Veröffentlichungen der Leipziger Ökonomischen Societät e.V.

Tagung der Leipziger Ökonomischen Societät e. V.
Arbeitsgruppe Landwirtschaft

am 27. Juni 2004
an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich 3 in Leipzig

„Wege vom Landwirt zum Energiewirt“

Heft 18

Herausgegeben von der Leipziger Ökonomischen Societät e.V. Leipzig
Redaktion: Dr. B. Flemig
Typoskript: Dr. B. Flemig

Postanschrift:
Universität Leipzig
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Marschnerstraße 31, Postfach 7
04109 Leipzig

Nachdruck, auch auszugsweise Veröffentlichung nur mit schriftlicher Genehmigung der Leipziger Ökonomischen Societät

© 2004

Vorwort

Wege vom Landwirt zum Energiewirt – mit diesem Thema stellte sich die Leipziger Ökonomische Societät, Arbeitsgruppe Landwirtschaft, aktuellen Entwicklungstrends und zugleich auch Notwendigkeiten zur möglichen finanziellen Stabilisierung landwirtschaftlicher Unternehmen in einer gut besuchten Tagung am 27. 05. 2004 in Böhlitz-Ehrenberg (Leipzig).

Schwerpunkte der Tagung waren die Biogaserzeugung in landwirtschaftlichen Betrieben, die Nutzung schnellwachsender Holzarten (am Beispiel der Weiden) zur Energiegewinnung und Möglichkeiten von Photovoltaik in der Landwirtschaft.

Den Auftakt der Veranstaltung bildete die Besichtigung der Anfang des Jahres 2004 in Betrieb genommenen Biogasanlage der Gundorfer Agrargemeinschaft e. G. am Stadtrand von Leipzig. In der Hauptsache werden in dieser Anlage die Gülle von 1600 Rindern und Futterreste vergoren, um Heizenergie für den Eigenbedarf, insbesondere aber um Elektroenergie zu gewinnen, welche in das öffentliche Netz eingespeist wird.

Mit dem Besuch dieser Anlage bewegten sich die Teilnehmer der Veranstaltung auf historischem Boden, wurden doch schon 50 Jahre vorher im damaligen Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitsökonomik Gundorf Versuche zur Gewinnung von Biogas unternommen, welche aber an technischen Problemen gescheitert sind. Zur Zeit arbeiten in Deutschland etwa 2000 Biogasanlagen, der beste Beweis dafür, dass die bestehenden technischen Probleme gelöst werden konnten.

Mittelfristig ist mit einer Verdopplung der Anzahl von Biogasanlagen zu rechnen. Dafür hat der Gesetzgeber mit Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) Mitte des Jahres 2004 gute Voraussetzungen geschaffen. Neue Anlagen werden in starkem Maße auch nachwachsende Rohstoffe in Form von Erntegut aus Feld- und Grünlandwirtschaft einsetzen. Das EEG sieht dafür einen Bonus von 6 ct je kWh vor. Außerdem werden auch die Kraft-Wärme-Kopplung und die Einspeisung von Solarstrom in öffentliche Energienetze finanziell begünstigt.

Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe, organischer Reststoffe und der Sonnenenergie mit dem Ziel, die Ressourcen an fossilen Brennstoffen zu schonen, sind zukunftsträchtige Möglichkeiten landwirtschaftlicher Unternehmen, für die Gesellschaft und für das eigene Unternehmen positive Effekte zu erreichen. Für die Landwirtschaftsbetriebe geht es dabei um die Verwertung und Nutzung des Kulturbodens über den Anbau von Energiepflanzen, die Verwertung möglichst vieler organischer Reststoffe und damit den Aufbau eines verlässlichen weiteren Standbeines, um auch in Zukunft das Einkommen der Unternehmen zu sichern.

Die Leipziger Ökonomische Societät bedankt sich bei Herrn Dr. Hartmut Kubon für die sehr informative Führung durch die Biogasanlage in Gundorf, bei Frau Dr. Kerstin Jäkel und Frau Dr. Antje Wagner sowie Herrn Prof. Dr. Albrecht Krummsdorf dafür, dass sie die auf der Tagung gehaltenen Referate in überarbeiteter Form zur Veröffentlichung zur Verfügung gestellt haben.

Gotthard Kretzschmar

Inhalt

Biogasanlagen in der Praxis 5
Frau Dr. Kerstin Jäkel,
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich 3, Leipzig

Erhebung zum Potential an vergärbaren organischen Reststoffen im Südraum Leipzig 14
Frau Dr. Antje Wagner,
Albrecht-Daniel-Thaer-Institut für Agrarwissenschaften e. V. an der Universität Leipzig

Die Rostocker Weidensortimentsprüfung – Möglichkeiten ihrer stofflichen und energetischen Nutzung 24
Herr Prof. Dr. em. Albrecht Krummsdorf,
Universität Rostock

Biogasanlagen in der Praxis

von
Kerstin Jäkel

1 Allgemeine Angaben zur sächsischen Biogasproduktion

In Sachsen gibt es derzeit über 30 Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Bereich und in der verarbeitenden Nahrungsmittelproduktion. Vereinzelt fallen hierunter auch kommunale Biogasanlagen. Sieben weitere Anlagen stehen unmittelbar vor der Fertigstellung. Alle Angaben dieses Berichtes beziehen sich auf einen Zeitraum bis August 2003.

Aus der nachfolgenden Karte können die Standorte der Biogasanlagen entnommen werden.

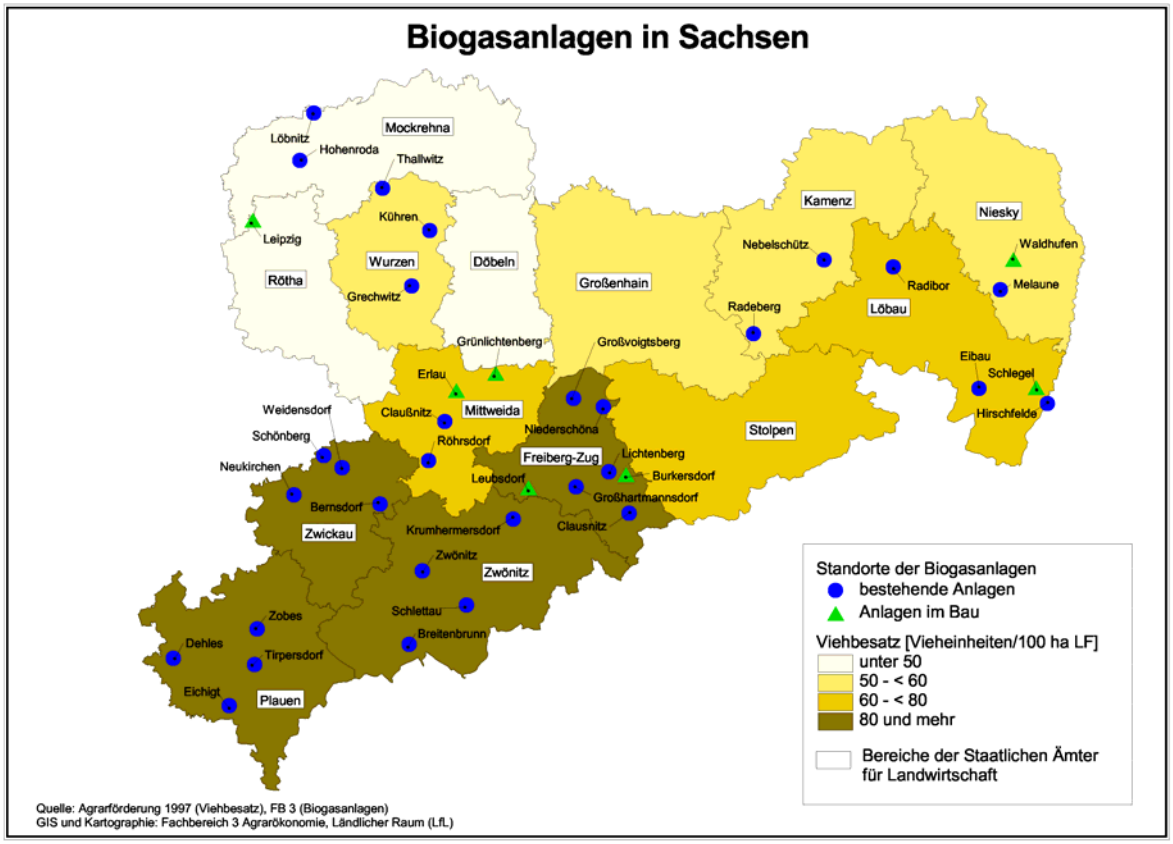


Abbildung 1: Biogasanlagen in Sachsen

Die Anlagen haben folgende installierte elektrische Leistungen:

bestehende Anlagen	10.671 kW_{el}
Anlagen im Bau	750 kW_{el}
Anlagen gesamt	11.421 kW_{el}

Mit dieser installierten elektrischen Leistung können etwa 20.000 Haushalte mit Strom versorgt werden. Geht man in Deutschland von einer installierten Leistung zwischen 160 und 250 MW_{el} aus, so trägt Sachsen mit 4,3-6,8 % zur installierten elektrischen Leistung Deutschlands bei. Die Anzahl an Biogasanlagen ist jedoch deutlich geringer als in den alten Bundesländern. Daraus wird deutlich, dass in Sachsen vor allem große Anlagen gebaut wurden.

Die bestehenden Anlagen können nach dem Hauptsubstrat in Verarbeitungsrichtungen mit der entsprechenden installierten Leistung wie folgt unterteilt werden:

Rindergülle:	7.621 kW_{el}
Schweinegülle:	979 kW_{el}
Lebensmittelverarbeitung:	210 kW_{el}
Abfallverarbeitung:	1.101 kW_{el}
Klärschlamm/Abfallverarbeitung:	760 kW_{el}

Von den angegebenen 30 Biogasanlagen wurden für die folgende Untersuchung 20 landwirtschaftliche Biogasanlagen, davon 14 Anlagen mit Milchproduktion, 1 Anlage mit Bullenmastproduktion und 5 Schweineproduktionsanlagen ausgewählt und näher betrachtet.

2 Rahmenbedingungen

Dass sich die Biogasproduktion und –nutzung in den letzten Jahren so stark entwickelt hat, ist entscheidend auf die politischen Rahmenbedingungen zurückzuführen. Nachfolgend werden die Vorteile aber auch die Grenzen aufgeführt.

