

# **Durchführungs- und Anwendungsprobleme von Technikfolgenabschätzungen: Beispiele aus der TA-Studie "Nachwachsende Rohstoffe"**

*Ludwig Leible*

---

## **Vollständige bibliographische Angaben**

**Leible, L.:** Durchführungs- und Anwendungsprobleme von TA: Beispiele aus der TA-Studie "Nachwachsende Rohstoffe". In: Bechmann, G. (Hrsg.): Praxisfelder der Technikfolgenforschung. Konzepte, Methoden, Optionen. Frankfurt u. a.: Campus 1996, S. 41-77 (Veröffentlichungen des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Bd. 3)

## **Hinweis zur vorliegenden Kopie**

Für die vorliegende elektronische Kopie wurde das Original gescannt und mit OCR-Software (Optical Character Recognition) bearbeitet. Das angezeigte Seitenabbild entspricht unter Berücksichtigung der Qualitätseinbußen beim Scannen dem Buchlayout. Durch die OCR-Software wurde zusätzlich die Durchsuchbarkeit des Textes ermöglicht. Auf Grund einer gewissen Fehleranfälligkeit des Verfahrens kann keine Garantie gegeben werden, dass der so erzeugte Text hundert Prozent mit dem Originaltext identisch ist. Mit Fehlern muss gerechnet werden. Eine intellektuelle Kontrolle des OCR-Ergebnisses hat nicht stattgefunden. Wird Text aus dem Dokument kopiert, basiert der exportierte Text auf dem OCR-Ergebnis und kann deshalb ebenfalls Fehler enthalten.

# **Durchführungs- und Anwendungsprobleme von Technikfolgenabschätzungen: Beispiele aus der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“**

*Ludwig Leible*

## **1. Einleitung und Zielsetzung**

Die Durchführung von Technikfolgenabschätzungen (TA) ist ein komplexer Prozeß. Einerseits muß dem Mindestanspruch, den dieses Analyseinstrument stellt, Rechnung getragen werden, andererseits sind für die Durchführung solcher Analysen in der Regel sehr enge zeitliche und finanzielle Rahmenbedingungen vorgegeben. Durchgeführte Studien zu Technikfolgenabschätzungen sind somit immer ein Kompromiß zwischen dem theoretischen Anspruch dieses Instrumentes und der praktischen Durchführbarkeit.

Dieses Wechselspiel zwischen Theorie und Praxis soll an einigen Beispielen aus der Studie „Technikfolgenabschätzung zum Thema Nachwachsende Rohstoffe“ verdeutlicht werden, die im Frühjahr 1993 vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe (FZK) abgeschlossen wurde (Wintzer et al. 1993). Anhand der Vorgehensweise und an einigen Ergebnissen dieser Studie werden verschiedene Durchführungs- und Anwendungsprobleme von TA-Untersuchungen und deren Lösung beleuchtet, wobei diese Probleme oft gar nicht ausschließlich TA-spezifisch sind. Dies berührt beispielsweise Fragen zur Interessenlage und Einflußnahme des Auftraggebers, zur Methodik der Vorgehensweise und der Konzeption, zur Hinzuziehung von Expertenwissen bis hin zur Bewertung der Ergebnisse und deren Darstellung und Vermittlung.

Die nachfolgenden Ausführungen konzentrieren sich im wesentlichen auf die praktischen Erfahrungen, die mit der Durchführung der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ gesammelt wurden. Auf eine Wiedergabe und eingehende Diskussion der damit in Beziehung stehenden theoretischen Hintergründe soll aus Gründen der Schwerpunktsetzung verzichtet werden.

In gleicher Weise ist es nicht Ziel dieser Ausführungen, die beispielhaft angeführten Ergebnisse aus dieser Studie detailliert zu erläutern und zu bewerten.

## 2. Ziele und Anspruch einer Technikfolgenabschätzung

Bei einer TA stehen, verglichen mit Produktlinienanalysen oder Ökobilanzen, in der Regel übergeordnete Fragestellungen, wie z.B. die nach „Chancen und Risiken nachwachsender Energieträger“, im Vordergrund, die eine sehr breite Herangehensweise an das Thema erfordern (vgl. Leible 1994). Hierbei fallen als Ergebnis der Informationserfassung und Bewertung eine Vielzahl von technischen, ökonomischen, umweltrelevanten oder sozioökonomischen Kennwerten an. Aufgrund der eher übergeordneten Ausrichtung bewegt sich die TA im Schwerpunkt auf der Ebene von volkswirtschaftlichen Aussagen. Hierbei reichen jedoch die durchzuführenden Analysen zu den Auswirkungen (beabsichtigte, unbeabsichtigte) auf der einen Seite bis zur Ebene der Produktlinie (Prozesskette) und auf der anderen Seite bis zur Berücksichtigung von internationalen Zusammenhängen, falls diese für die Fixierung der Rahmenbedingungen (Szenarien) oder hinsichtlich bestehender Rückkopplungseffekte für die Wirkungsanalyse von Bedeutung sind.

Sehr verkürzt beschrieben, werden bei der Technikfolgenabschätzung vor allem folgende Ziele verfolgt:

- Erfassen der beabsichtigten und vor allem der unbeabsichtigten Folgen und Nebenwirkungen von technischen Entwicklungen, von Produktionsprozessen (auch Dienstleistungen) oder von Produktlinien (INFORMATION);
- Abwägen der damit verbundenen Chancen und Risiken (BEWERTUNG);

- Aufzeigen von sachgerechten ENTSCHEIDUNGEN (optional), unter teilweise sehr verschiedenen Rahmenbedingungen.

Maßgeblich für die Technikfolgenabschätzung ist, neben der Definition der Ziele, vor allem die Präzisierung der Rahmenbedingungen, um letztendlich die im Vordergrund stehenden Kriterien und die zugrundezulegende Vorgehensweise zu fixieren. Dies ist jedoch bei der praktischen Bearbeitung eher ein iterativer als ein von Anfang an eng fixierter Prozeß.

Die Vorgehensweise bei der TA erfolgt somit keinesfalls anhand eines fest vorgegebenen methodischen Ablaufs ('Kochbuch'), vielmehr führen die spezifischen Zielsetzungen und Rahmenbedingungen zu teilweise sehr unterschiedlichen Ausprägungen.

Um einem Mindestanspruch zu genügen, sollte im Zusammenhang mit dem TA-Ansatz immer versucht werden, eine umfassende Analyse der relevanten technischen, ökonomischen, umweltbezogenen und sozioökonomischen Auswirkungen zu erstellen. Hierbei ist auf die Nachvollziehbarkeit hinsichtlich der Datenbasis, der Rahmenbedingungen (Szenarien) und der Bewertung besonderes Augenmerk zu richten. Die Ausrichtung der Analyse auf entscheidungsorientierte Ergebnisse erleichtert - auch wenn hierbei zusätzlich verschiedene Optionen dargestellt werden - ihre Vermittlung, außerdem wird hierdurch ein Mindestmaß an Aktualität gewährleistet. Dies wird zusätzlich verstärkt, wenn die betroffenen Gruppen (z.B. Landwirtschaft, Industrie) in diesen Prozeß eingebunden werden (partizipatorische Vorgehensweise), nicht zuletzt dadurch, daß auf die von ihnen geäußerten Hoffnungen und Befürchtungen eine Antwort gegeben werden kann. Die Realisierung einer partizipatorischen Vorgehensweise bereitet bei der Umsetzung des TA-Ansatzes am praktischen Beispiel in der Regel die größten Schwierigkeiten und wird aus diesem Grund in den meisten Fällen vernachlässigt bzw. reduziert sich auf Umfragen und Interviews.

Ausführliche Literatur zu den methodischen Ansprüchen, der Zielrichtung und der anzustrebenden Vorgehensweise bei einer Technikfolgenabschätzung ist reichlich vorhanden (z.B. Dierkes/Petermann/v. Thienen 1986; Lohmeyer 1984; Paschen/Gresser/Conrad 1978; Petermann 1991; Umweltbundesamt 1983) und soll hier nicht weiter verfolgt werden.

### 3. Technikfolgenabschätzung zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe“

#### 3.1 Auftrag und Interessen

Das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe erhielt 1988 vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) den Auftrag, die Vor- und Nachteile, Chancen und Risiken der inländischen Bereitstellung pflanzlicher Biomasse zur energetischen und nichtenergetischen Nutzung außerhalb des Nahrungs- und Futtermittelbereiches abzuschätzen und darzustellen. Hierbei sollte eine methodisch konsistente Darstellung des Gesamtbereiches der nachwachsenden Rohstoffe (NR) angestrebt werden, um vergleichbare Aussagen zu verschiedenen NR-Linien gewinnen zu können. Alle für eine Bewertung wesentlichen Gesichtspunkte, wie beispielsweise Verwendungspotentiale für NR, betriebswirtschaftliche und makroökonomische Gesichtspunkte, Umweltaspekte, sozioökonomische Auswirkungen, außenwirtschaftliche und außenpolitische Implikationen sollten hierbei berücksichtigt werden.

Aus der Sicht des BMFT stand in erster Linie - neben den Abschätzungen zum Beitrag der NR zur Lösung bestehender Agrar- und Umweltprobleme - die Frage im Vordergrund, durch welche gezielten Fördermaßnahmen im Forschungsbereich (FuE-Planung) die Chancen für NR verbessert bzw. die damit einhergehenden Risiken gemildert werden könnten. Außerdem sollte auch auf die Frage eingegangen werden, mit welchen Strategien die Markteinführung von NR verbessert bzw. beschleunigt werden könnte, wobei diese Frage bereits auf interministerielle Aktivitäten abzielte, an denen sich das BMFT nicht unwesentlich beteiligte.

Neben der Skizzierung einer groben Fragestellung gab es seitens des BMFT keine weiteren Vorgaben für die Studie. ITAS konnte folglich ohne jegliche Beschränkung durch den Auftraggeber eine sehr umfangreiche Konzeption für die Vorgehensweise und Bearbeitung der Studie entwerfen.

## 3.2 Konzeption, Vorgehensweise

Zur Fixierung der Konzeption und der damit angestrebten Vorgehensweise bei der Bearbeitung wurde zunächst die einschlägige Literatur zum Bereich der NR gesichtet und ausgewertet. Diese Arbeit zielte vor allem darauf ab, noch offene Fragen zu skizzieren, deren Beantwortung im Verlaufe der Studie erfolgen sollte; hierzu wurden umfangreiche Fragenkataloge erstellt. Zugleich war mit ihr das Bestreben verbunden, die Kontakte mit potentiellen Unterauftragnehmern vorzubereiten, ohne deren Mitwirkung die Erstellung einer so umfangreichen Studie nicht möglich gewesen wäre.

### 3.2.1 Hoffnungen und Befürchtungen

Für die praktische Vorgehensweise bei der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ war es als Einstieg sehr hilfreich, sich zunächst ein Bild von den Hoffnungen und Befürchtungen zu machen, die von den Betroffenen (z.B. Landwirtschaft, Industrie) zu diesem Thema geäußert werden. Das Sammeln und Gegenüberstellen solcher Vor- und Nachteile bzw. Hoffnungen und Befürchtungen führt zu Aspekten, die je nach Standpunkt als wichtige Kenngrößen für die Analyse und die anschließende Bewertung erachtet werden können. Es ist ein wesentliches Ziel der Technikfolgenabschätzung, auf solche Hoffnungen und Befürchtungen soweit wie möglich eine Antwort geben zu können, wobei sicherlich Prioritäten zu setzen sind. Außerdem deutet sich hier bereits an, daß solche Abschätzungen zu den angeführten Kriterien nur teilweise quantifizierbar sind.

