erträge anhand von natürlichen Standortfaktoren mit den Erfahrungen aus kleinräumigen Versuchsanbauten sehr schwierig und mit einem großen Unsicherheitsfaktor verbunden ist. Dies ist bei einer Bewertung zu berücksichtigen. Die Abschätzung bietet aber die Möglichkeit einer groben Bestimmung der Wettbewerbsfähigkeit der Verfahren in den einzelnen Agrarlandschaften.

Es zeigte sich aber auch, dass Miscanthus (in Anlehnung an die Ergebnisse von HEMME-SEIFERT 2003 und Befragung der Miscanthus-Experten Pude und Treseler an der Universität Bonn) in allen Agrarlandschaften den Schnellwachsenden Baumarten in den TM-Erträge/ha überlegen ist. Trotzdem wird nur verhalten über den zukünftigen Einsatz von Miscanthus in der Energiebereitstellung gesprochen.

In Europa ist Miscanthus als Nachwachsender Rohstoff seit Ende der 1980er Jahre bekannt. Das Chinaschilf ist eine C4-Pflanze, mit enormem Biomasse-Wachstum auf den geeigneten Standorten. Die Ansprüche von Miscanthus an Standort, Boden und Klima lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- der Boden muss eine ausreichende Wasserversorgung gewährleisten
- Staunässe verträgt die Pflanze nicht
- Miscanthus hat einen hohen Wärmeanspruch (Wärmesumme 2.300 bis 2.500 °C) → daher kann eine Anlehnung der Miscanthuserträge an die Silomais-Erträge erfolgen
- maximale Höhenlage bei 700m

(HEMME-SEIFERT 2003, S.46/47).

Heute findet Miscanthus in Deutschland vor allem in der stofflichen Nutzung Verwendung. In England und Polen dient es der Co-Verbrennung in Kraftwerken, wird also thermisch genutzt.

Das KTBL 2005A nennt folgende Vorteile des Anbaus von Miscanthus:

- Low-Input-Verfahren
- sehr hohe Erträge
- kostengünstig bei Großflächenanbau
- Rückzugsfläche für Niederwild.

Zurzeit kann Miscanthus allerdings nicht uneingeschränkt für den Praxisanbau empfohlen werden (KTBL 2005A).

Der Fernsehjournalist Franz Alt und der Ingenieur Dr. Ständer haben Miscanthus sehr schnell in die Öffentlichkeit gebracht, nicht zuletzt auch durch das 1992 erschienene Buch „Schilfgras statt Atom: Neue Energie für eine friedliche Welt“. Aus Sicht mancher Forscher und Praktiker erfolgte dies rückblickend viel zu schnell, denn grundlegende pflanzenbauliche Fragen (Vermehrung, Pflanzetermine, Pflanzdichte, Überwinterungsverhalten) waren nicht beantwortet. Die in den Folgejahren irrtümlich als „Auswinterung“ bezeichneten, teilweise massiven Ausfälle im ersten Jahr nach dem Pflanzjahr, brachte dem Wundergras dann schnell ein Negativ-

image ein, das bis heute besteht. Erst nach Jahren wurde festgestellt, dass neben einer optimalen Pflanzqualität die rechtzeitige Abreife der Bestände im Herbst des Pflanzjahres entscheidend für einen guten Wiederaustrieb im folgenden Frühjahr ist (PUDE 2004). Heute ist das Wissen um *Miscanthus* gewachsen, die Anbaumethoden haben sich enorm verbessert und weitere Züchtungserfolge sind zu vermelden (vgl. PUDE 2003), aber die Vorbehalte aufgrund der Negativerfahrungen gegen das C4-Gras haben sich gehalten.

### ***Konkurrenzfähigkeit von *Miscanthus****

BREUER 2006 kommt unter den momentanen Rahmenbedingungen in Bezug auf die Konkurrenzfähigkeit der energetischen Verwendung von *Miscanthus* zu folgendem Fazit: Durch die energiepolitische Förderung der Biokraftstoffe und des Biogases ergeben sich hohe Opportunitätskosten des Anbaus von *Miscanthus* gegenüber den anderen Energiepflanzen auf der Stilllegungsfläche. Da NRW auch auf den Basisflächen hohe Opportunitätskosten/Verdrängungskosten hat (ausgedrückt durch die hohen Pachtpreise), ist ein Anbau von *Miscanthus* zur energetischen Nutzung fast unmöglich. In anderen Regionen Deutschlands kann dies anders aussehen, allerdings bekommen die „guten“ *Miscanthus*-Regionen durch den Ausbau der Biogasanlagen eine starke Flächenkonkurrenz. Bei Erzeugerpreisen von 60-70€/t<sub>tro</sub> sind damit momentan keine ausreichenden Deckungsbeiträge vorhanden, um gegen den Energiepflanzenanbau für Pflanzenölbasierte Kraftstoffe, Bioethanol oder für das Biogas konkurrenzfähig zu sein.

Neben der langfristigen Festlegung der Ackerfläche auf eine Nutzung, steht dem weiteren Ausbau des *Miscanthus*-Anbaus auch das weiterhin schlechte Image (im Gegensatz zu den Schnellwachsenden Baumarten, die positiv besetzt sind) entgegen. Zudem ist das Problem des Transportes der Biomasse zu zentralen Verarbeitungsanlagen noch nicht gelöst und würde sich bei einem Anbau auf den Grenzertragsstandorten noch verschärfen. Zwar ist die Erntetechnik bei *Miscanthus* einfacher, aber die Transportunwürdigkeit des Häckselgutes belastet das Ergebnis sehr. Ein möglicher positiver Deckungsbeitrag kann somit quasi auf der Straße „verpuffen“. Hier besteht erheblicher Forschungsbedarf.

Im Bereich der thermischen Verwertung von *Miscanthus* (z.B. Co-Verbrennung oder Verbrennung in dezentralen Heizungsanlagen) können sehr gute Wirkungsgrade erreicht werden. Bei den dezentralen Verbrennungsanlagen könnte sich in Zukunft aber Konkurrenz durch die Getreideverbrennungsanlagen ergeben. Abschließend scheint momentan nur die stoffliche Nutzung (Erzeugerpreise bis über 100 €/t TM frei Wærk) von *Miscanthus* ausreichende Deckungsbeiträge zu gewährleisten.

### **Gesamtfazit: Anbau von zellulosehaltiger Biomasse und Strohnutzung**

Für die großen BtL-Anlagen muss recht billige Biomasse zur Verfügung stehen. Durch die energiepolitische Förderung der Biokraftstoffe und des Biogases ergeben sich hohe Opportunitätskosten der zellulosehaltigen Biomasse gegenüber den anderen Energiepflanzen auf der Stilllegungsfläche. Da NRW auch auf den Basisflächen hohe Opportunitätskosten/Verdrängungskosten hat ist ein Anbau der Schnellwachsenden Baumarten oder Miscanthus zur energischen Nutzung fast nicht möglich.

Auch wäre bei einem ökonomischen Anreiz der Anbau der mehrjährigen Kulturen mit Festlegung der Fläche und des Kapitals eher schwierig. Ackerbauern, die es gewohnt sind, von Jahr zu Jahr zu denken, können sich nur schwer mit einer langfristigen Festlegung ihrer Flächen anfreunden. Zudem ist das Problem des Transportes der Biomasse zu den zentralen Anlagen noch nicht gelöst und würde sich bei einem Anbau auf den Grenzertragsstandorten noch verschärfen. Das ATB 2004 gibt an, dass über 70% der Verfahrenskosten der Schnellwachsenden Baumarten durch die Ernte-, Transport- und Lagerkosten beeinflusst werden. Zwar ist die Erntetechnik bei Miscanthus sehr einfach, die Transportunwürdigkeit des Häckselgutes schlägt dafür allerdings besonders stark zu Buche. Hier besteht erheblicher Forschungsbedarf. Zudem stellt sich die allgemeine Frage, ob die cellulosehaltigen Biomassen nicht besser in der thermischen Verwertung (z.B. Co-Verbrennung oder Verbrennung in dezentralen Heizungsanlagen) eingesetzt werden sollten, wo wesentlich höhere Wirkungsgrade erreicht werden. Ebenso scheint ein Einsatz in der stofflichen Nutzung, wo Miscanthus wesentlich höhere Erlöse erzielen kann, sinnvoll.

Auch eine Strohnutzung in großen Mengen scheint in NRW recht schwierig, da das Stroh bereits heute vielfältig genutzt wird. Zudem wird zunehmend über die Möglichkeit der Strohpelletierung und der direkten thermischen Verwertung (Co-Verbrennung) nachgedacht.

#### **3.2.4.4 Energie-Mais**

Im Zuge des Biogas-Booms erlebt der Maisanbau in Deutschland nach der Ausdehnung des Maisanbaus für die tierische Veredelung eine weitere Ausbreitungswelle. Energiemais weist mit deutlichem Abstand die besten Bereitstellungskosten auf (vgl. KEYMER 2005). Zudem lässt sich der Mais relativ problemlos in viele Fruchtfolgen integrieren (vgl. Kapitel 3.2.3.3). Silomais lässt sich aufgrund von Bodenstrukturverschlechterungen und Entwicklung spezifischer Unkrautfluren auf Dauer nur bedingt in Monokulturen anbauen. Die Fruchtfolgegrenzen liegen auf sandigen Böden bei etwa 66%, auf mittleren Böden bei 50% und auf schweren strukturempfindlichen Lehm- und Tonböden bei etwa 33%. Konflikte mit den Fruchtfolgegrenzen aus Cross-Compliance-Verpflichtungen lassen sich meist mit Hilfe von Humusbilanzen oder Untersuchungen des Humusgehaltes vermeiden (vgl. LWK NRW 2006).



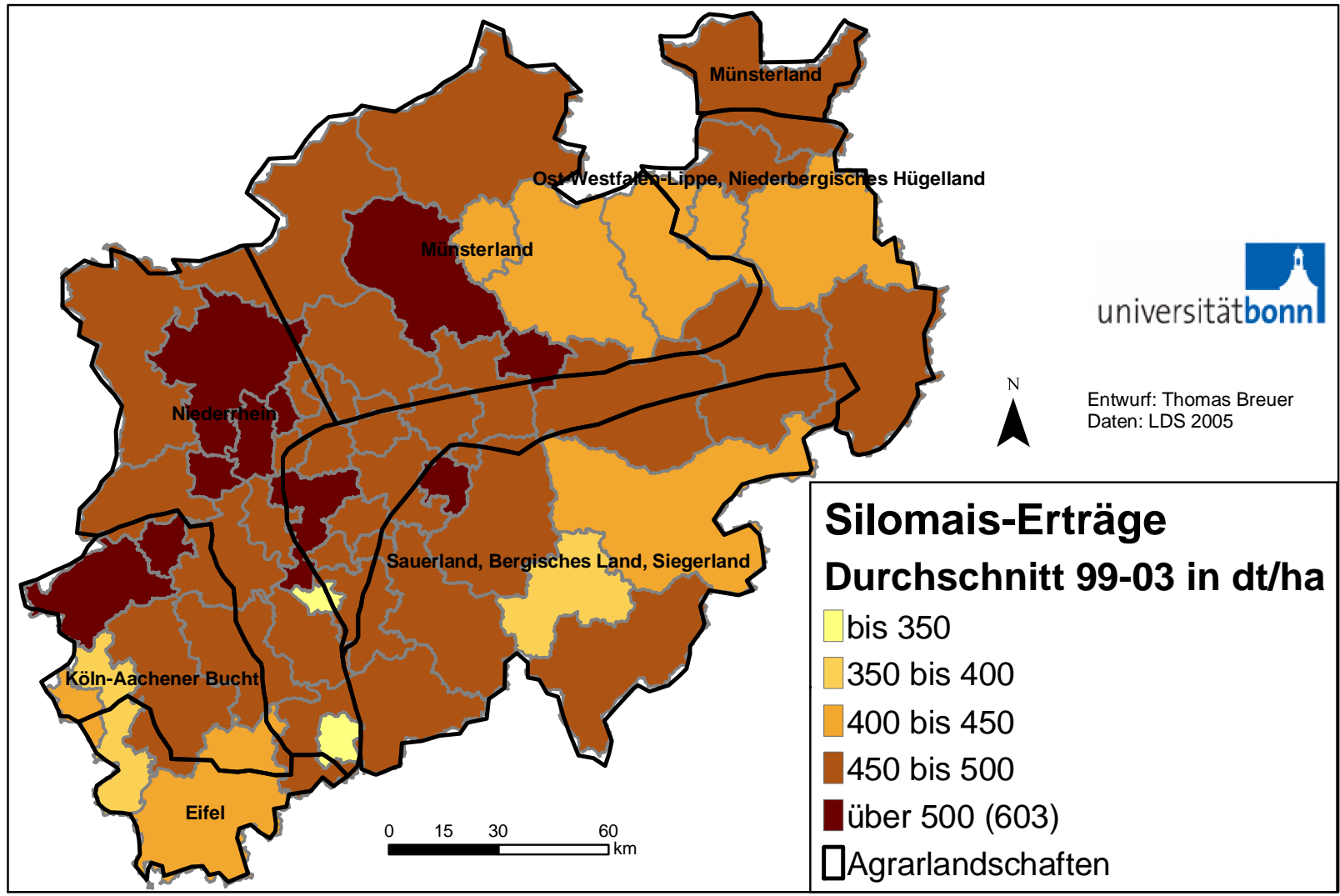
Zudem werden enorme Ertragssteigerungen durch die Pflanzenzucht, wenn man nicht mehr in den Züchtungskategorien der Körner- und Silomaisnutzung denkt, sondern sich von deren Restriktionen frei macht und neue Wege in der Maiszüchtung beschreitet, erwartet. Über neue züchterische Ansätze wird es möglich sein, innerhalb kurzer Zeit die Gesamttrockenmasseleistung bei Mais von heute etwa 150 bis 180 dt/ha auf ca. 300 dt/ha anzuheben, was einer Methanleistung von 10.000 m<sup>3</sup>/ha entspricht (LWK NRW 2006). Die KWS Saat AG versucht, durch das Zusammenführen von italienischem, ungarischem, deutschem und exotischem Zuchtmaterial die Vorteile der jeweiligen Materialgruppen zu nutzen: „Das italienische Zuchtmaterial hat unter warmen Bedingungen das höchste Leistungspotenzial der Welt. Wird es jedoch unter den kühlen Anbaubedingungen Deutschlands angebaut, kann es aufgrund der geringen Kältetoleranz sein Ertragspotenzial nicht realisieren. Das deutsche Zuchtmaterial verfügt über eine exzellente Kältetoleranz. Integriert man nun die Kältetoleranz des deutschen Zuchtmaterials in das italienische Zuchtmaterial, dann kann dieses sein enormes Leistungspotenzial auch unter deutschen Klimabedingungen realisieren. Exotisches Zuchtmaterial aus Peru und Mexiko verfügt über Kurztagsgene, die das vegetative Wachstum enorm stimulieren können. Kreuzt man diese Materialgruppen zusätzlich in das deutsche oder das italienische Zuchtmaterial ein, dann wird das vegetative Wachstum noch einmal zusätzlich verlängert und damit das Ertragspotential noch weiter gesteigert. Zuchtmaterial aus deutschen Low-Input-Zucht-Programmen und Zuchtmaterial aus Ungarn verfügen über eine exzellente Trockenstresstoleranz. Die Integration solchen Zuchtmaterials in die Energiemaishybriden stabilisiert ihre hohen Energieerträge auch bei Wasserknappheit“ (siehe SCHMIDT 2005).

Karte 21 gibt einen Überblick über durchschnittliche Silomais-Erträge der Jahre 1999 bis 2003. Diese können als Anhaltspunkte für die Entwicklung des Energiemaisses in den Agrarlandschaften dienen.

Wärme (ablesbar in der Anzahl der Vegetationstage, siehe Anhang 4) und Wasser sind die wichtigsten ertragsbegrenzenden Faktoren des Silo- und damit auch des Energiemaisanbaus. „Auf Sandböden ohne Grundwasseranschluss muss man unter den klimatischen Bedingungen des Münsterlandes froh sein, wenn im Schnitt der Jahre 50 t/ha Frischmasse oder 14 t/ha Trockenmasse geerntet werden. Die letzten zehn auch auf Sandböden sehr guten Maisjahre können nicht ungeschehen machen, dass der Mais in den 80er Jahren bis 1995 praktisch jedes zweite Jahr durch Trockenheit massiv geschädigt wurde. Solche Perioden werden sich wiederholen“ (LWK NRW 2006).

Dabei ist zu berücksichtigen, dass bisher nur die Milchbauern, die Bullen- und Schweinemäster Maisanbauerfahrungen haben und dementsprechend in den reinen Ackerbaugebieten das Know-how des Mais-Anbaus bisher noch nicht vorhanden ist, so dass die Erträge in diesen Regionen unterschätzt werden. Die Ackerbauspezialisten werden sich das nötige Know-how aber sehr rasch aneignen, und so werden auch die Energiemais-Erträge z.B. im Rhein-

land stark ansteigen. Außerdem kann auf den guten Böden des Rheinlandes das Ertragspotential spätreifer Silomaisorten genutzt werden, so das 70 t/ha FM mit 20 t/ha TM erreicht werden können (LWK NRW 2006).



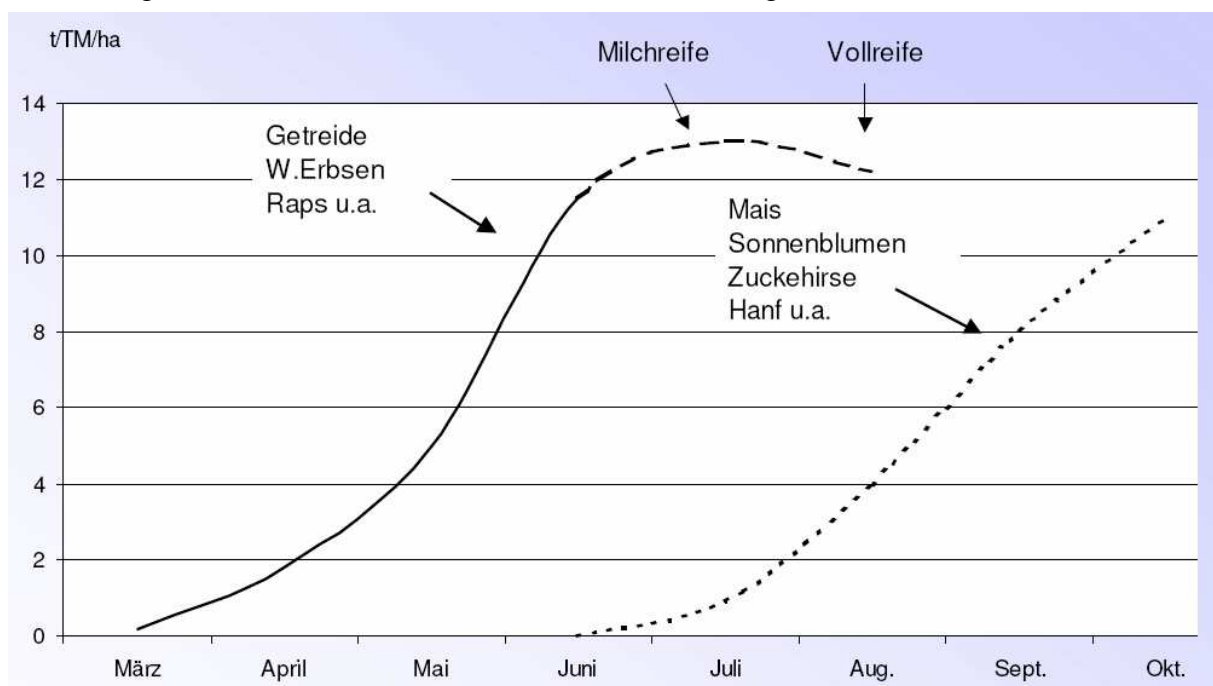
Karte 21: Regionale Silomais-Erträge als Richtwert für die Energiemais-Erträge

### 3.2.4.5 Zweikultur-Nutzungssystem

Nicht nur nach ökonomischen, sondern auch nach ökologischen Kriterien muss die Biomasse auf dem Acker produziert werden. Hier bietet der Energiepflanzenanbau nach dem Zweikultur-Nutzungssystem eine große Chance einer Entlastung der bewirtschafteten Ökosysteme durch die Erreichung der folgenden Aspekte:

- Erzielung hoher Flächenerträge mit geringem Energieaufwand (→ hoher Nettoenergieertrag)
- Schutz bzw. Erhöhung der Artenvielfalt
- Erhaltung genetischer Ressourcen
- Verhinderung von Bodenerosion
- Vermeidung von Nährstoff- und Pestizideinträge ins Grundwasser
- Nahezu geschlossene Nährstoffkreisläufe
- Verzicht auf Fungizide und Insektizide
- Extrem reduzierter Herbizidaufwand
- Bereitstellung brenntechnisch hochwertiger Brennstoffe (vgl. SCHEFFER 2005).

Das Anbausystem beruht auf der Ernte von möglichst zwei Kulturen pro Jahr, um die jährlichen Erträge an Trockenmasse zu erhöhen (siehe Abbildung 34).



**Abbildung 34: Verlauf der Trockenmasseentwicklung (Quelle: SCHEFFER 2006)**

Die Zweifachnutzung wird möglich, da die Ausreife der Erstkulturen nicht abgewartet wird und damit die Vegetationszeit für eine zweite Kultur gewonnen wird. Die Zweitkultur kann auf erosionsgefährdeten Standorten ohne Bodenbearbeitung gesät werden, um einen optima-

len Bodenschutz zu erreichen. Beispiele für die überwinterten Kulturen sind die heimischen Getreidearten sowie Raps und Rübsen, Futterpflanzen und Stickstoff bindende Winterleguminosen (siehe Tabelle 10).

**Tabelle 10: Mögliche Erst- und Zweitkulturen für den Energiepflanzenanbau (Quelle: SCHEFFER 2003)**

Erstkultur	Zweitkultur
Weizen	Mais
Roggen	Sonnenblumen
Triticale	Zuckerhirse
Winterhafer	Sudangras
Raps	Hanf
Rübsen	Senf
Weidelgras u.a.	Phacelia
Wintererbsen	Ölrettich
Inkarnatklee	Wicken
Winterwicken	Erbsen

Als Folgefrucht können dann die hochproduktiven Pflanzen wie Mais, Sonnenblumen, Hanf, Ölrettich oder Gräser verwendet werden. Da die Reifetermine nicht abgewartet werden müssen, kann fast jede Form von Sorten- und Artenmischungen gewählt werden. An die Pflanzenarten werden keine besonderen Qualitätsansprüche gestellt, so dass sich das Spektrum der nutzbaren Herkünfte bis hin zu fast vergessenen alten Sorten mit hohem Massewachstum erweitert. Die Anwendung von Fungiziden und Insektiziden verringert sich, weil bei früher Ernte Schaderreger wenig Ertragsverlust hervorrufen (vgl. SCHEFFER 2005). Um diese Anbauverfahren zu realisieren, muss die Biomasse feucht geerntet und feucht siliert werden.

In der landwirtschaftlichen Praxis wird bereits Zwischenfruchtanbau zur Futternutzung oder zur Gründung betrieben. Zudem deckt er eine Vielzahl von ökologischen Funktionen ab, so: Erosionsschutz, Wasserschutz, Humusaufbau, biologische Unkrautregulierung und Schädlingsbekämpfung (siehe LANDWIRTSCHAFTSKAMMER RHEINLAND 2002).

Mit der Frage, ob und wo ein Anbau von Grünroggen vor der Aussaat des Energiemaises lohnenswert ist, beschäftigt sich die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen:<sup>18</sup> „Der Anbau von Grünroggen vor Silomais bietet Chancen, aber auch noch mehr Risiken. Auf der Grünroggenfläche können schon im Februar sinnvoll Gärsubstrate ausgebracht werden. Das entspannt die Lagerraumsituation. Bei der Ernte Ende April, kurz vor dem Ährenschieben, kann der frei gewordene Silomaislagerraum preiswert genutzt werden. Grünroggensilage er-

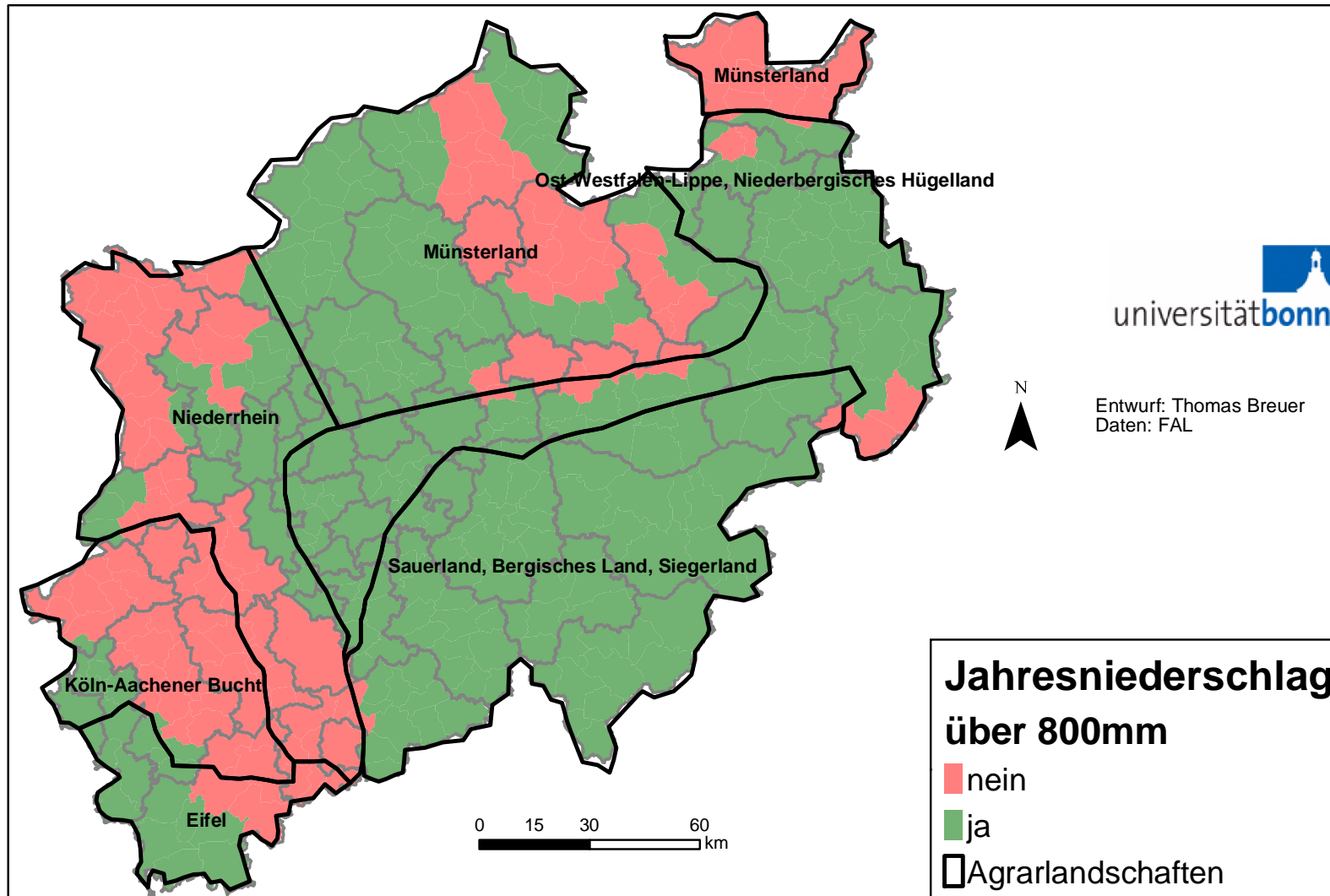
<sup>18</sup> <http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/technik/biogas/veroeffentlichungen/energiemais.htm>

gänzt das Nahrungsangebot und kann zur Stabilisierung des Gärprozesses beitragen. Leidet allerdings der Maisertrag unter dem vorausgegangenen Grünroggenanbau, wird die Rentabilität des Winterzwischenfruchtanbaus schnell in Frage gestellt. Der Maisertrag kann aufgrund schlechter Saatbettbedingungen und durch Saatzeitverzögerungen leiden. Auf allen mittleren und schweren Böden besteht das Risiko, dass durch den Raddruck bei der Grünroggenernte Bodenstrukturschäden entstehen oder dass bei Trockenheit und hartem Boden ein zu grobes Saatbett die Maiskeimung behindert. Nur Sandböden mit einem Einzelkorngefüge liefern nach der Grünroggenernte und anschließender Pflugfurche oder tiefem Grubbern eine relativ hohe Gewähr für einen guten Feldaufgang und eine zügige Jugendentwicklung der Maispflanzen. Das Hauptproblem des Grünroggenanbaus besteht in der drohenden Aussaatverzögerung für den nachfolgenden Mais. Spätreife, ertragreiche Energiemaissorten können ihr Ertragspotenzial nur dann ausschöpfen, wenn sie relativ früh gesät werden.“

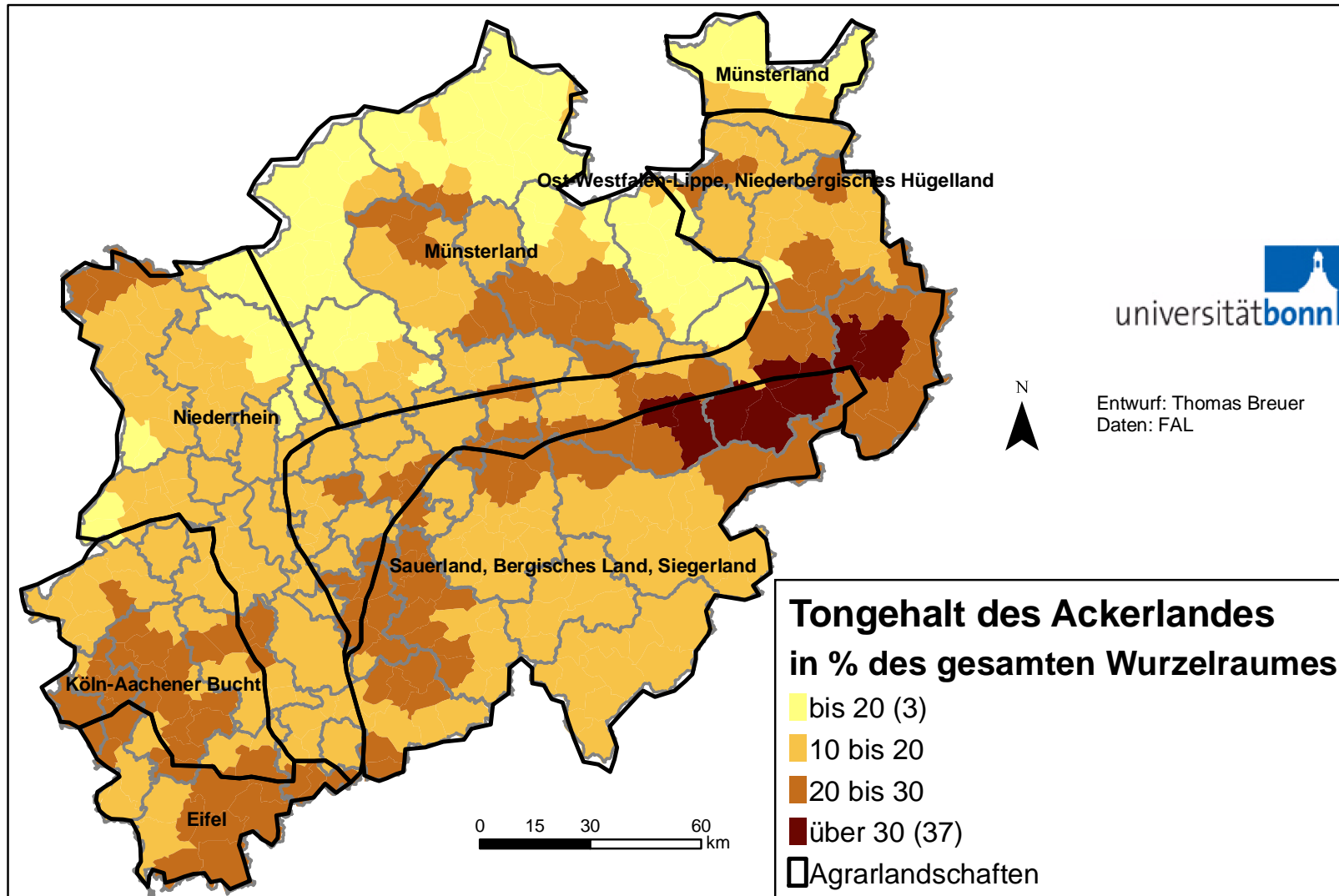
Zusammenfassend kann ein erfolgreicher Zweifruktanbau nur dort praktiziert werden, wo:

- die Bodenverhältnisse jederzeit eine Bodenbearbeitung und Saatbettherrichtung ermöglichen. Schwer zu bearbeitende Böden (Böden mit einem hohen Tongehalt) scheiden deshalb aus (siehe Karte 23).
- die Bodenwasservorräte oder Niederschläge ausreichend gesichert sind. Auf Sandböden ist deshalb mit einem Zweifruchtfutterbau ein erhebliches Risiko verbunden (siehe Karte 22; wo die ausreichende Niederschlagsmenge auf 800mm festgelegt wurde) (LÜTKE ENTRUP UND OEHMICHEN 2000, S.615, KTBL 2006B, S.346).

Es zeigt sich, dass insbesondere das Bergische Land, das südliche Münsterland und das Em-scherland optimale Bedingungen für die Biogas-Produktion mit Zweikulturnutzung bieten: Auf der einen Seite ist Rindvieh und damit Rindergülle vorhanden und auf der anderen Seite sind ausreichende gute Ackerböden und genügend Niederschläge für eine Zweikulturnutzung vorhanden. Mit den technischen Innovationen in Richtung „Biogas ohne Gülle“ werden weitere Ackerbauregionen mit guter Wasserversorgung sehr interessant.



Karte 22: Grobe Abschätzung der Zwei-Kulturnutzung in NRW



Karte 23: Tongehalt der Ackerböden



### Kombination von Biogas und BtL-Ansatz?

Der von SCHEFFER 2006 vorgestellte Ansatz bietet die Möglichkeit der sinnvollen Nutzung der Abwärme und der Bereitstellung von Pellets für die Verbrennung oder für die Vergasung und damit als Inputbiomasse für die BtL-Produktion (Abbildung 35).

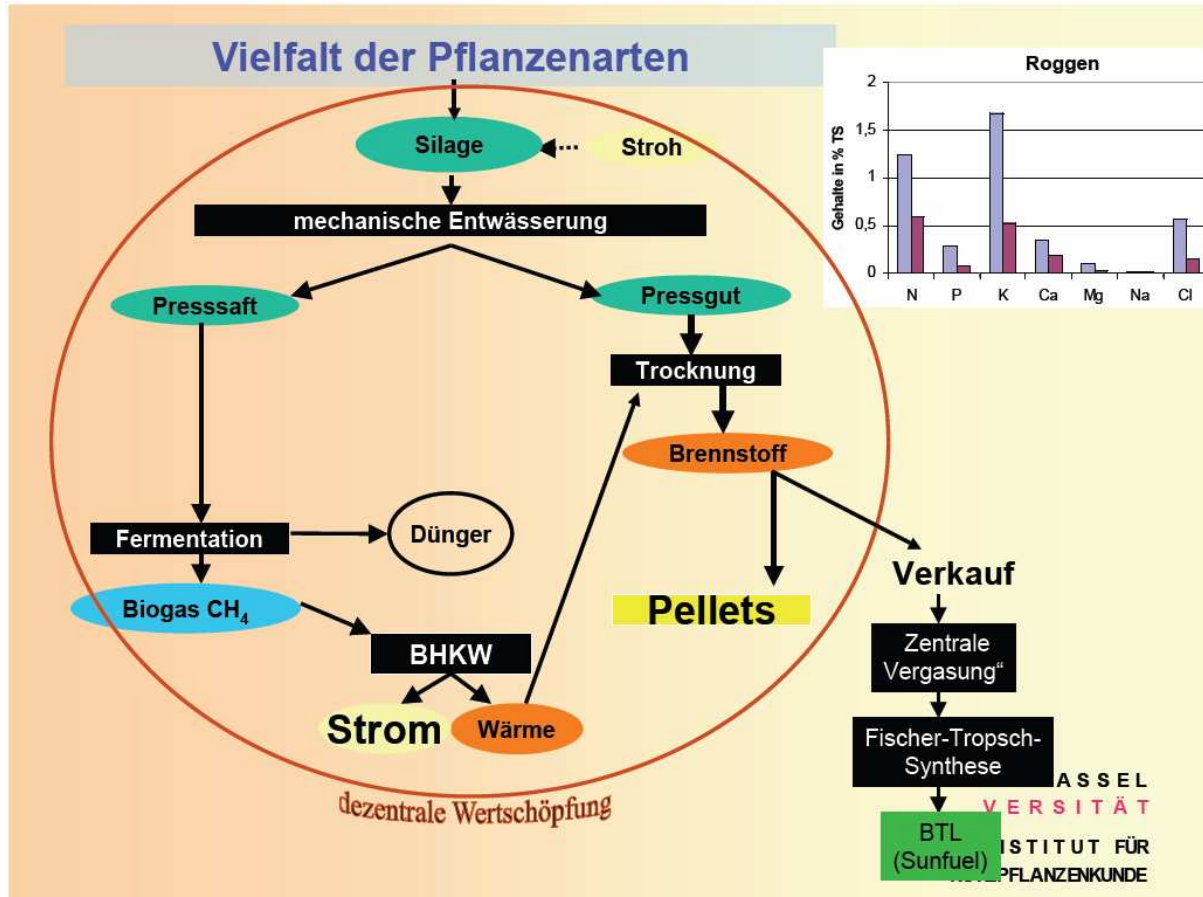


Abbildung 35: Herstellung von „saubere“ Brennstoff für die dezentrale Verbrennung, Vergasung oder zentrale Kraftstoffproduktion (BtL) (Quelle: SCHEFFER 2006)

Hierzu wird in einem ersten Schritt die Silage mechanisch über eine Presse entwässert. Der Presssaft, der einen Großteil der Nährstoffe enthält, wird dann über eine Biogas-Anlage fermentiert. Aufgrund des geringen TS-Gehaltes verringert sich die Verweildauer des Gärsubstrates und spart damit Kosten ein. Mit der Entwässerung ist eine erhebliche qualitative Aufwertung des Pressgutes verbunden, denn mit dem Presssaft werden dem Brennstoff auch die in ihm gelösten Mineralstoffe entzogen. Abbildung 35 zeigt die Konzentration der Nährstoffe in der Silage (blau) und den gepressten Brennstoff (rot).

Der anfallende Presskuchen kann mit Hilfe der Abwärme aus dem BHKW der Biogas-Anlage getrocknet werden (somit wäre eine Nutzung des KWK-Bonus möglich). Der anfallende Brennstoff kann dann weiter zu Pellets verarbeitet werden oder in den Verkauf als Inputbiomasse in eine zentrale Vergasungsanlage gelangen. Somit könnte ein Großteil der Abwärme

genutzt werden. Zudem würde ein Großteil der Wertschöpfung dezentral und damit im ländlichen Raum erfolgen (vgl. SCHEFFER 2006).

### 3.2.4.6 Relative Vorzüglichkeiten von Nachwachsenden Rohstoffen im Rheinland in 2005

Um die genauere (absolute) Ausgestaltung des Deckungsbeitrages wird immer wieder gestritten. An dieser Stelle soll keine genaue Berechnung des Deckungsbeitrages der Energiepflanzen vorgenommen werden, sondern es soll exemplarisch für das Rheinland die relative Vorzüglichkeit der Energiepflanzen auf Stilllegungs- und Basisflächen dargestellt werden.

Die Anbauentscheidung der Pflanzen wird von der ökonomischen Vorteilhaftigkeit der Verfahren bestimmt. Auch den Vorfruchtwert und die Einhaltung von Fruchtfolgen kann man letztlich in ökonomische Zahlen überführen.

#### *Energiepflanzenanbau auf Stilllegungsflächen*

Die ökonomische Gegenüberstellung der einzelnen Möglichkeiten der Nutzung der Stilllegungsflächen ist in Tabelle 11 dargestellt. Alle Betrachtungen berücksichtigen nicht die Flächenprämien, da diese aufgrund der Entkoppelung zukünftig keinen Einfluss auf die relative Vorzüglichkeit der einzelnen Verfahren haben werden.

**Tabelle 11: Deckungsbeiträge auf Stilllegungsflächen im Rheinland (überarbeitet nach Bielefeld 2005 und LZ 2005)**

	Aktive Still-Legung (Standard)	Ethanolweizen	Silo-mais	Silo-mais	Energie-mais	Energie-mais	Non Food Raps	Non Food Raps
Ertrag dt/ha		85	500	500	600	600	40	40
Erzeugerpreis €/dt		8,5	2,1	2,3	2,0	2,2	20	22
Markterlös €/ha		722,5	1050	1150	1200	1320	800	880
Variable Kosten €/ha	150	445	770	770	850	850	450	450
<b>Deckungsbeitrag €/ha</b>	<b>-150</b>	<b>277,5</b>	<b>280</b>	<b>380</b>	<b>350</b>	<b>470</b>	<b>350</b>	<b>430</b>

Anmerkungen zur Tabelle:

- Preise frei Hof/Siloplatte
- Beim Raps ist der Vorfruchtwert von 50-100 €/ha für die Nachfrucht nicht berücksichtigt
- Rheinland: Rapsanbau durch Zuckerrübenanteil in der Fruchtfolge limitiert
- **Hohe Transportkosten Silo-/Energiemais (3€/t FM bei 10km Feld-Hof-Entfernung) müssen beachtet werden**

Wird die Fläche stillgelegt, fallen variable Kosten von 150€ für die vorgeschriebene Begrünung an. Da keine Erlöse vorhanden sind, ergibt sich ein negativer Deckungsbeitrag. Würde Ethanolweizen für eine Bioethanol-Anlage produziert, würde sich bei einem Weizenpreis von 8,5€/dt ein Deckungsbeitrag von 277,5€ ergeben. Momentan wird im Rheinland eine große

Menge an Ethanolweizen auf Stilllegungsflächen produziert, die dann per Papier zu den Bioethanol-Anlagen im Osten (v.a. Zeitz) gelangt. Eine Nutzung der Stilllegungsflächen zum Anbau von Silo-/Energimais für Biogasanlagen zeigt eine bessere Vorzüglichkeit (vor allem, wenn die neuen Energiemaissorten angebaut werden).

Das heißt, es müsste sich langfristig ein Energieweizenpreis von über 10€/dt ergeben, damit die Ethanolweizenproduktion konkurrenzfähig bleibt. Allerdings bietet die Weizenproduktion einige Vorteile. Dadurch, dass die Weizenproduktion als Standardproduktion angesehen werden kann, sind die maschinellen und betrieblichen Ausstattungen auf den Betrieben vorhanden. Die Fruchtfolgen sind abgestimmt und das entsprechende Know-how (Sortenwahl und Saat, Anbau, Ernte und Logistik) ist vorhanden, während dieses bei Energiemais erst gelernt werden muss. Der Raps zeigt ebenfalls einen guten Deckungsbeitrag (vor allem, wenn man den Vorfruchtwert von 50-100€ mit einbezieht und die gestiegenen Rapspreise berücksichtigt). Allerdings bleibt hier der Zuckerrübenanteil im Betrieb ein limitierender Faktor.

### ***Energiepflanzenanbau auf Basisflächen***

Es bleibt zu beachten, dass der Weizen die Standardproduktion im Rheinland ist. Sie stellt bei den Betrachtungen auf den Basisflächen, also den nicht stillgelegten Flächen, die Vergleichsgrundlage dar (vgl. Tabelle 12).

**Tabelle 12: Deckungsbeiträge der nachwachsenden Rohstoffe auf den Basisflächen (überarbeitet nach Bielefeld 2005 und LZ 2005)**

	<b>Weizen (Standard)</b>	<b>Silo- mais</b>	<b>Silo- mais</b>	<b>Energie- mais</b>	<b>Energie- mais</b>	<b>Raps</b>	<b>Raps</b>
Ertrag dt/ha	85	500	500	600	600	40	40
Erzeugerpreis €/dt	10,50	2,1	2,3	2,0	2,2	21	23
Markterlös €/ha	892,5	1050	1150	1200	1320	840	920
Variable Kosten €/ha	445	770	770	850	850	450	450
Energiepflanzenprämie		45	45	45	45		
<b>Deckungsbeitrag €/ha</b>	<b>447,5</b>	<b>325</b>	<b>425</b>	<b>395</b>	<b>515</b>	<b>390</b>	<b>470</b>

Anmerkungen zur Tabelle:

- Preise frei Hof/Siloplatte
- Preisorientierung an den Flächennutzungskosten zu Weizen
- Beim Raps ist der Vorfruchtwert von 50-100 €/ha für die Nachfrucht nicht berücksichtigt
- Rheinland: Rapsanbau durch Zuckerrübenanteil in der Fruchtfolge limitiert
- **Hohe Transportkosten Silo-/Energimais (3€/t FM bei 10km Feld-Hof-Entfernung) müssen beachtet werden**

Bei der Weizenproduktion lässt sich ein Deckungsbeitrag von knapp 450€ realisieren. Auch hier zeigt sich, dass der Leitfrucht Weizen unter gewissen Umständen die relative Vorzüg-

lichkeit gegenüber Mais für Biogas-Anlagen oder Raps für zentrale oder dezentrale Ölmühlen verloren gehen kann.

### **3.2.5 Energiepflanzenanbau im Jahr 2005**

Im Jahr 2005 wurden in NRW fast 90.000 ha Ackerland stillgelegt. Auf einer Fläche von ca. 32.000 ha wurden auf diesen Stilllegungsflächen nachwachsende Rohstoffe angebaut. Von diesen 32.000 ha wurden knapp 19.000 ha mit Raps angepflanzt, der zum Großteil der Herstellung von Pflanzenöl und Biodiesel diente. Karte 34 zeigt, dass sich ein Schwerpunkt des Rapsanbaues im Emscherland und den Hellwegbörden sowie im Weserbergland befindet.

Auf 5.500 ha wurde Ethanolweizen für die Ethanol-Anlage in Zeitz angebaut, wobei sich hier der größte Teil im Rheinland befunden haben wird. Auf ca. 6.500 ha wurden Energiepflanzen für die Biogas-Produktion angebaut, wovon der Anbau von Mais (Silo, CCM und Körner) mit 4.800 ha den größten Anteil hatte (Daten: LWK NRW). Die Nutzung der Energiepflanzenprämie auf Basisflächen spielte im Jahr 2005 noch eine untergeordnete Rolle.

#### ***Raps***

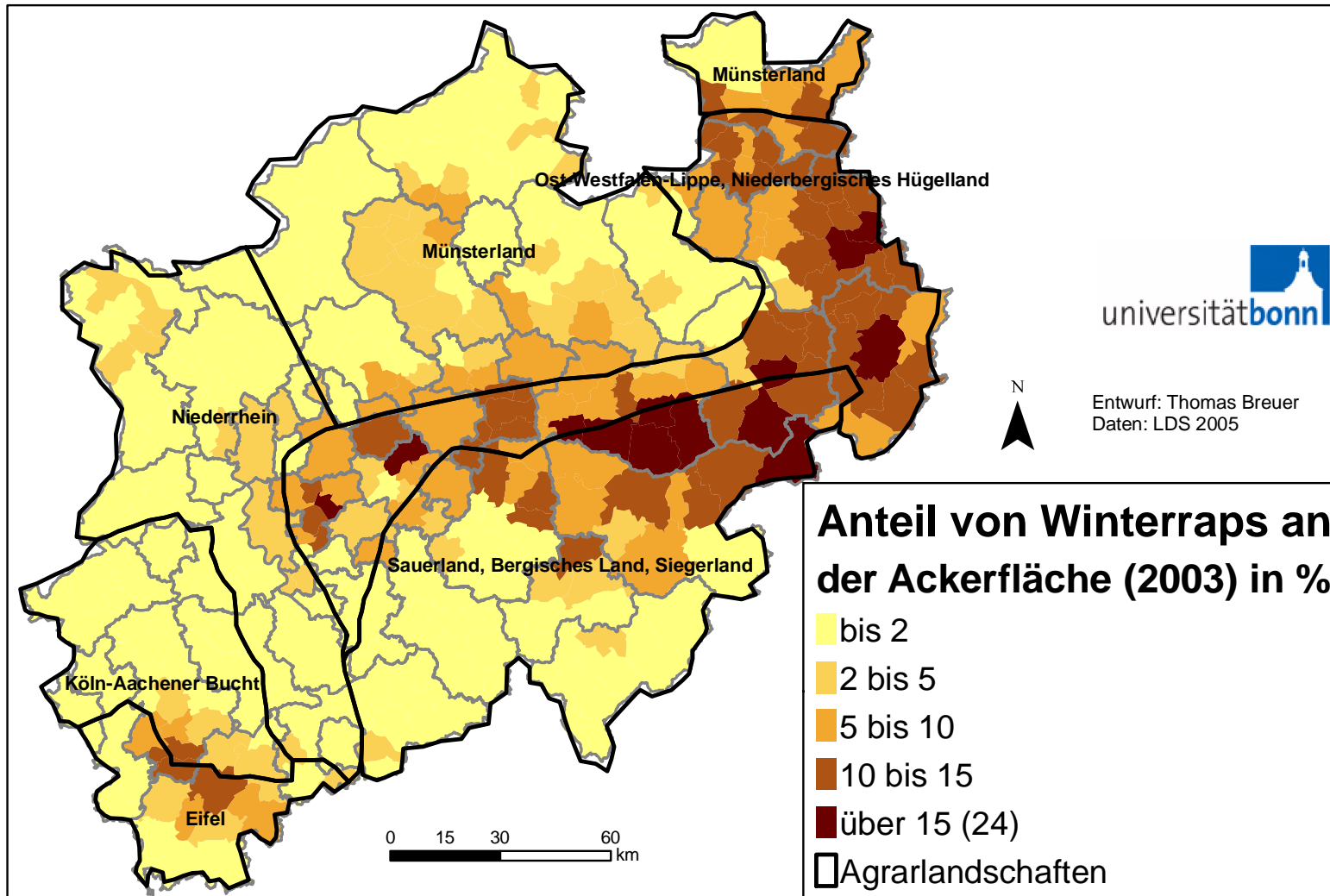
In NRW wurden im Jahr 2005 insgesamt etwas über 60.000 ha Raps angebaut. Das bedeutet ein Plus von 8,1% gegenüber dem Vorjahr (LDS-Pressemitteilung 119/05). Eine Konzentration des Rapsanbaus ergibt sich in den Ackerbauregionen mit wenigen oder keinen Zuckerrübenanbau-Quoten. Neben den Schwerpunkten in der Soester Börde und dem Weserbergland ist auch in der Voreifel ein verstärkter Rapsanbau zu finden (siehe Karte 34).

Davon wurden 19.000 ha auf stillgelegten Flächen angebaut. Würde es die Steuerbefreiung der Biokraftstoffe nicht geben (unter Vernachlässigung des Rapsanbaues für stoffliche Nutzung), dann hätte die Fläche mit einem negativem Deckungsbeitrag von 150€ stillgelegt werden müssen. Mit den Absatzmöglichkeiten im Energiesektor durch die Steuerbefreiung der Biokraftstoffe bietet sich nun die Möglichkeit des Non-Food-Rapsanbaus mit einem Deckungsbeitrag von 390€ (bei optimistischen 40dt/ha Ertrag). Die Differenz von 540€ auf 19.000 ha kann als positiver Einkommenseffekt von 10,26 Mio. € für die nordrhein-westfälische Landwirtschaft angesehen werden. Aufgrund der erhöhten Nachfrage nach Speiserapsöl, aber vor allem aufgrund der stark gestiegenen Raps-Nachfrage für die Biodieselproduktion kann von einem Anstieg der Erzeugerpreise von 19€ auf 21€ (Stilllegungsflächen) und 20€ auf 22€ (Basisflächen) als Auswirkungen der Steuerbefreiung des Biodiesels ausgegangen werden. Aus den gestiegenen Rapspreisen von 2€/dt Rapssaat ergeben sich bei einem Durchschnittsertrag von 40dt/ha Mehrerlöse für die Erzeuger in Nordrhein-Westfalen in Höhe von insgesamt 4,8 Mio. €. Würde man auch noch den positiven Vorfruchtwert des Rapses von ca. 100€/ha einrechnen, dann ergäben sich weitere positive Einkommenseffekte von 6 Mio. € auf den Rapsflächen der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft. Aufgrund der Konzentration

der Rapsanbaufläche im Emscherland, den Hellweg-Börden und dem Weserbergland hat der Ackerbau in diesen Regionen besonders profitiert.

Aufgrund der weiter steigenden Nachfrage nach Biodiesel kann mit einem weiteren Preisanstieg des Rapses von 21 auf 23€ gerechnet werden. Hierdurch ergeben sich unter Berücksichtigung eines leichten Anstieges der Rapsanbaufläche auf 65.000 ha (siehe RAUMIS-Modellierungen) weitere Einkommenseffekte von 5,2 Mio. € aufgrund der Preissteigerungen und 0,5 Mio. € aufgrund des positiven Vorfruchtwertes.

Mittelfristig lässt sich eine weitere Steigerung der Raps-Erzeugerpreise um 2€/dt auf 25€/dt mit entsprechenden Auswirkungen auf die Wertschöpfung vermuten, allerdings ist die Entwicklung des Rapspreises spekulativ, obwohl bei dem derzeitigen Ausbau der Biodiesel-Kapazitäten und weiteren günstigen Steuer-Rahmenbedingungen von Biodiesel und Pflanzenöl bis 2009, sowie des Beimischungszwangs ab 2007, diese Erzeugerpreisanstiege als realistisch einzustufen sind.



Karte 24: Verteilung des Rapsanbaues in Nordrhein-Westfalen

### ***Ethanolweizen***

Wie geschildert wurden in 2005 ca. 5.000 ha Ethanolweizen angebaut. Man kann davon ausgehen, dass dies vor allem im Rheinland geschehen ist. Zum einen war hier der Stilllegungsanteil aufgrund des hohen Zuckerrüben- und Kartoffelanteils bis 2005 relativ niedrig (siehe Kapitel 3.1.2.2). Mit der Änderung der Stilllegungsverpflichtung sind größere Anteile an Flächenstilllegung dazu gekommen, so dass sich erstmals „ernsthaft“ Gedanken um die Nutzung der Stilllegung gemacht werden musste. Gleichzeitig ermöglicht das Äquivalenzverfahren den Anbau von Ethanolweizen. Der Bau der Ethanolanlage in Zeitz hat die Möglichkeit des Ethanolweizenanbaus im Rheinland geschaffen. Die ökonomischen Effekte lassen sich vereinfacht abschätzen. Unter der Annahme, dass im Jahr 2005 nicht die Möglichkeit des Ethanolweizenanbaues bestanden hätte und es noch keine regionalen Annahme-Verträge mit Biogas-Anlagen gegeben hätte, wären die 5.000 ha mit einem negativen Deckungsbeitrag von 150€ stillgelegt worden. Ein verstärkter Rapsanbau ist im Rheinland aufgrund der Fruchtfolge-Probleme mit der Zuckerrübe nur bedingt möglich. Mit der Anbaumöglichkeit des Ethanolweizens ergibt sich nun ein positiver Deckungsbeitrag (bei einem Ethanolweizenpreis von 8,50€) von ca. 280€. Die Differenz von 430€ kann als positiver Einkommenseffekte vor allem der rheinischen Landwirtschaft zugeschrieben werden und beläuft sich grob auf 2,1 Mio. €.

Der Ethanolweizenanbau wird mit zunehmendem Bau von Biogasanlagen abnehmen. Trotzdem ist er vor allem für das Rheinland die einfachste Weise, von den neu geschaffenen Absatzkanälen Biokraftstoffe zu profitieren. Zumal sich durch die Ankündigung des Baus von weiteren Bioethanol-Anlagen in Deutschland und im benachbarten Ausland die Landwirte berechnete Hoffnung auf steigende Weizenpreise machen können.

### **3.3 Ergebnisse der Modellberechnungen**

Mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS wurde das regionale Angebotspotenzial der verschiedenen Energiepflanzen in Agrarlandschaften unter den gegebenen agrar- und energiepolitischen Rahmenbedingungen bis ins Zieljahr 2010 abgeschätzt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Modellberechnungen, die in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ländliche Räume der FAL (Dr. Horst Gömann, Peter Kreins) durchgeführt wurden, vorgestellt. Aus dieser Zusammenarbeit sind eine Reihe von Publikationen (vgl. GÖMANN UND KREINS 2006; GÖMANN ET AL. 2007; GÖMANN, KREINS, BREUER 2007) entstanden, die die Basis dieses Kapitels bilden. Zusammen mit Überlegungen über zusätzliche Wertschöpfung, die in den nachgelagerten Produktionsschritten im ländlichen Raum verbleiben kann, ergibt sich aus den Modellberechnungen eine erste Abschätzung von Möglichkeiten, durch Biokraftstoffe Wertschöpfung in den ländlichen Regionen Nordrhein-Westfalens zu erzielen. Neben der Landwirtschaft können weitere Akteure im ländlichen Raum vor allem bei auf regionalen Rohstoff-

fen basierten Anlagen an der Wertschöpfung partizipieren. In den Modellrechnungen wird allerdings nur die Veränderung der Nettowertschöpfung in der Landwirtschaft ausgegeben. Die Einschätzung erfasst nur die Wertschöpfungspotenziale durch die Produktion von Bioenergie. Die Effekte der steigenden Getreide- und Ölsaatenpreisen und die damit verbundene Verteuerung der Futterkosten wurden in den RAUMIS-Berechnungen nicht berücksichtigt. Um eine ganzheitliche Abschätzung der Wertschöpfungseffekte auf die Landwirtschaft zu erhalten, muss ein „Gegenrechnen“ der Einkommensverluste durch gestiegene Pacht- und Rohstoffpreise für die „klassische Veredelung“ der Landwirtschaft erfolgen.

### **3.3.1 Annahmen im Modell**

Mit Expertenwissen aus dem MUNLV wurde eine Referenzsituation für NRW erstellt (siehe GÖMANN UND KREINS 2006, S.11/12). Dabei wurden folgende agrarpolitischen Rahmenbedingungen und Erzeugerpreisentwicklungen als Referenz zugrunde gelegt:

- Umsetzung der vollständigen Entkoppelung mit einer Höhe der einheitlichen Prämienrechte von rund 347€/ha LF für NRW im Jahr 2013. Zur Vereinfachung wurde der Betrag bereits für das Zieljahr 2010 unterstellt,
- Reform der Milchmarktordnung mit Erzeugerpreisen von 25ct/kg im Zieljahr 2010,
- Implementierung der Energiepflanzenprämie von 45€/ha,
- Änderung der Flächenstilllegung und Handelbarkeit der Stilllegungsverpflichtung,
- Umsetzung der Zuckermarktreform mit entsprechenden Preis- und Mengenkürzungen.

#### **Implementierung der Energiepflanzenverfahren**

Die landwirtschaftlichen Rohstoffe und Anbauverfahren für Biodiesel und Bioethanol unterscheiden sich nicht von traditionellen Ackerbaukulturen. Somit wurde für diese Früchte kein spezielles Anbauverfahren integriert. Eine Zunahme der Biokraftstoffherzeugung erfolgt in Wirkungsanalysen daher implizit über eine Erhöhung der Nachfrage und dann ggf. über einem Preisanstieg bei Getreide und Ölsaaten.

#### **Energiemais: Implementierung und Preisfindung**

Für die Rohstoffproduktion zur Biogaserzeugung wurde ein separates Verfahren „Energiemais“ in RAUMIS implementiert (vgl. GÖMANN, KREINS UND BREUER 2007) und in Nutzungskonkurrenz zu den traditionellen Verfahren gestellt. Mais stellte bisher aufgrund seiner vergleichsweise hohen Wirtschaftlichkeit bei der Gärsubstratbereitstellung und seiner relativen Vorzüglichkeit im Anbau die dominierende Fruchtart dar. Die Spezifizierung des Verfahrens Energiemais erfolgte auf Grundlage des vergleichbaren Silomaisverfahrens zumal in der Praxis bisher teilweise gleiche Sorten verwendet wurden. Zur Bestimmung des Vorleistungs-



einsatzes (z.B. Saatgut, Düngung, Pflanzenschutzmittel, Maschinen, usw.) wurden die funktionalen Beziehungen vom Silomaisverfahren verwendet, ebenso die regionale Ertragsdifferenzierung. In Bezug auf das Ertragsniveau werden sich Energiemaissorten, die entsprechend den Anforderungen der Biogaserzeugung einen hohen energetisch nutzbaren Ertrag je ha erzielen sollen, zukünftig von Silomaisarten unterscheiden. Für Energiemais wurde im Zieljahr 2010 ein um 50% gegenüber Silomais höheres durchschnittliches Ertragsniveau unterstellt. Diese Annahme basiert auf folgenden Aspekten:

- a) der Energiemaisanbau erfolgt nun auch verstärkt auf günstigeren Standorten; in der Regel Ackerbauregionen, auf denen höhere Erträge erzielt werden.
- b) Energiemais wird überwiegend in spezialisierten Ackerbaubetrieben angebaut, die aufgrund ihrer Fachkenntnisse überdurchschnittliche Erträge erzielen.
- c) Der züchterische Fortschritt führt zu einer deutlichen Ertragsdifferenzierung zwischen Energie- und Silomais. Während beim Silomais die Inhaltsstoffe (z. B. die Energiedichte) im Vordergrund stehen, ist beim Energiemais ein hoher Masseertrag das wichtigste Ziel (Züchtung spezieller Energiemais-Sorten mit möglichst hohem Biogas-Ertrag pro ha). Vor der Markteinführung spezieller Energiemais-Sorten werden von den Pflanzenzüchtern in den Gunstgebieten spätreife Silomais-Sorten mit entsprechend höheren Erträgen zum Tragen kommen. Die regionale Differenzierung des Energiemaisertrags erfolgt entsprechend den regionalen Futtermaiserträgen.

Es wird eine völlig preiselastische Nachfrage unterstellt, d.h. Landwirte können zu diesen Preisen beliebig viel Energiemais produzieren. Diese Annahme impliziert, dass überall dort, wo Landwirte Energiemais anbauen möchten, Biogasanlagen mit entsprechenden Kapazitäten errichtet werden. Zur Überprüfung der Sensitivität der Ergebnisse werden zusätzlich Simulationen unter Variation des Erzeugerpreises für Raps von  $\pm 20$  €/t um den langjährigen Durchschnitt durchgeführt. Die Höchstflächen zur Gewährung der Energiepflanzenprämie und der Eiweißpflanzenzahlung werden EU-weit nicht überschritten, d.h. dass die Prämien für die angebauten Flächen in NRW werden in vollem Umfang gewährt. Weiterhin bleibt das Grünland-Umbruch-Verbot bestehen, so dass die regionalen Anteile des Grünlandes an der LF unverändert bleiben.

