

Integratives Nachhaltigkeitsassessment der Grünen Bioraffinerie

Susanne Schidler

Die Grüne Bioraffinerie ist eine Technologie, die auf Basis nachwachsender Rohstoffe, hier im Besonderen grüner Biomasse von Grünlandflächen, eine ganze Palette von Zwischen- und Endprodukten erzeugt. Das österreichische Konzept wurde vor dem Hintergrund veränderter Bedingungen in der Grünlandwirtschaft entwickelt und soll einen Beitrag zum Erhalt der Kulturlandschaft leisten. Der Beitrag beschreibt die Vorgangsweise zur Bewertung dieses Technologiekonzepts aus Sicht der Nachhaltigkeit. Die einzelnen Schritte wie Erhebung des Standes des Wissens, Entwicklung von Nachhaltigkeitskriterien, Anwendung dieser Kriterien und der Ausblick auf ein mögliches partizipatives Verfahren, werden methodisch beschrieben. Ihre Verortung in Bezug zu den in der Literatur vorgeschlagenen Strategien reflexiver Governance ist ein zweiter Schwerpunkt des Beitrags.

I Einleitung

Durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffen sollen, so die Erwartungen, in den nächsten zwei Jahrzehnten viele petrochemisch erzeugte Produkte ersetzt werden. Es bestehen jedoch große Differenzen zwischen den erwarteten jährlichen Biomasseerträgen und der Biomasse, die tatsächlich für den so genannten „Nicht-Nahrungsmittel-Sektor“ verfügbar ist (Adensam et al. 2001). Mit Ausnahme von Holz, hängen nahezu alle erneuerbaren Ressourcen¹ von intensiver Landwirtschaft ab und die nutzbaren Flächen sind, vor allem in Europa, begrenzt.

Im Gegensatz dazu steht Grünland, das nur mehr geringer oder gar keiner landwirtschaftlichen Nutzung unterliegt in großem Ausmaß zur Verfügung. Von diesen Flächen wird darüber hinaus angenommen, dass sie nachhaltig bewirtschaftet werden können (Kamm et al. 1997). Die Grüne Bioraffinerie ist ein tech-

¹ Beispiele sind Mais und Zuckerrüben für die Produktion von Ethanol oder anderen bio-basierten Chemikalien, Rapssamen zur Erzeugung von Biodiesel oder Hanf für Faser-nutzung.

nologisches Konzept, das diese grüne Biomasse als vielseitigen Rohstoff einsetzt und unter anderem Grundstoffe für industrielle Produkte erzeugt.

Der folgende Artikel basiert auf der TA-Studie „Technikfolgenabschätzung der Grünen Bioraffinerie“ und dem Konzept seiner geplanten Fortsetzung, die den Ansatz eines Constructive Technology Assessment (cTA) zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Entwicklung verfolgt (Schidler 2003). Das Ziel war es, den möglichen Beitrag der Technologie zu nachhaltiger Entwicklung aufzuzeigen (mittels eines integrierten Sets von Nachhaltigkeitskriterien), Zielkonflikte zu identifizieren und Wege zum Umgang mit bzw. zur Lösung dieser Konflikte zu finden. Anschließend wird der Bezug der einzelnen Projektschritte zu den Elementen des „reflexiven Regierens“ („reflexive governance“), wie sie von Voß et al. (in print) beschrieben werden, dargestellt.

2 Reflexive Strategien zur Lösung von Nachhaltigkeitsproblemen

Im Rahmen der UNCED-Konferenz in Rio de Janeiro 1992² wurde das Leitbild der Nachhaltigkeit als vordringliches Ziel definiert. Die gleichberechtigte Beachtung sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Belange bildet dabei eine wichtige Grundlage. Nachhaltigkeit ist ein ganzheitliches politisches Konzept und die Entwicklung von Strategien in diesem Sinne muss neben unterschiedlichen aktuellen Aspekten auch langfristige Ziele und Auswirkungen berücksichtigen. Nachhaltige Entwicklung muss auch bei der Problemlösung neue Ansätze verfolgen. Diese müssen dazu geeignet sein, umfassende, oftmals nicht klar abgrenzbare bzw. nicht linear lösbare Probleme zu behandeln (Voß et al., in print).³

Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, schlagen Voß und seine Koautoren in der Einleitung ihres Buches „Reflexive Governance for Sustainable Development“ folgende fünf Strategie-Elemente zur Lösung von Nachhaltigkeitsproblemen vor:

- *Integrierte (transdisziplinäre) Wissensproduktion:* Angesprochen ist hier einerseits die wissenschaftliche Wissensproduktion über Disziplingrenzen hinaus, andererseits die Berücksichtigung von praktischem Wissen, das von betroffenen AkteurInnen eingebracht wird.

² Beim World Summit on Sustainable Development in Johannesburg 2002 wurde die Wichtigkeit des Themas nochmals bekräftigt.

³ Genannt werden hier unter anderem cTA, Foresighting, transdisziplinäre Forschung und Partizipation.

- *Adaptierbarkeit von Strategien und Institutionen*: Die Möglichkeit, Strategien sowie soziale und technische Strukturen anzupassen, kann auch als (prozedurales) Kriterium für Nachhaltigkeitsassessments dienen.
- *Antizipation von (langfristigen) systemischen Effekten*: Nachhaltige Governance muss systematisch indirekte und langfristige Effekte von Strategien, besonders in Hinblick auf ihre strukturelle Einbettung berücksichtigen.
- *(Iterative) partizipative Zielformulierung*: Für die langfristige Stabilität von sozio-ökologischen Systemen ist die Berücksichtigung von subjektiver Risikowahrnehmung und Werte-Trade-Offs notwendig. Das kann nicht durch wissenschaftliche Methoden, sondern nur durch soziale Diskurse oder politische Entscheidungen bewerkstelligt werden.
- *Interaktive Strategieentwicklung*: Strategien müssen in Zusammenarbeit mit relevanten Betroffenen und InteressensvertreterInnen (Stakeholdern) entwickelt werden, um ihr Wissen zu integrieren und die Unterstützung der Implementierung zu garantieren.

In welcher Form diese Strategieelemente sich im beschriebenen Assessment wiederfinden, wird am Ende der einzelnen Kapitel gezeigt.