Ansatzweise sind einige dieser Hoffnungen und Befürchtungen für den Bereich der nachwachsenden Rohstoffe in Abbildung 1 aufgeführt.

In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, daß aufgrund der jeweils aktuell gegebenen Verhältnisse die Bedeutung von Hoffnungen und Befürchtungen einem zeitlichen Wandel unterworfen und damit relativ sein kann. Während beispielsweise vor dem Hintergrund der ersten Ölkrise 1973 nachwachsende Rohstoffe (Energieträger) in erster Linie unter dem Aspekt der Rohstoffsicherung diskutiert wurden, stehen heute vor allem Umweltaspekte, wie z.B. „biologische Abbaubarkeit“, „CO<sub>2</sub>-Minderung“, oder agrarpolitische Aspekte, wie z.B. „Abbau von Agrarüberschüssen“, „zu-

Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zur Substitution von Importen:	BETROFFENE		
	Landwirt- schaft	Industrie, Energie- versorger	Volkswirt- schaft (Staat)
<b>A) <u>Petrochem. Grundstoffe bzw. Energieträger:</u></b>  <b>Hoffnungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biologische Abbaubarkeit</li> <li>- Rohstoffsicherung</li> <li>- breitere Rohstoffbasis</li> <li>- Marketing-Vorteile</li> <li>- Abbau von Überschüssen / Flächenbindung</li> <li>- Einkommensmöglichkeiten</li> <li>- CO<sub>2</sub> - Minderung</li> <li>- Fruchtfolgeerweiterung / Artenvielfalt</li> </ul> <b>Befürchtungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenkonkurrenz</li> <li>- neue Handelsschranken</li> <li>- hoher Subventionsbedarf</li> <li>- Monokulturen, Intensivproduktion</li> <li>- geringer Netto-Energiegewinn</li> </ul>	    X  X (X) (X)	    X (X) X X  X	          X  X (X)   X
<b>B) <u>Pflanzliche / tierische Rohstoffe:</u></b>  <b>Hoffnungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- breitere Rohstoffbasis</li> <li>- Rohstoffsicherung</li> <li>- Abbau von Überschüssen</li> <li>- Einkommensmöglichkeiten</li> </ul> <b>Befürchtungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geringere Exportchancen für Entwicklungsländer</li> </ul>	   X X  siehe A)	   X (X)  siehe A)	       siehe A) X

X von Bedeutung bzw. (X) weniger von Bedeutung

Abb. 1: Hoffnungen und Befürchtungen, die mit nachwachsenden Rohstoffen verbunden werden

sätzliche Einkommensmöglichkeiten für die Landwirtschaft", im Vordergrund.

Welche Aspekte sollten nun in diesem Zusammenhang besondere Beachtung finden? Hier drängen sich die Gesichtspunkte in den Vordergrund, die unter den derzeitigen bzw. mittelfristigen

Rahmenbedingungen von großer Relevanz für die Bereitstellung und Verwendung nachwachsender Rohstoffe sind bzw. sein könnten. Von zentraler Bedeutung sind hier vor allem ökonomische Kennwerte, wie beispielsweise „Kosten der Bereitstellung“, „Substitutionswert (Marktwert)“, „Subventionsbedarf“, Kennwerte zu den „Beschäftigungseffekten“ oder zum „Abbau der Agrarüberschüsse“ oder aber umweltrelevante Kennwerte, wie z.B. „biologische Abbaubarkeit“ oder „Netto-CO<sub>2</sub>-Minderung“.

Bereits bei dieser Auflistung von möglichen Vor- und Nachteilen wird man auf das Problem aufmerksam, wieweit bei der Bearbeitung das Ausmaß an Subjektivität begrenzt werden kann. Dies ist insbesondere bei der Präzisierung der für die mittelfristige Zukunft unterstellten Rahmenbedingungen (Szenarien) von Bedeutung und zieht sich über die Auswahl der näher zu untersuchenden Produktlinien (Prozeßketten) bis hin zur abschließenden Bewertung der im TA-Ansatz abgeleiteten Aussagen. In diesem Zusammenhang wurde bei der Bearbeitung der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ versucht, die beabsichtigte Vorgehensweise, die getroffenen Annahmen und die abgeleiteten Ergebnisse durch die Diskussion in Expertenkreisen in einem gewissen Maße zu 'objektivieren' bzw. grobe Fehler zu vermeiden. Ein weiteres Korrektiv in diesem Sinne waren die laufenden Diskussionen innerhalb unserer Arbeitsgruppe, trotz ihrer manchmal scheinbaren Unfruchtbarkeit. Weiteres hierzu findet sich unter Kapitel 3.4 „Projektorganisation, Unterauftragnehmer, Projektbegleitung“.

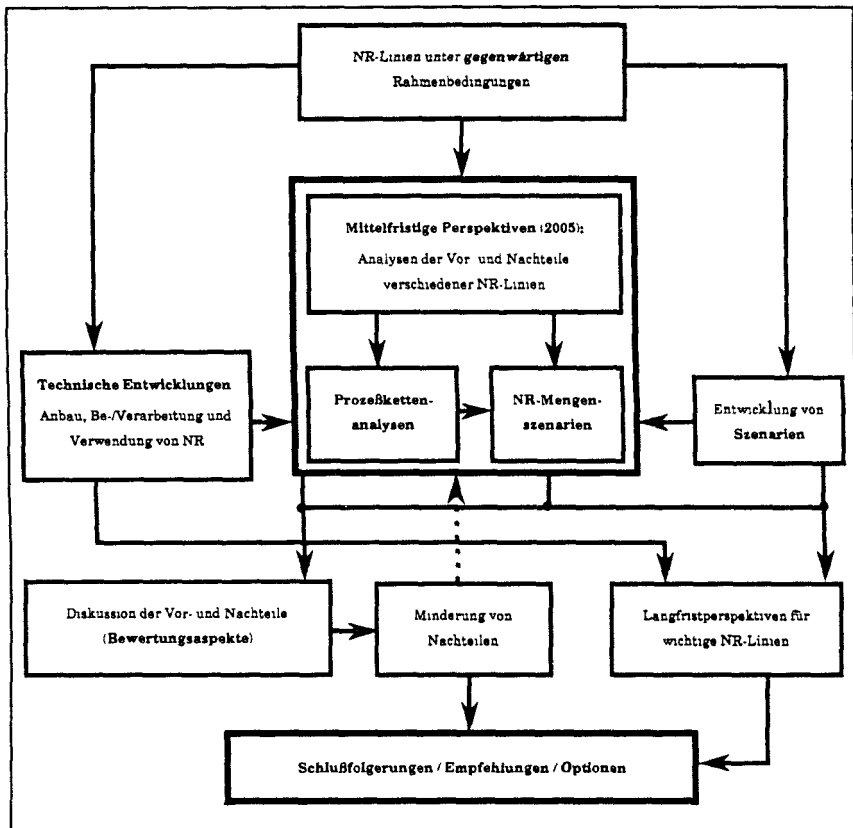
### 3.2.2 Konzeption

Für die Bearbeitung der Studie war es ein wichtiger Arbeitsschritt, die prinzipielle Vorgehensweise in groben Zügen festzulegen, um ein geschlossenes Bild der Bewertung nachwachsender Rohstoffe und der daraus abzuleitenden Schlußfolgerungen und Empfehlungen zu erhalten.

In Abbildung 2 ist wiedergegeben, in welcher Beziehung die einzelnen Bereiche dieser Studie zueinander stehen und welche Abfolge in der Bearbeitung hierdurch vorgegeben war.

Dem Ziel der Studie folgend, sollten in einem ersten Schwerpunkt verschiedene Produktlinien (Prozeßketten) mit nachwachsenden Rohstoffen sowohl unter derzeitigen als auch unter mittelfristigen Rahmenbedingungen abgeleitet, analysiert und bewertet





**Abb 2: Vereinfachte Darstellung der Untersuchungsgebiete der Technikfolgenabschätzung zu nachwachsenden Rohstoffen (NR)**

werden. Unter dem Begriff Produktlinie bzw. Prozeßkette verbirgt sich beispielsweise die Bereitstellung und energetische oder chemisch / technische Verwendung von Rapsöl, beginnend mit dem Anbau von Winterraps, weitergehend mit der Gewinnung des Rapsöls in der Ölmühle, Nachbehandlung des Rapsöls (z.B. Veresterung) und Verwendung des Rapsöls (Rapsölmethylesters) als Treibstoff.

Die TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ sollte in diesem Zusammenhang einen umfassenden Überblick über alle wichtigen Produktlinien geben.

Diese Linien sind analog ihrer Verwendung der Gruppe der nachwachsenden Energieträger (z.B. Stroh, Rapsöl) und der Gruppe der chemisch / technisch verwendbaren Rohstoffe (z.B. Stärke, pflanzliche Öle) zuzuordnen.

Nach welchen Kriterien diese Produktlinien ausgewählt wurden, wird unter Kapitel 3.3 näher erläutert.

Wie aus Abbildung 2 deutlich wird, ist für die Durchführung solcher Produktlinien- bzw. Prozeßkettenanalysen von zentraler Bedeutung, von welchen Rahmenbedingungen hierbei ausgegangen wird, insbesondere für die mittelfristige Zukunft. Stichworte hierfür sind beispielsweise die Präzisierung der ökonomischen Rahmenbedingungen (z.B. Energiepreisniveau, Stundenlöhne, Kapitalverzinsung), der technischen Entwicklungen bzw. Rahmenbedingungen (z.B. Energieaufwand, Wirkungsgrade, Arbeitszeitaufwand) und der umweltrelevanten Rahmenbedingungen (z.B. Auflagen bei der Produktion, Besteuerung von Produktionsmitteln). Bei der Zusammenführung solcher Rahmenbedingungen zu einem Gesamtbild wird nachfolgend auch von Szenarien gesprochen.

Als mittelfristiger Zeithorizont wurde das Jahr 2005 gewählt, da vor dem gewählten Zeithorizont eine Veränderung der Rahmenbedingungen, wie sie angenommen wurden, in ihrer zeitlichen Umsetzbarkeit nicht unwahrscheinlich erscheinen sollte.

Als Referenzzeitraum („gegenwärtige Rahmenbedingungen“) wurden Rahmenbedingungen Ende der 80er Jahre unterstellt. Aufgrund der jeweiligen Spezifikation der Datenlage in den verfügbaren, in unterschiedlichem Zeitabstand geführten Statistiken, konnte der Bezug auf ein einheitliches Jahr für die Abbildung der gegenwärtigen Rahmenbedingungen nicht in allen Fällen konsequent durchgehalten werden. Für den landwirtschaftlichen Bereich (Rohstoffbereitstellung) wurde durchgängig versucht, das Jahr 1987 als Referenzjahr zugrunde zu legen, da hierfür zum Zeitpunkt der Bearbeitung der Studie eine relativ geschlossene Datenbasis zur Verfügung stand.