Für die Modellierung des Anpassungsverhaltens der Landwirtschaft in Bezug auf das Energiemaisverfahren lagen aus ex-post Analysen und Basisjahrkalibrierungen keine Informationen zum Energiemais vor. Das Silomaisverfahren war in dieser Hinsicht ungeeignet, da sich sein Umfang maßgeblich nach der für die regionale Viehhaltung notwendigen Grundfuttermenge richtet. Demgegenüber ist Energiemais als Marktfrucht einzustufen, die in direkter Konkurrenz zu Getreide, Ölsaaten und Eiweißpflanzen steht. Es wurde davon ausgegangen, dass beim Energiemaisanbau ähnliche, nicht explizit formulierte Produktionsbedingungen (z.B. Fruchtfolge, Standortgüte, etc.) gelten wie beim Getreideanbau. Aus diesem Grund wur-

den die für die Modellierung des erwartbaren Anbauumfangs wichtigen nicht-linearen PMP-Terme vergleichbarer Verfahren herangezogen. Konkret basieren die PMP-Terme des Energiemaisverfahrens auf einem Durchschnitt der PMP-Terme der bedeutenden Getreidearten in der Regel Winterweizen und Wintergerste (vgl. GÖMANN, KREINS UND BREUER 2007).

Im Gegensatz zu anderen Marktfrüchten gibt es für Energiemais noch keine Marktpreise. An dieser Stelle soll somit mit Hilfe der Flächennutzungskosten (vgl. HÖLZMANN 2006B) gegenüber einer anderen (Standard)-Landnutzung mögliche Energiemais-Preise bestimmt werden. In einer ersten Annäherungen sollen die Flächennutzungskosten gegenüber der Weizenproduktion<sup>19</sup> bei einem Ertrag von 8t/ha und einem Deckungsbeitrag von 273€/ha bei Erzeugerpreisen um 100€/t bestimmt werden. Die Flächennutzungskosten ergeben sich somit aus der Summe der variablen Kosten der Silomais-Produktion (50t/ha: 540€/ha) und des Deckungsbeitrages für Weizen abzüglich der Energiepflanzenprämie (45€/ha). Somit ergibt sich ein Energiemais-Auszahlungspreis ab Feld von etwas über 15€/t FM. Bei Häckselkosten von 150€/ha und Entfernungen von 5km zur Siloplatte ergeben sich Logistikkosten von ca. 6€/t FM. Sodass sich ein Maisauszahlungspreis von 21-22€/t frei Siloplatte ergibt<sup>20</sup>. Bei steigenden Erzeugerpreisen für Getreide ergeben sich c.p. höhere Flächennutzungskosten und damit höhere Energiemais-Preise.

In der Praxis werden momentan unter „normalen“ Pachtpreisen 23-25€/t Maissilage frei Siloplatte bezahlt. In den Regionen, in denen eine hohe Anlagen-Dichte vorhanden ist, steigen die Pachtpreise massiv an, mit entsprechenden Folgen für die Substratkosten. Für die zukünftige Preisgestaltung kann mit etwas niedrigeren Energiemaispreisen aufgrund der stark steigenden Ertragszuwächse ausgegangen werden (somit der Preis-Korridor 20 bis 23€/t). Die bisherige EEG-Förderung wird bis zum Jahr 2010 fortgeschrieben.

---

<sup>19</sup> Die Landwirte werden zuerst die schwächsten Verfahren in der Fruchtfolge durch Energiemais ersetzen. Der Weizen wird nur in den wenigsten Anbauregionen die schwächste Frucht darstellen. Er bietet aber eine NRW-weite Vergleichsmöglichkeit und die entsprechende Differenz zur schwächsten Frucht kann als Anreizkomponente für die Landwirte gesehen werden, sich für das neue Verfahren zu entscheiden. Bei einer mittel- bis langfristigen Analyse dürfen die Energiepflanzen auf Stilllegungsflächen mit geringeren Opportunitätskosten und entsprechend niedrigeren Preisen nicht berücksichtigt werden, da mit einer Abschaffung der obligatorischen Stilllegung zu rechnen ist. Zur Ermittlung von regionalen Verdrängungskosten müssen die agrarlandschaftsspezifischen Strukturen und Opportunitätskosten berücksichtigt werden.

<sup>20</sup> Es wurde eine Schlaggröße von 5ha unterstellt. Unterstellt man wesentlich größere Schläge (20ha), können Kostenreduktionsmöglichkeiten von bis zu 20% realisiert werden (vgl. KTBL 2006B). Zur Ermittlung des Preises von Maissilage frei Biogasanlage müssen noch die Lager-, Silier- und Entnahmekosten sowie 5-10% unvermeidliche Silierverluste eingerechnet werden. In Summe ergibt sich damit ein Preis von 28-30€/t Maissilage frei Biogas-Anlage, der sich auch mit den Annahmen der FNR 2006D deckt.

### 3.3.2 Darstellung und Interpretation der RAUMIS-Berechnungen für Nordrhein-Westfalen

Hier werden die wichtigsten Ergebnisse des Arbeitsberichts „Regionaldifferenzierte Abschätzung des Anbaupotenzials von Biomasseverfahren für Nordrhein-Westfalen mit Hilfe des Regionalisierten Agrar- und Umweltinformationssystems RAUMIS“ zusammengefasst (vgl. GÖMANN UND KREINS 2006, S.11ff, 18ff):

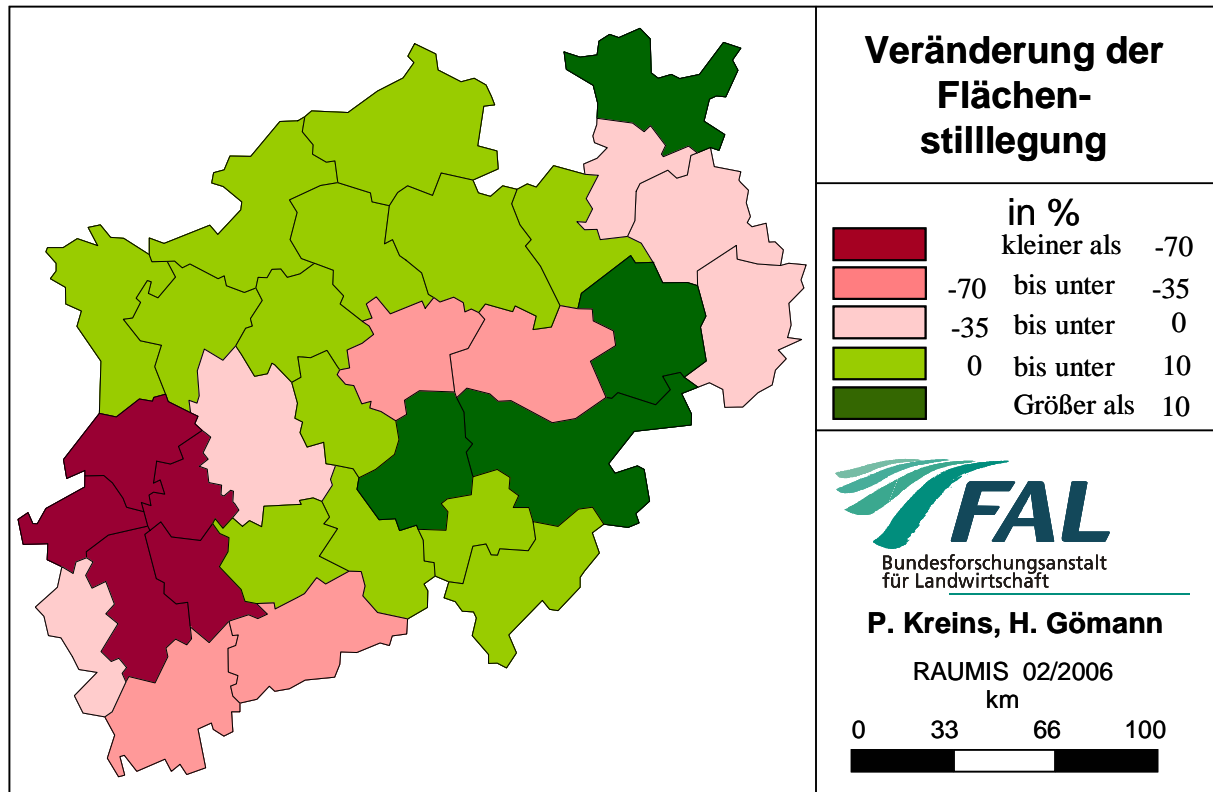
Für die Wirkungsanalyse alternativer agrar- und umweltpolitischer Maßnahmen ist es zweckmäßig, ein Referenzszenario als Vergleichssituation zu erstellen. Hierzu wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die erwartbare Entwicklung unter den agrarpolitischen Rahmenbedingungen der Luxemburger Beschlüsse 2003 verwendet. In diese Referenzsituation ist durch einen ständigen Informationsaustausch zwischen Forschung (z.B. IAP und FAL) und Administration (z.B. EU-Kommission, BMELV und MUNLV) umfangreiches Expertenwissen eingeflossen. Die räumliche Auflösung entspricht aufgrund der Datengrundlage der Landkreisebene („Regionshöfe“ bzw. Modellregionen). Zur Darstellung der Untersuchungsgebiete werden die 31 Regionshöfe des Landes NRW einbezogen.

#### ***Regionale Verlagerungen der Stilllegungsflächen durch die Veränderung der Stilllegungsregelung***

Die Handelbarkeit der Stilllegung ab 2006 kann zu Wanderungen von Stilllegungsflächen auf schlechtere Standorte führen. Da dieser Effekt möglicherweise zu einer deutlichen Veränderung der landwirtschaftlichen Flächennutzung in der Referenzsituation 2010 gegenüber der gegenwärtigen Situation führt, wird ein Handelsmodul in RAUMIS integriert. Darüber hinaus erfolgt die Optimierung der Regionen nicht wie üblich einzeln, sondern simultan, so dass ein Austausch zwischen den Regionen abgebildet werden kann. Diese Austausch- bzw. Transferaktivitäten sind mit negativen entfernungsabhängigen Zielbeiträgen versehen, die die Transaktionskosten des Flächenstilllegungshandels widerspiegeln.

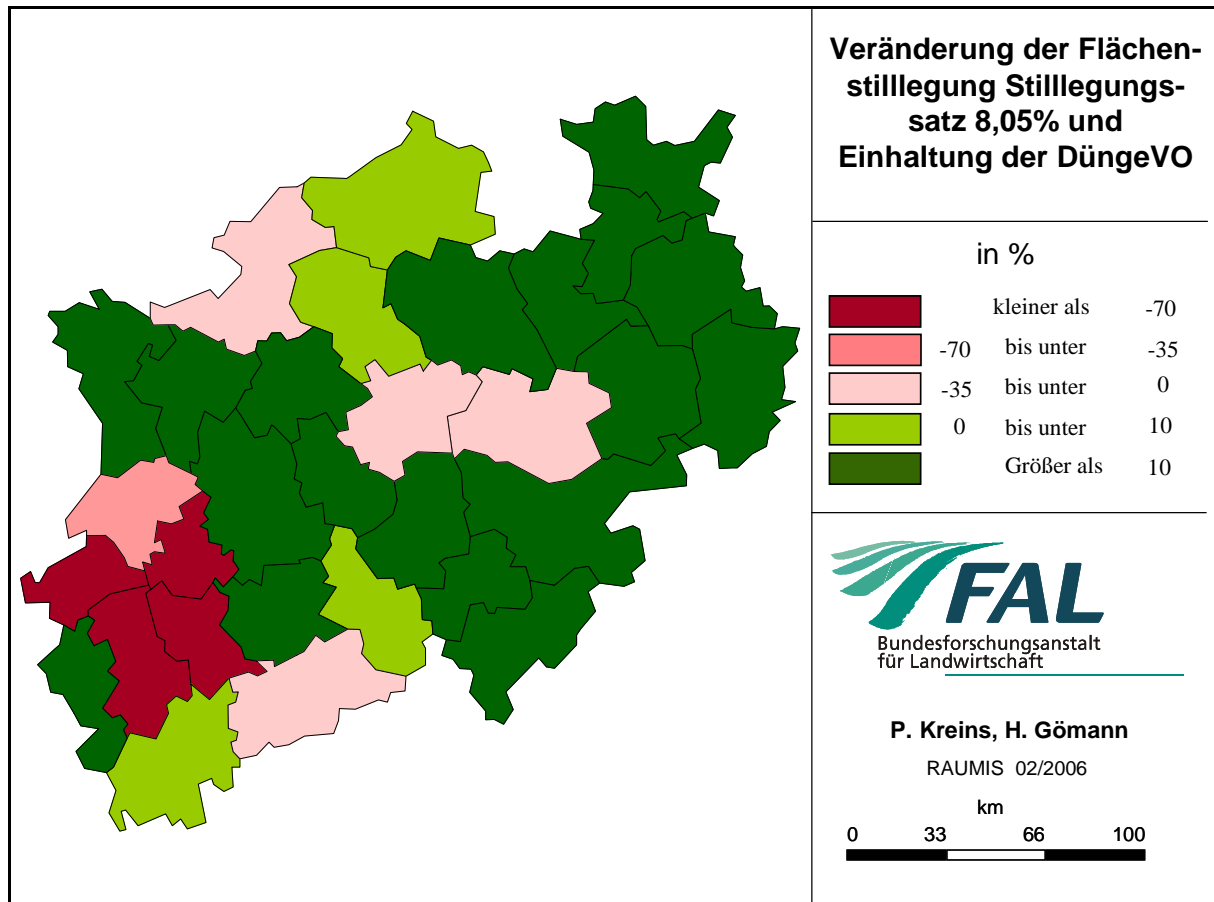
Durch den Handel wird der Umfang der Flächenstilllegung um rund 13.000 ha auf ca. 78.000 ha verringert, was auf eine Reduktion der freiwilligen Flächenstilllegung zurückzuführen ist. Regionen, die freiwillig stillgelegt haben, übernehmen die Stilllegungsverpflichtung der günstigeren Standorte, auf denen vor allem der Anbau von Getreide (+11.000 ha), Ölsaaten und Hülsenfrüchten ausgedehnt wird. Dadurch erhöht sich das Einkommen in der Landwirtschaft (gemessen an der Nettowertschöpfung zu Faktorkosten) um rund 5 Mio. €.

In Karte 25 sind die Auswirkungen der Handelbarkeit von Flächenstilllegungsverpflichtungen für NRW dargestellt. Regional lässt sich eine starke Reduktion der Flächenstilllegung an den Gunststandorten wie beispielsweise der Köln-Aachener Bucht und der Soester Börde feststellen, während sie an den Ungunststandorten ausgedehnt wird.



**Karte 25: Regionale Veränderungen der Flächenstilllegung bei Einführung der Handelbarkeit gegenüber der Agenda 2000 (für das Zieljahr 2010) (Quelle: GÖMANN UND KREINS 2006)**

In einem zweiten Schritt wurden die Auswirkungen des in den Luxemburger Beschlüssen vorgesehenen einheitlichen Flächenstilllegungssatzes von 8,05% der Ackerfläche für NRW sowie die Einhaltung der Anforderungen der Düngeverordnung modelliert. Diese Maßnahmen würden den Modellrechnungen zufolge wieder zu einem Anstieg der Flächenstilllegung auf ein Niveau, wie es unter den Bedingungen der Agenda 2000 prognostiziert wurde, führen. Die regionale Verteilung der Flächenstilllegung bei Handelbarkeit ist im Wesentlichen durch die regionale Standortgüte und Viehbesatzdichte bestimmt. Die Novellierung der Düngeverordnung untersagt u.a. eine Anrechnung der Ausbringungsverluste von Wirtschaftsdünger. Dies verschärft in viehstarken Regionen, wie beispielsweise im Kreis Borken (vgl. Karte 26), die Flächennachweisproblematik im Hinblick auf die Wirtschaftsdüngerausbringung und reduziert die Möglichkeiten der Flächenstilllegung.



**Karte 26: Regionale Veränderungen der Flächenstilllegung bei einem einheitlichen Stilllegungssatz und Einhaltung der Düngeverordnung (für das Zieljahr 2010) (Quelle: GÖMANN UND KREINS 2006)**

Vor dem Hintergrund des Anbaus von Energiemais zur Vergärung in Biogasanlagen sind der Umfang und die regionale Verteilung des Maisanbaus in der Referenzsituation von Bedeutung. In NRW wird Mais auf rund 18 % der AF angebaut. Eine regionale Konzentration ergibt sich aufgrund der intensiven Viehhaltung im Norden des Landes, wobei der Kreis Borken mit rund 45 % der AF den höchsten Maisanbauanteil aufweist. In diesen Regionen ist mit einer erheblichen Nutzungskonkurrenz zwischen dem Anbau von Mais zur Grundfuttererzeugung bzw. zur energetischen Verwendung zu rechnen.

### ***Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Landnutzung und Einkommen***

Einen Überblick über die Auswirkungen oben genannter Rahmenbedingungen für den Energiemaisanbau auf die landwirtschaftliche Flächennutzung und Einkommen in NRW im Jahr 2010 gibt Tabelle 13. Die von RAUMIS ermittelten Anbauflächen für Energiemais belaufen sich bei Erzeugerpreisen von 20 bis 23 €/t auf rund 135.000 bis 180.000ha<sup>21</sup>. Davon entfallen

<sup>21</sup> Bei der Abschätzung der Energiemais-Fläche handelt es sich um die eine Abschätzung des ökonomischen Angebotspotenzials unter den gegebenen agrar- und energiepolitischen Rahmenbedingungen. Aufgrund der

55.000 bis 61.000 ha auf Stilllegungsflächen, auf denen der Rapsanbau als nachwachsender Rohstoff um bis zu 8 % eingeschränkt wird.

Darüber hinaus ist der Energiemaisanbau so wettbewerbsfähig, dass andere Kulturen auch auf Nichtstilllegungsflächen verdrängt werden, mit den höchsten relativen Einschränkungen beim Raps- und Eiweißpflanzenanbau. Die größte absolute Ausdehnung erfolgt jedoch zu Lasten der Getreidefläche, die zwischen 65.000 und 95.000 ha reduziert wird. Der Anbau von Mais löst in NRW Weizen als Leitkultur ab. Nach den Modellrechnungen werden in der Referenzsituation in etwa 190.000 ha Körner (CCM)- und Silomais angebaut. Die Maisfläche nimmt bei den genannten Rahmenbedingungen für den Energiemais auf 360.000 ha zu. Demgegenüber steht eine Einschränkung des Weizenanbaus von 268.000 auf 222.000 ha.

**Tabelle 13: Veränderung der landwirtschaftlichen Landnutzung und Einkommen durch einen verstärkten Anbau von Energiemais in Nordrhein-Westfalen gegenüber der Referenzsituation im Jahr 2010 (Quelle: GÖMANN UND KREINS 2006)**

	Refe- renz	Energiemais			Energiemais (23 €/t)		
		20 €/t	21,5€/t	23 €/t	Raps(-20€/t)	Raps(+20€/t)	
Nettowertschöpfung	Mrd. €	1,4	1,446 (1)	1,452 (2)	1,460 (2)	1,459 (2)	1,462 (3)
Getreide	1000 ha	649,1	584,2 (-10)	569,0 (-12)	553,6 (-15)	559,3 (-14)	548,4 (-16)
Hülsenfrüchte	1000 ha	4,9	4,1 (-17)	3,9 (-20)	3,7 (-24)	3,8 (-23)	3,6 (-26)
Ölsaaten	1000 ha	51,6	43,2 (-16)	41,3 (-20)	39,3 (-24)	31,7 (-39)	46,7 (-9)
Nachwachsende Rohstoffe (Ölsaaten)	1000 ha	16,0	15,5 (-3)	15,2 (-5)	14,7 (-8)	13,0 (-19)	15,6 (-3)
Kartoffeln	1000 ha	32,4	32,0 (-1)	31,9 (-1)	31,9 (-2)	31,9 (-2)	31,8 (-2)
Zuckerrüben	1000 ha	64,8	64,8 (0)	64,8 (0)	64,8 (0)	64,8 (0)	64,8 (0)
Stilllegung	1000 ha	87,5	33,0 (-62)	29,7 (-66)	26,6 (-70)	27,6 (-69)	26,0 (-70)
Energiemais	1000 ha	/	135,0	157,9	180,8	182,7	179,0
Silomais	1000 ha	94,4	92,6 (-2)	91,9 (-3)	91,3 (-3)	91,5 (-3)	91,1 (-3)
Sonst. Ackerfutter	1000 ha	32,9	28,3 (-14)	26,3 (-20)	25,0 (-24)	25,4 (-23)	24,5 (-25)

Werte in Klammern ( ) sind prozentuale Veränderungen gegenüber der Referenzsituation.

Der ermittelte Flächenumfang von Energiemais variiert bei den unterstellten Rapspreisschwankungen von  $\pm 20$  €/t kaum. Geringfügige Änderungen sind bei Kartoffeln und Zucker-

Transportunwürdigkeit ist eine reale Ausdehnung des Energiemais durch die lokale Biogasanlagen-Kapazität begrenzt.

rüben zu erwarten, deren Wettbewerbsfähigkeit trotz Erzeugerpreiskürzung bei Zuckerrüben überdurchschnittlich ist. Eine Kürzung der Zuckerproduktionsquote, durch die zusätzliche Ackerflächen auf meist sehr günstigen Standorten freigesetzt werden, ist nicht als separates Szenario simuliert worden. Das Flächenpotenzial für den Energiemaisanbau ist jedoch begrenzt, da die Zuckerrübenfläche im Zieljahr nur etwa 6 % der AF in NRW beträgt. Eine weitere Quotendeklassierung um beispielsweise 15 % würde dementsprechend etwa 10.000 ha, d.h. weniger als 1 % der AF freisetzen. Darüber hinaus weist Winterweizen auf diesen Standorten ebenfalls eine hohe Wettbewerbsfähigkeit auf, so dass von einer Aufteilung der Fläche auf Weizen und Energiemais auszugehen ist. Nutzungskonkurrenzen zwischen Energiemais und Futterbau werden vor allem an der überproportionalen Einschränkung des Anbaus sonstigen Ackerfutters (z.B. Feldgras und Klee) deutlich, während die Silomaisfläche um etwa 3 % verringert wird. Das Einkommen der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft (gemessen an der Nettowertschöpfung) nimmt durch den forcierten Energiemaisanbau um etwa 1,4 bis 2,4 % zu, das sind 20 bis 35 Mio. €. Der Anstieg beruht auf der Differenz zwischen dem durchschnittlich höheren Gewinn beim Energiemaisanbau gegenüber anderen Kulturen. Tendenziell wird Energiemais in Regionen mit hohem Getreide- (ohne Körnermais) und Ölsaatenanbau am stärksten ausgedehnt. Dort, wo bereits in der Referenzsituation Körnermais- (einschl. CCM) und Silomaisanbau in umfangreichem Maße stattfindet, ist die Ausdehnung der Energiemaisfläche geringer. Dennoch erhöht sich in diesen traditionellen Maisanbaugebieten der Anteil der gesamten Maisfläche, so dass sie in Regionen wie Borken und Coesfeld auf mehr als 50 % der AF zunimmt.

### **3.3.3 Anmerkungen zu den RAUMIS-Berechnungen**

#### **Rapspreis-Entwicklung**

Den RAUMIS-Berechnungen liegen Rapspreise von 20€/d Non-Food-Raps und 21€ Food-Raps zugrunde. Die Unterschiede ergeben sich aus den Transaktionskosten (Verträge, Kauti-on, Kontrollen...) und den geringeren Opportunitätskosten auf der Stilllegung.

Während die Energiemais-Preise aus dem festgeschriebenen EEG errechnet werden können, muss dies beim Raps durch eine Einschätzung des Rapsmarktes, der in den letzten Jahren gewaltige Preisschwankungen gezeigt hat, erfolgen. Hier ist die Einschätzung der Rapspreise sehr stark von Annahmen abhängig. Aufgrund der weiteren großen Nachfrage nach Raps für die Biodieselproduktion und das reine Pflanzenöl (Beimischungszwang für Biodiesel ab 2007; Besteuerung von 9ct Biodiesel als Reinkraftstoff und Beibehaltung der Steuerfreiheit für reines Pflanzenöl bis 2008) ist mit einem festen Rapspreis zu rechnen. Somit würde der Rapspreis aus dem Preis-Szenario Raps +2€ zum Tragen kommen.

Die Besteuerung von 9ct/l Biodiesel hat bei den momentanen Gewinnmargen geringen Nachfrage-Effekt. Die Biodiesel-DIN-Norm limitiert den Einsatz von viel billigeren Alternativen

zu Rapsöl, also Soja und vor allem Palmöl. Wobei die EU-Biokraftstoff-Richtlinie hier Änderungen angeregt hat. Allerdings ziehen hohe Rapspreise auch Importe an, welche heute schon in beachtlichen Mengen verarbeitet werden, was eine Einschätzung der Entwicklung des Rapspreises schwierig macht. Insgesamt kann aber auch aufgrund der europaweiten Ausbaupläne für Biodiesel mit einem festen Rapspreis gerechnet werden.

### **Wettbewerbsfähigkeit des Rapsanbaues wird unterschätzt**

Die RAUMIS-Berechnungen in Tabelle 13<sup>22</sup> zeigt einen Rückgang der Ölsaatenproduktion. Bei der Interpretation der Modell-Ergebnisse muss aber berücksichtigt werden, dass RAUMIS flächendeckende Biogasanlagen unterstellt und den Vorfruchtwertes von Raps (50-100 €/ha) für die Nachfrucht nur bedingt berücksichtigt. Deshalb wird insbesondere in den Regionen, in denen bisher noch wenig Raps angebaut wurde, die relative Vorzüglichkeit der Ölsaatenproduktion unterschätzt (vgl. BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006B, S.185). Somit rechnen wir mit einer Ausdehnung des Rapsanbaues bis an die Fruchtfolgegrenze, vor allem in den vom Halmfruchtanbau dominierten Gebieten Westfalens. Die relative Vorzüglichkeit des Ölsaatenanbaus kann aber durch steigende Getreidepreise wieder eingeschränkt werden.

### **Energiemais: ein lokaler Markt**

Aufgrund der Transportunwürdigkeit des Energiemaisses wird die Wirtschaftlichkeit stark in Frage gestellt, wenn er mehr als 15-20km transportiert wird (vgl. BREUER 2007, BÜRGER ET AL. 2005). Die reinen Straßentransportkosten für den Mais und den Rücktransport des Gärsubstrates betragen bei 10 km Feldentfernung etwa 150 €/ha, bei 20 km etwa 250 €/ha (LWK NRW 2006). Somit handelt es um einen lokalen Markt (im Gegensatz zu Weizen und Raps, die Weltmarktgüter sind). Das bedeutet, dass ohne eine Biogas-Anlage in diesem Entfernungsradius kein Energiemais angebaut werden kann, da keine Vermarktung stattfinden kann. Somit wird der Anbau von Energiemais in der Realität vom Ausbau der regionalen Biogasanlagenkapazität begrenzt.<sup>23</sup> Die lokale Marktnachfrage richtet sich also nach der lokal installierten Biogas-Anlagen-Kapazität. Zudem ist die Abnahmemenge von Biogas-Anlagen be-

---

<sup>22</sup> In der linken Spalte sind die Ergebnisse mit verschiedenen Energiemais-Preis-Szenarien dargestellt. Bei allen wurde mit einem durchschnittlichen Rapspreis gerechnet. In der rechten Spalte ist das Szenario mit einem Energiemais-Preis von 23€/t FM gewählt und die Rapspreise um 20€/t nach unten und oben variiert.

<sup>23</sup> Bei den RAUMIS-Ergebnissen wurde eine flächendeckende Biogasanlagen-Kapazität unterstellt. Die in der Realität bis zum Zieljahr 2010 nicht erreicht werden wird. Eine Abschätzung der Biogasanlagen-Kapazität in den verschiedenen Agrarlandschaften ist aufgrund vielfältiger Unsicherheiten nicht möglich. Die RAUMIS-Ergebnisse stellen also das ökonomische Angebotspotenzial für Energiemais unter den gegebenen Rahmenbedingungen dar.



grenzt, so dass manche Anlagenbetreiber Lieferrechte (die aber auch gleichzeitig Lieferverpflichtungen darstellen) ausstellen.

### **Keine Betrachtung des Ethanolweizens bei der Potenzialanalyse**

Da das Energiemaisverfahren relativ konkurrenzfähig ist, würde bei entsprechender Anlagenkapazität in den Agrarlandschaften der Ethanolweizen auf Stilllegungsflächen komplett verdrängt werden. Um den Ethanolweizenanbau mit Hilfe des RAUMIS-Modells abbilden zu können, hätten Annahmen über den regionalen Biogas-Anlagenbau (Kapazität und Standorte) bis 2010 getroffen werden müssen, denn nur wenn in der Nähe eine Biogas-Anlage in Betrieb geht, kann der Landwirt Energiemais anbauen und vermarkten. Somit hätte das Erwartungspotenzial ermittelt werden müssen. Diese Einschätzung gestaltet sich als äußerst schwierig, da die regionale Entwicklung von einer Reihe von unterschiedlichen Faktoren und Hemmnissen abhängig ist. Für eine genaue Abschätzung müsste man neben der Gesamtentwicklung der Biogasanlagen-Kapazität auch noch eine Differenzierung nach möglichen Standorten (mindestens Differenzierung nach Kreisen; eigentlich sogar mit genauerer Standortbestimmung wegen des „Einzugsgebiets“ der Biogas-Anlagen) vornehmen. Neben der Bereitschaft der Landwirtschaft und/oder Energiewirtschaft in Anlagen zu investieren und steigenden Rohstoffpreisen für Biogas-Anlagen müssten auch Restriktionen und Hemmnisse wie Baugenehmigungen und Bau-Verzögerungen und damit Unsicherheiten durch Änderung der gesetzlichen Rahmenbedingungen (Überprüfung des EEG in 2007/08) abgeschätzt werden.

Die Limitierung der Biogas-Anlagenkapazität sowie ein verlangsamtes Adaptionsverhalten der Landwirte beim Maisanbau in den Agrarlandschaften lässt den Ethanolweizenanbau aber weiterhin konkurrenzfähig sein.

### **Nichtberücksichtigung der Verluste im Bereich der „klassischen Veredelung“**

Die Einschätzung erfasst nur die Wertschöpfungspotenziale durch die Produktion von Bioenergie. Die Effekte der steigenden Getreide- und Ölsaatenpreisen und die damit verbundene Verteuerung der Futterkosten wurden in den RAUMIS-Berechnungen nicht berücksichtigt. Um eine ganzheitliche Abschätzung der Wertschöpfungseffekte auf die Landwirtschaft zu erhalten, muss ein „Gegenrechnen“ der Einkommensverluste durch gestiegene Pacht- und Rohstoffpreise für die „klassische Veredelung“ der Landwirtschaft erfolgen. Allgemein ist davon auszugehen, dass Biokraftstoffe zu einer Erhöhung der Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten führen, die sich langfristig auch auf die Weltmarktpreise auswirken wird. Hiervon profitieren auch die Landwirte in Nordrhein-Westfalen. Allerdings muss hier eine differenzierte und regionalisierte Einschätzung erfolgen. Von steigenden Getreide- und Ölsaaten profitieren vor allem die Ackerbauern, so im Rheinland, den Hellweg-Börden und im Weserbergland. Aufgrund steigender Getreide- und Pachtpreise erfolgt eine negative Einkom-

mententwicklung der „klassischen Veredelung“. Durch die Transportunwürdigkeit des Energiemais entstehen lokale Flächenkonkurrenzen, während die steigenden Getreide- und Ölsaatenpreisen eher großflächig wirken und die Futterkosten der tierischen Veredelung erhöhen. Neben dem Wettbewerb um die Anbaufläche kommt es in den Veredelungs-Hochburgen des Münsterlands und des Niederrheins zu einer Verschärfung der Nährstoffproblematik, so dass stellenweise sehr hohe Pachtpreise geboten werden (vgl. BREUER UND HOLM-MÜLLER 2006B, S.255). Hier müssen die positiven Einkommenseffekte aus der Bioenergie mit den negativen aus der tierischen Veredelung verrechnet werden.

### **Konkurrenz auf der Fläche für die Biokraftstoffe**

Die RAUMIS-Ergebnisse zeigen beeindruckend die zukünftigen Herausforderungen für die Rohstoff-Versorgung der Biokraftstoff-Anlagen. Durch die momentane EEG-Förderung entsteht eine massive Konkurrenz beim Energiepflanzenanbau auf Stilllegungs- und Basisflächen. Diese Problematik wird sich in Zukunft noch zuspitzen, wenn das Multitalent Biomasse verstärkt für den Erdgas-Ersatz, den Wärmebereich oder die stoffliche Nutzung zum Einsatz kommen wird. All diese Nutzungsformen stehen letztlich über die Deckungsbeiträge der verschiedenen Energiepflanzen in Flächenkonkurrenz und verändern somit die Rohstoffversorgung der Biokraftstoffe. Ohne das novellierte EEG mit NawaRo-Bonus wären für den Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen zur energetischen Nutzung vorrangig nur Raps und Ethanolweizen interessant.

## 3.4 Strukturen der regionalen Erfolgsfaktoren und Hemmnisse

### 3.4.1 Bioenergie als neuer Veredelungszeitweig der Landwirtschaft

Die landwirtschaftliche Betriebslehre unterscheidet drei mögliche Wachstumsrichtungen in der landwirtschaftlichen Produktion (vgl. STEINHAUSER ET AL. 1982):

- Erweiterung der Nutzfläche zur Ausdehnung des Marktfruchtbaues
- Erweiterung der Nutzfläche, der Gebäude und/oder des Viehbesatzes zur Ausdehnung der flächengebundenen Veredelung
- Erweiterung der Gebäude und/oder des Viehbesatzes zur Ausdehnung der flächenun- gebundenen Veredelung.

Die Produktion von Bioenergie in der Landwirtschaft ist letztlich eine Veredelung von landwirtschaftlichen Rohstoffen, wie man sie aus der klassischen Veredelung zu Milch, Rinder- oder Schweinefleisch kennt, nur dass das veredelte Produkt kein Lebensmittel und damit kein Energieträger für den Menschen, sondern ein Energieträger für den Einsatz im Nicht-Lebensmittelbereich ist. Somit muss die oben genannte Definition des betrieblichen Wachstums durch die Bioenergie-Anlagen (wie dezentrale Ölmühle, Biodieselanlage oder Biogas-Anlage) erweitert werden. Werden die auf den betrieblichen Flächen angebauten Energiepflanzen zu Biokraftstoffen veredelt, dann stellt die Bioenergie eine betriebsinterne Aufstockung dar. Je mehr Veredelungsstufen in der Landwirtschaft verbleiben, umso höher sind die Wertschöpfungsmöglichkeiten für diese. Hierbei bleibt zu beachten, dass sich in der Verarbeitung der landwirtschaftlichen Rohstoffe economies of scale einstellen.

#### 3.4.1.1 Economies of scale

Die Abbildung 36 und Abbildung 37 zeigen die Skaleneffekte bei der Biogas- und Bioethanol-Produktion. Gerade für die Ethanolproduktion sind diese Skaleneffekte besonders groß. Dies ist auch die Ursache dafür, dass die dezentralen Ansätze der landwirtschaftlichen Brennereien gegen die großen Ethanolanlagen der Zucker- und Agrarindustrie wirtschaftlich nicht konkurrenzfähig sind. So kann in den industriellen Anlagen das Bioethanol zu Kosten unter 50ct/l hergestellt werden, wohin gegen die landwirtschaftlichen Brennereien Herstellungskosten von über 66ct/l aufweisen (vgl. WETTER UND BRÜGGING 2004).

Letztlich entscheidet sich die Frage der zentralen oder dezentralen Bereitstellung an dem Vergleich der economies of scale bei der Verarbeitung, Handel und Vermarktung für die zentralen Anlagen mit den eingesparten Transportkosten und Gewinnmargen der Handelsstufen bei den dezentralen Anlagen.

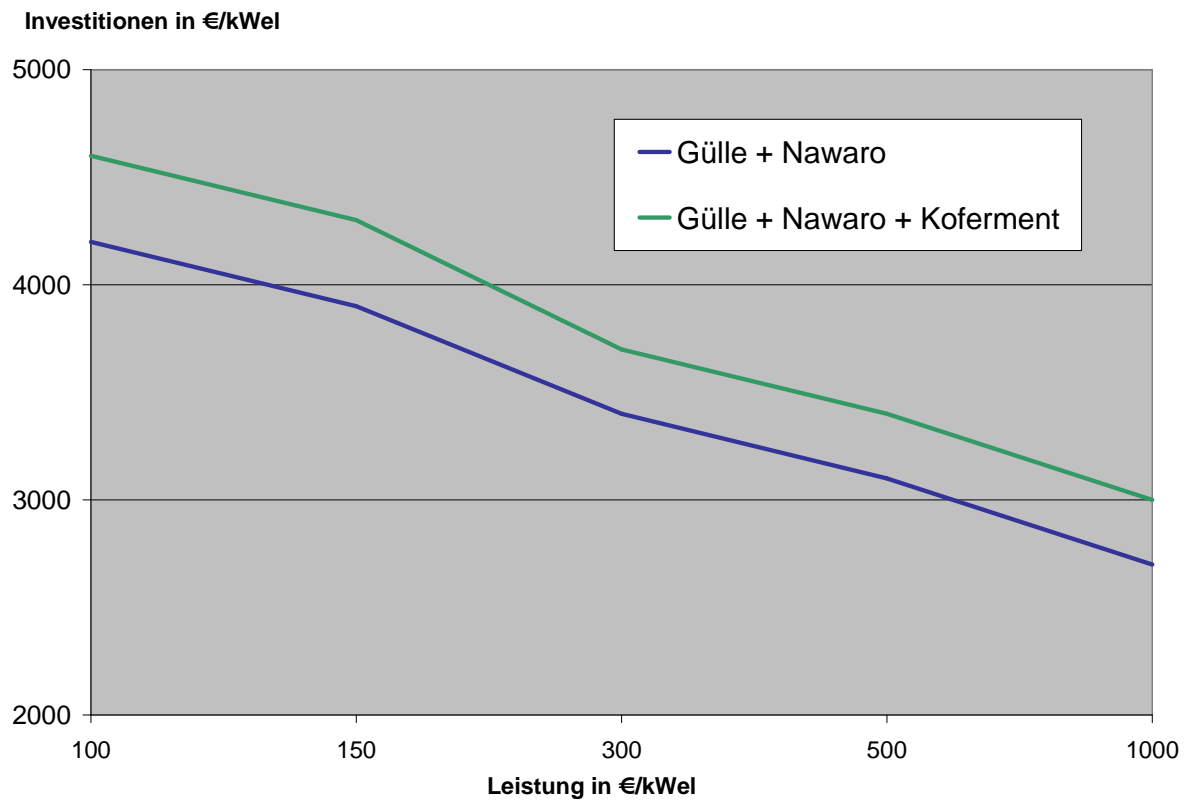


Abbildung 36: Economies of scale bei der Biogas-Produktion (Quelle: nach KTBL 2005A)

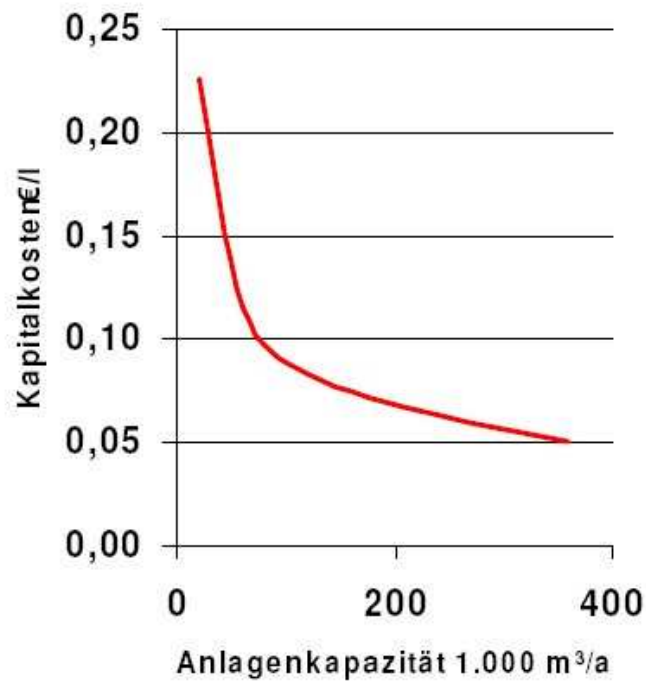


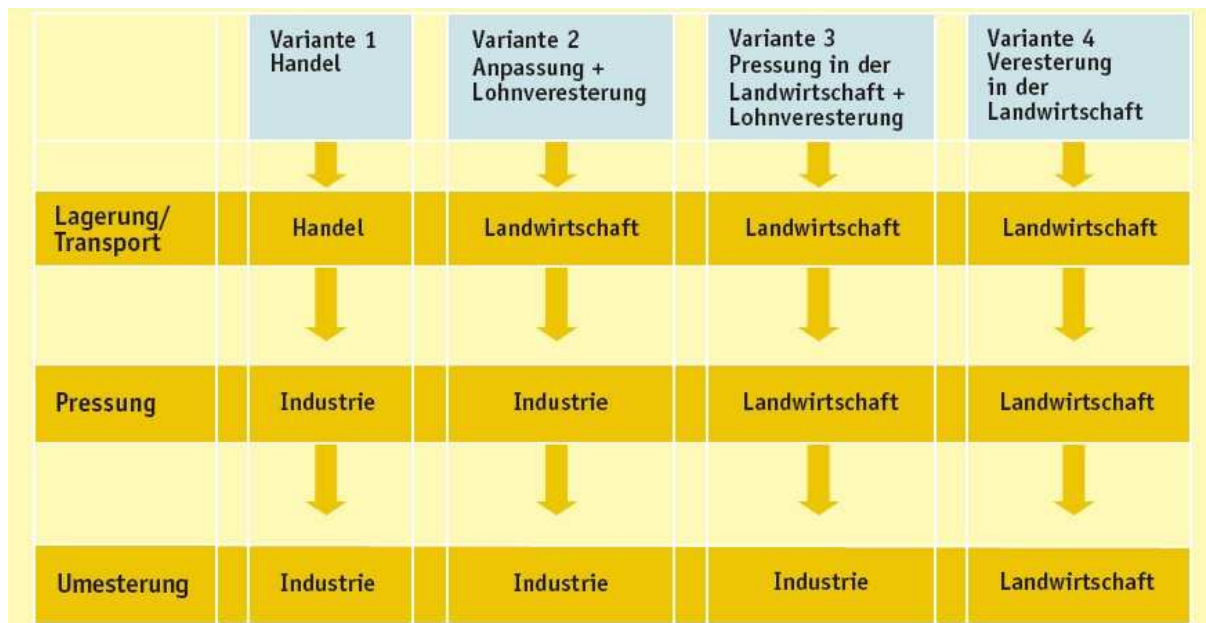
Abbildung 37: Economies of scale bei der Ethanolproduktion (Quelle: GUDERJAHN 2004)

Je transportunwürdiger eine Biomasse ist, umso kleiner wird c.p. die optimale Betriebsgröße ausfallen.

Durch die Steuerbefreiung der Biokraftstoffe, die eine sehr große Nachfrage nach Biokraftstoffen zur Folge hat, existieren zurzeit sowohl dezentrale als auch zentrale Biokraftstoff-Produktionsstätten (Ethanol und Rapsöl/Biodiesel). Sollte es zu einer Nachfrageeinschränkung beim Rapsöl kommen, dann muss sich die Konkurrenzfähigkeit der dezentralen Anlagen gegenüber den zentralen Anlagen zeigen. Letztlich stellt sich die Frage, ob die Einsparung der Transportkosten und der Handelsgewinn gegen den Kostenvorteil der zentralen Anlagen aufgrund der economies of scale bestehen können. Zur Beantwortung der Fragen in der Zukunft muss die Entwicklung der Transportkosten beobachtet werden, da die zukünftigen Lernkurveneffekte bei beiden Ansätzen eher gering sind.

### 3.4.2 Energiepflanzenanbauer oder Energiewirt: Wertschöpfungspotenziale entlang der Produktionskette

Abbildung 38 stellt die verschiedenen Möglichkeiten der Arbeitsaufteilung zur Produktion von Biodiesel dar. Jedes Glied der Produktionskette bietet die Möglichkeit der Wertschöpfung.



**Abbildung 38: Verarbeitungsvarianten zwischen der Landschaft, Handel und Agrarindustrie für die Biodieselproduktion (Quelle: BOCKEY 2006)**

In der Variante 1 liefert der Landwirt den Raps an den Handel ab und die Industrie führt dann die Abpressung und die Umesterung durch. In Variante 2 nimmt die Landwirtschaft zusätzlich noch die Rolle des Handels ein: sie lagert den Raps ein und transportiert ihn dann zu den zentralen Ölmühlen, die ihn wiederum schlägt und dann anschließend verestern. Bei diesen

beiden Varianten besteht das Wertschöpfungspotenzial für den ländlichen Raum in der Differenz der Erlöse von verdrängter Frucht oder Stilllegung und den Erlösen aus dem Anbau der Energiepflanze. Der Landwirt ist damit lediglich Rohstofflieferant oder Energiepflanzenanbauer für große zentrale Veredelungsanlagen der Agrarindustrie. In der Variante 3 übernimmt die Landwirtschaft neben der Lagerung auch noch die Ölsaatenverarbeitung (→ dezentrale Ölsaatenverarbeitung). Erst im letzten Schritt gibt die Landwirtschaft das fertige Rapsöl zur Lohnumesterung an die Biodieselindustrie weiter. In der letzten Variante bleibt die gesamte Wertschöpfung in der Hand der Landwirtschaft. Diese dezentrale Verarbeitung in der Landwirtschaft weist höhere Produktionskosten als die Verarbeitung durch die Industrie auf. Allerdings ergibt sich die Möglichkeit, die Handelsstufen und Transportkosten einzusparen. Der Landwirt ist hier also wirklich als Energiewirt zu bezeichnen, da er nicht nur Energiepflanzen verkauft, sondern auch Bioenergie und deren Koppelprodukte. Die Veredelung der Energiepflanzenrohstoffe bietet für die Landwirtschaft höhere Wertschöpfungspotenziale, allerdings geht der Energiewirt auch ein höheres Risiko ein und muss auch über das ökonomische sowie technische Know-how für den Energiewirt verfügen. BOCKEY 2006 sieht vor allem in der Variante 2 und 3 für die Biodieselproduktion große Chancen für die Landwirtschaft. Beispiele aus Schleswig-Holstein (Marina Biodiesel) oder Bayern (Campa Biodiesel) zeigen, dass die Landwirtschaft bei entsprechender Bündelung der Interessen auch die Veresterung alleine oder in Kooperation mit anderen Akteuren in großem Stil realisieren kann. Hier kann die Landwirtschaft auch an der Veredelung profitieren.

Die meisten Energiewirte betreiben dezentrale Ansätze der Biokraftstoffproduktion, zu denen die dezentralen Ölmühlen (Pflanzenöl), dezentrale Biodieselanlagen, landwirtschaftliche Brennereien und Biogasanlagen gezählt werden können.

Für die Rapsvermarktung kann davon ausgegangen werden, dass durch eine eigene dezentrale Ölsaatenverarbeitung eine zusätzliche Wertschöpfung von 3-5€/dt Rapssaat in der Region realisiert werden kann (vgl. GRAF 2005). Ein Programm zur Kalkulation, ob die Erzeugung von Pflanzenöl Sinn macht, stellt das KTBL bereit:

„Haben Sie schon einmal darüber nachgedacht, Ihren erzeugten Raps nicht zu verkaufen, sondern in einer eigenen Anlage zu verpressen? Im direkten Verkauf, würden Sie voraussichtlich einen Erlös von ca. 22 Euro/100 kg erwirtschaften. Das sind bei einem unterstellten Ertrag von 30 dt/ha, insgesamt 660 Euro/ha. Bei Verarbeitung in der eigenen Anlage erhält man aus 100 kg Saat etwa 30 kg Rapsöl und 70 kg Rapskuchen. Bei den aktuellen Preisen von ca. 0,65 Euro/kg Öl und 0,20 Euro/kg Rapskuchen, gemäß UFOP-Unterlagen, resultieren 1005 Euro/ha. Das ergibt einen Mehrerlös von 345 Euro/ha. Frage: Reicht dieser Mehrerlös aus, um die eigene Anlage zu betreiben? Das können Sie mit Hilfe unseres Programms für Maschinenkalkulationen selbst berechnen.“ (Quelle: <http://www.ktbl.de/energie/index.htm>).

Soll nun die Steigerung der Wertschöpfung durch die Förderung der Biokraftstoffe im Vordergrund stehen, dann müssen verstärkt dezentrale Ansätze der Biokraftstoffproduktion (dezentrale Ölsaatergewinnung → Pflanzenöl als Kraftstoff; Biogas) gefördert werden. Denn nur hier bleibt neben der Rohstoffproduktion ein weiterer Teil der Wertschöpfungskette in der Landwirtschaft und damit im ländlichen Raum.

Bei den zentralen Anlagen ist der Landwirt meist nur Energiepflanzenanbauer, also Rohstofflieferant. Bei der Ethanolproduktion wird beispielsweise nur der Absatzweg des Getreides am Ende der Wertschöpfungskette geändert. Die eigentliche Wertschöpfung im ländlichen Raum ändert sich kaum, wobei natürlich zu erwähnen ist, dass die neuen Absatzkanäle der nachwachsenden Rohstoffe die Agrarmärkte entlasten und damit zu höheren Erzeugerpreisen für Lebensmittel führen könnte.

### **Bereitstellungskosten der Biomasse und Importe bei den zentralen Anlagen**

Generell ist davon auszugehen, dass die Biomasseproduktion für Biokraftstoffe in Europa im Vergleich zu anderen Ländern der Welt nicht konkurrenzfähig ist. Eine Biomasseproduktion in Europa ist aufgrund der Agrarstruktur, der hohen Umwelt- und Sozialstandards und der natürlichen Standortbedingungen entsprechend teurer. Da die Rohstoffkosten die Produktionskosten mit einem Anteil von 50-80% dominieren (HENKE UND KLEPPER 2006, S.7), ist ein gewisser Kostensenkungsdruck beim Einkauf der Inputbiomasse festzustellen. Werden transportwürdige Rohbiomassen (Weizen, Ölsaaten) eingesetzt, wird bei entsprechenden Importmöglichkeiten (Handelspolitik) die Möglichkeiten des Importes der Inputbiomasse und/oder der fertigen Biokraftstoffe in Erwägung gezogen. Auch der Einsatz von wesentlich günstigerem Palm- und Sojaöl wird momentan stark forciert. So ist davon auszugehen, dass heute bereits 20-25% der Inputstoffe (ob Ölsaaten oder Pflanzenöl) importiert werden. Damit wird keine Wertschöpfung in den ländlichen Regionen Deutschlands generiert.

Im Bereich des Biodiesels ist mit Festlegung der DIN-Norm ein gewisser „Außenschutz“ möglich, indem Palm- und/oder Sojaöl nur begrenzt eingesetzt werden können. Aber die Kommission denkt in ihrer Biokraftstoff-Strategie über eine Änderung dieses Sachverhalts nach (vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006). Im Bereich des Ethanol ist die Situation anders. Hier wird die Herkunft (also Inputbiomasse) des Ethanol nicht festgelegt und damit haben die „tropischen“ Länder mit der Möglichkeit, aus Zuckerrohr Ethanol herzustellen einen gewaltigen Kostenvorsprung. Hier bremst der Außenschutz (Zoll) noch die Importe nach Europa, die zum jetzigen Zeitpunkt mit großen Tankern relativ günstig zu bewerkstelligen sind (MOREIRA 2003). Ebenso besteht auch in Deutschland die Möglichkeit, das Getreide für die Ethanolproduktion aus anderen europäischen Regionen zu importieren.

Im Jahr 2005 wurden in Deutschland insgesamt 1,8 Mio. Tonnen Biodiesel abgesetzt, wobei 300.000 bis 400.000t, also knapp 20%, importiert wurden (BOCKEY 2006, S.7). „Der rasche

Aufbau der Biodieselproduktionskapazität auf mehr als drei Mio. Tonnen im Jahr 2007 führt konsequenterweise dazu, dass das Mengenziel im Jahr 2010 für den Dieselmärkte bereits 2005 erreicht wird. Zur Sicherung der Rohstoffbeschaffung aus der EU bzw. Drittländern und folglich Auslastung der Produktionskapazität orientiert sich die Standortplanung für Neuanlagen entlang schiffbarer Binnengewässer bzw. Häfen (z. B.: Regensburg, Höchst, Mainz, Brunsbüttel, Rostock, Halle, Neuss, Magdeburg)“ (vgl. BOCKEY 2006). Die Importmöglichkeiten für Inputbiomasse und/oder Biokraftstoffe ist abhängig von der Ausgestaltung der EU-Handelspolitik (z.B. WTO-Verhandlungen, MERCOSUR-Verhandlungen, ...).

### **3.4.3 Diffusion der Innovation Veredelungsform Bioenergie in der Landwirtschaft**

Es zeigt sich also, dass die größeren Wertschöpfungspotenziale (aber auch das größte Risiko) für den ländlichen Raum in der Veredelung der produzierten Energiepflanzen zu Bioenergie liegen.

Soll nun das Ziel einer möglichst hohen Wertschöpfung im ländlichen Raum realisiert werden, dann müssen auch möglichst viele Segmente der Wertschöpfungskette im ländlichen Raum realisiert werden. Hierfür muss der Landwirt (oder eine Gruppe von Landwirten) zum Energiewirt werden. Der Landwirt muss also die Innovation Bioenergieerzeugung annehmen und umsetzen.

Man kann davon ausgehen, dass sich in der Land- und Forstwirtschaft (Anbau, Verarbeitung, Forschung) ein etabliertes System mit starken Institutionen und Routinen aufgebaut hat, in dem sich die Innovation „Landwirt als Energiewirt“ erst durchsetzen muss. Ändert sich an den Rahmenbedingungen des traditionellen Systems nichts, dann hat dieses eine sehr starke Verharrungstendenz. Die Annahme der Neuerung Bioenergie in der Landwirtschaft kann nun durch zwei Entwicklungen interessant werden:

#### 1) Einkommensverluste in den „klassischen“ Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion

Durch die verschiedenen Agrarreformen sehen sich die Landwirte in NRW mit Einkommensverlusten in dem etablierten System der landwirtschaftlichen Produktion konfrontiert.

Die Entscheidungen zur Investition in Alternativen werden meist durch „Schocks“ in Folge von politischen Entscheidungen ausgelöst (Push-Faktoren): z.B. Erhöhung der Stilllegungsverpflichtung in manchen Regionen, Kürzung der Agrardieselbeihilfe, Verschlechterung der Einkommensmöglichkeiten in den „klassischen“ Bereichen der Landwirtschaft (z.B. Milch, Rindfleisch, Zucker). Hierdurch suchen die Landwirte und die nachgelagerte Industrie nach alternativen Einkommensquellen, wovon die Bioenergie eine sein kann.



2) Anreizsystem durch energiepolitische Förderung der Bioenergie (sowohl für die Landwirtschaft als auch für die Energiewirtschaft)

Aufgrund der Vielzahl der Vorteile des Einsatzes von Biomasse im Energiesystem hat sich die Politik mit dem Ziel eines nachhaltigen Umbaus der Energieversorgung der Gesellschaft dazu entschieden, die Bioenergie durch Subventionen zu unterstützen. Diese energiepolitischen Rahmenbedingungen (z.B. Steuerbefreiung der Biokraftstoffe, EEG, Förderprogramm Biokraftstoffe im ländlichen Raum) wirken wie Pull-Faktoren auf die Landwirtschaft und machen Investitionen im Bereich der Biokraftstoffe wirtschaftlich interessant.

Momentan kommen aufgrund der agrarpolitischen Reformen (Luxemburger Beschlüsse, Zuckermarktreform) und der energiepolitischen Beschlüsse beide Anreizwirkungen gemeinsam zum Tragen. Der Anpassungsdruck ist in den Regionen am größten, wo sich der höchste „Leidensdruck“ im klassischen Bereich der Landwirtschaft ergibt. Hinter dieser einfachen Feststellung steckt die ganz einfache Überlegung, dass „Not erfinderisch macht“. Aufgrund der ökonomischen Sachzwänge muss nach Alternativen der Einkommenssicherung gesucht werden. Die Entwicklung der zahlreichen kleineren Biogasanlagen und der dezentralen Ölmühlen in Bayern kann auf die Steigerung der Erlöse zur Existenzsicherung in den klein strukturierten Agrarlandschaften zurückgeführt werden. Hier entsteht die notwendige Eigenmotivation, die zur erfolgreichen Umsetzung von alternativen Einkommensprojekten notwendig ist. Ein weiterer Aspekt der Entstehung und Verbreitung von Innovation ist die Überlegung, dass kreative Milieus und Cluster Innovationen schaffen. Durch eine Verknüpfung von Akteuren (Arbeitsgruppen, Fachkreise, Maschinenringe, Aktionsgruppen, ...) entstehen Ideen zur Realisierung von regionalen Projekten, die dann gemeinsam vorangebracht werden.

Aus Sicht der Innovationsforschung gibt es fünf Adaptionkategorien für die Übernahme von Innovationen: 1. Innovatoren; 2. Frühe Adaptoren; 3. Frühe Mehrheit, 4. Späte Mehrheit; 5. Zauderer. Diese Adaptionkategorien werden von den Diffusionsphasen der Innovationen parallel begleitet. So passt die Phase der Innovatoren mit der Initialphase der Innovation zusammen, die Phasen der Frühen Adaptoren und frühen Mehrheit stimmen meist mit der Phase der Expansion der Innovation überein, die Phase der Späten Mehrheit kann zeitlich mit der Verdichtungsphase der Innovation zusammenfallen und die Phase der Zauderer ist zeitlich gleichzusetzen mit der Sättigungsphase der Innovation am Markt (vgl. WINDHORST 1983). Die verschiedenen Diffusionsphasen und -wellen sind mit unterschiedlichen Barrieren und Hemmnissen belegt.

Der Entscheidungsprozess des Landwirtes, in eine Innovation zu investieren, kann aus soziologischer Sicht letztlich in vier große Phasen eingeteilt werden. Zu Beginn steht die Wissensgewinnung. In der zweiten Phase muss das gewonnene Wissen nach Abwägung aller Chancen und Risiken als relativer Vorteil für den landwirtschaftlichen Betrieb eingeordnet werden. Es

muss also eine Überzeugung für die Investition in die Innovation erfolgen. Nach der Überzeugung kommt es dann zur eigentlichen Entscheidung für die Investition in die Neuerung, also zur Adaption. Die letzte Phase des Adaptionsprozesses ist die Bestätigung der Investitionen (vgl. WINDHORST 1983).

### **Determinanten der Innovationsübernahme**

Sind die Determinanten der Adaptionentscheidung bekannt, so lassen sich daraus Maßnahmen ableiten, mit denen sich einerseits gesellschaftlich gewünschte Innovationen fördern und andererseits gesellschaftlich unerwünschte Technologien oder Entwicklung verhindern oder wenigstens erschweren lassen (vgl. UNTERHUBER 1996).

Nach UNTERHUBER 1996 können die Determinanten der Innovationsübernahme in vier große Abschnitte unterteilt werden: Eigenschaften des Individuums, Eigenschaften der Innovation, betriebsinterne Rahmenbedingungen, betriebsexterne Rahmenbedingungen. Auf die Eigenschaften des Individuums und die allgemeinen Rahmenbedingungen wird an dieser Stelle nicht eingegangen. Im Folgenden soll nun versucht werden, die wichtigsten Determinanten der Innovationsübernahme der dezentralen Ansätze der Biokraftstofferzeugung (Landwirt als Energiewirt) vorzustellen:

### **Betriebsexterne Rahmenbedingungen**

Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen kommen momentan für die dezentralen Ansätze nur die dezentrale Ölsaatergewinnung und die Biogasproduktion in Frage. Es zeigt sich, dass für die endgültige Investition in die Innovation Bioenergie aktuelle Auslöser entscheidend sind, so z.B. das Kennen lernen von neuen Kooperationspartnern in der Region, Änderung der Rahmenbedingungen und deren Folgen (z.B. Erhöhung der Stilllegungsverpflichtung, ...). In der klassischen Diffusionsforschung spielt die räumliche Nähe zu bestehenden Anlagen eine sehr wichtige Rolle. Durch die räumliche Nähe bestehen Austauschmöglichkeiten und damit auch Informationsmöglichkeiten. In Zeiten der Informationsgesellschaft und hoher Mobilität greift diese räumliche Nähe nur bedingt. Für die Landwirtschaft sind aber der persönliche Austausch und das Informieren vor Ort sehr wichtig, so dass eine hohe Dichte von Anlagen in der Region Einfluss auf das Innovationsverhalten der Landwirte haben wird. Bei der Genehmigung von Biogas-Anlagen kann aber das Vorhandensein bereits bestehender Anlagen von Bedeutung sein. Zum einen kann man mit den lokalen Entscheidungsträgern, Anwohnern und Bürgern die Bedenken gegen den Bau von Biogas-Anlagen offen diskutieren und bestehende Anlagen besichtigen. Und zum anderen haben die Verwaltung und die Genehmigungsbehörde bereits Erfahrungen und dementsprechend auch Sicherheit im Umgang mit Genehmigungen. Zudem gibt die lokale und/oder regionale Unterstützung der Projekte durch Verwaltung, Politik und Bevölkerung sowie Anerkennung und Motivation (oder im Umkehrschluss Frustration und Ablehnung). Die Kooperationsbereitschaft der

außerlandwirtschaftlichen Akteure ist für die Genehmigung und den Betrieb der Biogas-Projekte wichtig. Für die Pflanzenölprojekte ist die Zusammenarbeit von Akteuren im ländlichen Raum wichtig um den Absatz von Absatz des Rapsöles (Umrüster mit der verbundenen Infrastruktur) und des Presskuchens (Landwirte mit Viehbeständen, Futtermittelindustrie) zu sichern.