3 Die Grüne Bioraffinerie

Die grundlegende Idee des Konzepts der Grünen Bioraffinerie ist eine neue Kombination vorhandener technischer Prozesse sowie die Ganzpflanzennutzung von Graspflanzen, Luzernen und unterschiedlicher anderer Quellen, um verschiedene Produkte wie Proteine, Milchsäure und Fasern herzustellen. Neben diesen Materialien, kann auch Energie in Form von Biogas bereitgestellt werden. Das Konzept befindet sich gegenwärtig in einigen europäischen Ländern wie zum Beispiel Deutschland, Dänemark, Schweiz und Österreich in unterschiedlichen Stadien der Entwicklung. Im Gegensatz zu den zentralisierten Konzepten in Europa zielt die „Grüne Bioraffinerie Österreich“ auf dezentrale bzw. semi-dezentrale Systeme, da diese als geeigneter für klein strukturierte landwirtschaftliche Regionen, wie sie in Österreich dominieren, betrachtet werden (Kromus 1999).

Die Hauptmotivation für die Entwicklung der Grünen Bioraffinerie in Österreich war der Schutz der Kulturlandschaft, in diesem Fall von Weideland. Durch eine Restrukturierung der europäischen Landwirtschaft, und der damit verbundenen möglichen Reduktion von Milchquoten, könnten große Flächen von Futterwiesen innerhalb der nächsten Jahre freierwerden (Buchgraber 2001). Werden diese Flächen in Zukunft nicht mehr genutzt wird, kann das eine starke Verände-

rung der Kulturlandschaft bedeuten. Damit einhergehen kann neben einer Veränderung von Ökosystemen auch eine Beeinträchtigung des Tourismus (Pal 2001).

Der Nutzung von Grünland werden jedoch noch weitere Effekte zugeschrieben wie zum Beispiel die Verbesserung der Verdienstmöglichkeiten für Landwirte und damit eine Verringerung der Migration. In diesem Zusammenhang wird die Grüne Bioraffinerie auch als Lösung für soziale Probleme in ländlichen Regionen angeboten (Kamm et al. 1997). Unter dieser Annahme kann ein integriertes, nachhaltiges System für die Nutzung von Biomasse aus Grünland nicht nur nützlich für die natürliche Umwelt sein, sondern auch die gegenwärtige soziale und wirtschaftliche Situation verbessern. Hier ist die Einbeziehung von relevanten Akteuren wichtig, um diese Entwicklungen zu gestalten (Belucci et al. 2000; Fischer 2000).

Die Grüne Bioraffinerie wird als nachhaltige Technologie betrachtet, weil erwartet wird, dass sie einerseits zusätzliches Einkommen für Landwirte sowie Arbeitsplätze schafft bzw. erhält und so Einwohnern ermöglicht, in der Region zu bleiben, und andererseits extensive Landwirtschaft fördert und die Erhaltung der Kulturlandschaft unterstützt. Um diese Annahmen in Bezug auf die Nachhaltigkeit eines Projektes oder einer Technologie zu überprüfen ist eine Nachhaltigkeitsbewertung notwendig.

4 Nachhaltigkeitsassessment

Die angesprochene Bewertung (Assessment) basiert idealerweise auf der Verwendung eines integrativen (im Sinne einer Integration der Dimensionen der Nachhaltigkeit) Sets von Nachhaltigkeitsindikatoren. Um einen umfassenden Blick auf das Thema zu erhalten wurde das Projekt von einem interdisziplinären ExpertInnenteam durchgeführt. Es bestand aus ExpertInnen auf den Gebieten Ökologie, Ökonomie, Technik und Soziologie und wurde durch einen Beirat (Recht, Ökonomie) ergänzt.

Den Bezug der einzelnen Schritte zu den Strategieelementen zeigt die folgende Abbildung.

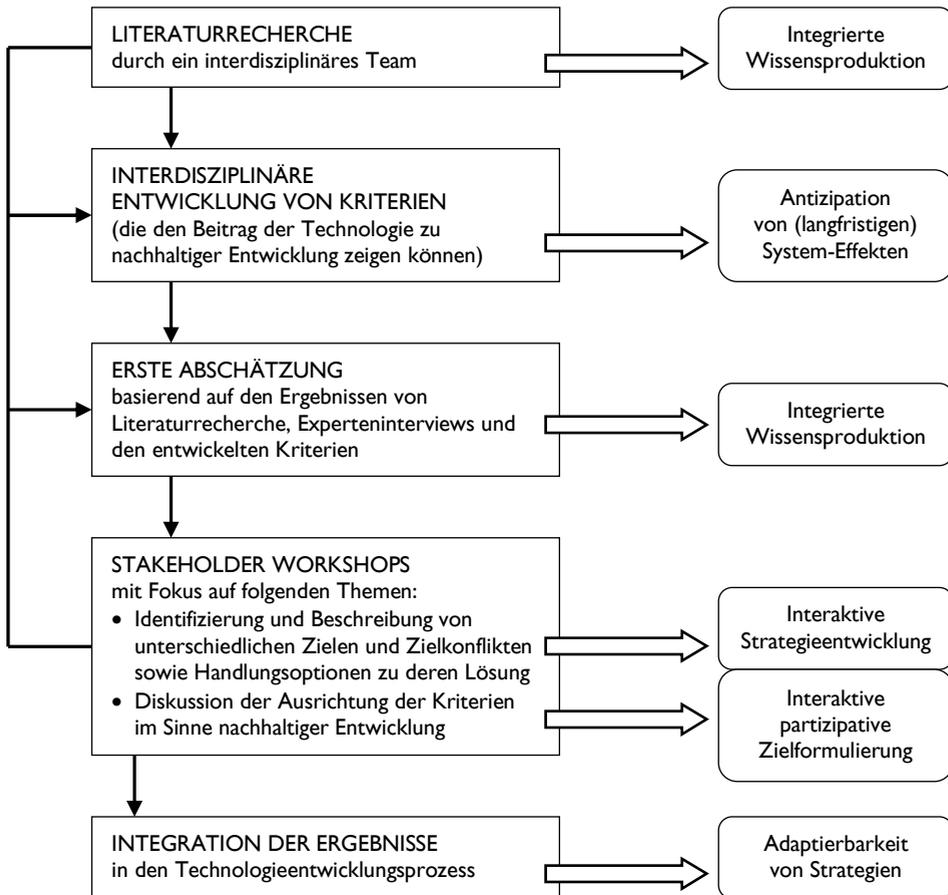


Abbildung 1: Schritte des Assessments und ihr Bezug zu den Elementen Reflexiver Governance

4.1 Literaturrecherche

Das Ziel war die Zusammenführung und Interpretation von Informationen über die Technologie und ihre Auswirkungen in Bezug auf Nachhaltigkeit.