Die Vereinigung der beiden deutschen Staaten im Oktober 1990 führte dazu, daß für die 'Fortschreibung' der gegenwärtigen Rahmenbedingungen bis zum Jahr 2005 oft sehr vereinfachte Schlüssel (z.B. Bevölkerung, landwirtschaftlich genutzte Fläche) gewählt werden mußten, um trotz fehlender bzw. nicht analoger Statistiken auch die neuen Bundesländer (NBL) in den Rahmenbedingungen noch berücksichtigen zu können. Bei umfangreichen,

komplexen Modellen, die von externen Unterauftragnehmern eingesetzt wurden, war eine solche Flexibilität verständlicherweise unter dem Zeithorizont der Bearbeitung der TA-Studie nicht mehr möglich. Dies berührt ein generelles Problem bei der Bearbeitung sehr umfangreicher Studien, die sehr stark auf Quantifizierungen ausgerichtet sind, daß die Verfügbarkeit der benötigten Daten oft zu wünschen übrig läßt, ganz zu schweigen vom Arbeitsaufwand, der für das Zusammenführen, Auswerten und Fortschreiben der Daten nötig ist.

In einem zweiten Schritt wurden die verschiedenen Produktlinien in NR-Mengensszenarien zusammengeführt, wobei abgeschätzt werden mußte, in welchem Umfang die einzelnen Produktlinien bzw. Prozeßketten mittelfristig zur Verwendung bzw. zur Realisierung kommen könnten. Die Analyse dieser NR-Mengensszenarien, vor allem hinsichtlich der ökonomischen, sozio-ökonomischen und umweltrelevanten Auswirkungen, war neben der Analyse der Prozeßketten der zweite Schwerpunkt in der Bearbeitung der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“. Mit diesen Analysen sollten die ansatzweise bereits angeführten Vor- und Nachteile der Bereitstellung und Verwendung nachwachsender Rohstoffe herausgearbeitet werden, um hierauf aufbauend - unter Berücksichtigung von Bewertungsaspekten - zu möglichen Schlußfolgerungen bzw. Empfehlungen zu gelangen.

Die Schwierigkeiten, die mit solchen abschließenden Bewertungen verbunden sein können, werden anhand einiger Ergebnisse aus der Studie verdeutlicht (vgl. Kap. 3.5).

### *3.3 Begrenzung des Themas und der Bearbeitung*

Für die zügige Erarbeitung der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ war von zentraler Bedeutung, relativ schnell zu einer Präzisierung der Rahmenbedingungen zu kommen, unter denen die nachwachsenden Rohstoffe hinsichtlich der ihnen zugerechneten Vor- und Nachteile, unter derzeitigen und mittelfristigen Verhältnissen, analysiert werden sollten. Außerdem mußten diejenigen Produktlinien (Prozeßketten) ausgewählt werden, die unter diesen gegebenen (Gegenwart) bzw. gesetzten (2005, Szenarien) Rahmenbedingungen in die Untersuchungen einbezogen werden sollten,

unter Konkretisierung der hierbei interessierenden technischen, ökonomischen und umweltrelevanten Kennwerte.

Für die Auswahl der näher zu analysierenden Produktlinien waren Abschätzungen zu deren mittelfristigen Verwendungspotentialen eine wichtige Voraussetzung. Diese Abschätzungen waren ebenfalls Ausgangspunkt für die Präzisierung der NR-Mengenszenarien und deren anschließende Analyse hinsichtlich der damit verbundenen technischen, ökonomischen und umweltrelevanten Auswirkungen.

### 3.3.1 *Präzisierung der Rahmenbedingungen*

Hinter der Präzisierung der Rahmenbedingungen verbirgt sich die Beschreibung des Umfeldes, in dem die Bereitstellung und Verwendung der nachwachsenden Rohstoffe beschrieben und analysiert werden sollte. Im Prinzip galt es hierbei, einerseits die methodische Vorgehensweise zu konkretisieren, andererseits und vor allem aber alle relevanten Daten und deren mögliche Herleitung (Herkunft) aufzuzeigen, die für die Beschreibung der Prozeßketten (Produktlinien) nötig waren.

Das methodische Vorgehen war darauf ausgerichtet, die volkswirtschaftliche Betrachtungsweise (vor Steuern) in den Vordergrund zu stellen. Alle ökonomischen Kalkulationen wurden als Vollkostenkalkulationen durchgeführt, d.h. alle Inputfaktoren, wie z.B. Boden, Kapital oder Arbeitskraft, sind kostenmäßig berücksichtigt.

Um die Vergleichbarkeit der ökonomischen Angaben bzw. Abschätzungen für die mittelfristige Zukunft (2005) mit den gegenwärtigen Verhältnissen besser zu gewährleisten, wurden alle Angaben für 2005 in Preisen der Gegenwart (= Realpreisbasis) angesetzt.

In Tabelle 1 sind einige Daten - insbesondere für den Bereich der landwirtschaftlichen Produktion - zur Beschreibung der Rahmenbedingungen aufgeführt, unter denen die Produktlinien abgeleitet und analysiert wurden. Nachfolgend soll an einigen Beispielen verdeutlicht werden, wie diese Rahmendaten präzisiert wurden.

Die mittelfristig (2005) realisierbaren Erträge (z.B. bei Winterweizen) wurden über eine Umfrage bei Züchtern aus der Wissenschaft und Praxis abgeschätzt, wobei in dieser Umfrage die bishe-

rige Ertragsentwicklung und die für 2005 zugrunde zu legenden Rahmenbedingungen (z.B. Bodengüte, Erzeugerpreise, Betriebsgröße, Produktionsintensität) vorgegeben waren.

Bei der Ableitung der für 2005 anzusetzenden Erzeugerpreise für die landwirtschaftlichen Produkte wurde davon ausgegangen, daß diese nominal konstant bleiben und somit real (in Preisen von 1987), bei einer unterstellten Inflationsrate von 3 % pro Jahr, um rd. 40 % niedriger liegen. Diese Einschätzung wurde nicht von allen beteiligten Agrarexperten mitgetragen.

Tab. 1: Allgemeine Rahmenbedingungen für die Gegenwart (1987) und 2005 (monetäre Angaben jeweils in Preisen von 1987)

Rahmenbedingungen	Gegenwart (1987)	2005
Ertragsentwicklung, z.B. W-Weizen (t/ha)	6,4	8,5
Erzeugerpreise, z.B. W-Weizen (DM/t)		
Hohe Intensität	395	245
Durchschnittliche Betriebsgröße (ha)	60	150
Durchschnittliche Schlaggröße (ha)	2	5
Fixkosten (DM/ha)	650	520
Pachtansatz (DM/ha): Ackerfläche	500	350
Lohnansatz (DM/AKha)	20	26
Düngerpreise (DM/kg): z.B. N: Hohe Intens.	1,11	1,22
N-Abgabe	4,44	4,88
Preisindex für Pflanzenschutzmittel (%):		
Hohe Intensität	100	120
N-Abgabe	100	140
Realzins für Umlaufkapital (%)	5	5
Preisindex für Primärenergie (%)	100	130

Von zentraler Bedeutung für die Präzisierung des Umfeldes, in dem die landwirtschaftliche Produktion mittelfristig stattfinden könnte, sind die möglichen zusätzlichen Restriktionen, die die Landwirtschaft zu einer umweltverträglicheren Produktion - insbesondere zum Schutz des Grundwassers - anhalten sollen. Hierzu wurden in Anlehnung an die derzeitige Diskussion unterschiedli-

che Intensitäten der landwirtschaftlichen Produktion (z.B. „Hohe Intensität“, „WSG-Intensität“, „N-Abgabe“) definiert, die sich durch eine teilweise sehr starke Verteuerung („Besteuerung“) des Stickstoffs (s. „N-Abgabe“) bzw. der Pflanzenschutzmittel (s. „WSG-Intensität“) voneinander unterscheiden.

Ähnlich wie bei der Ableitung der Erzeugerpreise für landwirtschaftliche Produkte, regte die Präzisierung dieser Intensitäten zu zahlreichen und teilweise sehr kontrovers geführten Diskussionen zwischen den Experten an. Dies beruhte oft auf sehr unterschiedlichen Einschätzungen zur Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen bzw. der landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen bzw. auf der Nichtberücksichtigung der damit verbundenen Rückwirkungen.

Bei solchen Diskussionen wurde vom ITAS darauf geachtet, daß die getroffenen Annahmen zur Präzisierung der Rahmendaten bzw. zur methodischen Vorgehensweise von externen Experten mit vertreten wurden, wenn auch nicht von allen.

### 3.3.2 *Auswahl der Prozeßketten und Festlegung wichtiger Kennwerte*

Für die Auswahl der in den Prozeßkettenanalysen näher untersuchten Produktlinien waren vor allem nachfolgende Kriterien entscheidend:

- Verwendungspotential der Produktlinie
- Aktualität der Linie
- Innovative Techniken (Produktlinie)
- Interesse des Auftraggebers
- Datenlage

Eines der wichtigsten Kriterien für die Auswahl der näher zu analysierenden Produktlinien war das mittelfristige Verwendungspotential, das für diese Linien abgeschätzt wurde. Im nachfolgenden Kapitel wird hierauf näher eingegangen.

Daneben mußten aufgrund der aktuellen öffentlichen Diskussion auch Linien eingehender untersucht werden, denen zwar ein hohes Verwendungspotential zugerechnet werden kann, die jedoch aufgrund der gegebenen Wettbewerbsverhältnisse eher als Schlußlichter zu betrachten sind. Ein Beispiel hierfür ist die energetische Nutzung von Rapsöl.

**Tab. 2: Ausgewählte Produktlinien, differenziert nach Rohstoff und Verwendung**

ROHSTOFF	VERWENDUNG
<p><b>A) <u>ENERGET. VERWENDUNG</u></b></p> <p><b>FESTE ENERGIETRÄGER:</b> (Ballen, Pellets, Hackschnitzel)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stroh</li> <li>- Heu, Pflegegut</li> <li>- Industrierestholz</li> <li>- Holz aus Schnellwuchsplantagen</li> <li>- Weizen</li> <li>- Raps</li> <li>- Miscanthus</li> </ul> <hr/> <p><b>FLÜSSIGE ENERGIETRÄGER:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pflanzliche Öle (Raps, Sonnenblumen, Öllein)</li> <li>- Ethanol (Weizen, Zuckerrüben)</li> <li>- Methanol (Stroh, Miscanthus)</li> </ul> <hr/> <p><b>GASFÖRMIGE ENERGIETRÄGER:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasserstoff (Stroh, Miscanthus)</li> </ul>	<p>Heizanlagen (50 kW, 500 kW)</p> <p>Heizwerke (5 MW)</p> <p>Dampferzeuger (2 MW)</p> <p>Kombianlage Dampf (3 MW<sub>e</sub>)</p> <p>Blockheizkraftwerk (3 MW<sub>e</sub>)</p> <p>Heizkraftwerk (12 MW<sub>e</sub>, 25 MW<sub>e</sub>, 42 MW<sub>e</sub>)</p> <p>Zumischung zu Braunkohlen-Kleinf Feuerungsanlagen</p> <p>Zumischung in Steinkohlekraftwerken</p> <hr/> <p>Rapsöl: - als Heizöl - für Duotherm-Motoren - als Raffinerie-Rohstoff - als RME in Dieselmotoren</p> <p>Ethanol: - Zumischung (5 %) zum Grundkraftstoff von Ottomotoren</p> <p>Methanol: - Substitution fossil basierenden Methanols</p> <hr/> <p>- Substitution fossil basierenden Wasserstoffs</p>
<p><b>B) <u>CHEM./TECHN. VERWENDUNG *</u></b></p> <p>Lignocellulose (Holz)</p> <p>Pflanzliche Öle (W-Raps, Sonnenblumen, Öllein)</p> <p>Stärke (Weizen, Körnermais, Kartoffeln)</p> <p>Zucker (Zuckerrüben)</p> <p>Flachsfasern (Faserlein)</p> <p>Heil- und Gewürzpflanzen</p>	<p>Holz: - Säge- und Hobelholz - Holzwerkstoffe - Holzstoff, Zellstoff, Papier</p> <p>Pflanzliche Öle: - chem. Verwendung - techn. Verwendung</p> <p>Stärke: - Papierherstellung /-verarbeitung - biotechnischer Rohstoff - biolog. abbaubare Kunst- und Verpackungstoffe - Brikettierung von Braunkohle</p> <p>Zucker: - Fermentationsrohstoff</p> <p>Flachsfasern: - Textilbereich - techn. Bereich</p> <p>Heil- und Gewürzpflanzen: - Heilmittel, Gewürzstoffe</p>

\*) Der Bereich der chem./technischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe wurde nicht in der gleichen Detaillierungstiefe wie der energetische Verwendungsbereich bearbeitet.

