

Nachwachsende Rohstoffe und Landnutzung (NaRoLa)
Integration der Bioenergie in ein nachhaltiges Energiekonzept
SCHLUSSBERICHT

(Förderkennzeichen 01UN0611A)

Das NaRoLa Projekt verfolgte zum einen das Ziel, die gesamtwirtschaftlichen und globalen Implikationen verstärkten Biomasseanbaus besonders in der Form zu erwartender Preiseffekte zu untersuchen. Zum anderen wurden die dadurch resultierenden Landnutzungsänderungen in der deutschen Landwirtschaft und deren Auswirkung auf die Rentabilität hiesiger Biogasproduktion untersucht. Durchgeführt wurde das Projekt im Rahmen eines Konsortiums bestehend aus dem Institut für Weltwirtschaft (IfW), das die Projektleitung und Koordination übernahm, dem Institut für Ländliche Räume des von-Thünen Instituts (vTI) und dem Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik an der Universität Bonn.

I Kurze Darstellung des Projekts

I.1 Aufgabenstellung

Im NaRoLa-Projekt wurde der Beitrag der Biomasse zu einer nachhaltigen Energieversorgung analysiert und unter ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten bewertet. Hierzu wurde ein integrierter Modellverbund entwickelt, der in der Lage ist, die Landnutzungskonkurrenz zwischen Biomasse- und Nahrungsmittelproduktion abzubilden und zudem gesamtwirtschaftliche und internationale Rückkoppelungen berücksichtigt. Mit Hilfe dieses Modellverbundes und ergänzenden Analysen, z.B. zu den Umweltauswirkungen einer erweiterten Nutzung von Bioenergie sollte ein Vorschlag für eine Integration nachwachsender Rohstoffe in ein nachhaltiges Energiesystem gemacht und Politikempfehlungen erarbeitet werden. Konkret konzentrierte sich das Projekt – mit Schwerpunkt Deutschland – auf folgende Forschungsfragen:

- Welche Rolle können Biomasse bzw. nachwachsende Rohstoffe bei der Energieerzeugung spielen?
- Welches sind die gesamtwirtschaftlichen und internationalen Rückkoppelungseffekte der Bioenergienutzung und die daraus resultierenden Konsequenzen für die Vorzüglichkeit verschiedener Strategien zur Biomassenutzung und Emissionsreduktion?
- Welche Konsequenzen hat die Förderung von Bioenergie auf die landwirtschaftliche Landnutzung und Produktion, den Faktoreinsatz und das Einkommen?

- Welche regionale Allokation wird sich beim Anbau der unterschiedlichen nachwachsenden Rohstoffe sowie der Energieerzeugungsanlagen unter Berücksichtigung der Standortpotenziale und Transportkosten entwickeln?
- Wie sind die ökologischen Auswirkungen zu beurteilen?
- Welchen Beitrag leistet die Ausdehnung des Bioenergie-Bereiches zur Entwicklung ländlicher Räume?
- Wie lassen sich die verschiedenen komplexen Wechselwirkungen auf unterschiedlichen Skalen und zwischen den Sektoren modellhaft abbilden?

Die dargestellten Forschungsfragen beinhalten globale, regionale und lokale Perspektiven und werfen damit konkrete wissenschaftliche Aufgabenstellungen auf, die die Weiter- bzw. Neuentwicklung ökonomischer und agrarwissenschaftlicher Modelle betreffen. Die globale, internationale Sichtweise wurde in NaRoLa durch das allgemeine Gleichgewichtsmodell DART (Dynamic Applied Regional Trade) gewährleistet, welches die gesamte Weltwirtschaft unterteilt in Länder/Regionen und Wirtschaftssektoren abbildet. Mit DART wurden somit die sektor- und länderübergreifenden Auswirkungen internationaler Anstrengungen zur Förderung von Bioenergie, wie zum Beispiel der geplanten 10% EU-Biokraftstoffquote, simuliert. Die lokale Dimension spezifiziert diese Auswirkungen für den deutschen Agrarsektor. Dazu kamen das Regionalisierte Agrar- und UmweltInformationSystem (RAUMIS) zum Einsatz, das die deutschen Agrarsektoren mit ihrer jeweiligen Landnutzung modelliert, sowie das neuentwickelte Regionale Standortinformationssystem (ReSI-M).