Die Ergebnisse der Literaturrecherche wurden von allen ExpertInnen bearbeitet. Dieser interdisziplinäre Ansatz war wichtig, um der Komplexität des Themas Rechnung zu tragen und deshalb möglichst unterschiedliche Perspektiven in Bezug auf Nachhaltigkeit zu integrieren. Um von den unterschiedlichen Expertisen zu profitieren, wurden die Ergebnisse und Annahmen aus der Literatur in vielen Teamsitzungen diskutiert.

Wie auch schon in vorhergehenden Projekten war eines der Probleme interdisziplinären Arbeitens das Finden einer gemeinsamen Sprache und deshalb waren diese Diskussionen nicht nur wichtig, um den Blickwinkel der einzelnen Teilnehmer zu verbreitern (Ropohl 1997), sondern sie dienten auch dazu, diese Sprache zu entwickeln. Das Ergebnis waren vier Kurzberichte die jeweils auf Umwelt-, Wirtschafts-, Gesellschafts- und technische Themen fokussierten.

Diese Kurzberichte bildeten nicht nur die Basis für das Assessment der Grünen Bioraffinerie, sondern zeigten auch mögliche Konfliktfelder und Probleme auf (wie zum Beispiel Landnutzungsüberschneidungen und oder die Intensivierung der Landwirtschaft), die in den Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigt werden mussten.

Die Zusammenführung der unterschiedlichen Perspektiven bildete die Basis für die Grobabschätzung wie sie weiter unten beschrieben ist. Da noch keine Pilotanlage existierte fanden sich auch keine Testergebnisse und aktuellen Erfahrungen in der Literatur. Deshalb mussten die Ergebnisse der Recherche, wo möglich, durch ExpertInneninterviews ergänzt werden. Trotzdem blieben viele Fragen offen, die nur auf Basis einer konkreten Anlage und ihrer Integration in den regionalen Kontext beantwortet werden können. Das würde eines der Themen während des geplanten Stakeholderprozesses sein.

Dieser Schritt wurde interdisziplinär und expertenorientiert durchgeführt. Die Einbeziehung von Stakeholdern bei der Zusammenstellung von vorhandenem Wissen über die Technologie war zu diesem Zeitpunkt noch nicht sinnvoll, da noch keine Anlage existierte und daher keine direkt betroffenen regionalen Akteure identifizierbar waren. Im Rahmen der geplanten Workshops wird das Wissen um praktische Erfahrungen und Alltagswissen erweitert werden (integrierte Wissensproduktion).

4.2 Nachhaltigkeitskriterien

Dieser Schritt kann als Schwerpunkt des Projekts gesehen werden. Das Ziel war es, ein umfassendes, integratives und hierarchisches Kriterienset zu entwickeln, das die Komplexität des Themas abbilden kann und die meisten möglichen Auswirkungen der Technologie aufzeigt. In weiterer Folge soll dieses Kriterienset in verschiedenen Projekten weiterentwickelt werden. Ziel ist es, ein Instrument zu erhalten, das an unterschiedliche Fragestellungen bzw. Technologien adaptierbar ist. Die Modifizierungen können sowohl auf Indikatoren- wie auch auf Kriterienniveau erfolgen. Daher ist das Instrument auf verschiedenen Bewertungsebenen, wie z. B. auf Ebene des Technologiekonzepts oder auch einer konkreten Anlage, einsetzbar.

Da bestehende Indikatorensysteme meist für spezielle Fragestellungen und Anwendungen entwickelt wurden, sind sie für die Bewertung einer einzelnen Technologie nicht geeignet.⁴ Die verschiedenen Systeme zeigen zudem oft ein Schwergewicht zu Umwelt- (CSD)⁵ oder Wirtschaftsaspekten (OECD)⁶ und sind Säulen bzw. Dimensionsmodelle.⁷

Die Schwierigkeit bei Bewertungsverfahren besteht jedoch oft darin, zunächst getrennt aufgenommene Indikatoren der einzelnen Dimensionen zusammenzuführen (Mühle 2000). Zudem bieten Begriffe wie „soziale Nachhaltigkeit“ oder „wirtschaftliche Nachhaltigkeit“ Gelegenheit zu ideologischen Diskussionen und sind deshalb für Konsensfindungsprozesse nicht geeignet (Haberl et al. 2001). Genauso wie nachhaltige Entwicklung nicht durch einzelne isolierte Änderungen erreicht werden kann, sondern nur durch ein integratives, das Gesamtziel verfolgendes Konzept (Schulte 2000), so ist auch zu einer Bewertung ein integrativer Bewertungsrahmen nötig (Mühle 2000). Deshalb war das Ziel dieses Schrittes die Entwicklung eines neuen Kriterienset zur Bewertung des Beitrags einer Technologie zur nachhaltigen Entwicklung.

Die Ebene der Kriterien wurde deshalb gewählt, weil sie Nachhaltigkeitsziele aufzeigen, während numerische Indikatoren rigide und deshalb für weitere Technologien, bzw. Fragestellungen weniger leicht adaptierbar wären. Zudem ist dieser Ansatz als Basis eines Stakeholderprozesses gut geeignet, da Richtungs- und Zielvorgaben Diskussionsprozesse in Gang setzen können, während exakte numerische Vorgaben den gesellschaftlichen Entscheidungsspielraum einschränken (Diefenbacher et al. 1997).⁸ Die Entwicklung eines umfassenden Sets verlangt auch nach einer Entscheidung zwischen einer handhabbaren Zahl von Kriterien und der Aussagekraft der Ergebnisse und so wurde als Obergrenze die Zahl 30 festgelegt. Weiters ist die Integration der verschiedenen Dimensionen von Nachhaltigkeit wichtig, um eine Bevorzugung einzelner Bereiche, sowie ideologische Diskussionen zu verhindern. Die Einführung einer hierarchischen Struktur erleichtert das Verständnis für die Komplexität des Themas und deren Darstellung.

⁴ Meist wurden diese Systeme für die Bewertung eines Staates oder einer Region entwickelt, sind also auf einer anderen Ebene einsetzbar.

⁵ Commission of Sustainable Development der Vereinten Nationen.