Die energetische Nutzung von Ethanol wurde deshalb in die Analysen einbezogen, um einen Gesamtüberblick über die wichtigsten flüssigen nachwachsenden Energieträger geben zu können - ungeachtet der bereits mehrfach in der Literatur belegten eher

nachteiligen Bewertung, insbesondere aufgrund der fehlenden Wettbewerbsfähigkeit.

In Tabelle 2 sind die in der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ berücksichtigten Produktlinien zusammengestellt, differenziert nach Rohstoff (Pflanzenart) und Verwendung.

Bei der chemisch/technischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe konnten die Produktlinien nicht in der gleichen Detail-schärfe erarbeitet werden wie bei der energetischen Verwendung.

Dies lag vor allem an drei Gründen:

- Vielfalt unterschiedlicher Be-/Verarbeitungsverfahren,
- Vielfalt unterschiedlicher Verwendungsmöglichkeiten (Spezifikationen) der Endprodukte,
- hohe Abhängigkeit von betriebsspezifischen (firmeninternen) Daten.

Die Ausführungen für diesen Verwendungsbereich konzentrierten sich somit vor allem auf Abschätzungen zu den mittelfristigen Verwendungsmöglichkeiten (Marktchancen) und auf die damit einhergehenden Auswirkungen auf die inländische Rohstoffbereitstellung (z.B. Flächenbindung, Beschäftigungseffekte).

Die im Zusammenhang mit der Beschreibung und Analyse der Produktlinien (Prozeßketten) und der NR-Mengenszenarien zu erfassenden quantitativen und qualitativen Merkmale lassen sich vereinfacht in technische, ökonomische und umweltrelevante Kennwerte gruppieren. Pro Produktlinie wurden deutlich mehr als 100 verschiedene Kennwerte erfaßt, die im weiteren Verlauf der Bearbeitung - das betrifft insbesondere die ökonomischen Kennwerte - zu hoch aggregierten Kenngrößen zusammengefaßt bzw. nur mit den resultierenden Endgrößen dargestellt wurden.

Diese Vielzahl an Kennwerten und deren Herleitungsalgorithmen, die erfaßt, aggregiert und analysiert werden mußten, deuten bereits an, daß ohne sinnvolle EDV-Unterstützung eine solche Datenflut nicht zu bewerkstelligen gewesen wäre. Ähnliches gilt auch für die Dokumentation und Vermittlung der Ergebnisse, worauf in Kapitel 3.5 näher eingegangen wird.



### 3.3.3 Abschätzungen zum Verwendungspotential nachwachsender Rohstoffe

Abschätzungen zu den mittelfristigen Verwendungschancen nachwachsender Rohstoffe sind einerseits ein wesentliches Ergebnis der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“, begründeten aber andererseits, wie bereits erwähnt, die Auswahl der Produktlinien, die in den Prozeßkettenanalysen näher untersucht wurden, und hatten somit auch eine wesentliche Funktion in der Schwerpunktsetzung und Begrenzung der Bearbeitung. Darüber hinaus wurden diese Abschätzungen für die Konkretisierung von NR-Mengenszenarien benötigt. In diesen Szenarien - in der Studie wurden hier von zwei (M1 und M2) konkretisiert - sind mengenmäßig (s. Verwendungschancen) verschiedene Produktlinien der chemisch/technischen und der energetischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe kombiniert. Beim Mengenszenario M2 sind hierbei deutlich günstigere Verwendungschancen und somit größere vermarktbare NR-Mengen unterstellt als beim Mengenszenario M1.

Ausgehend von der Analyse der Prozeßketten, war die Analyse dieser Mengenszenarien die Basis für die Abschätzung und Analyse der aggregierten bzw. summierten Auswirkungen, die mit der Bereitstellung und Verwendung nachwachsender Rohstoffe einhergehen. Beispiele für solche summierten Auswirkungen sind die „Flächenbindung“, die „Beschäftigungseffekte“, der „Subventionsbedarf“ oder der „Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Minderung“. Nähere Ausführungen hierzu finden sich im Zusammenhang mit der exemplarischen Darstellung und Bewertung von Ergebnissen aus dieser TA-Studie (s. Kap. 3.5).

In Abbildung 3 sind für den Bereich der chemisch/technischen und der energetischen Verwendung die mittelfristig möglich erscheinenden Verwendungspotentiale für die wichtigsten nachwachsenden Rohstoffe zusammengestellt, aufbauend auf ihrem derzeitigen Verwendungsumfang. Diese Verwendungspotentiale wurden unter Berücksichtigung von Trendanalysen, insbesondere aber unter Mitarbeit von externen Experten abgeschätzt. Die in Spannen angegebenen, als möglich erscheinenden Zuwächse bei der inländischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe deuten an, daß die Unsicherheit bzw. der Grad des zugrundegelegten Optimismus zu deutlich auseinandergehenden Abschätzungen führen kann.

**CHEMISCH/TECHNISCHE  
VERWENDUNG (t/a):**

Heil- und Gewürzpflanzen

5000 ha + 5-10 000 ha

Pflanzenfasern (Flachs)

Langfasern: 8 000 t + 10 000 t  
Kurzfasern: 38-50 000 t + 30-50 000 t

Zucker

40 000 t + 20-60 000 t

Pflanzliche Öle

ca. 600 000 t + 120-310 000 t (Oleochemie: 50-80 000 t)

Stärke

ca. 0,5 Mio. t + 0,4-1,2 Mio. t

Holz

ca. 35 Mio. t + ca. 1-7 Mio. t Holz für  
(derz. Selbstvers. ca. 65 %) Zellstoff (Papier) und Holzwerkstoffe

**ENERGETISCHE VERWENDUNG (t/a):**

Flüssige Energieträger

Pflanzliche Öle (Dieselersatz in der LW): + ca. 2,5 Mio. t  
Ethanol (5 % Beimischung zu Benzin): + ca. 1,6 Mio. t

Festbrennstoffe

ca. 2-4 Mio. t + 15-36 Mio. t Lignocellulose  
(ca. 1,7 bis 4,0 % des Primärenergieverbrauchs (500 Mio. t SKE))

Abb. 3: Abschätzungen zur Entwicklung (+) des mittelfristigen (bis 2005) Einsatzpotentials nachwachsender Rohstoffe in der BRD (inkl. NBL)

Von diesen abgeschätzten einsetzbaren Mengen an nachwachsenden Rohstoffen kann es zu deutlichen Rückwirkungen auf die technischen und ökonomischen, aber auch auf die umweltrelevanten Kenngrößen der beschriebenen Prozeßketten kommen. Rapsölmethylester (RME) ist hierfür ein klassisches Beispiel. Wird beispielsweise nur von relativ kleinen vermarktbareren Mengen an RME ausgegangen (ca. 20 000 bis 50 000 t/a), so kann unterstellt werden, daß die negativen Rückwirkungen auf den Glycerinmarkt (Gutschrift für Glycerin) und auf den Rapsschrot- bzw. Sojaschrotmarkt (Gutschrift für das Schrot) vernachlässigbar gering sind. Bei RME-Mengen von 0,5 Mio. t/a und mehr ist dagegen von deutlichen Rückwirkungen (Preisdruck) auf den Glycerin- und Sojaschrotmarkt auszugehen, was dazu führen kann, daß beispielsweise das Glycerin im herkömmlichen Markt keine Verwendung mehr findet.

In Folge davon tritt das Glycerin als zusätzlicher Konkurrent auf dem Futtermittelmarkt auf, wobei unter diesen Verhältnissen nur noch ein Bruchteil dessen pro Tonne Glycerin erlöst werden kann, was ansonsten bei kleinen Mengen im Glycerinmarkt möglich wäre.

Das bei der Rapsölgewinnung anfallende Rapsschrot tritt bei steigendem Mengenumfang in zunehmende Konkurrenz mit dem importierten Sojaschrot und führt somit zu Konflikten mit den GATT-Regelungen, die EU-weit nur eine zusätzliche Rapsschrotmenge aus dem Nonfood-Bereich von 1 Mio. t pro Jahr zulassen. Für darüber hinausgehende Mengen stünden als Alternativen nur noch die thermische Nutzung und die Ausbringung als organischer Dünger zur Wahl, unter deutlichen Rückwirkungen auf die ökonomische oder energetische Bewertung.

Diese beispielhaft angeführten Rückwirkungen sind oft nur schwer und nur unter Berücksichtigung großer Unsicherheitsspannen zu quantifizieren. In der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ konnten solche Rückwirkungen somit nur ansatzweise berücksichtigt werden.

### 3.3.3.1 Chemisch / technische Verwendung

Für den Bereich der chemisch / technischen Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen wird deutlich, daß, gemessen an ihrem derzeitigen bzw. mittelfristig möglich erscheinenden Verwendungs-

umfang, Heil- und Gewürzpflanzen, Pflanzenfasern und Zucker eher von zweitrangiger Bedeutung sind - womit die beispielsweise hohe spezifische Wertschöpfung des Heil- und Gewürzpflanzenanbaus nicht unterbewertet werden soll.

Die mengenmäßig interessant erscheinenden Entwicklungschancen liegen bei der Stärke - vor allem für die Papierindustrie, als biotechnologischer Rohstoff oder als Hilfsstoff für die Brikettierung von Braunkohle - und bei den pflanzlichen Ölen, die zunehmend als Schmierstoff (z.B. Hydrauliköle) oder Rohstoff für die Oleochemie Verwendung finden könnten.

Deutlich verbesserte Verwendungschancen könnten sich mittelfristig auch für Holz als chemisch / technischer Rohstoff einstellen, wobei hierbei vor allem auf mögliche Zuwächse bei der Produktion von Spanplatten und Holzstoff gesetzt wird. Darüber hinausgehende Zuwächse (oberer Wert der Spanne) könnten sich ergeben, wenn sich im Inland neue, umweltverträglichere Verfahren der Zellstoffproduktion durchsetzen.

### 3.3.3.2 *Energetische Verwendung*

Gemessen an den mittelfristig als technisch möglich erscheinenden Verwendungsmengen ist die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe von deutlich größerem Gewicht, verglichen mit den bereits angeführten Abschätzungen zur chemisch/technischen Nutzung.

Während für die Nutzung der flüssigen Energieträger (pflanzliche Öle oder Ethanol) die technischen Voraussetzungen für eine schnelle Markteinführung gegeben sind bzw. kurzfristig realisiert werden können, erfordert bei den Festbrennstoffen die mittelfristige Realisierung der abgeschätzten Verwendungsmengen einen wesentlich höheren technischen Aufwand. Es müßten erst noch Verwendungskapazitäten in Form von Heizwerken, Dampferzeugern oder Heizkraftwerken neu gebaut bzw. auf die nachwachsenden Energieträger ausgerichtet (umgerüstet) werden. Die entsprechenden Vorlaufzeiten hierfür sind - auch aufgrund des angepeilten Verwendungspotentials - wesentlich länger als bei den flüssigen Energieträgern.