### **Eigenschaften der Innovation**

Die technische Herausforderung der Pflanzenölpresse ist sehr gering, allerdings stellt das Erreichen einer gleich bleibend hohen Qualität eine Herausforderung dar. Im Bereich des Biogases sieht dies anders aus. Während die Biogas-Produktion mit ausreichend Gülle als Stand der Technik bezeichnet werden kann, ist dies bei den momentan geplanten NawaRo-Anlagen, vor allem in den reinen Ackerbaugebieten, nicht der Fall. Hier kommt neben den „normalen“ Anforderungen der Biogas-Produktion auch die Technologie-Einschätzung NawaRo-Anlagen dazu. Somit ist die Verfügbarkeit von Gülle ein wichtiges Kriterium bei Entscheidungen. Wird über die Biogas-Einspeisung nachgedacht, dann kommt eine noch größere Innovation mit wenigen Praxisbeispielen in Deutschland dazu. Insgesamt ist die Investition in eine Biogas-Anlage ein Projekt, das höchste Anforderungen an den oder die Betreiber stellt. Hier wird Know-how im ökonomischen, technischen und bei Kooperationen auch im sozialen Bereich verlangt. Im Gegensatz zu den überschaubaren Investitionen einer Ölpresse gehen die Kosten der immer größer werdenden Biogas-Anlagen in den Millionenbereich. Die Beurteilung des Risikos stellt sich beim Biogas und den Pflanzenölen ebenfalls unterschiedlich dar. Während der Absatz des Produkts Strom beim Biogas aufgrund des EEG auf 20 Jahre festgelegt ist, liegen die Risiken hier vor allem in der Abschätzung und Beherrschung der Technologie, der günstigen Rohstoffversorgung der Anlage (Energienmais → lokaler Markt), einer optimalen Wärmesenke und insgesamt im Betrieb (z.B. Biologie) der Anlage. Beim Pflanzenöl ist das Risiko des Betriebs der Anlage recht gering (wobei eine Qualitätssicherung zu gewährleisten ist, was wiederum eine Herausforderung darstellt), allerdings liegen die Risiken in dem gesicherten Absatz der Produkte. So hängt die Absatzmöglichkeit des Pflanzenöles im Verkehrssektor natürlich sehr stark von energiesteuerpolitischen Rahmenbedingungen ab (wie die aktuelle Diskussion um die Besteuerung der Biokraftstoffe zeigt). Somit muss ein potenzieller Investor eine Abschätzung der Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen vornehmen. Im Gegensatz zu den bisher in der Breite unbekanntem Energiepflanzen wie Schnellwachsende Baumarten oder Miscanthus ist die Anbauentscheidung für Raps, Weizen oder Energiemais bei entsprechenden Deckungsbeiträgen relativ einfach zu treffen. Das Know-how des Energiemaisanbaues mit angeschlossener Ernte-Logistik (Silageline) wird sich sehr schnell aus den klassischen Silomais-Anbaugebieten in die Marktfrucht-Gebiete ausbreiten. Die wichtigere Frage bei der Anbauentscheidung ist die Frage, ob die anzubauende Energiepflanz-

ze in die Fruchtfolgeplanung des Betriebes passt. Während beim Energiemais hier weniger Probleme zu erwarten sind, ist die Nichtverträglichkeit der Zuckerrübe (v.a. Rheinland) und des Rapses in einer Fruchtfolge zu beachten.

### **Betriebsinterne Rahmenbedingungen:**

Als wichtigste betriebsinterne Determinante kann das Know-how zum Betrieb der Anlage angesehen werden. Es werden entsprechende Anforderungen an einen guten Energiewirt gestellt (siehe Eigenschaften der Innovation). Neben dieser Kompetenzfrage stellt sich die Frage, wie risikobereit der Anlagenbetreiber, also der oder die Landwirte ist/sind. Denn die Investitionen sind mit unterschiedlichen Risiken verbunden. Hier bleibt zu fragen, ob die Leiter verschiedener Betriebsformen unterschiedliche Risikobereitschaften aufweisen und ob es regionale Unterschiede in der Risikobereitschaft und Kooperationsbereitschaft gibt.

Mit der Organisation der Landwirte in Maschinenringen, Arbeitskreisen, etc. kann eine Vereinfachung der Informationsbeschaffung und Entscheidungsfindung in der Landwirtschaft bewirkt werden. Zudem besteht die Möglichkeit des Austausches und die Möglichkeit eines Startpunktes für eine Kooperation über die nachbarschaftlichen Hilfsleistungen hinaus. Eine wichtige Determinante bei den Investitionen im Bereich der Biokraftstoffe ist die Arbeitsbelastung im Betrieb. Der Betrieb der Anlagen und die Optimierung der Anlage sind mit einem meist unterschätzten Arbeitsaufwand verbunden. Hier muss eine realistische Einschätzung zeigen, ob und wann die Arbeitskapazitäten im Betrieb vorhanden sind. Man kann davon ausgehen, dass die reinen Ackerbaugebiete noch wesentlich mehr freie Arbeitskapazität aufweisen als die Veredelungsbetriebe (v.a. die Milchbetriebe).

Die Finanzierungsmöglichkeiten und/oder die Kreditwürdigkeit von Betrieben sind entscheidend für die Bewerksstellung der notwendigen Investitionen. Eine weitere Determinante der betriebsinternen Investitionsentscheidung resultiert aus umwelttechnischen Restriktionen, so z.B. aufgrund der Düng-Verordnung. Aufgrund des Biogases könnte sich eine Nährstoffüberschuss-Situation in einigen Betrieben in den tierischen Veredelungsgebieten ergeben.

### 3.4.4 Hemmnisse bei der Realisierung von Biomasse-Anlagen

THRÄN UND KALTSCHMITT (2004) gibt einen systematischen Überblick der Hemmnisse einer verstärkten Biomassenutzung.

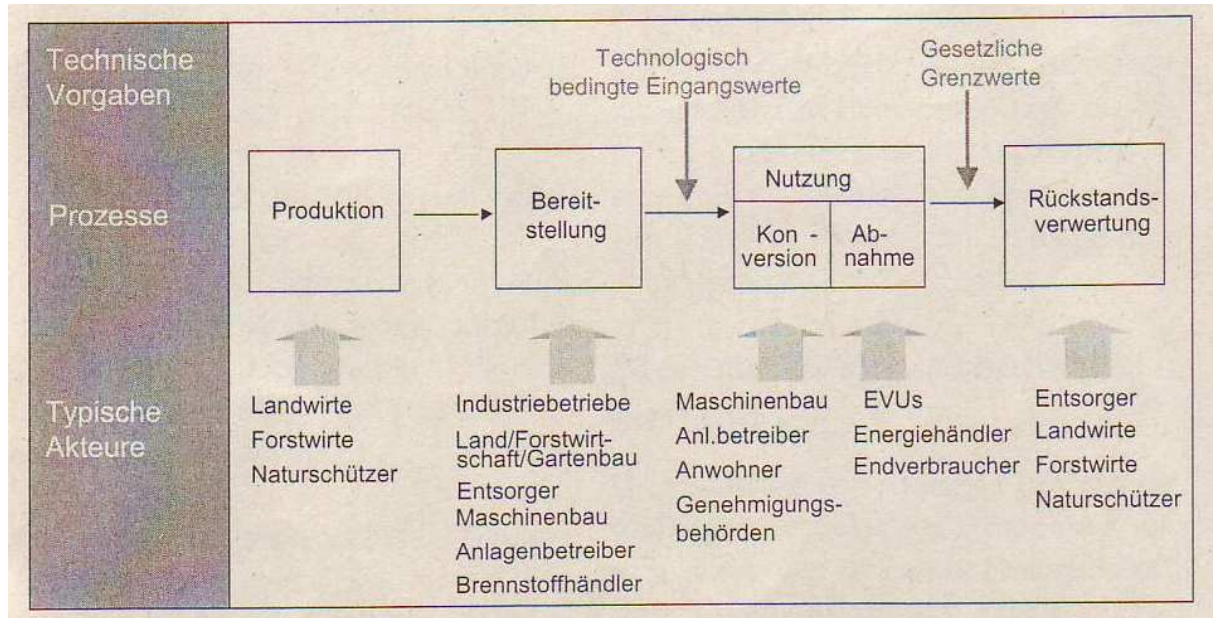


Abbildung 39: Verfahrenskette "Biomassenutzung" mit Vorgaben und typischen Akteuren (Quelle: THRÄN UND KALTSCHMITT 2004)

Abbildung 39 zeigt die Orientierung an der Verfahrenskette und die typischen Akteure und technischen Vorgaben. Insgesamt werden folgende Hemmnis-Bereiche unterschieden (nach THRÄN UND KALTSCHMITT 2004, S.35ff):

#### Biomasseangebotsbedingte Hemmnisse

##### a) Ressourcen(nicht)verfügbarkeit

Das Energiepflanzenangebot und damit die Rohstoffversorgung wird aus dem regionalökonomischen Angebotspotenzial, wie es in Kapitel 3.3 bestimmt wurde, abgeleitet. Die Flächenverfügbarkeit für die verschiedenen Biokraftstoff-Nutzungslinien wird durch die relative Vorzüglichkeit (Deckungsbeiträge) der jeweiligen Energiepflanzen in den Agrarlandschaften bestimmt.

##### b) Ressourcenverfügbarmachung und Biomasse-Logistik

Dieses zur Verfügung stehende ökonomische Angebotspotenzial muss dann für die entsprechenden Anlagen verfügbar gemacht werden. Hierzu muss die entsprechende Logistik aufgebaut werden. Für Raps und Getreide stellt diese Logistik kein Problem dar. Während sich in den Regionen mit tierischer Veredelung der Maisanbau und die dazugehörige Logistik (Ernte, Transport und Silage) schon etabliert hat, muss in den reinen Ackerbaugebieten dieses Know-how adaptiert werden. Für die zellulosehaltige Biomasse gibt es bisher noch überhaupt

keine Logistikkonzepte zur Bewerkstelligung der Bereitstellung der Biomasse. Hier zeigt sich die Problematik der geringen Energiedichten und der damit verbundenen Transportunwürdigkeit der Biomassen, wie z.B. Hackschnitzel, Stroh und Miscanthus.

#### c) Rohstoff-Markt

Bei den transportwürdigen Inputbiomassen handelt es sich meist um Welthandelsgüter wie Getreide und Raps. Hier müssen die globalen Märkte und die Preisentwicklung beobachtet und eingeschätzt werden. Im Bereich der Ölsaat Raps ist davon auszugehen, dass sich große Exportländer wie Kanada und Australien auf die gestiegenen Rapspreise einstellen und ihre Produktion ausdehnen und damit auch Importware auf den deutschen Markt bringen. Die Gefahr der Importe vom Weltmarkt oder aus innereuropäischen Ländern (vor allem den neuen Beitrittsländern im Osten) besteht bei transportwürdiger Biomasse und muss bei den Investitionsentscheidungen der Landwirte berücksichtigt werden. Für die verarbeitende Industrie bieten die Importe aber die Möglichkeit, die Rohstoffkosten zu senken. Im Fall der transportunwürdigen Biomassen wie Maissilage, frisches Hackschnitzel und Miscanthus handelt es sich um lokale oder regionale Märkte, die nur bedingt mit Importen konkurrieren. Hieraus ergibt sich auch die Problematik der langfristigen Rohstoffversorgung der Biogas-Anlagenbetreiber.

### **Anlagentechnische Hemmnisse**

#### a) Stand der Technik und Technikverlässlichkeit

Grundsätzlich sollte in den Anlagen die Konversionstechnologie eingesetzt werden, die möglichst effizient und einfach zu bedienen ist. Typische Zielgrößen sind dann Anlagengröße, Betriebssicherheit, Betriebserfahrung, Ausbeuten und Wirkungsgrade, Produktionsqualität und Koppelproduktqualität sowie die spezifischen Kosten. Im Bereich der Biokraftstoffe verfügt Deutschland über eine langjährige Erfahrung. Für Pflanzenöl und Biodiesel ist Deutschland Technologieführer. Ebenso im Bereich des Biogases. Noch nicht Stand der Technik ist die Monovergärung von Nachwachsenden Rohstoffen und die Biogasaufbereitung. Es ist davon auszugehen, dass hier in den nächsten Jahren große technische Fortschritte gemacht werden.

#### b) Know-how der Technikverwendung

Nichtsdestotrotz bedarf es einer Menge Know-how zum Betreiben der Konversionsanlagen, um einen optimalen und gewinnbringenden Betrieb der Anlagen zu gewährleisten. „Viele Investoren haben erkannt, dass die Qualität der Anlage und die Qualifizierung des Betreibers wichtige Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb sind. Qualität, Betriebssicherheit und Wartungsfreundlichkeit der Biogasanlagen würden immer mehr im Fokus stehen“ (BENSMANN 2006, S.44). Mit steigender Anzahl und steigender Größe der Anlagen sind die

„Bastler“-Anlagen weiter auf dem Rückzug. Somit können die einzelnen Komponenten der Anlagen optimal aufeinander abgestimmt werden.

Um das entsprechende Know-how in der Landwirtschaft zum Tragen zu bringen, muss eine umfassende Wissensvermittlung stattfinden. Momentan hemmt das mangelnde Wissen insbesondere über neue und innovative Anlagenkonzepte deren Weiterverbreitung. Hier müssen auf allen Ebenen Ausbildungen ausgebaut werden.

c) Technische, ökologische und ökonomische Effizienz

Anlagen mit einer geringen Effizienz haben Kostennachteile und werden sich langfristig nicht am Markt behaupten können. In einer Gesellschaft mit hohem Stellenwert für den Umweltschutz stellt die ökologische Effizienz der Anlagen (d.h. möglichst geringe Belastung der natürlichen Ressourcen) einen wichtigen Parameter für die weitere Förderung dieser Anlagenkonzepte dar. Mit den steigenden Energiepreisen ist aber z.B. eine Kraft-Wärme-Koppelung nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus ökonomischer Effizienz anzustreben. Hier kann es zu einer unterschiedlichen Einschätzung der betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Aspekte kommen. Die Förderinstrumente sollten so ausgestaltet sein, dass sich die betriebswirtschaftliche Effizienz nahe an der volkswirtschaftlichen befindet, damit die Erreichung der politisch angestrebten Ziele möglichst kostengünstig gelingt.

### **Nachfrageseitige Hemmnisse**

a) Strukturen des Energiesystems

Entscheidend für die Absatzmöglichkeiten der Biokraftstoffe und der gesamten Bioenergie sind die vorhandenen Strukturen des etablierten Energiesystems. Im Bereich des Netzwerkprodukts (siehe Kapitel 3.1.5) Kraftstoff hat sich ein flächendeckendes System der fossilen Kraftstoffe und der internen Verbrennungsmotoren etabliert (vgl. HILGERS 2005). Sollen Biokraftstoffe nicht in Form von Blends, sondern in Form neuer Kraftstoffe (Pflanzenöl, Biodiesel als Reinkraftstoffe oder E-85) in den Markt gebracht werden, dann müssen auch die Komplementärgüter und deren Infrastrukturen beachtet werden; zu nennen sind hier die umgerüsteten Fahrzeuge (auf Pflanzenöl umgerüstet, Biodiesel-Paket, FFV-Fahrzeuge für E-85) sowie entsprechende Werkstätten und vor allem die Tankstellen. Das Problem der Netzwerkprodukte stellt sich bei der Verstromung und der garantieren Einspeisevergütung über 20 Jahre nicht.

b) Netzverfügbarkeit und –zugang

Allerdings muss bei der Verstromung der Netzbetreiber eine Anschlussgenehmigung ausstellen. Hier kann es in manchen Regionen zu Problemen kommen (vgl. BENSMANN 2006).

c) Politische Rahmenbedingungen

Die Wirtschaftlichkeit der Bioenergie ist abhängig von der Ausgestaltung der politischen Rahmenbedingungen. Somit hängt die Nachfrage direkt an den politischen Entscheidungen.

### **Genehmigungsrechtliche-administrative Hemmnisse**

Hier sind vor allem Baugenehmigungen als Hemmnisse zu nennen. In den Regionen, wo noch keine Erfahrung mit der Installation von Biogas-Anlagen vorliegen, kann es zu einer erheblichen Verzögerung kommen, bis der Anlagenbetreiber die endgültige Baugenehmigung erhält (vgl. auch BENSMANN 2006A). Gerade beim Bau von Biogas-Anlagen erleben die Antragsteller manchmal unüberwindbare bürokratische Hürden. So schätzt BENSMANN 2006B, dass bei einem Viertel aller bundesweit geplanten Biogasprojekte die Investoren vorzeitig den Rückzug antreten oder erst gar keinen Bauantrag stellen. Oft wird das komplizierte Genehmigungsverfahren und behördliche Willkür als Grund angegeben, wobei der Genehmigungserfolg nicht selten von der bearbeitenden Person abhängt. Stellenweise werden zusätzliche Gutachten oder Auflagen eingefordert, die sich in zusätzlichen Baukosten für die Anlage niederschlagen (vgl. BENSMANN 2006B).

### **Finanzielle Hemmnisse**

Stellt die Finanzierung beim Bau einer Pflanzenölpresse ein geringes Problem dar, so ist dies beim Bau einer Biogas-Anlage anders. Bei Investitionskosten von 3.000 bis 4.000€/kW<sub>el</sub> kommt bei einer 500kW-Biogas-Anlage eine Investitionssumme von über 1,5 Mio. € zum Tragen. Da dies nicht alleine mit Eigenkapital gedeckt werden kann, müssen zur Kreditaufnahme die Banken von der Funktionsfähigkeit der neuen Technik überzeugt werden. Dies gestaltet sich in der Praxis manchmal schwierig, da viele Banken erstmalig mit einer Anfrage in Richtung Bioenergie-Investition konfrontiert werden und erst überzeugt werden müssen. Hier hat die ENERGIEAGENTUR NRW 2006 mit der Broschüre „Biogas. Leitfaden für Kreditinstitute“ einen guten Vorstoß in Richtung einer sachgerechten Analyse der Kreditverfügbarkeit für Biogas in NRW geschaffen. Trotzdem müssen die Kreditgeber vom Erfolg der Anlage überzeugt werden und dazu gehört z.B. auch die langfristige Rohstoffversorgung der Anlage. Neben der wichtigen Abschätzung des Betriebsleiters ist noch die gesicherte Absatzstruktur der Produkte zu prüfen. Bei den Biogas-Anlagen garantiert das EEG eine festgeschriebene Einspeisevergütung für 20 Jahre. Im Bereich der Kraftstoffe müssen allerdings auch die steuerlichen Rahmenbedingungen und damit die Konkurrenzfähigkeit und die Absatzmöglichkeiten der Biokraftstoffe eingeschätzt werden.

### **Soziale Hemmnisse**

#### a) Kooperationen und Nutzerakzeptanz

Bei Kooperationen in der Landwirtschaft kommt es vor allem auf den Informationsstand und die Motivation der Akteure sowie auf die „soft skills“ an (vgl. Kapitel 3.4.5.2). Bei Kooperationen der Landwirtschaft mit der öffentlichen Hand oder den regionalen Energieversorgern treffen verschiedene Geschäftsmentalitäten und –erfahrungen aufeinander.



Bei den Reinkraftstoffen muss der Konsument von der Nutzung überzeugt werden. Ebenso müssen die Koppelprodukte Presskuchen, Rapsextraktionsschrot und DDGS bei den Landwirten und/oder der Futtermittelindustrie Akzeptanz finden, so dass sich dann auch für die Erzeuger die entsprechenden Erlöse realisieren lassen.

#### b) Anwohner- und Bürgerakzeptanz

Beim Bau von Biogas-Anlagen sehen sich die Investoren immer recht schnell mit einem der folgenden Vorwürfe konfrontiert:

- Biogas-Anlagen stinken
- Biogas-Anlagen explodieren
- Biogas-Anlagen verursachen ein großes Verkehrsaufkommen
- Biogas-Anlagen beeinträchtigen die optische Aussicht und passen nicht ins Landschaftsbild.

Hier müssen individuelle Vorgehensweisen und Argumentationen gefunden werden. Einen Königsweg gibt es hier nicht. Oft findet sich eine generelle Zustimmung vom Bau der Biomasse-Anlagen, aber bitte nicht in meiner Nähe (Not-in-my-backyard-Syndrom). Diese Anwohner- und Bürgerakzeptanz hat sehr großen Einfluss auf das Genehmigungsverfahren; das zeigen zahlreiche Genehmigungsverfahren aus NRW. Besonders in den Regionen, die bisher wenig mit Biomasse-Nutzung in Berührung gekommen sind und in denen es große Nutzungskonkurrenzen in der Agrarlandschaft zwischen der Landwirtschaft und außerlandwirtschaftlichen Nutzung (z.B. landwirtschaftliche Nutzung und Naherholung) gibt, werden einige Biogasanlagen wegen Bürgerprotesten nicht gebaut.

#### c) Gesellschaftliche Akzeptanz

Neben der unmittelbaren Akzeptanz der Anlagen muss aber auch eine regionale und gesamtgesellschaftliche Unterstützung der Veränderung der Kulturlandschaft durch den verstärkten Energiepflanzenanbau zur Versorgung der Biomasse-Anlage sichergestellt werden. An dieser Akzeptanz entscheidet sich auch letztlich die weitere politische Unterstützung der Bioenergie. Durch den Bau von Biogas-Anlagen wird sich die lokale Landnutzung in Richtung verstärktem Energiemais-Anbau ändern. In vielen Regionen Deutschlands hat die Bevölkerung bereits die gelb blühenden Rapsfelder akzeptiert und schätzen gelernt. Nichtsdestotrotz sind mit der Änderung des regionalen Landnutzungsgleichgewichts Umweltwirkungen in Form von erhöhtem Stickstoff- und Pestizideinsatz verbunden. Weitere Umweltwirkungen wie z.B. eine erhöhte Bodenerosion oder ein verändertes Landschaftsbild sind bisher noch nicht genügend erforscht.

### 3.4.5 Kooperation als Erfolgsfaktor und Chance in der Bioenergieerzeugung

#### 3.4.5.1 Kooperationen in der Landwirtschaft

Kooperationen stellen eine aussichtsreiche Möglichkeit der Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit und/oder des Wachstums für landwirtschaftliche Betriebe dar, nicht nur in den traditionellen Erwerbsfeldern der Landwirtschaft, sondern gerade in den neuen Einkommensmöglichkeiten der Bioenergieerzeugung. Aufgrund der gezeigten „economies of scale“ beim Anlagenbau sollten die Landwirte die Möglichkeit der Kooperationen verstärkt in Betracht ziehen. Neben den Kostenvorteilen der größeren Anlagen ergeben sich weitere Vorteile:

- Risikoverteilung
- Verteilung des Know-how-Aufbaues auf mehreren Schultern
- Arbeitsverteilung
- Möglichkeit der Spezialisierung der einzelnen Kooperationspartner auf ihre Kerngebiete und damit Kostenvorteile
- Flächenverfügbarkeit für den Energiepflanzenanbau
- Absatz von Produkten in der Kooperation (z.B. Rapsöl oder Presskuchen, Abwärme, ...).

Weitere Möglichkeiten bestehen in der Gründung von Erzeugergemeinschaften zur besseren Vermarktung und Koordination (z.B. zentrale Antragstellung bei der BLE) der nachwachsenden Rohstoffe. Investitionen aus einem Maschinenring heraus bieten weitere Vorteile.

#### 3.4.5.2 Weiche Faktoren als Erfolgsfaktor

Der Erfolg einer Kooperation hängt sehr oft von „soft skills“ ab. Diese beinhalten persönliche Eigenschaften wie Vertrauen, Teamfähigkeit und Kritikfähigkeit (VGL. DLG-MITTEILUNGEN 2005B). Ebenso gehört eine Portion Toleranz dazu (vgl. HÖLZMANN 2006A). Dadurch wird oft die ganz präzise Ausgestaltung des Vertragswerkes vermieden und somit die Transaktionskosten gesenkt (Vertrauensökonomie → Sozialkapital). Trotzdem müssen bei einer Zusammenarbeit die Kosten transparent dargelegt werden, um das Vertrauen zu stärken und damit eine erfolgreiche Zusammenarbeit zu gewährleisten (HÖLZMANN 2006A). Die Beteiligten können ihre individuellen Fähigkeiten in die Kooperation einbringen und so kann ein optimierter Bereich durch das Zusammenarbeiten der „Experten“ zustande kommen. Eine erste Stufe der Zusammenarbeit ist meist die gemeinsame Anschaffung und Nutzung von Schlepfern und Maschinen (vgl. DOLUSCHITZ 2001).

#### **Erfolgsfaktor Sozialkapital: Ökonomie des Vertrauens**

Ökonomisches Verhalten erfolgt nicht zwischen isolierten Akteuren, sondern ist eingebettet in fortdauernde Systeme sozialer Beziehungen (BATHELT UND GLÜCKLER 2002, S.23ff). Soziale

Beziehungen (Netzwerke) beruhen auf Sozialkapital, wobei Sozialkapital als eine Ressource verstanden wird, die nur in Verbindung zwischen Akteuren (soziale Bindungen) mobilisiert werden kann (BATHELT UND GLÜCKLER 2002, S.57ff; RIEMER 2005). Das komplexe Konstrukt der sozialen Bindungen kann letztlich auf die Betrachtung des Vertrauens (als Mechanismus zur Reduktion der Komplexität von sozialen Beziehungen und Strukturen) vereinfacht werden. Nach Luhmann kann Vertrauen als eine risikoreiche Vorleistung der verschiedenen Akteure verstanden werden (vgl. LUHMANN 2000). Somit beruht das Sozialkapital im wesentlichen auf Vertrauen. Es geht also um die von RIPPERGER 2003 beschriebene Ökonomie des Vertrauens.

„Ein zentrales Problem bei Kooperationen – insbesondere bei Netzwerkorganisationen - besteht darin, dass ein Teil der Handlungen eines Partners für den anderen Partner nicht überwachbar sind, obwohl diese Handlungen die Erreichbarkeit der Ziele der anderen Partner maßgeblich beeinflussen können. Daher kann eine effiziente Zusammenarbeit in solchen Kooperationen nur realisiert werden, wenn zwischen den Partnern ein Vertrauensverhältnis existiert: Das Verhalten der anderen Partner muss berechenbar sein, um die Komplexität der Kooperationsbeziehungen reduzieren zu können. Nach WURCHE 1994 stellt Vertrauen eine notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingung dar, ohne die die Chancen einer Kooperation nicht genutzt werden können. JARILLO 1988 sieht Vertrauen als Maßnahme zur Senkung der Transaktionskosten, da so Kontrollaufwand und die für Verhandlungen benötigte Zeit verringert werden können. Doch trotz der unbestreitbaren Bedeutung von Kooperationen und der entscheidenden Rolle von Vertrauen im Rahmen solcher Kooperationen nimmt die Analyse von Vertrauen bzw. vertrauensbildenden Maßnahmen sowie von Prozessen der Vertrauenskonstitution in der betriebswirtschaftlichen Theorie einen äußerst geringen Stellenwert ein.“ (MICHAEL ET AL. 2003, S.99-100).

Während für die Sinnhaftigkeit einer Kooperation die ökonomischen Parameter (Kosteneinsparungen, Vermarktungschancen) relevant sind, sind für den Erfolg der Kooperationen sehr oft die „soft skills“, also die soziale Chemie (persönliche Sympathie und Gefühl), also der Faktor Mensch (vgl. KTBL 2005B) oder eben das Sozialkapital entscheidend. Entsteht dieses Vertrauen unter den Kooperationspartnern, kann die Ressource Sozialkapital genutzt werden (was natürlich durch räumliche Nähe vereinfacht wird (vgl. KLUGE 2003)), sind einfache und schnelle Entscheidungen möglich. Diese ist die Basis für eine erfolgreiche Kooperation.

### **Eigenmotivation und Schlüsselpersonen (Macher) für Kooperationen**

Dieses Sozialkapital kann durch Schlüsselpersonen in der Region, die andere motivieren und mitreißen können, bereitgestellt werden. Diese Personen genießen hohes Ansehen und verfügen über ein schlagkräftiges Netzwerk, durch das manche Probleme unkompliziert gelöst werden können. Ohne gewisse Führungspersönlichkeiten würde manches regionale Projekt

nicht stattfinden können. Diese Führungspersönlichkeiten können die Vorsitzende von Maschinenringen sein, ein engagierter Landwirt, Kreisbauernführer, Lohnunternehmer oder Landhändler.

Die Kooperation der Landwirtschaft mit anderen Akteuren im ländlichen Raum gestaltet sich etwas schwieriger, da hier neben einer Vorstellung von den verschiedenen „Betriebsklimata“ und Geschäftswelten auch die unterschiedlichen Mentalitäten und Motivationen der Akteure berücksichtigt werden müssen. Wichtig ist die Überzeugung der einzelnen Akteure über die Richtigkeit und langfristige Nachhaltigkeit der Investitionen im Bereich einer dezentralen Ölmühle oder Biogas-Anlage. Diese Überzeugung ist entscheidend für den Erfolg, denn nur so können die immer auftretenden Anfangsprobleme (z.B. Anlaufschwierigkeiten, Absatzprobleme, billigere Alternativen oder hohe Rohstoffpreise), die es in jedem Projekt gibt, überstanden werden.

Hier stellt sich aus Sicht der Politik die Frage, wie man diese Schlüsselpersonen mit hoher Eigenmotivation fördern und unterstützen kann? Den ersten Versuch, die Aspekte der Kooperation in der Landwirtschaft aufzunehmen und auch in Beraterempfehlungen zu überführen, macht das KTBL 2005B.

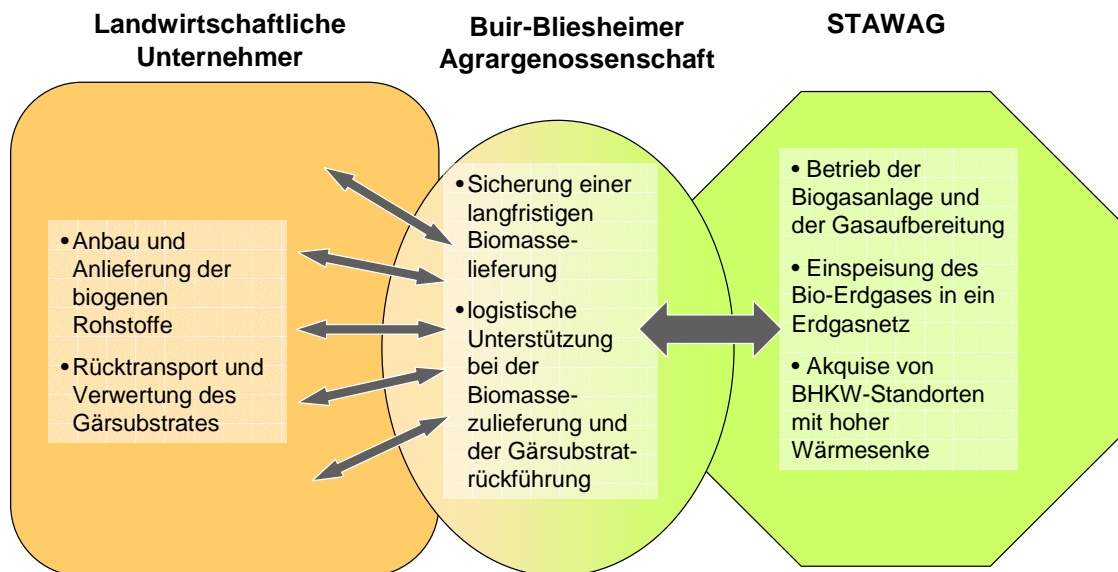
### **Neue Kooperationsformen im ländlichen Raum**

Mit dem Ausbau der Bioenergie treffen neue Kooperationspartner im ländlichen Raum aufeinander. Aufgrund der Fördermöglichkeiten aus dem EEG haben einige Energieversorgungsunternehmen und Stadtwerke die Chance der Bioenergie-Produktion erkannt. Um die Rohstoffversorgung, vor allem der Biogas-Anlagen, zu sichern, müssen die Energieversorger Partnerschaften mit der regionalen Landwirtschaft eingehen. Hier treffen zwei verschiedene Geschäftswelten mit unterschiedlichen Mentalitäten, Geschäftspraktiken und –philosophien aufeinander. Momentan sind eine Reihe von großen Energieversorgern im Rheinland dabei Biogasanlagen zu bauen, jeweils mit unterschiedlichen Beteiligungskonzeptionen für die Landwirtschaft. Als Beispiele seien hier genannt:

- STAWAG Energie GmbH, Aachen
- RWE Power AG
- RheinEnergie
- Biogas NRW (Stadtwerke Düsseldorf und AgriCapital)

Weitere Energieversorgungsunternehmen denken über ähnliche Investitionen nach (siehe SYNERGIEKOMM 2006).

## Vertragspartner Landwirtschaft



Konzept Bio-Erdgasanlagen  
der STAWAG



Abbildung 40: Kooperationen zwischen der Energie- und Landwirtschaft (Quelle: UNDERBERG 2006)

Abbildung 40 zeigt die Landwirtschaft als Vertragspartner der STAWAG Energie GmbH. Als bündelnder Partner wurde die Buir-Bliesheimer Agrargenossenschaft gewonnen.

Für die Umsetzung der weiteren dezentralen Biokraftstoff-Projekte wie Pflanzenöl und E-85-Projekte ist die Landwirtschaft auf Kooperationspartner inner- und außerhalb der Landwirtschaft angewiesen. Für den Absatz des Rapsöles bei dezentralen Ölmühlen bieten sich vor allem regionale Flottenverbände, Speditionen, Landwirtschaft und landwirtschaftsnahe Unternehmer, z.B. Maschinenringe oder Lohnunternehmer an. Auch eine Kooperation mit den regionalen Initiativen, die das Rapsöl vermarkten, wie z.B. die Regioöl-Initiative im Rheinland (<http://www.regioel.de/>) oder BIENE.BEA.OWL in Ostwestfalen-Lippe (<http://www.biene-bea.de>) bietet sich an. Auch beim Presskuchen müssen neue Kooperationen mit viehhaltenden Betrieben oder mit der Futtermittelindustrie in der Region geschlossen werden. Im Bereich des E-85 müssen Kooperationen außerhalb der Landwirtschaft angestrebt werden, so z.B. mit Autohäusern, die FFV verkaufen und sich stellenweise auch um die Tankstellenstruktur kümmern müssen.

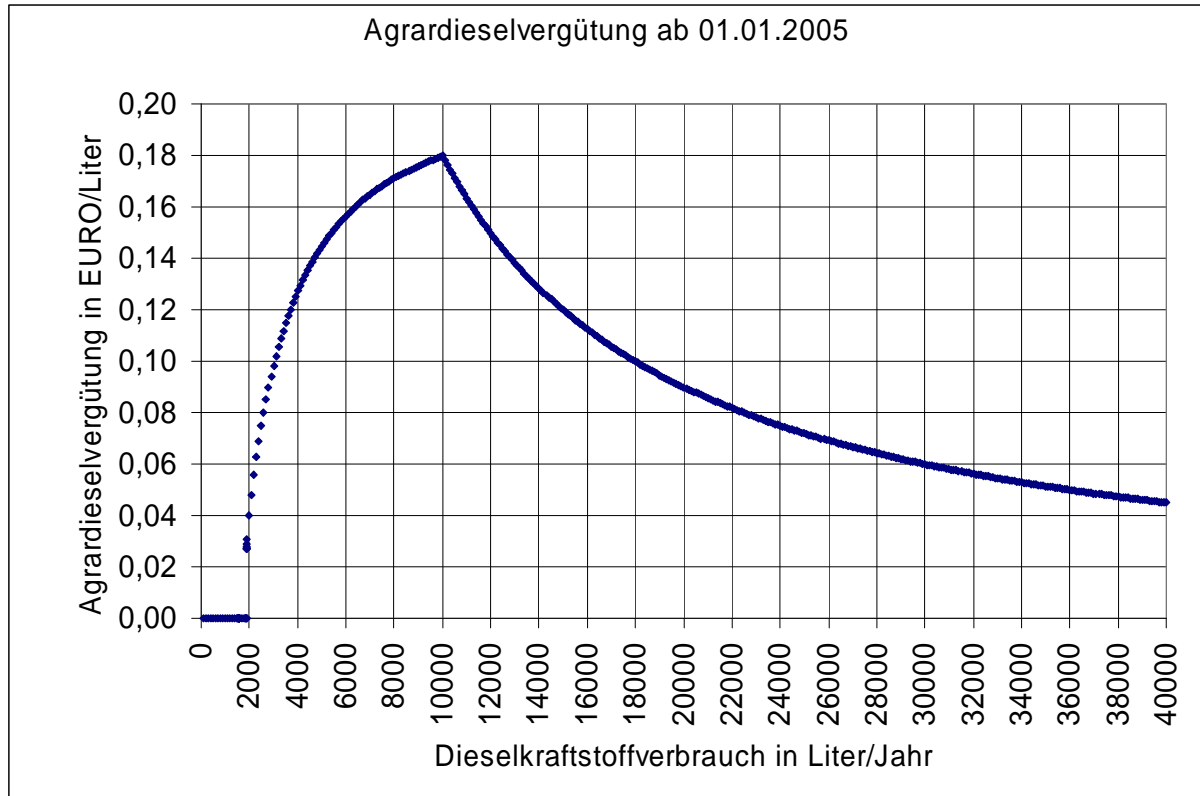
### **Regionalmanagement Nachwachsende Rohstoffe**

Es zeigt sich, dass bei den dezentralen Ansätzen der Biokraftstoffbereitstellung Kooperationen in und mit der Landwirtschaft notwendig sind. Führt man sich weiter vor Augen, dass die Anforderungen an den Landwirt als Energiewirt aus ökonomischer, technischer und sozialer Perspektive recht hoch sind, dann wäre die Förderung der Optimierung des Know-hows in der Region durch Veranstaltungen, Arbeitskreise, Treffen und Exkursionen durchaus zu begrüßen. Die Nutzung der Biokraftstoffe und generell der Bioenergie lassen sich sehr gut in die Konzepte der Nachhaltigen Regionalentwicklung und der Programme zur Entwicklung des ländlichen Raumes integrieren. Zudem ist durch die Bereitstellung von Informationen und das frühzeitige Einbinden von Akteuren z.B. auch eine Steigerung der Akzeptanz und Regionalität („Wir in der Region“) möglich. Hier müssten also die Aktivitäten der Förderung des ländlichen Raumes mit der Förderung der Regionalpolitik, z.B. der Wirtschaftsförderung kombiniert werden. Es müssen also die verschiedenen Akteure der Nachwachsenden Rohstoffe durch eine Art „Regionalmanagement Bioenergie/Nachwachsende Rohstoffe“ zusammen gebracht werden, denn das Querschnittsthema Nachwachsende Rohstoffe erfordert die Vernetzung der verschiedenen Akteure. Die Moderation dieses neuen Organisations- und Kooperationsprozesses ist eine klassische Aufgabe der Wirtschaftsförderung in den Kreisen und Agrarlandschaften.

#### **3.4.6 Einsatz von Biokraftstoffen im ländlichen Raum**

##### **Verringerung der Steuerermäßigung für Agrardiesel: Einsatz von Biokraftstoffen im ländlichen Raum**

Bei den Haushaltsbeschlüssen für das Jahr 2005 wurde die bisherige Steuerermäßigung des Agrardiesels ab dem 1. Januar 2005 verringert. Insgesamt wurde die Steuersubvention um 56% gekürzt. Dem Vergütungsbetrag wird ein Selbstbehalt von 350€ und eine Bagatellgrenze von 50€ abgezogen. Zudem hat sich der Kreis der antragsberechtigten Betriebe geändert. Danach sind ab 2005 Betriebe, insbesondere Lohnbetriebe, die für andere land- und forstwirtschaftliche Betriebe vergütungsfähige Arbeiten durchführen, selbst nicht mehr antragsberechtigt. Zudem wird eine Höchstmenge von begünstigtem Gasöl von 10.000l eingeführt (vgl. KTBL 2005c).



**Abbildung 41: Agrardieselvergütung (Quelle: THUNEKE 2005)**

Gerade für die großen Betriebe lohnt es deshalb, auf Alternativen zum Agrardiesel umzusteigen. Auch die landwirtschaftlichen Lohnunternehmen und Maschinenringe werden unter dem ökonomischen Anpassungsdruck über Alternativen (Pflanzenöl und Biodiesel) zum Agrardiesel nachdenken müssen (siehe Abbildung 41). Die KTBL gibt an, dass in der deutschen Landwirtschaft pro ha landwirtschaftlicher Nutzfläche durchschnittlich 100 Liter Dieselkraftstoff eingesetzt werden (vgl. KTBL 2005B). Insgesamt setzte die deutsche Landwirtschaft im Jahr 2004 5,67% des Dieselkraftstoffes ein. Energie und Schmierstoffe machten im Jahr 2005 ca. 11% der Vorleistungen der deutschen Landwirtschaft aus (Steigerung um 6,8% von 2004 auf 2005) (vgl. BMELV 2006).

Vor allem Beispiele aus Süddeutschland zeigen, dass ein Umstieg auf Alternativen zum Mineralöldieselkraftstoff doppelt gewinnbringend sein kann. Zum einen ergibt sich eine Einsparung der Kraftstoffkosten und zum anderen ist bei eigener Produktionsanlage eine bestimmte Absatzmenge gesichert. Nach der beschlossenen Kürzung der Agrardieselbeihilfe werden als Kompensation in den Jahren 2005 und 2006 je 10 Mio. € Forschungs- und Entwicklungsgelder für die Landwirtschaft in Aussicht gestellt, die der Entwicklung der biogenen Treibstoffe in der Landwirtschaft dienen sollen (vgl. FNR 2006B).

Es zeigt sich, dass die Landwirtschaft vor allem auf den Einsatz von reinem Pflanzenöl setzt (vgl. FNR 2006c). Das reine Pflanzenöl hat beim 100-Schlepper-Programm ein gemischtes

Bild abgegeben, wobei ein Teil der Mängel wohl auf die Unerfahrenheit der Umrüster und die schlechte Qualität des Pflanzenöls zurückzuführen ist. Das Pflanzenöl kostet momentan ca. 70ct/l (<http://www.carmen-ev.de/dt/energie/bezugsquellen/pflaoelpreise.html>) und bietet damit einen sehr großen Kostenanreiz.

Man kann erkennen, dass es sich gerade für große Ackerbaubetriebe lohnt, auf Alternativen zum Agrardiesel umzusteigen. Die großen Betriebe in den neuen Bundesländern fangen an, ihre Kraftstoffversorgung auf Biodiesel umzustellen. Auch die landwirtschaftlichen Lohnunternehmen und Maschinenringe werden bei einem ökonomischen Anpassungsdruck nicht um Alternativen zum Agrardiesel herum kommen. Hier kann man sich die Erfahrungen, die in Süddeutschland gemacht wurden zunutze machen. Ob und wann ein Betrieb wie viele Maschinen auf Pflanzenöl oder Biodiesel umrüsten sollte, hat das KTBL in detaillierten Berechnungen für Modellbetriebe ermittelt (vgl. DÖHLER 2006, sowie weitere Publikationen des KTBL). Der Einsatz von Alternativen ist aber nur so lange wirtschaftlich, wie diese auch von der Mineralölsteuer befreit ist. Es scheint aber eine breite politische Unterstützung für eine langfristige Steuerbefreiung der Biokraftstoffe für den Einsatz in der Landwirtschaft zu geben. Dies zeigt die aktuelle Diskussion um die Besteuerung der Biokraftstoffe und auch die Tatsache der Unterschiede in der Besteuerung des Agrardiesels in den verschiedenen europäischen Mitgliedsländern.

**Tabelle 14: Vergleich der europäischen Agrardieselpreise (Quelle: CAPRI 2006)**

TABLE DIESELP (* ,EMISPAR)	
	PRCFUEL
	€ Cent
BL	30,32
DK	41,72
DE	68,08
EL	62,83
ES	41,35
FR	39,06
IR	43,23
IT	48,85
NL	50,85
AT	64,9
PT	42,09
SE	67,73
FI	35,48
UK	39,25

Mit einer Besteuerung der Biokraftstoffe würden sich weitere Wettbewerbsnachteile für die deutsche Landwirtschaft ergeben (siehe Tabelle 14).



### **3.5 Fallstudien: Positive Beispiele und Schlussfolgerungen**

Die zwei Fallstudien in den Agrarregionen sollten positive Ansätze, aber auch mögliche Hemmnisse identifizieren. Durch Expertengespräche und Treffen sollten die regionalen Bedingungen und Strukturen erfasst werden und diese in Richtung der Biokraftstoffe überprüft werden. Die erste Fallstudie überprüfte die Möglichkeit des Baus einer Bioethanol-Anlage im Rheinland. Hier ergab sich die Möglichkeit einer Mitarbeit in der „Gemeinschaftsinitiative Wirtschaftsregion Agrar-Energie“ an der Zuckerfabrik Jülich AG (Kompetenzzentrum Nachhaltende Rohstoffe) von November 2004 bis März 2005. Neben dem Hauptfokus der Untersuchung der Realisierbarkeit einer Bioethanol-Produktion in der Region wurden auch die Aspekte der Biogas-Produktion und der dezentralen Rapsölgewinnung beleuchtet. In der zweiten Fallstudie stand die dezentrale Ölsaatenverarbeitung in Süddeutschland im Vordergrund.

#### **3.5.1 Allgemeine und regionale Rahmenbedingungen einer Produktion von Bioethanol am Standort Zuckerfabrik Jülich**

Bei der Erstellung einer Bioethanol-Anlage sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Neben Rahmenbedingungen auf den verschiedenen Ebenen, die den Marktpreis und die Absatzmöglichkeiten für Ethanol in Deutschland bestimmen, sind auch die lokalen und regionalen Standortfaktoren zu beachten. In dem vom BBI herausgegebenen „Ethanol Plant Development Handbook“ sind die wichtigsten Standortfaktoren aufgearbeitet. Zu nennen sind: Rohstoffversorgung, Wasser- und Abwasser, Energieversorgung, Möglichkeiten, das große Transportaufkommen zu bewältigen, Marktzugang des Ethanols und der Koppelprodukte, Anlagengröße, Synergieeffekte und Nutzung bestehender Anlagenteile auf dem Gelände, Vorschriften und Regulationen, Förderung (vgl. BBI 2001).

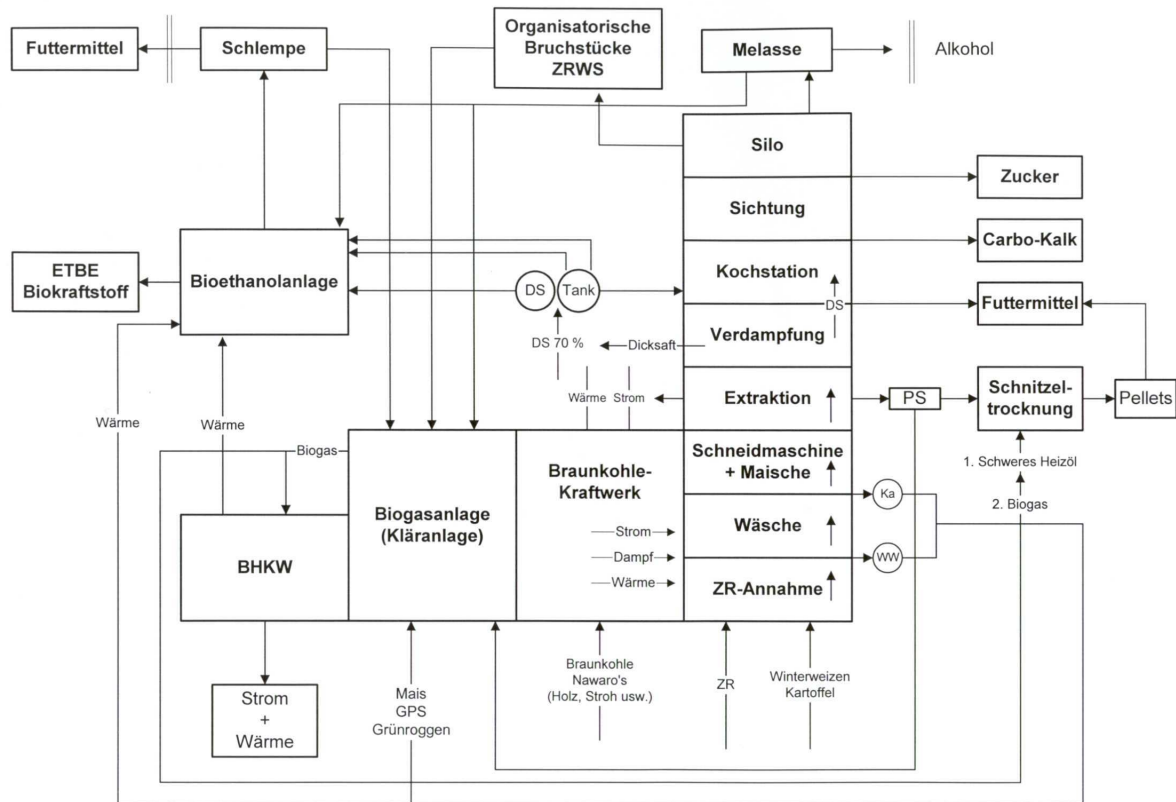
#### **Lokale Standortfaktoren der Zuckerfabrik Jülich**

##### *Verkehrsanschlüsse und -lage*

Die Zuckerfabrik Jülich liegt inmitten des rheinischen Weizenanbaugebietes und somit würden sich kurze Transportweg bei der Rohstoffversorgung ergeben. Auch der Bahnanschluss der Zuckerfabrik kann als positiver Standortfaktor registriert werden. Er würde vor allem den Abtransport des Ethanols und der getrockneten Schlempe ermöglichen. Der nicht vorhandene Hafenananschluss macht das Einschiffen von Importweizen und den Abtransport des Ethanols und der Koppelprodukte per Binnenschiff unmöglich.

### Synergieeffekte auf dem Gelände

Auf dem Gelände der Zuckerfabrik ergeben sich einige Synergieeffekte der Produktion von Bioethanol mit dem Herstellungsprozess des Zuckers (vgl. Abbildung 42).



**Abbildung 42: Integration der Bioethanol-Anlage in die Zuckerproduktion (Eigener Entwurf der Zuckerfabrik Jülich 2005)**

Vor allem würden sich große Synergieeffekte bei der Nutzung des Kraftwerkes (Dampf und Wärme) sowie der Abwasserreinigung, aber auch bei der Nutzung von Laborkapazitäten ergeben. Zu prüfen wäre in diesem Zusammenhang die Lärm- und Geruchsbelästigung durch die Ethanolproduktion am Standort Jülich.

### Betriebswirtschaftliche Kalkulationen der Bioethanol-Produktion

Die Modellberechnungen von HENNIGES UND ZEDDIES (2003) gehen von einem Einsatz von 64% Weizen und 36% Zuckerrüben für die Produktion von Ethanol aus. Die Ethanolproduktion aus Zuckerrüben erfolgt innerhalb einer 90-tägigen Kampagnedauer. In der restlichen Zeit des Produktionsjahres wird Weizen verwendet.

**Tabelle 15: Absolute und prozentuale Zusammensetzung der geschätzten Herstellungskosten für Ethanol in Deutschland (Quelle: HENNIGES UND ZEDDIES 2003)**

Kapazität	500.000hl				2 Mio. hl			
	Weizen		Zuckerrüben		Weizen		Zuckerrüben	
Rohstoff	€/hl	%	€/hl	%	€/hl	%	€/hl	%
Gebäude	1,28	2,1	1,28	2,1	0,82	1,5	0,82	1,5
Maschinen / Inventar	8,28	13,4	8,28	13,3	5,30	9,6	5,30	9,6
Fixe Kosten	9,56	<b>15,5</b>	9,56	<b>15,4</b>	6,12	<b>11,1</b>	6,12	<b>11,1</b>
Personal	4,26	6,9	4,26	6,8	1,40	2,5	1,40	2,5
Versicherung/ Gebühren/ Reparaturen	1,60	2,6	1,60	2,6	1,02	1,9	1,02	1,8
Rohstoff (mit Transport)	27,75	<b>44,9</b>	30,89	<b>49,6</b>	27,75	<b>50,5</b>	30,89	<b>55,8</b>
Betriebsmittel	18,68	30,2	15,93	25,6	16,68	34,0	15,93	28,8
Brutto-Produktionskosten	<b>61,85</b>	100	<b>62,24</b>	100	<b>54,96</b>	100	<b>55,36</b>	100
Nebenprodukte	-6,80	-11	-7,20	-11,6	-6,80	-12,4	-7,20	-13,0
Netto-Produktionskosten	<b>55,05</b>	89	<b>55,04</b>	88,4	<b>48,16</b>	87,6	<b>48,16</b>	87

Tabelle 15 zeigt, dass die Rohstoffkosten (incl. Transport) einen Großteil der Herstellungskosten ausmachen. Sie können bis zu 55% der Kosten betragen. Ebenso zeigt sich, dass der Absatz der Koppelprodukte einen entscheidenden Beitrag zur Reduktion der Herstellungskosten leistet. Ihr gesicherter Absatz ist ebenso für eine positive Energie- und Klimabilanz wichtig.

#### *Relative Vorzüglichkeit der Rohstoffe*

Bei der Frage der relativen Vorzüglichkeit der einsetzbaren Rohstoffe entscheidet letztlich der Vergleich der Herstellungskosten für einen Liter Ethanol mit den jeweiligen Einsatzstoffen. Zwar sind die Produktionskosten mit Roggen ein wenig höher als mit Weizen (siehe SCHMITZ 2003), aber die niedrigen Roggenpreise ermöglichen es, dass die Herstellung aus Roggen in Deutschland die günstigere Variante darstellt (vgl. WAGNER UND IGELSPACHER 2003). Aufgrund des Wegfalls der Roggenintervention im Zuge der Luxemburger Beschlüsse sind die Roggenpreise stark gefallen und die Produktion von Ethanol bietet vor allem in Brandenburg mit seinen sandigen Böden eine weitere Vermarktungsmöglichkeit.

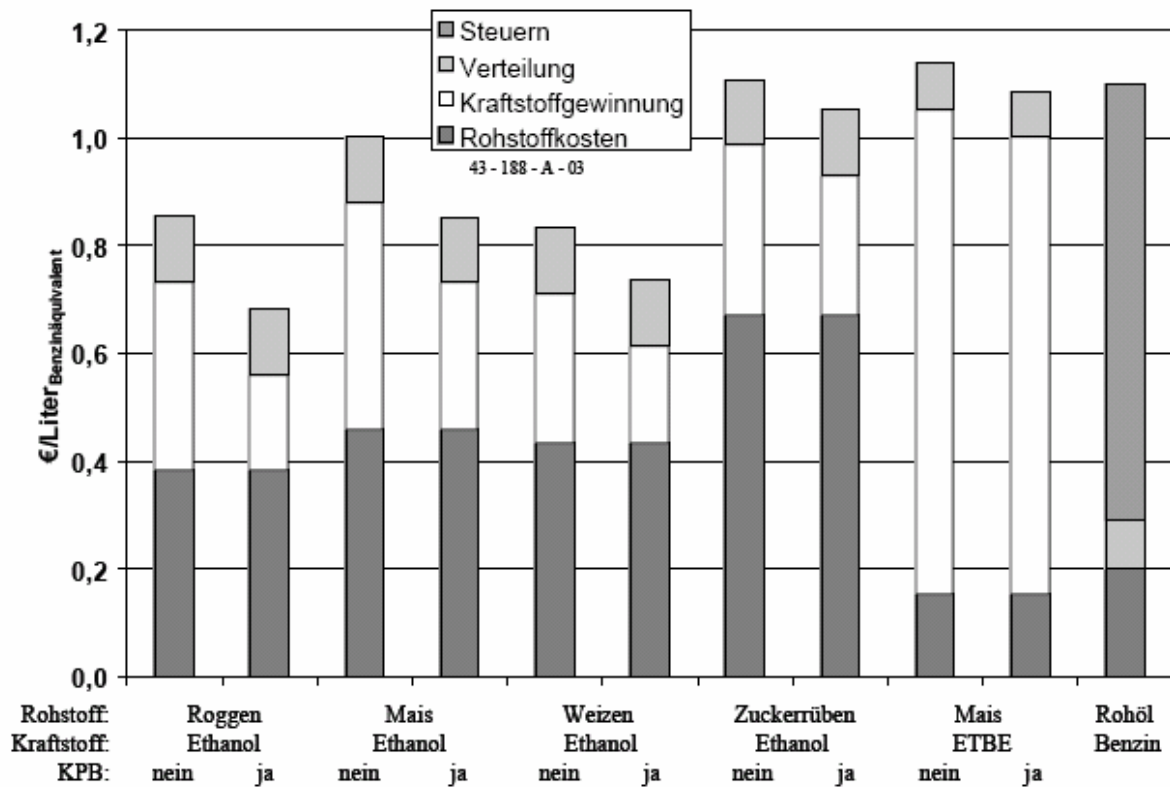
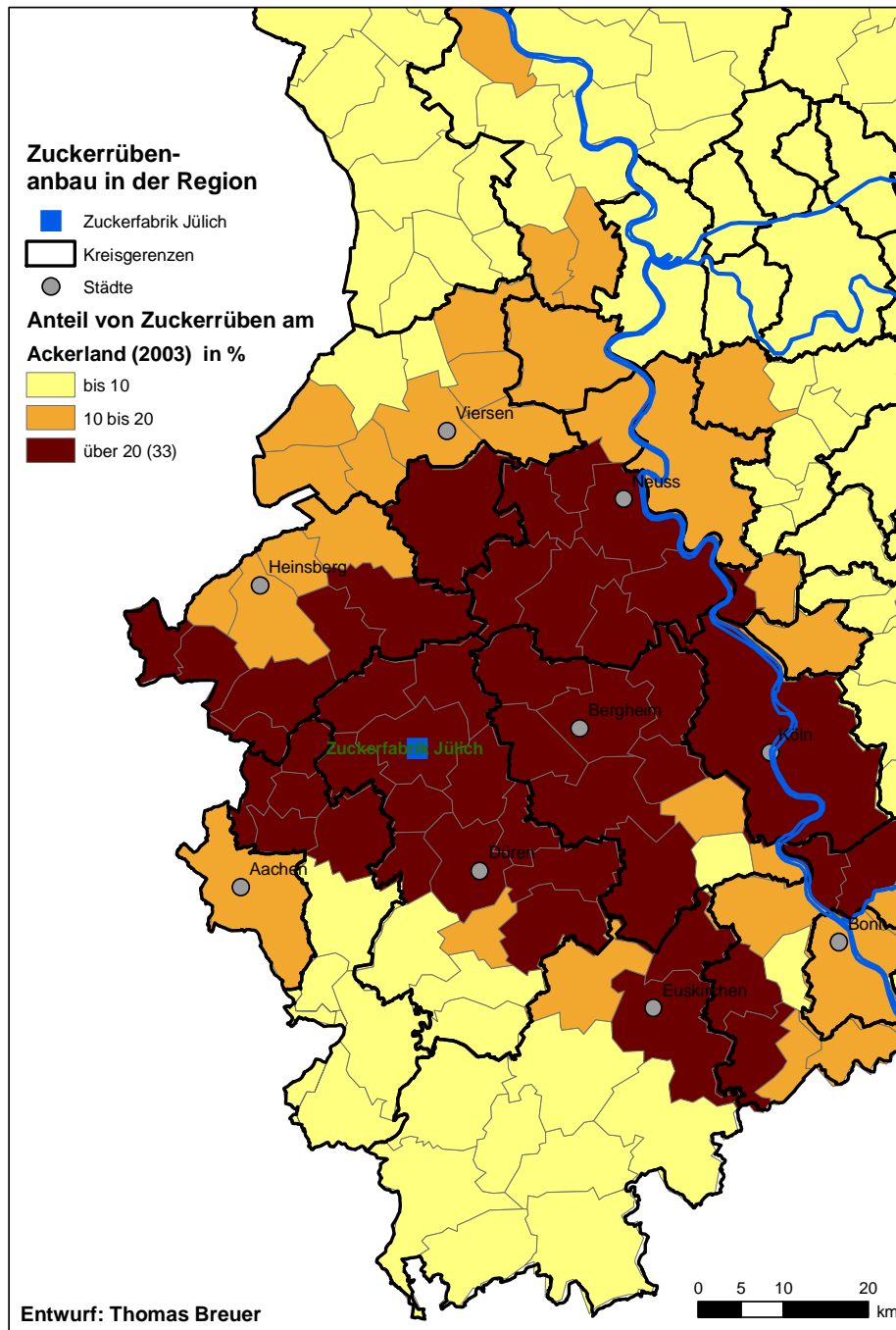


Abbildung 43: Spezifische Kraftstoffkosten und Preise in €/Liter<sub>Benzinquivalent</sub> (Quelle: WAGNER UND I-GELSPACHER 2003)

Es wird deutlich, dass der Einsatz von Zuckerrüben zur Ethanolherstellung in Deutschland betriebswirtschaftlich nicht optimal ist (vgl. Abbildung 43). Die deutsche und auch die europäische Ethanolproduktion basieren auf Getreide. Somit sind die Rohstoffflüsse zur Produktion von Zucker und Ethanol in Europa voneinander getrennt im Gegensatz zu Brasilien.