⁶ Organisation for Economic Co-operation and Development.

⁷ *Dreisäulenmodell*: ökonomisch, ökologisch, sozial (z. B. Enquete-Kommission/DB 1998), *Einsäulenmodell*: ökologische Zielstellungen werden durch ökonomische und soziale Argumente gestützt (z. B. Umweltbundesamt 1998), Erweiterung um institutionelle, kulturell-ethnische und weitere Säulen (siehe dazu auch das Sondervotum in Enquete-Kommission/DB 1998).

⁸ Kriterien werden hauptsächlich als Bewertungsinstrumente betrachtet. Sie können jedoch darüber hinaus auch noch weitere Funktionen erfüllen. Die Beschäftigung mit dem Inhalt der Kriterien kann das Verständnis für das Konzept nachhaltiger Entwicklung fördern, dazu motivieren, im Sinne von Nachhaltigkeit zu handeln, und auch den Konfliktlösungsprozess unterstützen (Klooz et al. 2000).

Das Kriterienset basiert auf einem integrativen Ansatz, der von Kopfmüller et al. (2001) auf der Grundlage einer umfassenden Studie zu bestehenden Indikatorensystemen und verschiedenen Interpretationen von Nachhaltigkeit entwickelt wurde. Dieser Ansatz integriert die Dimensionen der Nachhaltigkeit und formuliert Ziele für nachhaltige Entwicklung sowie Mindestanforderungen (Regeln) zur Erreichung dieser Ziele auf Basis des Gerechtigkeitspostulates.⁹ Tabelle 1 zeigt dieses System.

Tabelle 1: Ziele und Mindestanforderungen (Regeln) für eine nachhaltige Entwicklung

Ziele	Sicherung der menschlichen Existenz	Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials	Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten
Regeln	Schutz der menschlichen Gesundheit	Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen	Chancengleichheit im Hinblick auf Bildung, Beruf, Information
	Gewährleistung der Grundversorgung	Nachhaltige Nutzung nicht-erneuerbarer Ressourcen	Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen
	Selbständige Existenzsicherung	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt
	Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	Vermeidung unvertretbarer technischer Risiken	Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur
	Ausgleich extremer Einkommens- und Vermögensunterschiede	Nachhaltige Entwicklung des Sach-, Human- und Wissenskaptals	Erhaltung sozialer Ressourcen

Quelle: Nach Kopfmüller et al. (2001)

4.3 Kriterien für die Grüne Bioraffinerie

Das Kriterienset wurde im Rahmen eines interdisziplinären Expertenworkshops entwickelt.¹⁰ Interdisziplinarität war auch hier wichtig, da das komplexe Thema von einer einzelnen Disziplin nicht adäquat behandelt werden kann (Schuster 2002).

Die Veranstaltung eines Workshops in einer kleinen Gruppe macht einen direkten Austausch der ExpertInnen untereinander möglich und erlaubt interaktive Meinungsbildungsprozesse (vgl. Ropohl 1997). So können Missverständnisse sofort erkannt und geklärt und die Wissensbasis erheblich verbreitert werden (vgl. Hennen 1999; Gethmann/Grunwald 1996). Diese Punkte sind besonders dann

⁹ Dieses Ziel- und Regelsystem soll nach Kopfmüller et al. als Grundlage zur Entwicklung von Kriterien bzw. Indikatoren dienen. Die AutorInnen schlagen selbst eine Liste von Indikatoren zur Bewertung eines Industriestaates vor.

¹⁰ Die TeilnehmerInnen repräsentierten Politikwissenschaften, Verfahrenstechnik, Ökologie, Soziologie, Medizin und Kommunikationswissenschaften.

wichtig, wenn es sich wie hier überwiegend um qualitative Aussagen handelt und auch nicht kodifiziertes Wissen einbezogen werden soll.

Der Ausgangspunkt der Diskussion war ein vom Projektteam entwickelter Vorschlag in Form einer Liste von Kriterien/Indikatoren (Schidler et al. 2003). Dieser Vorschlag wurde bottom-up (problemorientiert) und top-down (zielorientiert) erarbeitet. Der bottom-up Ansatz bezog sich auch auf die Indikatorenliste aus Kopf-müller et al. (2001). Da diese ursprünglich für die Bewertung eines Staates entwickelt wurde, musste sie für die Betrachtungsebene einer einzelnen Technologie modifiziert werden. Als erstes wurde jeder Indikator auf seine Relevanz für die Grüne Bioraffinerie bzw. die betroffenen Akteure überprüft. In einem zweiten Schritt wurden diese Indikatoren vom Level eines Staates für das Level einer Technologie adaptiert. Gleichzeitig mussten Nachhaltigkeitsprobleme (entweder bekannte oder aus der Literaturrecherche resultierende) berücksichtigt werden. Ausgehend von den Nachhaltigkeitsregeln (top-down) wurden vom Team Kriterien formuliert, die die Erfüllung der Regeln durch die Grüne Bioraffinerie abbilden können. Das Resultat war eine Liste von Kriterien und Indikatoren, so umfassend wie möglich und geordnet nach dem Regelsystem.¹¹

Der Vorschlag wurde im Rahmen des Workshops diskutiert und adaptiert. Zuerst wurde die Relevanz jedes Kriteriums/Indikators von jedem/r Experten/in überprüft. Das Ziel war eine Evaluierung auf breiterer Basis und eine Verringerung der Zahl der Kriterien. Um die Vollständigkeit des Sets nicht zu gefährden, wurde die Auswahl von Schlüsselkriterien von den ExpertInnen abgelehnt. Für eine weitere Reduktion wurde vorgeschlagen, die Kriterien zu clustern. Das Ergebnis des Workshops war ein Kriteriensystem, geordnet nach Regeln, und innerhalb derer, nach den drei Clustern Anlage, Region und ihrer Schnittstelle.

Dieses System stellte sich als unpraktikabel heraus. Einige Kriterien waren unter mehr als einer Regel genannt und daher in ihre einzelnen Aspekte zerteilt. Die Grenzen zwischen den Clustern waren nicht scharf genug. Deshalb wurde die bestehende Ordnung nach Regeln aufgegeben und Cluster nach inhaltsspezifischen Gemeinsamkeiten gebildet. Während dieses Schrittes zeigten sich Probleme mit dem integrativen Zugang. Eine eindeutige Zuordnung einzelner Regeln zu nur einem Cluster war oft schwierig. In diesen Fällen wurde die Zuordnung pragmatisch vorgenommen. So konnten Doppelnennungen und inhaltliche Überschneidungen überwiegend vermieden werden. Dabei musste jedoch darauf geachtet werden, alle Aspekte eines Kriteriums wieder zu integrieren.

