



PROFESSUR UMWELTBILDUNG

Arbeitsgruppe Ökotechnologie

Leiter, Dr Konrad Soyez

Park Babelsberg 14, Komplex 4, 14482 Potsdam

Telefon, fax. : (0049) (0331) 977 4693; 4410

E-mail : soyez@rz.uni-potsdam.de

WWW : <http://www.uni-potsdam.de/u/oekotech>

Dr. Konrad Soyez

Oberseminar "Technologische Konsequenzen der nachhaltigen Landnutzung", SS 2002

Hintergrund.

Das politische Leitbild einer (ökologisch) nachhaltigen Entwicklung (sustainable development) verlangt nach der Entwicklung und Anwendung von Ökotechnologien, d. h. von der Anpassung und Integration technischer Prozesse in die natürliche Umwelt unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer, technologischer und sozialer Randbedingungen.

Ökologische Technologie (oder Ökotechnologie) bedeutet die Einbettung jeglicher Technologie in die Biosphäre durch Nutzung der gesamten Breite der Biodiversität und in einer ganzheitlichen, gering invasiven Weise - mit dem Ziel, die menschlichen Wohlfahrt unter Beachtung ökologischer Prinzipien zu erhöhen.

Erläuterungen:

1. Einbettung: Einschluss der Technosphäre in das dynamische Gleichgewicht der Ökosphäre, ohne dieses irreversibel zu stören.

Optionen: Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Schließen der Stoffkreisläufe in der Produktion und Herstellung von biologisch abbaubaren Stoffen. Verwertung von unvermeidlichen Abprodukten in den natürlichen Zyklen nach Maßgabe der Assimilationskapazität der Ökosphäre.

2. Biodiversität: Alle bekannten und noch unbekanntem Spezies (Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen, Zellen und Zellbestandteile) einschließlich genetisch manipulierter Organismen, sofern sie Punkt 4 erfüllen.

3. holistisch, ganzheitlich, eco-zentrisch (ggs. zu anthropozentrisch), d.h. Technologie hat die Gebiete direkt und unmittelbar mit einzubeziehen, die bisher vernachlässigt wurden (Integration von Abfallbehandlung und Assimilationskapazität der Ökosphäre in natürlichen Zyklen in die Prozessentwicklung, Berücksichtigung lokaler Aspekte der Rohstoffbereitstellung und der sozialen Bedingungen). Nur die Anwendung ökologischer und technologischer Prinzipien gemeinsam führt zu einer nachhaltigen Entwicklung.

4. Invasiveness: Kriterium zur Unterscheidung zwischen harten und sanften Technologien. Harte Technologien führen zu einem nicht tolerierbaren Risiko einer irreversiblen Störung des empfindlichen dynamischen Gleichgewichts der Umweltzyklen.

5. Ökoprinzipien (Ökologische Prinzipien, Eco-Principles): Grundlegende Prinzipien (Gesetze, Heuristiken, Regeln) für die Gestaltung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen. Sie stammen aus der Beobachtung der Natur (Design-Prinzipien der Natur bei der Schaffung der vorhandenen Gleichgewichtszyklen) oder aus rationalen technologischen Überlegungen zu vernünftiger Umgangsweise unter nachhaltigen Zielen stammen.

Ökoprinzipien und ihre Konsequenzen für Technologien:

Ökoprinzip 1: Einbetten der Technosphäre in die Ökosphäre

Optionen: Schließen von Stoffkreisläufen auf ökologisch kleinstmöglichem Weg. Stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Erhaltung von natürlich gegebenen Strukturen statt Zerstörung und Neusynthese. Nutzung der Solarenergie. Produktion von bioabbaubaren Produkten. Rezyklierung nicht abbaubarer Abprodukte (wie Mineralien)

Ökoprinzip 2: Nutzung des Potentials der Biosphäre in biozentrischer Weise, Schutz der Biodiversität

Optionen: Untersuchung von Umwelteffekten aller Innovationen bereits im Forschungs- und Entwicklungsstadium. Nutzung, Pflege und Entwicklung der Assimilationskapazität der Biosphäre (Null-Emissionen sind keine unabdingbare Forderung). Nutzung der Humanressourcen aller Menschen auf sozial gerechte Weise (ungeachtet Alter, Geschlecht, Rasse, Nation)

Ökoprinzip 3: Think long term and globally, act now and locally

Optionen: Produktion zuerst für die Erfüllung der lokalen Bedürfnisse und Bedingungen (Rohstoffe, Arbeit, gewachsene Sozialstrukturen). Entwicklung von dezentralen Produktionen. Ökologisches Produktmanagement, green design. Nutzung der lokalen Bioressourcen

Ökoprinzip 4: Sicherung höchster Effektivität durch Optimierung

Optionen: Minimierung von Stoff- und Energieflüssen. Intensivierung von Prozessen. Einsatz von Biotechnologien anstelle von Chemieproduktion. Forschung steuern und Forschungsaufwand senken. Durchgängige gleichberechtigte Bearbeitung in allen Prozessstufen gewährleisten

Real erfüllen die angewendeten Technologien die Bedingungen einer Ökotechnologie nur unzureichend: Die Bereitstellung der Rohstoff- und Energieressourcen und ihre Verarbeitung einschließlich der Konsumtion führt zu erheblichen Eingriffen in das natürliche Geschehen. Auf der anderen Seite sind die Abprodukte des gesamten Reproduktionsprozesses in die natürlichen Ökosysteme zurück zu führen. Daraus ergeben sich vielfältige Anforderungen an der Schnittstelle von Geoökologie und Technologie, sowohl an die Landnutzung als auch an die Technologieentwicklung, die unter der Maßgabe der Nachhaltigkeit zu einem ökologisch, ökonomisch und sozial tragfähigen Kompromiß gebracht werden müssen.