Vorteile für die Volkswirtschaft

- Schonung der Rohstoffressourcen
- aktive Mitwirkung am Umweltschutz
- dezentrale Energieversorgung
- geringere Geruchsemission
- speicherbare Energiequelle
- kontinuierlich verfügbar

Vorteile für die Landwirtschaft

- Energiegewinn
- wirtschaftliche Stabilisierung
- höhere Akzeptanz landwirtschaftlicher Betriebe in der Bevölkerung
- verbesserte Gülleeigenschaften

Vorteile durch die Behandlung der Rohgülle

- gezieltere Düngung möglich
- Gülle wird homogener und dünnflüssiger
- höhere Pflanzenverträglichkeit
- geruchsärmere Gülle entsteht

- Absenken der Nährstoffverluste bei optimaler Ausbringung

Um die genannten Vorteile auch auszunutzen und zu erreichen, wurden zahlreiche Programme des Bundes und der Länder aufgelegt. An Hand der nachfolgend dargestellten Förderungen kann eine verstärkte Investitionsleistung in Biogasanlagen nachvollzogen werden.

Förderprogramme - Bund

- Stromeinspeisegesetz von 1990 (geändert 1998)
- EEG vom 29.03.2000
- KfW Programm
- AFP 2003
- EEG vom 01.08.2004

Förderprogramme - Sachsen

- Einzelförderung 1999
- RL 51 (Dez. 2000 – Zuschuss von 30 %)

Begrenzende Faktoren

- Gefahren entstehen durch Abgase, Lärm und Unfälle (Explosion, Brand).
- Technisch gibt es noch Reserven.
- Nutzung der Wärmeenergie muss noch verbessert werden.
- Abfallentsorgung ist in der Landwirtschaft kaum möglich.

Begrenzend wirken folgende rechtliche Rahmenbedingungen:
- Immissionsschutzrecht,
- Düngemittelrecht u. Düngemittel VO,
- Bioabfall VO.

Aus betrieblicher Sicht sollten folgende wichtige Kriterien geprüft werden:
- Standortsicherheit,
- Liquidität des Unternehmens,
- Stand der baulichen u. technische Anlagen der Tierproduktion,
- Rohstoffaufkommen,
- Gewinnerwartung.

3 Verfahrenstechnik

Um die Größe der Biogasanlagen zu charakterisieren dient nachfolgende Abbildung.

In der Abbildung 2 wird die Größe der sächsischen Biogasanlagen nach Tierbestand, Reaktorvolumen und installierter elektrischer Leistung dargestellt. Die schweinehaltenden Betriebe sind deutlich kleiner als die Milchviehbetriebe, die kleinsten Betriebe haben einen Tierbestand von 300 GV und der größte von 850 GV. Die Größe der rinderhaltenden Biogasbetriebe beginnt bei 500 GV, der größte Betrieb verfügt über 1.950 GV, der Durchschnitt liegt deutlich über 1.000 GV. Der Durchschnitt der installierten elektrischen Leistung aller Anlagen liegt bei 290 kW. Bei einem im Vergleich zu den anderen Anlagen engen Verhältnis von Tierbestand und installierter Leistung (Anlagen 7, 9, 17 und 20) kann von einem hohen Einsatz von Kofermenten ausgegangen werden.

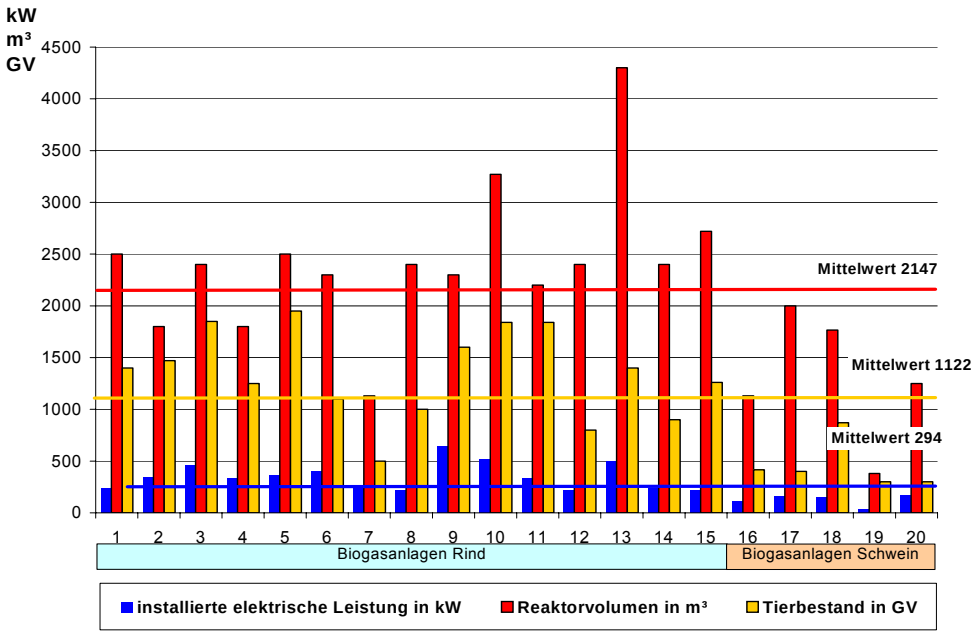


Abbildung 2: Tierbestand, Reaktorvolumen und installierte elektrische Leistung

Vorgrube

Je nach Menge an Kofermenten wird dem Biogasfermenter häufig eine Vorgrube (in 60 % der Anlagen) zur Annahme und besseren Durchmischung der Substrate vorgeschaltet.

Reaktor/Fermenter

In Sachsen werden drei typische Reaktorbauarten verwendet. Insbesondere große Milchviehanlagen mit geringem Anfall an Kofermenten verwenden den Reaktortyp einer Doppelkammer (Prinzip Pfefferkorn). Dieser Reaktortyp nimmt eine Zwischenstellung zwischen Pfropfenströmer und voll durchrührten Reaktoren ein. Mit 70 % der Anlagen haben die voll durchrührten Reaktoren den weitaus größten Anteil an den Reaktorbautypen.

Bei der **Beheizung** der Fermenter werden hauptsächlich Wandheizungen oder Wand- und Fußbodenheizungen eingesetzt. Aber auch externe Wärmeüberträger bzw. Durchlauferhitzer sind im Einsatz.

Gasspeicher

Die Technik der Gasspeicherung ist recht vielfältig, vor allem was den eigentlichen Ort der Gasspeicherung betrifft. Grundsätzlich wird das Gas immer in einer Art Folie gespeichert, die jedoch auf Grund des unterschiedlichen Lagerortes unterschiedlichen Bedingungen genügen muss. Die Größe des Gasspeichers ist für einen kontinuierlichen Prozess von Bedeutung. Die meisten Anlagenbetreiber berechnen die Größe des Gasspeichers nach der Wartungszeit des BHKW´s. Fällt das BHKW für längere Zeit aus, muss das Gas mittels Gasfackel verbrannt oder in die Atmosphäre abgelassen werden.

BHKW

Die technischen Kennzahlen der Motoren haben einen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung. Der Gasverbrauch des Motors in m³/kWh

(~ 0,5 m³/kWh), die erzeugte Energiemenge in kWh/m³ Gas und der Wirkungsgrad sind entscheidend für eine hohe Energieausbeute, insbesondere an elektrischer Energie. Auch die **Wartungszeiten** haben eine hohe Bedeutung. Sie müssen in so kurzer Zeit erledigt werden, dass der vorher entleerte Gasspeicher das in dieser Zeit anfallende Gas vollständig speichern kann.

Bei der Gasverwertungstechnik herrschen Gas-Otto-Motoren vor (55 % der Anlagen). Bei Verwendung von Gas-Otto-Motoren ist meist nur ein Aggregat vorhanden. Deshalb muss bei der Planung das Gasaufkommen gut mit der installierten elektrischen Leistung abgestimmt werden. 40 % der Betriebe verwenden Zündstrahlmotoren mit zwei oder drei Aggregaten.

Schwefelwasserstoffreduzierung

Die Schwefelwasserstoffreduzierung ist von besonderer Bedeutung, um die Lebensdauer der BHKW´s zu erhöhen bzw. um einen störungsfreien Betrieb der BHKW´s überhaupt zu gewährleisten. Zündstrahlaggregate reagieren empfindlicher auf Schwefelwasserstoff als Gas-Otto-Motoren. Die BHKW-Hersteller geben entsprechende Grenzen an, die je nach Aggregat unterschiedlich sind. Allgemein kann man sagen, je niedriger der Schwefelwasserstoffgehalt ist, desto besser ist eine schadfreie Gasverwertung. Die Höhe an H_2S sollte unter 250 ppm liegen.

Wärmenutzungsgrad

Wie bereits bekannt, ist der Wärmenutzungsgrad der anfallenden BHKW-Abwärme nur unbefriedigend. Im Durchschnitt werden nur 30 % der zur Verfügung stehenden Wärme genutzt. Im Allgemeinen ist der Wärmebedarf in den Milchviehanlagen sehr unterschiedlich, wodurch auch der Wärmenutzungsgrad der Biogasanlagen sehr unterschiedlich ist. In den schweinehaltenden Betrieben wird im Gegensatz zur üblichen Meinung weniger Wärme verwendet. Nur Betriebe, die ihre Wärmenutzung auf Wasserbasis ausgelegt haben, können von der erzeugten Biogaswärme profitieren.

Noch bestehende technische Probleme

Von den 20 landwirtschaftlichen Biogasanlagen in Sachsen konnte bei einer Anlage kein kontinuierlicher Prozess erreicht werden. Eine weitere Anlage kann auf Grund eines Planungsfehlers, nur eine wesentlich geringere Menge an Substrat gegenüber der geplanten Einsatzmenge verarbeiten. Bei allen anderen Anlagen wurde nach der Einlaufphase und den damit verbundenen Anfahrproblemen ein kontinuierlicher Biogasprozess erreicht.

Hauptproblemfeld der Biogaserzeugung ist nach wie vor das **Blockheizkraftwerk (BHKW).** Das BHKW wird von den Biogasanlagenbetreibern am häufigsten bei technischen Störungen aufgeführt.
Eine weitere Schwachstelle können die **Rührwerke** sein. Hier kommt es gelegentlich zu Seilrissen und Motorenschäden. Auf eine richtige Dimensionierung der Rührwerke muss unbedingt geachtet werden.
Die häufigsten Störquellen am **Reaktor** selbst treten durch Risse oder Perforationen am Beton oder durch verstopfte bzw. falsch betriebene Fermenter auf. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass sich ansammelnde Sinkschichten im Behälter maschinell entfernen lassen. Die Behälterinnenwand muss für das aggressive Gemisch aus Gülle und Biogas ausgelegt sein. Bei einigen Anlagen kommt es nach

wenigen Betriebsjahren zur massiven Zerstörung der Betonbehälter, wenn die vorgegebenen Schutzmaßnahmen nicht eingehalten wurden.