¹¹ Um den Bezug der einzelnen Kriterien zu den jeweiligen Regeln zu zeigen, mussten einige der Kriterien mehrmals genannt werden. Zum Beispiel das Kriterium „Bewirtschaftungsform“ (Landwirtschaft) wurde in Bezug auf Agrochemikalien unter der Regel „Schutz der menschlichen Gesundheit“ und wegen der Gefährdung der Bodenfunktionen unter der Regel „Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten“ genannt.

Der nächste Schritt war die Schaffung einer hierarchischen Struktur. Das Ergebnis war ein Set von 26 Kriterien, zusammengefasst in 14 Clustern und diese in sechs Kategorien wie in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2: Hierarchie des Kriteriensets

Kategorien	Cluster	Kriterien
A Gesundheits- und umweltrelevante Impacts	Inputströme	Gesamtenergieverbrauch und Anteil nicht erneuerbarer Energieträger an der Energiezufuhr
		Prozesschemikalien (toxische und petrochemische)
		Wasserverbrauch
	Outputströme	Emissionen in die Kompartimente Wasser Luft und Boden (durch Anlage und Transport)
		Abfälle, besonders Problemabfälle und deren Behandlung
	Risiken	Fehlertoleranz der Anlage (technische Belange)
	Landwirtschaft	Anteil extensiv bewirtschafteter Flächen (insbes. ökologisch) und die Veränderung über die Zeit
Auswirkungen der Bewirtschaftungsform wie (standortfremde) Monokulturen, Bodenverdichtung durch (erhöhten) Maschineneinsatz und Emissionen.		
Flächen	Versiegelung durch Anlagenbau und Transportwege	
B Sicherung und Qualität der Beschäftigung	Anlage	Gefährdung der Arbeitnehmer
	Akteur	Qualität der Arbeit
		Sicherung und Schaffung von (qualifizierten) Arbeitsplätzen
C Wissen	Bestehende Ressourcen	Nutzung/Weitergabe traditionellen Wissens und Erfahrungswissens
	Zu bildende Ressourcen	Notwendigkeit von Zusatzqualifikationen für die Arbeit in der Anlage oder die Rohstoffproduktion (Finanzierung)
		Begleitende Forschung im Rahmen des Betriebs der Anlage
D Regionalentwicklung	Regionalwirtschaft und -versorgung	Unterstützung der regionalen Infrastruktur
		Verbleiben der Wertschöpfung in der Region
	Kulturelle und individuelle Identität	Erhaltung der Kulturlandschaft als schützenswertes Gut
		Berücksichtigung von Tradition und Selbstverständnis der Akteure
E Akteursinteraktionen	Akteursinteraktionen	Ermöglichung gleichberechtigter Mitsprache der Akteure durch entsprechende Kooperationsformen
		Beteiligungsmöglichkeit Betroffener während Genehmigungsverfahren und Betrieb
F Wirtschaftlichkeit	Wirtschaftlichkeit der Anlage	Marktanalyse findet im Rahmen der Technologieentwicklung statt
		div. Indikatoren für die Wirtschaftlichkeit der Anlage
	Wirtschaftlichkeit aus Akteurssicht	Selbständige Existenzsicherung statt Transferzahlung
		div. Indikatoren für die Wirtschaftlichkeit aus Akteurssicht

Die interdisziplinäre Entwicklung der Kriterien sowie die Kombination von problemorientierter und zielorientierter Vorgangsweise tragen hier zu einem besseren Verständnis von Systemeffekten sowie einigen langfristigen Effekten bei. Die Auseinandersetzung mit dem Inhalt der Kriterien und die direkte Diskussionen auf Basis unterschiedlicher Expertisen unterstützen dabei die Berücksichtigung dieser Effekte in den Kriterien und damit auch bei der Entwicklung von Strategien zur Implementierung der Technologie.

4.4 Grobabschätzung auf Basis der Recherche-Ergebnisse

Der nächste Schritt war die Anwendung der Kriterien auf die Ergebnisse der Literaturrecherche und der ExpertInneninterviews. Die einzelnen Kurzberichte und die Ergebnisse der Interviews wurden integriert, indem relevante Informationen direkt den spezifischen Kriterien zugeordnet und so für das Assessment zugänglich gemacht wurden. Nach dieser Integration erfolgte eine weitere Überprüfungsrunde durch das Projektteam und den wissenschaftlichen Beirat.

Die Bewertung wurde überwiegend qualitativ bzw. deskriptiv vorgenommen. Wo es möglich war, das heißt Informationen vorhanden waren wurde folgendes Schema genutzt um Ergebnisse zu quantifizieren bzw. darstellen zu können:

Die Bewertung erfolgte nach folgendem Schema:

In diesem Bereich ...	
... wurde die richtige Richtung eingeschlagen	+ 0,5
... wurde dem Kriterium entsprochen	+ 1,0
... war keine Information vorhanden	k. l.
... wurde die falsche Richtung eingeschlagen.....	- 0,5
... wurde dem Kriterium nicht entsprochen	- 1,0

Dieses Schema erlaubt darüber hinaus auch die Aggregation der Ergebnisse. Tabelle 3 (auf der nächsten Seite) zeigt ein Beispiel für einen solchen Aufsummierungsprozess. Er basiert auf den Ergebnissen des Assessments und zeigt Werte für die Kategorie A „Gesundheitliche und umweltrelevante Impacts“. Die Formel, nach der die Aggregation vorgenommen wurde, lautet:

$K = \frac{\sum_{\text{Parameter}}}{n}$	K.....Kriterium, Cluster, Kategorie
	ΣSumme der Werte der Parameter in diesem Kriterium (oder Kriterien in diesem Cluster, oder Cluster in dieser Kategorie)
	n.....Anzahl der Bewertungen

Der Begriff „Parameter“ bezeichnet die verschiedenen Aspekte eines Kriteriums. Um zum Beispiel den Gesamtenergieverbrauch abschätzen und einordnen zu können, wurde der „Gesamtenergieverbrauch“ dem „Anteil nicht erneuerbarer Energieträgern“ gegenübergestellt.