Dazu müssen die methodischen und die sachbezogenen technologischen und geoökologischen Aspekte komplex behandelt werden. U. a. heißt das, auf geoökologisch erhobene Befunde, z.B. zum Wasserhaushalt, zur Bodenqualität, zur Regionalgestaltung, etc. technologische Angebote zu machen, wie die damit verbundenen Probleme nachhaltig gelöst werden

können. Der Technologe muß daher diese Anforderungen, der Geoökologe die technologischen Möglichkeiten kennen. Andererseits sind die aus den Forderungen an ökologischer Technologien - Kreislaufführung, Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Nutzung von Solar-energie, etc. folgenden Konsequenzen für die nachhaltige Landnutzung auf ihre Realisierbarkeit zu überprüfen und die immanenten Möglichkeiten der natürlichen Reproduktionssystem nutzbar zu machen, ohne ihre Reproduktionsfähigkeit zu nachhaltig zu beeinträchtigen.

In der Lehrveranstaltung werden komplexe Sachverhalte an Beispielen dargestellt. Bearbeitet werden folgende Themenblöcke:

- Nachhaltige Landnutzung, Bewertungskriterien
- Vorbehandlung und Ablagerung von Restabfällen
- Verwertung biogener Abprodukte
- Wasser und Abwasserreinigung
- Nachwachsende Rohstoffe in einer nachhaltigen Landnutzung,
- Bioraffinerieprozesse
- Regionalentwicklung und Stoffstrommanagement

Organisatorischer Ablauf . Nach einer Einführung in der ersten Veranstaltung werden in den nachfolgenden Seminaren vorwiegend Beiträge von den Teilnehmern zu ausgewählten Themen der Liste gehalten und diskutiert, Redezeit etwa 30 Minuten. Eine Themenliste ist angegeben; bei besonderen Interessenlagen können die Teilnehmer auch selbst Themen vorschlagen.

Zu der Themenliste sind kurze Synopsen angegeben, die die Einbindung in die Gesamtthematik erläutern sollen. Jeweils an den zwischen den Seminaren liegenden Tagen können Konsultationen vereinbart werden, um die Thematiken näher zu besprechen, Literaturangaben zu machen etc. Am Standort Babelsberg, Haus 7, Zi 108 (tel. Anmeldung s.o.) ist relevante Literatur bei der Bibliothek der Professur Umweltbildung bzw. der AG Ökotechnologie verfügbar.

Komplexe

Komplex 1: Nachhaltigkeit und ihre Bewertung

Komplex 2: Vorbehandlung und Ablagerung von Abfällen

Komplex 3: Verwertung biogener Abprodukte

Komplex 4: Wasser und Abwasserreinigung

Komplex 5: Nachwachsende Rohstoffe in einer nachhaltigen Landnutzung

Komplex 6: Regionalentwicklung und Stoffstrommanagement

Hintergrundinformationen

Komplex 1: Nachhaltigkeit und ihre Bewertung

Nachhaltige Entwicklung hat zum Ziel, die ökologische Leistungsfähigkeit des natürlichen Produktionssystems im Interesse zukünftiger Generationen zu sichern. Dafür wird Umweltpolitik nicht mehr isoliert betrachtet, sondern bezieht auch soziale, wirtschaftliche sowie friedens- und entwicklungspolitische Ziele ein.

1. Anforderungen an die Landnutzung aus der Sicht der Nachhaltigkeit. Auf der Grundlage der von der Enquete-Kommission und dem Programm der Bundesregierung für eine nachhaltige Entwicklung sollen die für die nachhaltige Landnutzung relevanten Aspekte herausgearbeitet und kommentiert werden, um daraus Ansatzpunkte für die Umsetzung in Technologien zu finden und diese Technologieoptionen als geeignet zu erkennen. Besonders zu würdigen sind die Anforderungen an den Schutz von Klima und Ozonschicht, Schutz des Naturhaushaltes und die Schonung der Ressourcen. **Literatur:** *Schritte zu einer nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung: Umweltziele und Handlungsschwerpunkte in Deutschland. Bericht der Enquete-Kommission Schutz des Menschen und der Umwelt des 13. Bundestages. Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Economica Verlag, Bonn 1994. Enquete Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Bundestags. Konzept Nachhaltigkeit - Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlußbericht 1998. Bundesregierung: Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland. BMU (Hrsg.), 2/1997. Soyez, Moser: Ecological bioprocessing - challenges in practice. Beiträge zur ökol. Technologie, Heft 1/1992.*