Aufgabe des Projekts war es, das am IfW entwickelte DART Modell so zu erweitern, dass Bioenergieproduktion abgebildet werden kann. Das vTI führte das RAUMIS Modell dahingehend fort, dass Verfahren nachwachsender Rohstoffe und ihre Förderung berücksichtigt werden. An der Universität Bonn wurde im Laufe des Projekts ein neues Modell entwickelt: Das Regionale Standortinformationssystem (ReSI-M) berechnet unter Berücksichtigung von Transportkosten, politischen Vorgaben (z.B. Förderung durch das Erneuerbare Energien Gesetz) und anderen Rentabilitätsparametern optimale Standorte für Biogasanlagen und analysiert daraus resultierende Landnutzungsänderungen im deutschen Agrarsektor sowie Umweltauswirkungen. Wissenschaftliches Ziel des Vorhabens war es, eine Kopplung der einzelnen Modelle zu bewerkstelligen. So sollten globale Agrarmarkteffekte durch eine Kopplung zwischen DART und RAUMIS auf den deutschen Agrarsektor heruntergebrochen werden. Auf der anderen Seite sollte durch eine Kopplung zwischen ReSI-M und RAUMIS letzterem Modell ein Nachfragemodul für Energiemais hinzugefügt werden.

I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Schon im Zeitraum der Antragsstellung war ein steigender Ölpreis zu beobachten, was zeigt, dass die weltweite Nachfrage nach fossilen Energieträgern schneller wächst als das Angebot. Dieser Trend hat sich in den letzten Jahren nicht geändert. Zudem verstärkten Diskussionen um den Klimawandel das öffentliche Interesse an der Verbindung zwischen dem Verbrauch fossiler Energie und klimaschädlichen Treibhausgasemissionen. Da die Energieversorgung in Deutschland und Europa zudem stark von Importen abhängig ist, wurde die Notwendigkeit erkannt, zukünftig einen Energiemix aus erneuerbaren und fossilen Energieträgern zu finden, der dem Prinzip einer nachhaltigen Entwicklung gerecht wird. Zu den regenerativen Energieträgern, deren Entwicklung gefördert wird, zählt neben Wind- und Solarenergie die Biomasse. Biomasse in ihren verschiedenen Verwendungen stellt einen der wichtigsten regenerierbaren Energieträger dar und ist Bestandteil praktisch aller Energieversorgungsstrategien. Die Biomasseproduktion hängt allerdings eng von der Landverfügbarkeit ab, wobei Deutschland ein dicht besiedeltes Land ist, in dem eine begrenzte Fläche für miteinander konkurrierende Nutzungen zur Verfügung steht. Somit konkurriert der Anbau von Biomasse nicht nur mit der Nahrungsmittelproduktion, sondern auch mit anderen Landnutzungsformen, wie Erholungs- und Naturschutzflächen. Außerdem sind beim Ausbau der energetischen Biomassennutzung gesamtwirtschaftliche und internationale Rückkoppelungen zu berücksichtigen. Bei der Entwicklung einer effizienten und nachhaltigen Energieversorgung sind die verschiedenen Zielkonflikte zwischen Wirtschaftlichkeit, Energieversorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit zu beachten. Diese Zielkonflikte zeichneten sich bereits zur Zeit der Antragsstellung ab. Insbesondere die Landnutzungskonkurrenz wurde bei existierenden Analysen bislang nur unzureichend berücksichtigt.

Gleichzeitig verfügten das IfW mit DART und das vTI mit RAUMIS über erprobte Modelle, die in der Lage waren auf unterschiedlichen Maßstabsebenen relevante Landnutzungskonkurrenzen und Interdependenzen abzubilden. An der Uni Bonn bestanden Erfahrungen im Bereich der Umweltbewertung und Analysen mit Geographischen Informationssystemen (GIS), die zur Standortoptimierung Anwendung finden sollten. Daher stand es im Zentrum dieses Forschungsprojektes, einen integrierten Modellverbund zu entwickeln, der Wechselwirkungen auf einem globalen Energiemarkt mit den regionalen Potenzialen und Restriktionen der Biomasseproduktion in Deutschland verbindet und mit dessen Hilfe der Beitrag der Biomasse zu einer nachhaltigen Energieversorgung analysiert und unter ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten bewertet werden kann.

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Planung

Im Zentrum dieses Projektes standen Modellkopplungen, die Analyse des Beitrags der Biomasse zu einer nachhaltigen Energieversorgung in Deutschland und dessen Bewertung unter ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten, die in vier teilweise parallel verlaufenden, ineinander übergreifenden Forschungsmodulen konzipiert waren.

In Modul 1 ging es um die Anpassung der Modelle DART und RAUMIS sowie die Entwicklung eines Standortmodells, um diese für eine anschließende Kopplung vorzubereiten, sowie um Modellerweiterungen, die notwendig waren, um die zentralen Fragestellungen dieses Forschungsprojekts modellgestützt analysieren zu können. Die angepassten und erweiterten Modelle, sollten dann im Rahmen von Modul 2 gekoppelt werden. In Modul 3 ging es um die Entwicklung und Analyse von Szenarien. Ergänzend zu modellgestützten Analysen sollten im Rahmen von Modul 3 insbesondere eine Umweltbewertung einer verstärkten Biomasseproduktion in der Landwirtschaft vorgenommen werden. Als Ergebnis sollten damit am Ende detaillierte Bewertungen verschiedener Szenarien vorliegen. Modul 4 schließlich bildete die Synthese des gesamten Projekts. Auf Basis der Modellsimulationen und ergänzenden Analysen sollten Vorschläge für eine Integration nachwachsender Rohstoffe in ein nachhaltiges Energiesystem entwickelt werden.