Die Spanne der Ausfallzeiten in den Anlagen reicht von wenigen Stunden pro Jahr für die Wartung der BHKW`s bis zu mehreren Monaten, wenn am Reaktor eine Reparatur durchgeführt werden muss.
Trotz der noch auftretenden Mängel kann die Biogaserzeugung als Stand der Technik betrachtet werden, die Technologie zur Erzeugung von Biogas ist ausgereift.

4 Die Wirtschaftlichkeit der sächsischen Biogasanlagen

Bei allen hier dargelegten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sind Förderungen (insbesondere durch das Land Sachsen) mit enthalten.

Für **Investitionskosten** können bei hoher Selbstbeteiligung etwa 550 bis 600 EUR/GV angesetzt werden. Bei schlüsselfertigen Anlagen liegen die Kosten bei 600 bis 850 EUR/GV (Abbildung 3). Die Investitionskosten können für eine bessere Vergleichbarkeit beim Einsatz von größeren Mengen an Kofermenten auch angegeben werden in EUR/m³ Faulraum oder EUR/kW. Diese schwanken zwischen 250 und 600 EUR/m³ bzw. 2.200 und 4.000 EUR/kW.

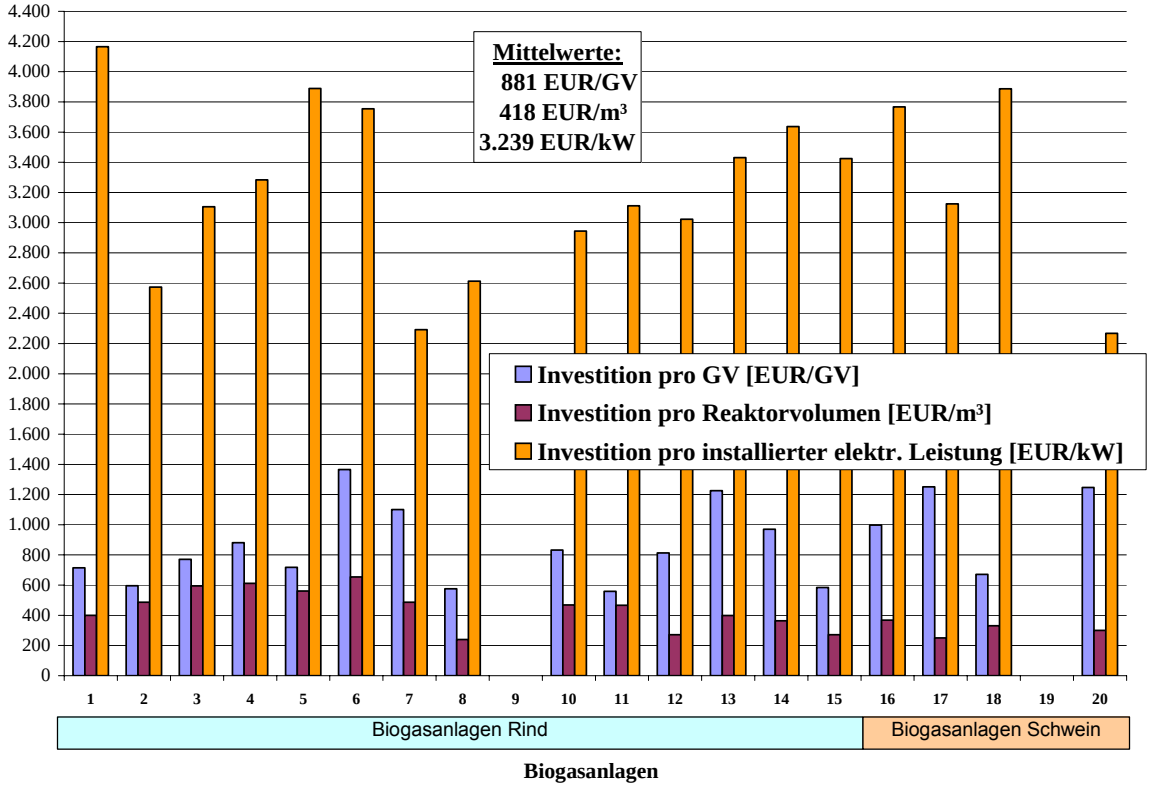


Abbildung 3: Investitionskosten pro GV

Zu den Investitionskosten gehört auch der **Elektroenergieanschluss**. Die von den EVU genannten günstigsten Einspeisestellen sollte man überprüfen.

Nicht zu unterschätzen ist der finanzielle Einsatz für die **Arbeitskraft.** Er schwankt vor allem je nach Automatisierungsgrad und Anzahl an Kofermenten. Der Anteil der

Arbeitskosten nimmt mit steigender Anlagengröße ab. Kleinere Anlagen benötigen eine Betreuungszeit von 1 bis 2 Stunden pro Tag. Deutlich mehr Arbeitsstunden werden notwendig, wenn Kofermente mit in der Anlage verarbeitet werden bzw. Umbaumaßnahmen und größere Reparaturen anstehen. Im Durchschnitt der Betriebe werden mehr als 3 AKh pro Tag benötigt.

In nachfolgender Abbildung werden die **Energieerzeugungskosten** für die untersuchten Biogasanlagen in Sachsen dargestellt. Dabei wird deutlich, dass bei Nutzung der Wärme die Energiebereitstellungskosten wesentlich geringer sind. Die Kosten für die Bereitstellung der reinen Elektroenergie sind mit durchschnittlich 0,077 EUR/kWh (bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen) gegenüber anderen erneuerbaren Energien als gering einzuschätzen. Könnte die Gesamtenergie einschließlich der Wärme genutzt werden, kann man die Energie im Durchschnitt aller Biogasanlagen für 0,035 EUR/kWh (mit Förderung) erzeugen. Die tatsächlichen Erzeugungskosten liegen bei durchschnittlich 0,061 EUR/kWh (mit Förderung). Diese Werte beziehen sich auf eine Lebenszeit der Biogasanlagen von 16 Jahren.
Es muss hierbei betont werden, dass ausschließlich die vorn beschriebenen Großanlagen in diese Berechnungen einbezogen wurden und in den Anlagen ein geringer Anteil an Kofermenten eingesetzt wird.

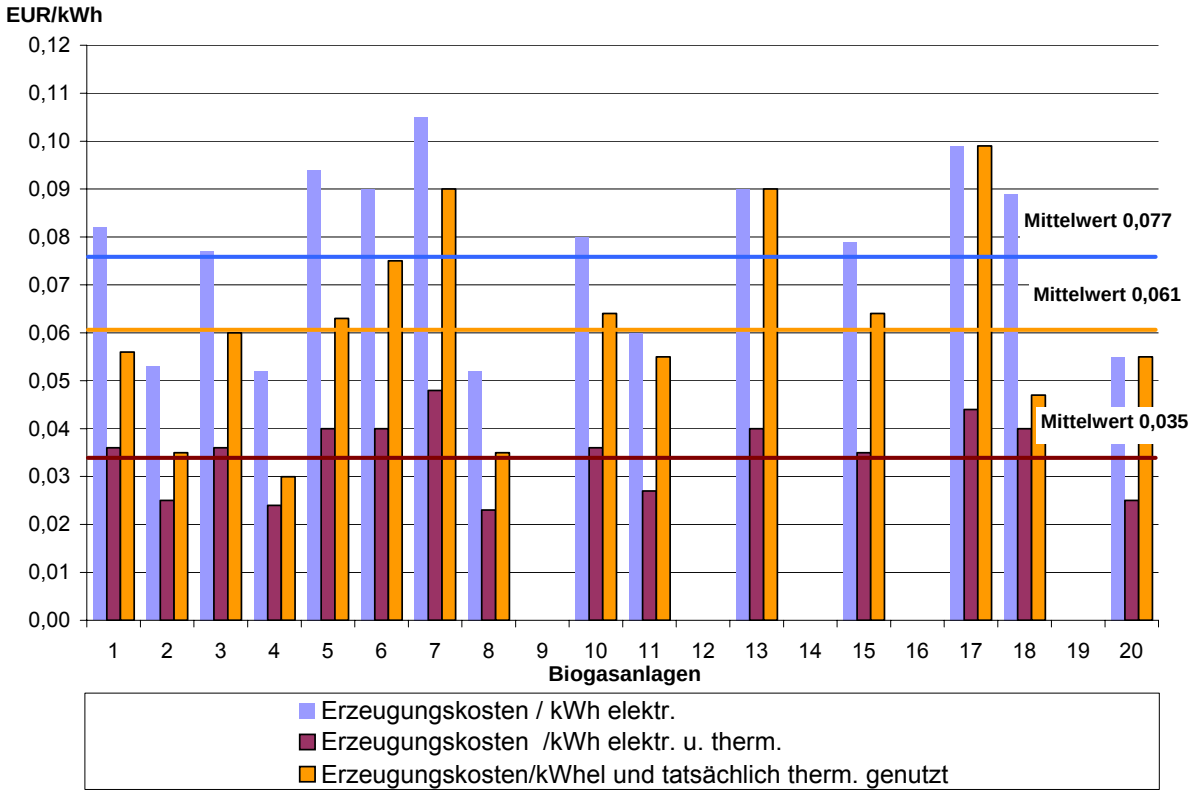


Abbildung 4: Energieerzeugungskosten

Für die Beurteilung einer Investitionsentscheidung und damit für die Sinnhaftigkeit einer Investition ist insbesondere die **Amortisationszeit** entscheidend. Die Amortisationszeit zeigt an, in welcher Zeit sich das eingesetzte Kapital refinanziert hat. In Abbildung 5 sind die Amortisationszeiten der untersuchten Biogasanlagen aufgeführt. Eine Amortisationszeit zwischen 4 und 6 Jahren kann für eine Investition als sehr günstig betrachtet werden. Bei Amortisationszeiten von über 10 Jahren ist

unbedingt das Gesamtkonzept zu überdenken bzw. das Management zu verbessern. Für so hohe Amortisationszeiten gibt es vor allem drei Gründe:

1. die Investitionskosten waren zu hoch,
2. die Anlage hat technische Mängel, weshalb keine ausreichende Stromproduktion möglich war,
3. es werden Kofermente eingesetzt, die bezahlt werden müssen.

Die Rentabilität von Biogasanlagen wird sich durch das am 01.08.2004 in Kraft getretene neue EEG erheblich verbessern.