Im Gegensatz zu den Festbrennstoffen liegt die Begrenzung bei den flüssigen Energieträgern - wenn die fehlende Wettbewerbsfähigkeit zunächst außer Betracht bleibt - nicht auf der Ver-

wendungs- sondern vielmehr auf der Angebotsseite. So würde beispielsweise die Bereitstellung der in Abbildung 3 angeführten Menge von 2,5 Mio. t pflanzlicher Öle als Energieträger und von zusätzlich rd. 0,8 Mio. ha für den Nahrungsmittelbereich im Jahr 2005 bei Raps zu einem Fruchtfolgeanteil von rd. 20 % an der Ackerfläche führen, was regional sicherlich mit einem deutlichen Überschreiten von Fruchtfolgerestriktionen verbunden wäre.

Der hohe Subventionsbedarf (fehlende Wettbewerbsfähigkeit) bei den flüssigen Energieträgern dürfte jedoch kaum dazu führen, daß diese Mengen im angeführten Umfang realisiert werden.

Trotz dieser Verhältnisse wurde zur Veranschaulichung („Schulbeispiel“) der mit der Bereitstellung und Verwendung von Rapsöl als Energieträger verbundenen Auswirkungen bei den NR-Mengenszenarien (M1 und M2) von einer Rapsölmenge von 1,6 Mio. t bzw. 3,2 Mio. t ausgegangen.

### 3.4 Projektorganisation, Unterauftragnehmer, Projektleitung

Die Studie „Technikfolgenabschätzung zum Thema Nachwachsende Rohstoffe“ wurde 1988 im Auftrag des BMFT begonnen und Mitte 1993 mit der Veröffentlichung des Abschlußberichtes beendet. Gemessen am dafür nötigen Arbeitsaufwand, wurden rd. 50 Mannjahre in dieses Projekt investiert, wovon rd. die Hälfte durch die Vergabe von Unteraufträgen an Dritte abgedeckt war. Das BMFT beteiligte sich wesentlich an der Finanzierung, im Verlauf des Projektes wurden hierüber insgesamt 9 Zusatzverträge mit ihm abgeschlossen.

Wie die angeführten Verhältnisse bereits andeuten, mußte vom ITAS - trotz der tatkräftigen Unterstützung durch die Verwaltung des FZK - für rein organisatorische Arbeiten, wie beispielsweise

- Vorbereitung der Vergabe von Unteraufträgen an Dritte,
- verwaltungstechnische und fachliche Betreuung dieser Unteraufträge,
- Vorbereitung der finanziellen Aufstockung bzw. Verlängerung des Projektes (s. Zusatzverträge),

ein Arbeitsaufwand betrieben werden, der deutlich unterschätzt worden war.

Die gegebenen Rahmenbedingungen, die implizierten, daß die finanziellen Aufstockungen des Projektes durch konkret vorliegende Angebote der Unterauftragnehmer zu begründen und sowohl von der Verwaltung des Unterauftragnehmers (z.B. Uni) als auch von der Verwaltung des FZK und vom Projektträger in Jülich auf Vollständigkeit und Richtigkeit zu prüfen waren, führten zu zeitlichen Verzögerungen, die nicht unwesentlich zu der angeführten relativ langen Projektlaufzeit beigetragen haben. Eine etwas flexiblere Auftragsvergabe seitens des BMFT hätte sicherlich den Abschluß der TA-Studie beschleunigt - ohne daß auf die betriebswirtschaftliche bzw. buchhalterische Kontrolle bei der Auftragsvergabe und der Kostenabrechnung hätte verzichtet werden müssen.

Vom BMFT als Auftraggeber wurde ein projektbegleitender Ausschuß berufen, der mit Vertretern aus Wissenschaft, Industrie und Ministerien besetzt war. Dieser Ausschuß bzw. einzelne Personen aus diesem Ausschuß haben durch ihre beratende Begleitung nicht unwesentlich zum Gelingen des Projektes beigetragen, insbesondere durch hilfreiche Tips für die Auswahl der Unterauftragnehmer und durch die Kommentierung der vom ITAS vorgelegten Arbeits- bzw. Zwischenberichte und des Abschlußberichtes.

Aufgrund der thematischen Breite der Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ war zwingend erforderlich, daß, wie bereits angeführt, externe Experten an ihr mitarbeiteten. Die Berichte aus diesen Unteraufträgen sind in 36 Materialbänden zum Abschlußbericht zusammengefaßt.

Da die Ergebnisse aus der Bearbeitung eines Teilbereichs der Studie in der Regel Eingangsdaten für die Bearbeitung nachgelagerter Themenbereiche lieferten, führte dies in der Konsequenz dazu, daß die Studie auch bei bester Organisation und besten Rahmenbedingungen keinesfalls unter drei Jahren zu bearbeiten gewesen wäre.

So mußten beispielsweise in Kooperation mit Prof. Großkopf und Prof. Kappelmann zunächst wichtige gesamtwirtschaftliche und agrarpolitische Rahmendaten erarbeitet werden, die dann Eingangsdaten für die Ableitung der technischen, ökonomischen und umweltrelevanten Kenndaten für Anbau und Ernte der NR-Pflanzen (Prof. Zeddies/Dr. Doluschitz, Frau Prof. Vömel, Prof. Thoroë) waren.

Diese Kenndaten aus dem Bereich Anbau und Ernte von NR-Pflanzen und deren Konkurrenten (Nahrungs- und Futterpflanzen) wiederum waren Eingangsgrößen für die Darstellung ökonomischer und umweltrelevanter Kennwerte in tiefer regionaler Aufschlüsselung (auf Kreisebene) für Westdeutschland (Prof. Henrichsmeyer). Außerdem wurden diese Kennwerte für die Simulation der möglichen ökologischen Auswirkungen des NR-Anbaus in zwei ausgewählten Testgebieten benötigt (Prof. Haber).

Im Vergleich zur Ermittlung von Kenngrößen zum Anbau und zur Ernte der NR-Pflanzen gestaltete sich die Beschreibung der Verfahren der Be-/Verarbeitung und der Verwendung nachwachsender Rohstoffe für den Bereich der chemisch/technischen Verwendung wesentlich schwieriger. Die Hauptursache liegt neben der Vielfalt der Verfahren vor allem darin begründet, daß diese Verfahren i.d.R. firmeninterne Verfahren sind, deren Offenlegung aus der Sicht der betroffenen Firmen zu einer Aufgabe derzeit noch bestehender Wettbewerbsvorteile führen würde. Außerdem wird befürchtet, daß mit der Offenlegung solcher Verfahren teilweise auch Schwachstellen bzw. mögliche Risiken publik werden, die Behörden zur Verordnung von Produktionsauflagen veranlassen könnten.

Aus den genannten Gründen wurden für den Bereich der chemisch/technischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe - im Gegensatz zu dem der energetischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe - nur in Ansätzen entsprechende Kennwerte der Be-/Verarbeitung und Verwendung abgeleitet, z.B. für den Bereich der Gewinnung und Verwendung von Stärke oder von Cellulose.

Trotz dieser Schwierigkeiten konnten in Zusammenarbeit mit den externen Experten auch für den chemisch/technischen Verwendungsbereich nachwachsender Rohstoffe die mittelfristig möglich erscheinenden Verwendungspotentiale abgeschätzt werden.

Die Ergebnisse aus der Auswertung der Arbeiten der Unterauftragnehmer - teilweise wesentlich ergänzt und vertieft durch eigene Arbeiten - wurden vom ITAS in der Analyse der Prozeßketten bzw. in der Analyse der NR-Mengenszenarien zusammengeführt und bewertet.

Der hierzu vom ITAS zusätzlich zu leistende Arbeitsaufwand, insbesondere für das Ausgleichen von Inkonsistenzen und teilweise einseitigen Darstellungen oder für die laufenden Rückfragen an die Unterauftragnehmer, war nicht unbeträchtlich. In diesem Zu-

sammenhang kam während des Bearbeitungsverlaufs der TA-Studie bei den beteiligten Mitarbeitern des ITAS öfter die Frage auf, ob es nicht effizienter gewesen wäre, wenn man gleich von Beginn an größere Teile der Studie selbst von Anfang bis Ende bearbeitet hätte. Einerseits könnte dies aufgrund des für die Organisation, Betreuung, Auswertung und Ergänzung der Unteraufträge nötigen Arbeitsaufwandes und der damit gekoppelten zeitlichen Verzögerungen bejaht werden. Andererseits wurde jedoch durch die Einbindung anerkannter Experten angestrebt, bereits im Vorfeld der Bearbeitung die Akzeptanz der Studie in der Öffentlichkeit zu erhöhen, obgleich teilweise mit diesen Experten festgeprägte Einschätzungen und Meinungen einhergehen.

Eine sehr wichtige Voraussetzung für die Bearbeitung der Studie war, daß diese Experten stets für mögliche Rück- und Verständnisfragen zur Verfügung standen und somit neben dem damit verbundenen Lerneffekt auch wesentlich zum Vermeiden von Fehleinschätzungen beigetragen haben.

Die Breite der Vorgehensweise bei der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ spiegelt sich in gewisser Weise auch in den mit den beteiligten Wissenschaftlern des ITAS vertretenen Disziplinen wider. Mitglieder in diesem interdisziplinären „NR-Team“ waren eine Agrarbiologin, ein Agraringenieur, eine mathematisch-technische Assistentin, ein Physiker, ein Politologe, ein Ingenieur, eine Volkswirtin und ein Wirtschaftsingenieur. Im Ansatz waren alle bei der Bearbeitung der Studie innerhalb ihrer jeweiligen Disziplin tätig, wobei jedoch auch andere Bereiche mit bearbeitet werden mußten. Jedem Team-Mitglied bzw. auch mehreren Mitarbeitern gemeinsam war bzw. waren hierbei gemäß der Konzeption der Studie schwerpunktmäßig die Bearbeitung bestimmter Teilbereiche mehr oder weniger streng zugeordnet. Hierbei stand neben der Vorbereitung der Konzeption der TA-Studie, der Vorbereitung, Betreuung und Auswertung von Unteraufträgen vor allem das Verfassen eigener wissenschaftlicher Beiträge im Mittelpunkt, insbesondere im Hinblick auf die Abfassung von Zwischenberichten und des Abschlußberichtes. Zusätzlich mußten, wie bereits angedeutet, organisatorische und verwaltungstechnische Aufgaben übernommen werden.

Im Zusammenhang mit dieser Teamarbeit sind einige grundsätzliche Bemerkungen erlaubt. Einerseits sollten der Teamleiter und die Mitglieder des Teams eine erfolgreiche und effektive



Teamarbeit verfolgen, andererseits aber auch den einzelnen in seiner Motivation und wissenschaftlichen Individualität bzw. Selbstverwirklichung achten. Dies deutet einen Spagat an, der zu deutlichen 'Reibungsverlusten' bei der Teamarbeit führen kann. Die Zuordnung von auch nach außen hin sichtbaren Verantwortungsbereichen kann sicherlich die Motivation des einzelnen und seine Identifikation mit dem Projekt und letztendlich die Erfolgsaussichten des Projektes erhöhen. Der Projekt- bzw. Teamleiter trägt in diesem Zusammenhang eine große Verantwortung.