2. Bewertungsmethoden für die Nachhaltigkeit. Bei der Betrachtung von sowohl technologischen als auch von Maßnahmen der Landnutzung ist davon auszugehen, daß die Maßnahmen auf die unterschiedlichen Aspekte von Nachhaltigkeit unterschiedlichen, ggf. sogar gegensätzlichen Einfluß haben. Dennoch sind Entscheidungen zu treffen. Dafür ist ein Bewertungsmaßstab erforderlich, der alle relevanten Aspekte in Beziehung zueinander bringt. Dafür sind eine Vielzahl von Kriterien entwickelt worden, z.B. das MIPS-Konzept des Wuppertal-Instituts für Umwelt und Energie, das SPI-Konzepts der TU Graz, das Ökoeffizienz-Konzept von BASF. Diese Methoden sollen dargestellt und verglichen werden, um zu einer Würdigung ihrer Nutzbarkeit zu gelangen. Für das SPI-Konzept soll eine kritische Betrachtung der flächenbezogenen Erneuerungsraten aus Sicht der Geoökologie erfolgen. **Literatur:** *Thrän, D. u.a.: Nachhaltiges Stoffstrommanagement. Potsdam, 1996. Schmidt-Bleek, F.: Wieviel Umwelt braucht der Mensch. Berlin, 1994. Krottscheck, Prozeßbewertung in der nachhaltigen Wirtschaft, Graz 1995. Soyez, K.; Moser, A. (Hrsg.). Ecological bioprocessing, Beiträge zur ökol. Technologie, Heft 1, 1993.*

3. Die Umweltbewertung im DUX. Um einen schnellen Überblick über die Umweltsituation zu erhalten, der von Entscheidungsträgern der Wirtschaft und vom Bürger gleichermaßen nutzbar ist, hat das Umweltbundesamt einen Kennwert entwickelt, der in einer einzigen Zahl Entwicklungstrends der Umweltsituation in Deutschland widerspiegelt - den Deutschen Umweltindex DUX (in Anlehnung an den Aktienindex DAX). Der DUX setzt sich aus den Werten des Deutschen Umweltbarometers für Klima, Luft, Boden, Wasser, Energie und Rohstoffe zusammen. Derzeit steht der DUX bei 1505 Punkten (von 6000 möglichen). - Die Eignung der ausgewählten Umweltparameter, die Methodik des Umweltbarometers und des DUX sollen kritisch geprüft sowie eine Würdigung des Indikators für die Umweltsituation und die Geoökologie versucht werden. **Literatur:** www.umweltbundesamt.de/dux/dux.htm

4. Ökobilanzierung. Eine Ökobilanz ist die umweltbezogene Darstellung (Umweltprotokoll) eines Produktes, eines Herstellungsweges oder -verfahrens, einer Dienstleistung oder eines Produktionsstandortes. Es ermöglicht Vergleiche von Umweltwirkungen und daraus eine Optimierung von Umweltstrategien für Produzenten, politische Entscheidungsprozesse oder Marketingmaßnahmen. Die Ökobilanz ist als Instrumentarium durch die DIN/ISO 14040 geregelt, um Vergleichbarkeit sicherzustellen. - Das Instrumentarium der Ökobilanzen soll mit Bezug auf eine produktbezogene Umweltpolitik gewürdigt werden. Dazu sind die Grundlagen der Ökobilanzierung und deren Effekte auf die Ressourcenverfügbarkeit etc. darzustellen und einige ausgewählte Beispiele (veröffentlichte Ökobilanzen des Umweltbundesamtes) vorzustellen. Die Relevanz für die Beschreibung der Nachhaltigkeit soll betrachtet werden.

Literatur: www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/oekobil.htm, Umweltbundesamt Hintergrundpapier Ökobilanzen für graphische Papiere. August 2000. Koller u.a. BMBF-Bericht Mechanisch-biologische Abfallbehandlung. 10/2000 (bei AG Ökotechnologie)

5. Ökoeffizienz-Analyse: Die Anwendung der Ökobilanzmethode ist für wirtschaftliche Entscheidungen nicht geeignet, weil sie sich ausschließlich auf die Umweltdaten bezieht. So stellt sie auch unter Nachhaltigkeitsaspekt nur einen Ausschnitt dar. Für wirtschaftliche Entscheidungsprozesse wurde die sog. Ökoeffizienz-Analyse entwickelt, die Ökobilanz- und Wirtschaftsdaten gegenseitig normiert. Mit ihrer Hilfe wurden Produktentwicklungen in der stoffwandelnden Industrie gesteuert. Bekannt wurde insbesondere die Ökoeffizienz-Analyse von BASF. - Das Instrumentarium der Ökoeffizienz-Analyse soll an Hand der Literatur zusammengestellt und für einige Produktbeispiele kritisch gewertet werden.

Literatur: <http://www.basf.de/de/umwelt/oekoeffizienz>, Schmidt, I.: Ökoeffizienzanalyse der BASF (Restmüllentsorgung), Ludwigshafen, 2001.(bei AG Ökotechnologie)

6. Zusatzthema: Umweltqualität. Welche Qualität der Umwelt wir haben wollen, müssen wir selbst entscheiden - und selbst verantworten. In gewissem Umfang ist diese Frage durch den Gesetzgeber geregelt, der im Naturschutzgesetz eine nachhaltige Sicherung aller Lebensfunktionen fordert. Die konkrete Umsetzung derartiger Forderungen ist problematisch und bedarf der Zielvorgaben. - Die Formulierung der Umweltqualitätsziele soll aus Sicht der Nachhaltigkeit und der Sicherung der Leistungsfähigkeit des Ökosystems vorgenommen werden. *Literatur:* Umweltbundesamt. Formulierung regionaler Umweltqualitätsziele - Ein Leitfaden. UBA-Texte, 10/01.