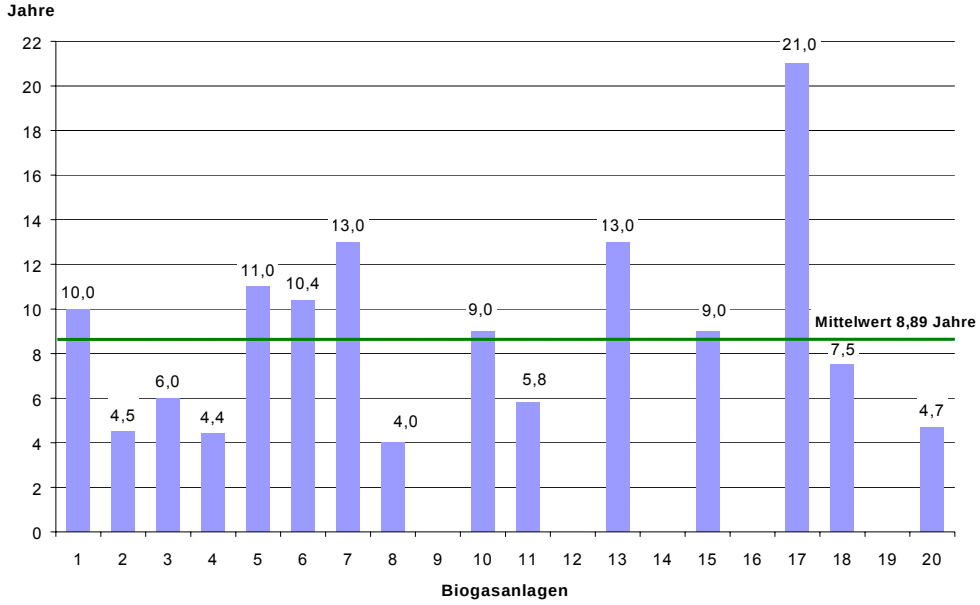


Abbildung 5: Amortisationszeiten sächsischer Biogasanlagen

Die **Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen** hängt von vielen verschiedenen Bedingungen und Gegebenheiten eines Betriebes ab, die nachfolgend zusammengefasst werden:

- Zuverlässigkeit des Verfahrens
- Zusammensetzung der Ausgangsstoffe
- Entsorgungsleistung für andere organische Stoffe
- Auslastung der Anlage (Beachtung von Weidezeiten)
- Konzept der Wärmenutzung
- Nutzung des elektrischen Stromes in Abhängigkeit vom eigenen Strompreis
- Vertragsgestaltung mit dem EVU und dem Hersteller
- Investitionskosten (Baumaterialien, Eigenleistungsanteil, keine unnötige Technik)
- Art der Finanzierung
- Betriebskosten
- Wartungszeiten
- Nutzung von Fördermöglichkeiten
- Management der Biogasanlage

5 Zusammenfassung

- Die Vorteile der Biogasproduktion für die Landwirtschaft überwiegen.
- Die Wirtschaftlichkeit für mittlere und große Anlagen ist bei Beachtung einiger Grundsätze gegeben.
- In der technischen Ausführung und einer professionellen Wartung der gesamten Verfahrenstechnik liegen enorme Reserven.
- Die Kosten für den Einsatz von Kofermenten müssen exakt berechnet werden um Gewinne zu erwirtschaften.
- Ein gutes Management ist entscheidend für den ökonomischen Erfolg der Anlagen.

Alles Wissenswerte zum Thema Biogas ist auf rund 300 Seiten nachzulesen in der Managementunterlage „Biogaserzeugung und –verwertung“ der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft.

Erhebung zum Potenzial an vergärbaren organischen Reststoffen im Südraum Leipzig

von
Antje Wagner

1 Einleitung und Problemstellung

Bei der Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln fällt sowohl im Bereich der Rohstofferzeugung als auch in den verschiedenen Verarbeitungsstufen eine Vielzahl von organischen Rückständen an. Eine Übersicht (Tabelle 1) zu anfallenden organischen Reststoffen im agrar- und ernährungswirtschaftlichen Bereich verdeutlicht die Vielfältigkeit der Rückstände.

Tabelle 1: Organische Reststoffe der Agrar- und Ernährungswirtschaft (Auswahl)

	Reststoffart
Pflanzliche Erzeugung	Stroh, Spreu, Blattmasse von Marktfrüchten, Zwiebelschalen, nicht vermarktungsfähige Primärprodukte, Futtermittelreste, Silosickersaft
Tierische Erzeugung	nicht vermarktungsfähige Primärprodukte (Milch, Brucheier), Tierkörper, tierische Ausscheidungen
Betriebs- und Landschaftspflege	Grünschnitt, Laub, Äste, Gehölz
Ernährungsgewerbe	Blattmasse, Fehlchargen, Putzreste, Trester, Weinhefe, Kartoffelschälreste, Kleien, Futtermehle, Nachprodukte, Ölkuchen, Expeller, Extraktionsschrote, Pressschnitzel, Melasse, Magermilch, Molke, Futtermilch, Biertreber, Bierhefe, Lebensmittel- und Speisereste

Nach den Festlegungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes hat die Vermeidung von Abfällen höchste Priorität gefolgt von der Verwertung von Reststoffen als „Sekundärrohstoffe“. Die Abbildung 1 zeigt ein vereinfachtes Schema der bestehenden Verwertungswege für organische Rückstände.

Energiegewinnung (Verbrennungsanlagen, Biogasanlagen)

Aufbereitung zu Düngemitteln und Bodenhilfsstoffen

Einsatz als Futtermittel (Tierernährung)

Stoffliche Recyclierung (Non-Food-Bereich)

Abbildung 1: Verwertungsmöglichkeiten organischer Reststoffe (WECKE und KRETZSCHMAR, 1999)

Die Verwertung von Rückständen aus dem Ernährungsbereich als Futtermittel stellt eine altbewährte Methode dar. Als bedeutendstes Beispiel für den Einsatz als Futtermittel kann die Verwendung von Nebenerzeugnissen des Ernährungsgewerbes für die Herstellung von Mischfuttermitteln herausgestellt werden. So lag der Nebenproduktanteil an der gesamten Mischfutterproduktion im Jahr 2001 bei ca. 60 % des gesamten Rohstoffeinsatzes, was einer Größenordnung von 11 bis 12 Mio. t Nebenprodukten entspricht (BMVEL, 2001). Darüber hinaus kommen zahlreiche, vor allem in feuchter Form anfallende Nebenprodukte wie beispielsweise Zuckerrübenschnitzel, Biertreber, Pülpen, Schlempen, Kartoffelschälreste, Molken u. ä. in der täglichen Nutztierfütterung zum Einsatz. Diese Verwertungsart entspricht den Grundsätzen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes vor allem im Hinblick auf Umweltverträglichkeit und nachhaltiges Wirtschaften. Bedingt durch die Tatsache, dass die Verfütterung von Nahrungsmittel- und Speiseresten nur noch mit Ausnahmegenehmigung bis Oktober 2006 möglich ist, wird die Suche nach neuen Verwertungswegen insofern dringend erforderlich, als diese Reststoffe täglich in erheblichen Mengen unvermeidbar anfallen und entsorgt werden müssen. Prinzipiell bilden sichere Kenntnisse zu Art, Menge und Inhaltsstoffen sowie Angaben zum hygienischen Status der vielfältigen Rückstände des Ernährungssektors eine wesentliche Voraussetzung für deren Stoffstromsteuerung und die Bewertung der möglichen Verwertungswege (Verfütterung, Biogaserzeugung, Kompostierung). Das im folgenden vorgestellte Forschungsprojekt beinhaltet u. a. die Erarbeitung von Grundlagen zur umweltschonenden sowie technisch, wirtschaftlich und organisatorisch sinnvollen Nutzung organischer Reststoffe. Als Schwerpunkte für die Verwertung sollen die Nutzung zur Erzeugung von Biogas sowie der Einsatz als Futtermittel betrachtet werden.

2 Erhebungen zu Art und Menge an organischen Reststoffen

2.1 Verlauf der Projektbearbeitung

Abbildung 2 zeigt das Untersuchungsgebiet, dass die kreisfreie Stadt Leipzig und den Landkreis Leipziger Land umfasst. Mit 23.641 ha werden ca. 49,7 % der Fläche dieses Gebietes landwirtschaftlich genutzt. In einer vorherigen Datenerhebung (WECKE, 2002) ist das Aufkommen an tierischen Exkrementen, die für eine Verwertung in Biogasanlagen zur Verfügung stehen würde, auf 34.126 t TS/Jahr aus 166 rinderhaltenden und auf 1.136 t TS/Jahr von 119 schweinehaltenden Betrieben geschätzt worden.

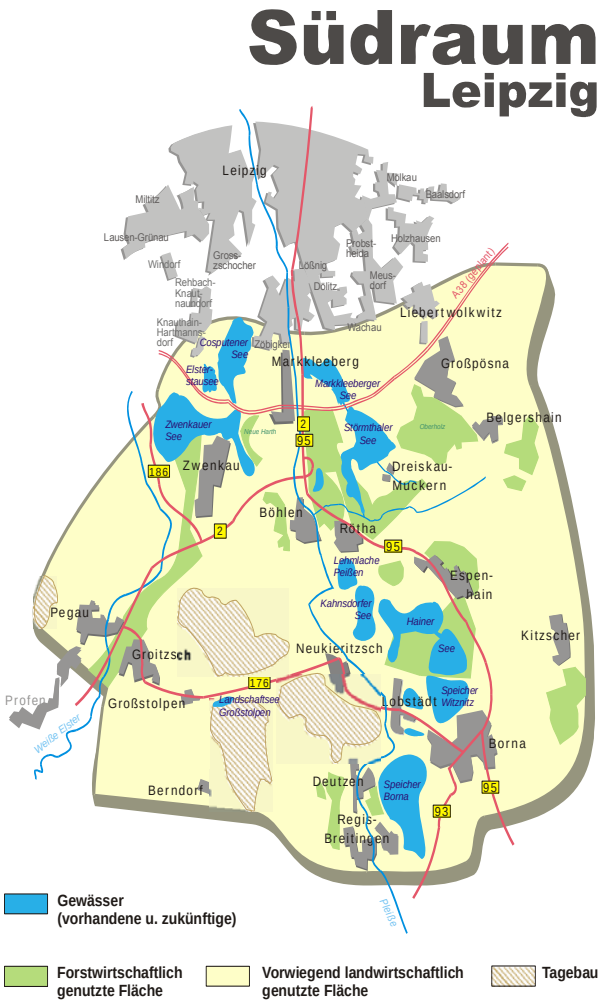


Abbildung 2: Untersuchungsgebiet

Die Abbildung 3 verdeutlicht die zur Erhebung von Art und Menge der im Untersuchungsgebiet anfallenden organischen Reststoffe notwendigen Arbeitsschritte. Neben einer schriftlichen und mündlichen Betriebsbefragung werden statistische Erhebungen aus dem Landesabfallwirtschaftsbericht sowie des statistischen Landesamtes und eine Studie des Umweltinstitutes Leipzig zu den vergärbaren kommunalen Reststoffen in die Analyse einbezogen. Befragt wurden sowohl landwirtschaftliche Betriebe mit und ohne Tierhaltung als auch Betriebe der Ernährungswirtschaft. Ausgewählte Betriebe werden anschließend einer detaillierten Analyse der anfallenden Reststoffe nach Art, Menge und zeitlichem Anfall unterzogen. Aus den Ergebnissen der Befragung und der Stoffstromanalyse sollen

gemeinsam mit den Betrieben Möglichkeiten der Stoffstromoptimierung erarbeitet werden.