Tabelle 3: Beispiel für einen Aggregationsprozess

Kategorie		Cluster		Kriterium		Aspekte	
Nummer	Bewertung	Name	Bewertung	Nummer	Bewertung	Nummer	Bewertung
A	(0,78)*	Input-Ströme	0,5	A.1	0,50	A.1.a	0,5
						A.1.b	0,5
				A.2	0,25	A.2.a	-0,5
						A.2.b	I
				A.3	0,75	A.3.a	0,5
						A.3.b	I
		Output-Ströme	(0,83)*	A.4	(1,00)*	A.4.a	I
						A.4.b	I
						A.4.c	k.l.
						A.4.d	I
						A.4.e	k.l.
				A.5	(0,67)*	A.5.a	k.l.
						A.5.b	0,5
						A.5.c	I
						A.5.d	0,5
						A.5.e	
		Risiken	k. l.	A.6	k. l.	A.6.a	k.l.
						A.6.b	k.l.
						A.6.c	k.l.
		Landwirtschaft	(1,00)*	A.7	k. l.	A.7.a	k.l.
A.7.b	k.l.						
A.8	(1,00)*			A.8.a	k.l.		
				A.8.b	k.l.		
				A.8.c	I		
				A.8.d	k.l.		
		A.8.e					
Flächen	k. l.	A.9	k. l.	A.9.a	k.l.		
				A.9.b	k.l.		

(...)* vorläufige Ergebnisse wegen fehlender Information

Die quantifizierende Aggregation im Falle komplexer Themen muss jedoch vorsichtig interpretiert werden. Die Anwendbarkeit hängt von jedem einzelnen Fall ab. Eine sinnvolle Möglichkeit zur Nutzung der aggregierten Werte ist es, Grenzwerte im Sinne von Nachhaltigkeit festzulegen, um so eine erste schnelle Identifizierung von Handlungsbedarf zu ermöglichen. Dies könnte beispielsweise nach folgendem Schema erfolgen:

+0,5 bis 1,0.....	kein Handlungsbedarf
0 bis +0,5.....	geringer Handlungsbedarf
-1 bis 0.....	dringender Handlungsbedarf

Auch hier werden die Ergebnisse im Sinne integrierter Wissensproduktion im Rahmen eines interaktiven, partizipativen Prozesses zusammen mit Stakeholdern zu ergänzen sein.

Erste Ergebnisse

Wegen fehlender Informationen in dieser frühen Phase der Technologieentwicklung war es nicht möglich, ein vollständiges Assessment durchzuführen, erste Resultate können jedoch gezeigt werden.

Positive Aspekte der Grünen Bioraffinerie zeigten sich im Bereich der technischen Parameter, besonders in Bezug auf Umweltaspekte. Die Erhaltung der Kulturlandschaft und der Nutzen für die regionale Infrastruktur sind hier zu nennen. Kritische Punkte sind die mögliche Intensivierung der Landwirtschaft^{12, 13} oder die notwendigen Transportwege. Der Umgang mit diesen Größen wird einen erheblichen Einfluss auf die Nachhaltigkeit der Grünen Bioraffinerie haben. Neben der Identifizierung der kritischen Punkte war auch das Aufzeigen von Unsicherheiten eines der Ergebnisse des Projektes. Unsicherheiten bestehen bei einer Reihe von Fragen, die nur auf der Basis einer konkreten Anlage und ihrer Integration in den regionalen Kontext beantwortet werden können.

Ein weiteres Ergebnis des Assessments ist die Identifizierung von Zielkonflikten. Solche zeigten sich beispielsweise im Bereich der Flächenbewirtschaftung. Ein Ziel nachhaltiger Entwicklung ist die Förderung extensiver Landwirtschaft.

¹² Kennzeichen einer Intensivierung sind unter anderem die Erhöhung des Ertrages durch Chemikalieneinsatz, erhöhter Maschineneinsatz und die Etablierung von Monokulturen.

¹³ „Verwendung extensiv produzierter Biomasse“ und „Unterstützung extensiver Landwirtschaft“ sind oft genannte Argumente der Promotoren der Grünen Bioraffinerie (Kamm et al. 2000). Jedoch gibt es keine Mechanismen, um diese Entwicklung sicherzustellen.

Die Möglichkeit, Biomasse aus Grünland¹⁴ an die Grüne Bioraffinerie zu verkaufen kann jedoch dazu führen, dass die Nutzung der Flächen zur Ertragssteigerung intensiviert wird. Das heißt, hier können Wirtschaftlichkeitsüberlegungen und das Ziel der Extensivierung ein Konfliktfeld darstellen. Darüber hinaus bildet intensive Viehhaltung¹⁵ und das daraus folgende Freiwerden von Weideflächen die Basis der Rohstoffproduktion für die Grüne Bioraffinerie. Landnutzungsüberlagerungen mit Tourismus einerseits und der Produktion weiterer nachwachsender Rohstoffe andererseits können ebenfalls ein Konfliktfeld bieten.

Eine weitere wichtige Frage ist die Rolle und Organisation partizipativer Prozesse. Ein Verständnis von Partizipation, das sich auf die Schaffung von Akzeptanz für einzelne Themen beschränkt, kann hier im Gegensatz zur Einbindung von Akteuren in Entscheidungsprozesse, wie sie in verschiedenen Nachhaltigkeitskonzepten vorgesehen ist, stehen.

Im Bereich der Regionalentwicklung können zwei potenzielle Konfliktfelder genannt werden. Die Schaffung bzw. Sicherung von Arbeitsplätzen in ländlichen Regionen ist ein wichtiges Thema, sowohl im Bereich nachhaltiger Entwicklung als auch bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Die Zahl der Arbeitsplätze, die durch die Etablierung der Grünen Bioraffinerie entstehen können, kann z. B. durch die Zusammenlegung von Betrieben verringert oder ausgeglichen werden.¹⁶ Die angesprochene mögliche Verbesserung der Infrastruktur, die ein wichtiges Ziel der Regionalentwicklung darstellt, geht oft mit einer zusätzlichen Versiegelung von Flächen, z. B. für den Straßenbau, einher. Eine möglichst geringe zusätzliche Versiegelung ist jedoch ein wichtiger Punkt, sowohl in Nachhaltigkeits-, als auch in Umwelt-, Natur- und Landschaftsschutzkonzepten.