#### *Rohstoffversorgung aus der Region: Rheinisches Zuckerrübenanbaugebiet*

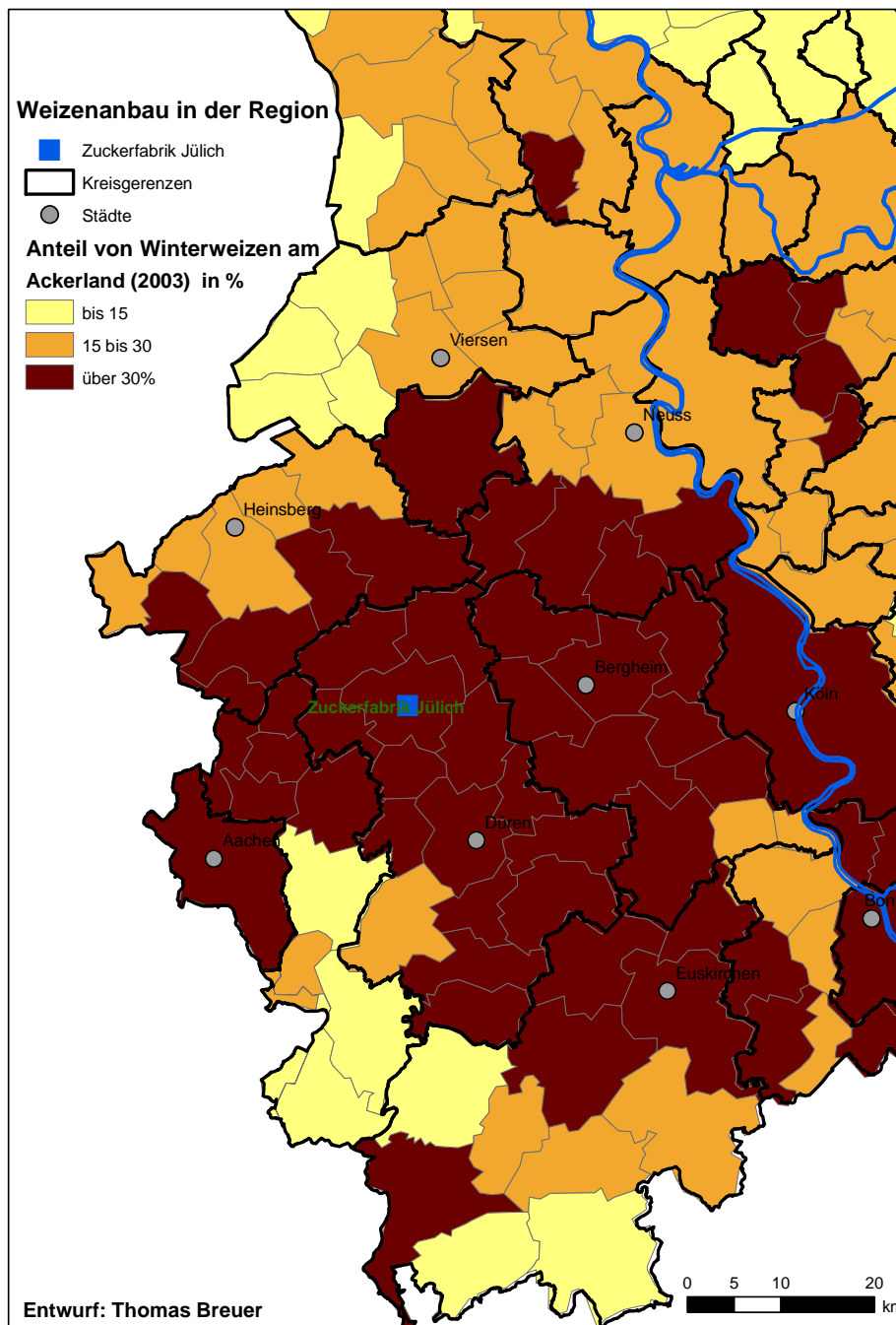
Die Zuckerfabrik Jülich liegt in der Mitte der Köln-Aachener Bucht. Die Jülicher Börde zeichnet sich durch vorzügliche natürliche Standortfaktoren für den Ackerbau aus. Karte 27 und 28 zeigen wiederum die Homogenität der rheinischen Zuckerrübenanbaugebiete, die durch die zwei Leitfrüchte des Ackerbaues (Zuckerrüben und Winterweizen) geprägt sind.



**Karte 27: Rheinisches Zuckerrübenanbaugebiet**

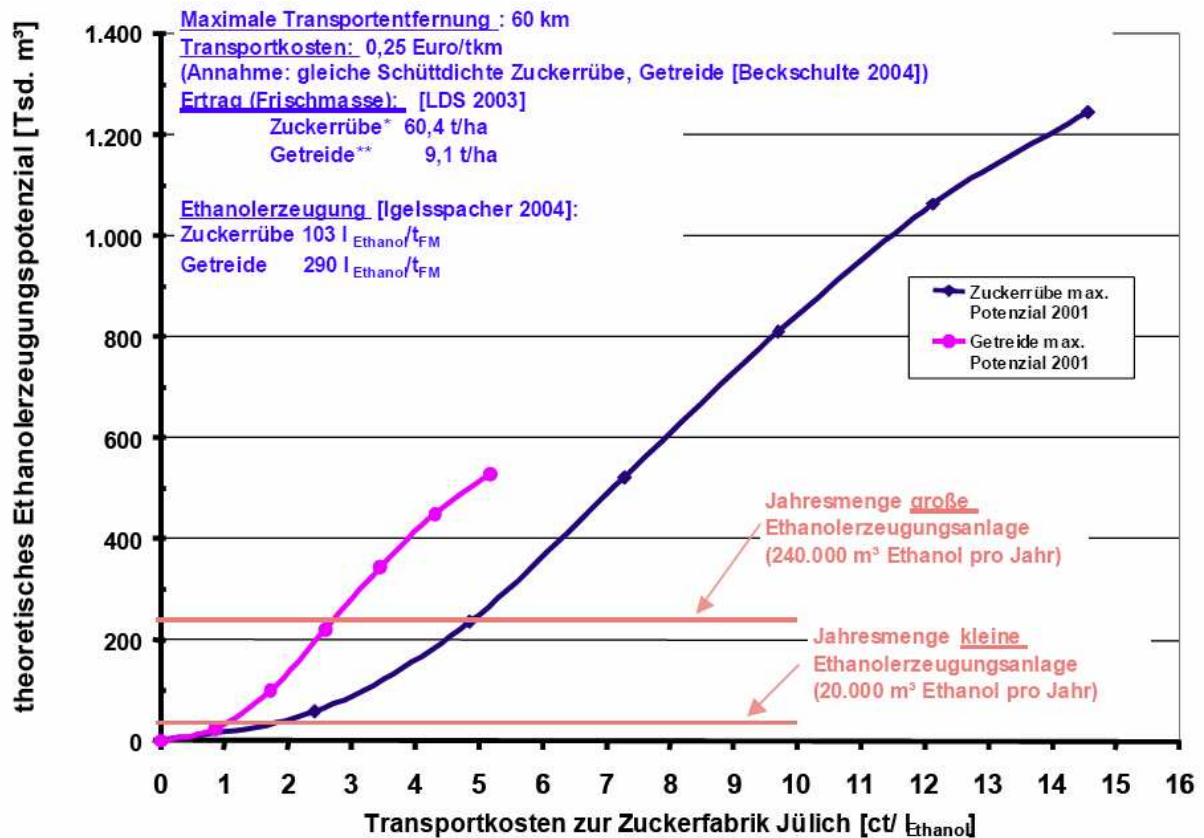
Die Karte 27 zeigt sehr deutlich die starke Dominanz des Zuckerrübenanbaues in der Köln-Aachener Bucht. Gerade in den Gemeinden um die Zuckerfabrik steigt der Anteil der Zuckerrüben am Ackerland bis auf 33% an. Durch die Zuckermarktreform werden sich die Deckungsbeiträge des Zuckerrübenanbaus verschlechtern. Damit müssen die rheinischen Landwirte Einkommensverluste hinnehmen. Geht man aber davon aus, dass die Pachtpreise sich nicht so schlagartig ändern werden wie die Deckungsbeiträge, so wird es einige Verwerfun-

gen geben. Im Rahmen der Quote bleibt die Zuckerrübe aber weiterhin mit Abstand die lukrativste Anbaufrucht.



**Karte 28: Weizenanbau im Rheinland**

Der Weizen (vgl. Karte 28) kann nach der Zuckerrübe als 2. Leitfrucht des Ackerbaus und als Standardproduktion im Rheinland mit entsprechendem Know-how und Ausstattung des Maschinenparks angesehen werden.



\* Mittelwerte der Zuckerrübenenerträge der Jahre 1999 bis 2003 des Referenzgebietes  
 \*\* Mittelwerte der Winterweizenenerträge der Jahre 1999 bis 2003 des Referenzgebietes

**Abbildung 44: Theoretische Potenziale der Ethanolerzeugung unter reiner Winterweizennutzung der Getreidefelder bzw. stilllegungsflächenbereinigten Zuckerrübenflächen (Quelle: KOCH ET AL. 2005)**

Abbildung 44 zeigt die theoretischen maximalen Ethanolerzeugungspotenziale bei fiktiver 100%iger Nutzung des Winterweizens und der Zuckerrüben zu den Transportkosten. Die Ordinate zeigt die Transportkosten umgerechnet auf ct/l produziertes Ethanol.

„Die Markierungspunkte auf den Graphen zeigen die Distanzen an (10 bis 60 km). Zur besseren Einordnung der Potenziale sind die Kapazitäten einer kleinen Produktionsanlage (Mindestgröße) mit 20.000 m<sup>3</sup> Ethanol sowie einer großen Anlage mit einer Kapazität von 240.000 m<sup>3</sup> markiert. Die Vorteile von Getreide gegenüber Zuckerrüben in Bezug auf die Transportkosten werden in dieser Grafik deutlich. Der Transportkostenanteil an einem Liter Ethanol liegt bei der Zuckerrübe cirka doppelt so hoch wie bei Getreide“ (KOCH ET AL. 2005, S.43) Insgesamt kommt das Forschungszentrum Jülich zu der Feststellung, dass die in der Jülicher Region zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Anbauflächen grundsätzlich keinen limitierenden Faktor für die Bioethanolherstellung darstellen (vgl. KOCH ET AL. 2005).

Tabelle 16: Ackerfläche und Anbau der wichtigsten Ackerfrüchte in der Jülicher Region im Jahr 2003

<b>Kreis</b>	<b>Gesamte Ackerfläche in ha</b>	<b>Anteil Zucker- rüben in %</b>	<b>Pflicht- stilllegung in ha</b>	<b>Weizen in ha</b>
Stadt Aachen	1.947	16	141	813
Kreis Aachen	8.375	25	607	3.357
Kreis Düren	45.478	26	3.295	18.315
Kreis Euskirchen	25.647	15	1.858	8.724
Kreis Heinsberg	33.956	24	2.460	11.308
Rhein-Kreis Neuss	28.255	25	2047	9.012
Rhein-Erft-Kreis	33.706	27	2442	12.630
<b>Summe</b>	<b>177.364</b>		<b>12.850</b>	<b>64.159</b>

Die gesamte Ackerfläche in den oben genannten Kreisen beläuft sich auf insgesamt über 177.500 ha (vgl. Tabelle 16). Errechnet man aus der neuen Agrarreform die Stilllegungsflächen (8,05% der gesamten Stilllegungsflächen minus 10% → Kleinerzeugerregel: 19,68 ha), dann erhält man eine Stilllegungsfläche von ungefähr 13.000 ha, die rein theoretisch auch dem Anbau von billigem Energieweizen für eine Ethanolproduktion zur Verfügung stehen würden. Legt man einen durchschnittlichen Ertrag von 8,5t/ha zugrunde, dann erhält man insgesamt eine Jahresproduktion von 110.000t Weizen allein auf den Stilllegungsflächen. Aufgrund von Quotenkürzungen bei den Zuckerrüben ist mit einem weiteren Anstieg des Anteils von Winterweizen in der Region zu rechnen.

### **Organisation und Logistik der Stoffströme**

#### *Genossenschaften*

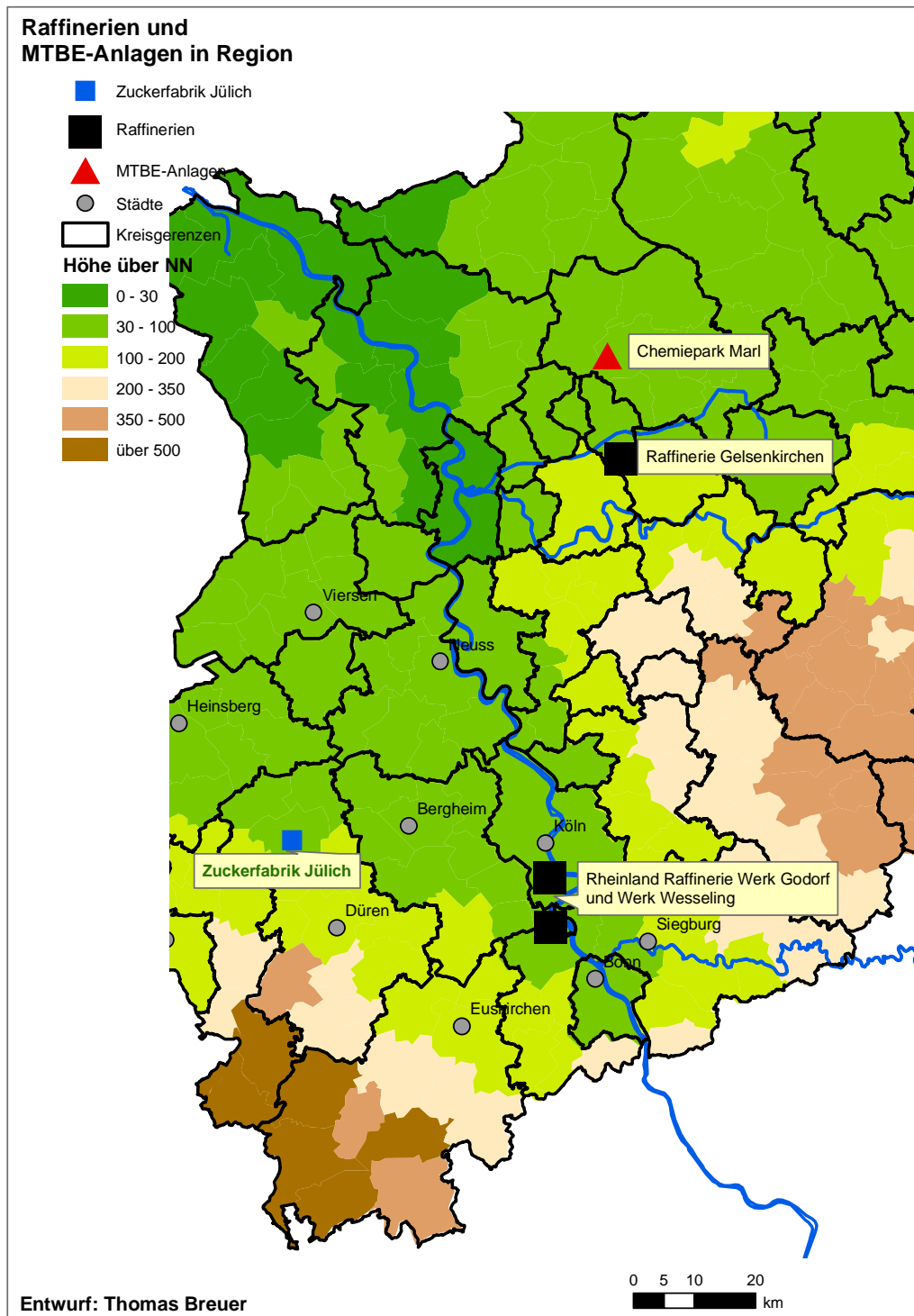
Im Einzugsgebiet der Zuckerfabrik befinden sich mehrere große Genossenschaften und Landhändler, die Erfahrungen in der Logistik und Vermarktung des Weizens haben. Die beiden größten sind die RWZ Köln und die Buir-Bliesheimer Agrargenossenschaft.

#### *Rohstoffversorgung durch Importe*

Weizen ist ein Welthandelsgut und könnte entsprechend auch über den Weltmarkt bezogen werden. Ein Eisenbahnanschluss ist an der Zuckerfabrik vorhanden, allerdings ist ein Anschluss an die großen Wasserstraßen nicht gegeben.



## Regionale Absatzmöglichkeiten des Ethanols und der Koppelprodukte



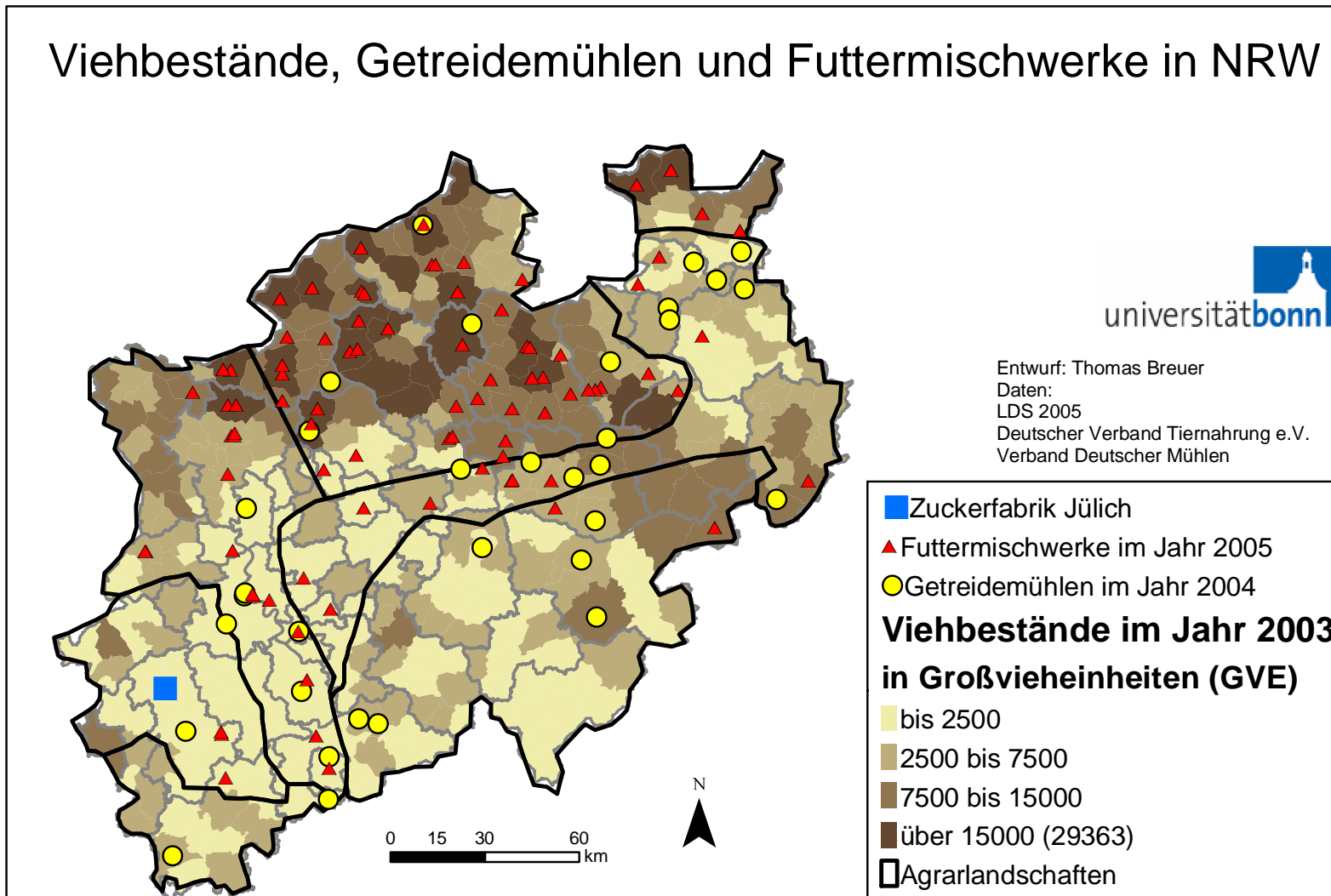
**Karte 29: Regionale Absatzmöglichkeiten des Bioethanols**

Im näheren Umkreis der Zuckerfabrik Jülich könnten sich einige Absatzmöglichkeiten für Ethanol befinden (vgl. Karte 29). In Köln, Wesseling und Marl befinden sich MTBE-Anlagen. Die

Anlage in Marl wurde zum September 2005 auf ETBE (250.000t/a) umgestellt (GRIESE 2005). Hier werden jährlich allein ca. 120.000t Ethanol benötigt.

Das Hauptkoppelprodukt der Ethanolproduktion, die Schlempe, kann als Dünnschlempe (Wet Distiller's Grains, WDG) direkt in die Tierfütterung eingebracht werden. Hierzu wären größere Tierbestände in geringer Entfernung notwendig. Die andere Möglichkeit wäre, die anfallende Schlempe zu trocknen und als so genannte DDGS in den Futtermittelmarkt zu bringen. Die Trocknung der Schlempe ist sehr energieintensiv und macht bis zur Hälfte der Energiebilanz und der Investitionssumme aus (vgl. SCHMITZ 2003, HENNIGES UND ZEDDIES 2003).

# Viehbestände, Getreidemühlen und Futtermischwerke in NRW



Karte 30: Absatzmöglichkeit der Koppelprodukte der Ethanolproduktion in NRW

Wie in der Karte 30 sichtbar, sind in unmittelbarer Nähe der Zuckerfabrik Jülich keine großen Viehbestände vorhanden, da es sich um eine Ackerbauregion handelt. Das heißt, eine Vermarktung der Schlempe als DDGS müsste angestrebt werden. Die Südzucker AG hat in ihrer Anlage in Zeitz bereits einen eigenen Markennamen „ProtiGrain“ für das anfallende proteinhaltige DDGS entworfen (vgl. GUDERJAHN 2004). Bei der Anlage fallen jedes Jahr 260.000t getrocknete Weizenschlempe an. Sie wird pelletiert und hat einen Trockensubstanzgehalt von 90% und einen Rohproteingehalt von 30 bis 35%. Sie ist auf jeden Fall GVO-frei und stellt ein hochwertiges Qualitätsprodukt dar, das in Zusammenarbeit mit der Wissenschaft, der Futtermittelindustrie und dem QS-System in den Markt eingeführt wird (<http://www.cropenergies.com/>).

In mittleren Entfernungen zur Zuckerfabrik befinden sich große Genossenschaften und Futtermischwerke, die Eiweißfutter verarbeiten und/oder vermarkten könnten. Eine andere Möglichkeit der Verwendung der anfallenden Schlempe wäre die Vergärung in einer Biogas-Anlage. Die Verbindung von landwirtschaftlichen Brennereien und die Verwendung der anfallenden Schlempe in einer Biogas-Anlage bilden einen in sich geschlossenen Stoffkreislauf. Bei den landwirtschaftlichen Brennereien würde bei der Verwendung der Schlempe auch der NawaRo-Bonus (6ct/kWh) gezahlt, bei den großen zentralen Anlagen ist dies nicht der Fall. Neben dem Einsatz von Weizen in den Futtermischwerken bestehen in der Region große Getreidemahlkapazitäten (vgl. Karte 30). Somit ergeben sich in NRW hohe Opportunitätskosten des Weizeneinsatzes (tierische Veredelung und Getreidemühlen).

### **Ethanolabsatzmengen sind in Deutschland begrenzt**

#### *Einsatz von Bioethanol im deutschen Kraftstoffmarkt*

Über die Einsatzmöglichkeiten von Bioethanol im Kraftstoffbereich wurde eine Reihe von Studien erstellt. Von besonderer Bedeutung sind hier zu nennen: SCHMITZ 2003, SCHMITZ 2005A und WAGNER UND IGELSPACHER 2003. An dieser Stelle soll auf die Einsatzmöglichkeiten des Ethanols im Verkehrssektor eingegangen werden (vgl. Abbildung 45).

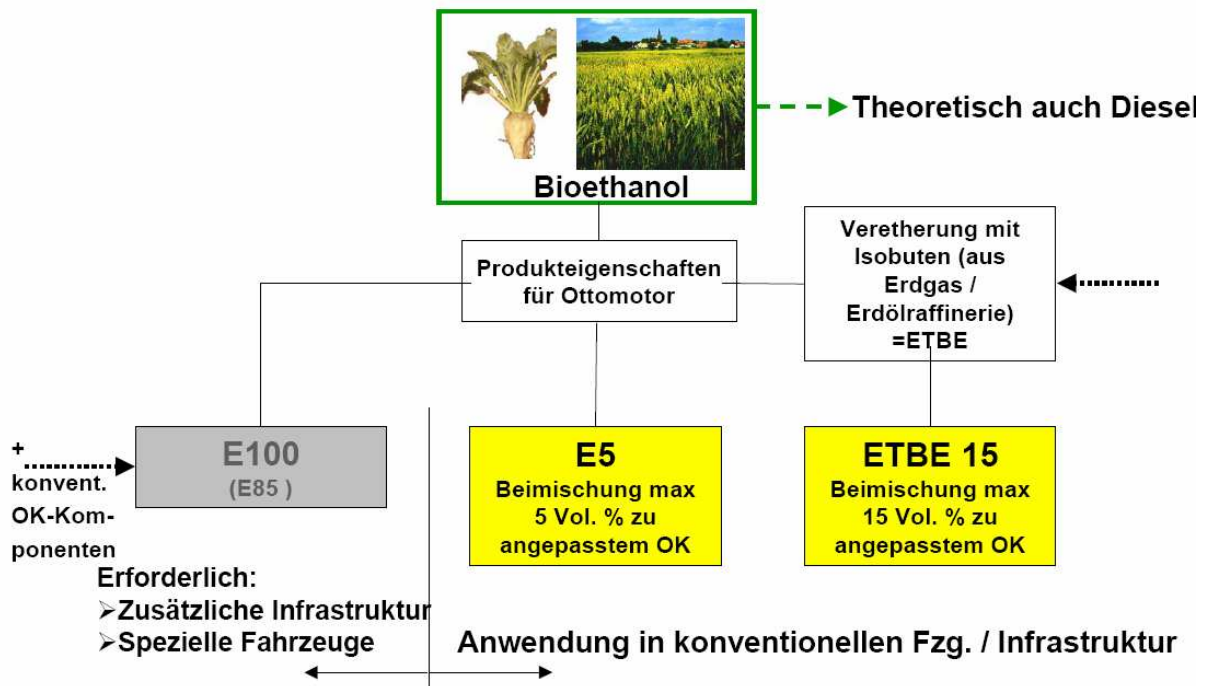


Abbildung 45: Verwendungsmöglichkeiten des Ethanols im Kraftstoffbereich (Quelle: WALTHER 2004)

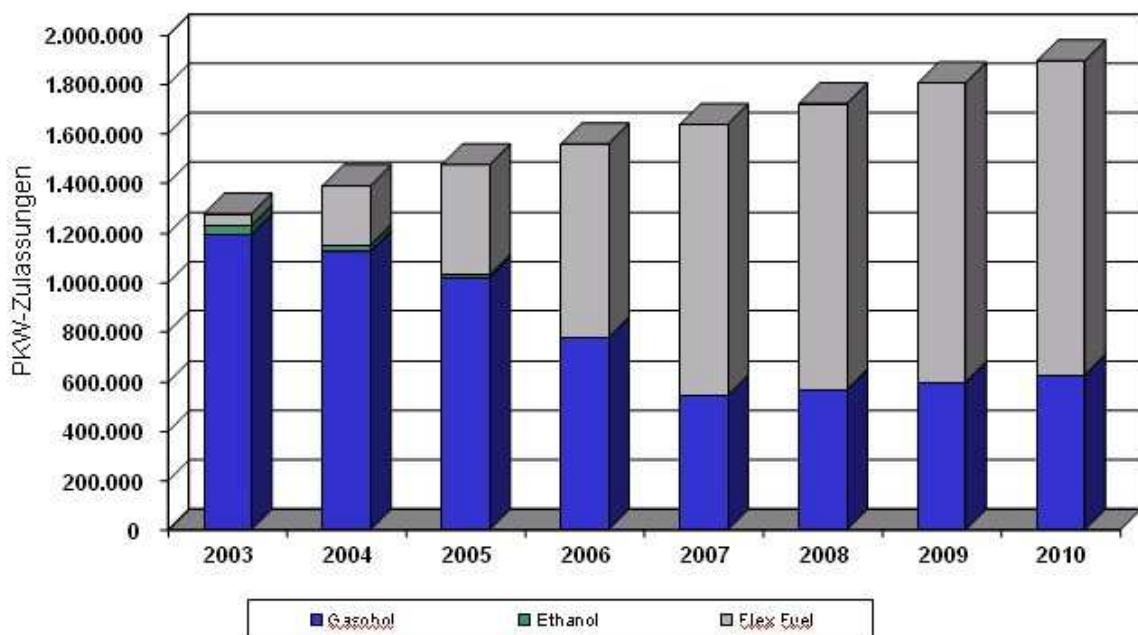
### *E-100: Reine Ethanolfahrzeuge*

Hier liegen umfangreiche Praxiserfahrungen aus Brasilien vor, die im Rahmen des großen brasilianischen PROALCOOL-Programm gemacht wurden. Die reinen Alkoholfahrzeuge sind aber den Flexible-Fuels-Vehicles (FFV) gewichen, da man sich die Flexibilität der Tankmöglichkeiten von Alkohol und Benzin erhalten will. In der Vergangenheit hatte es Probleme mit der Versorgung der reinen Alkoholfahrzeuge gegeben, die viele Nutzer abgeschreckt haben (vgl. DÜNCKMANN 2000). Es kommen auch Probleme der Lagerung des Alkohols und der Infrastruktur hinzu. So müssen spezielle Fahrzeuge gebaut und eine eigene Infrastruktur aufgebaut werden. Die reinen Ethanol-Autos stellen keinen potenziellen Markt in Europa dar.

### *E-85/FFV-Technologie*

Um E85, also 85% Ethanol und 15% Benzin in Fahrzeugen zu fahren, müssen diese eine Sensorik eingebaut haben, die die Mischungsverhältnisse im Tank erkennt und dann entsprechende Motoreinstellung vornimmt. Diese Fahrzeuge nennt man FFV. Es handelt sich um erprobte Serienproduktionen, also nicht um Umrüstungen wie wir sie von den Pflanzenölfahrzeugen kennen. Die Anschaffungskosten für ein FFV liegen nur minimal über dem eines normalen Benzinfahrzeuges (vgl. ERBERT 2005). Flexible bedeutet in diesem Zusammenhang, dass eine beliebige Mischung zwischen E85 und Benzin getankt werden kann. Hier liegt der große Vorteil gegenüber den reinen Alkohol-Fahrzeugen, die nur Ethanol tanken konnten und somit von

der entsprechenden Infrastruktur und damit der Versorgung mit Ethanol abhängig sind. Bei den FFV ergibt sich somit eine gewisse Unabhängigkeit, da immer am bestehenden Tankstellennetz Benzin getankt werden kann (vgl. ERBERT 2005). Zu den technischen Erfahrungen kann für den Kraftstoff E85 festgehalten werden, dass bisher eine Normierung fehlt, die Verfügbarkeit des Kraftstoffs nicht überall vorhanden ist, was auch im Zusammenhang mit der Infrastruktur (eigene Zapfsäule) zu sehen ist und dass die Kosten für E85 bisher noch nicht die Erwartungen erfüllt. Im Bereich der FFV-Technologie liegen zahlreiche Erfahrungen vor. In den USA wird diese Technologie seit über 10 Jahren eingesetzt und in Brasilien zeigt sich momentan ein wahrer Boom der FFV (vgl. Abbildung 46). Alle namhaften Hersteller haben ein oder mehrere FFV im Angebot.



**Abbildung 46: Anteil von FFV an PKW-Neuzulassungen in Brasilien (Quelle: SCHMITZ 2005B)**

In Europa hat man vor allem Schweden Erfahrungen. Hier hat man im Jahr 2002 mit einem Programm begonnen, um die E85/FFV-Technologie in den Markt zu bringen. Seit 2002 wurden über 15.000 FFV-Fahrzeuge verkauft. Saab und Volvo werden ebenfalls ein FFV auf dem schwedischen Markt anbieten. Die Erfahrungen mit der FFV-Technologie zeigen, dass sich keine zusätzlichen Garantiekosten für die Fahrzeughersteller ergeben. Ebenso ist der Wiederverkaufswert der Fahrzeuge nicht unterschiedlich zu normalen Benzin-Fahrzeugen. Allerdings ist ein Mehrverbrauch der Fahrzeuge von bis zu 30% zu beklagen, wobei sich eine um 5% höhere Motorleistung ergibt. Die Abgasnormen für Euro IV können eingehalten werden und ein zusätzlicher Ölwechsel bei 10.000km wird empfohlen (vgl. ERBERT 2005). Insgesamt bietet die gesamte Technologie noch erhebliches Innovationspotenzial. Der Aufbau einer Tank-

infrastruktur scheint einer der wichtigsten Grundsteine für eine erfolgreiche Einführung der FFV-Technologie zu sein. Hier kann man auf Erfahrungen aus Schweden zurückgreifen, die auch in das Flottenprojekt des MUNLV eingeflossen sind. In Deutschland ist die FFV-Technologie bisher noch überhaupt nicht bekannt, was wahrscheinlich auch mit der bisher geringen Ethanolproduktion zusammenhängt. Wenn Europa zum Ethanolproduzenten wird, dann sollte wie in den anderen großen Ethanolproduzentenländern der Einführung der FFV-Technologie nichts mehr im Wege stehen. Allerdings ist hier das partnerschaftliche Zusammenwirken von Herstellern, Verteilern, Flotten und der Politik erforderlich. In Deutschland hält sich die Autoindustrie mit der Einführung der FFV zurück. Ein Grund könnte die Angst sein, dass mit einer neuen Technik die Anfälligkeit der Fahrzeuge für Störungen steigt und dass dies in einem deutschen Markt nicht gewollt ist. Fakt ist, dass alle namhaften Hersteller in Brasilien und den USA FFV anbieten. Hier muss abgewartet werden wie sich die Automobilindustrie entscheiden wird. Wahrscheinlich ist, dass Ford mit dem Ford Focus als erster ein FFV in Deutschland anbieten wird. Ebenso ist die Mineralölwirtschaft bei der Einführung des E85 sehr zurückhaltend, im Gegensatz zu den Entwicklungen in Schweden. In Deutschland zeigt allerdings der freie Mineralölhandel Interesse (vgl. ERBERT 2005).

#### *E5 und ETBE*

Will man Ethanol in großen Mengen in den Markt bringen, dann bietet sich eine Beimischungen (Blending) von Benzin mit Ethanol durch die Mineralölindustrie an. Die europäische DIN-Norm EN 228 für Ottokraftstoffe erlaubt eine 5%-ige Beimischung von Ethanol und eine 15%-ige Beimischung des Additivs ETBE (siehe WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER 2004). In Deutschland führt eine 5%-ige Beimischung von Ethanol zu einem Marktpotenzial von 1,7 Mio. m<sup>3</sup>. In Deutschland gibt es massive Vorbehalte gegen den Einsatz von E5 von Seiten der Mineralölindustrie, die vor allem technisch begründet sind (SCHMITZ 2005A).

## ■ Blendverhalten von Ethanol/Benzin-Gemischen

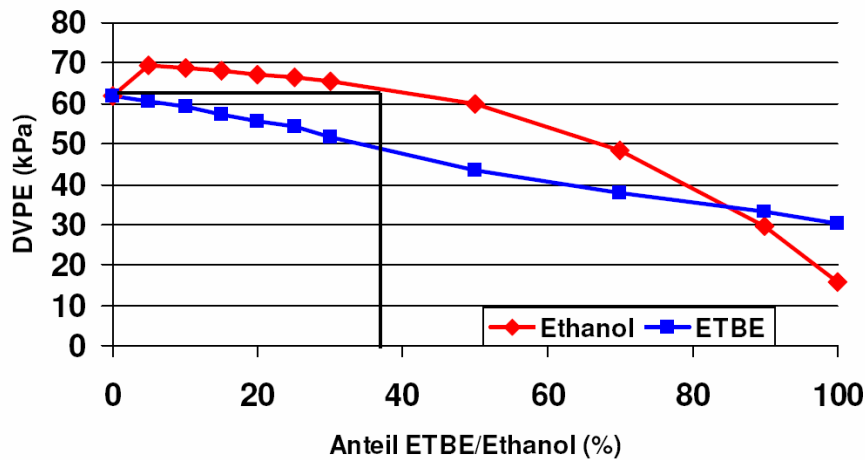


Abbildung 47: Dampfdruckproblematik: Blendverhalten von Ethanol und ETBE (Quelle: GUDERJAHN 2004)

Die Abbildung 47 zeigt, dass das Blendverhalten von Ethanol und ETBE sehr unterschiedlich ist. Während beim Blenden von ETBE von Anfang an der Dampfdruck (also die Kraftstoffflüchtigkeit) des Gemisches abgesenkt werden kann, kommt es beim Blenden von Ethanol zu einer Dampfdruckanomalie. Im Bereich der geringen Zumischungen von Ethanol zum Benzin steigt der Dampfdruck rapide an und übersteigt damit in den Sommermonaten die von der europäischen Kraftstoffnorm geforderten 60kPa (in den Wintermonaten sind 70kPa gefordert, die aber eingehalten werden können). Erst beim Blenden von größeren Anteilen Ethanols sinkt der Dampfdruck wieder unter den geforderten Grenzwert. Eine Initiative der Bundesländer Brandenburg und Sachsen-Anhalt im Bundesrat zur Änderung der Kraftstoffnorm scheiterte. Eine Änderung der Kraftstoffnorm erfordert im Regelfall einen langfristigen Prozess. Die Mineralölwirtschaft hat im Jahr 2004 einen Feldversuch zum Thema Beimischung gestartet. Die Erkenntnisse werden die weitere Entwicklung entscheidend beeinflussen (SCHMITZ 2005A). Zwei weitere Probleme kommen von Seiten der Mineralölwirtschaft hinzu.

### 1) Swap-Praxis

In der Mineralölwirtschaft tauschen die einzelnen Konzerne Kraftstoffe untereinander aus. Somit bedarf die Einführung von E5-Blends einer abgestimmten Vorgehensweise in der gesamten Mineralölindustrie. Ansonsten könnte es zu einer ungewollten Dampfdruckanomalie kommen, da gerade die Sprünge in der Dampfdruckproblematik in den unteren Mischungsverhältnissen besonders groß sind.



## 2) Benzin- Überkapazitäten

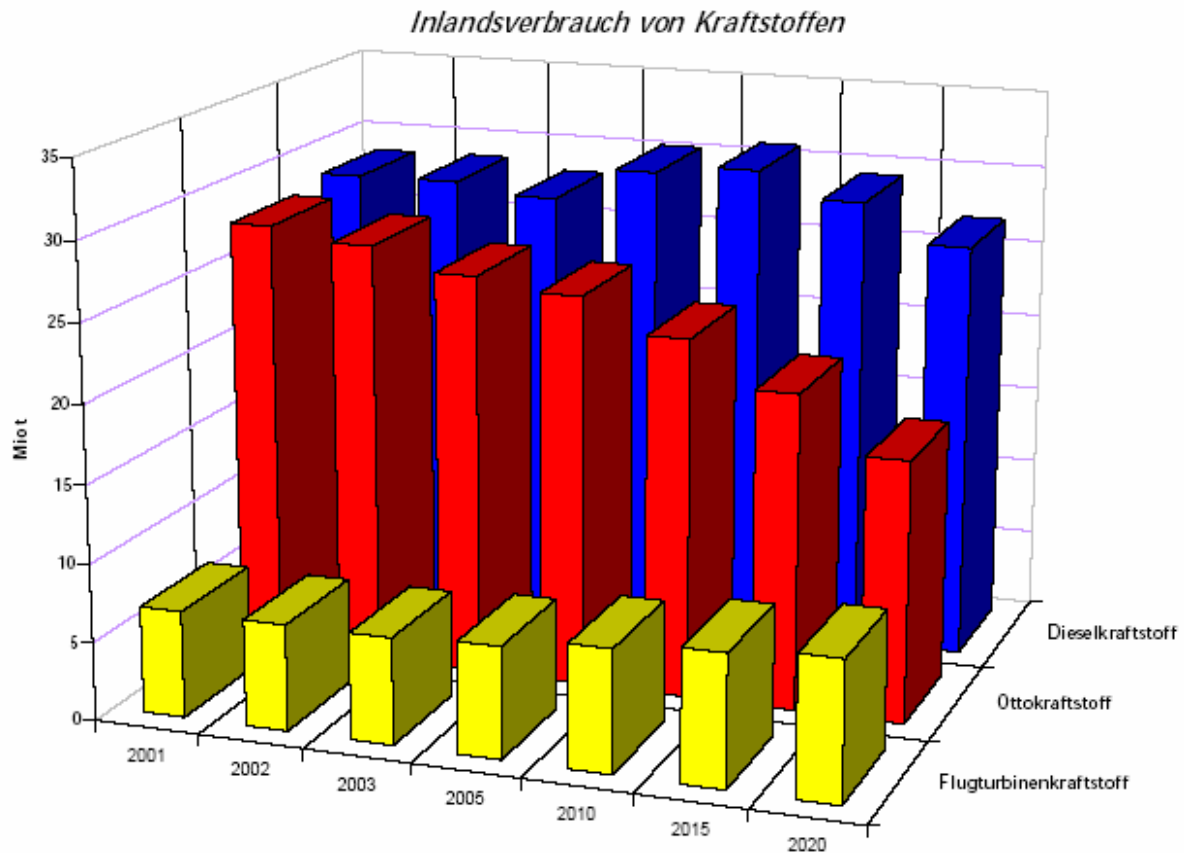


Abbildung 48: Entwicklung des Kraftstoff-Marktes in Deutschland (Quelle: [www.mwv.de](http://www.mwv.de))

Besonders im Benzinmarkt hat die Mineralölindustrie ein begrenztes Interesse Bioethanol einzusetzen, denn der europäische und damit auch der deutsche Markt für Benzin ist ‚long‘, d.h. es besteht ein Überangebot. Da die verschiedenen Derivatanteile beim Raffinerien nicht beliebig variiert werden können, kommt es zu einem Überangebot an Benzin. Europa exportiert heute schon einen Teil des produzierten Benzins in Länder, in denen der Markt noch ‚short‘ ist, z.B. in die USA. Die Gewinnmargen sind dabei allerdings aufgrund der Transportkosten gering. Diese Benzinüberhänge werden sich aufgrund der starken Zunahme der Dieselfahrzeuge in der Zukunft noch verschärfen (vgl. Abbildung 48). Eine Beimischung von Ethanol in Form des Kraftstoffzusatzes ETBE würde hingegen kein Problem darstellen, da es zu keiner Volumenerhöhung des „schwer“ zu vermarktenden Benzins führen würde (BREUER 2004, S.53).

### *ETBE*

Im Gegensatz zur direkten Beimischung hat der Einsatz von ETBE den großen Vorteil, dass es aus technischer Sicht unproblematisch ist und von der Mineralölindustrie allgemein akzep-

tiert ist (vgl. SCHMITZ 2005A). Die komplette Umstellung von MTBE-Anlagen auf ETBE-Anlagen in Deutschland ist abgeschlossen. Momentan werden in Deutschland rund 600.000 t MTBE/ETBE pro Jahr an folgenden Standorten produziert:

- Köln: 31
- Heide: 12
- Karlsruhe: 163
- Marl: 214
- Schwedt: 80
- Vohburg: 37
- Wesseling: 65

(Angaben in 1000t/a; Quellen: <http://www.abengoabioenergy.com/feature.cfm?page=7&lang=1>; [http://www.efoa.org/supply\\_demand.html](http://www.efoa.org/supply_demand.html))

Nimmt man an, dass ETBE zu 47% aus Ethanol und zu 53% aus Isobutylene besteht, dann ergibt sich aus der Umstellung aller MTBE-Anlagen auf die Produktion von ETBE in Deutschland ein Bedarf an Ethanol von ca. 350.000 m<sup>3</sup> pro Jahr. Eine Erweiterung der Kapazitäten wird von der Mineralölindustrie eher kritisch bewertet (VGL. SCHMITZ 2005A). Neben den erforderlichen Investitionen in die Veretherungskapazitäten ist auch die Verfügbarkeit der Isobutylene als limitierend anzusehen (vgl. GUDERJAHN 2004).

#### *Ethanol in Diesel*

In Deutschland ist im Rahmen der Feinstaub-Diskussion auch die Möglichkeit der Beimischung von Ethanol zum Diesel diskutiert worden. Auf dem FNR-Kongress „Bioethanol als Kraftstoffe“ am 2. Mai 2005 in Bonn präsentierte sich die amerikanische Firma O2Diesel™, die schon seit vier Jahren kommerzielle Erfahrungen mit Ethanol-Dieselmotoren in den USA und Brasilien hat (vgl. RETHWILM 2005). Der entwickelte O2Diesel™ besteht zu 7,7% aus Ethanol, 0,6% O2-Additiv und zu 91,3% aus Dieselmotoren. Der O2Diesel™ erreicht Premium Kraftstoffqualität und ist preislich wettbewerbsfähig (vgl. RETHWILM 2005). Er weist im Gegensatz zum Mineralöldiesel eine Reduktion von 20 bis 45% der Feinstaub-Partikel auf. Auch die Emissionen im Bereich Stickoxide, CO und Rauch können merklich reduziert werden. Der Einsatz des neuen Diesels wäre vor allem für größere Flotten (Kurierfirmen, Speditionen, städtische und öffentliche Flotten) interessant. In Deutschland ist ein Einsatz aber aufgrund der DIN-Norm nicht möglich. In Brasilien wird momentan an der Entwicklung von Ethanol-Dieselmotoren geforscht (vgl. SCHMITZ 2005A).

#### **Fazit**

Fasst man die geschilderten Sachverhalte zusammen, so ist davon auszugehen, dass sich kurzfristig nur die ETBE-Produktion als gesichertes Ethanol-Absatzpotenzial realisieren lässt.

Damit ist das Absatzpotenzial kleiner als allgemein angenommen. Schafft man bei der Dampfdruckproblematik einen Durchbruch, dann werden auch die anderen Schwierigkeiten der E5-Blends gelöst werden, denn der Einsatz von Ethanol verspricht bei der momentanen 100%-igen Steuerbegünstigungen gute Gewinnspannen (siehe Tabelle 17). Mit der Absicht der Einführung des Beimischungszwangs (ab 01/2007: 2% Ethanol zum Benzin; ab 2010 3% Ethanol) wird sich die Absatzproblematik des Ethanols in Deutschland entschärfen.

**Tabelle 17: Gewinnspanne beim Einsatz von Ethanol (Quelle: HENKE 2005B)**

	<b>Benzin (€/l)</b>	<b>Ethanol (€/l)</b>
Verbraucherpreis	1,18	1,18
Einkaufspreis	0,27	0,5 bis 0,7
Mehrwertsteuer	0,1627	0,1627
Mineralölsteuer	0,655	0
Distributionskosten	0,05	0,05
Beimischungskosten	0	0,02
<b>Gesamt</b>	<b>1,1377</b>	<b>0,7323 bis 0,9323</b>
<b>= Gewinnspanne</b>	<b>0,0423</b>	<b>0,2473 bis 0,4473</b>
Geringerer Energiewert des Ethanols beachten		

E85 als Kraftstoff wird sich eher in regionalen Konzepten durchsetzen, wenn alle Akteure eine Kooperation ermöglichen. Allerdings werden hier nur kleinere Mengen abgesetzt werden können.

#### *Angebotsentwicklung des Bioethanols in Deutschland*

Nimmt man die gesicherten Absatzmöglichkeiten durch die Umstellung auf ETBE, dann ergibt sich ein Bedarf von ca. 350.000m<sup>3</sup> Bioethanol pro Jahr in Deutschland. Würde die ETBE-Produktion in geringem Maße ausgedehnt werden, könnten wir von einem maximalen Gesamtbedarf von 500.000 m<sup>3</sup> ausgehen.

Der deutsche Ethanolmarkt ist geprägt durch das Branntweinmonopol und damit durch kleine und mittelgroße Erzeuger. Im Jahr 2004 wurden etwa 270.000 m<sup>3</sup> in Deutschland durch diese Strukturen produziert. Das Ethanol wird in den traditionellen Bereichen abgesetzt. Die kleinen und mittelgroßen Brennereien untersuchen derzeit die Möglichkeit, auch in den Bioethanol-Markt (Ethanol als Kraftstoff) einzusteigen. Eine erste Machbarkeitsstudie hat die großen

Synergien von einer landwirtschaftlichen Brennerei und der Verwendung der anfallenden Schlempe in einer Biogas-Anlage gezeigt (WETTER UND BRÜGGING 2004). Zwar kann ein geschlossener Stoff- und Geldkreislauf erzeugt werden, aber es zeigen sich noch zwei wesentliche Probleme. Zum ersten muss die Wirtschaftlichkeit noch um einiges verbessert werden und zum anderen müsste eine zentrale Absolutierungsanlage gebaut werden, da sich die Absolutierung in kleineren Anlagen nicht rechnet. Hier wird momentan eine zweite anschließende Machbarkeitsstudie von Prof. Wetter (FH Münster) erstellt, die genau diesen Sachverhalt für die landwirtschaftlichen Brennereien prüfen soll. Wichtiger für die Entwicklung des Angebots sind aber die drei Großanlagen, die momentan in den neuen Bundesländern entstehen. Sie produzieren alleine jährlich ca. 500.000 m<sup>3</sup> Ethanol, der ausschließlich im Bereich der Kraftstoffe eingesetzt wird (vgl. Tabelle 18).

**Tabelle 18: Große Bioethanol-Projekte in Deutschland (Quelle: WEBER 2004, GUDERJAHN 2004, KUHN 2005)**

Standort	Betreiber	Invest. [Mio. €]	Rohstoffe [t]	Bio-Ethanol [m <sup>3</sup> ]	Koppel- produkte [t]	Arbeitsplätze
Zeitz	Südzucker AG	185	700.000 Weizen	260.000	260.000 DDGS	>100
Schwedt	Nordbrandenburger BioEnergie (Sauter-Gruppe)	50	600.000 Roggen	150.000	200.000 DDGS 400.000 WDG	100
Zörbig	Mitteldt. BioEnergie (Sauter-Gruppe)	40	300.000 Roggen	80.000	100.000 DDGS 200.000 WDG	70

Die Menge entspricht also genau dem Bedarf, der sich aus der Umstellung der ETBE-Anlagen ergibt. Somit decken die Anlagen in den neuen Bundesländern auch den Bedarf der ETBE-Anlagen in NRW. Kommt es zu einer Nachfragesteigerung von Ethanol aufgrund von politischen Maßnahmen (Biokraftstoff-Quoten-Gesetz), sind schon folgende Anlagen in der Planung:

- Nordzucker: Klein-Wanzleben (Sachsen-Anhalt): 130.000m<sup>3</sup> (Rüben und Weizen)
- Luirgi AG, Rostock (Hafen): 100.000t/a (Weizen)
- Produktionsausdehnung der Südzucker in Zeitz um 100.000m<sup>3</sup> auf 360.000m<sup>3</sup> und in Ungarn von 60.000m<sup>3</sup> auf 160.000m<sup>3</sup>, sowie den Bau einer weiteren Bioethanol-Anlage in Wanze Belgien (300.000m<sup>3</sup>).

(Quelle: [www.fnr.de](http://www.fnr.de); [www.nachwachsende-rohstoffe.info](http://www.nachwachsende-rohstoffe.info))

## **Rahmenbedingungen des Bioethanols in Europa**

### *Klimaschutz: Schlechte Energie- und Klimaschutzbilanzen des Ethanols in Europa*

Aus Sicht der Energiepolitik ist Bioethanol als Chance zur Reduktion der Energieimportabhängigkeit zu sehen. Denn im Gegensatz zu manchen Energiebilanzen aus den USA (vgl. PIMENTEL 2003) sind die Energiebilanzen von Bioethanol made in Germany sicherlich positiv (vgl. SCHMITZ 2005B). Allerdings ist anzumerken, dass Bioethanol auf Getreidebasis unter den Biokraftstoffen zu den teuersten Varianten der Klimaschutzoptionen gehört und so stellt HENKE ET AL. 2005 zu Recht die Frage, ob Bioethanol in Europa wirklich eine klimapolitische Option ist? Die Klimabilanzen sprechen ein deutliches Bild (trotz Transport), obwohl man die Bilanzen aus Brasilien stellenweise etwas kritisch sehen muss. Nichtsdestotrotz sind die Energie- und Klimabilanzen wesentlich besser gegenüber in Europa hergestelltem Ethanol (vgl. IFEU 2004).

### *Innereuropäischer und angrenzender Ethanolmarkt*

In Zukunft wird der innereuropäische Konkurrenzdruck zunehmen. Vor allem mit der Veränderung der Regional- und Strukturförderung der EU wird sich der Anlagenbau in Richtung Osten verlagern. Momentan werden in den Getreideüberschuss-Regionen in den neuen Beitrittsländern neue Bioethanol-Anlagen oder Erweiterungen projektiert. Diese werden, wie bereits erwähnt, von den Investitionsbeihilfen profitieren, aber auch von den billigeren Rohstoffkosten. Die Option der Produktion von Ethanol als sinnvoller Absatzkanal von EU-Überschuss-Getreide kann als agrarpolitische Maßnahme auch mit Blick auf die anstehende Diskussion um die Getreide-Intervention an Bedeutung gewinnen. Momentan fließen große Mengen Getreide (v.a. in Ungarn, Polen und Tschechien) in die Intervention (vgl. ERNÄHRUNGSDIENST 2006).

## **Handels- und entwicklungspolitische Rahmenbedingungen des Bioethanols**

### *WTO-Verhandlungen*

Die Vorgaben der WTO-Verhandlungen sind der Abbau der Beschränkungen der Marktzugänge und der Zölle. Momentan liegt der EU-Einfuhrzoll für vergällten Alkohol bei 10,2ct/l und für unvergällten bei 19,2ct/l. Bei den WTO-Verhandlungen müsste Ethanol als sensibles Gut eingestuft werden, um einen Abbau der Zollsätze zu verhindern. Allerdings wurde von der EU schon angeboten, auch bei diesen Produkten einem Zollabbau zuzustimmen. Kommt es zu einem Zollabbau, wird die Konkurrenzfähigkeit der europäischen Ethanolproduktion sinken.

### *Mercosur-Verhandlungen*

Die EU-Kommission hatte den Mercosur-Staaten (Brasilien, Argentinien, Paraguay und Uruguay) in Verhandlungen angeboten, bis zu 1 Mio. t Ethanol zollfrei in die Europäische Union

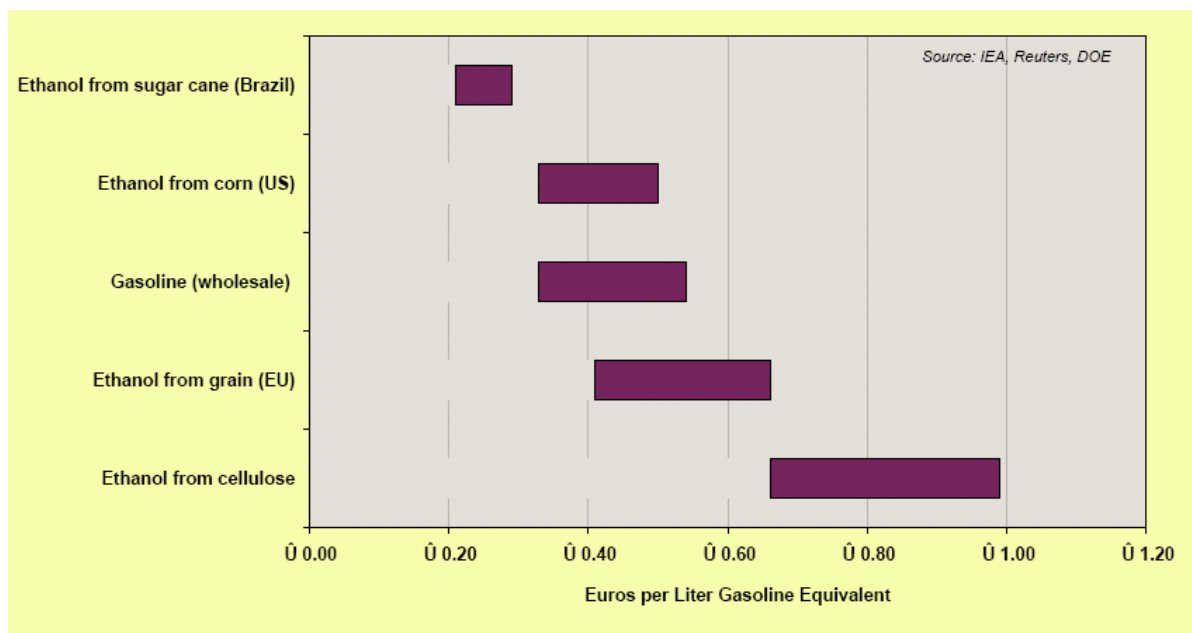
einführen zu dürfen. Die Verhandlungen sind im Oktober 2004 ohne Einigung abgebrochen worden. Momenten laufen Gespräche, um die Verhandlungen wieder aufzunehmen. Es kann nicht abgeschätzt werden, wann und wie eine Einigung aussehen kann. Es zeigt sich aber, dass die europäische Kommission gewillt ist, Importe aus Brasilien zuzulassen, um sich im Gegenzug Exportmärkte für Industriegüter, Dienstleistungen und Investitionen zu sichern. Neben diesen wirtschaftspolitischen Argumenten sind noch weitere Argumente anzuführen, warum die Kommission auch in Zukunft den Import von brasilianischem Ethanol unterstützen will (vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006).

#### *Entwicklungspolitische Ziele der Biokraftstoffe in Europa*

Die EU-Strategie für Biokraftstoffe legt besonderen Wert auf die Entwicklungsmöglichkeiten der Entwicklungsländer durch Biokraftstoffe. Hierzu soll der Handel mit Biokraftstoffen aus Drittländern gefördert werden (vgl. Kapitel 3.1.2.4). Besonders die durch die Zuckermarktordnung betroffenen AKP-Länder sollen beim Aufbau einer nachhaltigen Bioethanol-Produktion unterstützt werden. Ebenso wird im Rahmen des Everything-but-arms-Abkommen den LDC-Staaten Zugang zu den europäischen Märkten verschafft werden. Beide Ländergruppen haben im Rahmen von Präferenzabkommen bald zollfreien Zugang zum europäischen Markt (siehe Anhang EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006).

#### **Exkurs Brasilien: Weltkostenführer bei Ethanol mit großen Expansionspotenzialen**

Zahlreiche Publikationen haben sich mit der scheinbar übermächtigen Konkurrenz aus Brasilien beschäftigt. Zu nennen sind hier HENNIGES UND ZEDDIES 2003, WEBER 2004, SCHMITZ 2005A, SCHMITZ 2005B UND 2005A.



**Abbildung 49: Ethanol aus Zuckerrohr billiger als Benzin (Quelle: WorldWatch Institute 2006)**

Abbildung 49 verdeutlicht, dass Bioethanol aus Zuckerrohr in Brasilien auch ohne staatliche Eingriffe konkurrenzfähig ist. In Europa müssen die höheren Produktionskosten durch staatliche Förderung ausgeglichen werden. Brasilien ist mit Abstand der Weltkostenführer bei der Ethanolherzeugung und damit um ein vielfaches besser als die junge europäische Bioethanol-Industrie. Dabei bleibt anzumerken, dass die brasilianische Ethanolindustrie 30 Jahre Entwicklungsvorsprung hat und die daraus resultierenden Lernkurveneffekte beachtlich sind (vgl. SCHMITZ 2005B).

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Marktpreise von brasilianischem Ethanol frei Raffinerie in Deutschland.

**Tabelle 19: Marktpreise von Ethanol aus Brasilien (Quelle: WEBER 2004)**

	Henniges (ohne Gewinn)	AFTA	Berechnungen Weber (mit Gewinn)
Produktionskosten	13,64	16,50	17,21
Transport Brasilien	1,67	1,50	1,50
<b>FOB Sao Paulo</b>	<b>15,31</b>	<b>18,00</b>	<b>18,71</b>
Transport und Versicherung	4,17	4,00	4,00
<b>CIF Rotterdam</b>	<b>19,48</b>	<b>22,00</b>	<b>22,71</b>
Einfuhrzölle	19,20	19,20	19,20
Transport EU	1,00	1,50	1,50
<b>Marktpreis pro Liter BRD</b>	<b>39,68</b>	<b>42,70</b>	<b>43,31</b>

Heute wird in Brasilien jeweils die Hälfte des Zuckerrohrs für Zucker- und Ethanolproduktion verwendet (vgl. SCHMITZ 2005A). Es gibt eine sehr enge Verknüpfung zwischen der Bioethanol- und der Zuckerproduktion, im Gegensatz zu Europa. So gibt es mehr als 300 Betriebe, die Ethanol produzieren, wobei 60% Zucker und Bioethanol und 40% nur Ethanol produzieren (vgl. WEBER 2004). Eine Reihe weiterer Anlagen sind in Planung und/oder im Bau. Der große Vorteil der brasilianischen Ethanolproduktion liegt in der Flexibilität. Je nach Weltmarktlage kann die Produktion in Richtung Zucker oder Ethanol gesteuert werden. Allerdings kann man hier auch eine Gefahr für die Liefersicherheit von Ethanol nach Europa sehen. Denn wird der Zuckermarkt interessanter (und durch die EU-Zuckermarktreform wird sich enormes Exportpotenzial für die brasilianische Zuckerindustrie ergeben) wird dieser Markt vor dem Ethanolmarkt bedient. Dieser Sachverhalt hat in der Vergangenheit schon einmal zu Problemen beim PROALCOOL-Programm geführt. Es wurde Zucker erzeugt, um vom gestiegenen Weltmarktpreis zu profitieren. Darauf ergaben sich Versorgungsengpässe bei den reinen Alkoholtankstellen in Brasilien (vgl. DÜNCKMANN 2000).

Die Fläche, die für eine zukünftige Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Brasilien zur Verfügung steht, ist beachtlich. Das brasilianische Landwirtschaftsministerium geht

davon aus, dass insgesamt eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 320 Mio. ha zur Verfügung steht, wobei die FAO von nur 265 Mio. ha ausgeht (vgl. SCHMITZ 2005A). Momentan werden allerdings nur rund 53 Mio. ha dieser Fläche in Anspruch genommen. Und davon sind nur 10% mit Zuckerrohr bepflanzt (SCHMITZ 2005A). Hier zeigt, sich welches Potenzial noch in diesem Land liegt. Momentan konzentriert sich 85% des Zuckerrohranbaus auf die Centro/Sul-Region. Der Rest wird im Nordosten, dem traditionellen Zuckerrohranbaugbiet angebaut. SCHMITZ 2005B fasst die Vor- und Nachteile der brasilianischen Ethanolproduktion sehr übersichtlich zusammen (vgl. Abbildung 50).

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Global ist Brasilien in einer führenden Kostenposition bei der Herstellung von Ethanol. Wettbewerbsfähig mit fossilen Kraftstoffen</li> <li>– Weltweit führender Exporteur von Ethanol</li> <li>– Große Kapazitäten und Kapazitätsreserven</li> <li>– Langjährige Produktionserfahrungen</li> <li>– Weitere Produktivitätssteigerungen von 1-2% p.a. erwartet</li> <li>– Bioethanol bereits seit fast 30 Jahren im Lande verwendet</li> <li>– Wachsende Nachfrage im Heimatmarkt aufgrund von Änderungen in der Fahrzeugflotte (Flexible Fuel)</li> <li>– Sehr gute Energie- und Treibhausgasbilanzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Produktionsvolumen abhängig von der Entwicklung des Weltzuckemarktes. Markt ist volatil</li> <li>– Produktionsvolumen in erheblichem Maße abhängig von Wetterbedingungen</li> <li>– Am Markt erzielte Preise teilweise nicht kostendeckend</li> <li>– Leistungsfähigkeit der Produzenten stark unterschiedlich ausgeprägt</li> <li>– Hohe Logistikkosten, logistische Probleme</li> <li>– Langfristige Auswirkungen der Monokulturen unklar</li> <li>– Kapital für Ausbau der Kapazitäten nur bedingt vorhanden</li> </ul>

**Abbildung 50: Stärken und Schwächen der brasilianischen Ethanolproduktion (Quelle: SCHMITZ 2005B)**



### Bioethanol aus lignocellulosehaltiger Biomasse als mittelfristige Konkurrenz

Neben der Konkurrenz der Produktion von Ethanol aus Zuckerrohr entwickelt sich eine andere Technologie, die der europäischen Ethanolproduktion auf Getreidebasis mittelfristig zur Konkurrenz werden könnte. Die Ethanolherstellung auf Basis von lignocellulosehaltiger Biomasse (in Europa vor allem Stroh und Holz) könnte langfristige sehr große Kostenvorteile gegenüber der Ethanolerzeugung auf Getreidebasis bringen (siehe Tabelle 20).