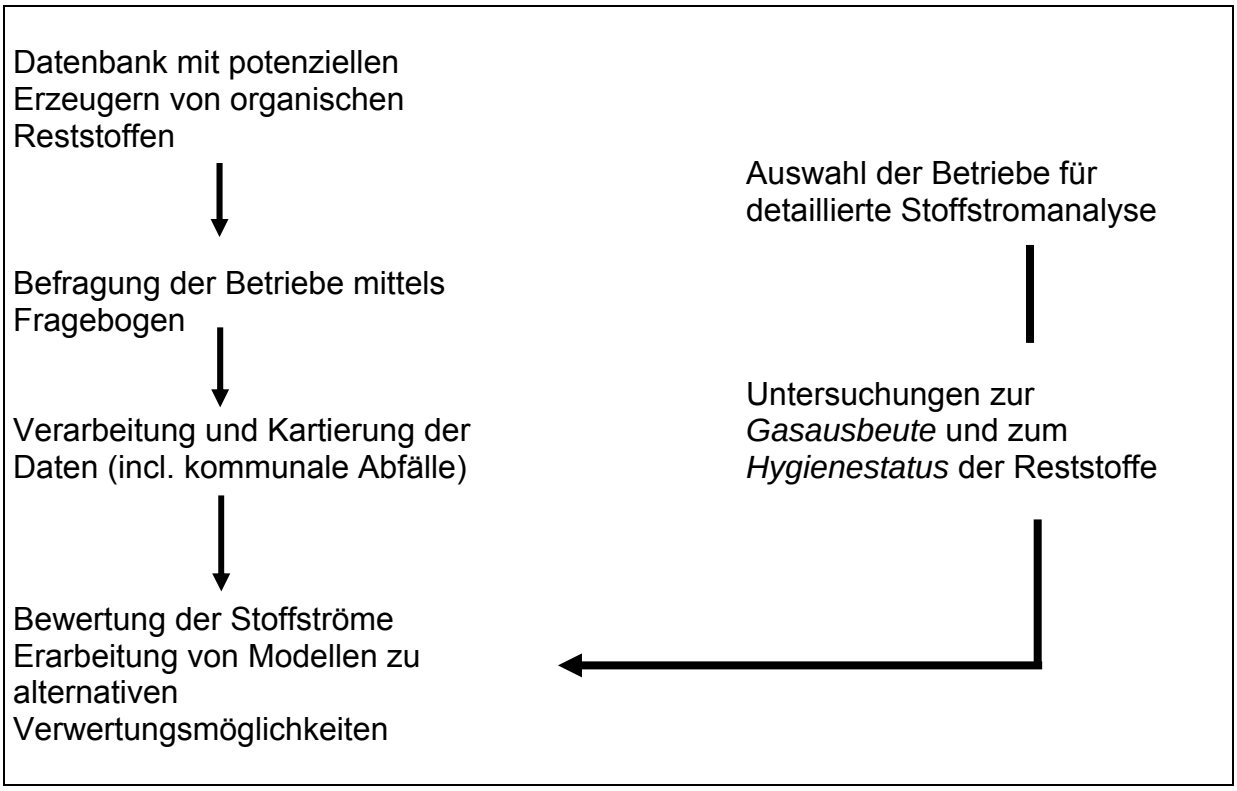


Abbildung 3: Abschnitte der Projektbearbeitung

2.2 Ausgewählte Ergebnisse der bisherigen Stoffstromanalyse

Beispielhaft für die Stoffstromanalyse sollen hier Ergebnisse zu den Erhebungen des Reststoffanfalls von Betrieben der Obst- und Gemüseverarbeitung sowie die Ergebnisse der Erhebung des Anfalls an kommunalen Reststoffen vorgestellt werden.

1. Reststoffe der Obst- und Gemüseverarbeitung

Bei der Betrachtung der Obst- und Gemüseverarbeitung werden die grundlegenden Probleme der Verwertung von organischen Reststoffen deutlich, die im saisonalen Anfall und je nach Produktionsstruktur und Fertigerzeugnispalette im stark differierenden Reststoffanteil liegen. Tabelle 2 stellt den Reststoffanteil bei der Verarbeitung von Gemüse in drei Betrieben gegenüber. Selbst bei gleichen Endprodukten gibt es im Anteil der Reststoffe starke Unterschiede, da die eingesetzten Ausgangsstoffe voneinander Abweichen. Hohe Rückstandsmengen entstehen immer dann, wenn Rohware, wie zum Beispiel bei der Rohkonservenherstellung von Sauerkraut aus frischem Weißkohl, verarbeitet wird.

Tabelle 2: Prozentualer Reststoffanfall in Betrieben der Obst- und Gemüseverarbeitung

Rückstände der Rohkonservenherstellung	Gewürzgurken	ca. 20 %
	Senfgurken	ca. 30 %
	Sauerkraut	30 – 40 %
	Blumenkohl	20 – 30 %
	Paprika	ca. 20 %
Rückstände der Sauerkonservenherstellung	Sauerkraut	ca. 5 %
	Rotkohl	
	Saure Gurken	
	Paprika	
	Mischgemüse	
	Pilze	
Rückstände der Gefrierkonservenherstellung	verschiedene Gemüse- und Beerenobstarten	im Mittel ca. 5 – 8 %

Auch innerhalb eines Betriebes bestehen in Abhängigkeit von der Saison Differenzen in den Reststoffmengen, da es Monate gibt, da lediglich konfektioniert (Beispiel: Gefrierkonservenherstellung) bzw. überhaupt nicht produziert wird und in anderen Monaten im selben Betrieb Frischware als Rohstoff eingesetzt wird. Die Abbildungen 4 und 5 geben einen Überblick zu den täglich anfallenden Mengen der Reststoffe und stellen den saisonalen Verlauf des Anfalls verschiedener Rückstände dar. Diese Besonderheiten sind in die Planung der Verwertung unbedingt einzubeziehen, da sowohl für die Verfütterung als auch für den Einsatz in Biogasanlagen ein kontinuierlicher Einsatz von Substraten vorausgesetzt werden muss. Im Vorfeld sind Alternativen für Zeiten mit geringem oder fehlendem Reststoffauskommen zu erarbeiten.

Abbildung 4: Saisonaler Verlauf des Reststoffanfalls der Obst- und Gemüseverarbeitung der Gefrierkonservenherstellung

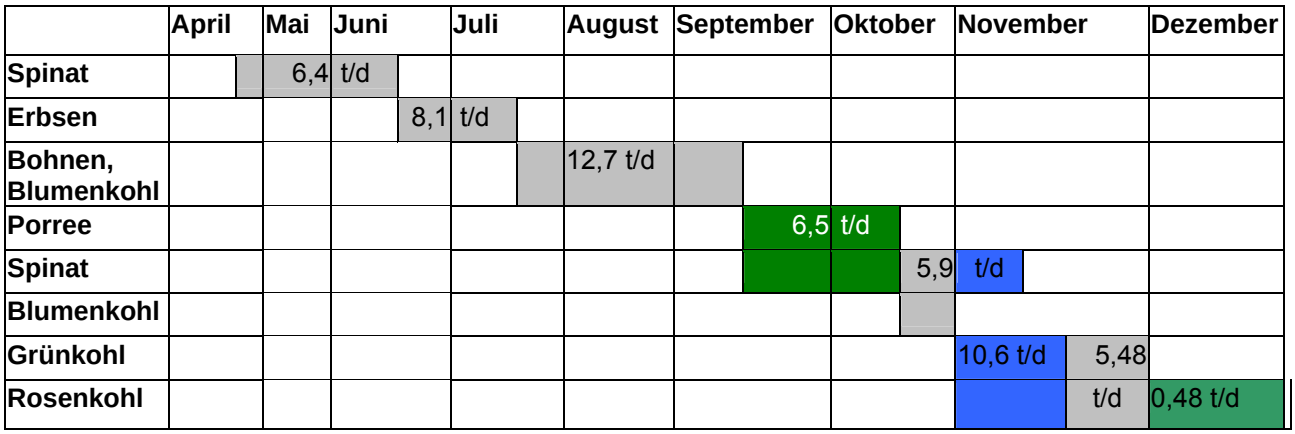


Abbildung 5: Saisonaler Verlauf des Reststoffanfalls der Obst- und Gemüseverarbeitung der Sauerkonservenherstellung

	Januar-April	Mai	Juni-September	Oktober-Dezember
Sellerie	22,28 t/Monat			
Sauerkraut				
Rotkohl + Möhren				
Paprika			13,44 t/Monat	
Gurken				
Möhren				18,55 t/Monat
Rotkohl + Möhren				
Sellerie				
Sauerkraut				

2. Anfall kommunaler organischer Abfälle

Für die Erfassung biogener Abfälle aus dem kommunalen Bereich sind durch das Umweltinstitut Leipzig für den Raum Leipzig und Leipziger Land u. a. Garten- und Landschaftsbaufirmen, Rekultivierungsbetriebe, Entsorgungsbetriebe, Betriebe der Abfallwirtschaft, Großvermieter, Straßenbau- und Autobahnämter, Talsperren- und Flussmeistereien sowie Kleingartenvereine schriftlich und mündlich befragt worden. Hier soll lediglich auf das Aufkommen an Grünschnitt ohne Straßenbegleitgrün eingegangen werden. Als Eigenbetrieb der Stadt Leipzig pflegt die Stadtreinigung 840 ha öffentliches Grün und gibt ein Aufkommen an Grünschnitt von ca. 17.000 t mit fallender Tendenz für das Jahr 2003 an. Das sinkende Aufkommen erklärt sich aus dem verstärkten Einsatz kostensparender Verwertungsmöglichkeiten wie der Verbleib auf den Flächen oder der Einsatz als Mulchmaterial am Anfallort. Für die Gewässer sind die Flussmeisterei Leipzig und das Amt für Umweltschutz (Sachgebiet Wasserwirtschaft) zuständig, die ein Mähgutaufkommen für 120 km Deich in Höhe von 1.100 m^3 angeben. In den anderen in die Befragung einbezogenen Betrieben fallen nur geringe Mengen an bzw. wird der Grünschnitte auf eigenen Flächen verwertet oder kompostiert und dann wieder eingesetzt, so dass diese Materialien nicht für eine Vergärung zur Verfügung stehen. Werden die Mengen an Grünschnitt aus dem Landkreis Leipziger Land einbezogen, fallen insgesamt ca. 22.000 t Grünschnitt an. Die Menge an vergärbarem organischen Material muss aber als höher eingeschätzt werden, da nicht für alle Flächen eine differenzierte Erfassung der Bioabfallarten erfolgt bzw. nicht alle Betriebe bereit waren über die Abfallmengen Auskunft zu geben.