Komplex 2: Vorbehandlung und Ablagerung von Restabfällen

Die Vermeidung und die Verwertung von Abfällen haben Vorrang vor der Ablagerung. Die dennoch verbleibenden Restabfälle sind so vorzubehandeln, daß sie umweltgerecht auf Deponien abgelagert werden können. Dafür sind technische Standards in der Technischen Anleitung Siedlungsabfall und in der Abfallablagerungsverordnung vom 1.3.01 vorgegeben. Diese enthält Vorschriften, die auf ihre Relevanz für eine nachhaltige Entwicklung zu prüfen sind. Weiter ist für die Ablagerung von Abfällen gemäß den Forderungen der Nachhaltigkeit zu prüfen, welche Eigenschaften derartige Materialien haben dürfen. Dazu sind Vergleiche mit den natürlichen Gegebenheiten an Standorten heranzuziehen, entsprechend der Forderung, die Assimilationskapazitäten zu nutzen und Einträge von Schwermetallen maximal in der natürlichen Schwankungsbreite zuzulassen.

6. Verankerung des Leitbildes der Nachhaltigkeit in den Umweltgesetzen am Beispiel der Ablagerungsverordnung. Die AbfAbIV vom 1.3.01 bündelt die Anforderungen an die umweltgerechte Behandlung und Ablagerung von Abfällen. Darin sind technologische Maßnahmen angesprochen und geregelt, die der kritischen Überprüfung auf Umsetzbarkeit und ökologische Relevanz bedürfen. - Zunächst sollen überblickshaft die Abfallsituation in Menge und Qualität und die vorhabenden Anlagen für die Abfallbehandlung dargestellt werden. Dann soll geprüft werden, welche Bereiche geregelt sind und wie diese Regelungen mit den Anforderungen an die nachhaltige Landnutzung übereinstimmen. **Literatur:** Thrän, D. u.a. *Abfallwirtschaft*. Frankfurt, 1998. TA Siedlungsabfall, 1993. Soyez (Hrsg.) *Mechanisch-biologische Abfallbehandlung*. Erich-Schmidt-Verlag, Berlin. 2001. www.bmu.de.deponiestief.de.

7. Deponiebau und Landschaft. Deponien sind Bauwerke unterschiedlicher Art, historisch z.B. als Verfüllungen in Senken, als flächenhafte Aufschüttungen und - nach TASI - als Ingenieurbauwerke. - Die Forderungen der TASI sind an Nachhaltigkeitskriterien zu messen, u.a. bezüglich des Gebotes der Kapselung, dem erforderlichen erheblichen Materialeinsatz, für Bodendichtung und Abdeckung (Folien, Deckmaterial). Die spezifischen Aufwandsmengen sind zu bestimmen. Die in Brandenburg anzutreffenden Deponien sind den o.g. Typen zuzuordnen, ihre landschaftsgestalterischen Wirkungen sind zu beschreiben. Ein „Leitbild Deponie“ und Möglichkeiten der Weiternutzung von Deponiestandorten nach ihrer Schließung sollten überlegt werden. **Literatur:** s.o.

8. Charakterisierung von Deponiematerial. Deponiematerial soll nach den Vorgaben der TA Siedlungsabfall erdkrustenähnlich beschaffen sein. Die Vorbehandlung hat also Eigenschaften des Abfalls hervorzubringen, die den natürlich vorkommenden Materialien ähneln. Eine der wichtigsten Kenngrößen ist die Restreaktivität des Materials, da diese zu den unerwünschten Nachwirkungen in der Deponie, wie Gasbildung, Sickerwasserbelastungen und Setzungen führt. - Von Interesse ist daher, wie sich natürliche Böden, Materialien und Standorte in bezug auf die Restaktivitäten verhalten. Dabei sind geeignete Kenngrößen und -daten aus der Literatur wie die Basal-Atmung und der CO₂-Bildung, natürliche Schwermetallgehalte und ggf. anthropogen verursachten Schadstoffgehalte zusammenzustellen. **Literatur:** 1) Soyez (Hrsg.): *Materialien der BMBF-Verbundvorhabens*, Potsdam, 2000., 2) AbfAbIV vom 1.2.01., 3) Soyez (Hrsg.) *Mechanisch-biologische Abfallbehandlung*. Erich-Schmidt-Verlag, Berlin. 2001.4), Pichler, M.: *Humifizierung bei der Rotte von Restmüll*. VDI-Schriftenreihe 15, Bd. 213.

9. Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA). Die MBA steht für sog. Kalte Verfahren der Vorbehandlung von Abfällen vor der Ablagerung im Vergleich zur Müllverbrennung als Hochtemperaturtechnologie (MVA). Sie weist gegenüber den MVA Kostenvorteile sowie bessere Flexibilität (dezentrale Anlagen) auf und ist hinsichtlich der Umweltwirkungen mit der MVA vergleichbar, wobei unterschiedliche Schadstoffe freigesetzt werden. - Vor- und Nachteile der beiden Technologien sollen erörtert werden, wobei insbesondere die Situation im Land Brandenburg als dünn besiedeltes Flächenland ins Kalkül zu ziehen ist. **Literatur:** Soyez (Hrsg.) *Mechanisch-biologische Abfallbehandlung*. Erich-Schmidt-Verlag, Berlin. 2001. Thome-Kozmiensky. *Biologische Abfallbehandlung*. 1998.