**Tabelle 20: Internationale Kostenabschätzung für die Produktion von Bioethanol in großen Anlagen**  
(Quelle: FAULSTICH ET AL. 2004)

	Bioethanol aus Getreide		Bioethanol aus LCB		
	Deutschland	USA	USA	USA [10] Zukunfts- Szenario nach 2010	Niederlande
Rohstoff	Weizen	Mais	Pappelholz	Pappelholz	Landschafts- pflegegras (20 €/Mg)
<b>Kapazität</b>	<b>2 Mio. hl/a</b>	<b>0,53 Mio. hl/a</b>	<b>1,9 Mio. hl/a</b>	<b>3,3 Mio. hl/a</b>	<b>1,9 Mio. hl/a</b>
Rohstoffbedarf	k.A.	k.A.	2000 Mg/d	2000 Mg/d	1,3 Mio. Mg/a
Investment	k.A.	k.A.	234 Mio. \$	159 Mio. \$	313 Mio €
<b>Kapitaldienst</b>	<b>0,06 \$/l</b>	<b>0,04 \$/l</b>	<b>0,177 \$/l</b>	<b>0,073 \$/l</b>	<b>0,37 €/l</b>
<b>Betriebskosten</b>	<b>0,21 \$/l</b>	<b>0,14 \$/l</b>	<b>0,104 \$/l</b>	<b>0,112 \$/l</b>	<b>0,60 €/l</b>
Enzyme			---	k.A.	0,51 €/l
Arbeit	0,01 \$/l	0,03 \$/l	0,013 \$/l	0,008 \$/l	
Instandhaltung			0,024 \$/l	0,010 \$/l	
Steuer, Versich.			0,018 \$/l	0,007 \$/l	
übrige	0,20 \$/l	0,11 \$/l	0,049 \$/l	0,028 \$/l	0,09 €/l
<b>Rohstoffkosten</b>	<b>0,28 \$/l</b>	<b>0,21 \$/l</b>	<b>0,097 \$/l</b>	<b>0,059 \$/l</b>	<b>0,06 €/l</b>
<b>Erlöse</b> (Koppelprod./ Strom)	<b>-0,07 \$/l</b>	<b>-0,07 \$/l</b>	<b>-0,019 \$/l</b>	<b>---</b>	<b>-0,11 €/l</b>
<b>Gesamtkosten</b>	<b>0,48 \$/l</b>	<b>0,32 \$/l</b>	<b>0,36 \$/l</b>	<b>0,019 \$/l</b>	<b>0,92 €/l</b>

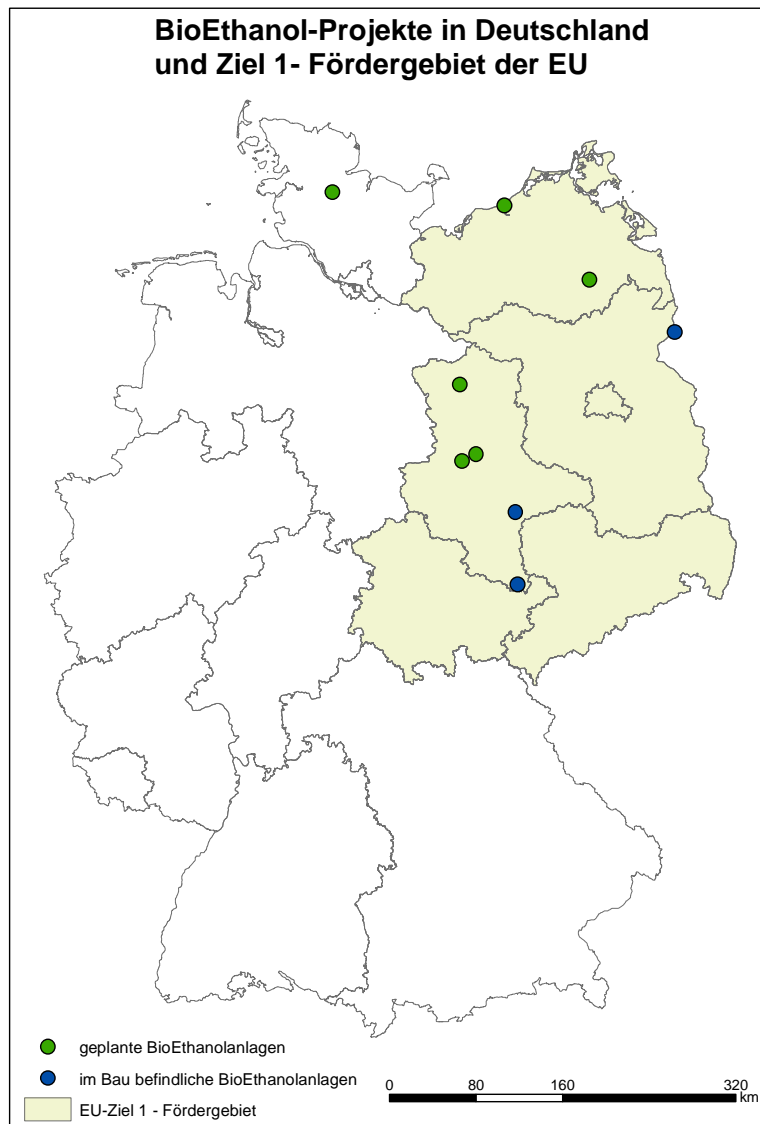
(Angaben in € bzw. \$ pro Liter)

In den USA werden erhebliche Forschungsanstrengungen in dieser Richtung unternommen (vgl. SCHMITZ 2003). Eine Kostenreduktion auf 20\$/l bis zum Jahr 2015 wird angestrebt. Die kanadische Firma IOGEN ([www.iogen.ca](http://www.iogen.ca)) hat bereits in Kanada die erste Ethanolanlage auf

Strohbasis in Betrieb genommen. Sie arbeitet mit der Mineralölfirma Shell und der Volkswagen AG an der weiteren Entwicklung der Technik und ist momentan auch in Deutschland auf der Suche nach geeigneten Standorten (vgl. HLADIK 2005). Hier könnten vor allem die großen Getreide-Regionen mit Überschüssen an Stroh in Frage kommen. Hier wäre das Rheinland ein geeigneter Standort, allerdings haben auch hier die neuen Bundesländer (großstrukturierte Betriebe, Investitionsbeihilfen für den Anlagenbau und geringere Opportunitätskosten der Strohnutzung) Standortvorteile.

**Fazit: Bioethanol in NRW**

Eigentlich sind die Standortvoraussetzungen am Standort Jülich sehr gut. Neben der guten Lage in den Rohstoffzentren (Zuckerrüben und Winterweizen) ist die Nähe von drei möglichen ETBE-Anlage in NRW zu erwähnen. Trotzdem wäre eine Investition im Bereich der Bioethanol-Produktion mit erheblichen Unsicherheiten belastet. Am schwersten wiegen hier die nicht vorhandenen Investitionsbeihilfen, die Konkurrenten in den neuen Bundesländern gewährt werden.



**Karte 31: Bioethanol-Projekte und Ziel-1-Förderung (Stand: 10/2005)**

Im Rahmen der EU-Regional- und Strukturpolitik werden die neuen Bundesländer als Ziel-1-Fördergebiete ausgewiesen (siehe Karte 31). Das bedeutet, dass bei Bioethanol-Projekten im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ eine Co-Finanzierung der Investitionen durch das Bundesland und die Europäische Union erfolgen kann. In Einzelfällen kann diese Investitionsbeihilfe 30 bis 35% ausmachen. Bei einer Bioethanol-Anlage wie sie in Zeitz von Südzucker gebaut wird, sind dies dann 44 Mio. €. Wenn eine ähnlich groß dimensionierte Anlage in NRW entstehen soll, dann müsste eine ähnlich hohe Summe vom Land NRW in Aussicht gestellt werden. Denn nur mit den massiven Beihilfezahlungen sind die ostdeutschen Bioethanol-Anlagen konkurrenzfähig und können gegen die Importe aus Brasilien bestehen. Des Weiteren sind die Opportunitätskosten der Weizenutzung in NRW aufgrund von Getreidemühlen und Futtermischwerken relativ hoch. Zudem

entsteht im Moment durch die Investitionen der Energieversorger in Biogas-Anlagen im Rheinland zusätzliche Nachfrage nach Energiepflanzen.

Die zweite gravierende Unsicherheit ist die Absatzmöglichkeit des produzierten Ethanol; der Ethanolabsatzmarkt ist nicht so groß wie allgemein angenommen. Wenn die Mineralölindustrie keine E-5 Blends anstrebt, dann bleibt nur der Absatzmarkt ETBE, und diese Kapazität ist schon durch die drei bestehenden Anlagen mehr als gedeckt. Auch die sich durch den Beimischungszwang ergebenden neuen Absatzmöglichkeiten werden durch die angekündigten Anlagen-Neubauten und –erweiterungen bereits abgedeckt. Die Option E-85 durch FFV steht erst am Beginn der Entwicklung und würde erst einmal nicht die gewünschten großen Abnehmer mit sich bringen. Hinzu kommt die massive „Bedrohung“ der deutschen Ethanol-Industrie durch Importe. Das brasilianische Ethanol ist nicht nur ökonomisch (trotz Zoll und Transport), sondern auch von den ökologischen Aspekten (GHG-Vermeidungskosten) der europäischen Ethanolproduktion überlegen. Hinzu kommen mögliche Importe aus den AKP- und LDC-Ländern.

Die Risiken der deutschen Ethanol-Produktion fasst HENNIGES 2004 wie folgt zusammen:

- Importzollsenkung im Rahmen der WTO-Verhandlungen
- Mercosur-Verhandlungen: Kontingent für die Brasilianer
- Macht der Mineralölkonzerne (abhängig von der Ausgestaltung des Beimischungszwangs!)
- Unterstützung von Ethanol aus Zuckerrohr aus klimapolitischer Sicht
- Mittelfristige Konkurrenz durch Ethanol aus lignocellulosehaltiger Biomasse.

Aufgrund der geschilderten Rahmenbedingungen ergeben sich momentan wenige Optionen für eine Ethanolproduktion im Rheinland. In der Region kommen nun die dezentralen Ansätze wie dezentrale Rapsölmühle (Fa. Schäfer in Heimbach/Vlatten) und die Produktion von Biogas zum Tragen. Neben den Projekten des Maschinenrings Rheinland West, der in zwei bis drei Biogas-Anlagen investieren will, sind vor allem die großen Energieversorger (RWE, RheinEnergie, STAWAG, Stadtwerke Düsseldorf) zu nennen, die große Anlagen errichten wollen. Weitere landwirtschaftliche Anlagen sind in Planung.

### **3.5.2 Süddeutschland: Dezentrale Rapsölgewinnung**

Mit der Fallstudie in Süddeutschland sollten die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Warum gibt es diesen Cluster der dezentralen Ölmühlen in Bayern? (vgl. Karte 32)
- Was sind die Erfolgsfaktoren?
- Kann man Ergebnisse auf NRW übertragen?

Zu diesem Zweck fand ein Forschungsaufenthalt am Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im Kompetenzzentrum Nachwachsende Rohstoffe in Straubing im April/Mai 2005 statt. Es

wurden Interviews mit Ölmüllern und weiteren Experten in Hessen, Bayern und Baden-Württemberg geführt.

### 3.5.2.1 Warum dezentrale Ölsaatenverarbeitung?

Aus der Gegenüberstellung der zentralen und dezentralen Ölgewinnungsverfahren (siehe auch Kapitel 0) lassen sich folgende Vorteile für die dezentrale Ölgewinnung ableiten (TFZ 2006):

- Schonende Verarbeitung der Ölsaaten, dadurch geringer Eintrag unerwünschter Fettbegleitstoffe in das Öl
- Umweltschonung durch den Verzicht auf den Einsatz von Lösungsmitteln (jedoch verbunden mit einer vergleichsweise geringeren Ölausbeute) und Kosteneinsparung durch das Entfallen einer technisch aufwendigen Raffination
- Geringerer Energiebedarf
- Logistikkvorteile (Einsparung von Transportwegen für Ölsaaten, Öl und Presskuchen)
- Erhöhung der Wertschöpfung für die heimische Landwirtschaft

Es kann von einem entsprechenden Mehrerlös von 3-5€/dt Rapssaat in der Landwirtschaft durch den Betrieb der dezentralen Ölmühle ausgegangen werden.

- Wirtschaften in regionalen Stoffkreisläufen
- Hohe Flexibilität, da Verarbeitung verschiedener Ölsaaten möglich

Wirtschaftliche Voraussetzung für die Ölgewinnung in Kleinanlagen ist jedoch die kontinuierliche Verfügbarkeit der Rohstoffe und der gesicherte Absatz des Rapsöls und des Kuppelproduktes Presskuchen auf den regionalen Märkten.

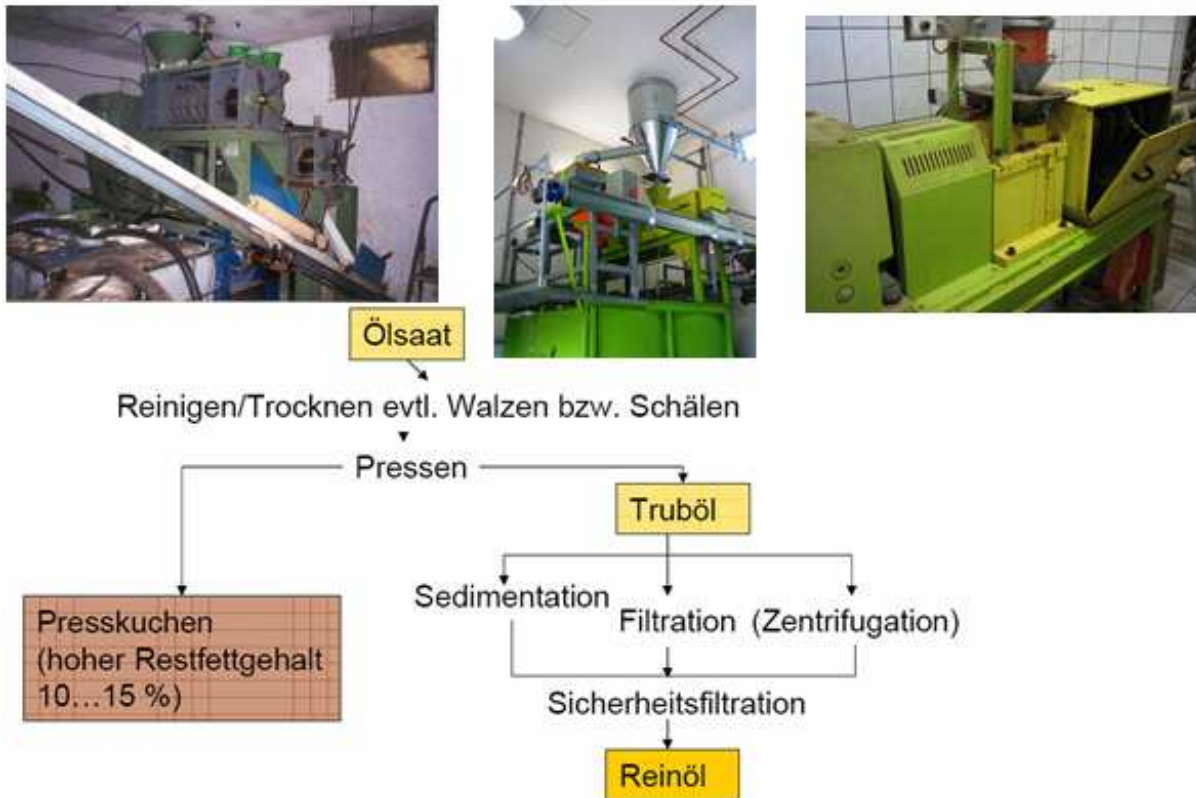
Tabelle 21 nimmt eine Gegenüberstellung von wichtigen Kriterien der zentralen und dezentralen Ölsaatenverarbeitung vor.

**Tabelle 21: Gegenüberstellung zentrale und dezentrale Ölsaatenverarbeitung (Quelle: TFZ 2006)**

Kriterium	Zentral	Dezentral
Ölgewinnungsverfahren	„heiße“ Pressung mit Lösungsmittel-extraktion	„kalte“ Pressung
Herkunft der Saat	überregional	regional
Verarbeitungskapazität [t/Tag]	bis 3.000	0,5 bis 25
Energiebedarf [GJ/t]	1,7	0,1 bis 0,5
Ölausbeute [%]	99	75 bis 85
Ölgehalt im Extraktionsschrot bzw. Presskuchen [Gew.-%]	ca. 1	ca. 14
Einfluss der Saatqualität auf die Ölqualität	mittel	hoch

### Betrieb einer dezentralen Ölmühle ist eine innerbetriebliche Aufstockung

Durch den Bau und Betrieb einer dezentralen Ölmühle werden letztlich die landwirtschaftlichen Rohstoffe (Rapssaat) veredelt. Es wird also ein weiteres Wertschöpfungsglied im landwirtschaftlichen Betrieb gehalten.



**Abbildung 51: Leichte Integrierbarkeit der dezentralen Ölmühlen in die Gebäude-Strukturen (Quelle: Eigene Fotos und GRAF UND REINHOLD 2006)**

Dabei ist zu beachten, dass im Gegensatz zu den Biogas-Anlagen mit sehr großen Massendurchsätzen sich die Logistik (Ernte, Lagerung, Reinigung) und auch die Ölpressen selbst sowohl von den baulichen Voraussetzungen wie von den Investitionskosten her im überschaubaren Rahmen halten (siehe Abbildung 51 und Abbildung 52). So liegen die optimalen Anlagengrößen bei Investitionen von rund 60.000€.

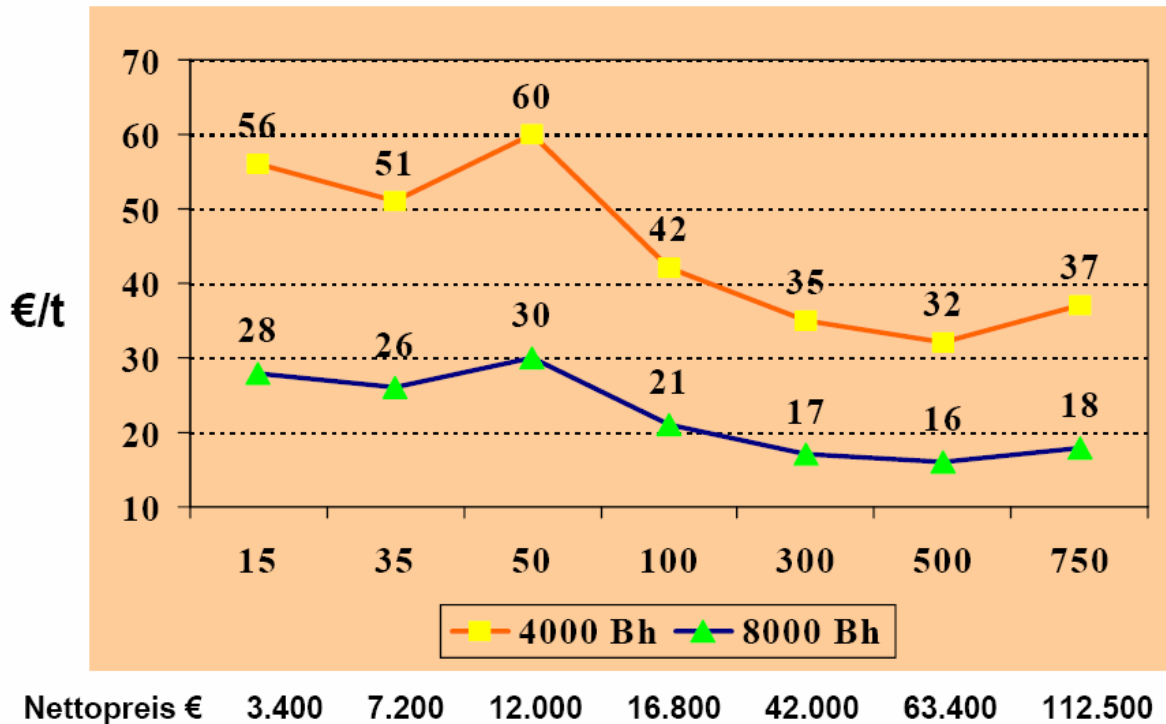
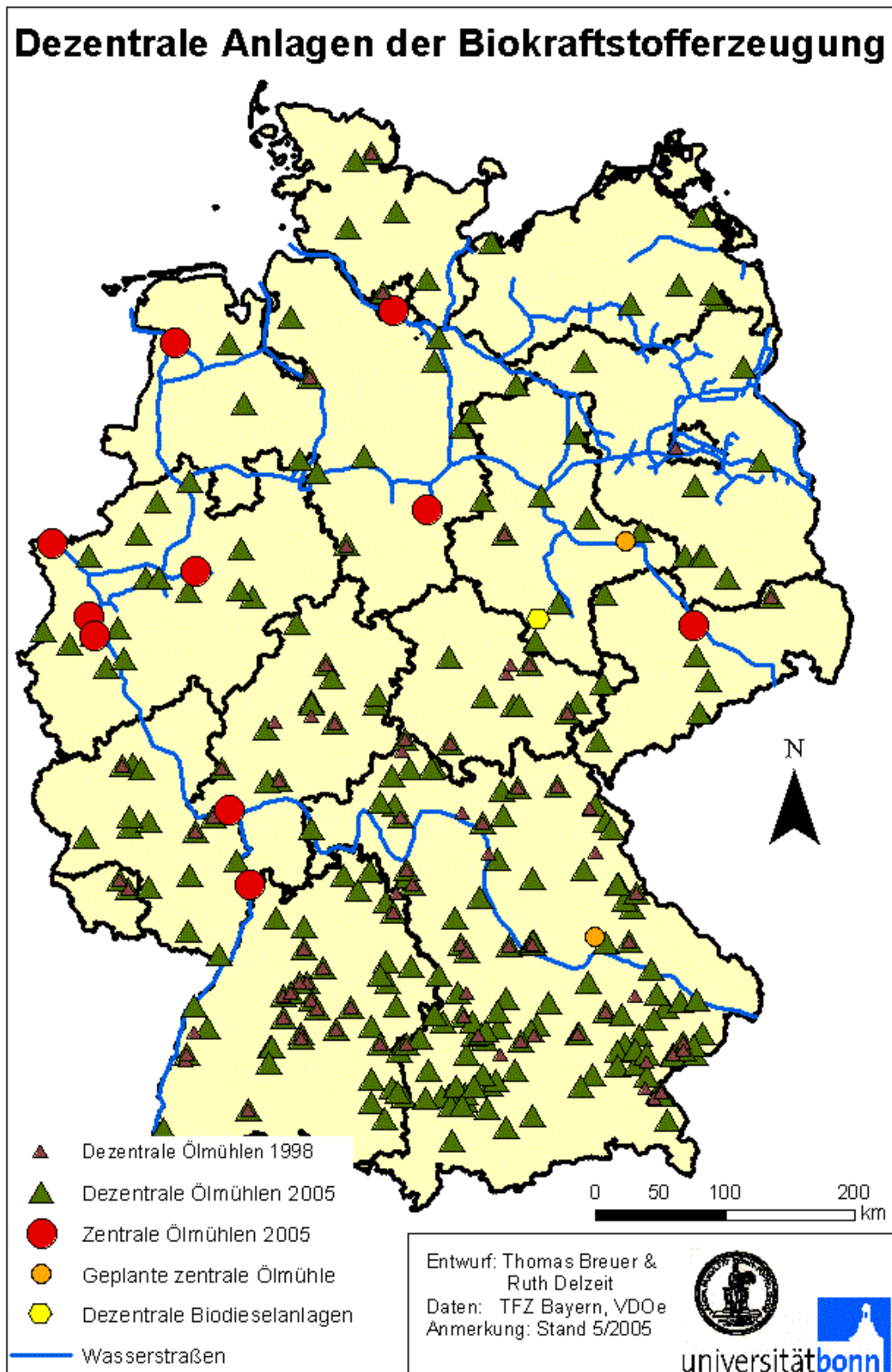


Abbildung 52: Investitionskosten für Kaltpressanlagen; spezifische Investitionen in €/t Rapssaat (Quelle: GRAF UND REINHOLD 2006)

### 3.5.2.2 Standortfaktoren: Warum gibt es nun diesen Cluster der dezentralen Ölmöhlen in Süddeutschland?

Die dezentralen Anlagen weisen höhere Produktionskosten als die zentralen Anlagen auf. Allerdings besteht hier die Möglichkeit, eine Konkurrenzfähigkeit aufgrund der Einsparung von Transportkosten und Handelsstufen zu erreichen. Fest etabliert sind die dezentralen Ölmöhlen, die im Gegensatz zu den zentralen Ölmöhlen mit einer Verarbeitungskapazität von bis zu 3000 t/Tag nur 0,5–25 t/Tag verarbeiten können (TFZ 2006, vgl. auch Kapitel 0). Durch die Einbeziehung eines weiteren Wertschöpfungsgliedes in den Betrieb, die Erzeugergemeinschaft oder den Maschinenring kann die regionale Wertschöpfung gesteigert werden. Allerdings bleibt zu beachten, dass ein gesicherter Absatz des Biokraftstoffes und vor allem des Koppelprodukts Presskuchen gesichert sein sollte. Eine Erhebung des Technologie- und Förderzentrum (TFZ) in Straubing hat gezeigt, dass die dezentralen Ölmöhlen ungefähr 10% der deutschen Ölsaatenverarbeitung bewerkstelligen. 49% der befragten Ölmöhlen gaben als Produktionsschwerpunkt die Biokraftstoffgewinnung an, wovon wiederum 58% in die Verwendung als Rohstoff für die Biodieselproduktion geflossen sind und 22% als Rapsölkraftstoff verkauft wurden (siehe TFZ 2005).



Karte 32: Dezentrale Biokraftstoff-Anlagen



Karte 32 zeigt die Verteilung der dezentralen Ölmühlen in Deutschland. Insgesamt ist für 2005 eine starke Zunahme der dezentralen Ölmühlen im Vergleich zu 1998 vor allem in Süddeutschland zu erkennen. Auch in Zukunft kann mit einer Zunahme der dezentralen Ölmühlen gerechnet werden, auch vor dem Hintergrund der geringeren Vergütung beim Agrardiesel und des Einsatzes von Pflanzenöl als Kraftstoff im ländlichen Raum und durch Speditionen. Waren im Jahr 2005 noch deutschlandweit 250 dezentrale Ölmühlen in Betrieb, so meldet der Bundesverband der dezentralen Ölmühlen für das Frühjahr 2006 schon 350 Anlagen mit einer Schlagkraft von 0,5 Mio. t (vgl. ERNÄHRUNGSDIENST 2006).

Folgende regionale Standortfaktoren der dezentralen Ölmühlen in Süddeutschland konnten durch Interviews festgestellt werden:

#### **Rohstoffnähe und Transportkosten**

Die Transportkosten stellen hier einen Standortfaktor dar. Eine Vielzahl der dezentralen Ölmühlen liegt in den (traditionellen) Rapsanbaugebieten (Bayern, Baden-Württemberg, Hessen und Thüringen). Diese Konzentration im Süden des Landes kann aber auch mit den großen Entfernungen (mit entsprechend hohen Transportkosten) zu den zentralen Ölmühlen begründet werden. Schließlich befinden sich die dezentralen und zentralen Ölmühlen in direkter Konkurrenz zueinander. Für die dezentralen Ölmühlen ist der Absatz des Koppelprodukts Presskuchen zu einem guten Preis ein entscheidendes Erfolgskriterium. Dieser lässt sich am besten in der Milchviehhaltung unterbringen.

#### **Regionale Agrarstruktur und Gunst-/Ungunslagen**

Die regionale Agrarstruktur (Größe der Betriebe und Gewinnmöglichkeit des Ackerbaus) und die außerlandwirtschaftlichen Einkommensmöglichkeiten sind wesentliche Determinanten für die Einführung von Innovationen zur Steigerung der Wertschöpfung im Betrieb. So musste in den benachteiligten Gebieten mit ungünstiger Agrarstruktur über weitere Einkommensmöglichkeiten nachgedacht werden, während in den Gunstlagen sich die Landwirte bis heute wenig Gedanken zu alternativer Wertschöpfung machen mussten.

#### **Nähe zu Technologie-Schwerpunkten: Diffusion von Innovationen**

Die starke Entwicklung der dezentralen Ölmühlen in Bayern muss auch mit der Entwicklung des Pflanzenölmotors und das damit verbundene Interesse und Know-how an der Thematik „Pflanzenöl als Kraftstoff“ in Verbindung gebracht werden. Ludwig Elsbett entwickelte vor 25 Jahren im fränkischen Hilpoltstein den ersten Pflanzenölmotor. Das Wirken Elsbetts hat bis heute noch ihren Niederschlag in der lokalen Wissenschaft, Politik und Institutionen, obwohl heute vor allem umgerüstete Standarddieselmotoren mit Pflanzenöl gefahren werden.

## **Weiche Standortfaktoren und Sozialkapital**

### *Eigenmotivation und Schlüsselpersonen*

Mit Eigenmotivation ist hier die Überzeugung der einzelnen Akteure über die Richtigkeit und langfristige Nachhaltigkeit der Investitionen im Bereich der dezentralen Ölmühlen gemeint. Diese Überzeugung ist entscheidend für den Erfolg, denn nur so können die immer auftretenden Anfangsprobleme (z.B. Anlaufschwierigkeiten, Absatzprobleme, billigere Alternativen oder hohe Rohstoffpreise), die es in jedem Projekt gibt, überstanden werden.

Dabei zeigt sich dann auch die Wichtigkeit von Schlüsselpersonen („Macher“), die andere motivieren und mitreißen können (vgl. GEES ET AL. 2005). Anders gesagt: ohne gewisse Führungspersönlichkeiten würde manches regionale Projekt nicht stattfinden können. Hier stellt sich die Frage, wie man diese Schlüsselpersonen mit hoher Eigenmotivation fördern und unterstützen kann?

### *Regionale Identität, „Aus der Region für die Region“*

Darunter sind die Motivation und die Offenheit für Entwicklungen, die eine Stärkung der regionalen Wertschöpfung ermöglichen, zu verstehen. Die Kaufentscheidung für regionale Produkte mit einem möglicherweise höheren Preis muss eine Identifizierung mit der Region oder Vorteilhaftigkeit der regionalen Produkte vorausgegangen sein. Das Motto „Aus der Region für die Region“ kennt man bereits aus dem Bereich der Lebensmittelvermarktung. Für die Biokraftstoffproduktion ist neben dem Absatz des regional erzeugten Biokraftstoffs auch der Absatz der Koppelprodukte notwendig. Bei den dezentralen Ölmühlen ist dies der Presskuchen. Allerdings ist die „globale“ Konkurrenz des Presskuchens, das Sojaschrot, meist pro Eiweißeinheit nicht nur geringfügig günstiger, sondern auch bequemer in der Handhabung. Hier wurden in Bayern vielerorts entsprechende Abnehmer gefunden, die bereit waren und sind, den regionalen Presskuchen zu verfüttern.

### *Regionale Mentalität: Tüftler und Bastler („Machen wir selbst“)*

Die meisten Rapspressen sind sehr klein und benötigen daher nicht viel Platz. Es können leer stehende Gebäude, Stallungen, Lager und Landhandelsgebäude für die Nutzung umgestaltet werden. Die Installation der Anlage sowie deren weiterer Betrieb und Wartung werden meist von den Besitzern selbst übernommen. Sie erfordern allerdings handwerkliches Geschick, auch deshalb, weil es sich oft um Unikate handelt, bei denen die räumlichen Gegebenheiten der Presse (oder umgekehrt) angepasst werden müssen. Diese Bastlermentalität scheint in den südlichen Bundesländern stärker ausgeprägt zu sein, was auch die Anzahl an Patentanmeldungen vermuten lässt (siehe GREIF UND SCHMIEDL 2002).

### *Organisationsgrad der Landwirtschaft*

Je besser die Landwirtschaft in Maschinenringen, Erzeugergemeinschaften und Arbeitskreisen organisiert ist, desto größer ist die Bereitschaft gemeinsam eine höhere Wertschöpfung für die Landwirtschaft zu realisieren. Vor allem im Bereich der Maschinenringe und der regi-

onalen Genossenschaften wird über die Investition in die Bioenergieerzeugung nachgedacht. Hierdurch kann das Investitionsrisiko und auch die Informationsbeschaffung auf mehrere Schultern verteilt werden.

### 3.5.2.3 Was sind die Erfolgsfaktoren? Kann man diese auf NRW übertragen?

Als Motivation für den Einsatz von Pflanzenöl wurde neben den Kostenvorteilen aufgrund der Steuerbefreiung und dem Klimaschutz auch immer wieder das Argument der Unterstützung der Region genannt.

#### **Erfolgreicher Absatz der Koppelprodukte als sehr wichtiger Erfolgsfaktor**

Aufgrund der steigenden Erdölpreise ist bei einer Steuerbefreiung des Pflanzenöles mit einer steigenden Nachfrage nach Pflanzenöl zu rechnen. Somit ist hier bei entsprechenden Rahmenbedingungen ein sicherer Absatz im Kraftstoffbereich, ob als Kraftstoff direkt oder als Rohstoff für die Biodieselproduktion, gegeben.

Der eigentliche Erfolgsfaktor für einen erfolgreichen Betrieb der dezentralen Ölpresse ist die Vermarktung des Presskuchens. Tabelle 22 zeigt die möglichen Verwendungsmöglichkeiten des Presskuchens, wobei sich eine Vermarktung des Kuchens als Futtermittel als die mit Abstand beste Möglichkeit zeigt.

**Tabelle 22: Einsatzfelder und Erlösmöglichkeiten von Rapsöl und Presskuchen (Quelle: GRAF UND REINHOLD 2005, GRAF UND REINHOLD 2006)**

<b>Einsatzfelder</b>	<b>Wert (netto) frei Ölmühle in €/l bzw. €/dt</b>
Pflanzenöl als Treibstoff (mobil und stationär)	0,41 bis 0,49
Pflanzenöl als Speiseöl	0,43 bis 0,77; bis 2,30
Pflanzenöl für chemisch-technische Anwendungen	0,38 bis 0,56
<b>Presskuchen als Futtermittel</b>	<b>10,20 bis 17,90</b>
Thermische Nutzung des Presskuchens	(8 bis 12)
Presskuchen als organischer Dünger	2,60 bis 6,10
Presskuchen als Kofermentat der Biogas- zeugung	0 bis 6

Hier geht der Ölmühlenbetreiber eine faktorspezifische Investition ein, denn er ist auf die erfolgreiche Vermarktung des Presskuchens in rindviehhaltenden Betrieben oder der Futtermittelindustrie angewiesen. Seit Anfang der 1990er Jahre wird Rapskuchen erfolgreich in der

Tierfütterung eingesetzt, wobei sich der Rapspresskuchen durch folgende Eigenschaften auszeichnet (vgl. TFZ 2006):

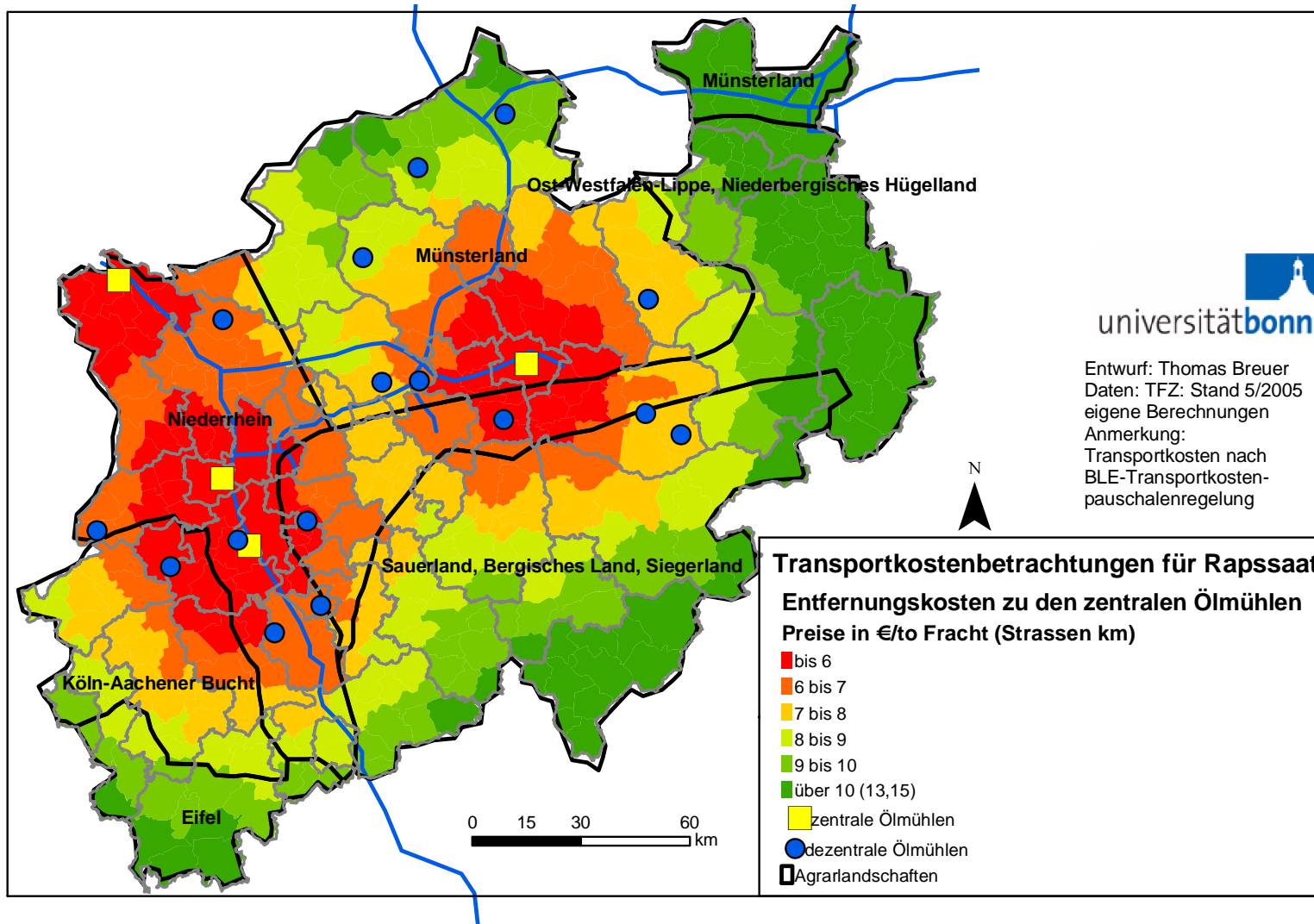
- hohe Energiedichte, hoher Gehalt an verdaulichen Nährstoffen und geringerer Gehalt an Rohfaser
- der Glucosinolatgehalt beeinflusst die Futteraufnahme und kann zu einer Leistungsminderung beim Tier führen
- hoher Gehalt an Ölsäure (einfach ungesättigte Fettsäure) erhöht auch den Gehalt an Ölsäure in der Milch, dadurch wird beispielsweise die Butter besser streichfähig und für die menschliche Ernährung wertvoller
- ersetzt je nach Zusammensetzung die Grundration vollständig oder teilweise alle anderen Eiweißfuttermittel
- führt als heimische Eiweißalternative zu kostengünstigen Futtermitteln.

Rapskuchen enthält mehr Fett (10 bis 15%, im Mittelwert 14%) und weniger Unverdauliches als Rapsextraktionsschrot, schneidet somit energetisch günstiger ab. Erst bei 17% Fett wird die Energiedichte von Sojaextraktionsschrot erreicht. Der Rapskuchenpreis ergibt sich aus den variierenden Faktoren Fett-, Eiweiß- und Glucosinolatgehalt. Die Preiswürdigkeit von Rapspresskuchen liegt in Abhängigkeit vom Fettgehalt und der Preise von Sojaextraktionsschrot und Weizen zwischen 12,50 und 17,00 €/dt. Allerdings stößt die Vermarktung von Presskuchen als Futtermittel in Deutschland an ihre Grenzen. Zum einen können nur gewisse Anteile des Koppelproduktes der Ölsaatergewinnung in der Tierfütterung untergebracht werden (Zucht- und Mast Schweine 5-7%; Rinder 5-10%; Schafe 10%; vgl. SCHUMANN 2006) und zum anderen sind die Exportmöglichkeiten nach Holland oder Belgien begrenzt (ERNÄHRUNGSDIENST 2006). Zudem drängen weitere Koppelprodukte der Biokraftstoff-Produktion wie Rapsextraktionsschrot und die Schlempe der Bioethanol-Produktion auf den Markt. Hier müssen also neue Wege der „wertvollen“ Vermarktung des Presskuchens gefunden werden. An erster Stelle steht hier die energetische Verwertung. Momentan ist eine Verwertung des Presskuchens über die Biogas-Anlagen nicht NawaRo-förderwürdig und damit nicht attraktiv. Dieses sollte möglichst schnell geändert werden. Zudem sollten neue Wege der energetischen Verwertung (z.B. Verbrennung) erschlossen werden.

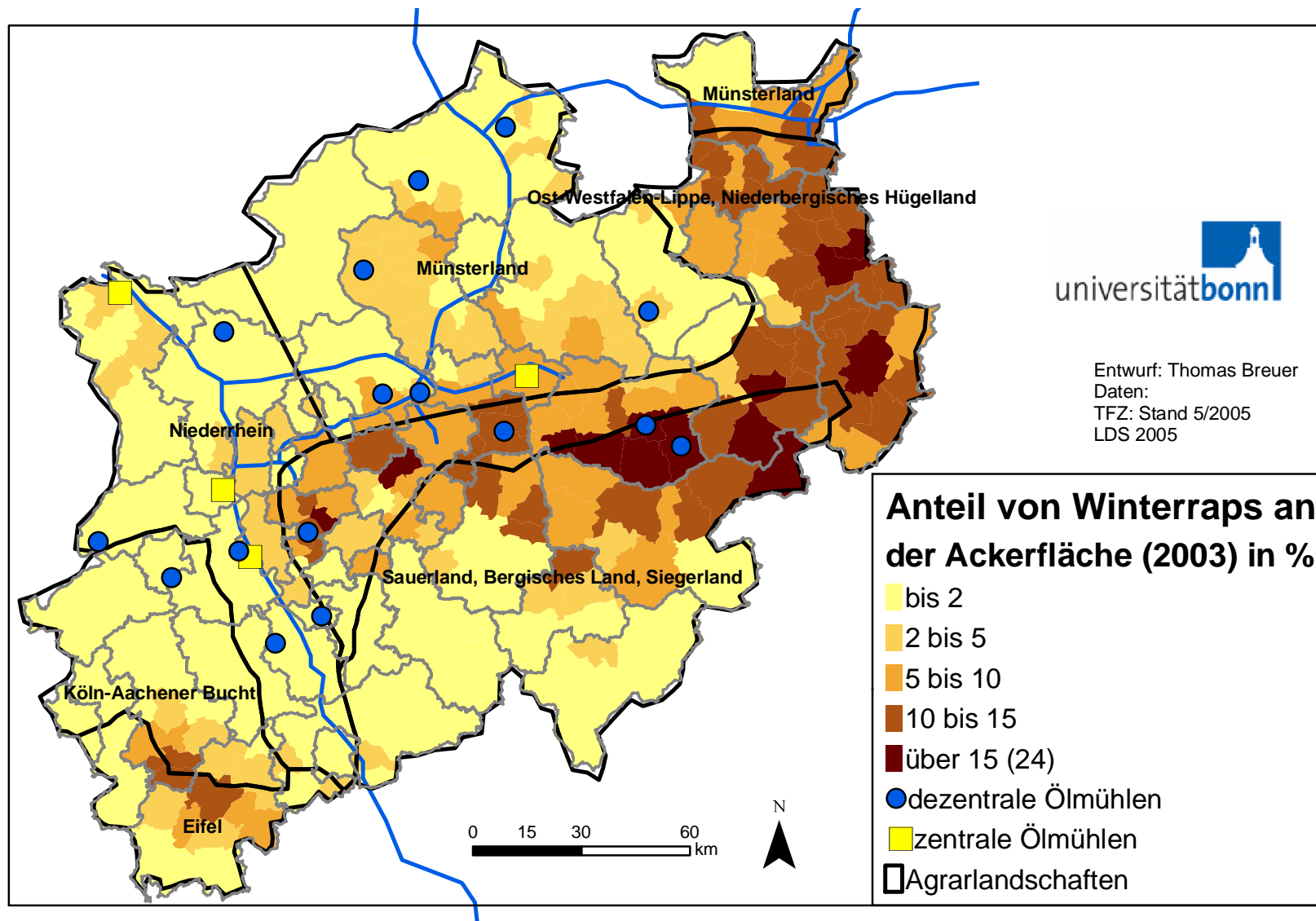
#### *Transportkosten zu den zentralen Ölmühlen*

Die Transportkosten der geernteten Rapssaat zu den zentralen Ölmühlen, die an den großen Wasserstraßen liegen, sind in Bayern am höchsten (siehe Karte 32). Zudem können mit einem verstärkten Einsatz von Presskuchen auch Sojaimporte in die Region ersetzt werden. Somit ergibt sich hier ein hoher Anreiz, die Verarbeitung der Rapssaat vor Ort zu bewerkstelligen. In NRW sind aufgrund der sehr günstigen Verkehrslage (vor allem der Wasserstraßen) für Ölsaaten-Importe vier große Ölmühlen (auch mit entsprechenden Biodieselpkapazitäten) ent-

standen (siehe Karte 33). Diese treten letztlich in Konkurrenz zu der dezentralen Ölsaatenverarbeitung in den Regionen.



Karte 33: Transportkostenbetrachtung zu den zentralen Ölmühlen in NRW



Karte 34: Rapsanbau und Ölmühlen in NRW

Die Konkurrenz der zentralen Ölmühlen in NRW mag bei mancher Entscheidung über den Bau einer dezentralen Ölmühle in NRW eine wichtige Rolle gespielt haben. Denn zentrale Ölmühlen stehen ja nicht nur beim Absatz des Rapsöles, sondern eben auch beim Absatz der Koppelprodukte in Konkurrenz. Allerdings besteht auch die Möglichkeit der Produktion von Rapsöl für die großen Biodieselkapazitäten. Aus Karte 33 und 34 kann man schließen, dass gerade in den weit entfernten Rapsanbaugebieten (Eifel, Weserbergland und Soester Börde) eine dezentrale Ölmühle entsprechend sinnvoll wäre. Insofern ist die Existenz dezentraler Ölmühlen in Vlatten/Heimbach (Eifel), in Oelde (Münsterland) und Büren (Wesfalen) in den entsprechenden Rapsanbaugebieten erklärbar. Beim Bau der dezentralen Anlagen kommen wiederum die Synergieeffekte auf dem Gelände des Rapsanbauers, der Raiffeisen-Genossenschaft und des Agrargroßhandels zum Tragen. Als Absatzkanäle werden vor allem Speditionen, der eigene Fuhrpark und die Landwirtschaft genannt. Die Vermarktung des Presskuchens erfolgt über die eigenen oder benachbarten Futtermittelwerke (vgl. ERNÄHRUNGSDIENST 2006; [www.nachwachsende-rohstoffe.info](http://www.nachwachsende-rohstoffe.info), eigene Recherchen). Auch die regionalen Initiativen Regioöl und Biene.Bea.OWL mit den entsprechenden Vertriebsmöglichkeiten dürften die Entscheidung erleichtert haben.

#### *Investitions- und Betriebskosten gering halten*

Ein Erfolgsfaktor für die Wirtschaftlichkeit der dezentralen Ölmühlen sind die geringen Investitionskosten, die durch die Nutzung von Synergieeffekten beim Bau und Betrieb der Anlage entstehen. Es können leer stehende Gebäude, Stallungen, Lager und Landhandelgebäude für die Nutzung umgestaltet werden. Die Installation der Anlage sowie deren Betrieb und Wartung werden meist von den Besitzern selbst übernommen, erfordern allerdings einiges an handwerklichem Geschick, auch deshalb, weil es sich oft um Unikate handelt, bei denen die räumlichen Gegebenheiten der Presse (oder umgekehrt) angepasst werden müssen. Damit ist viel Eigenleistung und einfache Technik gefragt, die allerdings oft der Qualitätssicherung entgegensteht. Diese Qualitätssicherung stellt aber die große Herausforderung der dezentralen Ölmühlen für die Zukunft dar (vgl. ERNÄHRUNGSDIENST 2006).

#### *Organisation der Landwirtschaft und Schlüsselpersonen mit entsprechendem Sozialkapital*

Der Handlungsdruck aufgrund der natürlichen Standortfaktoren und der Agrarstrukturen hat die Landwirte in Bayern und Baden-Württemberg schon früh zu einer überbetrieblichen Kooperation, meist in Maschinenringen gezwungen. Auch die klein strukturierten Genossenschaften und der Landhandel mussten sich frühzeitig über alternative Einkommensquellen Gedanken machen. Diese Strukturen brachten aber auch eine Vielzahl von Schlüsselpersonen hervor, mit starkem Interesse an den regionalen Wertschöpfungsstrukturen.



Insgesamt hat Nordrhein-Westfalen eine sehr leistungsfähige Landwirtschaft mit entsprechenden guten Einkommensmöglichkeiten, so dass der Leidensdruck in den „klassischen“ Bereichen der Landwirtschaft bisher nicht so groß war wie vielleicht in anderen Regionen Deutschlands. Aufgrund von agrarpolitischen Entscheidungen (z.B. der Zuckermarktreform) kommt dieser Anpassungsdruck nun aber auch verstärkt in NRW zum Tragen. Auch hier gibt es eine Reihe von Maschinenringen (siehe Karte 36: z.B. Maschinenringe im Rheinland) mit starken Entscheidungsträgern, mit dem notwendigen Sozialkapital, um Neuerungen voranzubringen.

#### *Weitere Erfolgsfaktoren*

In Bayern ist aufgrund der historischen Entwicklung und der räumlichen Nähe zum Technologie-Schwerpunkt in Franken (Fa. Elsbett) sehr gute Umrüster in den Agrarlandschaften vorhanden. Diese Umrüster für Traktoren, PKW und LKW müssen sich in NRW erst etablieren. Mit entsprechender Verbreitung der Pflanzenöltechnik wird auch dessen Unterstützung weiter zunehmen, wie dies in Bayern neben den Bauernverbänden und Umrüstern mittlerweile auch von den Verbänden des Speditionsgewerbes in Bayern erfolgt. Ein weiterer Erfolgsgarant gerade in Bayern war auch die frühe politische Unterstützung der Pflanzenöltechnologie, die sich auch durch den Aufbau des TFZ in Straubing mit einem Schwerpunkt im Bereich der Pflanzenöltechnologie in einer national anerkannten Institution niederschlägt. Das TFZ erfüllt neben Informationsbereitstellung vor allem auch eine führende Rolle bei Forschung und Transfer in die Praxis. So spielt das TFZ bei der Erarbeitung der DIN-Norm für Rapsölkraftstoffe die führende Rolle. Die breite politische Unterstützung gibt den bäuerlichen Ölmühlen nicht nur Anerkennung, sondern ist auch hilfreich für die Ausgestaltung einer fördernden Politik auf Bundesebene, denn letztlich werden die wichtigen Rahmenbedingungen (wie Steuerbefreiung und EEG) in Berlin entschieden. So konnte aktuell aufgrund der massiven Intervention der bayrischen Politiker eine Fortführung der Steuerbefreiung des Pflanzenöles bis 2007 erreicht werden. In NRW ist die politische Unterstützung der Pflanzenöltechnologie geringer. Im Technologie- und Großindustrieland NRW sind diese Ansätze eher von untergeordneter Rolle.

## 3.6 Abschätzung möglicher Umweltwirkungen

### 3.6.1 Umweltwirkungen der Biokraftstoffe

In Deutschland wurden seit Anfang der 90er Jahre zahlreiche Studien und Analysen zu den Umweltwirkungen der Biokraftstoffe durchgeführt (siehe Kapitel 2.2.5). IFEU 2004 fasst die Energie- und Ökobilanzen und die weiteren Umweltwirkungen aller Biokraftstoffe<sup>24</sup> zusammen und bewertet diese. Vereinfacht kann man für alle Biokraftstoffe eine positive Energie- und Klimabilanz feststellen. Allerdings sind andere Umweltprobleme, so z.B. die Versauerung und/oder der mineralische Ressourcenverbrauch in der Landwirtschaft, zu beklagen. Generell kann die Diskussion der Umweltwirkungen des Energiepflanzenanbaues für die Biokraftstoffe im Gesamtkonzept der Diskussion der nachwachsenden Rohstoffe gesehen werden. Hier haben die großen Umwelt- und Naturschutzorganisationen bereits Publikationen zu einer nachhaltigen Nutzung der Biomasse in den Landschaften veröffentlicht (vgl. NABU 2004, NABU 2005, AMMERMANN UND WINDE 2005, RODE ET AL. 2005).

### 3.6.2 Umweltwirkungen des Energiepflanzenanbaus

Folgende Diskussionsbereiche wurden von der Konferenz „Ausbau der Bioenergie – im Einklang mit dem Natur- und Umweltschutz?! Eine Standortbestimmung“ am 10.02.2004 in Berlin (vgl. BBE 2004) aufgegriffen:

#### 1) Landwirtschaft vs. Naturschutz

Es gibt „traditionelle“ Konflikte zwischen den unterschiedlichen Interessenrichtungen wie der intensiven Landwirtschaft und dem Naturschutz, die stellenweise sehr ideologisch geprägt sind. Diese Diskussion überträgt sich auch auf die Einschätzung des Energiepflanzenanbaues. Vor allem am Rapsanbau für die Biodieselproduktion entzündeten sich immer wieder heftige Auseinandersetzungen.

#### 2) Flächenkonkurrenzen, und welche Pflanzen für was einsetzen?

Wie schon dargestellt, ergeben sich Flächenkonkurrenzen zwischen der Nutzung der Ackerflächen für die verschiedenen Food- oder Non-Food-Nutzungen. Hier muss eine gesellschaftliche Diskussion um die Ausgestaltung der Rahmenbedingungen stattfinden. Neben den ökonomischen und strategischen Aspekten der Nutzung nachwachsender Rohstoffe sollte vor allem auch die Ökobilanz beachtet werden. Zu beachten bleibt hier, dass jede Energiepflanze sowohl Vor- wie auch Nachteile hat.

#### 3) Monokulturen und großflächiger Anbau

---

<sup>24</sup> Bisher liegen recht wenige Öko- und Energiebilanzen zu Biogas vor. Eine Ausnahme stellt hier die Studie des IE, Leipzig dar (INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT 2006B)

Monokultur wird im Ackerbau (anders als im Waldbau) als das Aufeinanderfolgen der immer gleichen Kulturart verstanden. Oft wird dies mit einem großflächigem Anbau verwechselt.

Raps kann aufgrund der Nicht-Selbstverträglichkeit nicht in Monokultur angebaut werden. Bei Winterweizen ist dies nur bedingt möglich. Aufgrund seiner Selbstverträglichkeit kann Mais in Monokulturen angebaut werden. Durch die hohen Transportkosten für Mais und die Gärreste kann es zu einer starken Konzentration des Anbaues um die Biogasanlagen kommen<sup>25</sup>. Die Energiepflanzen (auch der Mais) können aber auch zur Erweiterung manch enger Fruchtfolge beitragen, so z.B. in den Ackerbauregionen. Hier muss stark zwischen den verschiedenen Agrarlandschaften differenziert werden. Im Rahmen der Optimierung der Biomasse-Logistik wird es zur größeren Landnutzungsstrukturen (Schlaggrößen) kommen. Hier ergibt sich ein Konfliktfeld zu einer kleinstruktuierten Landwirtschaft, die z.B. für den Tourismus interessant ist.

In einer Studie zum Vergleich einer Einzelhofanlage mit einem Biogas-Park kommen die Autoren zu folgender abgewogenen Feststellung:

„Gegenwärtig erfolgt der Energiepflanzenanbau in bereits etablierten und betriebsüblichen Anbausystemen mit annuellen Kulturen. Dabei werden vorrangig Maissorten als Biogasrohstoff kultiviert im Wechsel mit Getreide und Raps (in ausgewählten Regionen auch zusätzlich Zuckerrübenanbau). Durch eine Ausweitung der Anbauflächen von Mais zur Silagebereitstellung für energetische Zwecke könnte es lokal und regional zu einer Verengung der Fruchtfolgen kommen. Eine Verschlechterung insbesondere von Umwelteffekten wird durch einen intensiveren Maisanbau in folgenden Bereichen erwartet:

- Erosion
- Bodenverdichtung
- Erhöhte Pflanzenschutzmittelanwendung
- Verringerung der Biodiversität
- Nährstoffeinträge in Grundwasser und Gewässer
- Erhöhter Wasserverbrauch.

Weiterhin kann es in ausgewählten Regionen Deutschlands (vor allem Regionen in Nord- und Süddeutschland mit ausgeprägter Viehhaltung) durch die zunehmende Attraktivität des Energiepflanzenanbaus dazu kommen, dass Landwirte bisheriges Grünland in Ackerland umwandeln und damit Umwelteffekte verschärfen. Mit einer nennenswerten Etablierung von Monokulturen im Bereich des Maisanbaus ist nicht zu rechnen, da von Seiten der Agrarpolitik (Cross-Compliance-Regelungen der EU) durch Forderungen nach einer ausgeglichenen Humusbilanz sowie einer mindestens dreigliedrigen Fruchtfolge die Möglichkeit der Anlage von

---

<sup>25</sup> Der NABU hat hier z.B. einen interessanten Vorlag zur ökologischen Qualifizierung des EEG gemacht (vgl. <http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/3.pdf>).

Bewirtschaftungssystemen wie bspw. Monokultur unterbunden wird. Der zunehmende phytosanitäre Druck in Monokulturen sowie die damit verbundenen höheren Kosten für Pflanzenschutzmittel lassen eine Etablierung von Monokulturen bei gegenwärtig relativ niedrigen Produktpreisen als wenig wahrscheinlich erscheinen. Bei Einhaltung der Fruchtfolgen und Flächenvorhaltungen (z. B. vierfache Nutzfläche zum Anbau von Substraten für die Biogasanlage) kann im Fall eines Biogasanlagenparks nicht von einer Monokultur gesprochen werden.“ (INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT, ÖKO-INSTITUT 2007, S.20/21)

#### 4) Intensive vs. extensive Produktion

Allgemein kann man feststellen, dass die Förderung der Energiepflanzen zu einer Intensivierung der Landwirtschaft führt. Ein entsprechender Masseertrag pro Hektar verlangt entsprechende Vorleistungen. Letztlich entscheidend ist die Nettoenergiebilanz pro Hektar. Dass auch ein Anbau von Bioenergie im ökologischen Landbau möglich wäre, zeigt WOLTERS 1999. Hier sind aber wenige Beispiele bekannt.

#### 5) Grüne Gentechnik

In der Diskussion um die Einführung der Grünen Gentechnik wird immer wieder eine Einführung dieser zuerst im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe diskutiert, da hier weniger Ablehnung in der Bevölkerung vorhanden ist als im Lebensmittelbereich. Die Notwendigkeit der Ertragssteigerungen scheint vor dem Hintergrund der erwartbaren Ertragssteigerungen durch die klassische Energiepflanzenzüchtung, die sich nur auf die Steigerung der Nettoenergieerträge pro Hektar konzentriert, eher unwichtig. Vor allem die Veränderung der Inhaltsstoffe von nachwachsenden Rohstoffen (Richtung Stoffliche Nutzung) und die Abwehr von Schädlingen (hier vor allem die Einführung des Bt-Maises zur Abwehr des Maiswurzelbohrers) werden zukünftige Themen der Diskussion sein. Hier stellt sich die Frage, ob sich der Bio-Kraftstoff- und Bioenergie-Sektor mit der Diskussion um die GVO „belasten“ soll.

Das kürzlich erschienene Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen „Klimaschutz durch Biomasse“ gibt einen sehr guten und hoch aktuellen Überblick über die Umweltwirkungen eines verstärkten Biomasseanbaues in Deutschland. Zudem wird eine klare Priorisierung der Nutzung von Wärme und Strom gegenüber der Kraftstoffproduktion ausgesprochen (vgl. SRU 2007).

### **3.6.2.1 Negative Umweltwirkungen**

Da sich der Anbau der Energiepflanzen in NRW nicht wesentlich vom Anbau der Food-Pflanzen unterscheidet, sind die Umweltprobleme der klassischen Pflanzenproduktion auch die des Energiepflanzenbaus. Auch der Vergleich zwischen Stilllegungsfläche und Anbau von nachwachsenden Rohstoffen bringt nur geringe ökologische Verbesserungen, da es sich um eine einjährige Stilllegung handelt.

### *Einjährige und mehrjährige Stilllegung*

Bei einer einjährigen Stilllegungsvariante, also der rotierenden Stilllegung, ist mit keiner spürbaren Entlastung der Gewässer zu rechnen, da diese Flächen nach relativ kurzer Stilllegungsdauer wieder in ursprüngliche Nutzung übernommen werden. „Bei einer mehrjährigen Brache wird die Fläche dagegen für den Zeitraum von fünf Jahren aus der intensiven Produktion genommen, was im Hinblick auf den Gewässerschutz grundsätzlich positiv zu bewerten ist“ (KALTSCHMITT UND REINHARDT 1997, S.436). Mit der Ausgestaltung der energie- und agrarpolitischen Rahmenbedingungen wird es bis auf die Grenzstandorte zu einem vollständigen Anbau von NawoRo´s auf Stilllegungsflächen kommen. Nur in den Grenzstandorten wird eine freiwillige Stilllegung erfolgen. Damit kann die Betrachtung der Umweltwirkungen des Energiepflanzenanbaues mit der allgemeinen Diskussion der Umweltwirkungen der Landwirtschaft diskutiert werden.