4.5 Stakeholder-Workshops

Rip et al. (1995) formulieren treffend: „Realistic strategies for managing technology in society must consider impacts already during the development of technology, involve users and other impacted communities and contain an element of societal learning in how to co-produce technology and its impacts.“

Dieses Grundanliegen der cTA wurde bei der Planung des integrativen Nachhaltigkeits-Assessments verfolgt. Es wird den Technologieentwicklungsprozess

¹⁴ Grünland wird überwiegend extensiv bewirtschaftet.

¹⁵ Der erhöhte Anteil von Kraftfutter hat einen Rückgang der Nutzung von Weideflächen zur Folge.

¹⁶ In Regionen mit Biogaserzeugung und einem entsprechend höheren Einkommen der betroffenen Landwirte kommt es häufig zur zusätzlichen Anpachtung von kleineren (Nebenerwerbs-)Betrieben, und damit zu einer Verringerung der vorhandenen Arbeitsplätze (Eigner et al. 2004).

begleitend durchgeführt. Die Ergebnisse sollten in die Technologieentwicklung Eingang finden. Dazu ist es unverzichtbar in jedem Schritt des Assessments eng mit den Technologieentwicklern zusammenzuarbeiten. Deshalb haben Techniker an allen Workshops teilgenommen. Sie haben bei der Sammlung und Interpretation von Wissen im Rahmen der Literaturrecherche ebenso mitgearbeitet wie bei der Entwicklung der Kriterien. Darüber hinaus werden sie auch an den Stakeholder-Workshops teilnehmen, die für den nächsten Schritt geplant sind.

Diese Workshops werden auf Basis einer konkreten Pilotanlage und ihrer Einbettung in den regionalen Kontext durchgeführt werden. Dazu müssen die Kriterien weiter spezifiziert und, wenn notwendig, auf Indikatorenniveau gebracht werden.¹⁷ Diese Modifizierungen werden in der Vorbereitungsphase der Workshops durch ein interdisziplinäres Team vorgenommen werden. Geplant sind drei transdisziplinäre Workshops, in denen ExpertInnen und Schlüsselakteure/innen Lösungen zu wichtigen Fragen erarbeiten werden.

Diese Vorgangsweise verfolgt ein zweifaches Ziel. Der Hauptfokus wird auf dem Umgang mit den identifizierten Zielkonflikten liegen. Auch Interessenskonflikte der verschiedenen Stakeholder wie Industrie, Wissenschaft oder Landwirtschaft, die sich im Laufe der Workshops zeigen, sollen hier ein Forum finden. Die Intention ist es, interaktiv Handlungsoptionen zum Umgang mit bzw. zur Lösung von Zielkonflikte zu finden und darüber hinaus die Technologie im Sinne von Nachhaltigkeit zu gestalten. Um einen Interessensausgleich herzustellen, wird es notwendig sein, einige Kriterien zu gewichten. Die unterschiedlichen Sichtweisen, die zu unterschiedlichen Gewichtungen führen können, müssen ebenfalls hier diskutiert werden.

Das zweite zentrale Thema der Workshops sind die Kriterien selbst und für einige ihre Richtung (im Sinne von Nachhaltigkeit). Zum Beispiel die Richtung des Kriteriums „Nutzung traditionellen Wissens“ oder „Notwendigkeit von Zusatzqualifikationen für die Arbeit in der Anlage oder die Rohstoffproduktion (Finanzierung)“ muss vor dem Hintergrund der Bedürfnisse und Wahrnehmungen der Akteure in ihrem speziellen Kontext diskutiert werden. Die Ergebnisse werden in das Kriterienset integriert.

Eine erste Formulierung von Zielen für die Implementierung der Technologie im Sinne nachhaltiger Entwicklung erfolgte durch ExpertInnen, eine Überprüfung und Modifizierung ist in einem interaktiven Prozess geplant. Weitere Modifizierungen werden eventuell im Rahmen der weiteren Anlagenplanung bzw. Technologieentwicklung vorgenommen werden müssen (interaktive, iterative Zielformulierung und Strategieentwicklung).

¹⁷ Diese Indikatoren können auch quantitativ sein.

5 Zusammenfassung

Trotz der vielen Unsicherheiten, die im Rahmen des Assessments aufgezeigt wurden, kann festgehalten werden, dass die Grüne Bioraffinerie das Potenzial hat, zur Lösung von Nachhaltigkeitsproblemen in ländlichen Regionen beizutragen. Die Technologie stellt jedoch keine Lösung der grundlegenden Probleme der Landwirtschaft dar, da sie aktuelle landwirtschaftliche Trends wie die Intensivierung der Tierhaltung (die gegenwärtig für das Freiwerden von Grasland sorgt) nicht in Frage stellt.

In dieser Studie war das Assessment nur auf eine einzelne Technologie fokussiert. Der partizipative Prozess wird sich auch mit dem regionalen Kontext befassen.¹⁸ Wie hier gezeigt werden konnte, ist es für ein umfassendes Nachhaltigkeits-Assessment unabdingbar, alle fünf Strategieelemente zu integrieren. Um eine ganzheitliche Sicht auf das Thema zu gewährleisten, ist es weiters wichtig, in interdisziplinärem Team zu arbeiten und Stakeholder aus unterschiedlichen betroffenen Bereichen einzubeziehen. Das kann helfen, Fehler zu vermeiden und Einsichten breiter zu implementieren. Nachhaltige Entwicklung muss als dynamischer Prozess verstanden werden, der sich ändernde Bedingungen mit sich bringt. Das bedeutet es müssen Systemeffekte berücksichtigt und Entwicklungs- und Problemlösungs-Strategien entwickelt werden, die mit diesen Veränderungen kreativ umgehen. Ein (iterativer) interaktiver Multi-Stakeholder-Ansatz zur Zielformulierung stellt eine wichtige Verbindung zwischen der Antizipation von Langzeiteffekten und der umfassenden Integration von unterschiedlichen Interessen und Wissen dar. Das Konzept des integrativen Nachhaltigkeitsassessments beinhaltet interdisziplinäre Workshops, partizipative Ansätze der TA und die Integration von Betroffenen und InteressensvertreterInnen als Instrumente, um Ergebnisse im Sinne nachhaltiger Entwicklung zu erreichen.

¹⁸ Die Etablierung von Nachhaltigkeitsabschätzungen als integrierendem Bestandteil der Technikentwicklung, könnte die Zusammenführung isoliert erarbeiteter Ergebnisse aus verschiedenen Assessments erleichtern und die Behandlung grundlegender Probleme unterstützen.