10. Methanemissionen und -methanabbau. In den Deponien entsteht Deponiegas, u.a. Methan, das in technischen Deponien bis zum Erreichen eines Minimalwertes gefaßt und verwertet wird. Bei Unterschreiten eines Minimalwertes wird die technische Verwertung beendet. Das Methan strömt dann frei in die Atmosphäre. Da Methan zu den Schadgasen mit hohem Klimapotential führt, ist seine Vermeidung wichtig. Da Methan natürlicherweise auch mikrobiell

oxidiert werden kann, ergibt sich hieraus die Chance, bei geeignetem Deponiebau eine Vermeidung von Methanemissionen der Deponie insgesamt zu erreichen.- Methanemissionen natürlicher Standorte und der Industrie sollen zusammengestellt und bewertet werden, um sie mit den Deponiegasemissionen in Menge und Qualität (Schadstoffanteile) zu vergleichen. Dem sind die Methanabbauleistungen von Mikroorganismen auf verschiedenen Substraten gegenüber zu stellen und Produktion und Abbau zu vergleichen. Die Forderungen der TASI nach einer Kapselung der Deponie ist an diesem Vermeidungspotentialö vpn Klimabelastungen zu messen. **Literatur:** *Soyez (Hrsg.): Materialien der BMBF-Verbundvorhabens, Potsdam, 2000. Soyez (Hrsg.) Mechanisch-biologische Abfallbehandlung. Erich-Schmidt-Verlag, Berlin. 2001. Tagungsmaterialien Sardinia, 1997, 1999, 2001 .Tagungsband MBA Freiberg, 2001, Kassel 2001*

11. Schlacke und Schlackeverwertung. Bei der thermische Behandlung von Siedlungsabfällen verbleiben etwa 250 kg/t Abfall als mineralische Rückstände - Schlacken und Aschen -, die verwertet oder beseitigt werden müssen. Bei derzeit 35 Tonnen Siedlungsabfällen in Deutschland sind das etwa 9 Millionen Tonnen Schlackepotentiale, aktuell etwa 3 Millionen Tonnen. Dabei wird das Material zwar den hohen Anforderungen an die Ablagerung gerecht (Glühverlust nach AbfAbIV = 5 %). Die Nutzung für wirtschaftliche Zwecke, wie im Straßenbau, stößt aber zunehmend auf Widerstand ("Flächendeponie"), da die auf lange Dicht eine Auswaschung von Schadstoffen nicht ausgeschlossen werden kann. - Untersucht werden soll, wie technische Schlacken sich im Vergleich zu natürlichen Schlacken darstellen, welche physikalisch-chemischen Eigenschaften sie aufweisen, inwieweit sich Schlacken aus der MVA in die Wirtschaftskreisläufe (Straßenbau) zurückführen lassen und ob sie mit Anforderungen natürlicher Systeme kompatibel sind.

Literatur: 1.) Wiebe, J.: Bewertung der Restabfallbehandlung. 2.) SIDAF-Schriftenreihe: Schlackequalität und Schlackezusammensetzung aus MVA. 3.) Thome-Kozmiensky, Thermische Abfallbehandlung. (alle bei AG Ökotech)

Komplex 3: Verwertung biogener Abprodukte durch Kompostierung

Kompostierung ist eine der wichtigsten Optionen der Umwelttechnologie, um biogene Abprodukte aus dem Siedlungsabfall und dem Produktionsbereich zu verwerten. Dabei wird ein Wertstoff, Kompost, erzeugt. Dieser ist in der Landwirtschaft und im Garten- und Landschaftsbau als Düngemittel und als Bodenverbesserer einsetzbar. Da er auch eine Quelle von Schadstoffen sein kann, die aus dem Rohmaterial stammen oder im Kompostierungsprozeß entstehen, bestehen Vorbehalte gegen den Einsatz von Komposten. In der Kompostverordnung ist die Kompostproduktion und -verwertung seit 1998 geregelt. Ein für die Nachhaltigkeit interessanter Aspekt besteht darin, daß Kompostierungsanlagen landschaftsverbrauchende Einrichtungen sind und zu Schadstoffemissionen (Geruch, Keime) führen.

12. Kompostierung als nachhaltige Technologie. Die Technologie der Kompostierung fußt auf Stoffwechselprozessen von Mikroorganismen, die die leicht abbaubare organische Substanz zu CO₂ und Wasser abbauen, wobei die schwer abbaubaren Biomassen nach weiteren Umsetzungsprozessen als Kompost verbleiben, der als Wirtschaftsdünger verwertet werden kann. Der Effekt der Kompostierung hängt von der Prozeßgestaltung ab. Dafür sind verschiedene Techniken im Einsatz, die von einfachen sog. Mietenkompostierungen bis zu hochtechnisierten Reaktorkompostierungen reichen. Im Vortrag soll ein Überblick über die ablaufenden

Grundprozesse (Wärme, CO₂), die Techniken und die erzielbaren Effekte gegeben werden.

Literatur: Thome-Kozmienski: *Biologische Abfallbehandlung*, 1996. *Kompendium Kompostierung*. UBA, 1998. U. Krogmann, *Kompostierung*, *Hamburger Umweltberichte*, 1996.