Die Bereitstellung der Food- und Non-Food-Pflanzen ist mit einem Eingriff in die natürliche Umwelt verbunden. Daher gehen mit der landwirtschaftlichen Produktion und damit auch mit dem Energiepflanzenbau sowohl negative wie auch positive Wirkungen auf die Umwelt einher (vgl. BUSENKELL 2004). Als wichtigste Umweltwirkungsbereiche lassen sich Boden, Wasser (Grund- und Oberflächenwasser), Luft sowie die Artenvielfalt nennen.

#### *Boden*

Hier entstehen vor allem aufgrund der Biogas-Anlagen mögliche Gefahren für das Umweltmedium Boden. Aufgrund der hohen Wettbewerbsfähigkeit des Energiemaisanbaus und der Selbstverträglichkeit des Maises besteht die regionale Gefahr, dass Fruchtfolgen mit hohem Maisanteil entstehen. Hier könnten sich Probleme mit den nach Cross-Compliance (CC) vorgegebenen Humusbilanzen ergeben. Da der Mais einen sehr hohen C-Faktor aufweist, ist mit verstärkter Bodenerosion vor allem in den Hanglagen und damit verstärkt in den Mittelgebirgen zu rechnen. Auch hier wird eine Abmilderung durch den Bodenschutz in CC erreicht. Wird bei einer Zwischenfruchtnutzung (z.B. Grünroggen im Frühjahr) der Acker bei zu feuchten Verhältnissen befahren, dann besteht die Gefahr der Bodenverdichtung.

#### *Gewässer*

Hier müssen die Vorgaben der „Guten Fachlichen Praxis“ und der DüngeVO eingehalten werden. Allerdings werden die Gärreste aus nachwachsenden Rohstoffen in Biogas-Anlagen nicht auf die 170kg/ha/a Stickstoff angerechnet. Dies kann zu einer weiteren Verschärfung des Nährstoffüberschuss-Problems in den intensiven Tierveredelungsgebieten führen. Mit der Ausweitung des Rapsanbaus ist mit einem verstärkten Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in die Gewässer zu rechnen.

### Artenvielfalt

Mit den starken Anreizen aus der energiepolitischen Förderung steigt der Anreiz einer ackerbaulichen Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche. Vor allem ein Umbruch von artenreichem Dauergrünland würde der Erhaltung der Artenvielfalt entgegenwirken. Allerdings ist der Umbruch von Dauergrünland aufgrund der Regelung „Erhaltung des Dauergrünlandes“ nicht möglich. Eine massive Ausweitung des Energiemaisanbaus erhöht aber die Gefahr der Ausbreitung von Mais-Schädlingen, die erheblichen ökonomischen Schaden anrichten können. Hier sind vor allem der Maiswurzelbohrer und der Maiszünsler zu nennen. Für beide Schädlinge ist der Einsatz eines Pflanzenschutzmittels schwierig, so dass es keine solide konventionelle Abwehrmöglichkeit gibt. Kann der Maiszünsler noch durch tiefes Pflügen unter Kontrolle gebracht werden, ist dies beim Maiswurzelbohrer nur bedingt möglich. Finden die Larven des Maiswurzelbohrers keine Futtergrundlage, also keinen Maisbestand, dann gehen sie ein. Somit kann eine Bekämpfung in der Verhinderung des Anbaus von Mais nach Mais (Monokultur) bestehen. Eine mögliche Ausbreitung des Maiswurzelbohrers wäre mit erheblichen finanziellen Auswirkungen verbunden.

Für die wichtigsten Energiepflanzen hat das WORLDWATCH INSTITUTE 2006 ein qualitatives Ranking der Umweltwirkungen vorgenommen (siehe Abbildung 53).

Environmental Risk	Wheat	Triticale	Rape	Sunflower	Corn	Sugar beet
Erosion	A	A	B	C	D	E
Soil compression	A	A	A	A	C	E
Eutrophication	A	A	B	B	C	B
Pesticides and herbicides	A	A	C	A	C	A
Groundwater pollution	A	A	B	B	C	B
Surface water pollution	A	A	B	C	C	C
Loss of habitat/biodiversity	B	B	A	A	B	B
CO <sub>2</sub> -equivalent emissions	low	low	high	med.	low	med.
SO <sub>2</sub> -equivalent emissions	low	low	high	med.	low	high
Land use	low	low	med.	high	low	med.
<b>Overall Sustainability Ranking</b>	1	1	2	2	2–3	3

Notes: Range is from A (lowest risk) to E (highest risk); total valuation ranges from 1 (favorable) to 3 (unfavorable). These are estimates; actual values will be site dependent.

**Abbildung 53: Nachhaltigkeits-Ranking für verschiedene Energiepflanzen für Biokraftstoffe in Deutschland (Quelle: WORLDWATCH INSTITUTE 2006)**

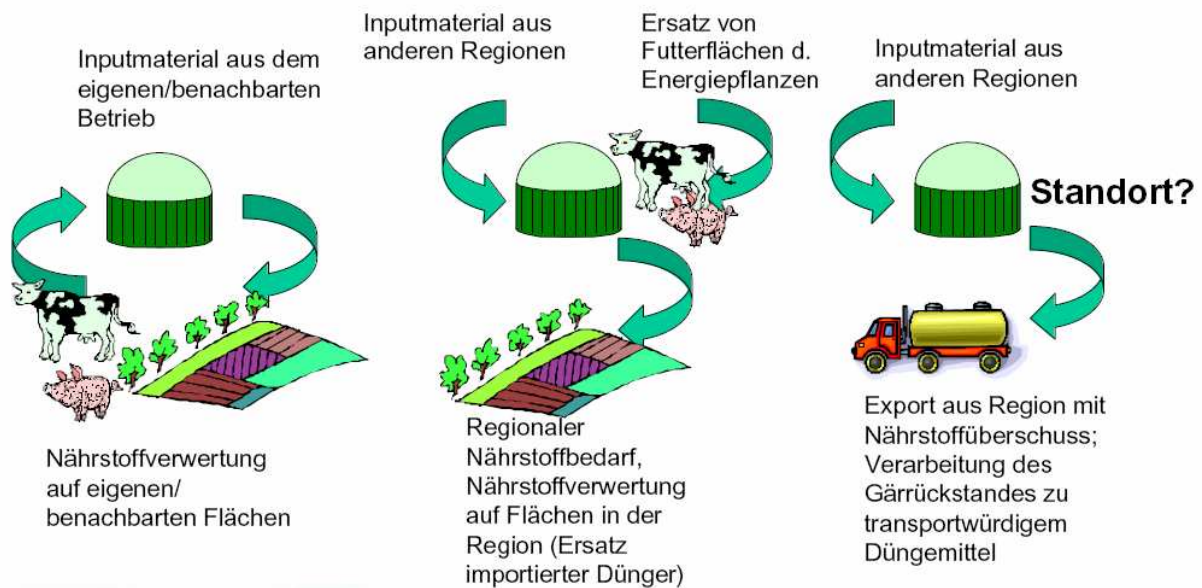
Zusammenfassend kann man feststellen, dass die negativen Umweltwirkungen des Energiepflanzenanbaus letztlich identisch mit den „klassischen“ Umweltwirkungen der intensiven Landwirtschaft sind. Somit werden aber auch alle „Umweltgefahren“ des Energiepflanzenanbaues durch die allgemein geltenden Gesetze und Verordnungen wie „Guter fachliche Praxis“ (vgl. auch WERNER ET AL. 2005), DüngeVO (Ausnahme siehe Biogas → Gärreste) und Cross-Compliance (Humus, Bodenschutz,...) abgedeckt.

### **Verschärfung des Nährstoffproblems durch die Biogas-Anlagen in den Veredelungsstandorten**

In NRW ist die Belastung des Grundwassers mit Nitrat weiterhin eine aktuelle Fragestellung (vgl. BENDER ET AL. 2004). KREINS ET AL. (2004, S.20) führen aus, dass die N-Überschüsse aus der Landwirtschaft mit entsprechenden Nitrateinträgen ins Grundwasser, insbesondere in den viehstarken Regionen im Nord- und Nordosten von NRW sowie auf den Sonderkulturstandorten, insbesondere entlang des Rheins, zu finden sind.

Mit dem Biogas-Boom kann es zu einer Verschärfung dieses Nährstoffproblems kommen. Die Analyse der Nährstoff-Überschüsse durch einen verstärkten Energiemais-Anbau durch den Bau von Biogas-Anlagen stellt damit eine relevante Forschungsfrage für NRW dar. Generell hat die Rückführung der Gärreste den positiven Effekt, dass damit Mineraldünger eingespart wird und auch organische Substanz dem Boden wieder zugeführt wird. Dies ist gerade in den Ackerbaugebieten zu begrüßen. In den Regionen mit hohen Tierdichten ergibt sich aufgrund der geringen Transportwürdigkeit der Gärreste dadurch allerdings eine Verschärfung des Nährstoff-Überschuss-Problems, das zu steigenden Pachtpreisen führt.

Die novellierte Düngeverordnung ist zu Beginn dieses Jahres in Kraft getreten (Umsetzung der EG-Nitrat-Richtlinie). Gemäß der Düngemittelverordnung ist nur die Ausbringung von Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft so zu begrenzen, dass eine Höchstmenge von 170kg N/ha/a nicht überschritten wird. Somit gilt diese Begrenzung nicht für Stickstoff aus nachwachsenden Rohstoffen aus Biogasanlagen (vgl. KTBL 2006A). Hier stellt sich die Frage, wie der Gesetzgeber die verschiedenen Anteile der Gärreste wie Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft (Gülle, Jauche und Stallmist) und nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Maissilage) unterscheiden kann, damit dann die Menge Stickstoff aus tierischer Herkunft im Gärrest bestimmt werden kann.



**Abbildung 54: Einbindung von Biogasanlagen in regionale Nährstoffkreisläufe (Quelle: EISELE 2005)**

Zudem ist davon auszugehen (wie von EISELE 2005 gezeigt, siehe Abbildung 54), dass es zu Importen von Inputbiomasse für die Biogas-Anlage oder die Tierbestände kommen wird. Zum einen für die Fütterung der Biogas-Anlage oder zum anderen für die Fütterung der Tierbestände, da ein Teil der Futterfläche nun für die Fütterung der Biogas-Anlage genutzt wird. Es wird also z.B. auf den Anbau von CCM für die Schweineproduktion verzichtet, um Energiemais für die Biogas-Anlage anbauen zu können, und stattdessen wird Weizen zur Tierfütterung in die Region importiert. Bei der Milch- und Rindfleischproduktion könnte die Entwicklung anders verlaufen; hier könnten aufgrund der agrarpolitischen Rahmenbedingungen des MTR die Vieh-Bestände reduziert und dann auf den freiwerdenden Flächen Energiemais angebaut werden. Die Biogas-Anlagen treten somit vor allem in den Veredelungshochburgen als doppelte Konkurrenz auf. Zum einen wird es eine Konkurrenz um die Futterflächen für die tierische oder energetische Veredelung kommen und zum anderen treten aufgrund der Transportunwürdigkeit der Gärreste und die damit verbundene Verschärfung der Nährstoffproblematik höhere „Gülle-Entsorgungskosten“ auf. Beide Entwicklungen können durch teilweise massiv gestiegene Pachtpreise in den Regionen beobachtet werden (vgl. Kapitel 3.2.2.2.). Eine Analyse der Auswirkungen der Rückführung der Gärsubstrate auf die Flächen in NRW mit Hilfe von RAUMIS ist in Vorbereitung.

### 3.6.2.2 Positive Umweltwirkungen

Es können aber auch positive Umweltwirkungen des Energiepflanzenanbaus benannt werden:

- Energiepflanzenbau (und auch die Verbindung von Energiepflanzenbau und Food-Produktion) ermöglicht die Aufweitung der heutigen engen Fruchtfolgen



- Mit der Zweikulturnutzung sind Fruchtfolgen mit einer ganzjähriger Bodenbedeckung möglich
- Mit dem Anbau von Low-Input-Systemen wie Schnellwachsenden Baumarten oder Miscanthus besteht die Möglichkeit der Reduktion der negativen Umweltwirkungen des intensiven Energiepflanzenanbaus
- Durch den Anbau von Energiepflanzen kann eine Veränderung des Landschaftsbildes erreicht werden. Gerade die Etablierung von neuen Kulturen in den Agrarlandschaften schafft hier einen Auflockerung des Landschaftsbildes
- Durch den Einsatz von Gärresten aus Biogas-Anlagen kann der Einsatz von Mineraldünger reduziert werden und auch die Humusbilanz des Ackerbaus verbessert werden (geschlossener Nährstoff-Kreislauf).

### Neue Möglichkeiten durch ein Energiepflanzen-Ökosystem

SCHEFFER 2003 und KARPENSTEIN-MACHAN 1997 stellen für den Bereich der Feuchtgut-Nutzung (Biogas) neue Möglichkeiten des Anbaus eines ökonomisch und ökologisch optimierten Energiepflanzenanbaues vor.

natürliches Ökosystem	konventionelles Agrarökosystem	ökologisches Agrarökosystem	Energiepflanzen-Ökosystem
Artenvielfalt, natürl. Vegetation  nur Wildpflanzen	<b>Monokulturen</b>  keine Wildpflanzen	<b>Monokulturen</b> , jedoch oft im Wechsel mit mehrjähr. Futterbau, geringere Nutzpflanzenvielfalt (Mais, Rüben, Raps, S.-Blumen), wenig Wildpflanzen	<b>Artenvielfalt</b> Arten- u. Sortenmischungen Nutzung genetischer Ressourcen
Selbstregulation von Krankheiten und Schädlingen  <b>Biotopverbundsystem</b> aus Hecken, Gehölzen, Grasflächen als Überdauerungsmöglichkeit und Nahrungsgrundlage für Nützlinge	<b>Entkoppelung von Selbst Regulations-mechanismen</b> durch chemische Maßnahmen  Beseitigung von Biotopverbundsystemen durch großflächige Landbewirtschaftung	<b>Teilentkoppelung</b> durch mechanische Maßnahmen  <b>Beseitigung von Biotopverbundsystemen</b> durch zunehmende Großflächenbewirtschaftung	weitgehende <b>Selbstregulation von Krankheiten und Schädlingen</b> durch Pestizidverzicht  <b>Biotopverbund wieder herstellbar</b> , weil Aufwüchse verschiedenster Biotope energetisch nutzbar sind
<b>geschlossene Nährstoffkreisläufe</b>	<b>offene Nährstoffkreisläufe</b>  durch Entkoppelung von Tierhaltung und Pflanzenbau	oft nicht mehr geschlossene Nährstoffkreisläufe	<b>geschlossene Nährstoffkreisläufe</b>
<b>geschütztes Grundwasser</b>	<b>Grundwassergefährdung</b> durch Nitrat und Pestizide	<b>Grundwassergefährdung</b>  durch Nitrat, z.B bei hohen Anteilen an Körnerleguminosen	<b>Grundwasserschutz</b> durch Verzicht auf Pestizide, Minimierung von Nitratausträgen durch Dauerbegrünung und Ganzpflanzennutzung
<b>geschützter Boden</b>	<b>intensive Bodenbearbeitung</b> Erosion Humusabbau und geringe Biodiversität	<b>noch intensivere Bodenbearbeit.</b>  (zur Unkrautkontrolle) jedoch bessere Humuswirtschaft	<b>Bodenschutz durch minimale Bodenbearbeitung und Direktsaat</b> , dadurch auch geringer Humusabbau

Abbildung 55: Vergleich der verschiedenen Ökosysteme (Quelle: SCHEFFER 2003)

Abbildung 55 beschreibt die Vorteile des Energiepflanzen-Ökosystems im Bereich des Artenschutzes (siehe auch Zweikulturnutzung in Kapitel 3.2.4.5), der geschlossenen Nährstoff-Kreisläufe, des Bodenschutzes und des Gewässerschutzes. Durch die Möglichkeiten einer vielseitigen Fruchtfolgegestaltung kann der Einsatz von Pestiziden reduziert oder ganz verhindert werden.

## 4 Diskussion, Schlussfolgerungen und Politikempfehlungen

### 4.1 Rahmenbedingungen der Biokraftstoffe

Die Politik auf Ebene der EU und Deutschlands hat entsprechende Maßnahmen zur Förderung der Biokraftstoffe ergriffen. Von besonderer Tragweite sind die von der EU zur Förderung der Biokraftstoffe erlassene Richtlinie und die von der Bundesregierung beschlossene Steuerbefreiung der Biokraftstoffe, die die Konkurrenzfähigkeit der Biokraftstoff gegenüber den Mineralölkraftstoffen im Energiesektor sichert. Am Anfang der Produktionskette verbessert der Anbau der nachwachsenden Rohstoffe auf Stilllegungsflächen und die Zahlung der Energiepflanzenprämie die Konkurrenzfähigkeit des Energiepflanzenbaues. Es zeigt sich also, dass die wesentlichen Rahmenbedingungen, die die Wirtschaftlichkeit der Biokraftstoffe in Deutschland garantieren, auf europäischer und nationaler Ebene gestaltet werden, wo NRW nur bedingten Einfluss hat. Auf europäischer und nationaler Ebene kann aufgrund der Vielzahl von Fördergründen mit einem weiteren Ausbau der Förderung der Biokraftstoffe gerechnet werden. So spricht sich die EU-Biokraftstoff-Strategie für einen weiteren Ausbau der Biokraftstoffe aus.

#### 4.1.1 Renaissance der Biomasse: politisch bedingt

Die Agrargesellschaft vor der industriellen Revolution bediente sich eines kontrollierten Solarenergiesystems, das vor allem auf Biomasse beruhte. Dieses Energiesystem war durch Dezentralität gekennzeichnet und durch die Flächenverfügbarkeit begrenzt. Erst mit dem Beginn des Industriezeitalters, also dem Einsatz von fossilen Energieträgern, konnten diese Flächenabhängigkeit und die stationäre Obergrenze der Regionen gesprengt werden und ein historisch einmaliges Wachstum einsetzen (→ fossiles Energiesystem). Sicher ist, dass sich die Erdöl- und Erdgasvorräte weiter verknappen werden, und damit stellt sich die Frage, wo die enormen Mengen an Energie und Rohstoffen herkommen sollen, an die sich unsere Gesellschaft im fossilen Energiesystem gewöhnt hat. Das postindustrielle Energiesystem (Solarenergiesystem) ist wieder durch die Flächenverfügbarkeit begrenzt. Allerdings ermöglichen wesentlich höhere Flächenerträge (unter anderem auch aufgrund von massivem Einsatz von fossiler Energie in der Landwirtschaft), wesentlich bessere Transportmöglichkeiten und bessere Konversionstechnologie (Technischer Fortschritt) eine Verschiebung der stationären Obergrenzen gegenüber der präindustriellen Zeit (vgl. SIEFERLE 1997). Aber die nutzbare Fläche bleibt begrenzt. Deshalb ist die Energiebilanz je ha ein wichtiger Entscheidungsfaktor, und eine vorausschauende Nutzung der knappen Ressource Fläche ist notwendig.

Die energetische Nutzung der Biomasse erlebt vor allem aufgrund des massiven Eingreifens der Politik eine Renaissance. Es handelt sich also um politische Märkte. Mit Ausnahme des Wärmesektors sind die Bioenergieoptionen in Europa noch nicht wettbewerbsfähig. es handelt sich also um politische Märkte. Die weitere Entwicklung der Bioenergiemärkte hängt somit noch von der Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen ab.

### **Kurzfristiger Abbau von Überschüssen: langfristig „Tankstelle gegen Supermarkt“**

Mit Hilfe von einer Reihe agrarpolitischer Instrumente (Exportsubventionen, Flächenstilllegungen, Quoten, ...) wurde und wird versucht, den aufgrund des rapiden technischen Fortschritts in der Landwirtschaft ständig steigenden Überschussmengen<sup>26</sup> zu begegnen. Hier treten nun aufgrund der neuen Verhandlungsmandate im Rahmen der WTO-Verhandlungen und aufgrund der europäischen Haushaltspolitik Probleme auf. Die Produktion von Biokraftstoffen bietet hier einen neuen sinnvollen Absatzkanal für die Überschussproduktion der europäischen Landwirtschaft.

Kann in Europa generell von einer teilweisen Entkoppelung des Wirtschaftswachstums und des Energieverbrauches (Strom und Wärme) ausgegangen werden, trifft dies nicht für den Transportsektor zu. Mit steigender Wirtschaftsleistung steigt auch das Verkehrsaufkommen, selbst in den schon hoch entwickelten Ländern des Westens (DEUTSCHER BUNDESTAG 2002). "Freight transport volumes grow with no clear signs of decoupling from GDP: More goods are transported farther and more frequently. This results in increased CO<sub>2</sub> emissions and slows the decline in air pollutant emissions. Relative decoupling of growth in freight volumes from economic growth has only been achieved in the EU-10, where the growth in GDP exceeds the high growth in transport volume ... Passenger transport volumes have paralleled economic growth: Passenger transport volumes have grown in most Member States. Relative decoupling has been achieved in only five new EU Member States. It is, however, likely that with time development in the EU-10 will parallel the older ones" (EEA 2006, S.12-14).

Somit kann davon ausgegangen werden, dass der Verkehrssektor bei steigendem BIP auch weiterhin eine sehr große Nachfrage nach Kraftstoffen generiert. Langfristig kann es also zu einer Verwendungskonkurrenz der Agrarrohstoffe zwischen Nahrungsmittel- und Energiesektor kommen.

---

<sup>26</sup> Aufgrund des Engel'schen Gesetzes (der Anteil der Nahrungsmittelausgaben an den Gesamt-Konsumausgaben geht mit steigendem Pro-Kopf-Einkommen zurück; im Moment gibt eine deutsche Durchschnittsfamilie nur 11% ihres Einkommens für Nahrungsmittel aus (vgl. DBV 2006)) und der beachtlichen Ertragssteigerungen (1% Ertragssteigerung pro Jahr durch technischen Fortschritt) kämpft die deutsche und europäische Landwirtschaft seit Jahrzehnten mit einer Überproduktion an landwirtschaftlichen Rohstoffen.

### **4.1.2 Bioenergie als neuer Veredelungsweig der Landwirtschaft?**

Die Bioenergie stellt eine neue Veredelungsform von landwirtschaftlichen Rohstoffen dar und bietet damit wie die traditionelle Veredelung ein höheres Wertschöpfungspotenzial als der Verkauf der landwirtschaftlichen Rohstoffe. Die Frage ist nun, ob die Landwirtschaft sich auf ihre Kernkompetenz der Produktion von landwirtschaftlichen Rohstoffen beschränken soll, oder ob sie auch zumindest einen Teil der Veredelung der Rohstoffe zu Bioenergie selbst übernimmt.<sup>27</sup>

Diese neue Veredelung tritt in Konkurrenz zu den traditionellen Veredelungen, was sich in höheren Pachtpreisen niederschlägt. Somit kommt es zu Forderungen, die neue Veredelungsform der Bioenergie in den klassischen Ackerbauregionen zu konzentrieren, wo es relativ wenig tierische Veredelung gibt. Hier könnte auch wieder eine Kreislaufwirtschaft mit den anfallenden Gärresten aus den Biogasanlagen ermöglicht werden.

Diese Entwicklung zur Veredelung der landwirtschaftlichen Rohstoffe ist nicht neu, denn in den ackerbaulichen Ungunstlagen waren die Landwirte schon früher auf eine Veredelung ihrer landwirtschaftlichen Rohstoffe (innerbetriebliche Aufstockung) angewiesen. So glichen die Landwirte im Münsterland die natürliche Ungunst mit der Veredelung der Schweineproduktion und die Landwirte in der Eifel und im Bergischen Land mit der Milchproduktion aus. Nun ergibt sich durch die Liberalisierung und die daraus folgenden agrarpolitischen Entscheidungen die Situation, dass Europa/Deutschland als globaler Ungunstraum angesehen werden kann und somit die reinen Ackerbau-Betriebe in NRW auf eine Veredelung eventuell in Form von Bioenergie angewiesen sind.

### **4.1.3 Politische Rahmenbedingungen: Beimischungszwang und/oder Steuerbegünstigung der Reinkraftstoffe**

Es zeigt sich, dass die Wirtschaftlichkeit der Biokraftstoffe noch von den politischen Rahmenbedingungen abhängig ist. Die aktuelle Diskussion um die Abschaffung der Steuerbegünstigung und die Einführung eines Beimischungszwanges hat gezeigt, dass die Ausgestaltung der Förderung der Biokraftstoffe (Steuerpolitik und Ordnungspolitik) letztlich auch Struktur- und Regionalpolitik für die ländlichen Räume sein kann. Würde die Steuerbefreiung für das reine Pflanzenöl wegfallen, dann würde damit den Landwirten die Möglichkeit genommen, Energiewirt zu werden. Denn die regionalen Vermarktungsmöglichkeiten an Speditionen und Autofahrer wäre nicht mehr möglich, sondern lediglich der Absatzweg in die Ve-

---

<sup>27</sup> Prof. Hoff hat mit seinem eindrucksvollen Vortrag in Bingen hergeleitet, dass unter konsequenter Anwendung der Transaktionskostentheorie eine Vorwärtsintegration der rheinland-pfälzischen Landwirtschaft unter den gegebenen Agrarstrukturen in Richtung Biogas keinen Sinn macht (vgl. <http://www.fh->

resterung zu Biodiesel mit entsprechenden Preisgestaltungsmöglichkeiten. Mit einer weiteren Steuerbegünstigung des Pflanzenöles können die dezentralen Ölbauern entscheiden, wo sie ihren Kraftstoff absetzen. Ein Beimischungszwang verursacht zwar eventuell niedrigere gesamtwirtschaftliche Kosten, verringert aber die Einkommensmöglichkeiten des ländlichen Raumes sehr stark.

### **Gesamtwirtschaftliche Perspektive der Biokraftstoff-Steuerbegünstigung**

Aus Sicht des Bundeslandes NRW ist eine Steuerbegünstigung der Biokraftstoffe zu begrüßen. Die Mindereinnahmen aus dem Wegfall der Mineralölsteuer betreffen vor allem den Bund. Die Einnahmen aus der Produktion der Biokraftstoffe in Form von Grundsteuer, Lohn- und Einkommenssteuer, etc. fließen größtenteils in den Landeshaushalt. Somit ist aus Ländersicht eine Steuerbefreiung auf jeden Fall zu begrüßen. Gesamtwirtschaftlich stellt SCHÖPE UND BRITTSCHKAT (2002, S.14) eine Kompensation der staatlichen Mindereinnahmen durch Leistungen (Steuerrückflüssen und zusätzliche Sozialversicherungseinnahmen) von über 83% fest.

### **Arbeitsplatzeffekte**

Insgesamt kann von geringen direkten Arbeitsplatzeffekten im Bereich der Landwirtschaft (Rohstoffproduktion) ausgegangen werden (vgl. auch BAUER 2006). Aufgrund der hohen Technisierung und Rationalisierung und des fortschreitenden Strukturwandels sind auch beim Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen keine Beschäftigungseffekte zu erwarten. Bei der Veredelung der Biomasse können allerdings sehr wohl Arbeitsplätze im ländlichen Raum entstehen, vor allem bei den dezentralen Ansätzen der Biokraftstoff-Produktion. Eine erste qualitative Abschätzung der direkten Arbeitsplatzeffekte für Biogas könnte durch die Formel „ $500\text{kW}_{\text{el}} = 1$  Arbeitsplatz im ländlichen Raum“ erfolgen. Allerdings ist dies eine erste grobe Einschätzung, denn Arbeiten zu den Arbeitsplatzeffekten der Biokraftstoffe in Deutschland/NRW liegen noch nicht vor. Neben den direkten Arbeitsplätzen sind auch Arbeitsplätze beim Bau der Biomasse-Anlagen (Planer, Anlagenbauer, Bauunternehmen, Zulieferer, ...) ebenso von Interesse wie die Arbeitsplätze, die durch die Service-Leistungen und Wartungsarbeiten beim Betrieb entstehen. Allerdings müssen mögliche Verluste in der Nahrungsmittelbranche gegen gerechnet werden. Hier besteht Forschungsbedarf.

## 4.2 Energiepflanzenanbau in NRW

Generell weist NRW aufgrund der tierischen Veredelung, der Zuckerrüben, Kartoffeln und des Gemüse- und Sonderkulturanbaues mit ihrer Nähe zum Verbraucher und den agrarindustriellen Verarbeitungskapazitäten wie Öl- und Getreidemühlen sehr hohe Opportunitätskosten der Landnutzung auf. Dies spiegelt sich in den deutschlandweit höchsten Pachtpreisen wider. Somit sind dem massiven Ausbau des Energiepflanzenbaus für die Biokraftstoff-Produktion Grenzen gesetzt. Trotz der hohen Verdrängungskosten in NRW wird sich der Energiepflanzenanbau weiter ausdehnen (vgl. RAUMIS-Modellierungen).

### Entwicklung des Energiepflanzenanbaus in NRW

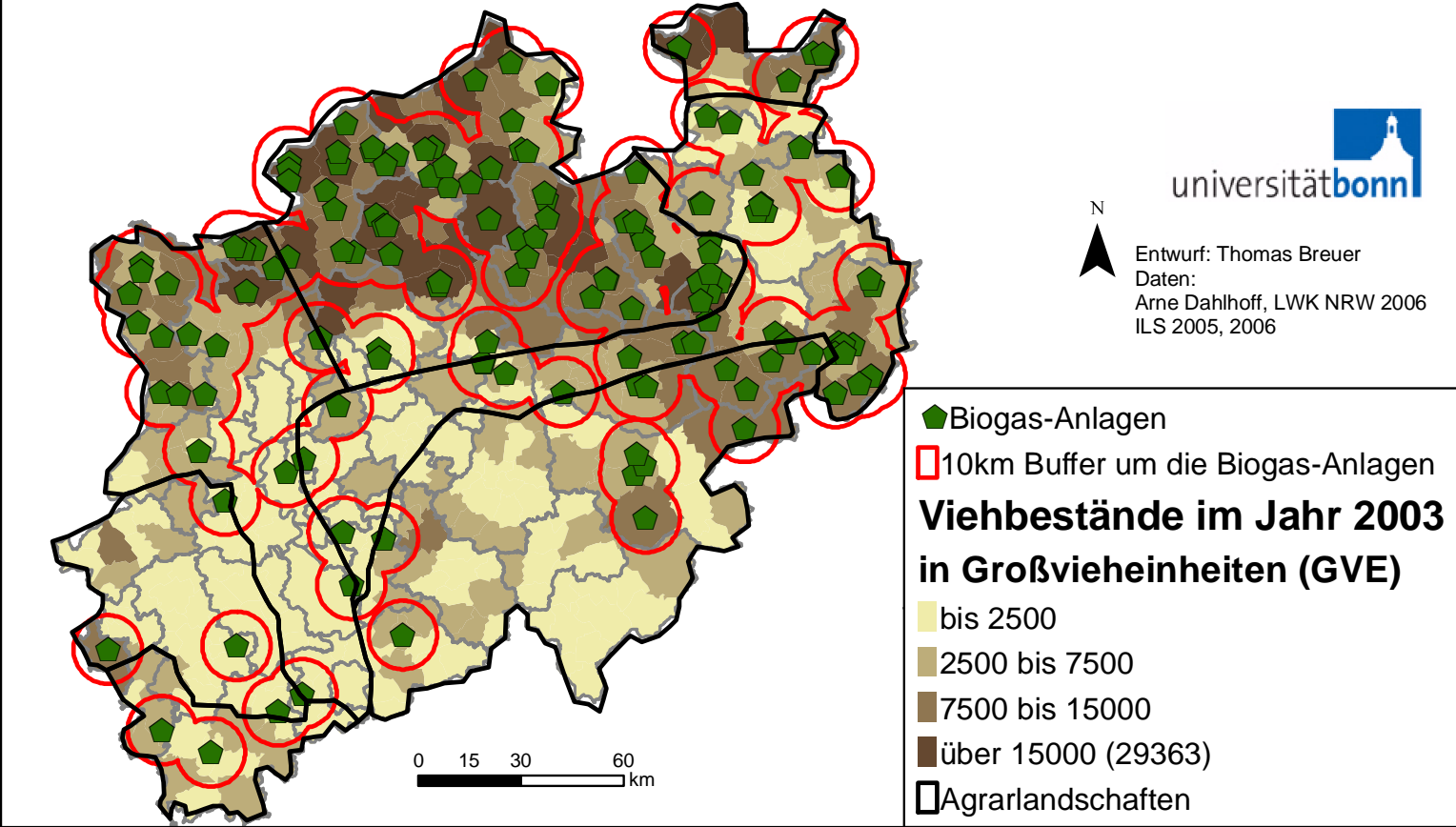
Der Rapsanbau wird sich aufgrund der betriebswirtschaftlichen Vorteile in allen Agrarlandschaften bis an die Fruchtfolgegrenze ausdehnen. Die wirtschaftliche Attraktivität des Rapsanbaus wird auch in Zukunft aufgrund des massiven Ausbaues der Schlagkapazitäten (zentral und dezentral) und der entsprechenden Biodieselskapazitäten auf nationaler und europäischer Ebene (→ Umsetzung der EU-Biokraftstoff-Richtlinie) gewährleistet sein. Neben den betriebswirtschaftlichen Vorteilen weist der Rapsanbau folgende acker- und pflanzenbaulichen Merkmale auf (HOLZ 2005, S.15):

- Lange Bodenbedeckung und tiefe Durchwurzelung sichert und fördert eine stabile Bodenstruktur
- Raps bietet eine sinnvolle Gülleverwertungsmöglichkeit
- Hoher Vorfruchtwert (Weizen nach Raps erzielt rund 10% Mehrertrag gegenüber Weizen nach Weizen)
- Sinnvolle Anbaualternative für zurückgehenden Zuckerrübenanbau. Wegen der Nematodenproblematik sollte dies in getrennten Fruchtfolgen erfolgen. Ausfallraps, der durch vorzeitigen Ausfall von Körnern vor oder unmittelbar nach der Ernte auskeimt und heranwächst, fördert die Ausbreitung der Nematoden
- Raps kann jährlich größere Ertragsschwankungen aufweisen
- Bei hohem Rapsanteil in der Fruchtfolge können sich Probleme infolge Durchwuchsraps mit der Gefahr höherer Lagerneigung und Krankheitsdruck ergeben.

Es kommt allerdings auch zwischen den Energieträgern zu Verdrängungsprozessen. Hier ist vor allem die Biogasherstellung von Bedeutung. Karte 35 zeigt die nach der Novellierung des EEG entstehenden Biogas-Anlagen; hier ist der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen wahrscheinlich. Da der Energiemais sehr transportunwürdig ist, entsteht in den 10km-Radien um die Anlagen ein entsprechender Flächenbedarf für den Energiemais-Anbau. Andere Früchte haben es schwer, sich gegen den Ertragsvorteil und die günstige Kostenstruktur von Energiemais zu behaupten. In umfangreichen Fruchtfolgeversuchen wird zurzeit bundesweit

geprüft, welche Alternativen es zum Energiemais gibt. Für die klimatisch benachteiligten Maisregionen zeichnet sich ab, dass Zweitfruchtanbausysteme sinnvoll werden könnten. Es ist zu hoffen, dass die bundesweit laufenden Fruchtfolgeversuche Alternativen zum Energiemais aufzeigen, um die Fruchtfolgeanteile von Mais in Grenzen zu halten (vgl. LWK NRW 2006). Die RAUMIS-Berechnungen belegen die sehr hohe Wettbewerbsfähigkeit des Energiemaisanbaues und die entsprechenden ökonomischen Anbaupotenziale in den Agrarlandschaften. Beim verstärkten Anbau von Energiemais in den rheinischen Zuckerrübengebieten bleibt die Gefahr der Ausbreitung von Wurzelfäule zu beachten: Rhizoctonia-Wurzelfäule tritt in Fruchtfolgen mit hohen Rüben und Maisanteilen verstärkt auf. Somit sollte in der „Rhizoctonia-Hochburg“ Rheinland der Anbau von Energiemais genau geprüft werden, denn dort wird der Mais ebenfalls von der Wurzelfäule befallen. Des Weiteren erhöht der Maisanbau die Fusariumgefahr im nachfolgenden Weizen, vor allem in der Mulchsaat (vgl. MÖLLER 2005). Diese Aspekte müssen vor allem im Rheinland mit hohen Zuckerrüben und Weizenanteilen bei einem verstärkten Energiemais-Anbau beachtet werden.

# Biogasanlagen in Betrieb genommen, Bau/Planung in den Jahren 2005/06



Karte 35: Biogas-Anlagen und mögliche Rohstoff-Liefergebiete



## **Flächenkonkurrenz: Biokraftstoffe und Biogas: Marktentlastung und Regionale Wertschöpfung**

Für die errechnete Gesamtfläche des Energiemais-Anbaus von 180.000 ha müssten 900 Anlagen á 500 kW (500 kW = ca. 200 ha Mais) in NRW entstehen. Zum Vergleich: die Ethanolanlage in Zeitz mit einer Verarbeitungsmenge von 700.000 t Weizen würde theoretisch bei einem durchschnittlichen Weizenertrag von 8 t/ha 87.500 ha Weizenfläche „aus dem Lebensmittelmarkt“ nehmen. Verkürzt kann es wie folgt zusammengefasst werden: Die großen Bioethanol und Biodieselanlagen entlasten die Agrarmärkte durch große Absatzmengen. Der Landwirt ist hier zwar nur Rohstofflieferant, aber durch die neuen Absatzkanäle ist mit einem Ansteigen aller landwirtschaftlichen Erzeugerpreise zu rechnen. Die dezentralen Ansätze der Rapsölerzeugung, aber vor allem der Biogas-Produktion, entlasten die Agrarmärkte aufgrund der Anlagenkapazität und der steigenden Installationskosten je kWh Biogas-Leistung nur langsam. Sie bieten aber ein großes Wertschöpfungspotenzial für den ländlichen Raum. Bei den Biogas-Anlagen kommt es aufgrund der Transportunwürdigkeit des Maises zum lokalen Ansteigen der Pachtpreise. Die Biogas-Produktion „gefährdet“ damit aber mittel- bis langfristig die (billige) Rohstoffversorgung der Biokraftstoffe. Die Flächenkonkurrenz wird zunehmen, besonders in den Gebieten, wo die natürlichen Standortbedingungen eine Zweikulturnutzung zulassen.

### **Ausblick Biogas**

Biogas wirkt unter den gegebenen Rahmenbedingungen „übermächtig“ in der Flächenkonkurrenz (vgl. RAUMIS-Berechnungen). Eine Ausnahme bilden die ackerbaulichen Gunstlagen, hier ist der Weizenanbau weiterhin konkurrenzfähig, besonders mit guten Vorfrüchten wie Zuckerrübe oder Raps. Dies wird sich bei prognostizierten Weizenpreisen noch verstärken aufgrund der erhöhten Nachfrage durch die Biokraftstoffe. Die schnellen Marktentlastungen werden durch die großen Biokraftstoff-Projekte realisiert werden. Das Multitalent Biogas hat aber aufgrund folgender Aspekte sehr gute Zukunftsperspektiven:

- sehr große Optimierungspotenziale entlang der gesamten Produktionskette (im Gegensatz zu den Biokraftstoffen der 1. Generation; siehe Kapitel 3.1.10). GRUNDMANN 2005 benennt hier drei große Optimierungsansätze mit entsprechenden Lernkurveneffekten:
  - o Energie-Pflanzenbau: Biomasse-Erträge pro Hektar
  - o Mikrobiologische Optimierung der Biogas-Produktion/Prozessführung
  - o Wirkungsgrad-Steigerung der BHKW
- Zukunftstechnologie Biogasaufbereitung und Einspeisung ins Erdgasnetz oder Erdgas-Tankstelle, damit möglich:
  - o optimale Ausnutzung der Endenergien Strom und Wärme

- Einsatz als Kraftstoff
- Biomethan als Erdgas-Ersatz (→ auch Wärmemarkt)
- Kombination der dezentralen Produktion der Biokraftstoffe und Nutzung der Koppelprodukte zur Biogaserzeugung (Synergien)
- Regionale Nährstoffkreisläufe durch Rückführung der Gärsubstrate als Dünger
- Professionalisierung des Anlagenbaus und -betriebs.

Insgesamt ist mit einer breiten politischen Unterstützung aufgrund von regionaler Wertschöpfung und guten Energie- und Klimabilanzen (→ Klimaschutz und Reduktion der Importabhängigkeit wenn KWK möglich) zu rechnen.

### **Biogas – als Chance für das Nährstoffmanagement der viehintensiven Gebiete?**

Die Biogas-Anlagen in den viehintensiven Gebieten werden das Nährstoffproblem aufgrund der oben geschilderten Sachverhältnisse verschärfen. Es liegt aber eine sehr große Chance in der Nutzung des Biogases. Werden die Gärreste aufbereitet, d.h. zum Beispiel separiert in eine flüssige und feste Phase, dann ist der „Export“ von Nährstoffen, vor allem von Phosphor, aus diesen Gebieten möglich. Aufgrund der Separation wird die Transportwürdigkeit des organischen Düngers extrem erhöht. Die Transportwürdigkeit der Gärreste, welche den Eigenschaften der Gülle sehr ähnlich sind, ist aufgrund der niedrigen TS-Gehalte sehr gering. Durch eine Aufbereitung der Gärreste in einen flüssigen Teil, der weiterhin in der Region ausgebracht wird, und einen festen Teil, der z.B. in die „reinen“ Ackerbaugebiete transportiert werden kann, ist eine doppelte Gewinn-Situation möglich. Zum einen könnten die viehintensiven Regionen weiter in ihren Kernkompetenzen (Tierveredelung) wachsen, und in den vieharmen Regionen kann ein billiger Dünger mit hohen Anteilen organischer Substanz (→ Einhaltung der Humusbilanzen nach CC) eingesetzt werden. Die neue Chance liegt in der „Umlage“ der Gülle/Gärreste-Aufbereitungskosten auf zwei Veredelungszweige (Tier- und Bioenergie-Veredelung). Eine Gülle-Aufbereitung nur aus der Tierveredelung ist eventuell zu teuer. Durch die Produktion des Biogases und die Nutzung der Boni (KWK- und Technologie-Bonus) ist eine Absicherung der Kosten des Nährstoffmanagements (Nährstoffaufbereitung und –export in die Ackerbaugebiete) möglich. Somit wären die Betriebe in den Veredelungsgebieten in der Lage, in ihrer Kernkompetenz Tierveredelung (mit besonderer Problematik Phosphor) zu wachsen. Damit könnten auch die momentan sehr hohen Pachtpreise in den Tierveredelungsgebieten aufgrund des Biogas-Booms abgemildert werden. Hier besteht allerdings noch sowohl im Bereich der Gärreste-Aufbereitung sowie im gesamten Bereich der Nährstoff-Bilanzierung und -management des Veredelungssystems Biogas erheblicher Forschungsbedarf, der von Seiten des Landes NRW unterstützt werden sollte.

## **Umweltwirkungen**

Es zeigt sich, dass sich die Umweltwirkungen des Energiepflanzenanbaues letztlich nicht von den „klassischen“ Umweltwirkungen der Landwirtschaft unterscheiden. Ein Großteil dieser negativen Umweltwirkungen wird bereits durch die „Gute fachliche Praxis“ und die mit den Luxemburger Beschlüssen verabschiedeten Cross-Compliance-Verpflichtungen abgedeckt. Insgesamt führt die neue Vermarktungs- und Absatzmöglichkeit der nachwachsenden Rohstoffe zu einer Intensivierung der Landnutzung, die den Bestrebungen der letzten Jahre in Richtung einer Extensivierung entgegenstehen. Eine Besonderheit ergibt sich bei der Biogas-Produktion gerade in den Veredelungsstandorten. Hier ist mit einer Verschärfung der Nährstoff-Überschusssituation zu rechnen. Hier müssen entsprechende Maßnahmen angegangen werden.

## **4.3 Der Landwirt als Energiepflanzenanbauer oder Energiewirt**

Es zeigt sich, dass in der Diskussion um die Wertschöpfungspotenziale für den ländlichen Raum durch die nachwachsenden Rohstoffe zwischen den zentralen und dezentralen Ansätzen der Biokraftstoff-Produktion unterschieden werden muss. Bei den zentralen Anlagen, die sich meist im Besitz der verarbeitenden Industrie befinden, ist der Landwirt nur Energiepflanzenanbauer. Das heißt, eine höhere Wertschöpfung ist nur in der Differenz zwischen der verdrängten Stilllegung oder Food-Produktion und der angebauten Energiepflanze möglich, wobei die großen Biokraftstoff-Projekte die Agrarmärkte insgesamt entlasten und somit langfristig zu höheren Erzeugerpreisen führen. Soll eine höhere Wertschöpfung im ländlichen Raum geschaffen werden, dann muss auch die Veredelung der landwirtschaftlichen Rohstoffe stattfinden. Hierzu muss der Landwirt zum Energiewirt werden. Hier müssen aber auch die erhöhten Risiken beachtet werden (z.B. steigende Rohstoffpreise, Änderung der politischen Rahmenbedingungen, Betrieb der Anlagen, ...).

### **4.3.1 Energielandwirte brauchen enormes ökonomisches, technisches und soziales Know-how**

Der Übergang vom Landwirt zum Energiewirt erfordert ökonomisches, technisches und soziales (z.B. bei Kooperationen) Know-how zum Betrieb der Bioenergie-Anlage oder zur Vermarktung der Biokraftstoffe und der Koppelprodukte.



**Abbildung 56: Anforderungen an den Ölmüller (Quelle: REMMELE 2005)**

Abbildung 56 gibt einen Eindruck über die Anforderungen an einen Ölmühlenbetreiber. Es kommt eine Vielzahl von z.T. neuen Aufgaben auf den Landwirt zu. Diese Abbildung könnte auch für den Betrieb einer Biogas-Anlage gelten, wobei die Herausforderung sich hier mehr auf den Betrieb des biologischen Prozesses konzentriert, da ja der Absatz des Produktes durch das EEG auf 20 Jahre gesichert ist. Mit der Novellierung des EEG haben sich allerdings die Anlagengrößen und die Wirtschaftlichkeit stark geändert. Die Anforderungen an das ökonomische wie technische Know-how sind enorm gewachsen, zu mal die Investitionssummen wesentlich höher sind als beim Bau einer dezentralen Ölmühle. Hierzu ist deshalb eine sorgfältige und neutrale Beratung ratsam, um Chancen und Risiken des neuen Veredelungszweiges für den jeweiligen Betrieb richtig einzuschätzen.

#### **4.3.2 Stärkung der Kooperationen**

Eine Möglichkeit für Landwirte, an der Wertschöpfung der Bioenergieproduktion zu partizipieren und gleichzeitig das Risiko zu begrenzen, besteht in einer Kooperation mehrerer Betriebe untereinander und/oder mit weiteren Akteuren im ländlichen Raum, um somit eine größere Anlage zu betreiben.

### **Kooperationen bei Investitionen im Bereich der Bioenergie unterstützen**

Aufgrund der gezeigten „economies of scale“ bei dem Anlagenbau sollten die Landwirte die Möglichkeit der Kooperationen verstärkt in Betracht ziehen. Neben den Kostenvorteilen der größeren Anlagen ergeben sich weitere Vorteile:

- Risikoverteilung
- Verteilung der Informationsbeschaffung (Know-how-Aufbau) im Bereich der neuen Veredelung auf mehrere Schultern
- Möglichkeit der Spezialisierung der einzelnen Kooperationspartner auf ihre Kerngebiete und damit Kostenvorteile sichern
- Flächenverfügbarkeit für den Energiepflanzenanbau.

Weitere Möglichkeiten bestehen in der Gründung von Erzeugergemeinschaften zur besseren Vermarktung und Koordination der nachwachsenden Rohstoffe. Investitionen aus einem Maschinenring heraus bieten weitere Vorteile. So können hier Investitionen in anderen Größenordnungen angegangen werden (z.B. zentrale Biodieselanlagen wie Campa Biodiesel Ochsenfurt oder Marina Biodiesel Brunsbüttel).

Die Vorteile des Maschinenrings liegen auf der Hand:

- man kennt sich bereits und hat eine Vertrauensbasis für gemeinsame Investitionen
- es werden sehr leicht viele Landwirte erreicht
- es gibt meist schon starke Führungspersönlichkeiten.


# Grobe Einordnung der Maschinenringbereiche im Rheinland

 Maschinenringe

 Zuckerfabriken 2004

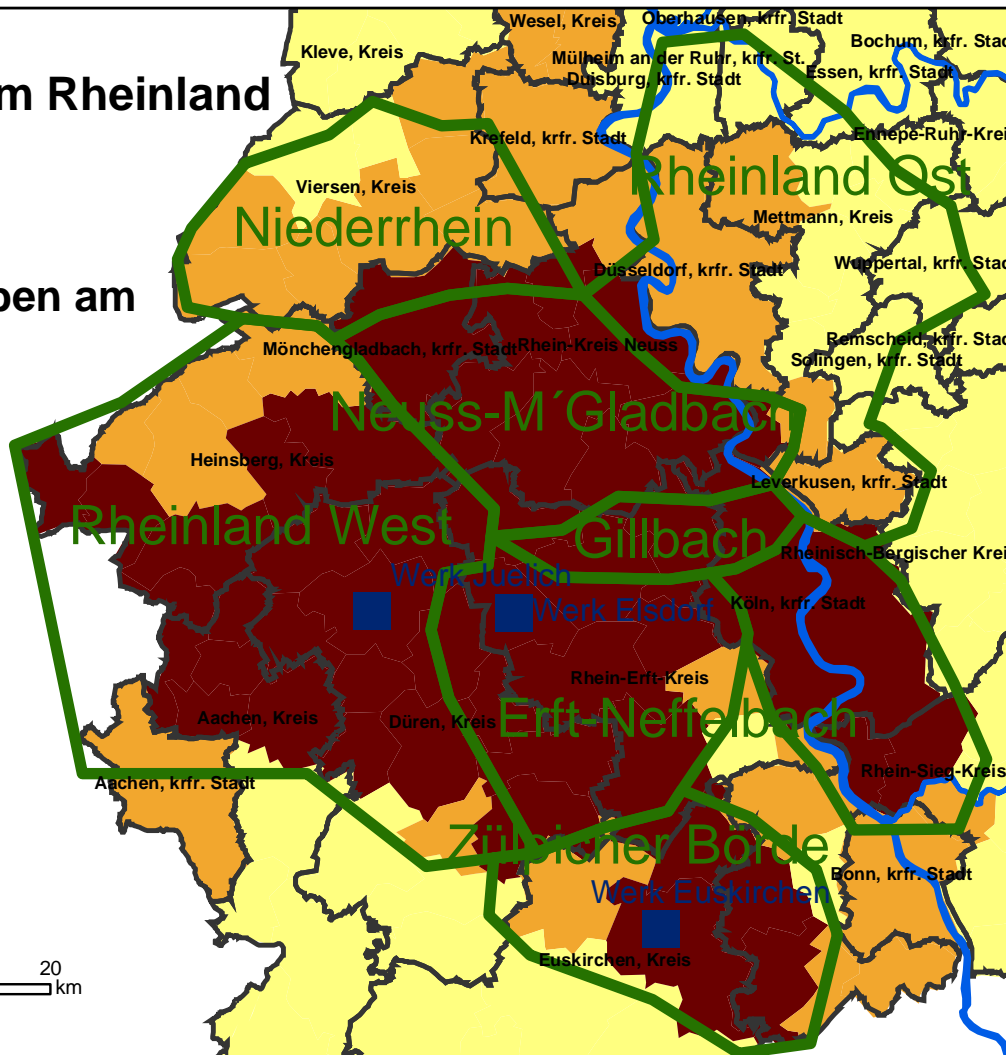
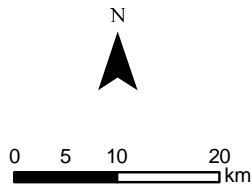
**Anteil von Zuckerrüben am Ackerland in %**

 bis 10

 10 bis 20

 über 20 (33)

Entwurf: Thomas Breuer  
 Daten: Aussagen  
 Geschäftsführer Maschinenringe



Karte 36: Maschinenring-Bereiche im Rheinland

Karte 36 zeigt die Maschinenringe im Rheinland, die in der Fallstudie Rheinland erhoben wurden. Der Maschinenring Rheinland-West ist einer der größten Maschinenringe im Rheinland und hat zwei bis drei Biogas-Anlagen in Planung/Bau (vgl. DERING 2005). Weitere Maschinenringe im Rheinland sind MR Rheinland Ost, MR Gillbach, MR Neuss-M'Gladbach, MR Erft-Neffelbach, MR Zülpischer Börde, MR Rhein-Sieg-Kreis und der MR Niederrhein. Neben der Realisierung von eigenen Biogas-Anlagen und der Kooperation mit Energieversorgern bietet das Beschäftigungsfeld Nachwachsende Rohstoffe den Maschinenringen die Möglichkeit, als neue Energiedienstleister im ländlichen Raum aufzutreten (vgl. HOFNAGEL 2005). Auch die Kooperation mit großen Energieversorgungsunternehmen (EVU) verspricht für die nordrhein-westfälische Landwirtschaft gute Erfolgsaussichten; allerdings sollte die Landwirtschaft hier versuchen, auch an der Veredelung der Rohstoffe beteiligt zu werden.

## **4.4 Politikempfehlungen**

### **4.4.1 Abschaffung der obligatorischen Stilllegungsverpflichtung**

Die Flächenstilllegung wurde als reines Marktsteuerungsinstrument Anfang der 1990er Jahre eingeführt und diente der EU-Kommission zur Regulierung des Marktes der Grand-Cultures-Früchte. Mit der Umsetzung der Luxemburger Beschlüsse erfolgt die Berechnung der Stilllegungsverpflichtung einmalig 2005 von der gesamten Ackerfläche und ab 2006 ist diese Flächenstilllegungsverpflichtung handelbar. Ohne die Anbaumöglichkeiten der Nachwachsenden Rohstoffe auf Stilllegungsflächen würde ab 2006 eine „Wanderung“ der Stilllegungsverpflichtungen aus den ackerbaulichen Gunstgebieten auf die Ungunstlagen stattfinden. Damit könnte die Stilllegung aber nicht mehr zu nennenswerten Entlastungen (z.B. im Getreidemarkt) beitragen. Durch die Möglichkeiten des wirtschaftlichen Anbaues von Nachwachsenden Rohstoffen auf den Stilllegungsflächen in allen Agrarlandschaften (Weizen → Rheinland, Raps → Gebiete ohne Zuckerrüben; Energiemais bei lokalem Anlagenangebot) wird es zu einem geringen Handel der Stilllegungsverpflichtungen in NRW kommen.

Es ist abzusehen, dass durch die Ausgestaltung der energiepolitischen Rahmenbedingungen (Biokraftstoffe, Biogas) sowie die erst jetzt beginnende Diskussion um die stoffliche Nutzung (Rohstoffe für die Chemische Industrie) genügend große Absatzkanäle für die Nachwachsenden Rohstoffe geschaffen werden, so dass es bei einer Abschaffung der Stilllegungsverpflichtung nicht zu Marktstörungen durch Überangebot auf den Lebensmittelmärkten kommen wird. Damit wird die obligatorische Flächenstilllegung obsolet.

Für die Erzeuger hat die Stilllegung (geringe Opportunitätskosten) auf jeden Fall einen negativen Effekt, nämlich einen niedrigeren Auszahlungspreis für die Nachwachsenden Rohstoffe (Non-Food-Rohstoffe) gegenüber der Produktion auf der Basisfläche. Für die verarbeitende Industrie dient die Flächenstilllegung also als „Billig-Macher“ der Rohstoffversorgung. Mit

der stark ansteigenden Nachfrage nach Rohstoffen für energetische und bald auch stoffliche Nutzung ist das Drücken der Erzeugerpreise (gerade für die landwirtschaftlichen Betriebe, die nicht in Richtung Bioenergie investiert haben) nicht mehr zu rechtfertigen und die Auszahlung von angepassten Preisen für die nachwachsenden Rohstoffe zu fordern. Zudem verursacht die Stilllegung momentan einen riesigen bürokratischen Aufwand mit den damit verbundenen Transaktionskosten, die wie dargestellt letztlich zu Lasten der Landwirtschaft gehen. Anstelle der schon mehrfach diskutierten Erhöhung der Energiepflanzenprämie, die auch nicht zum Grundprinzip der Entkoppelung passt und zu einem großen Teil an die Industrie durchgereicht wird, ist die Abschaffung der Stilllegung die einfachste und effektivste Unterstützung des gesamten ländlichen Raumes. Dies bedeutet aber auch gleichzeitig eine Verteuerung der Rohstoffkosten der Bioenergieproduzenten.

Fasst man alle diese Punkte zusammen, dann sollte sich NRW und die landwirtschaftlichen Verbände (die gerade zu einer Entbürokratisierungskampagne aufgerufen haben) für die Abschaffung der Stilllegungsverpflichtung bei der nächsten Halbzeitbewertung der europäischen Agrarpolitik (2008/2009) einsetzen und damit, wie von ISERMEYER (2005, S.10) gefordert, die jetzige Form der Stilllegung spätestens ab 2010 endgültig in das „Kuriositätenkabinett der agrarpolitischen Geschichtsschreibung“ überstellen<sup>28</sup>.

#### **4.4.2 Stärkung des Energiewirts in Nordrhein-Westfalen**

Die höchsten Wertschöpfungspotenziale liegen in der Veredelung der Energiepflanzen; somit sollte der Landwirt als Energiewirt gestärkt werden. Hier sind vor allem die dezentralen Ansätze der Bioenergieerzeugung zu nennen (vgl. Abbildung 25). Das neue Veredelungsfeld Energie bedarf in der Landwirtschaft aber eines gewissen Know-hows in ökonomischer, technischer und sozialer Sicht. Es sind Fragen des Pflanzenbaus, der Anlagentechnik und Vertragsgestaltung zu klären. Hier sollte eine auf die Spezifika der Agrarlandschaft zugeschnittene Beratung durch die Landwirtschaftskammer ausgebaut werden.

##### **4.4.2.1 Informationen und Beratung zu Biokraftstoffen/Bioenergie von „Neutralen Stellen“**

Für die Entscheidung zur Investition in eine Anlage brauchen die Anlagenbetreiber Entscheidungshilfen, die durch „neutrale“ Stellen verifiziert worden sind. Die Kalkulation der Anlagenbauer beruht oft auf sehr optimistischen Annahmen. Messergebnisse aus der Praxis zeigen aber, dass die Annahmen der Anlagenbauer oder der im Labor ermittelten Werte korrigiert werden müssen (vgl. BESGEN 2006), meist zu Lasten des Anlagenbetreibers. Hier müssen

---

<sup>28</sup> Aktuell hat die EU-Kommission einen Vorschlag zur Herabsetzung des Stilllegungssatzes für die Aussaat im Herbst 2007 und Frühjahr 2008 auf Null gemacht.



wissenschaftliche Untersuchungen betrieben werden, die dann in die landwirtschaftliche Praxis transferiert werden müssen. Eine sachliche und auf Fakten beruhende Analyse der Vor- und Nachteile der Biokraftstoffe in NRW kann auch eine Einbindung der lokalen Akteure und Bürger erleichtern. Diskussionen um konkrete Projekte werden oft durch auf Ängste und Befürchtung beruhenden Mutmaßungen betäubt. Hier ist eine wissenschaftliche Diskussion mit regionsspezifischen Aspekten und Problemen zu führen. Dieser Wissensstand kann helfen:

- die Kreditvergabe für Biokraftstoff-Projekte zu verbessern (Hier ist für den Bereich des Biogases der bereits existierende Leitfaden des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes NRW in Kooperation mit der Energieagentur NRW und BASE Deutschland „Biogas. Leitfaden für Kreditinstitute“ zu nennen.),
- den Genehmigungsbehörden durch einen Leitfaden die Entscheidungen bei der Genehmigung von Bioenergie-Projekten zu erleichtern,
- Akteure und Bewohner in den Kommunen und Gemeinden frühzeitig mit in die Planung für Bioenergieprojekte einzubinden, und die Bevölkerung über den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zu informieren,
- Unternehmen, Wirtschaftsförderung auf die Synergie mit Bioenergie-Projekten aufmerksam zu machen (z.B. Abwärme-Nutzung beim Biogas, ...).

#### **4.4.2.2 Einbindung der neuen Veredelung Bioenergie in die Lehr- und Ausbildungspläne**

Der steigenden Bedeutung des Einsatzes von Biomasse und dem notwendigen Know-how für den Schritt vom Energiepflanzenanbauer zum Energiewirt muss in der Ausbildung Rechnung getragen werden. Die Vielschichtigkeit des Themas Bioenergie sollte verstärkt in die Lehr- und Studienpläne der Landwirtschaftsschulen, Meisterschulen und auch der Fach- und Hochschulen einfließen. Hier besteht auf allen Ebenen in NRW großer Handlungsbedarf!

#### **4.4.3 Zukunftstechnologie Biogas als Erdgas-Ersatz in NRW ausbauen**

Erdgas soll(te) in Europa das Erdöl als wichtigste Energiequelle ablösen. Allerdings ist aufgrund der Erfahrungen mit Russland bewusst geworden, dass diese neue Abhängigkeit ebenfalls einige Risiken birgt. Um diese neue Importabhängigkeit abzumildern, könnte das Biogas als Erdgas-Ersatz ausgebaut werden. Biogas bietet sehr hohe Flächenerträge und mit der Einspeisung des Biomethans wäre dessen flexible Nutzung möglich. Denn letztlich besteht die größte Importabhängigkeit Deutschlands im Verkehrs- und Wärmesektor und nicht im Stromsektor. Zudem stehen hier weitere erneuerbare Energiequellen zur Verfügung, und gerade im Stromsektor weist Deutschland die geringste Importabhängigkeit auf. Kurz: Biogas ist eigentlich zu schade, um es vor Ort zu verstromen. Hinzu kommt, dass bei einer Verstromung vor Ort meist eine Abwärmenutzung nur bedingt möglich ist, was aber ökonomisch wie ökolo-

gisch wünschenswert wäre. Durch die Biogas-Aufbereitung und Einspeisungen stehen zukünftige Möglichkeiten zur Verfügung. Nordrhein-Westfalen hat hier aufgrund seines flächendeckenden Erdgas-Netzes (siehe Anhang 11) besondere Standortvorteile, die genutzt werden sollten. Außerdem stellt Biogas aufgrund der transportunwürdigen Inputbiomasse einen langfristigen Ansatz der Wertschöpfung durch Bioenergie im ländlichen Raum dar, auch vor dem Hintergrund, dass hier die gesamte Wertschöpfung in der Landwirtschaft verbleiben kann.