Die Außendarstellung des Projektes und die integrierende Funktion innerhalb des Teams sind zwei wesentliche Anforderungen, die im Schwerpunkt vom Teamleiter übernommen werden müssen. In diesem Zusammenhang muß der Team- bzw. Projektleiter stärker als Generalist denn als Spezialist fungieren. Ein Eintauchen in das projekt- bzw. themarelevante Spezialwissen der beteiligten Fachdisziplinen ist somit aufgrund des engen zeitlichen Korsetts in der Projektbearbeitung ein schwieriges Unterfangen, das nicht verfolgt werden sollte.

### 3.5 *Ergebnisse*

In diesem abschließenden Kapitel soll anhand einiger Ergebnisse aus der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ beleuchtet werden, wie die Vielzahl der im Verlauf der Bearbeitung produzierten Ergebnisse (Daten) verwaltet wurde, wobei auch auf einige Aspekte der Ergebnisvermittlung eingegangen werden soll. Anschließend wird anhand einiger Beispiele ansatzweise die Vorgehensweise bei der abschließenden Bewertung beleuchtet, um daraus - trotz aller Problematik - zu einigen Schlußfolgerungen oder Empfehlungen zu gelangen.

#### 3.5.1 *Darstellung und Vermittlung der Ergebnisse*

Wie bereits erwähnt, sind im Zusammenhang mit der Bearbeitung der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ eine Vielzahl von Ergebnissen auf unterschiedlicher Ebene, in unterschiedlicher Detaillierung und Ausprägung (quantitativ, qualitativ) und vor allem mit unterschiedlicher Bedeutung für die Bewertung angefallen. In Abbildung 4 ist schematisch im Überblick dargestellt, auf

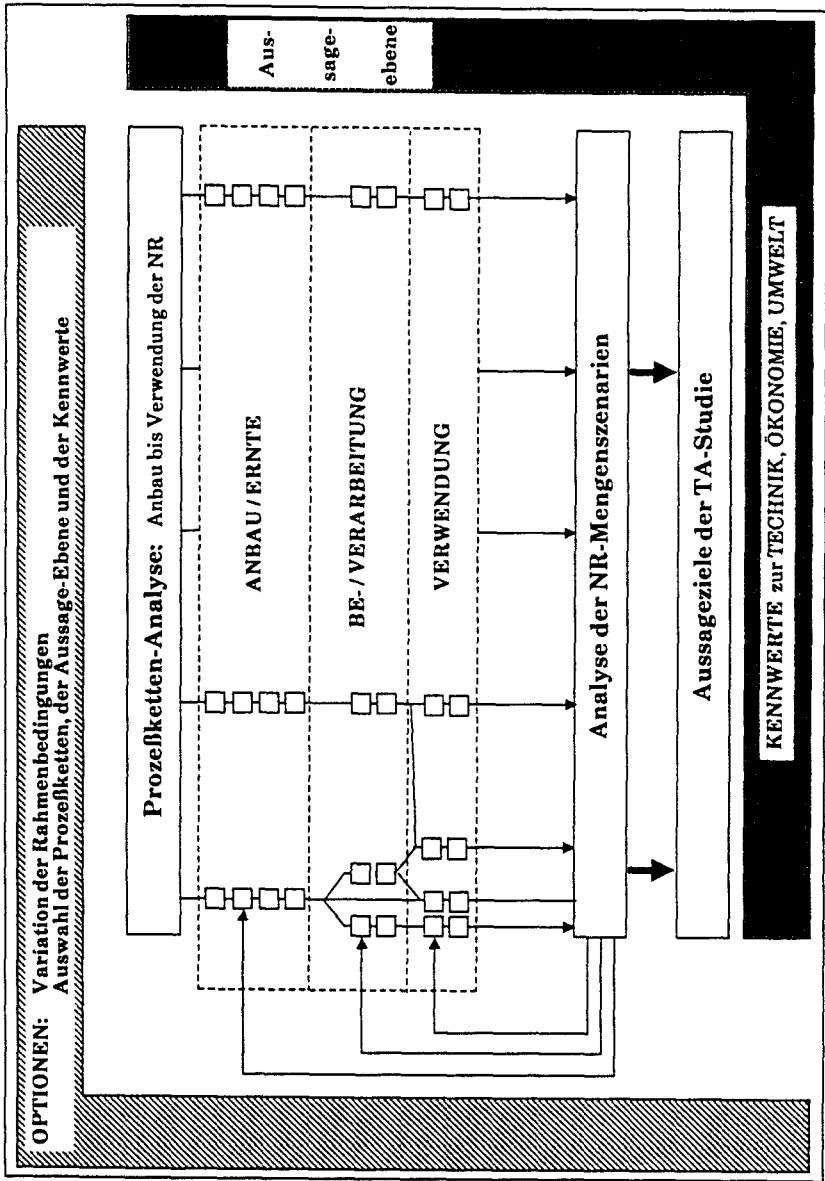


Abb. 4: Ablaufschema zur Vorgehensweise bei der Technikfolgenabschätzung Nachhaltigkeits Rohstoffe (NR)

welchen Ebenen der Bearbeitung technische, ökonomische und umweltrelevante Kennwerte anfielen und zu Aussagezielen der Studie verdichtet werden mußten.

Diese Daten quantitativer und qualitativer Art sind in erster Linie bei der Beschreibung und Analyse der Prozeßketten (Produktlinien) und der NR-Mengenszenarien angefallen, unter Differenzierung der Aussageebenen bei der Prozeßkettenanalyse nach den Bereichen „Anbau / Ernte“, „Be-/Verarbeitung“ und „Verwendung“. Hierbei kam es natürlich, je nachdem welche Rahmenbedingungen (z.B. Erzeugerpreise, Produktionsintensitäten) zugrunde gelegt wurden, zu deutlich unterschiedlichen Datensätzen. Hier deutet sich ein zentrales Problem an, dem umfangreiche Studien in der Regel unterliegen, nämlich das Problem der Datenverwaltung und der Vermittlung der Ergebnisse an Dritte.

Während der Bearbeitung der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ wurde zunächst durch Ausfüllen von Datenblättern auf den unterschiedlichen Aussageebenen (z.B. „Anbau/Ernte“) eine Art Datensammlung aufgebaut, wobei verständlicherweise die Differenzierung und Form dieser Datenblätter nicht von Anfang an feststand, sondern ein eher iterativer Prozeß war.

In einem zweiten Schritt, teilweise auch parallel, wurden diese Daten bzw. Algorithmen in EDV-Programme eingebunden, zum einen, um ihre Variabilität (unterschiedliche Rahmenbedingungen) und ihre Verwaltung zu verbessern, zum anderen und insbesondere aber, um die verschiedensten Möglichkeiten ihrer Aggregation und Vernetzung zu nutzen. Dies traf für den Bereich des Anbaus und der Ernte der NR-Pflanzen und für den Bereich der energetischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe zu, wobei der erstgenannte Bereich hierbei in sehr tiefer Detaillierung, der letztgenannte dagegen datenmäßig sehr aggregiert in der jeweiligen Programmumgebung abgelegt wurde. Beispielsweise sind in den Bereich der energetischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe aus dem Bereich Anbau und Ernte nur die Kenngrößen „Gesamtkosten der Rohstoffbereitstellung“, „Energieaufwand“ und „Ertrag“ als Kennwerte eingegangen.

Wie so oft in vergleichbaren Fällen, sind auch die zwei hier angeführten Programmumgebungen für einen Außenstehenden ohne Einführung nicht sofort verständlich und nutzbar. Vor diesem Hintergrund und aufgrund der generellen Schwierigkeiten, komplexe Ergebnisse auf lebendige und interessante Art und Weise an

Dritte zu vermitteln, wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Atlas Elektronik (Bremen), mit Förderung des BMFT, ein „Rechnergestütztes interaktives Informationssystem für die TA-Studie Nachwachsende Rohstoffe“ (‘RITAS’) aufgebaut (Atlas Elektronik 1993). In diesem über Windows-Technik geführten Informationssystem sind die Ergebnisse der Studie für den Teilbereich der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe nicht nur in algorithmischer und somit in variabler (veränderbare Rahmenbedingungen) Weise dargestellt, sondern zusätzlich ergänzt um einen Textteil, der in lexikalischer Weise wichtige Begriffe, die Vorgehensweise in der Studie oder Hilfen für die Interpretation ihrer Ergebnisse beschreibt. Der derzeitige Entwicklungsstand des Informationssystems RITAS läßt sich sicherlich noch deutlich verfeinern und ergänzen, stellt jedoch einen ersten Schritt dar, wie komplexe Studienergebnisse über eine selbsterklärende Darstellungsweise (Windows-Technik) auf lebendige Art und Weise an Außenstehende vermittelt werden können, wobei der Nutzer die Wahl hat, unterschiedliche Detaillierungsniveaus (Vorkenntnisse) einzustellen.

Hinsichtlich der Vermittlung von Ergebnissen hat es sich bei der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ bewährt, den Auftraggeber auch bei seinen laufenden Arbeiten, wie z.B. der Beantwortung von Bundestagsanfragen, Anfragen von Abgeordneten oder beim Auflegen von Förderprogrammen zu unterstützen. So kam es beispielsweise als Folge eines Zwischenberichtes der Studie zur Ausschreibung eines Förderprogramms des BMFT zur „Wärme-/Stromerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen“, an dessen Auswertung das ITAS ebenfalls maßgeblich beteiligt war (Wintzer et al. 1994).

### 3.5.2 *Analyse der NR-Mengenszenarien*

Die Analyse der Auswirkungen, die mit der inländischen Bereitstellung und Verwendung nachwachsender Rohstoffe verbunden sind, stellte neben den detaillierten Analysen in den Prozeßketten (s. nachfolgendes Kapitel) die Basis für eine abschließende Bewertung der nachwachsenden Rohstoffe dar. Für die im Zusammenhang mit nachwachsenden Rohstoffen geäußerten Hoffnungen und Befürchtungen (s. Kap. 3.2.1) sind für die Kenngrößen

„Rohstoffsicherung (Selbstversorgungsgrad)“,  
„Abbau von Agrarüberschüssen (Flächenbindung)“,  
„Beschäftigungseffekte (Einkommensmöglichkeiten)“,  
„CO<sub>2</sub>-Minderung“ und  
„Subventionsbedarf“

in Tabelle 3 einige Abschätzungen wiedergegeben, wie sie sich aus der Analyse der zwei für 2005 abgeleiteten NR-Mengenszenarien (M1, M2) ergaben.

Die Vorgehensweise bei der Ableitung der NR-Mengenszenarien M1 und M2 ist bereits in Kapitel 3.3.3 erläutert worden. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, wurde für die angeführten fünf Merkmale neben der absoluten Größe jeweils auch eine relative Größe mit angeführt, aus der man die relative Bedeutung der abgeschätzten Auswirkungen der NR-Bereitstellung und -Verwendung erkennen kann, jeweils gemessen an den bestehenden bzw. mittelfristig als wahrscheinlich erachteten Verhältnissen der Volkswirtschaft bzw. der Landwirtschaft in Deutschland. Mit solchen relativen Größen werden zusätzliche Kennwerte bereitgestellt, die eine wesentliche Grundlage für eine abschließende Bewertung sein können (s. Kap. 3.5.4).