Fallbeispiel	Agrarwirtschaft	Ernährungswirtschaft	Entsorgungswirtschaft	Beispiele
1	**Reststoffanfall**			Ernte- und Lagerungsrückstände, Futtermittelreste, tierische Ausscheidungen
	Reststoffverwertung			Wirtschaftsdünger, Energie
2	**Reststoffanfall**			Grünpflanzenschnitt, Laub, Äste, Gehölze
			Reststoffaufbereitung	Kompost, Bodenverbesserer, Nährsubstrate
	Reststoffverwertung			
3		**Reststoffanfall**		Obst- und Gemüsereste, „Klärschlämme“
			Reststoffaufbereitung	Kompost, Bodenverbesserer, Nährsubstrate
	Reststoffverwertung			
4		**Reststoffanfall**		Getreidekleien, Biertreber, Rübenpressschnitzel, Melasse, Kartoffelschalen, Gemüsereste, Molke
	Reststoffverwertung			Futtermittel, Wirtschaftsdünger
5		**Reststoffanfall**		Lebensmittel- und Speisereste
			Reststoffaufbereitung	Sterilisierte „Futtersuppe“ für Schweine
	Reststoffverwertung			

Abbildung 6: Reststoffströme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft (WECKE, 2003)

3 Verwertungswege für organische Abfälle im Untersuchungsgebiet

Für das Untersuchungsgebiet lassen sich die bestehenden Verwertungswege für organische Rückstände der Agrar- und Ernährungswirtschaft wie in Abbildung 6 dargestellt zusammenfassen. Dabei wird deutlich, dass eine enge Verflechtung zwischen agrar- und ernährungswirtschaftlichen Betrieben besteht und der überwiegende Teil der bei den Produktions- und Verarbeitungsprozessen entstehenden organischen Reststoffe von den Landwirtschaftsbetrieben im Sinne einer rückstandslosen Kreislaufwirtschaft selbst verwertet wird. Darüber hinaus wird ein Teil der Rückstände von spezialisierten Entsorgungsfirmen aufbereitet und damit der Wiedereinsatz im landwirtschaftlichen Bereich ermöglicht. Beispiele für diese „aufbereiteten Erzeugnisse“ sind Kompost und Strohmehl sowie als Spezialfall die außerhalb des Untersuchungsgebietes aufbereiteten und verwerteten sterilisierten Lebensmittel- und Speisereste. Die Analyse der Reststoffströme zeigte, dass die energetische Verwertung von organischen Rückständen in Biogasanlagen zurzeit im Untersuchungsgebiet nicht zur Anwendung kommt.

4 Alternative Verwertungsmöglichkeiten für Rückstände der Obst- und Gemüseverarbeitung

Ungeachtet der angeführten vielfältigen Verflechtungen zwischen den verschiedenen wirtschaftlichen Bereichen, sind die Möglichkeiten der Verwertung von Reststoffen aus der Agrar- und Nahrungsmittelwirtschaft noch nicht ausgeschöpft. Das trifft insbesondere für die energetische Reststoffverwertung zu. Schätzungen zufolge können langfristig 1,6 % des Primärenergieverbrauchs in Sachsen durch Energiegewinnung aus land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen sowie Energiepflanzen abgedeckt werden (BEIER u. a., 1999).
Biogasverfahren unter Nutzung von Co-Substraten gewinnen im Vergleich zur reinen Gülleverwertung zunehmend an Bedeutung. Biogasanlagen, die ausschließlich Wirtschaftsdünger verarbeiten, sind in der Regel aus folgenden Gründen nicht oder nur knapp wirtschaftlich zu betreiben (SCHATTNER, 2000):

- der Gasertrag je m^3 Fermentervolumen ist gering
- hohe Investitionskosten
- in der Praxis suboptimale Abwärmenutzung.

Eine Literaturrecherche (Tabelle 3 zeigt Auszüge) hat ergeben, dass Angaben zur Gasausbeute einzelner Substrate in größerem Umfang als zur Co-Fermentation vorliegen. Häufig fehlen genaue Angaben zur Erhebung der Daten sowie Kennzahlen, wie Trockensubstanzgehalt, Prozessführung bzw. –bedingungen, Angaben zum Methangehalt des Biogases und zur Substratzusammensetzung. Das zeigt deutlich, dass an Hand von Literaturangaben nur eine grobe Abschätzung der Gaserträge verschiedener Reststoffe möglich ist und bei konkreten Berechnungen immer auf eigene Analysen zurückgegriffen werden sollte.

Tabelle 3: Gasausbeuten verschiedener Substrate zur Erzeugung von Biogas

Quelle	Substrat	T in %	Gasausbeute in l/ kg Substrat	Gasausbeute in l/ kg o TS
Baserga, U. (1998)	Gemüseab-fälle	12		600
Baserga, U. (2000)		5 - 20		400- 600
Martens, Ch. (1998)		10 - 20		400
Jäkel, K. und S. Mau (2003)		k. A.	90	450
Schulz, H. (1996)		k. A.	90	450

5 Zusammenfassung

Detaillierte Angaben zu Art und Menge unvermeidlich anfallender Reststoffe fehlen für die im vorgestellten Projekt einbezogenen Untersuchungsgebiete. Die bisherigen Auswertungen haben gezeigt, dass der Reststoffanfall in Abhängigkeit von Ausgangsmaterial, Produktionsstruktur und Fertigerzeugnispalette bei Betrieben der Obst- und Gemüseverarbeitung stark variieren kann. Saisonale Unterschiede in Art und Menge der anfallenden Reststoffe stellen sowohl für die Verfütterung als auch für den Einsatz in Biogasanlagen ein Problem dar. Hier sind schon während der Planung alternative Substrate einzubeziehen. Zusätzlich zu den genannten Erhebungen sind Vergärungstests für die anfallenden Rückstände zur Abschätzung des potentiellen Gasertrages unerlässlich. Da die Erfassung des Anfalls an Grünschnitt zur Zeit nicht vollständig bzw. nicht immer getrennt erfolgt, sind für jeden Standort spezielle Recherchen im unmittelbaren Umfeld einer Biogasanlage zu empfehlen, um die konkreten Mengen in die Planung einbeziehen zu können. Die Verwertung von organischen Rückständen in Netzwerken setzt stabile vertragliche Regelungen zwischen den Partnern voraus. Darüber hinaus sind die geltenden rechtlichen Regelungen für den Einsatz von organischen Reststoffen in Biogasanlagen und insbesondere den Einsatz der Gärreste für eine landbauliche Nutzung zu berücksichtigen.

Literaturverzeichnis

BASERGA, U. (1998): Landwirtschaftliche Co-Vergärungs-Biogasanlagen/ Biogas aus organischen Reststoffen und Energiegras, FAT-Berichte , 512

BASERGA, U. (2000): Vergärung organischer Reststoffe in landwirtschaftlichen Biogas-anlagen: Stoffdaten, Gärtechnik und gesetzliche Grundlagen; FAT-Berichte, 546

BEIER, TH. u. a. (1999): Energetische Nutzung von Biomasse in Sachsen – Stand und Möglichkeiten -; Informationsschrift des Sächsischen der Landesanstalt für Landwirtschaft

JÄKEL, KERSTIN; S. MAU (2003): Landwirtschaftliche Biogaserzeugung und -verwertung, Herausgeber: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

MARTENS, CH. (1998): Dezentrale Abfallverwertung in Niedersachsen, Buch zur Fachtagung: Tarmstedter Forum am 11. Juli 1998, S. 11-19

SCHATTNER, S. (2000): Einsatz von Abfällen zur Cofermentation, Bayerische Landesanstalt f. Landtechnik

SCHULZ, H. (2001): Biogas-Praxis, 2. überarb. Auflage, ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg

WECKE, C. (2003): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben: Innovation durch Kreis-laufwirtschaft in Regionen – nachhaltige Gestaltung regionaler Rückstandsverwertungs-netze im Südraum Leipzig“, Campus Espenhain gGmbH

WECKE, CH. UND G. KRETZSCHMAR (1999): Umweltverträgliche Verwertung von Nebenerzeugnissen der Nahrungs- und Genussmittelherstellung, Schriftenreihe des Thaer-Institutes, Bd. 4, Leipziger Universitätsverlag

Die Rostocker Weidensortimentsprüfung - Möglichkeiten ihrer stofflichen und energetischen Nutzung[1]

von
Albrecht Krummsdorf

Mein Umgang mit der Gattung Weide (Salix), die zusammen mit der Pappel (Populus) die Familie der Weidengewächse (Salicaceae) bildet, wurde schon um 1950 durch den blinden Korbmachermeister und Kunsthandwerker Otto PRISCHMANN in Leipzig geprägt. Als Student begleitete ich ihn zu den Weidenplantagen der Gundorfer Lachen oder im Grubengelände am Weinberg Plaußig, und dank seiner Kreativität entstanden wahre Flechtkunstwerke, wovon uns einige aus seinem Nachlass im Dorfmuseum Schönbach bei Colditz erhalten blieben. Diese große Korb- und Flechtwarensammlung wird wohl nur von der Deutschen Korbstadt Lichtenfels/Oberfranken bzw. dem Korbmuseum Michelau/Oberfranken übertroffen. Solche musealen Sammlungen verdeutlichen auch historisches Geschehen, denn seit urdenklichen Zeiten sind Weidenanbau und -nutzung Menschenwerk und landwirtschaftlicher Nebenerwerb. Heute zählt man weltweit etwa 350 bis 500 Arten der Gattung Weide und einige hundert Naturbastarde. Sie prägen mit ihrer Standortvarianz nicht nur das Landschaftsbild unserer Auen und Niederungen, sondern begrünen auch trockengefährdete Hanglagen und Kuppen oder besiedeln zusammen mit Sanddorn maritime Bereiche (Hippophae-Salicetum). Selbst in kalten Regionen wachsen Weiden, wie über 1000 Kultivare im Botanischen Garten der Universität Jekaterinburg im Ural beweisen.