#### **4.4.4 Querschnittsthema Bioenergie: Kombination der Förderung des ländlichen Raumes und der Bioenergie**

Die Bioenergie ist mittlerweile ein zweites Standbein für die Landwirtschaft (Diversifizierung landwirtschaftlicher Einkommensquellen) und kann langfristig zur Wertschöpfung im ländlichen Raum beitragen. Besonders die dezentralen Ansätze ergänzen sehr gut die auf Integration und Nachhaltigkeit ausgerichtete Entwicklung der ländlichen Räume, wie sie als 2. Säule der Agrarpolitik gesehen wird. Eine Verbindung der Ziele des Ausbaus der Biokraftstoffe (Bioenergie) mit denen der Entwicklung des ländlichen Raumes bietet langfristige Perspektiven in der europäischen und nationalen Agrarpolitik, die in Zukunft weiter unter finanziellen Druck geraten wird. Besonders die Schwerpunktsachsen 1 und 3 und die LEADER-Aktivitäten bieten sehr gute Anknüpfungspunkte für eine gemeinsame Umsetzung der energie- sowie der agrar- und strukturpolitischen Ziele. Erste Ansätze zeigen sich bei der Neufassung der GAK in Richtung Förderung der Nachwachsenden Rohstoffe (konkrete Ausgestaltung je nach Bundesland unterschiedlich), so z.B. die Förderung von einzelbetrieblichen Investitionsvorhaben im Rahmen des Agrarinvestitionsförderungsprogramms (AFP). Konkret möglich sind u.a. Biogas- und Biomassefeuerungs-Anlagen, Umrüstungen von Traktoren auf Pflanzenöl und Biodiesel sowie Spezialmaschinen und Geräte für Nachwachsende Rohstoffe im Non-Food-Bereich (vgl. FNR 2005).

Bioenergie-Projekte eignen sich hier nahezu perfekt für die Ansätze der integrativen ländlichen Entwicklung. Die Beispiele der Bioenergiedörfer (z.B. Jühnde), aber auch eine Reihe von Projekten aus den neuen Bundesländern (ein Beispiel ist die Initiative des Landschaftsverband Spree-Neiße e.V.; <http://www.abnachdraussen.net/>) zeigen, dass nicht nur die Landwirtschaft, sondern ein ganzheitlicher Ansatz mit Regionalberatung und Regionalmanagement notwendig ist, um alle Beteiligten im ländlichen Raum mitzunehmen und das Gelingen der Projekte zu garantieren. Auch bieten sich neben der Land- und Forstwirtschaft weitere Beschäftigungsmöglichkeiten (Energietechniker, ...) in den Regionen. Hier könnte NRW im Rahmen der INTERREG, aber vor allem im Rahmen von LEADER, Regionalmanagement,

ILEK und sonstiger Fördermaßnahmen (z.B. Regionen-Aktiv) noch weiter Impulse für eine verstärkte Biomasse-Nutzung geben.

### **Gestaltungsmöglichkeit durch das Förderprogramm Ländlicher Raum NRW**

Wie dargestellt wurde, werden die energiepolitischen Rahmenbedingungen auf europäischer und nationaler Ebene festgelegt. Hier hat NRW nur begrenzte Einfluss-Möglichkeiten. Anders sieht dies bei der Ausgestaltung des NRW-Förderprogramms „Ländlicher Raum 2007-2013“ aus. Hier könnte die oben beschriebene Möglichkeit der Förderung der Bioenergie mit der Förderung des ländlichen Raumes verbunden werden. Vor dem Hintergrund, dass neue Organisations- und Kooperationsstrukturen im ländlichen Raum notwendig sind sowie eine Förderung des *regional governance* angestrebt werden, könnte ein „Regionalmanager Nachwachsende Rohstoffe“ in den Agrarlandschaften installiert werden, welches die Entwicklung des ländlichen Raumes mit der Förderung des Einsatzes der Nachwachsenden Rohstoffe verbindet. Dieser dezentrale Regionalmanager könnten von einem übergeordneten Kompetenzzentrum Nachwachsende Rohstoffe und ländliche Entwicklung koordiniert werden.

#### **4.4.5 Schaffung eines Kompetenzzentrums mit Regionalmanager Nachwachsende Rohstoffe in den Regionen**

##### **Kompetenzzentrum als Förderansatz für die Energielandwirte**

Die energiepolitischen Rahmenbedingungen werden auf nationaler Ebene bestimmt, und die momentane Förderung ermöglicht einen wirtschaftlichen Betrieb der Biokraftstoff- und Biogas-Anlagen. Somit ist die Förderung des Anlagenbaus, wie sie erfolgreich durch das REN-Programm in NRW erfolgte, nicht mehr notwendig. Die eigentliche Förderaufgabe liegt in der Wissens-, Know-how- und Kooperationsförderung des ländlichen Raumes. Der Übergang der Landwirte zu Energiewirten bedarf aber aufgrund der Vielschichtigkeit des Themas Bioenergie mehrerer Fähigkeiten. Zudem zeigen sich neue Organisations- und Kooperationsstrukturen im ländlichen Raum (z.B. der Kooperation der EVU mit Landwirten zur Biogas-Produktion). Da die direkten Gestaltungsmöglichkeiten des Landes NRW bei den Rahmenbedingungen begrenzt sind, wäre die Förderung eines Kompetenzzentrums Nachwachsende Rohstoffe (wie sie auch schon in Bayern, Niedersachsen und Hessen installiert wurden) anzustreben. In einem Kompetenzzentrum können die verschiedenen Aktivitäten zu Nachwachsenden Rohstoffen gebündelt werden und damit Synergien geschaffen werden. Schlagwortartig können folgende Aufgaben eines solchen Zentrums benannt werden:

- Bündelung der Aktivitäten und zentraler Ansprechpartner für Politiker, Bürger und Investoren
- Forschung im Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe (Pflanzenbau, Ökonomie, Technologie): hier hat NRW Nachholbedarf

- Transfer der Ergebnisse in die Praxis
- Wissensvermittlung und Öffentlichkeitsarbeit
- Abbau von Hemmnissen und Stärkung des Sozialkapitals in den Agrarlandschaften
- Ausbildung und Schulung, vor allem in Richtung Landwirtschaft
- Unabhängige Beratung aller Akteure (Landwirte, Unternehmen, Bürger, Politik, ...) im Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe.

Bestimmt man konkrete Ansprechpartner, die neben den Fachinformationen über die Nachwachsenden Rohstoffe auch die Spezifika der Agrarlandschaft kennen, würde dies nicht nur für die regionale Landwirtschaft, sondern für alle Beteiligten im ländlichen Raum große Synergien schaffen.

### **Schaffung einer zentralen Institution**

Momentan werden die Aktivitäten im Bereich Nachwachsende Rohstoffe in NRW vor allem durch die folgenden Akteure mit ihrer spezifischen Sicht- und Herangehensweise bestimmt:

- Landesinitiative Zukunftsenergien/EnergieAgentur NRW (AG Biomasse und Kompetenznetzwerk Kraftstoffe der Zukunft)
- Landwirtschaftskammer NRW (Haus Düsse, Biogas-Info-Service)
- Forschungseinrichtungen (u.a.):
  - o Wuppertal Institut, Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer Institut UMSICHT
  - o FH Soest
  - o Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät
- Wirtschaftsförderungsgesellschaften.

Zwar arbeiten die Akteure der genannten Institutionen für einzelne Projekte immer wieder zusammen, allerdings könnte eine institutionalisierte Zusammenarbeit (in Form z.B. eines Kompetenzzentrum) hier wesentliche Vorteile bringen. Dieses Kompetenzzentrum würde als Schnittstelle zwischen den Akteuren der Landwirtschaft, der Industrie und der Wissenschaft dienen und die Aktivitäten für die Nachwachsenden Rohstoffe in NRW insgesamt koordinieren. Dabei sollten die speziellen Strukturen der Landwirtschaft und der Industrie in NRW beachtet werden. Hier ist neben der Einbindung der regionalen und überregionalen Energieversorger auch die verstärkte Betrachtung der industriepolitischen Aspekte der Biokraftstoffe (vgl. ARNOLD ET AL. 2006) und der stofflichen Nutzung der Nachwachsenden Rohstoffe (Weiße Biotechnologie) an einem traditionellen Chemie- und Technologie-Standort von Interesse. Hier seien als Beispiele die Ankündigungen der Degussa genannt, in den nächsten fünf Jahren im Rahmen des Science-to-Business-Centers Bio in Marl 50 Mio. € in die Entwicklung der Weißen Biotechnologie zu investieren ([http://www.presseportal.de/story\\_rss.htx?nr=798140](http://www.presseportal.de/story_rss.htx?nr=798140)), genannt. Aber auch heute spielt der Anlagen- und Systembau im Bereich der Bioenergie eine gewichtige Rolle. So sind die Inves-

titionen in Biomasse-Projekte für die verschiedenen Wirtschaftszweige Baugewerbe, Dienstleistungssektor, Verarbeitendes Gewerbe, Handel und Kreditwesen gleichermaßen interessant. Das IWR 2004 schätzt, dass ca. 15.000 Arbeitsplätze durch den gesamten regenerativen Anlagen- und Systembau in NRW geschaffen wurden. Wie viele davon auf die Bioenergie entfallen, kann nicht gesagt werden. Im Zuge des zentralen Wachstumsfaktors EEG-Novellierung ist aber mit einem starken Anstieg im Bereich der Bioenergie seit 2004 zu rechnen, und somit fällt die gesamte Prognose der IWR 2004 für die Bioenergie sehr positiv aus. (für weitere Abschätzungen auch im Bereich der Bioenergie siehe WUPPERTAL INSTITUT 2004).

Eine Ansiedlung des Kompetenzzentrums in die bestehenden Strukturen (Landesinitiative Zukunftsenergie oder LWK NRW) würde Sinn machen und weitere Synergien schaffen. Die konkreten Aufgaben des Zentrums können wie folgt umrissen werden:

- Gesamt-Koordination aller Aktivitäten und Vernetzung aller Akteure im Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe entlang der gesamten Produktionskette
- Verbindung zwischen Wirtschaftsförderung, Industrie und Landwirtschaft
- Verbindung von Forschung (Technologie, Ökonomie, Pflanzenbau,...) und Praxis (Transfer in die Agrarlandschaften) und Förderung
- Initiierung von Forschungs- und Pilotprojekten
- Technologie- und Know-how-Transfer aus anderen Regionen Deutschlands
- Förderung des Energiewirts durch ökonomische, technische und soziale Forschungsergebnisse und deren Transfer in die landwirtschaftliche Praxis (→ Ausbildung und Schulungen für den Energiewirt)
- Unabhängige und umfassende Beratung der politischen Entscheidungsträger, Landwirte, Unternehmen und Regionen bei den vielschichtigen Bioenergie-Themen
- Informationen und Entscheidungsgrundlagen für politische Entscheidungsträger und Behörden
- Übergeordnete koordinierende Stelle des Regionalmanagements in NRW und ersten Institution im Land für die Fragen zum Querschnittsthema Nachwachsende Rohstoffe.

Aufgrund der verstärkt auftretenden Flächenkonkurrenz in der Landwirtschaft und zwischen den verschiedenen Bioenergie-Nutzungen und der zukünftigen Stofflichen Nutzung der Nachwachsenden Rohstoffe erscheint es zunächst sinnvoll, ein auf Nordrhein-Westfalen abgestimmtes Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe zu erarbeiten, welches als Grundlage für weitere Forschungs- und Förderaktivitäten dienen soll. Im Anschluss an das Gesamtkonzept muss in Abstimmung mit der Wissenschaft ein Forschungsprogramm für den Bereich Nachwachsende Rohstoffe entwickelt werden. Dies sollte mit den Zielen der Einbindung der Forschung in NRW in nationale und internationale Forschungsprojekte und mit dem Fokus

eines nachhaltigen Einsatzes der nachwachsenden Rohstoffe in den verschiedenen Agrarlandschaften in NRW erfolgen. Hier wird vor allem großer Forschungsbedarf im Bereich der Agrarwirtschaft gesehen, der mit einer starken Einbindung des USL verbunden werden könnte.

### **Weiterentwicklung der bisherigen Konzepte der Kompetenzzentren**

Die Wirtschaftsförderungsgesellschaften haben sich bisher wenig mit dem Thema der Bioenergie beschäftigt. Dies kann zwei wesentliche Gründe haben:

1) die Wirtschaftsförderung hat durch ihre bisherigen Aktivitäten sehr wenig mit dem Bereich des Umweltschutzes (in dem man im weiteren Sinne das Querschnittsthema Erneuerbare Energien unterbringen kann) und recht wenig mit der Landwirtschaft zu tun.

2) Aufgrund der fehlenden Informationen vor allem über den „unbekannten“ Sektor Landwirtschaft hat man eine gewisse Zurückhaltung gegenüber landwirtschaftlichen Themen (zumal eine Informationsbeschaffung über den neuesten Stand sich sehr schwierig gestaltet). Aufbauend auf dieser Erkenntnis sollten durch das Kompetenzzentrum bei den lokalen und regionalen Wirtschaftsförderungen in Zusammenarbeit mit den sechs Beratungsregionen der Landwirtschaftskammer NRW (vgl. BERGES 2005, SCHMITZ 2005) lokale Ansprechpartner installiert werden. Diese „Regionalmanager Nachwachsende Rohstoffe“ fungieren als Schnittstelle zwischen der Landwirtschaft, der Wirtschaftsförderung und allen anderen Akteuren der Region.

Erste erfolgreiche Beispiele zeigen sich mit den Initiativen der Emscher-Lippe-Region („Emscher-Lippe: Kompetenzregion für Zukunftsenergien“ unter <http://www.energieregion-el.de/>) und der AGIT für die Aachener Region. Hier könnte auch eine Verbindung mit den REGIONALE-Programmen des Landes angestrebt werden (z.B. im Bereich der terra nova: Neue Energielandschaft der Regionale2010).

Die Regionalmanager in den Agrarlandschaften könnten folgende Aufgaben haben:

- Erster Ansprechpartner und Transferstelle in den Agrarlandschaften (Person vor Ort mit Kenntnis der regionalen Gegebenheiten und Akteure)
- Wissenstransfer in die Regionen (Landwirtschaft, Wirtschaftsförderung, Politik, Industrie, Entscheidungsträger und Multiplikatoren)
- Aus- und Weiterbildung des Landwirts als Energiewirt
- Unabhängige Beratung der regionalen Landwirtschaft, Politik, Wirtschaftsförderung, Industrie im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe
- Schaffung eines kreativen Milieus (Innovation muss nicht immer nur Technik sein, z.B. Arbeitskreise, Informationsveranstaltungen)
- Stärkung des Regionalbewusstseins, des Sozialkapitales, der „soft skills“ → Erhöhung der Kooperationsbereitschaft für die neuen Kooperationen im ländlichen Raum

- Koordinationsstelle und Kontakte in den Agrarlandschaften in Richtung Öffentlichkeitsarbeit, Internet und Netzworkebildung und Bündelung der Aktivitäten zur Stärkung des ländlichen Raumes und der Region.

## 5 Zusammenfassung

Die energetische Nutzung der Biomasse erlebt aufgrund hoher Preise für fossile Energieträger und aufgrund des Klimaschutzes eine Renaissance. Der verstärkte Einsatz von Biokraftstoffen auf europäischer und nationaler Ebene ist beschlossene Sache, und die entsprechenden Rahmenbedingungen ermöglichen den raschen Ausbau der Produktion.

Von den untersuchten landwirtschaftlichen Rohstoffen ergibt sich hieraus aber nur für Raps eine zusätzliche Einkommensmöglichkeit für die Landwirtschaft in NRW. Aufgrund der Rahmenbedingungen ist nicht mit einem Bau einer großen Bioethanol-Anlage in NRW zu rechnen, womit die Verwertung von Zuckerrüben und Weizen in NRW nicht zum Tragen kommt. Aufgrund des Äquivalenzverfahrens ist allerdings doch ein Anbau von Ethanolweizen, v.a. im Rheinland, möglich. Schnellwachsende Baumarten und Miscanthus als Inputbiomasse für BtL-Kraftstoffe versprechen ebenfalls keine weitere Wertschöpfung für die Landwirtschaft in NRW. Das eigentliche Potenzial der Energiepflanzen in NRW liegt nicht in den Biokraftstoffen, sondern im Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen für die Biogas-Nutzung. Hier kommt vor allem der Anbau von Energiemais zum Tragen.

Grundsätzlich ist zwischen den dezentralen und den zentralen Ansätzen der Produktion von Biokraftstoffen zu unterscheiden. Die dezentralen Ansätze zeichnen sich durch höhere Produktionskosten aus, allerdings können Transportkosten und Handelsgewinne eingespart werden. Bei den zentralen Anlagen kommen die economies of scale in Verarbeitung und Handel zum Tragen (v.a. für Bioethanol und Biodiesel). Durch die zentralen Anlagen der Biokraftstoffe werden vor allem die Ziele der sicheren Energieversorgung und des Klimaschutzes bedient. Sie stellen große Absatzkanäle für landwirtschaftliche Produkte dar. Das Entwicklungspotenzial für den ländlichen Raum besteht hier vor allem in den stabilen Erzeugerpreisen für die verwendeten Rohstoffe. Aufgrund der Lage an den großen Wasserstrassen besteht allerdings die Gefahr, dass größere Mengen der Rohstoffe importiert werden und damit nicht mehr dem ländlichen Raum in NRW zu Gute kommen. Dadurch, dass neben der Biomassebereitstellung weitere Segmente der Produktionskette im ländlichen Raum gehalten werden können, bieten die dezentralen Ansätze größere Einkommenspotenziale für die ländlichen Räume NRW's. Hier sind vor allem der Bau von dezentralen Ölmühlen zu nennen, der in NRW aufgrund der Konkurrenz der vier zentralen Ölmühlen allerdings ebenfalls begrenzt ist. Bei den dezentralen Ansätzen spielen neben den harten auch die „weichen“ Standortfaktoren wie Regionalität, Mentalität, Organisationsgrad und Kooperationsbereitschaft eine wesentliche Rolle. Auch bei den dezentralen Anlagen ergeben sich economies of scale, so dass der Bau von größeren Anlagen interessant wird und damit Kooperationen der Akteure im ländlichen Raum notwendig werden. Will die Landwirtschaft hier direkt oder als Partner profitieren



und nicht nur Rohstofflieferant sein, müssen neue Organisations- und Kooperationsformen mit entsprechender Vertrauensbasis gefunden werden.

Die Ölsaaten (vor allem Raps) können dezentral oder zentral geschlagen werden. Die erfolgreichen Ansätze in Süddeutschland können aber nicht ohne weiteres auf NRW übertragen werden. Beim Biodiesel profitiert die Landwirtschaft nur in den höheren Erzeugerpreisen gegenüber der verdrängten Konkurrenzfrucht. Beim Bioethanol sind die Skalenerträge besonders groß, womit die landwirtschaftlichen Brennereien wenige Marktchancen haben. Bei einer zentralen Ethanolanlage würde das Wertschöpfungspotenzial in den Agrarlandschaften sehr gering ausfallen. Am geringsten wären sie bei einer BtL-Anlage. Diese zentralen Anlagen brauchen billigste Inputbiomasse und lassen keinen Raum für eine höhere Wertschöpfung in den Regionen.

Die Produktion von Bioenergie ist eine Veredelung von landwirtschaftlichen Rohstoffen, genau wie andere „klassische“ landwirtschaftliche Veredelung (z.B. Fleisch oder Milch). Dezentrale Ansätze (Landwirt als Energiewirt) bieten höhere Wertschöpfungspotenziale als zentrale Lösungen der Biokraftstoff-Produktion, wo der Landwirt nur Energiepflanzenanbauer ist, da weitere Segmente der Wertschöpfungskette in der Hand der Landwirte verbleiben. Soll eine Stärkung des ländlichen Raumes im Vordergrund der Förderung der Biokraftstoffe stehen, dann müssen gerade die dezentralen Ansätze der Biokraftstoff-Produktion unterstützt werden. Hier können neben der Strukturförderung in der Landwirtschaft auch regionalpolitische Aspekte integriert werden. Somit würde die Kombination der Förderung der Bioenergie mit den Förderprogrammen des ländlichen Raumes einige Synergien schaffen.

Die Verfügbarkeit von nachwachsenden Rohstoffen entscheidet sich letztlich auf der Fläche, also in der ökonomischen Konkurrenzfähigkeit des Verfahrens gegenüber einer anderen Landnutzung (Stilllegung, Food- oder Feed-Produktion). Hier muss für die zukünftigen politischen Entscheidungen das ökonomische Potenzial als Entscheidungsgrundlage verwendet werden. Aufgrund der relativen Vorzüglichkeit des Rapses wird sich dieser bis an die Fruchtfolgegrenzen in NRW ausdehnen. Allerdings sind die Gesamtpotenziale des Rapsanbaus aufgrund von Fruchtfolgen und starker Konkurrenznutzungen begrenzt. Der momentan vor allem im Rheinland stattfindende Ethanolweizenanbau wird sich mit dem Ausbau der lokalen Biogas-Kapazität weiter verringern.

Generell entsteht durch die energiepolitischen Rahmenbedingungen des EEG eine sehr starke Flächenkonkurrenz, vor allem in Form des Energiemaisanbaus. Diese Flächenkonkurrenz führt letztlich zu hohen Opportunitätskosten der Biokraftstoff-Produktion in NRW. Die RAUMIS-Modellierungen zeigen, dass sich in NRW ein Energiemaisanbaupotenzial von fast 180.000 ha ergeben würde. Aufgrund der Transportunwürdigkeit des Energiemaisses ist seine weitere Ausdehnung vom Bau der Biogas-Anlagen in den Regionen abhängig. Vor dem Hintergrund der Investitionen von verschiedenen EVU und der Perspektive der Biogasaufberei-

tung und Einspeisung ins Erdgas-Netz kann Biogas als die Zukunftstechnologie in NRW eingestuft werden. Gleichzeitig müssen aber die Umweltwirkungen einer verstärkten Biogas-Nutzung und des damit verbundenen Energiemais-Anbaus thematisiert werden. Hier sind vor allem die Nährstoff-Problematik in den tierischen Veredelungsgebieten und die Folgen des Energiemaisanbaus (Schädlinge und Bodenerosion) zu nennen.

Damit eine Steigerung der Wertschöpfung im ländlichen Raum in NRW durch die Biokraftstoffe/Bioenergie realisiert werden kann, sollten die Landwirte zu Energiewirten werden. Dieses gilt gerade für die Ungunstlagen und hier vor allem für die Rindviehhalter, die durch die Luxemburger Beschlüsse massive Einkommensverluste hinnehmen müssen. Es zeigt sich, dass die verschiedenen dezentralen Ansätze unterschiedliche Risiken für die Energiebauern mit sich bringen. Bei der Produktion von Pflanzenöl liegen diese eher im erfolgreichen Absatz des Pflanzenöls und vor allem des Koppelprodukts Presskuchen. Die Ausgestaltung der politischen Rahmenbedingungen (v.a. Erhaltung der Steuerbegünstigung für das reine Pflanzenöl) ist von entscheidender Bedeutung. Bei der Biogas-Produktion sind wesentlich höhere Investitionssummen notwendig und der wirtschaftliche Betrieb der Anlage stellt hier die Herausforderung dar (der Absatz des Stromes ist durch das EEG über 20 Jahre garantiert). Der Energiewirt muss neben dem technischen und ökonomischen Know-how auch Sozialkapital für Kooperationen in der Landwirtschaft und mit anderen Akteuren im ländlichen Raum mitbringen.

Neben der Abschaffung der Stilllegungsverpflichtung, die die einfachste und effektivste Unterstützung des ländlichen Raumes wäre, ist vor allem eine Bündelung der Kompetenz für die Nachwachsenden Rohstoffe mit einer Kooperation aller Akteure (Landwirtschaft, Industrie, Wissenschaft und Politik) notwendig. Hier ist der Aufbau eines Kompetenzzentrums mit regionalen Agenturen in den verschiedenen Agrarlandschaften (Regionalmanagement Nachwachsende Rohstoffe) als optimaler Förderansatz empfehlenswert.

Es zeigt sich, dass die nachhaltige Nutzung der Nachwachsenden Rohstoffe ein Querschnittsthema darstellt, und entsprechend sollte die weitere Forschung integrativ und entlang der Produktionskette ausgerichtet sein.

## 6 Forschungsbedarf

### **Querschnittsthema Bioenergie bedarf einer integrative Forschung entlang der gesamten Prozess-, Produktions- und Wertschöpfungskette**

Es zeigt sich, dass eine Vielzahl von Zielen bei der Förderung der Biokraftstoffe eine Rolle spielt. Somit sollten die Forschungen aus den Bereichen der Agrarpolitik, der Industriepolitik, der Umwelt- und Klimapolitik sowie der Energiepolitik integrativ miteinander verbunden werden. Die Biokraftstoffe stellen ein Querschnittsthema dar und entsprechend sollten die Forschung und auch die Förderung ausgerichtet sein.

Des Weiteren muss immer die gesamte Produktions- und Wertschöpfungskette betrachtet werden und auf die regionalen Spezifikas der einzelnen Agrarlandschaften eingegangen werden. Dies stellt eine besondere Herausforderung für die Forschung und auch für mögliche Förderansätze dar. Vor allem die Einkommensverteilung innerhalb des Agrarsystems ist von neuem Interesse. Auch die Fragen nach den Strukturen und regionalökonomischen Wirkungen der Bioenergieförderung und der Förderinstrumente sind zu stellen.

### **6.1 Erarbeitung eines Gesamtkonzepts „Nachwachsende Rohstoffe für Nordrhein-Westfalen“**

Der vorliegende Forschungsbericht hat gezeigt, dass weder einzelne Energieträger noch einzelne (energetische) Verwendungen der Nachwachsenden Rohstoffe isoliert betrachtet werden können. Deshalb wäre es notwendig, für NRW ein Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe zu erstellen, das auf die speziellen Gegebenheit der Land- und Forstwirtschaft, der Energiewirtschaft sowie der chemischen und technologieorientierten Industrie in Nordrhein-Westfalen eingeht.

Als Beispiel kann hier das „Gesamtkonzept“ aus Bayern dienen, das in der Nutzung der Biomasse einen Beitrag zum Klimaschutz, zur Ressourcenschonung und zur Stärkung der heimischen Wirtschaft sieht. Es hat zum Ziel, den konsequenten Ausbau der Verwendung von:

- Festbrennstoffen aus der Forstwirtschaft und der Holzbe- und verarbeitenden Industrie (Einsatz vor allem zur Wärmeerzeugung)
- Biokraftstoffen auf Basis von Ackerfrüchten
- Biogas-Erzeugung (zur Nutzung einer Kraft-Wärme-Koppelung)

(vgl. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2005).

Zudem soll ein verstärkter Einsatz der stofflichen Nutzung erreicht werden. Es sollen keine Dauersubventionen gezahlt werden, sondern eine Anschubfinanzierung bei Projekten nahe der Wettbewerbsschwelle, denn Nachwachsende Rohstoffe müssen sich langfristig am Markt von der Nachfrageseite her behaupten. Auch wäre es notwendig, die Wechselbeziehungen zwi-

schen verschiedenen Nutzungsformen der NawaRo und deren wirtschaftlichen und ökologischen Nutzen in NRW und den Agrarlandschaften zu erfassen und Prioritäten aufzustellen. In einem stark von der Industrie geprägten Land wie NRW ist auch z.B. die stoffliche Nutzung der nachwachsenden Rohstoffe mit zu bedenken. Wobei zu beachten ist, dass die Steuerung der einzelnen Nutzungspfade sich letztlich auf der Fläche, also in der relativen Vorzüglichkeit des Anbauverfahrens, entscheidet. Die erarbeiteten Prioritäten können dann als Grundlage der Forschungsförderung für NRW berücksichtigt werden. Neben den Wechselwirkungen zwischen nachwachsenden Rohstoffen untereinander entwickeln sich auch die Beziehungen zwischen Food- und Non-Food-Produktion durch die Flächenkonkurrenz zu einem wichtigen Forschungsfeld<sup>29</sup>. Hier stellt sich für NRW die Frage, wie sich globale Rahmenbedingungen, z.B. weiter steigende Energiepreise, auf die Landwirtschaft auswirken (vgl. WORLD WATCH INSTITUTE 2006, OECD 2006, HABERL 2006). Neben diesen globalen Fragen müssen die regionalen Entwicklungen, z.B. steigende Pachtpreise durch Biogas, möglichst früh antizipiert werden. Die RAUMIS-Berechnungen haben hier Entwicklungen angedeutet, die in ihrem Einfluss auf die klassische landwirtschaftliche Produktion viel zu bedeutend sind, als dass die Politik und die einzelnen Landwirte sich auf einen reaktiven Kurs beschränken könnten. Zu Beginn des Jahres 2006 hat die Landesregierung NRW die „Biomassestrategie NRW“ vorgelegt, die als Teil des so genannten „Konzepts Erneuerbare Energien“ Handlungsfelder und Maßnahmen für die Förderung der nachhaltigen Nutzung von Biomasse in NRW darlegt (MUNLV NRW 2006)

## **6.2 Wissenschaftliche Forschung zur Optimierung der Bioenergie**

### **6.2.1 Ganzheitliche Optimierung der Bioenergie-Produktion notwendig**

Der derzeitige Boom beim Energiepflanzenanbau für Erneuerbare Energien ist mit umfangreichen Investitionen in Bioenergieanlagen verbunden. Kalkulationen zur Rentabilität und Amortisationszeiträumen dieser Investitionen fallen auf Grundlage vergleichsweise geringer Getreidepreise im Zeitraum von 2002 bis 2006 günstig aus. Aufgrund der fixierten Stromeinspeisepreise beim Biogas zum Beispiel lassen sich die gestiegenen Kosten über eine Erlöspreisanhebung nicht an die Verbraucher weitergeben. Somit muss z.B. die Biogasbranche eine

---

<sup>29</sup> Auf bundespolitischer Ebene stellt sich die Frage, ob man bei der Novellierung des EEG nicht über eine regionalisierte (auf die Agrarlandschaften angepasste) Förderung der Bioenergie nachdenken sollte. Dies könnte vor allem die durch die Entwicklung des Biogases ausgelöste Konkurrenz in den „klassischen“ Veredelungsregionen abmildern.

ganzheitliche Optimierung der Biogas-Produktion betreiben, um auch bei steigenden Getreide- und Ölsaatenpreisen konkurrenzfähig zu bleiben<sup>30</sup>.

Ein erstes Optimierungsfeld besteht in der Steigerung der Biogaserträge je ha: Steigerung der Masseerträge und Qualitäten, neue Energiemais-Sorten, neue Energiepflanzen<sup>31</sup> und eventuell Anbaumischungen, bei ausreichender Wasserversorgung, Zwei-Kulturen-Nutzungen. Insgesamt muss eine auf die Agrarregion optimierte Energiefruchtfolge und/oder integrierte Food/Non-Food Fruchtfolge angestrebt werden. Ein zweites Optimierungsfeld stellt der Bereich der Rohstoff-Logistik dar. Neben der Optimierung der Aussaat- und Erntezeitpunkte könnte ein GIS-basiertes Flächenmanagement neben der Verwaltung und Kontrolle der Schläge auch zur Optimierung der Transportkosten eingesetzt werden. Insgesamt stellt die Reduktion der Transportkosten (ob für das Erntegut oder die Ausbringung der transportwürdigen Gärreste -> Gärresteaufbereitung) ein gewaltiges Optimierungsfeld der Zukunft dar. Das dritte Optimierungsfeld betrifft die prozess- und mikrobiologischen Verbesserungen beim Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen. Neben der Verwendung von Siliermittel könnte durch den Einsatz von Enzymen die Methanausbeute je eingesetzter Einheit Biomasse gesteigert werden. Eine methanoptimierte Fütterung der Biogas-Anlagen könnte ebenfalls Potenziale bergen. Das letzte Optimierungsfeld liegt im Bereich der technischen Verbesserungen entlang der gesamten Produktionskette. Von besonderer Bedeutung scheinen hier die Verbesserung der Wirkungsgrade der BHKW und der Gasaufbereitungseinheiten.

### **6.2.2 Neue Bedeutung der Standortwahl/Transportkosten als Forschungsfrage**

Ein klassischer Bereich der agrar- und regionalökonomischen Forschung war und ist die Standortforschung (siehe Kapitel Standortfaktoren, KUHLMANN 2002, WEINSCHENCK UND HENRICHSMEYER 1966). Sowohl bei der Betrachtung des landwirtschaftlichen Betriebes (äußere Verkehrslage) als auch bei den Veredelungsstandorten spielten die Transportkosten eine gewichtige Rolle. Überhaupt war die Frage der Standortprobleme der Agrarproduktion von wissenschaftlicher wie gesellschaftlicher Relevanz (siehe ANDREAE 1977). Diese waren aber noch sehr stark durch die naturräumlichen Standortfaktoren und die äußere Verkehrslage (damit auch über die Transportkosten) bestimmt. Mit der Verbesserung der Transportlogistik und der Verkehrsinfrastruktur sind die Transportkosten gesunken. Die Transportkosten machen heute einen geringen Bruchteil der Produktkosten und Endkundenpreise aus. Die Transportkosten könnten aus folgenden Gründen weiter an Bedeutung gewinnen (vgl. DLG 2005):

---

<sup>30</sup> Eine erste Abschätzung der FAL und der Universität Bonn berücksichtigt diese gestiegenen Preise und kommt zu dem Ergebnis, dass sich das Energiemais-Angebot um ca. 20% reduzieren könnte (Vortrag: Gömann, Kreins, Breuer auf dem FAL-Kolloquium 30.05.2007).

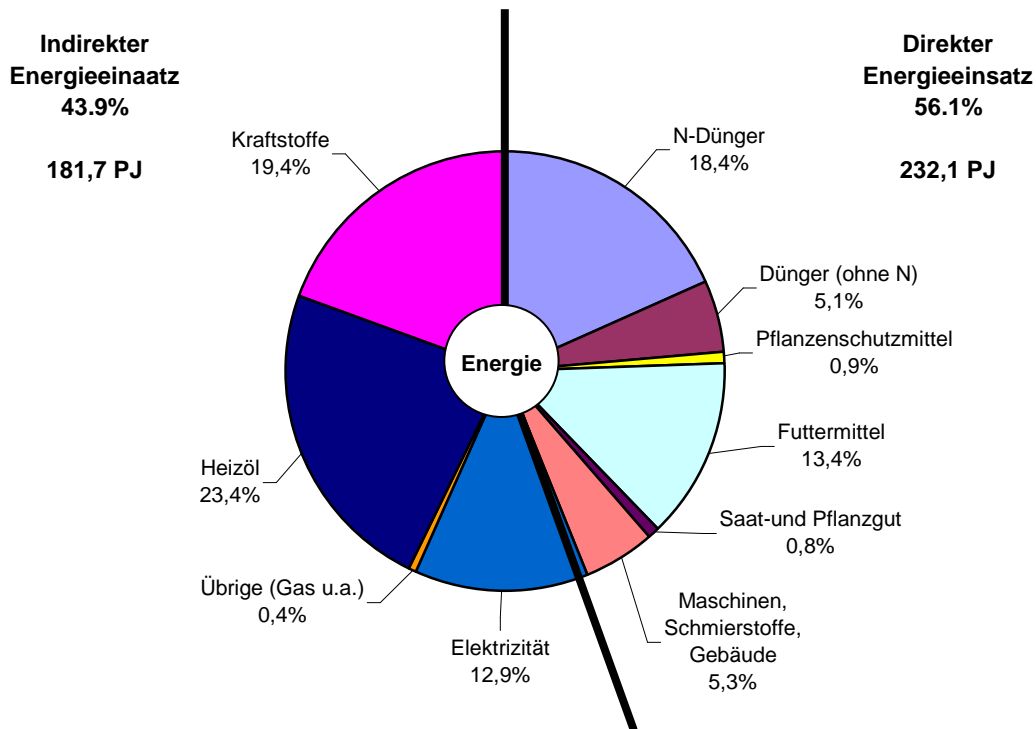
<sup>31</sup> z.B. Sudangras, v.a. nach dem GPS-Anbau und Ackergras-Mischungen (vgl. GRÖBLINGHOFF ET AL. 2007) oder Hirse/Sorghum auf Trockenstandorten, ...

- Steigender Ölpreis -> steigende Kraftstoffpreise
- Maut-Einführung
- Liberalisierung -> Sinkende Erzeugerpreis -> steigender Anteil der Transportkosten am Warenwert
- Wegfall der Intervention
- Beschleunigter Strukturwandel in der Landwirtschaft und im AgroBusiness
- Wegfall oder Kürzung der Fuhrvergütung, z.B. in der Zuckerrübenwirtschaft
- Transport von transportunwürdigen Biomassen zur Energiegewinnung (z.B. Mais für Biogasanlagen oder Ethanolrüben für Ethanolproduktion).

All diese Entwicklungen lassen eine steigende Bedeutung der Transportkosten in den zukünftigen Betrachtungen der Agrar- und Regionalökonomie vermuten. Damit würden die Betrachtung der äußeren Verkehrslage und somit die Betrachtungen von Lagerrenten von landwirtschaftlichen Betrieben wieder ein verstärktes Interesse zukommen. Untersuchungen in den Bereichen der transportunwürdigen Rohstoffe Zuckerrüben und Rohmilch sind bereits durchgeführt (vgl. BOYSEN 2006).

### **6.2.3 Energie-, Öko- und Stoffbilanzen der Landwirtschaft**

Unter dem Energiepreis-Schock von 1973 und 1978 wurden Fragen der Endlichkeit der natürlichen Ressourcen und deren Verfügbarkeit der für die Gesellschaft diskutiert. Auch die Agrarforschung stellt sich in dieser Zeit der Frage des Energieeinsatzes, der Energiebilanzen und der Energieeinsparmöglichkeiten in der Agrarwirtschaft (vgl. BELF 1979, WEBER 1979). Mit dem Ölpreis-Verfall in den 1980er und 1990er Jahren sind diese Fragen verschwunden. Mitte der 1990er Jahre wurde mit dem Aufkommen der Nachhaltigkeitsdebatte, aber vor allem der Debatte des Klimawandels und Klimaschutzes die Fragen des Klimabeitrages (und damit auch indirekt des Energieeinsatzes) der Landwirtschaft wieder thematisiert (vgl. HAAS ET AL. 1995A).



**Abbildung 57: Gesamtenergieeinsatz des deutschen Agrarsektor (Alte Bundesländer) für 1990/91 (Quelle: nach HAAS ET AL. 1995A)**

Ende der 90er Jahren wurde die Fragestellung der Gegenüberstellung der Energiebilanzen des konventionellen und des ökologischen Landbaus wieder diskutiert. Allerdings erstreckte sich die Diskussion auf die Gegenüberstellung der beiden Produktionsweisen oder die Optimierung der Energie- und Stoffeinsatzes im Ökologischen Landbau (siehe HAAS ET AL. 1995B, HAAS 1996). Ausgespart wurde die ganzheitliche Thematisierung des Energie- und Stoffbilanzen der Landwirtschaft. Mit steigendem Erdölpreis und damit steigenden Vorleistungskosten (vor allem bei den Kraftstoffen, der Heizenergie und den Düngerkosten (-> sehr stark vom Erdgaspreis abhängig)) und den sinkenden Agrardiesel-Vergütungen und sinkenden Erzeugerpreisen aufgrund der Liberalisierungen ist eine Betrachtung der Energie- und Stoffbilanzen der Landwirtschaft unabdingbar. Nicht nur aus Kostenreduktionsgründen, sondern auch aus Überlegungen zur Ressourcenversorgungssicherheit. Vor der Zeit des „billigen Erdöles“ war es unerlässlich, dass die Land- und Forstwirtschaft (als wichtige Energiequelle) eine positive Energiebilanz hatte (vgl. HABERL 2006). Mit dem billigen Erdöl wurde dessen Einsatz in der Landwirtschaft stark fokussiert. Manche Wissenschaftler bringen es mit dem Ausdruck „Wir essen Erdöl“ (und eigentlich auch Erdgas) auf den Punkt (vgl. Arbeiten von David Pimentel, z.B. PIMENTEL 1997 und <http://harpers.org/TheOilWeEat.html>).

Bei der Produktion von Bioenergie stellt sich unmittelbar die Frage der Energie- und Klimabilanzen. Würde die Ethanolproduktion, wie von PIMENTEL 2003 behauptet, mehr fossile Energie verbrauchen als nachher im Ethanol ist, dann wäre dies eine Energievernichtung! Mittel- bis

langfristig muss aber die Frage nach der Energiebilanz der gesamten Landwirtschaft als auch der Lebensmittelproduktion gestellt werden. Die Auswirkungen der steigenden Preise für fossile Energieträger auf die Landwirtschaft wurden bisher kaum untersucht. Führt man sich weiter die Endlichkeit der fossilen Energieträger vor Augen, müssen auch wieder die Fragen der globalen Tragfähigkeit gestellt werden. Auch die Verfügbarkeit von Düngemittel ist stark von den Energiepreisen abhängig, hier ergeben sich eventuell neue Düngermärkte aus der Aufbereitung von Gärresten aus Biogasanlagen. HEIBENHUBER 1999 spricht der Bilanzierung von Stoff- und Energiebilanzen eine zentrale Rolle in der Diskussion um Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zu. Mit Hinblick auf die steigenden Rohstoffkosten spielt auch wieder die Ressourcenverfügbarkeit und die Ressourceneffizienz der Landwirtschaft eine wichtige Rolle. Im Bereich des ländlichen Ressourcenmanagements könnte eines der Zukunftsfelder in der agrarökonomischen und -geographischen Forschung liegen.



## 7 Literaturverzeichnis

- AMMERMANN, K. UND K. WINDE (2005): „Bioenergie aus unserer Landschaft“. Natur und Landschaft. Heft 9/10 2005.
- ANDREAE, B. (1977): Standortprobleme der Agrarproduktion. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. München.
- ARNOLD, K. ET AL. (2006): Strategische Bewertung der Perspektiven für synthetische Kraftstoffe auf Biomasse-Basis in NRW. Beitrag zum 10. Fachkongress Zukunftsenergien, 14.02.2006 in Essen.
- ATB, INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK BORNIM (HRSG.) (2004): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Potenzial, Anbau, Technologie, Ökologie und Ökonomie. Bornimer Agrartechnische Berichte. Heft 35. Potsdam-Bornim.
- BAHR, E. UND J.-H. HELD (2007): Steigende Nachfrage auf den Energie- und Agrarrohstoffmärkten – Konsequenzen für die niedersächsische Landwirtschaft, die Bodenmärkte und die Agrarpolitik. Konsequenzen des Biomasseanbaus zur Energieproduktion auf die niedersächsische Landwirtschaft - eine partielle Analyse bedeutender Fragestellungen. Göttingen.
- BATHELT, H. UND J. GLÜCKLER (2002): Wirtschaftsgeographie: ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. Stuttgart.
- BAUER, S. (2002): Gesellschaftliche Funktionen ländlicher Räume. In: ARL (Hrsg.): Landbewirtschaftung und nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume. Forschungs- und Sitzungsband 214. Hannover. S.26-44.
- BAUER, S. (2006): Back to principles: Dezentralisierung und Neuausrichtung der ländlichen Regionalpolitik. In: Agrarwirtschaft. Heft 3/2006. S.137-141.
- BAYRISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2005): Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe. München.
- BAYRISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2005): Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe. München.
- BBE (2004): Ausbau der Bioenergie - im Einklang mit dem Natur- und Umweltschutz?! Eine Standortbestimmung“ am 10.02.2004 in Berlin.
- BBI INTERNATIONAL (2001): Ethanol Plant Development Handbook. 'Points to Consider'. Cotopaxi.
- BBR (2005): Raumordnungsbericht 2005. Bonn.
- BEHRENS, K. (1971): Allgemeine Standortbestimmungslehre. Opladen.
- BELF (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, L. U. F. (1979): Tagungsband zu Agrarwirtschaft und Energie: Vortragstagung vom 06.- 08.11. 1978 in München. Berlin.
- BENDER, S., WISOTZKY, F. UND S. WOHNLICH (2004): Bochumer Grundwassertag: Nitrat im Grundwasser. Bochumer Geowissenschaftliche Arbeiten. Heft 5. Bochum.
- BENSMANN, M. (2006A): Tierisch viel Power. In: Neue Energie. Heft 1. S.41-47.
- BENSMANN, M. (2006B): Problemfall Phantasie. In: Neue Energie. Heft 5. S.58-60.
- BENSMANN, M. UND B. JANZING (2005): Bio im Tank. In: Neue Energie. Heft 3. S.42-51.
- BERGES, M. (2005): Landwirtschaftsberatung muss sein! In: DLZ 2/2005. S.20-27.
- BESGEN, S. (2006): Energie- und Stoffumsetzung in Biogasanlagen. Ergebnisse messtechnischer Untersuchungen an landwirtschaftlichen Biogasanlagen im Rheinland. Bonn.
- BFN (2002): Daten zur Natur 2002. Bonn.
- BGR (2006): [www.bgr.de](http://www.bgr.de). Abgerufen am 02.05.2006.
- BGR (2007): Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2005. Kurzstudie. Hannover.
- BGW (2006): [www.bgw.de](http://www.bgw.de). Abgerufen am 23.05.2006.
- BIELEFELD, F. (2005): Rechnet sich Bioenergie vom Acker? In: LZ Rheinland 5/06. S.26-28.
- BLE (2007): Merkblatt zur Verwendungskontrolle. Bonn.
- BMELV (2006): Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2006. Berlin.

- BMU (2003): EU-Energiebesteuerung. Durchbruch nach mehr als einem Jahrzehnt Verhandlungen. In: Umwelt. Heft 5. S.273-278.
- BMU (2006): Entwicklung der Erneuerbaren Energien 2005 - Aktueller Sachstand - Stand März 2006. Berlin.
- BMU 2006: [www.bmu.de](http://www.bmu.de). Abgerufen am 23.05.2006.
- BMVEL (2005A): Meilensteine der Agrarpolitik. Umsetzung der europäischen Agrarreform in Deutschland. Berlin.
- BMVEL (2005B): Biokraftstoffe: Strategie für Mobilität von morgen. Berlin.
- BMWi (2001): Nachhaltige Energiepolitik für eine zukünftige Energieversorgung. Energiebericht. Berlin.
- BOCKEY, D. (2006): Biodiesel und pflanzliche Öle als Kraftstoffe - aus der Nische in den Kraftstoffmarkt. Stand und Entwicklungsperspektiven. Berlin.
- BOYSEN, O. UND C. SCHRÖDER (2006): Economies of Scale in der Produktion versus Diseconomies im Transport: Zum Strukturwandel im Molkereisektor. In: Agrarwirtschaft. Heft 3. S.152-167.
- BREUER, T. (2004): Standortfaktoren biogener Kraftstoffe: Pflanzenölbasierte Treibstoffe, Bioethanol und BioSynFuels. Bonner Beiträge zur Geographie. Heft 20. Bonn.
- BREUER, T. (2006): Ökonomisches Energiepflanzenpotenzial – ein Vergleich mit *Miscanthus*. In: PD Dr. Ralf Pude (Hrsg.): *Miscanthus - Potentiale und Perspektiven - Regionale und überregionale Anbau- und Verwertungskonzepte* : 4. Internationale *Miscanthus*-Tagung vom 07.-08. November 2006 in Trier. Bonn. S.5-11.
- BREUER, T. (2007): Chancen für Energieproduzenten. Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL), Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 4.0. S.2926-2944.
- BREUER, T. UND B. SCHMITZ (2006): Berechnungen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für eine Biogasanlage mit Gasaufbereitung. Bonn.
- BREUER, T. UND K. HOLM-MÜLLER (2006A): Entwicklungschancen für den ländlichen Raum: Standortfaktoren der Produktion biogener Kraftstoffe in Deutschland. In: Informationen zur Raumentwicklung. Heft 1/2.2006: Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume. S.55-65.
- BREUER, T. UND K. HOLM-MÜLLER (2006B): Abschätzung der Chancen aus der Förderung der Biokraftstoffe für die ländlichen Regionen in Nordrhein-Westfalen. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL. Nr. 137. Bonn.
- BREUER, T., DELZEIT, R. & S. MELZNER (2007): Biofuels as a Risk Management Strategy for Energy Safety – An Assesment for Germany. In: Aven & Vinnem (eds.): Risk, Reliability and Societal Safety. London. S.2275-2282.
- BRÜCHER, W. (1997): Mehr Energie!: Plädoyer für ein vernachlässigtes Objekt der Geographie. In: Geographische Rundschau. Bd. 49. Heft 6. S.330-335.
- BRÜCHER, W. UND M. HELFER (2004): Energienachfrage und Angebotsdifferenzierung. In: H. Haas et al. (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Unternehmen und Märkte. Leipzig. S.330-335.
- BUNDESREGIERUNG (2005): Wegweiser Nachhaltigkeit 2005: Bilanz und Perspektiven. Stand: Juli 2005. Berlin.
- BUNDESREGIERUNG (2006): Dritter nationaler Bericht zur Umsetzung der Richtlinie 2003/30/EG vom 08.05.2004 „Zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“ für 2005. Berlin.
- BUNDESVERBAND BIOENERGIE; UFOP (2004): Kraftstoffe der Zukunft 2004. Tagungsband zum 2. Internationalen Fachkongress für Biokraftstoffe. Berlin.
- BÜRGER, G. ET AL. (2005): Planungsbeispiel Biogasanlage. BWL-Seminar SS 2005. Die Landwirtschaft als Energieerzeuger. Lehrstuhl für Produktions- und Umweltökonomie des Instituts für landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Bonn. Unveröffentlichtes Dokument. Bonn.
- BUSENKELL, J. (2004): Beurteilung von Agrarumweltmaßnahmen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz. Einzelbetriebliche Analyse der Programme im Ackerbau. Bonn.

- CHOREN (2006): [www.choren.de](http://www.choren.de). Abgerufen am 02.05.2006.
- DAHMEN, N. (2006): Das Karlsruher BtL-Verfahren. Ein Slurry-Vergasungskonzept zur Herstellung synthetischer Kraftstoffe. Vortrag auf der Veranstaltung „Thermochemische Umwandlung von Biomasse“ FH Flensburg am 16.03.2006.
- DBV (2005): Aktuelles zur Umsetzung der GAP-Reform 2005/2006. Berlin.
- DBV (2006): Situationsbericht 2006. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Berlin.
- DEITMER, J. UND E. BERG (2006): Entwicklungsperspektiven rindviehhaltender Betriebe in NRW, Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn. Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL Nr. 132. Bonn.
- DENA 2006: Biomass to Liquid – BtL-Realisierungsstudie. Zusammenfassung. Berlin.
- DERING, A. (2005): Bioenergie-Projekte des Maschinenrings Rheinland West. Vortrag auf der Tagung „Der Landwirt als Energiewirt“ am 01.03.2005 in Düren.
- DEUTSCHE BANK RESEARCH (2005): Bio-Energien für die Zeit nach dem Öl. Aktuelle Themen: Energie Spezial. Themen International Economics. Frankfurt a. Main.
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2004): Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004, Teil I Nr. 40, ausgegeben zu Bonn am 31. Juli 2004. Bonn.
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2002): Endbericht der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“. Drucksache 14/9400. Berlin.
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2003): Zweites Gesetz zur Änderung steuerlicher Vorschriften vom 15. Dezember 2003. In: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2003 Teil I Nr. 62. S.2672. Artikel 17 §2a Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizstoffe. Bonn.
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2005): Bericht zur Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizstoffe. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Drucksache 15/5816. Berlin.
- DLG-MITTEILUNGEN (2005A): Logistik. Kostenfaktor Transport. Heft 3/2005. Frankfurt a. Main.
- DLG-MITTEILUNGEN (2005B): Kooperationen: Gemeinsam wachsen. Heft 4/2005. Frankfurt a. Main.
- DLR & FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE (2001): Schlüsseltechnologie Regenerative Energien. Teilbericht im Rahmen des HGF-Projektes „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“. Stuttgart, Karlsruhe.
- DÖHLER, H. (2006): Perspektiven für Pflanzenöl und Biodiesel. Beitrag zur EUROSOLAR-Konferenz „Mit Bioenergie zur Energieautonomie“, 06.-07. März 2006 in Bonn.
- DOLUSCHITZ, R. (2001): Kooperationen in der Landwirtschaft. In: Berichte über Landwirtschaft. Heft 4. S.375-398.
- DREIER, T. (1999): Biogene Kraftstoffe: energetische, ökologische und ökonomische Analyse. Herrsching.
- DREIER, T. (2000): Ganzheitliche Systemanalyse und Potenziale biogener Kraftstoffe. Herrsching.
- DÜNCKMANN, F. (2000): Das brasilianische PROÁLCOOL-Programm – Biokraftstoff aus Zuckerrohr. In: Geographischer Rundschau. Heft 6. S.22-27.
- EEA (2006): Transport and environment: facing a dilemma TERM 2005: indicators tracking transport and environment in the European Union. Copenhagen.
- EISELE, J. (2005): Biogasanlagen und Gewässerschutz. [www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/technik/biogas/veroeffentlichungen/2005-11-09-eisele.pdf](http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/technik/biogas/veroeffentlichungen/2005-11-09-eisele.pdf). Abgerufen am 20.05.2006.
- EISENBEIß, G. UND G. WAGNER (2006): Biomasse im System moderner Energieversorgung. In: Informationen zur Raumentwicklung. Heft 1/2.2006. Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume. S.1-7.
- ENERGIEAGENTUR NRW (2006): Biogas. Leitfaden für Kreditinstitute. Wuppertal.
- ERBERT, P. (2005): Flexible Fuel Vehicles - Erfahrungen bei Ford. Vortrag auf dem Kongress Bioethanol als Kraftstoff. Rheinisches LandesMuseum Bonn 02. Mai 2005. Bonn.

- ERNÄHRUNGSDIENST (2006): Jubiläumsausgabe 60 Jahre vom 20.05.2006.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2001): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen. KOM(2001) 547. Brüssel.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2002): Abschlussbericht über das Grünbuch 'Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit'. KOM (2002)321. Brüssel.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2005): Biomasse Aktionsplan KOM(2005)628. Brüssel.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2006): Eine EU-Strategie für Biokraftstoffe. KOM(2006)34. Brüssel.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2007): Fahrplan für erneuerbare Energien – Zusammenfassung der Folgenabschätzung. Arbeitsdokument der EU-Kommissionsdienststellen. KOM(2006) 848 endgültig. Brüssel.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION, GD VERKEHR UND ENERGIE 2007: Der Energiebinnenmarkt. Verbesserung der Energieversorgungssicherheit. URL: [http://ec.europa.eu/energy/gas/internal\\_market/oil\\_gaz/doc/memo2002\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas/internal_market/oil_gaz/doc/memo2002_de.pdf) [Stand 24.04.2007].
- EUROPÄISCHE UNION (2001): Beschluss der Kommission zur Einrichtung eines beratenden Ausschusses mit der Bezeichnung „Europäisches Energie- und Verkehrsforum“. 2001/546/EG. In: Amtsblatt der Europäischen Union L 195/58 vom 19.7.2001. Brüssel.
- EUROPÄISCHE UNION (2003): Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor vom 08. Mai 2003, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 17. Mai 2003, L 123/4. Brüssel.
- FACHVERBAND BIOGAS (2005): Biogas - das Multitalent für die Energiewende. Fakten im Kontext der Energiepolitik-Debatte. Freising.
- FAULSTICH, M. ET AL. (2004): Bioethanol aus lignocellulosehaltiger Biomasse - Potenziale und Technologien. In: BBE/UFOP (Hrsg.): BBE/UFOP-Fachkongress „Kraftstoffe der Zukunft 2004“. Berlin.
- FISCHER, T. UND A. KRIEG (2005): Monofermentation von Energiepflanzen - Erfahrungen von der Biogasanlage Obernjesa. In: VDI-Berichte. Bd. 1872. S.153-163.
- FNR (2006): Biokraftstoffe: eine vergleichende Analyse. Gülzow.
- FNR (2006A): [www.bio-kraftstoffe.info/](http://www.bio-kraftstoffe.info/). Abgerufen am 16.01.2006.
- FNR (2006B): [www.fnr.de](http://www.fnr.de). Abgerufen am 15.05.2006.
- FNR (2006C): Jahresbericht 2004/2005 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Gülzow.
- FNR (2006D): Studie – Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz. Gülzow.
- FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE (2006): Biogene Kraftstoffe – Kraftstoffe der Zukunft. Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis. Nr. 1, 15. Jahrgang – April 2006. Karlsruhe.
- FRITSCH, U. R. ET AL. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Endbericht des BMU-Forschungsvorhabens. Darmstadt.
- FRONDEL, M. UND J. PETERS (2005): Biodiesel: Nicht nur eitel Sonnenschein. RWI Positionen #4.2 vom 12. Dezember 2005. Essen.
- GEES, K., QUEREN, R. UND B. BLÜMLEIN (2005): Welche Faktoren führen zur Auslösung von Regionalinitiativen? - Schlussfolgerungen für die Förderung und die praktische Arbeit der Regionalinitiativen. In: Berichte über Landwirtschaft. Bd. 83(1). Heft 4. S.111-125.
- GLOBAL CHALLENGES NETWORK (HRSG.) (2002): Ölwechsel!: das Ende des Erdölzeitalters und die Weichenstellung für die Zukunft. München.
- GÖMANN, H. UND P. KREINS (2006): Regionaldifferenzierte Abschätzung des Anbaupotenzials von Biomasseverfahren für Nordrhein-Westfalen mit Hilfe des Regionalisierten Agrar- und Umweltinformationssystems RAUMIS. Arbeitsbericht des Instituts für Ländliche Räume. Braunschweig.
- GÖMANN, H., KREINS, P. UND T. BREUER (2007): Deutschland – Energie-Corn-Belt Europas? In: Agrarwirtschaft (im Druck)

- GÖMANN, H., KREINS, P., BREUER, T. UND B. OSTERBURG (2007): Nutzungskonkurrenzen durch die Förderung von Biogas und anderen Energieträgern. Beitrag im Tagungsband zur Wissenschaftliche Tagung: Energie aus Biomasse – weltwirtschaftliche, ressourcenökonomische und produktionstechnische Perspektiven. Agrarspektrum, Band 40. S.135-150.
- GÖTHLICH, S. E. (2003): Fallstudien als Forschungsmethode. Plädoyer für einen Methodenpluralismus in der deutschen betriebswirtschaftlichen Forschung. Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel. Kiel.
- GRAF, T. (2005): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung: Hintergründe und Wirtschaftlichkeit. Vortrag auf der Gemeinschaftstagung Rapsölkraftstoff und Rapsspeiseöl aus dezentraler Ölsaatenverarbeitung. 16./17. Juni 2005 in Veitshöchheim.
- GRAF, T. UND G. RHEINHOLD (2005): Betriebswirtschaftliche Aspekte der dezentrale Ölsaatenverarbeitung. In: KTBL (Hrsg.): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL Schrift 427. Darmstadt.
- GRAF, T. UND REINHOLD, G. (2006): Wirtschaftlichkeit der Produktion und des Einsatzes von Rapsölkraftstoff in pflanzenöлтаuglichen Motoren. [www.tfz.bayern.de/sonstiges/16789/3\\_graf\\_wirtschaftlichkeit.pdf](http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/16789/3_graf_wirtschaftlichkeit.pdf). Abgerufen am 04.06.2006.
- GRAF, W. (2001): Kraftwerk Wiese: Strom und Wärme aus Gras. Berlin.
- GREIF, S. UND D. SCHMIEDL (2002): Patentatlas Deutschland. Dynamik und Strukturen der Erfindungstätigkeiten. München.
- GRIESE, T. (2005): Konzept für die modellhafte Erprobung von E85 in Nordrhein-Westfalen. Vortrag auf dem Kongress Bioethanol als Kraftstoff. Rheinisches LandesMuseum Bonn 02. Mai 2005. Bonn.
- GRÖBLINGHOFF ET AL. (2007): Gas aus Gras – Ergebnisse und deren Einordnung. Vortrag auf der Biogastagung 2007: Biogas vollständig verwerten - Trends und Technik. ZNR. Haus Düsse. 22.03.2007. Bad Sassendorf.
- GRUBER, W. (2006): Auf die Transportkosten achten! In: DMK: Mais – erfolgreich Biogas erzeugen. S.32-37.
- GRUNDMANN, P. (2005): Optimierungspotenziale bei der Biogasgewinnung aus wirtschaftlicher Sicht. [www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/2331/16fach4.pdf](http://www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/2331/16fach4.pdf). Abgerufen am 20.05.2006.
- GUDERJAHN, L. (2004): Die Bioethanolanlage in Zeitz - innovativer Kraftstoff aus Getreide. Vortrag auf dem 2. BBE/UFOP-Fachkongress 'Kraftstoffe der Zukunft'. Berlin.
- HAAS, G. (1996): Ressourcenverbrauch im Organischen und Konventionellen Landbau - Einsatz fossiler Energie. In: KTBL (Hrsg.): „Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen“ zur BML-Arbeitstagung Dresden. Darmstadt.
- HAAS, G. ET AL. (1995A): Klimarelevanz des Agrarsektors der Bundesrepublik Deutschland: Reduzierung des Emission von Kohlendioxid. In: Berichte über Landwirtschaft. Bd. 73. S.387-400.
- HAAS, G. ET AL. (1995B): Vergleich Konventioneller und Organischer Landbau - Teil I Klimarelevante Kohlendioxid-Emission durch den Verbrauch fossiler Energie. In: Berichte über Landwirtschaft. Bd. 73. S.401-415.
- HABERL, H. (2006): Wandel von Kulturlandschaft: Von der Biomasse zur Fossilenergie - und wieder zurück? In: Informationen zur Raumentwicklung. Heft 1/2.2006: Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume. S.111-123.
- HÄDER, M. (2004): Die Förderung erneuerbarer Energien in der Europäischen Union: eine kritische Analyse aus Sicht der Ordnungspolitik. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen. Bd. 54. Heft 6. S.366-370.
- HAMBRECHT, J. (2005): Nachwachsende Rohstoffe - Die Perspektive der chemischen Industrie. Vortrag am 02.02.2005 anlässlich der Green-Tech 2005 in Potsdam.
- HARTMANN, H. UND M. KALTSCHMITT (2002): Biomasse als erneuerbarer Energieträger: eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen erneuerbaren Energien. Münster.