13. Gesetzliche Regelungen. Kompostverordnung. Die Kompostverordnung des Bundes vom 20.10.98 ist auf ihre nachhaltigkeitsbezogenen Wirkungen zu untersuchen. Dabei ist der Aspekt des Schutzes des Bodens vor dem Eintrag von Schadstoffen im Verhältnis zu den positiven Wirkungen der Humusbildung und dem möglichen Ersatz von - ebenfalls mit Schwermetallen belasteten - mineralischen Düngemitteln zu untersuchen. *Literatur:* *Bioabfallverordnung* www.bmu.de. *Diskussionsmaterialien der Bundesgütegemeinschaft Kompost*. *Kompendium Kompostierung*. Hrsg. Umweltbundesamt, 1996. Thome-Kozmiensky, K.: *Biologische Abfallbehandlung*. Berlin, 1996.

14. Umweltwirkungen der Kompostierung. Die verschiedenen Kompostierungstechnologien wie Mietenkompostierung, Boxen - oder Hallenkompostierung etc. sind auf ihre landschaftsbeeinflussenden Eigenschaften zu überprüfen, d.h. ihren spezifischen Flächenverbrauch, ihre Auswirkungen auf die Emissionen und die ästhetische Komponenten. Einzu beziehen sind die in Brandenburg favorisierten Varianten der Feldrandkompostierung und der Flächenkompostierung. *Literatur:* Thome-Kozmiensky. *Biologische Abfallbehandlung*. Berlin, 1995.

15. Technologiebetrachtung kombinierte Kompostierung und Gewächshausproduktion. Das kombinierte Verfahren, das auf die Nutzung von Kompost-CO₂ für die Pflanzendüngung im Gewächshaus-Gartenbau in einem Kreislaufsystem abzielt, ist auf seine ökologische Relevanz im Vergleich zum Einsatz von Erdgas und Abgasen zur Pflanzendüngung zu untersuchen. *Literatur:* Soyez u.a.: *Abschlußbericht des Forschungsvorhabens Kombinierte Kompostierung und Gewächshausproduktion Potsdam*, 1997.

Komplex 4: Wasser und Abwasserreinigung

Wasser stellt eine der Hauptressourcen dar und ist als Lebensmittel sowie für alle technische Prozesse unverzichtbar. Die Wasserressourcen müssen daher geschätzt und effektiv verwendet werden. Brandenburg ist trotz seines Reichtums an Oberflächengewässern eine Region mit negativer Wasserbilanz. Als wesentliche Gegenmaßnahme ist es neben sparsamem Wasserverbrauch erforderlich, die hier anfallenden Niederschläge und die natürliche Wasservorkommen so lange wie möglich im Land zu halten, statt sie - wie bisher - über die sog. Vorfluter schnell abzuführen. Das verlangt u.a. einen Vorzug der dezentralen Abwasserbehandlung in kompakten Kleinkläranlagen oder in Teichkläranlagen mit anschließender Verrieselung gegenüber den zentralen Varianten in Großkläranlagen, bei zugleich geringeren Kosten und die enge Kreislaufführung des Wassers in der Wirtschaft, einschließlich der Landwirtschaft. Dabei sind die regionalen bzw. örtlichen Gegebenheiten umfassend zu berücksichtigen.

16. Zentrale und dezentrale Abwasserreinigung. Die biologische Abwasserreinigung ist eine seit über 100 Jahren etablierte Technik. Bevorzugt werden in zentralen Anlagen die Abwässer zusammengeführt und gereinigt. Nachteil ist der hohe Investitionsaufwand sowie die Notwendigkeit, Leitungssysteme zu verlegen und zu unterhalten. Der Wasserhaushalt wird ungünstig beeinflusst, da das Wasser aus der Region abgeführt wird und dort fehlt. Als alternative werden dezentrale Kleinkläranlagen sowie Pflanzenklärsystem eingesetzt. Beide Optionen der Abwasserreinigung weisen Vor- und Nachteile auf, die für den jeweiligen Einsatz von Bedeutung sind. - Zunächst sollen Daten zur Wassersituation zusammengetragen werden und

einige Hypothesen zum nachhaltigen Umgang mit Wasser aufgestellt und diskutiert werden. Zur Entscheidungsfindung sollen Überlegungen angestellt werden. Das schließt eine kurze Darstellung des Wirkprinzips der Abwasserreinigung ein. Danach sollen insbesondere die Effekte der beiden Technologien für die Landschaftsgestaltung und für den Wasserhaushalt in der jeweiligen Region dargestellt werden und ggf. Vorzugsvarianten überlegt werden. Zu berücksichtigen sind auch landeskulturelle und ästhetische Gesichtspunkte. **Literatur:** *Leitfaden Abwasserreinigung des MLUR Brandenburg.. Soyez, Wischnewski, Studie Pilotprojekt Dezentrale Abwasserreinigung in Brandenburg, 1996. Schirmer, Abwasserreinigung. Basler & Partner. Energetische Optimierung von Abwasserreinigungsanlagen. In: Nachhaltige Entwicklung im Land Brandenburg. Forschungstexte des BUFZ, Nr. 1, 1997.*