Aber in größerem Maße entstanden Kulturweidenzüchtungen erst seit wenigen Jahrzehnten. Heute führende Zuchtfirmen sind Svalöf Weibull und Murray Carter Enterprises. Europäische Weidenzuchtprogramme koordiniert die Universität Bristol/Großbritannien (Forschungsstation Long Ashton) zwecks hochleistungsfähiger Selektionen für den sich entwickelnden Markt an Biomasse und Zellstoff. Zuständige EU-Gremien rechnen bis 2010 mit Energieholzpflanzungen auf 8 % der jetzigen Land- und Forstfläche, um etwa 90 Mio. t Heizöl zu ersetzen. Außerdem werden Klimaschutzziele durch CO_2-Absorption bis 28 t pro 10 t Biomasseaufwuchs verbunden mit ökologischen und landschaftskulturellen Vorteilen nachhaltig erreicht (LOETS, 1992). Bereits 1951 schrieb der Münchener Professor KIRWALD, dass die „bescheidenen und lebenszähen Weiden“, richtig nach Standort und Sorte eingesetzt, unübertreffliche Leistungen erbringen. Tatsächlich wächst aus einfachen Steckholz- oder Legholzpflanzungen und auch aus Setzruten/-stangen langfristig regenerationsfähige Bio- bzw. Dendromasse heran, die periodische Erntemöglichkeiten bietet. In den letzten Jahren erschlossen sich hierfür nach pflanzenzüchterischer Pionierarbeit von Prof. HILF/Hamburg, Forstmeister GÜNTHER und Dr. LATTKE/Graupa oder Dr. Christian ORTMANN/Bernburg sowie durch den Hamburger Botaniker MANG zusammen mit dem Büchener Baumschuler Rainer REHER (1995, 1996) neue Wege. So hatte der von H. H. HILF in die Weidenforschung eingeführte, 80jährig in Malchin am 29.10.2002 verstorbene Nestor der Weidenzüchtung, Christian ORTMANN, bereits in seiner Dissertation (1961) die technologischen Eigenschaften des Flechtholzes anhand messbarer Festigkeitsparameter dargelegt. Später untersuchte er die Inhaltsstoffe von Weiden sowie deren Nährstoffentzug in Abhängigkeit vom Ertrag und hat dabei grundsätzlich festgestellt,

[1] Meinem verehrten Hochschullehrer der Landwirtschaftlichen Betriebs- und Arbeitswissenschaften, Prof. em. Otto Rosenkranz, in dankbarer Erinnerung an meine Leipziger Zeit gewidmet.

dass ein nachhaltig ´ökologischer´ Weidenanbau nur bei Wahrung des Prinzips der Autochthonie der Salix-Spezies und „standortpezifischen Betriebsarten der Weiden“ (aus F/E-Bericht ORTMANN, 1963) gewährleistet ist.

Erste Anbauprüfungen von Weidengewächsen im Leipziger Raum

Unter Sammlung und Ordnung damaligen Wissens aus Forschung und Praxis wurde das an der Karl-Marx-Universität Leipzig 1951 gegründete Institut für Landschaftsgestaltung von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Sektion Landeskultur und Grünland) beauftragt, standortkundlich-landschaftsdiagnostische Untersuchungen in vorgegebenen Schwerpunkträumen aufzunehmen. Deshalb entstand parallel zu Arbeiten des Instituts für Garten- und Landeskultur der Humboldt-Universität im Huy-Hakel (Bezirk Magdeburg) der „Forschungs- und Beobachtungsraum für Landeskultur“ im Nordostvorland Leipzigs (Parthenaue, Grund- und Endmoräne) mit der landschaftsplanerischen Zielstellung einer „Beispiellandschaft“. Unsere Institutsarbeit war zunächst auf die Neubauernflur Seegeritz und die Gutsblockflur Cunnersdorf konzentriert. Zur landwirtschaftlichen Praxis im gesamten (MTS-)Bereich Taucha, den im Auftrag der Wasserwirtschaftsdirektionen „Saale-Weiße Elster“ und „Mulde“ tätigen Planungs- und Ausführungsbetrieben und nicht zuletzt im Raum ansässigen oder arbeitenden Nachbarinstituten und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen waren bald gute Kontakte hergestellt.

So wurden unter den heterogenen Standortbedingungen des Gebietes vom Pappelforschungsinstitut Graupa gelieferte 9 Neuzüchtungen in verschiedenen Anbauvarianten (flächenweiser Bestand, Baumreihen, Schutzpflanzungen) geprüft. Nach 10 Standjahren erlitten diese 1.050 Wirtschaftspappeln nur 18,9 % Abgänge (zumeist wegen mechanischer, also eigentlich vermeidbarer Schäden) gegenüber fast 50 % Ausfall im DDR-Durchschnitt (WENDT, 1960). Der erreichte Holzzuwachs und die damit verbundene Wertbildung auf landwirtschaftlich nicht unmittelbar genutztem Land (Gewässerufer, Graben- und Wegränder) betrugen jährlich zwischen 2,50 und 5,40 M/Pappel bezogen auf den Durchschnittsstamm von 0,75 fm in 30 Standjahren (also im Mittel 3,95 M gegenüber den für die DDR veranschlagten 1,20 M). JOACHIM (1960) wies im Havelland am Einschlag 40jähriger Bestände einen mittleren Jahreszuwachswert/fm von 3,54 M nach. Solche Ergebnisse lassen uns heute von einer Sparkasse für den Grundeigentümer sprechen, zumal Stammzahlkorrekturen und sinnvolle Nutzung, Aufbereitung und Vermarktung des Rohholzpotentials jetzt vielerorts dringlich anstehen.

Um Möglichkeiten der Ödlandkultivierung zu erkunden, wurde ab 1955 ein mit nitrophiler Hochstaudenflora verunkrauteter, grundwasserbeeinflusster, anmooriger LIIa50-Standort in der Parthenaue (Flur Seegeritz) mit 15 Kulturweidensorten Graupaer Herkunft als Kontrollprüfung bepflanzt. Die erreichten Aufwuchsqualitäten erprobten Korbmacher hinsichtlich ihrer Werkstatteignung. Anstatt der seinerzeit aus Rentabilitätsgründen geforderten 65 bis 90 dt/ha erbrachten die Parzellen 83 bis 139 dt/ha. Das entspricht alljährlich umgerechnet zwischen 11,94 bis 20,0 fm/ha Holzertrag. Vergleichsweise beträgt der Jahreszuwachs von Eichen bester Bonität 6 bis 8 fm/ha. Bei 64,20 TS % im Mittel vorgetrockneter Weidensorten liegen die Ertragsleistungen zwischen 53,29 und 89,24 dt TM/ha/a. Heute, nach über 50jähriger Züchtung erwartet man von wirtschaftlichen Schnellwuchs-Holzplantagen atro 120 bis 160 dt/ha/a bei Kurzumtrieben von 3 bis 4 Jahren. Das wären etwa doppelt so hohe Erträge wie in den 50er Jahren. Dennoch führte der erfolgreiche Weiden-

versuch damals bereits neben der Korbflechterei zu Nachnutzungen in der Forstwirtschaft, auf zu rekultivierenden Bergbauflächen, im Rahmen der Garten- und Landschaftsgestaltung sowie im Erd- und Wasserbau als ingenieurbiologische Bauweisen (SCHIECHTL, 1978).

Außerdem führte nach einer umfassenden Pappelstandortkartierung (KRUMMSDORF/MELZER, 1954) ein vom Kreistag Leipzig-Land beschlossenes Anbauprogramm zu umfangreichen Pflanzungen durch den Forstwirtschaftsbetrieb Grimma (u.a. auf Initiative der agra-Markkleeberg in der Flur Holzhausen). Später wurde auch im bergbaulich-industriell beeinträchtigten Kreis Delitzsch nach einer bestätigten Flurholz-Anbaukonzeption ähnlich verfahren (BANKONIER/KRUMMSDORF, 1987).

Eine Erstauswertung der bis dahin erzielten Leistungen erfolgte im „Archiv für Forstwesen“ der Landwirtschaftakademie (KRUMMSDORF, 1965). Für das gesamte Nordostvorland Leipzigs bilanzierte HÖNNICKE (1985) im Rahmen einer Flurholzinventur mit detaillierten holzmeß- und ertragskundlichen Aufnahmen alle Baumreihen und Schutzpflanzungen von insgesamt 87,9 km Länge, worin 5.235 fm Holzvorrat stecken. Bis heute übernehmen die im Wesentlichen ab 1952 geschaffenen Gehölzpflanzungen auch angesichts der neuen Bodennutzungsstrukturen besondere Aufgaben im Dienste der Bodenfruchtbarkeit und Landeskultur im erweiterten Landschaftsschutzgebiet. Das schließt aber die Dringlichkeit von Pflegeeingriffen und Holzernten mit vorzugsweiser energetischer Nutzungsmöglichkeit nicht aus. Jedoch bedarf die Gesamtproblematik konkreter Prüfungen des zweckmäßigen Einsatzes, der Wirtschaftlichkeit und von Formen der Verwertung unter Regie des jetzigen „Zweckverbandes Parthenaue“ (Sitz in Taucha), der in der Funktion als Wasser- und Bodenverband und zugleich als Landschaftspflegeverband mit der hierfür auszustattenden Naturschutzstation Plaußig solche Aufgaben wahrnehmen sollte.

Rostocker Weidensortimentsprüfung ab 1986

Die Erfahrungen im Leipziger Raum und die interessante Variationsbreite neuer Weidenzüchtungen mit erweiterten Einsatzbereichen ließen uns mit Steckholzlieferungen des Eberswalder Forstwissenschaftlichen Instituts in der Versuchsstation der Rostocker Landwirtschaftlichen Fakultät eine Standortprüfung von 19 Flecht-, Strauch- und Baumweidentypen aufnehmen. Es sollte für das norddeutsche Jungpleistozän eine repräsentative Leistungsprüfung durchgeführt werden, die zugleich als Basis für weiterführende Anbau-/ Nutzungsexperimente und Verwertungsprojekte heranzuziehen wäre, um mit größerer Flächenbindung nachhaltige Produktionsmöglichkeiten von Roh-, Werk- und Baustoffen sowie Bioenergieträgern in „energyforest“-Kulturen (sog. Schnellwuchs-Holzplantagen) zu erschließen (ORTMANN, 1993; HOFMANN, 1998; SEEDLER, 2000).