- HARTMANN, H. UND M. KALTSCHMITT (Hrsg.) (2001): Bereitstellungskonzepte. In: Kaltschnitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken, Verfahren. S.123-145. Berlin.
- HEINRICH, E. (2003): Synthesegas aus Biomasse zur Kraftstoff- und Stromerzeugung. Abstract zur BIZ-Tagung in Böblingen. [www.biomasse-info.net/Energie\\_aus\\_Biomasse/Fluessige%20Bioenergie/Vortrag%20FZK.pdf](http://www.biomasse-info.net/Energie_aus_Biomasse/Fluessige%20Bioenergie/Vortrag%20FZK.pdf). Abgerufen am 12.7.2003.
- HEIBENHUBER, A. (1999): Stoff- und Energiebilanzen: Wichtige Indikatoren für die Umweltverträglichkeit von Produktionsverfahren. In: Agrarwirtschaft. Heft 7/99. S.249.
- HEMME-SEIFERT, K. (2003): Regional differenzierte Modellanalyse zur Erzeugung von Biomasse zur energetischen Nutzung in Deutschland. Braunschweig.
- HENKE, J. M. (2005A): Biokraftstoffe - eine weltwirtschaftliche Perspektive. Kieler Arbeitspapier Nr. 1236. Institut für Weltwirtschaft. Kiel.
- HENKE, J. M. (2005B): Volkswirtschaftliche Bewertung von Bioethanol-Kraftstoffen. Vortrag auf dem Kongress Bioethanol als Kraftstoff. Rheinisches LandesMuseum Bonn. 02. Mai 2005. Bonn.
- HENKE, J. M., KLEPPER, G. UND N. SCHMITZ (2005): Tax Exemption for Biofuels in Germany: Is Bio-Ethanol really an Option for Climate Policy? In: Energy. Bd. 30. S.2617-2635.
- HENKE, J. UND G. KLEPPER (2006): Biokraftstoffe: Königsweg für Klimaschutz, profitable Landwirtschaft und sichere Energieversorgung? Kieler Diskussionsbeiträge 427. Kiel.
- HENKEL, G. (2004): Der ländliche Raum: Gegenwart und Wandlungsprozesse seit dem 19. Jahrhundert in Deutschland. Stuttgart.
- HENNIGES, O. (2004): Bioethanol: Ausreichende Rahmenbedingungen gegen die Konkurrenz aus Brasilien? Vortrag auf der Mitgliederversammlung der Wirtschaftlichen Vereinigung Zucker, Verein Zuckerindustrie am 29.6.04 in Berlin.
- HENNIGES, O. (2007): Die Bioethanolproduktion - Wettbewerbsfähigkeit in Deutschland unter Berücksichtigung der internationalen Konkurrenz. Lohmar.
- HENNIGES, O. UND J. ZEDDIES (2003): EU-Zuckerüberschüsse zu Ethanol!. In: F.O. Lichts. World Ethanol and BioFuels Report. Bd. 142. Heft 13. S.216-220.
- HENNIGES, O. UND ZEDDIES, J. (2006): Zielkonflikte bei der Verwendung von Biokraftstoffen. In: FO Licht's World Sugar Yearbook 2006. S.D38-D46.
- HENRICHSMEYER, W. ET AL. (1992): Aufbau eines computergestützten regionalisierten Agrar- und Umweltinformationssystems für die Bundesrepublik Deutschland, Endbericht (Modellbeschreibung). Bonn.
- HENRICHSMEYER, W. ET AL. (1996): Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BML (94 HS 021), vervielfältigtes Manuskript. Bonn und Braunschweig.
- HERRMANN, A. UND F. TAUBE (2006): Die energetische Nutzung von Mais in Biogasanlagen - Hinkt die Forschung der Praxis hinterher?. In: Berichte über Landwirtschaft. Bd. 84. Heft 2. S.165-197.
- HILGERS, D. (2005): Barrieren bei der Einführung von Netzwerkprodukten am Beispiel der Entwicklung alternativer Kraftstoffe. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn. Professur für Ressourcen- und Umweltökonomik. Bonn.
- HLADIK, M. (2005): Alcohol production from cellulosic biomass by the Iogen process. Vortrag auf dem 'International Energy Farming Congress'. Pappenburg.
- HOFMANN, M. (2004): Ergebnisse und Erfahrungen mit Schnellwachsenden Baumarten. In: Institut für Agrartechnik Bornim (Hrsg.): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Potenzial, Anbau, Technologie, Ökologie und Ökonomie. Bornimer Agrartechnische Berichte. Heft 35. S.33-40. Potsdam-Bornim.
- HOFNAGEL, N. (2005): Nahwärmeversorgung auf Holzbasis - Erfolgsfaktoren und deren Sicherung. Vortrag auf dem Workshop: „Optimierte Nutzungskonzepte - Voraussetzung für eine wirtschaftliche Bioenergienutzung“ am 31.08.2005 in Gevelsberg.

- HOLM-MÜLLER, K. UND T. BREUER (2006): Potenzialkonzepte für Energiepflanzen. In: Informationen zur Raumentwicklung. Heft 1/2.2006: Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume. S.15-21.
- HOLZ, J. (2005): So erfolgreich Raps anbauen. In: LZ Rheinland 30/2005. S.15-17.
- HÖLZMANN, H. J. (2006A): Eine Chance: Die Kosten müssen runter; die teure Zupacht zwingt zur Zusammenarbeit. In: DLG-Mitteilungen. Heft 06/2006.
- HÖLZMANN, H. J. (2006B): Biogasboom auch in Ackerbauregionen? In: LZ Rheinland 16. S.18-20.
- HOWITT, R. E. (1995): Positive Mathematical Programming. In: American Journal of Agricultural Economics. Bd. 77. S.229-342.
- IAFS (INSTITUT FÜR ANGEWANDTES STOFFSTROMMANAGEMENT) (2004): Studie zur Weiterentwicklung der energetischen Verwertung von Biomasse in Rheinland-Pfalz. Abschlussbericht. Birkenfeld.
- IFEU (2004): CO<sub>2</sub>-neutrale Wege zukünftiger Mobilität durch Biokraftstoffe. Eine Bestandsaufnahme. Endbericht. Heidelberg.
- IFEU (2006): Ökobilanzen zu BTL: Eine ökologische Einschätzung. Heidelberg.
- INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT (2004): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Analyse im Spannungsfeld nationaler Vorgaben und der Konkurrenz zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern. 2. Zwischenbericht. Leipzig.
- INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT (2006A): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Analyse im Spannungsfeld nationaler Vorgaben und der Konkurrenz zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern. Leipzig.
- INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT (2006B): Ökologische Analyse einer Biogasnutzung aus nachwachsenden Rohstoffen. Endbericht. Leipzig.
- INSTITUT FÜR ENERGETIK UND UMWELT, ÖKO-INSTITUT (2007): Kurzstudie: Beurteilung von Biogasanlagenparks im Vergleich zu Hof-Einzelanlagen. Darmstadt/Leipzig.
- ISERMAYER, F. (2005): Ökonomische Rahmenbedingungen und Perspektiven landwirtschaftlicher Produktion in den nächsten Jahrzehnten. Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie der FAL 02/2005. Braunschweig.
- IWR (2004): Zur Lage der Regenerativen Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2004. Münster.
- JANZ, C. (2002): Unternehmenszusammenschlüsse in der Milch- und Zuckerindustrie unter wettbewerbsrechtlichen und ökonomischen Gesichtspunkten. Dissertation an der Fakultät für Agrarwissenschaft der Universität Göttingen. Göttingen.
- KALTSCHMITT, M. UND G. REINHARDT (1997): Nachwachsende Energieträger: Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung. Wiesbaden.
- KALTSCHMITT, M. UND H. HARTMANN (2001): Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren. Tokio.
- KALTSCHMITT, M., ZANDER, F. UND M. NILL (2003): Potenziale biogener Kraftstoffe in Deutschland. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft. Bd. 27. Heft 3. S.235-244.
- KARPENSTEIN-MACHAN, M. (1997): Konzepte für den Energiepflanzenbau: Perspektiven eines pestizidfreien Anbaus von Energiepflanzen zur thermischen Verwertung im System der Zweikulturnutzung. Frankfurt am Main.
- KEHRER, P. (2003): Die künftige Verfügbarkeit von Erdöl - Chancen und Risiken. In: A. Munnack und Krahl, J. (Hrsg.): Biodiesel - Potentiale, Umweltwirkungen, Praxiserfahrungen. Beiträge zu der Fachtagung am 16./17.September 2002 in Braunschweig. Landbauforschung Völknerode Sonderheft 239. Braunschweig.
- KESTEN, E. (2003): Biomasse als Fruchtfolgeglied. In: DLG-Mitteilungen Heft 5/2003. S.22-24.
- KESTEN, E. (2005): Die Pflanze als Sonnenkraftspeicher - Energiepflanzenzucht. In: C.A.R.M.E.N (Hrsg.): Strom und Wärme vom Acker. Tagungsband. Straubing.
- KEYMER, U. (2005): Wirtschaftlicher Vergleich von Nachwachsenden Rohstoffen. In: C.A.R.M.E.N (Hrsg.): Strom und Wärme vom Acker. Straubing.

- KLUGE, T. (2003): Aktivierung durch Nähe: Regionalisierung nachhaltigen Wirtschaftens. München.
- KNICKEL, K., DOUWE VAN DER PLOEG, J. UND H. RENTING (2004): Multifunktionalität der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes: Welche Funktionen sind eigentlich gemeint und wie sind deren Einkommens- und Beschäftigungspotenziale einzuschätzen? In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Bd. 39. S.75-83.
- KOCH, A. ET AL. (2005): Satellitenbildgestützte Analyse des regionalen Anbau- und Einzugsgebietes am Standort der Zuckerfabrik Jülich. STE Arbeitsbericht 02/2005. Forschungszentrum Jülich. Jülich.
- KOCH-ACHELPÖHLER, V. (1996): Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen - Analyse und Projektion des Agrarstrukturwandels 1980-2003. Bonn.
- KÖSTER, FRANK (2006): schriftliche Mitteilung vom 23.05.2006.
- KRÄTKE, S. (1995): Stadt - Raum - Ökonomie: Einführung in aktuelle Problemfelder der Stadtökonomie und Wirtschaftsgeographie. Berlin.
- KREINS, P. ET AL. (2004): N-Überschüsse aus der Landwirtschaft und Nitratbelastung des Grundwasser in NRW - Eine Ist-Zustands- und Maßnahmenanalyse. In: S. Bender, F. Wisotzky und Wohnlich, S. (Hrsg.): Bochumer Grundwassertag: Nitrat im Grundwasser. S.15-27.
- KTBL (2004): Geographische Informationssysteme in der Landwirtschaft und im ländlichen Raum. Darmstadt.
- KTBL (2005A): Faustzahlen der Landwirtschaft 2005. Darmstadt.
- KTBL (2005B): Kooperationen gründen und erfolgreich führen: Ratgeber zur Teamarbeit in landwirtschaftlichen Betriebszusammenschlüssen. Darmstadt.
- KTBL (2005C): Dieselmotorenbedarf bei landwirtschaftlichen Arbeiten. Darmstadt.
- KTBL (2006A): [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de). Abgerufen am 20.05.2006.
- KTBL (2006B): Energiepflanzen. Darmstadt.
- KUHLMANN, F., MÖLLER, D. UND B. WEINMANN (2002): Modellierung der Landnutzung: Regionshöfe oder Raster-Landschaft? In: Berichte über Landwirtschaft. Bd. 80. Heft 3. S.351-392.
- KUHN, M. (2005): Bioethanolproduktion in Deutschland - erste Erfahrungen. Vortrag auf dem Fachkongress 'Kraftstoffe für die Zukunft. Fachtagung zu den Themen Erdgasfahrzeuge und Biogene Kraftstoffe im Rahmen der E-world'. Essen.
- KUNTZE, H., ROESCHMANN, G. UND G. SCHWERDTFEGGER (1994): Bodenkunde. Stuttgart.
- LAMNEK, S. (2005): Qualitative Sozialforschung. Basel.
- LANDWIRTSCHAFTLICHE RENTENBANK (2005): Entwicklungspotenziale ländlicher Räume. Landwirtschaft zwischen Rohstoffproduktion und Management natürlicher Ressourcen. Schriftenreihe 20. Frankfurt.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER RHEINLAND (2002): Empfehlungen für den Feldfutter- und Zwischenfruchtanbau sowie für die Brachebegrünung 2002. Bonn.
- LENZ, B. (1997): Das Filière-Konzept als Analyseinstrument der organisatorischen und räumlichen Anordnung von Produktions- und Distributionsprozessen. In: Geographische Zeitschrift. Bd. 85. Heft 1. S.20-33.
- LJUBOS, L. (2004): Miscanthus: Anbau, Verwertung und Evaluierung des ökonomischen Potenzials. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Gartenbauwissenschaften der Universität Bonn. Bonn.
- LUHMANN, N. (2000): Vertrauen. Stuttgart.
- LÜTKE ENTRUP, N. UND J. OEHMICHEN (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaues. Gelsenkirchen.
- LWK NRW (2004): Unterlagen durch die Landwirtschaftskammer NRW zur Verfügung gestellt.
- LWK NRW (2006): [www.landwirtschaftskammer.de](http://www.landwirtschaftskammer.de). Abgerufen am 23.05.2006.
- LZ RHEINLAND (2005): Ratgeber Förderung 2005. Bonn.
- LZ RHEINLAND (2006): Ratgeber Förderung 2006. Bonn.
- MAIER, J. UND R. BECK (2000): Allgemeine Industriegeographie. Stuttgart.



- MALY, R. R. UND W. DEGEN (2003): Potenziale zukünftiger Kraftstoffe. In: A. Munack und Krahl, J. (Hrsg.): Biodiesel - Potentiale, Umweltwirkungen, Praxiserfahrungen. Beiträge zu der Fachtagung am 16./17.September 2002 in Braunschweig. Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 239. Braunschweig.
- MARSCHALL, L. (2005): Weiße Biotechnologie: Eine zweite Chance für eine alte Technik. In: Gaia. Heft 4. S.314-322.
- MEUSER, M. UND U. NAGEL (1991): Das ExpertInneninterviews - vielfach erprobt, wenig beachtet. In: D. Garz und Kraimer, K. (Hrsg.): Qualitativ-empirische Sozialforschung: Konzepte, Methoden, Analysen. Opladen.
- MICHAEL, F., FICHTNER, W. UND O. RETZ (2003): Chancen und Hemmnisse von regionalen Unternehmenskooperationen zur Energieversorgung. In: T. Kluge und Schramm, E. (Hrsg.): Aktivierung durch Nähe. Regionalisierung nachhaltigen Wirtschaftens. Frankfurt.
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT, SACHSEN-ANHALT (2006): Perspektiven für die Herstellung von Biokraftstoffen in Sachsen-Anhalt (Biokraftstoffstudie). Magdeburg.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (MUNLV) NRW (2006): Biomassestrategie NRW. Biomasse – Entwicklungspotenziale für Erneuerbare Energien. Düsseldorf.
- MÖLLER, K. (2005): Raps oder Mais, wenn die Rübe weichen muss. In top agrar 07/2005. S.46-48.
- MOREIRA, J. R. (2003): Biomass Trade - On Option for the Future? In: IHDP Update 01/2003. S.12-15.
- MWV (2004): Preisbildung am Rohölmarkt. Hamburg.
- MWV (2006): [www.mwv.de](http://www.mwv.de). Abgerufen am 02.05.2006.
- NABU (2004): Naturverträgliche energetische Nutzung von Biomasse. [www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/2.pdf](http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/2.pdf). Abgerufen am 20.05.2006.
- NABU (2005): Nachwachsende Rohstoffe und Naturschutz: Anforderungen des NABU an einen naturverträglichen Anbau. [www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/1.pdf](http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/1.pdf). Abgerufen am 20.05.2006.
- NEANDER, E. (2002): Bedeutung von Land- und Forstwirtschaft für die Funktionen ländlicher Räume. In: ARL (Hrsg.): Landbewirtschaftung und nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume. Forschungs- und Sitzungsband 214. Hannover. S.45-61.
- NITSCH, M., GIERSDORF, J. UND R. LUIZ DA FONSECA (2006): Die sozial-ökonomische Dimensionen von Biokraftstoffen - am Beispiel Brasilien. Beitrag zur EUROSOLAR-Konferenz „Mit Bioenergie zur Energieautonomie“ am 6.-7. März 2006 in Bonn.
- NOLTE, B. (2006): Der Bioethanolmarkt - Auswirkungen auf die Agrarmärkte. Beitrag zur EUROSOLAR-Konferenz „Mit Bioenergie zur Energieautonomie“, 6.-7. März 2006 in Bonn.
- OECD (2006): Agricultural Market Impacts of Future growth in the production of biofuels. Working Party on Agricultural Policies and Markets. Paris.
- PALLAST, G. (2004): Anbaubedingungen und Wirtschaftlichkeit forstlicher Schnellwuchsplantagen. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn.
- PALLAST, G., BREUER, T. UND K. HOLM-MÜLLER (2006): Schnellwachsende Baumarten - Chance für zusätzliches Einkommen im ländlichen Raum? In: Berichte über Landwirtschaft. Heft 1. S.144-159.
- PIMENTEL, D. (1997): Need for Sustainable Agriculture. Soil Erosion and Agricultural Productivity: The Global Population/Food Problem. In: Gaia. Bd. 8. Heft 3. S.197-204.
- PIMENTEL, D. (2003): Ethanol Fuels: Energy Balance, Economics and Environmental Impacts are Negative. In: Natural Resources Research. Bd.12. S.127-134.
- POHL, J. (1998): Qualitative Verfahren. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Methoden und Instrumente räumlicher Planung: Handbuch. ARL. Hannover.
- PUDE, R. (2003): Neue sichere Anbaumethoden von Miscanthus in Europa. In: Berichte über Landwirtschaft. Heft 2. S.405-415.

- PUDE, R. (2004): Anbau, Verwertung und Erfolgsaussichten von Miscanthus in Europa. In: R. Pude (Hrsg.): Anbau, Verwertung und Erfolgsaussichten von Miscanthus in Europa. 3. Internationale Miscanthus-Tagung vom 02.-03.03.2004 in Bonn. Bad Neuenahr.
- REINHARDT, G. A. UND G. ZEMANEK (2000): Ökobilanz Bioenergieträger: Basisdaten, Ergebnisse, Bewertungen. Berlin.
- REMMELE, E. (2005): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung - Anforderungen und Strategien. Vortrag auf der Gemeinschaftstagung Rapsölkraftstoff und Rapsspeiseöl aus dezentraler Ölsaatenverarbeitung. 16./17. Juni 2005 in Veitshöchheim..
- RETHWILM, H. (2005): O2Diesel™. Vortrag auf dem Kongress Bioethanol als Kraftstoff. Rheinisches LandesMuseum Bonn 02. Mai 2005. Bonn.
- RIEMER, K. (2005): Sozialkapital und Kooperation: zur Rolle von Sozialkapital im Management zwischenbetrieblicher Kooperationsbeziehungen. Tübingen.
- RIPPERGER, T. (2003): Ökonomie des Vertrauens. Tübingen.
- RODE, M. ET AL. (2005): Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung: Ergebnisse aus dem F++E-Vorhaben 80283040 des BfN. Bonn.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (SRU) (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Hausdruck des Sondergutachtens. Berlin.
- SCHAMP, E. W. (2000): Vernetzte Produktion: Industriegeographie aus institutioneller Perspektive. Darmstadt.
- SCHEFFER, K. (2003): Die Bedeutung einer integralen Landwirtschaft. In: EUROSOLAR: Konferenzband. Wie wird der Landwirt zum Energiewirt? 5. EUROSOLAR-Konferenz „Der Landwirt als Energie- und Rohstoffwirt“. Bonn.
- SCHEFFER, K. (2005): Ökonomische und ökologische Optimierung des Anbaus und der Nutzung von Energiepflanzen. In: C.A.R.M.E.N (Hrsg.): Strom und Wärme vom Acker. Straubing.
- SCHEFFER, K. (2006): Weg zur Steigerung der Flächen- und Konversionseffizienz bei der Nutzung von Biomasse. Beitrag zur EUROSOLAR-Konferenz „Mit Bioenergie zur Energieautonomie“ am 06.-07. März 2006 in Bonn.
- SCHMIDT, W. (2005): Energiemais: Aktueller Stand und Perspektiven aus Sicht der Pflanzenzüchter. Beitrag auf dem Einbecker Energiepflanzen-Kolloquium 07./08. Dez. 2005 in Einbeck.
- SCHMITZ, H. (2004): - Beratungsoffensive Biogas - Evaluierung des Stands der Technik von Biogasanlagen in Nordrhein-Westfalen abgeleitet anhand einer Biogas-Betreiberdatenbank und ausgewählten Monitoring-Projekten. Trier.
- SCHMITZ, N. (2003): Bioethanol in Deutschland: Verwendung von Ethanol und Methanol aus nachwachsenden Rohstoffen im chemisch-technischen und im Kraftstoffsektor unter besonderer Berücksichtigung von Agraralkohol. Schriftenreihe 'Nachwachsende Rohstoffe' der FNR. Bd. 21. Münster.
- SCHMITZ, N. (2005A): Innovationen bei der Bioethanolerzeugung und ihre Auswirkungen auf Energie- und Treibhausgasbilanzen. Neue Verfahren, Optimierungspotenziale, internationale Erfahrungen und Marktentwicklungen. Schriftenreihe 'Nachwachsende Rohstoffe' der FNR. Bd. 26. Münster.
- SCHMITZ, N. (2005B): Studie „Innovationen bei der Bioethanolerzeugung“ Vorstellung der Ergebnisse. Vortrag auf dem Kongress Bioethanol als Kraftstoff. Rheinisches LandesMuseum Bonn 02. Mai 2005. Bonn.
- SCHÖPE, M. (2006): Volkswirtschaftliche Effekte der Erzeugung von Biodiesel zum Einsatz als Kraftstoff. In: Ifo-Schnelldienst. Bd. 59. Heft 17. S.3-12.
- SCHÖPE, M. UND G. BRITSCHKAT (2002): Gesamtwirtschaftliche Bewertung des Rapsanbaus zur Biodieselproduktion in Deutschland. Sonderdruck aus Ifo-Schnelldienst Nr. 6. München.
- SCHRUM, P. (2003): Das Bio-Methan-Potenzial in Deutschland und seine Bedeutung für den zukünftigen Ersatz von Erdgas. In: EUROSOLAR (Hrsg.): Der Landwirt als Energie- und Rohstoffwirt. Bonn. S.41- 45.

- SCHULTE-SCHULZ, B. (2005): GreenGas-/Biomethanherstellung aus Biogas und Klärgas. Stand der Technik, Anwendungsbeispiele aus Schweden und der Schweiz. Vortrag auf dem Workshop „Bioenergienutzung in der Praxis von Stadtwerken“ am 07.04.2005 in Gevelsberg.
- SCHULZ, W. UND M. HILLE (2003): Untersuchung zur Aufbereitung von Biogas zur Erweiterung der Nutzungsmöglichkeiten. Bremen.
- SCHUMANN, W. (2006): Rapspresskuchen als Futtermittel und sonstige Verwertungsmöglichkeiten. Vortrag auf dem Workshop: Erzeugung von Rapsölkraftstoff am 23.03.2006 in Straubing.
- SCHWEITZER, M. (1994): Industriebetriebslehre. Das Wirtschaften im Industrieunternehmen. Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. München.
- SEIPEL, C. UND P. RIEKER (2003): Integrative Sozialforschung: Konzepte und Methoden der qualitativen und quantitativen empirischen Forschung. München.
- SIEFERLE, R.P. (1997): Rückblick auf die Natur. Eine Geschichte des Menschen und seiner Umwelt. München.
- STEINHAUSER ET AL. (1982): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre. Stuttgart.
- SYNERGIEKOMM (2006): Bioenergienutzung - Strategien und Optionen für lokale und regionale Energiedienstleistungsunternehmen. Köln.
- SYNERGIEKOMM (2006): Endbericht: Bioenergienutzung - Strategien und Optionen für lokale und regionale Energiedienstleistungsunternehmen. Gefördert durch das MUNLV. Köln.
- TFZ (2005): Daten und Fakten zur dezentralen Ölgewinnung in Deutschland. Straubing.
- TFZ (2006): [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de). Abgerufen am 27.05.2006.
- THEUVSEN, L. (2004): Pfadabhängigkeit als Forschungsprogramm für die Agrarökonomie. In: Agrarwirtschaft. Heft 3. S.111-123.
- THRÄN, D. (2005): Biomasse für synthetische Biokraftstoffe: Versorgungs- und Logistikkonzepte für eine neue Anlagengeneration. In: BWK. Bd. 57. Heft 12. S.6-9.
- THRÄN, D. UND M. KALTSCHMITT (2004): Hemmnisse bei der energetischen Nutzung biogener Festbrennstoffe. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft. Heft 1. S.35-44.
- UBA (2002): Umweltdaten Deutschland 2002. Berlin.
- UFOP (2006): [www.ufop.de](http://www.ufop.de). Abgerufen am 15.05.2006.
- UNDERBERG, L. (2006): Biomethan, von der Erzeugung zur dezentralen Nutzung - Ein Beispielprojekt aus Aachen. Vortrag auf dem 10. Fachkongress Zukunftsenergien NRW am 14.02.2006 in Essen.
- UNTERHUBER, J. (1996): Determinanten der Übernahme von Neuerungen in der Landwirtschaft. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Prof. Berg. Bonn.
- VDA (2006): [www.vda.de](http://www.vda.de). Abgerufen am 18.05.06.
- VERBAND DER DEUTSCHEN BIOKRAFTSTOFFINDUSTRIE (2006): [www.biokraftstoffverband.de/](http://www.biokraftstoffverband.de/). Abgerufen am 02.05.2006.
- VETTER, A. (2004): Bereitstellungsketten und Kosten land- und forstwirtschaftlicher Biomassen zur Produktion von BtL-Kraftstoffen. <http://fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/btl2004/Vetter.pdf>. Abgerufen am 17.08.2005.
- VETTER, A. UND G. REINHOLD (2004): Trockenfermentation von Energiepflanzen - Zukunftsperspektiven und Wirtschaftlichkeit. In: FNR (Hrsg.): Gülzower Fachgespräch „Trockenfermentation“. 4./5. Februar 2004. Gülzow.
- WAGNER, U. UND I. IGELSPACHER (2003): Ganzheitliche Systemanalyse zur Erzeugung und Anwendung von Bioethanol im Verkehrssektor. Bayrisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten. Gelbes Heft 76. München.
- WALTHER, D. (2004): Biogene Kraftstoffe aus Sicht der Deutschen BP AG. In: BBE/UFOP (Hrsg.): BBE/UFOP-Fachkongress „Kraftstoffe der Zukunft 2004“. Berlin.
- WEBER, A. (1979): Langfristige Energiebilanz in der Landwirtschaft: Energieeinsatz und Energieumwandlung in der deutschen Landwirtschaft von 1880 bis 1977; Schätzungen des Bedarfs an Dieselöl und Elektrizität bis zum Jahre 2000. Münster.

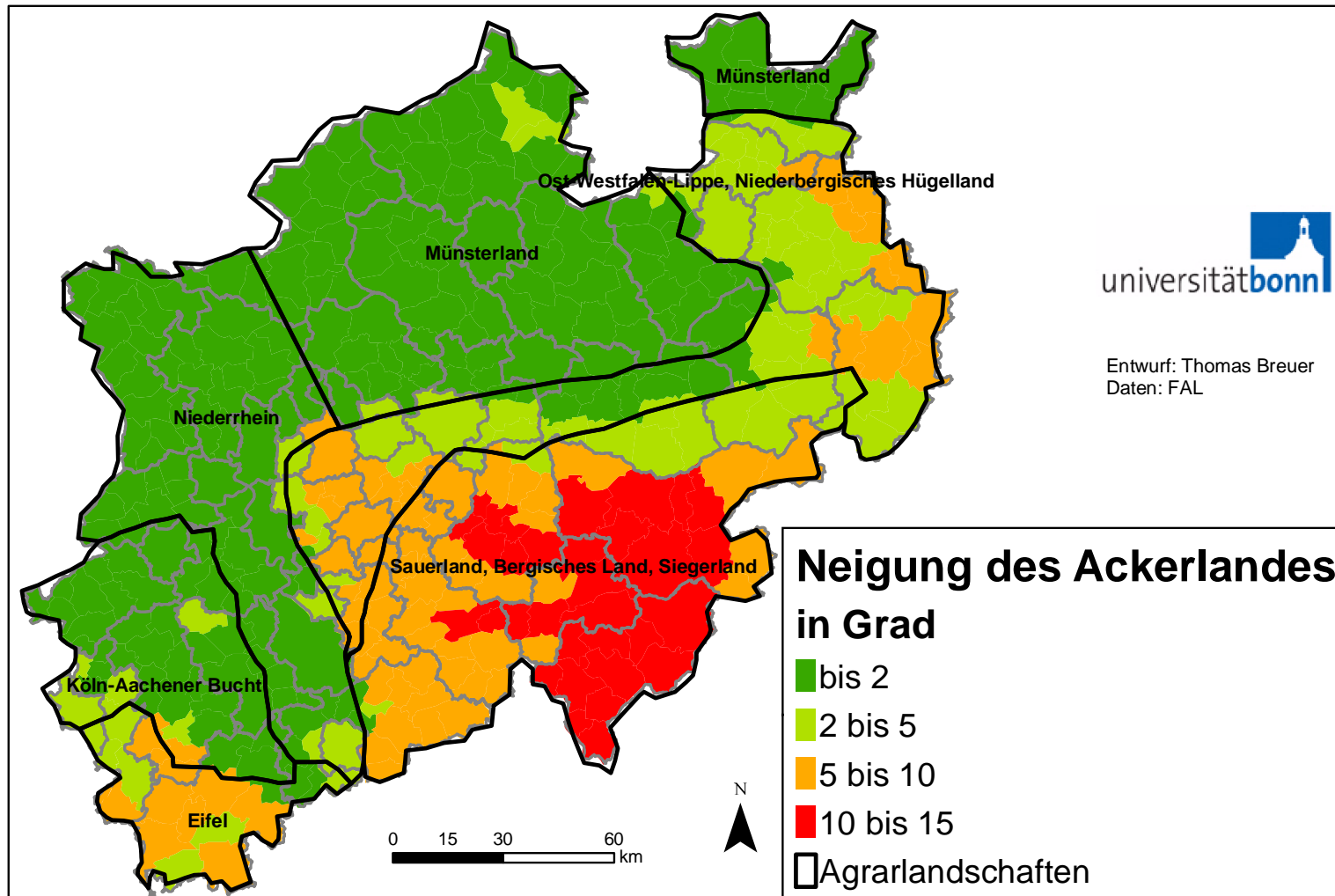
- WEBER, M. (2004): Bioethanolherstellung in Deutschland und Brasilien – ein technischer, ökonomischer und ökologischer Vergleich. Masterarbeit am Institut für Energetik und Umwelt. Leipzig.
- WEHRHEIM, P. (2005): Perspektiven der ländlichen Entwicklungspolitik in der EU: Implikationen für die agrarökonomische Forschung. In: Agrarwirtschaft. Bd. 54. Heft 2. S.97-100.
- WEILAND, P. (2003): Notwendigkeit der Biogasaufbereitung, Ansprüche einzelner Nutzungsrouten und Stand der Technik. In: FNR (Hrsg.): Workshop 'Aufbereitung von Biogas'. Gülzow. S.7-23.
- WEINSCHENK, G. UND W. HENRICHSMEYER (1966): Zur Theorie und Ermittlung des räumlichen Gleichgewichts der landwirtschaftlichen Produktion. In: Berichte über Landwirtschaft. Bd. 44. S.201-242.
- WERNER, A. ET AL. (2005): Energiepflanzen - Erzeugung nach 'Guter fachlicher Praxis der Landwirtschaft'. In: Natur und Landschaft. Bd. 80. Heft 9/10. S.430-434.
- WESSEL, K. (1996): Empirisches Arbeiten in der Wirtschafts- und Sozialgeographie. Zürich.
- WETTER, C. UND E. BRÜGGING (2004): Machbarkeitsstudie zur Bioethanolproduktion in landwirtschaftlichen Brennereien. Münster.
- WIDMANN, B. (2005): Hintergründe und Zielsetzung der dezentralen Ölsaatenverarbeitung. In: KTBL (Hrsg.): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. Darmstadt.
- WIDMANN, B. UND K. THUNEKE (2002): Rapsöl als Kraftstoff. In: BBE (Hrsg.): Kraftstoffe der Zukunft 2002. Berlin.
- WINDHORST, H. (1983): Geographische Innovations- und Diffusionsforschung. Darmstadt.
- WIRTSCHAFTLICHE VEREINIGUNG ZUCKER (2004): Umweltgerecht mobil: Biokraftstoffe aus Zuckerrüben und Getreide. Bonn.
- WOLF, B. (2002): Erneuerbare synthetische Kraftstoffe. Konzept und Status der Entwicklung. Choren Industries. Unveröffentlichtes Skript. Freiburg.
- WOLTERS, D. (1999): Bioenergie aus ökologischem Landbau: Möglichkeiten und Potenziale. Wuppertal.
- WORLD WATCH INSTITUTE (2006): Biofuels for Transportation. Global Potential and Implications for sustainable agriculture and energy in the 21st century. Washington.
- WUPPERTAL INSTITUT (2004): Der Beitrag regenerativer Energie und rationeller Energienutzung zur wirtschaftlichen Entwicklung in Nordrhein-Westfalen. Wuppertal.
- WUPPERTAL INSTITUT (2006): Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse. Untersuchung im Auftrag von BGW und DVGW. Band 1: Gesamtergebnisse und Schlussfolgerungen. Wuppertal.
- ZEDDIES (2006): Rohstoffverfügbarkeit für die Produktion von Biokraftstoffen in Deutschland und der EU-25. Hohenheim.

## Anhang

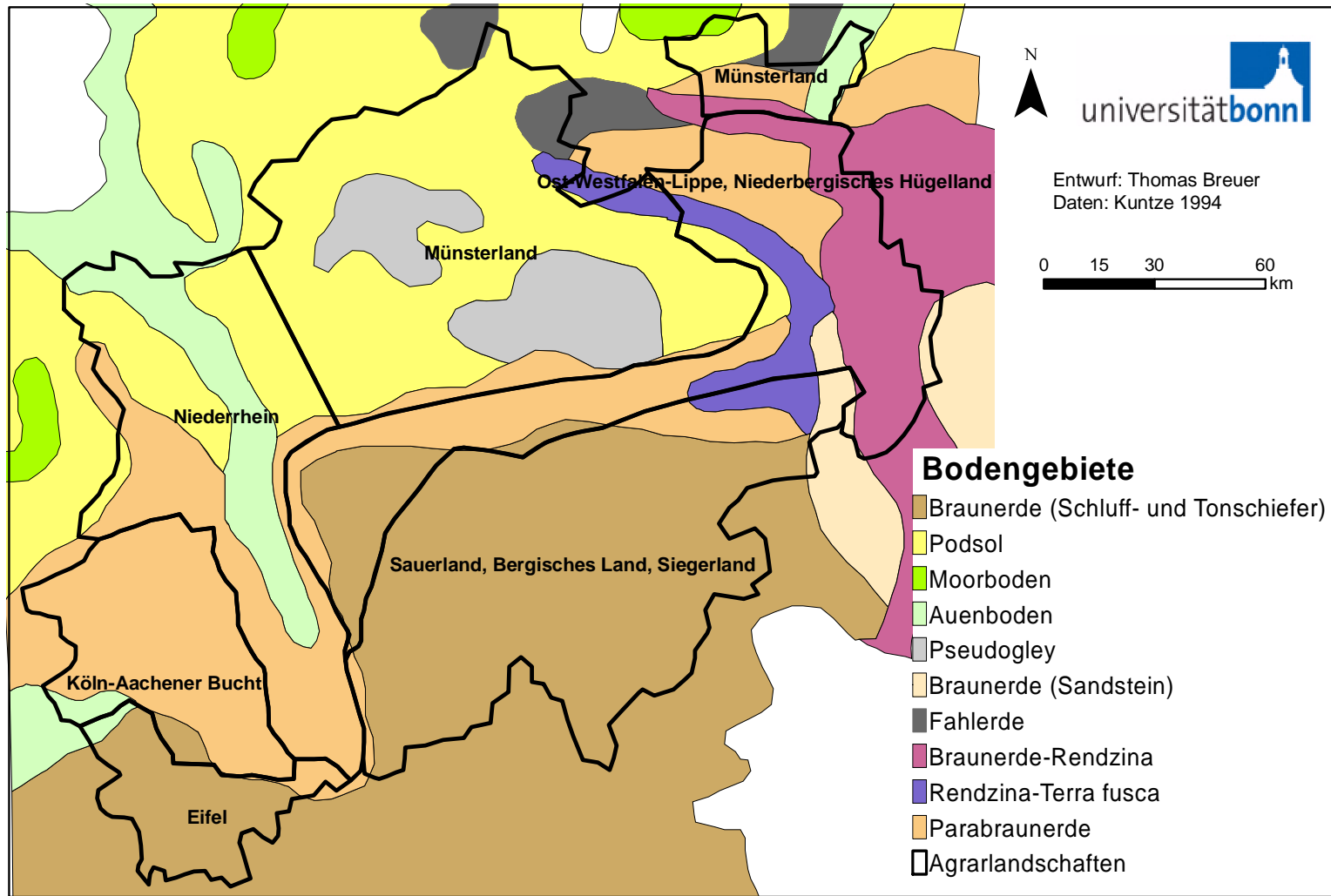
### Anhang 1: Versuchsstandorte der LWK NRW in den Agrarlandschaften (Quelle: LWK NRW 2004)

Region	Standorte	Kreis	Höhenlage	Jahres-Niederschlag	Temperatur im Jahresmittel	Bodentyp	geologische Herkunft	Bodenart der Krume	Humusgehalt der Krume	Ackerzahl	Humusgehalt
Lößstandorte (Köln-Aachener Bucht)	<b>Kerpen-Buir</b>	DN	84 m NN	680 mm	9,3 °C	Parabraunerde	Löss	Lehm	35	85	1,5 - 4 % humos
	<b>Beckrath</b>	MG	80 m NN	700 mm	9,8 °C	Parabraunerde	Löss	schluffiger Lehm	33	85	humos
Lehmböden-Niederungslagen (Niederrhein, Münsterland)	<b>Neukirchen-Vluyn</b>	WES	29 m NN			Parabraunerde	Alluvium, vermischt mit Diluvium	sandiger Lehm	32	66	1,5 - 4 % humos
	<b>Haus Düsse</b>	SO	70 m NN	839 mm	9,2 °C	Pseudogley-Parabraunerde	Löss	lehmgiger Schluff	25	69	1,5 - 4 % humos
Sandböden-Niederungslagen (Niederrhein, Münsterland)	<b>Merfeld</b>	CDE	52 m NN	771 mm	9,1 °C	Eschboden	Diluvium	Sand	35	26	humos
	<b>Gröblingen-Sassenberg</b>	WAF	52 m NN	750 mm	8,3 °C	Eschboden	Diluvium	Sand		28	1,5 - 4 % humos
	<b>Mariefeld</b>	GT	65 m NN	740 mm	8,0 °C	Braunerde	Diluvium	Sand	30	25	0 - 1,5 % schwach humos
Lehmböden-Übergangslagen (Ost-Westfalen-Lippe, Haarstrang, Niederbergisches Hügelland)	<b>Lage-Ohrsen</b>	LIP	110 m NN	836 mm	9,6 °C	Braunerde	Löss	sandiger Lehm	35	52	1,5 - 4 % humos
	<b>Lemgo</b>	LIP						lehmgiger Sand		65	
	<b>Biemsen</b>	LIP	100 m NN	837 mm	9,6 °C	Podsol-Parabraunerde	Löss	sandiger Lehm	35	74	1,5 - 4 % humos
	<b>Steinheim-Breitenhaupt</b>	HX	190 m NN	820 mm	8,2 °C	Parabraunerde	Löss	stark, sandiger Lehm	30	65	1,5 - 4 % humos
	<b>Berlingsen</b>	SO	275 m NN	815 mm	8,2 °C	Braunerde	Löss	Lehm	30	55	1,5 - 4 % humos
Region	Standorte	Kreis	Höhenlage	Jahres-Niederschlag	Temperatur im Jahresmittel	Bodentyp	geologische Herkunft	Bodenart der Krume	Humusgehalt der Krume	Ackerzahl	Humusgehalt
Höhenlagen-Sauerland, Bergisches Land, Siegerland	<b>Vülfrath</b>	ME	170 m NN	1050 mm	9,2 °C	Parabraunerde	Löss	schluffiger Lehm	30	65	humos
	<b>Altenmellrich</b>	SO	290 m NN	805 mm	8,4 °C	Pseudogley-Braunerde	Löss, vermischt mit Kreide, Jura	Lehm	32	45	1,5 - 4 % humos
	<b>Meerhof</b>	HSK	360 m NN	900 mm	8,0 °C	Pseudogley-Braunerde	Löss, vermischt mit Grauwacken	sandiger lehm	30	45	1,5 - 4 % humos
Höhenlagen-Eifel	<b>Dollendorf</b>	EU	420 m NN	715 mm	7,4 °C	Braunerde	Alluvium, vermischt mit Grauwacken	sandiger lehm		48	
	<b>Mechernich-Berg</b>	EU	360 m NN	630 mm	8,9 °C	Braunerde	Grauwacken und Schieferverwitterung	sandiger Lehm		43	
	<b>Nideggen-Berg</b>	DN	280 m NN	820 mm	8,3 °C	Pseudogley-Braunerde	Löss, vermischt mit Kreide, Jura	toniger Lehm	30	65	humos
	<b>Hergarten</b>	DN	220 m NN	870 mm	8,4 °C	Pseudogley-Braunerde	Löss, vermischt mit Kreide, Jura	Lehm	30	65	schwach humos

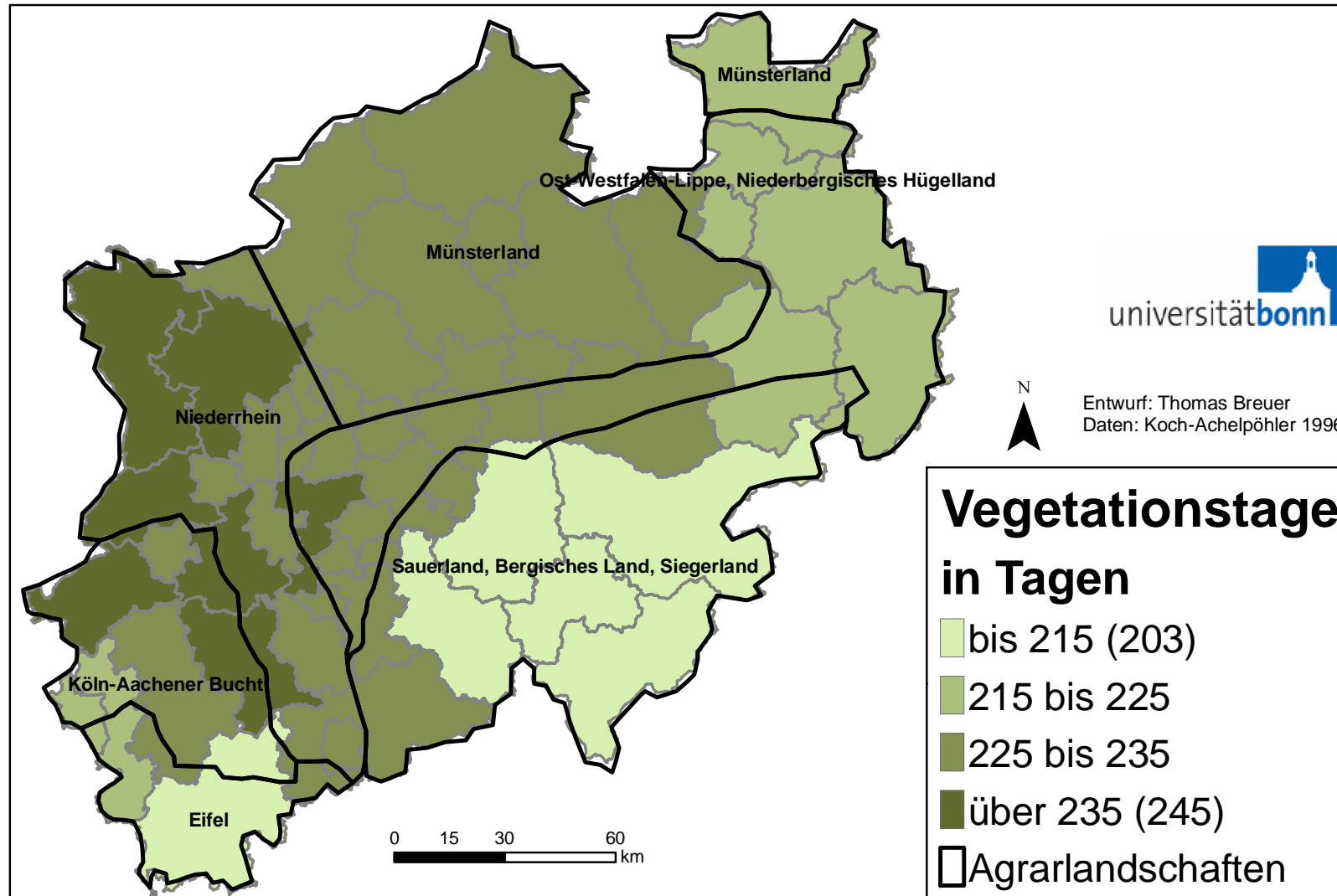
## Anhang 2: Neigung des Ackerlandes in NRW



### Anhang 3: Bodengebiete Nordrhein-Westfalens

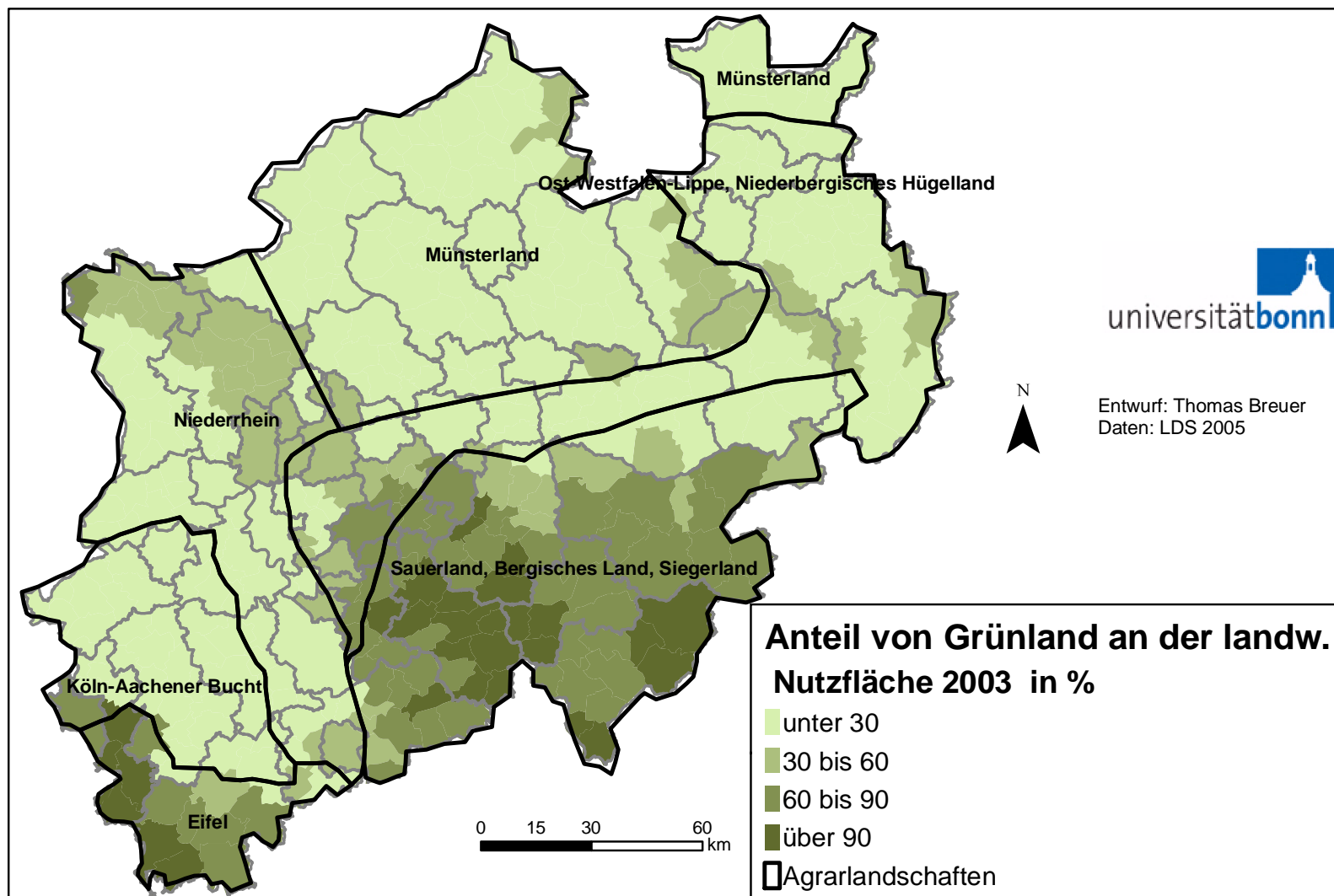


## Anhang 4: Vegetationstage in NRW

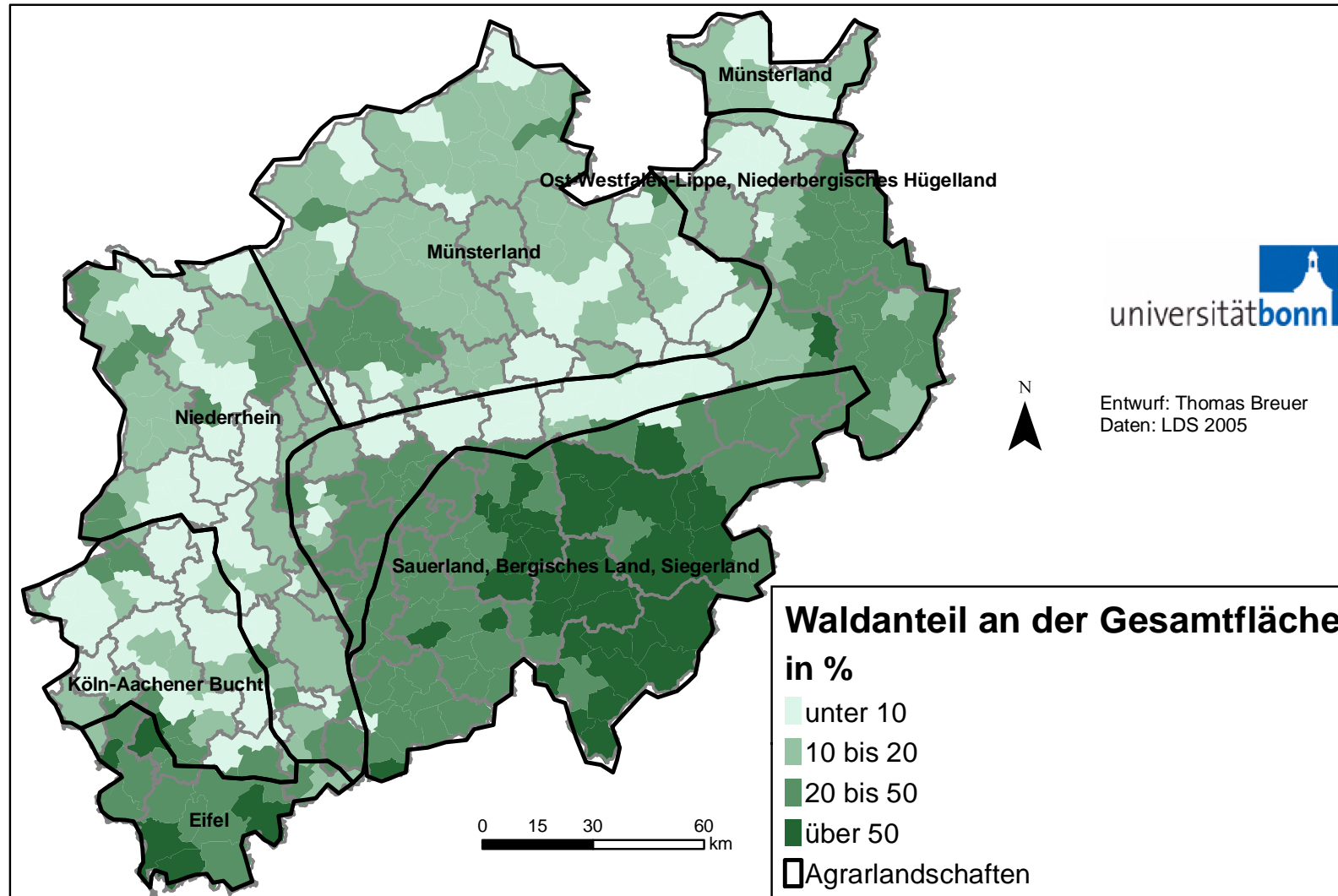




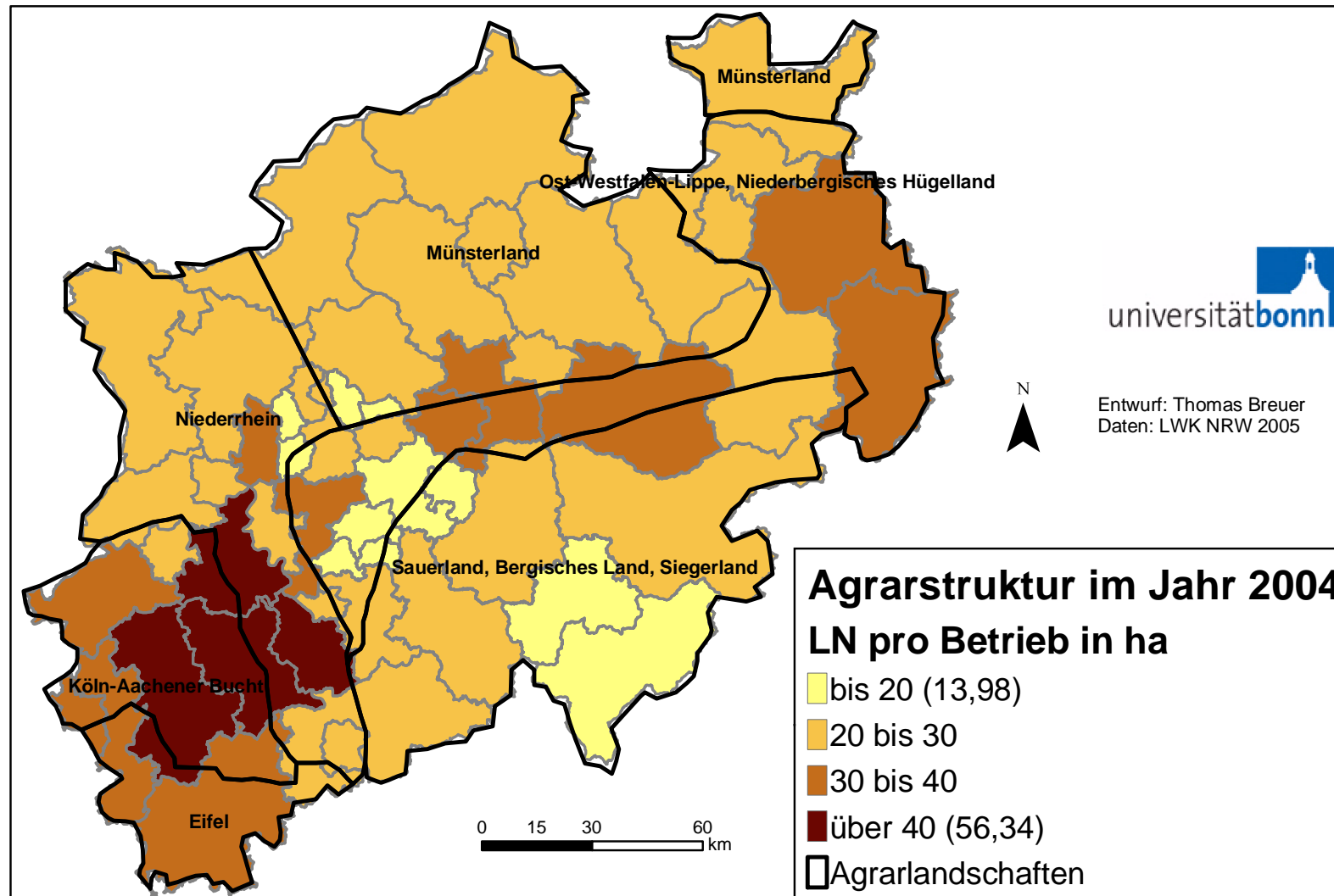
## Anhang 5: Verteilung des Grünlandes



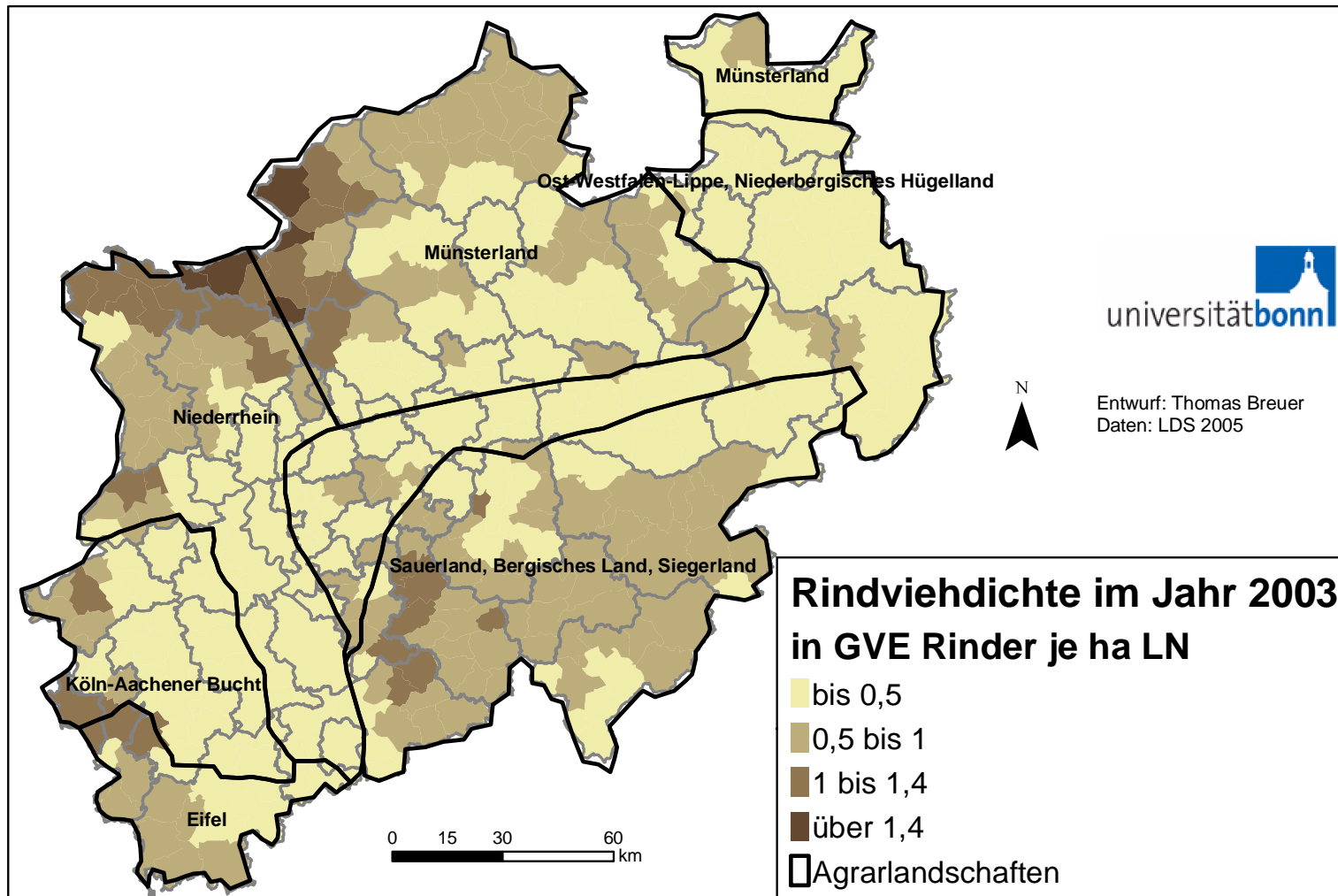
## Anhang 6: Waldgebiete in Nordrhein-Westfalen



## Anhang 7: Agrarstruktur (Betriebsgröße) in NRW



## Anhang 8: Rindviehdichten in NRW



## Anhang 9: Abgrenzung der Ackerleitfrüchte nach KOCH-ACHELPÖHLER 1996

Leitfrucht	Zuckerrüben in %	Kartoffeln, Gemüse in %	Ölfrüchte in %	Körner- Silomais in %	Halmfrüchte in %
Zuckerrüben	≥ 15	< Zuckerrüben	< Zuckerrüben	< Zuckerrüben	-
Kartoffeln, Gemüse	< Kart./Gem.	≥ 15	< Kart./Gem.	< Kart./Gem.	-
Ölfrüchte	< Ölfrüchte	< Ölfrüchte	≥ 15	< Ölfrüchte	-
Mais I	< Mais	< Mais	< Mais	≥ 15 < 30	-
Mais II	< Mais	< Mais	< Mais	> 30	-
Halmfrucht I	< 15	< 15	< 15	< 15	< 75
Halmfrucht II	< 15	< 15	< 15	< 15	≥ 75

**Anhang 10: Unterstellte Preise für biogene Festbrennstoffe sowie landwirtschaftliche Ausgangsstoffe für die Herstellung biogener Kraftstoffe frei Energieanlage bzw. Konversionsanlage (Quelle: HEMME-SEIFERT 2003)**

	Referenz <sup>3</sup>	Szenario 1	Variation 1a	Variation 1b
	(Foodprodukte)		(Biomasseprodukte)	
	Preise in €/t FM		Preise in €/t FM	
Miscanthus <sup>1</sup>		80	56	40
Pappelholz <sup>2</sup>		43	30	21
Triticale <sup>1</sup>	98	77	54	38
Stroh		79	55	39
Waldrest- und Schwachholz <sup>2</sup>		79	55	40
<i>€/t atro</i>		127	88	64
Zuckerrüben	51	-30		
Winterweizen	112	-83		
Raps	205	250	175	125

<sup>1</sup> Bereitstellung als Ballen.

<sup>2</sup> Bereitstellung als Hackschnitzel; biogene Festbrennstoffe werden ausschließlich im Heizkraftwerk eingesetzt.

<sup>3</sup> In der Referenz werden die Preise bei Triticale und Winterweizen nur für das Korn berechnet.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von RAUMIS und KALTSCHMITT et al. (2000, S. 155).

# Anhang 11: Flächendeckende Ferngasversorgung in NRW (Quelle: BRÜCHER UND HELFER 2004)