17. Pflanzenkläranlagen. Pflanzenkläranlagen sind Kläranlagen mit emersen Sumpfpflanzen und zählen zu den naturnahen Verfahren zur Abwasserbehandlung, in Europa überwiegend zur Reinigung von häuslichem Abwasser, in USA und Australien zur Schönung sowie zur Nährstoffentnahme biologisch gereinigtem Abwasser. Die Einsatzmöglichkeiten in Europa liegen im Bereich der Kleinkläranlagen bis 50 Einwohner und der kleinen Kläranlagen bis ca. 1.000 Einwohnern. Diese Obergrenze ergibt sich aus dem hohen Flächenbedarf, der für Pflanzenkläranlagen in einem ähnlichen Bereich liegt wie für unbelüftete Teichkläranlagen (Hektarbereich). Pflanzenkläranlagen vermeiden die Ableitung des Abwassers aus der Region. Zu beachten sind Hygieneaspekte. - Die Technologie der Pflanzenkläranlage sowie die mögliche Reinigungseffekte einschließlich der Grenzen der Anwendung (Fläche, Geruch, Landschaftsbild) sollen diskutiert werden, um eine Einschätzung über die Breitenanwendung der Pflanzenkläranlagen in Europa und in Entwicklungsländern zu erhalten. **Literatur:** www.lrz-muenchen.de/~skript_wga/h_6_8_4.html (dort auch weitere Literatur), <http://www.ufz.de/stab/oea/presse/pka.html> (Ufz-Projekt in Mexiko)

18. Grauwassernutzung Einmalig verwendetes und dadurch leicht verschmutztes Trinkwasser muß nicht als Abwasser verloren gehen. Es kann mehrfach genutzt werden - für Zwecke, wo Trinkwasserqualitäten nicht erforderlich sind. Voraussetzung dafür ist die Aufbereitung dieses Wassers als sogenanntes Grauwasser in technische Anlagen, die eine Entkeimung und Konditionierung gewährleisten. Grauwasseranlagen werden industriell gefertigt. Ihre Effekte auf eine nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen soll betrachte und diskutiert werden. **Literatur:** Ackermann, Rosenhagen: *Grauwasseraufbereitungsanlagen und Nachhaltigkeit. Forschungstexte des BUFZ, 5(1999).* **Technikanbieter:** www.Hans-zucker-GmbH.de

19. Klärschlammverwertung. Klärschlamm fällt bei der Abwasserreinigung an Er besteht aus biogenem Material, enthält aber auch erhebliche Mengen an Schwermetallen und weiteren Schadstoffen. Seine Verwertung stellt die Wasserwirtschaft vor große Probleme. Herkunft und Eigenschaften des Klärschlammes sollen dargestellt werden. und die derzeitigen und zukünftigen verwertungsoptionen vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Landnutzung und im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen (Klärschlammverordnung) diskutiert werden. **Literatur:** Thome-Kozmiensky: *Klärschlamm Entsorgung. 1999. Brodde: Landwirtschaftliche Klärschlammnutzung im Landkreis Ostprignitz-Ruppin. Forschungsbericht, MUNR Brandenburg, 1998. Klärschlammverordnung* http://www.bmu.de/sachthemen/abfallwirtschaft/bmu_stadt/pdf/klaerschlamm-v.pdf

20. Rieselfelder. Seit den Jahrhundertwende wurde in Berlin und andernorts Abwasser aus den Ballungsräumen in die ländliche Umgebung abgeleitet und in sogenannten Rieselfelder verrieselt, was auf den Berliner Sandböden sehr effektiv erfolgte. Die Rieselfelder wurden mit großem Erfolg landwirtschaftlich genutzt. Neben Flächenverbrauch und Landschaftsumgestaltung führte die langjährige Verrieselung zu Anreicherungen von Schadstoffen im Boden. - Die

ökologischen Effekte dieser Landnutzungsform sollen am Beispiel der Berliner Rieselfelder dargestellt werden. **Literatur:** Soyez, *Biotechnologie, Werkstatt des Lebens*. Leipzig, 1990. Blumenstein u.a., *Arbeitsgruppe Stoffdynamik in Ökosystemen. Rieselfelder Berlin*.

Komplex 5: Nachwachsende Rohstoffe in einer nachhaltigen Landnutzung, Bioraffinerieprozesse

An die Landnutzung wird unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit die Forderung gestellt, zunehmende Mengen an nachwachsenden Rohstoffen bereitzustellen. Diese müssen wirtschaftlich herstellbar sein und Forderungen der verfügbaren Agrartechnik erfüllen. Gleichzeitig stehen Nachhaltigkeitsforderungen, die z.B. auf die biologische Vielfalt ausgerichtet sind, die Monotonie des Anbaus vermeiden etc., eine umweltgerechte Landbewirtschaftung sicherstellen.