Die Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe (v.a. Stärke, pflanzliche Öle) für die chemisch/technische Verwendung könnte mittelfristig den *Selbstversorgungsgrad* für diese Rohstoffgruppe auf rd. 70 % bzw. 90 % erhöhen. Der Anteil der nachwachsenden Rohstoffe am gesamten Rohstoffbedarf der chemisch / technischen Verwendung dürfte aber auch mittelfristig nur unwesentlich über 10 % liegen, so daß die angeführten Selbstversorgungsgrade bei den nachwachsenden Rohstoffen für die Rohstoffsicherung insgesamt eher von untergeordneter Bedeutung sind. Zur Deckung des Primärenergiebedarfs der BRD könnten nachwachsende Rohstoffe nur einen Beitrag von 2 % bzw. 5 % leisten.

Damit geht im Jahr 2005 eine zusätzliche *Flächenbindung* von rd. 1,2 Mio. bzw. 3,9 Mio./ha einher, davon rd. 0,2 Mio. bzw. 0,6 Mio. für die zusätzliche Bereitstellung von nachwachsenden Rohstoffen (v.a. Stärke und pflanzliche Öle) für den chemisch/technischen Verwendungsbereich. Für Rapsöl zur energetischen Nutzung wurde zu 'Demonstrationszwecken' von einem Flächenumfang von rd. 1 Mio. bzw. 2 Mio. ha ausgegangen.

**Tab. 3: Abschätzungen zu den Auswirkungen der zusätzlichen inländischen Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe im Jahr 2005: Ansatzpunkte für Bewertungen, Schlußfolgerungen, Empfehlungen**

Auswirkungen	NR-Mengenszenarien	
	M1	M2
1) Zusätzlich bereitgestellte Rohstoffmengen: - Chem./technischer Verwendungsbereich <sup>1)</sup> <i>Selbstversorgung (in % des Bedarfs) <sup>2)</sup></i>	0,5 Mio. t <i>rd 70 %</i>	1,7 Mio. t <i>rd. 90 %</i>
- Lignocellulose (Holz) für Zellstoff/ Holzwerkstoffe	1,0 Mio. t	7,0 Mio. t
- Nachwachsende Energietr. (Mio. t SKE) <i>in % des Primärenergiebedarfs <sup>3)</sup></i>	10 2 %	25 5 %
<i>dar. Festbrennstoffe (Mio. t TM)</i>	15	36
<i>dar. Rapsöl (Mio. t)</i>	1,6	3,2
2) Zusätzliche Flächenbindung insgesamt (Mio. ha) <sup>4)</sup> (dv. chem./technische Rohstoffe) <i>Pot. verfügbare Fläche für NR (Mio. ha)</i> <i>(extensive bzw. intensive Landwirtschaft)</i>	1,2 (0,2) 2 bzw. 6	3,9 (0,6) 2 bzw. 6
3) Zusätzliche Beschäftigungseffekte (AK) <sup>5)</sup> (Landwirtschaft + Be-/Verarbeitung) <i>in % der Beschäftigten in der Landwirtschaft im Jahr 2005</i>	20 000 3 – 5 %	60 000 10 – 15 %
4) Beitrag zur CO <sub>2</sub> -Minderung (Mio. t) <i>in % des CO<sub>2</sub>-Minderungsziels (250-300 Mio. t)</i>	20 7 – 8 %	50 17 – 20 %
5) Zusätzlicher Subventionsbedarf (Mrd. DM) <sup>6)</sup> <i>in % des derzeitigen Subventionsumfanges der Landwirtschaft<sup>7)</sup></i>	3 – 4 15 – 20 %	8 – 10 40 – 50 %

1) Ohne den zusätzlichen Bedarf an Lignocellulose von 1-7 Mio. t pro Jahr

2) Derzeit werden rd. 25 % inländisch bereitgestellt

3) Bezogen auf einen Primärenergiebedarf pro Jahr von rd. 500 Mio. t SKE (derzeitig)

4) Derzeit werden rd. 0,2 Mio. ha für den Anbau von NR genutzt

5) Derzeit (1992) sind rd. 850 000 Arbeitskräfte (AK) voll in der LW beschäftigt; für 2005 wird von 400 000 bis 600 000 AK ausgegangen

6) Vor Abzug einer Flächenstilllegungsprämie von durchschnittlich 750 DM/ha (1994/95)

7) Derzeitiger Subventionsaufwand in der Landwirtschaft: rd. 20 Mrd. DM pro Jahr

Verglichen mit der im Jahr 2005 potentiell für den Anbau von NR verfügbaren Fläche von 2 bzw. 6 Mio. ha landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF), deutet sich somit kein nicht zu befriedigender Flächenbedarf an. Bei einer stark extensivierten Landwirtschaft (nur rd. 2 Mio. ha Überschußfläche) könnte es zu gewissen Engpässen kommen.

Mit der Bereitstellung und Be-/Verarbeitung der nachwachsenden Rohstoffe könnte eine zusätzliche *Beschäftigung* von rd. 20 000 bzw. 60 000 Arbeitskräften in Deutschland verbunden sein. Dies entspricht einem zusätzlichen Beschäftigungseffekt von 3 bis 5 % bzw. von 10 bis 15 % in der Landwirtschaft.

Zur Umsetzung des *CO<sub>2</sub>-Minderungsziels* der Bundesregierung bis 2005 (250 Mio. bis 300 Mio. t CO<sub>2</sub>) könnten die analysierten NR-Mengenszenarien M1 und M2 einen Beitrag von rd. 7-8 % (20 Mio. t CO<sub>2</sub>) bzw. rd. 17-20 % (50 Mio. t CO<sub>2</sub>) leisten, was als nicht ganz unwesentlich erscheint.

Die für die Realisierung der NR-Mengenszenarien erforderlichen *Subventionen* liegen bei rd. 3-4 bzw. 8-10 Mrd. DM und würden den bestehenden Subventionsumfang in der Landwirtschaft um rd. 15-20 % bzw. 40-50 % erhöhen.

Wie die Analyse der NR-Mengenszenarien hinsichtlich der fünf Merkmale „Rohstoffsicherung“, „Abbau von Überschüssen (Flächenbindung)“, „Beschäftigungseffekte“, „CO<sub>2</sub>-Minderung“ und „Subventionsbedarf“ bereits andeutet, dürfte sich eine abschließende Bewertung sehr schwierig gestalten (vgl. Kap. 3.5.4).

### 3.5.3 *Prozeßkettenanalysen*

An den beiden nachwachsenden Energieträgern „Rapsöl als Heizöl“ und „Stroh als Festbrennstoff“ wird in Tabelle 4 ansatzweise verdeutlicht, welch ein 'Blumenstrauß' verschiedener Kennwerte bei der Analyse von Prozeßketten (Produktlinien) anfällt. Dies sind vor allem quantifizierbare, aber auch nur qualitativ anzuführende Kenngrößen. Die Analyse von Prozeßketten war neben der Analyse der NR-Mengenszenarien das zweite Standbein, auf dem eine vergleichende Bewertung der nachwachsenden Rohstoffe durchgeführt wurde.

Während es bei der Analyse der NR-Mengenszenarien in erster Linie die Zielrichtung war, Kenngrößen für die generelle Bedeutung der nachwachsenden Rohstoffe insgesamt zu erhalten, stand

**Tab. 4: Kennwerte aus Prozeßkettenanalysen - Hilfsmittel für die Bewertung nachwachsender Rohstoffe? Vergleichende Betrachtungen zu Rapsöl und Stroh als nachwachsende Energieträger**

KENNWERTE	RAPSÖL als Heizöl	STROH als Festbrennstoff
<b><u>ROHSTOFFBEREITSTELLUNG:</u></b>		
Angebotspotential	++	+++
Fruchtfolgeerweiterung / Monokultur	+ / +++	0
Hohes Düngungs- / Pflanzenschutz-niveau	+++	0
Risiko für Stickstoffaustrag	+++	+
Belastung der Humusbilanz	+	++
Freisetzung von Extraktionsmitteln	+	0
Staubemissionen	0	++
Energiedichte (Transportwürdigkeit)	+++	+
Energieaufwand	+++	+
<b><u>ROHSTOFFVERWENDUNG:</u></b>		
Marktpotential / Marktnähe	+++ / +++	++ / +
Energet. Substitutionsverhältnis	+	+++
Netto-CO <sub>2</sub> -Minderung	+	+++
Biologisch abbaubar	+++	+++
Geringe SO <sub>2</sub> -Emissionen	++	++
<b><u>ALLGEMEINES:</u></b>		
Flächenbindung	+++	0
Subventionsbedarf	+++	++
Beschäftigungseffekte	+++	+++
Technologieentwicklung	++	+++
Entlastung des Weltmarktes (GATT)	+++	0

+++ große Bedeutung, ++ mittlere Bedeutung, + geringe Bedeutung,  
0 nicht zutreffend bzw. vernachlässigbar

bei der Analyse der Prozeßketten im Vordergrund, die Vor- und Nachteile einzelner Produktlinien herauszuarbeiten, um für die Verfolgung bestimmter Ziele, z.B. hohe Netto-CO<sub>2</sub>-Minderung, diejenigen Linien auswählen zu können, die hinsichtlich dieser Ziele besonders effizient sind.

Steht beispielsweise das Ziel im Vordergrund, nur Produktlinien mit nachwachsenden Rohstoffe zur Realisierung zu bringen,



die eine sehr günstige Energiebilanz bzw. hohe Netto-CO<sub>2</sub>-Minderung aufweisen, dann schneidet hierbei Stroh als Energieträger um ein Mehrfaches günstiger ab als Rapsöl (vgl. Leible/Wintzer 1993). Steht dagegen im Vordergrund, daß der nachwachsende Energieträger als Motortreibstoff eingesetzt werden kann und außerdem aufgrund seiner schnellen biologischen Abbaubarkeit nur ein geringes Risiko für die Umwelt darstellen sollte, dann sind die Vorteile deutlich zugunsten beispielsweise des Rapsöls verschoben.

Anhand dieser Beispiele wird ersichtlich, wie sehr eine abschließende Bewertung aufgrund vorgegebener unterschiedlicher Zielsetzungen differieren kann.

### 3.5.4 *Bewertung, Schlußfolgerungen, Empfehlungen*

Sehr bestimmend für die Bewertung sind die zugrunde gelegten Rahmenbedingungen, die einerseits die mit den nachwachsenden Rohstoffen verfolgten Ziele näher präzisieren, die vor allem jedoch auch eine zusätzliche Hilfestellung mitliefern sollten, wie diese Ziele zueinander zu gewichten sind. Da solche relativen Gewichtungen in der Regel nicht vorliegen, teilweise sehr subjektiv sind und auch einem starken zeitlichen Wandel unterliegen, werden die Bewertungen oft - insbesondere auch bei TA-Ansätzen - in Form von Optionen angeführt.

Solche bewertenden Aussagen können dann beispielsweise lauten: „Steht das Ziel im Vordergrund, nachwachsende Rohstoffe zur CO<sub>2</sub>-Minderung einzusetzen, dann sollten in erster Linie die festen Energieträger (z.B. Stroh) in die Verwendung gelangen, da sich diese im Vergleich zu den flüssigen Energieträgern durch eine deutlich höhere Effizienz auszeichnen“. Diese abgeleitete Bewertung baut in erster Linie auf den Analysen der näher untersuchten Prozeßketten auf.