Im Projektverlauf sollten außerdem drei Workshops organisiert werden, um externe Wissenschaftler, die an ähnlichen Modellierungen arbeiten, aber auch Praxisakteure aus Wirtschaft, Gesellschaft und Politik in das Projekt einzubinden und deren Expertise zu nutzen. Der geplante zeitliche Projektablauf ist in Diagramm 1 abgebildet.

Diagramm 1: Zeitlicher Projektablauf.

	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
1.1 Anpassung DART	K																	
1.2 Anpassung RAUMIS																		
1.3 Standortoptimierung																		
2 Modell-Integration					W													
3.1 Szenarien/ Politikinstrumente																		
3.2 Simulationen / Auswertungen										W								
3.3 Umweltbewertung																		
4 Nachhaltiges Energiesystem																		W

K: Kick-off Treffen; W: Workshop;

Die Arbeitsteilung innerhalb des Konsortiums erfolgte nach den Kompetenzen der Projektpartner. Das IfW und das vTI besitzen Expertise in der gesamtwirtschaftlichen Modellierung bzw. der Modellierung des deutschen und europäischen Agrarsektors und waren jeweils für die Anpassungen und Erweiterungen der eigenen Modelle (Modul 1), die Modellintegration (Modul 2) und die modellgestützte integrative Analyse von möglichen Szenarien (in Modul 3) verantwortlich. Der Praxispartner meó Consulting Team lieferte das für die Modellierung der Konversion von Biomasse in Energieträger nötige technische Wissen und wichtige Modellpa-

parameter. Die Uni Bonn lieferte regionalökonomisch begründete Analysen der Standortentscheidungen von Unternehmen als Input zum RAUMIS Modell und machte im Modul 3 „Umweltauswirkungen“ neben der Vervollständigung der Umweltaspekte einer verstärkten Nutzung nachwachsender Rohstoffe auch Vorschläge zu umweltpolitischen Instrumenten zur Verringerung unerwünschter ökologischer Nebenwirkungen. An der Entwicklung der Story-Lines und den daraus abgeleiteten Komponenten eines nachhaltigen Energiesystems für Deutschland waren alle Projektpartner beteiligt.

Tatsächlicher Ablauf

Insgesamt wurde der geplante Ablauf im Wesentlichen eingehalten, wobei es allerdings einige Verschiebungen und Verzögerungen gab. Durch die Neuentwicklung des Standortmodells und der Kopplung mit RAUMIS, welches wiederum mit DART gekoppelt werden sollte, dessen Datenaufbereitung jedoch länger dauerte als erwartet, erwiesen sich Modellintegration, Modellerweiterung und Ergebnisauswertung als enger verknüpft als angenommen und wurden weitgehend parallel durchgeführt. Insbesondere die Modellkopplung von DART mit RAUMIS hat sich aufgrund methodischer Probleme verzögert und durch die Kopplung ergaben sich neue Weiterentwicklungen in DART. Deshalb wurde am Ende auch eine kostenneutrale Projektverlängerung um 2 Monate beantragt. Die drei Workshops haben inhaltlich wie geplant stattgefunden (Programme siehe Anhang I), wurden aber aufgrund des verzögerten Projektbeginns zeitlich etwas verschoben, damit sei beispielsweise nicht in die Weihnachtszeit fielen. Im Einzelnen wurden in Bonn die folgenden Schritte durchgeführt.

2007

Entwicklung eines Standortmodells in Modul 1.3

Basierend auf den Landnutzungsberechnungen für Silomais des vTI, in denen für Angebotsfunktionen regional uniforme Maispreise angenommen wurden, war es die Aufgabe der Uni Bonn, ein Standortmodell zur Modellierung der Rohstoffnachfrage von Biogasanlagen zu entwickeln. Dieses Standortmodell soll die optimale Anzahl und Größe von Biogasanlagen und ihren Standort (auf Kreisebene) bestimmen. Somit kann für die gegebene Angebotsfunktion von RAUMIS eine Nachfragefunktion für Silomais abgeleitet werden, um regionale Maismärkte zu simulieren. Der erste Prototyp des Modells bezieht sich auf die Biogasproduktion aus Mais unter Zugrundelegung der NaWaRo-Bestimmungen des EEG (nachwachsende Rohstoffe)-Anlagen).

Die Standortwahl von Biogasanlagen wird vor allem durch Gesetzgebung (Erneuerbare-Energien-Gesetz, Biomasseverordnung), Flächenanteile und Erträge von Silomais, Nutzungspfade der produzierten Energie, Infrastruktur und Transportkosten beeinflusst. In ei-