21. Anforderungen an die nachhaltige Produktion von nachwachsenden Rohstoffen. Es soll untersucht werden, welche Anforderungen gestellt werden müssen, wenn nachwachsende Rohstoffe umweltgerecht nachhaltig angebaut werden sollen. Die seitens der Landwirtschaft und Industrie vorgetragenen Standpunkte dazu sollen überprüft und bewertet werden. **Literatur:** Soyez, *Internes Thesenpapier zu nachwachsenden Rohstoffen*. Universität Potsdam, 1998. K. Großkopf, *Anbau von nachwachsenden Rohstoffen. Fachtagung Biowertstoffe, Nachwachsende Rohstoffe in Brandenburg. Oranienburg, 1998.*

22. Schilfanbau und Schilfnutzung bei der Sanierung von Niedermoorstandorten mit kommunalem Abwasser. Zum Management der Wiedervernässung von Standorten wird der Anbau von Schilf als eine Möglichkeit angesehen, weil diese Pflanze als nachwachsender Rohstoff als auch als ökologischer Standortfaktor zu betrachten ist. Unter Nutzung einer Studie der Universität Greifswald soll geprüft werden, ob die wirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen an Schilf unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit in Übereinstimmung zu bringen sind. **Literatur:** *Succow (Hrsg.: Forschungsbericht der Universität Greifswald. Nachhaltigkeit der Landnutzung. Eberswalder forstwissenschaftliche Schriften. Berlin, 1996.*

23. Grüne Bioraffinerie. Die Grüne Bioraffinerie ist eine neuentwickelte Technologie zur Nutzung von Gras aus Extensiv-, Intensiv und Naturschutzstandorten zur Herstellung von Biowertstoffen und von Milchsäure als Ausgangsstoffe für bioabbaubare Kunststoffe. An Hand der Verfahrensbeschreibung, der Integrationsmöglichkeiten in die Landwirtschaft und die Produktverwertung soll geprüft werden, wie die Technologie in das Konzept der nachhaltigen Landnutzung paßt und welche Fehlstellen ggf. noch zu schließen sind. **Literatur:** Soyez, K. Kamm, B.; Kamm, M. (Hrsg.): *Grüne Bioraffinerie. Beiträge zur ökol. Technologie, Bd. 5, 1998.*

24. Biotechnische Produktion von Chemikalien. Die biotechnische Produktion von Chemikalien aus nachwachsenden Rohstoffen kann die bisher auf fossilen Quellen basierte Chemieproduktion mit möglichen Effekten für die Umwelt ablösen. Dazu müssen die verfügbaren Technologien weiterentwickelt und konkurrenzfähig zur Erdölchemie gemacht werden. Welche Optionen bestehen und welche Konsequenzen das für die Landschaftsgestaltung haben würde, soll an Hand von Beispielen abgeschätzt und diskutiert werden. **Literatur:** Soyez, *Biotechnologie. Werkstatt des Lebens*. Leipzig, 1990. Umweltbundesamt: *Substitution chemisch-technischer Prozesse durch biotechnische Verfahren am Beispiel ausgewählter Grund- und Feinchemikalien. UBA-Texte 16/01.*

25. **Biogasproduktion.** Biogas stellt ein Produkt der Vergärung von pflanzlichem Material dar. Seine Entstehung ist ein natürlicher Prozeß. In der technischen Anwendung dient es vorwiegend zur Verwertung von biogenen Abprodukten der Landwirtschaft und Tierhaltung, insbesondere im Bereich der Gülleverwertung. Die Technologie der Biogasproduktion soll ermittelt und die Einsatzgebiete landwirtschaftlichen Betrieben als Beitrag der Energieerzeugung in weitgehend geschlossenen Stoffkreisläufen dargestellt werden. **Literatur:** *Soyez, Biotechnologie. Werkstatt des Lebens. Leipzig, 1990. Markert, H.: Vorzugsvarianten der Biogasproduktion. 2000. TA-Nachrichten, März 2001, S. 116-118.*

Komplex 6: Regionalentwicklung und Stoffstrommanagement

Der Stoffhaushalt von Regionen umfaßt den natürlichen Kapitalstock und die anthropogenen Stoffflüsse, die mit dem Leben und der wirtschaftlichen Tätigkeit verbunden sind. Er ist so zu gestalten, dass die Anforderungen der Nachhaltigkeit erfüllt werden. Dazu ist zunächst seine Kenntnis erforderlich. Die einzelnen Stoffflüsse sind auf ihre Relevanz für die Region zu bewerten. Die Reduzierung der Stoffströme ist eine der wichtigsten Forderungen an die ökologische Technologie, weil nicht nur deren Umweltbelastungen durch Toxizität etc., sondern deren Nutzung an sich bereits Umweltbelastungen durch Gewinnung, Transport und Abprodukte hervorrufen.

26. Regionaler Stoffhaushalt in strukturschwachen Regionen. Am Beispiel eines Stoff-/Produktstromuntersuchung in einem strukturschwachen Landkreis in Brandenburg sollen die Methodik geklärt und Ansatzpunkte für die Verringerung der Stoffströme aufgezeigt werden. Das ist mit der Situation in einer hochindustrialisierten Region zu vergleichen. Spezielles Augenmerk soll auf die nachhaltige Nutzung der nachwachsenden Ressource Holz gerichtet werden. **Literatur:** *Baccini, P.: Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung, Steuerung. Heidelberg, 1993. Thrän, D.: Nachhaltiges Stoffstrommanagement. Forschungsbericht, Universität Potsdam, 1996 und 1998. Bringezu, S.: Stoffströme im Ruhrgebiet. Wuppertal, 1996. Rat der Sachverständigen für Umweltfragen. Konzept für eine dauerhaft umweltgerechte Entwicklung ländlicher Räume. Sondergutachten, Bonn, 1996. Thrän, Soyez (Hrsg.) Stoffhaushalt ländlicher Regionen. BUB 9, 2000. Thrän: D.: Stoffstrommanagement in ländlich strukturschwachen Regionen., Schriftenreihe Bauhaus-Universität, Heft 07, 2001*