Literatur

- Adensam, H., Ichikawa, M., Geissler, S. und Ganglberger, E., 2001, *Multikulturelle Bewertung von Kulturlandschaftsszenarien*, Wien: Österreichisches Ökologie-Institut.
- Belucci, S., Bütschi, D., van Eijndhoven, J., van Est, R., Gloede, F., Hennen, L., Joss, S., Klüver, L., Nentwich, M., Peissl, W. und Torgersen, H., 2000, *EUROPTA: European Participatory Technology Assessment – Participatory Methods in Technology Assessment and Technology Decision-Making*; Project report, im Auftrag von: European Commission TSER Programme, Copenhagen et al.: Danish Board of Technology <http://www.tekno.dk/pdf/projekter/europta_Report.pdf>.
- Buchgraber, K., 2001, Kann die Grünlandnutzung in Österreich auch künftig aufrecht erhalten werden?, *Wintertagung des Ökosozialen Forums*, Steiermark, 15.-16. Jänner.
- Diefenbacher, H., Karcher, H., Stahmer, C. und Teichert, V., 1997, *Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung im regionalen Bereich. Ein System von ökologischen, ökonomischen und sozialen Indikatoren*, Bd. Reihe A, Nr. 24, Heidelberg: Forschungsstätte der evangelischen Studiengemeinschaft (FEST).
- Eigner, M., Graf, G. und Marek, P., 2004, *Biogasanlagen im Vergleich*, Diplomarbeit, Kolleg ‚Erneuerbare Energien‘, Technisches Gewerbemuseum Wien.
- Enquete-Kommission/DB (Enquete-Kommission ‚Schutz des Menschen und der Umwelt/13. Deutscher Bundestag), 1998, *Konzept Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung*; Abschlußbericht, Bonn: Deutscher Bundestag.
- Fischer, F., 2000, *Citizens, Experts, and the Enviroment. The politics of lokal knowledge*, London: Duke University Press.
- Gethmann, C. und Grunwald, A., 1996, Technikfolgenabschätzung: Konzeptionen im Überblick, Bad Neuenahr-Ahrweiler: Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH.
- Haberl, H., Amann, C., Bittermann, W., Erb, K.-H., Fischer-Kowalski, M., Geissler, S., Hüttler, W., Krausmann, F., Payer, H., Schandl, H., Schidler, S., Schulz, N., Weisz, H. und Winiwarter, V., 2001, *Die Kolonisierung der Landschaft. Indikatoren für nachhaltige Landnutzung*, März, Wien: IFF.
- Hennen, L., 1999, Partizipation und Technikfolgenabschätzung, in: Bröchler, S., Simonis, G. und Sundermann, K. (Hg.): *Handbuch Technikfolgenabschätzung*, Berlin: Rainer Bohn Verlag, 565-571.
- Kamm, B., Kamm, M. und Soyez, K., 1998, Die Grüne Bioraffinerie – ein ökologisches Technologiekonzept, in: Soyez, K., Kamm, B., Kamm, M. (Hg.): *Die Grüne Bioraffinerie*, Berlin: Gesellschaft für Ökologische Technologie und Systemanalyse e.V., 4-17.
- Kamm, B., Kamm, M., Richter, K., Linke, B., Starke, I., Narodoslawsky, M., Schwenke, K. D., Kromus, S., Filler, G., Kuhnt, M., lange, B., Lubahn, U., Segert, A. und Zierke, S., 2000, *Grüne Bioraffinerie Brandenburg*, Berlin: Brandenburgische Umwelt Berichte (BUB).
- Klooz, D., Schneider, T. und Basler, E., 2000, „Kernindikatoren-Set“ und „Nachhaltigkeits-Barometer“, *Umweltpraxis* 25, 21-25.
- Kopfmüller, J., Brandl, V., Jörissen, J., Paetau, M., Banse, G., Coenen, R. und Grunwald, A., 2001, *Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet, konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren*; in Reihe: Global zukunftsfähige Entwicklung-Perspektiven für Deutschland, Berlin: Edition Sigma.
- Kromus, S., 1999, A Concept of a Decentralised Green Biorefinery for the Austrian Region of Feldbach, *The Green Biorefinery: Sustain*.

- Mühle, H., 2000, *Der Syndrom-Ansatz – eine Möglichkeit für die Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren*, Leipzig-Halle
 <<http://www.itas.fzk.de/deu/tadn/tadn002/mueh00a.htm>>.
- Pal, J., 2001, *Sozio-ökonomische Vorgaben für eine tourismusorientierte Grünlandwirtschaft in den Alpen*, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- Rip, A., Misa, T. J. und Schot, J., 1995, Constructive Technology Assessment: A New Paradigm for Managing Technology in Society, in: Rip, A., Misa, T. J. und Schot, J. (Hg.): *Managing Technology in Society. The approach of Constructive Technology Assessment*, London: Cassell Publisher.
- Ropohl, G., 1997, Methoden der Technikbewertung, in: von Westphalen, R. (Hg.): *Technikfolgenabschätzung als politische Aufgabe*, München: R. Oldenbourg Verlag, 177-202.
- Schidler, S., 2003, *Technikfolgenabschätzung der Grünen Bioraffinerie, Band 1: Endbericht*, 08/03, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung.
- Schidler, S., Adensam, H., Hofmann, R., Kromus S., Sotoudeh, M. und Will, M., 2003, *Technikfolgenabschätzung der Grünen Bioraffinerie, Band 2: Arbeitsmaterialien*, 09/03, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung.
- Schulte, E., 2000, *TA-Projekt ‚Nachhaltige Landwirtschaft und Grüne Gentechnik‘ – Fazit und Ausblick*, Basel <<http://www.bats.ch/publications/report1-01/teil1.pdf>>.
- Schuster, M., 2002, Persönliche Kompetenz als Aspekt der sozialen Dimension nachhaltiger Entwicklung, *Soziale Nachhaltigkeit: Von der Umweltpolitik zur Nachhaltigkeit?*, AK, Wien.
- Umweltbundesamt, 1998, *Nachhaltiges Deutschland: Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung*, Berlin: Erich Schmidt.
- Voß, J.-P., Bauknecht, D., Kemp, R., in print, *Reflexive Governance for Sustainable Development*, Edinburgh: Edward Elgar.