Wie dieses Ziel der „CO<sub>2</sub>-Minderung“, wie bereits angeführt, gegenüber den anderen, außerdem verfolgten Zielen, wie beispielsweise „Rohstoffsicherung“, „Abbau von Agrarüberschüssen (Flächenbindung)“ oder dem Ziel „Beschäftigungseffekte“, zu gewichten ist, bleibt hierbei offen. Eine solche Gewichtung erscheint sowohl unter dem Aspekt der wissenschaftlich/methodisch möglichen Herangehensweise als auch unter gesamtwirtschaftlichem und politischem Blickwinkel als schwieriges Unterfangen. So kön-

nen für die Verfolgung der angeführten Ziele aus volkswirtschaftlicher Sicht nicht nur die nachwachsenden Rohstoffe einen Lösungsbeitrag leisten, sondern es müßten auch andere Ansätze zur Realisierung kommen. Beispielsweise wäre es aus volkswirtschaftlicher Sicht effizienter - mit geringeren bzw. keinen zusätzlichen Kosten verbunden -, wenn zunächst einmal verstärkt Energiesparmaßnahmen umgesetzt würden, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu vermindern. Mit einer Energie-/CO<sub>2</sub>-Steuer ließen sich die Wege für den zunehmenden Einsatz nachwachsender Energieträger deutlich ebnen, vor allem aber auch die bestehenden Möglichkeiten zur Energieeinsparung nutzen.

Unter den derzeitigen volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Arbeitsmarkt) deutet sich gerade am Beispiel „CO<sub>2</sub>-Minderung“ und „Beschäftigungseffekte“ an, daß positive Beschäftigungseffekte oder Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit bei politischen Entscheidungen ein deutlich größeres Gewicht haben als das Ziel „CO<sub>2</sub>-Minderung“. Dieses Mißverhältnis trifft insbesondere die Umwelteffekte, deren Schadenswirkung zur Zeit noch nicht direkt spürbar, geschweige denn quantifizierbar (monetarisierbar) ist.

Aufgrund der hier nur im Ansatz angeführten Schwierigkeiten, die mit der abschließenden Bewertung von Ergebnissen aus komplexen Studien - die TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ ist ein Beispiel hierfür - verbunden sind, muß der Art und Weise, wie diese Ergebnisse am besten dem Auftraggeber bzw. den interessierten Dritten (Öffentlichkeit) vermittelt werden können, hohe Beachtung geschenkt werden. Aufgrund dieser Verhältnisse wurden die abschließenden Ergebnisse der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ teilweise als Schlußfolgerungen, Optionen und in Form von Empfehlungen weitervermittelt. Anders als die alleinige Darstellung der Ergebnisse als Optionen („wenn ... dann“), vermitteln Empfehlungen direkten Handlungsbedarf und lassen sich beispielsweise vom Auftraggeber - in unserem Fall das BMFT - leichter aufgreifen und umsetzen. Diese Ergebnisse sind folglich stärker 'handlungsorientiert'.

Im Zusammenhang mit der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ wurden beispielsweise folgende Empfehlungen ausgesprochen:

- Die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Festbrennstoffe) zur Strom- und Wärmegewinnung sollte in

Deutschland an einigen konkreten Projekten hinsichtlich ihrer Machbarkeit untersucht werden.

- Untersuchungen zum Ascheerweichungspunkt bei Festbrennstoffen sind erforderlich.
- Nähere Analysen zum Verbrennungs- und Emissionsverhalten von Kohleeinzelöfen (in den NBL) bei der Substitution der bisher eingesetzten Braunkohlenbriketts durch Strohbricketts wären wünschenswert.

Die erste der hier angeführten Empfehlungen wurde vom BMFT noch vor Abschluß der Studie aufgegriffen und über die Ausschreibung eines Förderschwerpunktes umgesetzt und ist somit ein Beleg für die Handlungsorientiertheit solcher Empfehlungen.

Natürlich kann es vorkommen, daß die aus der Sicht der Bearbeiter einer Studie bzw. eines Projektes abgeleiteten Empfehlungen, z.B. Strategien zur Markteinführung von nachwachsenden Rohstoffen, nicht konform gehen mit den Vorstellungen des Auftraggebers. Dies dürfte insbesondere dann der Fall sein, wenn der Auftraggeber bereits in mehr oder weniger starker politischer Vorabstimmung entsprechende Strategien in die Diskussion gebracht hat bzw. dies tun möchte. Unter diesen Verhältnissen besteht die Gefahr, daß für solche 'politisch' vorabgestimmten Strategien eine entsprechende wissenschaftliche Begründung benötigt wird. Die Technikfolgenabschätzung könnte hierzu mißbraucht werden.

Als Beispiel für die Vermittlung von Ergebnissen der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ als Option sei folgende Aussage angeführt: „Wenn von der Bundesregierung eine ernsthafte Politik zur CO<sub>2</sub>-Minderung tatsächlich verfolgt wird, dann könnten nachwachsende Rohstoffe hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten, wie die Analysen der NR-Mengenszenarien zeigen. Hierzu sollten die Rahmenbedingungen jedoch rechtzeitig vorbereitet werden. Beispiele hierfür sind u.a. die Verbesserung der Förderungsmöglichkeiten für nachwachsende Rohstoffe (z.B. Einführung einer CO<sub>2</sub>-/Energiesteuer, Verbesserung der Strom-/Wärmevergütung)“. Ergebnisse aus TA-Studien, die bei ihren Abschätzungen von verschiedenen Szenarien (Rahmenbedingungen) ausgehen, werden in der Regel in Form von Optionen dargestellt. Der Adressat solcher Ergebnisse tut sich eventuell schwer, zu entscheiden, wie er diese zu gewichten bzw. umzusetzen hat. Folglich dürften aus wissenschaftlicher Sicht vertretbare Empfehlungen zur

Umsetzung von Ergebnissen, trotz der möglichen Gefahr der subjektiven Vorprägung durch die Bearbeiter, sehr dankend von den TA-Adressaten aufgegriffen werden.

Zusammenfassend kann als Schlußfolgerung aus den Ergebnissen der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ abgeleitet werden, daß die Bereitstellung und Verwendung nachwachsender Rohstoffe keinen unwesentlichen Beitrag zur Lösung bestehender Probleme, wie z.B. Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Minderung und Rohstoffversorgung oder zur Beschäftigung von Arbeitskräften, leisten könnte. Das Problem der Agrarüberschüsse in der EU läßt sich dagegen anderweitig billiger (effektiver) lösen als über nachwachsende Rohstoffe.

Abschließend ist festzuhalten, daß sich die Art und Weise der Ergebnisdarstellung und insbesondere der Ergebnisvermittlung vor allem bei komplexen Studien noch deutlich verbessern ließe. Oft wird aber gerade hier - zum Ende der Laufzeit eines Projektes hin - zuwenig Zeit investiert, um Optimierungsmöglichkeiten nutzen zu können.

#### 4. Zusammenfassung

Am Beispiel der TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“, die 1993 vom ITAS abgeschlossen wurde, wird auf einige Probleme eingegangen, wie sie typisch für die Durchführung umfangreicher Studien sein können. Diese Probleme rühren einerseits aus den aus theoretischer Sicht gestellten hohen Anforderungen des Analyseinstrumentes Technikfolgenabschätzung (TA), andererseits aus der praktischen Durchführung komplexer Studien, zu denen Technikfolgenabschätzungen aufgrund ihrer breiten Herangehensweise in der Regel gehören.

Die Präzisierung der Zielsetzung und Konzeption bzw. Vorgehensweise sind für komplexe Studien wichtige Arbeitsschritte, da hier die Schwerpunkte der Bearbeitung und insbesondere die Aussageziele der Studie festgelegt werden. In diesem Zusammenhang wird u.a. auf die mit nachwachsenden Rohstoffen (NR) verknüpften Hoffnungen und Befürchtungen, auf die Präzisierung der zugrunde gelegten Rahmenbedingungen oder auf die Auswahl der analysierten Prozeßketten und NR-Mengenszenarien und auf einige daraus abgeleitete wichtige Kennwerte eingegangen. Die Dar-

stellung der Erfahrungen, die mit der Organisation und Durchführung dieser umfassenden Studie (rd. 50 Mannjahre) gewonnen wurden, stellt einen weiteren Schwerpunkt dieses Beitrages dar.

An einigen Ergebnissen der Studie, resultierend aus der Analyse der untersuchten Produktlinien (Prozeßketten) und den abgeleiteten Auswirkungen der analysierten NR-Mengenszenarien, wird auf ausgewählte Aspekte der Darstellung, Bewertung und Vermittlung von Ergebnissen aus TA-Prozessen eingegangen. Diesem Bereich der Ergebnisdarstellung und Vermittlung sollte gerade bei komplexen Studien mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die gesammelten Erfahrungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die TA-Studie „Nachwachsende Rohstoffe“ ist sicherlich nicht *die* Studie, die den theoretischen TA-Ansprüchen voll entspricht. Vielmehr ist sie in ihrer vorliegenden Form ein Kompromiß der praktischen Bearbeitbarkeit.
- Die Subjektivität bei der Bearbeitung einer TA-Studie beginnt nicht erst bei der Bewertung der Ergebnisse. Schon die Begrenzung des Themas, Präzisierung der Rahmenbedingungen und Parameter, Auswahl der Produktlinien und Kennwerte, insbesondere aber die Ableitung von Handlungsoptionen sind in unterschiedlichem Maße von Subjektivität geprägt.
- Die Ergebnisse von TA-Studien sollten nicht nur in Form von Optionen („wenn ... dann“) dargestellt werden, vielmehr sind hier auch Empfehlungen erwünscht, soweit dies von den Bearbeitern vertreten werden kann. Die Ergebnisse werden hierdurch stärker 'handlungsorientiert' und sind in der Regel leichter zu vermitteln.

## Literatur

Atlas Elektronik (1993):

Informationssystem zur TA-Studie Nachwachsende Rohstoffe. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben des BMFT. Förderkennzeichen: 0310025 A

Dierkes, M.; Petermann, Th.; von Thienen, V. (Hrsg.) (1986):

Technik und Parlament. Technikfolgenabschätzung. Konzepte, Erfahrungen, Chancen. Berlin

- Leible, L. (1994):  
 Technikfolgenabschätzung oder Ökobilanz? Beispiel Rapsöl, in: *Fat Sci. Technol.* 96, Nr. 5, S. 161-168
- Leible, L.; Wintzer, D. (1993):  
 Energiebilanzen bei nachwachsenden Energieträgern. Bedeutung und Beispiele, in: Flaig, H; Mohr, H. (Hrsg.): *Energie aus Biomasse - eine Chance für die Landwirtschaft.* Berlin/Heidelberg/New York, S. 67-83
- Lohmeyer, J. (1984):  
 Technology Assessment. Anspruch, Möglichkeiten und Grenzen. Untersuchungen zum Problem der Technikfolgenabschätzung unter besonderer Berücksichtigung des sozialwissenschaftlichen Beitrags. *Phil. Diss. Bonn*
- Paschen, H.; Gresser, K.; Conrad, F. (1978):  
 Technology Assessment - Technikfolgenabschätzung. Frankfurt a.M. / New York
- Petermann, Th. (Hrsg.) (1991):  
 Technikfolgenabschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Frankfurt a.M. / New York
- Prognos (1992):  
 Energiereport 2010. Die energiewirtschaftliche Entwicklung in Deutschland. Stuttgart
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (1983):  
 Technologien auf dem Prüfstand. Die Rolle der Technologiefolgenabschätzung im Entscheidungsprozeß. Köln/Berlin/Bonn/München
- Wintzer, D. et al. (1993):  
 Technikfolgenabschätzung zum Thema Nachwachsende Rohstoffe. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Reihe A: Angewandte Wissenschaft. Sonderheft
- Wintzer, D. et al.. (1994):  
 Modellversuch „Wärme-/Stromerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen“. Machbarkeitsstudien. BML/FNR (Hrsg.). Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe. Band 1.