Außerdem ergab sich die Problematik, bestimmte Weidenspezies als Sammelpflanzen (=Repositionspflanzen) hinsichtlich ihrer Abreicherungsleistung in der biologischen Bodenreinigung (=Bio-/Phytoremediation) zu prüfen. In einem großen universitären Verbund wird nämlich in den USA mit Pappelklonen gearbeitet, und es entstand bereits ein wachsender Markt (BICKERT in DLG-Mitteilungen 4/1999, S. 72-73). Auch im Bereich Sanierungsforschung (Prof. STOTTMEISTER) des Umweltforschungszentrums Halle-Leipzig werden jetzt solche Aufgaben der Phytoremediation verfolgt. Bereits seit 1994 liegen aus Gefäßversuchsserien mit Weiden im Fachgebiet Pflanzenernährung (Dr. FIBIAN) der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock konkrete Hinweise und

Ergebnisse auf schwermetallbelasteten Böden und Substraten vor (FIBIAN/ LEINWEBER/FREIMUTH, 1999).

Damit wird der große Zusammenhang von zukunftsträchtiger Kulturweidenzüchtung und deren Nutzung in Forschung und Praxis verbunden mit standortökologischen und angewandt landeskulturellen Problemen gewahrt. Das in der Versuchsstation Rostock für das Weidensortiment bereitgestellte Gelände wurde bisher ackerbaulich genutzt. Aufgrund welligen Reliefs, glaziärer Ausgangssubstrate, Windoffenheit, Wassererosionsdisposition und heterogener Bodenverhältnisse entspricht es den Bedingungen der nordostdeutschen Praxis. Als Leitbodenform wurde ein Sandtieflehm-Braunstaugley (s/l U) ausgewiesen bzw. nach der aktuellen Bodenklassifikation ein Braunerde-Haftnässepseudogley aus Moränensand über Moränenlehm. Nach dem Standorttyp D4b3 der MMK sind stau- oder grundwasser-bestimmte Tieflehme vorherrschend. Mittlere Jahrestemperaturen 8-9 °C und Jahresniederschläge von 620 mm lassen auch die klimatischen Bedingungen für Weidenanbau günstig erscheinen.

Die Entwicklung der Bodeneigenschaften unter Weidenkultur wurde im Zuge boden-kundlicher Vergleichsuntersuchungen 1992 und 2002 durch Dr. KAHLE überprüft. Zunahmen an organischer Substanz um jährlich 1,2 t/ha, gewachsene N-Gehalte und Kationensorption im Oberboden sowie physikalische Verbesserungen (geringere Rohdichten, höherer Porosität und Wasserretention) waren mit bisher 15jähriger Standdauer des Sortiments gesichert nachweisbar gegenüber einem benachbart konventionell bewirtschafteten Ackerschlag (der vordem aber auch jahrelang Gräserversuche trug). VERWIJST/MAKESCHIN (1996) belegen aus anderen Plantagen eine jährliche C-Anreicherung von 0,9 t/ha, und BOELCKE/ KAHLE (2000) bestätigen die vorliegenden Befunde auch aus Versuchsflächen der Landes-forschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern in Güstrow-Gülzow.

Die im Oberboden bis 10 cm Tiefe eingetretenen positiven Veränderungen sind für den anstehenden humusarmen Sandboden und seine Eigenschaften von wesentlicher Bedeutung. Das resultiert aus Laubfall und Durchwurzelung, fehlender Bodenbearbeitung sowie aus der mit periodischem Schnitt gewachsenen Vitalität der Weidenkultur (SCHIECHTL 1992), die allerdings je nach Prüfsorte/-klon auf den Parzellen unter-schiedlich ausgeprägt ist. Deshalb zeigen sich im Sortiment trotz zunehmender standortspezifischer Anpassung besondere Einsatzbereiche wie Flechtwerk oder Ingenieurbiologie, aber auch Masselieferanten mit nachhaltig hoher Holzproduktion, also unterschiedlich ausgeprägte Flecht-(Hanf-), Strauch-Halbbaum- und Baumweidentypen, wie in Tabelle1 ersichtlich.

Tabelle1: Verzeichnis der Sorten/Klone des Weidenquartiers in der Versuchsstation Rostock der Agrarwissenschaftlichen Fakultät

Parzelle	Klon	Genotyp/Sorte
1	S 48	Salix daphnoides var. acutifolia, DOELL. Halbbaum, männlich
2	K 6	Salix daphnoides VILL., 'Fassmacherhof' Herkunft Biere, Halbbaum, männlich
3	S 410	Salix reinii FR. et SAV., 'Aliena' Eberswalder Selektion, Strauch, männlich
4	K 46	Salix caprea L., Hybride, Sal-Weide, Herkunft Graupa Halbbaum, männlich
5	K 51	Salix caprea L., Hybride, Sal-Weide, Herkunft Graupa Halbbaum, männlich
6	K 13	Salix caprea x viminalis, (Salix x smithiana) „Kübler-Weide", Herkunft Ketzin, Großstrauch, männlich
7	K 20	Salix nigricans SMITH., Schwarz-Weide, 'Späte Imkerfreude', Halbbaum, männlich
8	S 185	Salix viminalis x purpurea, Flechtweiden-Landsorte "Ulbrich – Weide", Großstrauch, weiblich
9	S 186	Salix alba 'Vitellina', „Dotterweide", Flechtweiden - Landsorte, Großstrauch, männlich/weiblich
10	-	Salix viminalis var. regalis, "Königshanfweide", Flechtweiden – Landsorte, Großstrauch, weiblich
11	-	Salix triandra, 'Kottenheider Weide', Flechtweiden – Landsorte, Großstrauch, weiblich
12	S 111	Salix cordata, Herkunft Waldsieversdorf, Strauchweide, weiblich
13	S 419	Salix fluviatilis, Herkunft Waldsieversdorf, ausläufertreibender Strauch bis Halbbaum, männlich
14	B 332	Salix spec., 'Rhin 1', Baumweide, weiblich
15	B 343	Salix spec., Baumweide,
16	B 382	Salix spec., 'Kricket', Baumweide, männlich
17	S 120	Salix schwerinii WOLF, (S. viminalis-Verwandschaft), Strauchweide, weiblich
18	S 258	Salix cinerea L., Graue-Weide 'Grisea', Strauchweide, weiblich
19	S 407	Salix purpurea L., Altsorte „Ural-Weide", Strauchweide, weiblich

Nach Tiefpflügen der Fläche erfolgte die Steckholzpflanzung und nach mehrmaliger Hackpflege des Bodens sowie Nachbesserung weniger Fehlstellen wurde fünfmal einjährig geerntet bis ab 1991/92 der zweijährige Umtrieb eingeführt wurde (nur 1993 nochmals einjähriger Schnitt). Wegen der Rutenstärke sind Entastungsscheren und Motorsägen als Erntegeräte zum Einsatz gekommen. Für Plantagen entwickelte die Fa. Claas bereits spezielle Weidenernter, die durch forstliche Dienstleister angeboten werden. Nunmehr liegen zwölfjährige Ernteergebnisse vor. Diese langjährige Reihe erlaubt einen Vergleich der gemessenen Parzellenerträge, jedoch keine variationsstatistische Verrechnung wegen des Anlageschemas ohne Wiederholungen. Das Erntegut wurde aber auf mittlere Trockensubstanzgehalte von 53,71 % bezogen, dann in jährliche Trockenmasseerträge pro ha umgerechnet und kumulativ graphisch ausgewertet (Abbildung 1).

Die beiden viminalis-Prüfglieder Nr. 8 (Ulbrich-Weide) und Nr. 10 (Königshanfweide) bilden seit Jahren das Spitzenduo mit über 40 t/ha Trockenmasse-Jahresleistung, gefolgt von der Salix schwerinii-Baumweide (Nr. 17). Nächstplatziert sind Nr. 11 (Kottenheider Weide), Nr. 14 (Baumweide Rhin 1) und Nr. 6 (Kübler-Weide, eine Kreuzung von Hanf- und Salweide). Dabei scheint es, dass die baumförmig wachsenden Typen offensichtlich eher für mittlere Umtriebszeiten als für Kurzumtrieb in Biomasseprogrammen geeignet sind. Die Graupaer Salweiden-Hybriden (Nr. 5 und 4) bleiben deutlich zurück. Auch die beiden sog. „Kaspischen Blutweiden“ (Nr. 1 und 2) gehören zu den Prüfgliedern unter dem Limit von 12 t/ha Trockenmasse-Jahresleistung. Mit weniger Masseleistung, aber nach Zuchtziel und Einsatz interessant, zeigen sich auch Nr. 7 (Kätzchen-/Bienenweide) und Nr. 19 (Uralweide, die klassische Bindeweide für den Gärtner). Besonders in den letzten beiden Umtrieben nachgeholt haben Nr. 12, eine ausläufertreibende Böschungsweide (Wildäsungspflanze) und Nr. 13 („Flussweide“), die als ausläufertreibendes, überflutungsverträgliches Uferschutzgehölz begehrt und kaum verbissgefährdet ist.

Erfreulicherweise liegen aber im Sortimentsdurchschnitt sämtliche Trockenmasseleistungen über den heute aus Gründen der Wirtschaftlichkeit zu fordernden 14 t/ha/a. Im einzelnen errechneten sich für die 2jährigen Umtriebe pro Jahr in t/ha: 1991/92 = 17,03; 1994/95 = 20,04; 1996/97 = 19,39; 1998/99 = 23,84; 2000/01 = 22,70; 2002/03 = 21,80 (hier trotz Trockenheit maximale Aufwuchshöhen über 6 m !). Eine solche Weidenkultur bleibt wohl etwa 25 Jahre über Stockaustriebe vital, ist pflegearm zu bewirtschaften (in Rostock ohne Düngemittel- und Pflanzenschutzaufwand) und dank ihres hohen Regenerationsvermögens immer wieder periodisch beerntbar. Das ist erfolgverheißend für neue Flächenbindungen aus dem Sortiment mit der Praxis im Biomasseprogramm und unterstreicht die echte Nachhaltigkeit der natürlichen Ressource Weidenholz, begleitet von den nachgewiesenen standortsökologischen und umweltförderlichen Effekten.

Mit dem unikaten Charakter des Sortiments bleiben leistungstüchtige Sorten/Klone langwieriger DDR-Züchtungsarbeiten erhalten, die sonst als dendrologisches Erbe verloren wären. Die auch als Genressource zu betrachtende Arten- und Formenmannigfaltigkeit schafft eine alternative Arbeitsbasis zur klassischen Betreuung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen bzw. Anbauverfahren an der Fakultät sowie im Hinblick auf Landeskultur, Umweltschutz, Energie- und Umwelttechnik und bildet außerdem eine Demonstrationsfläche in Vorbereitung konkreter Projekte.

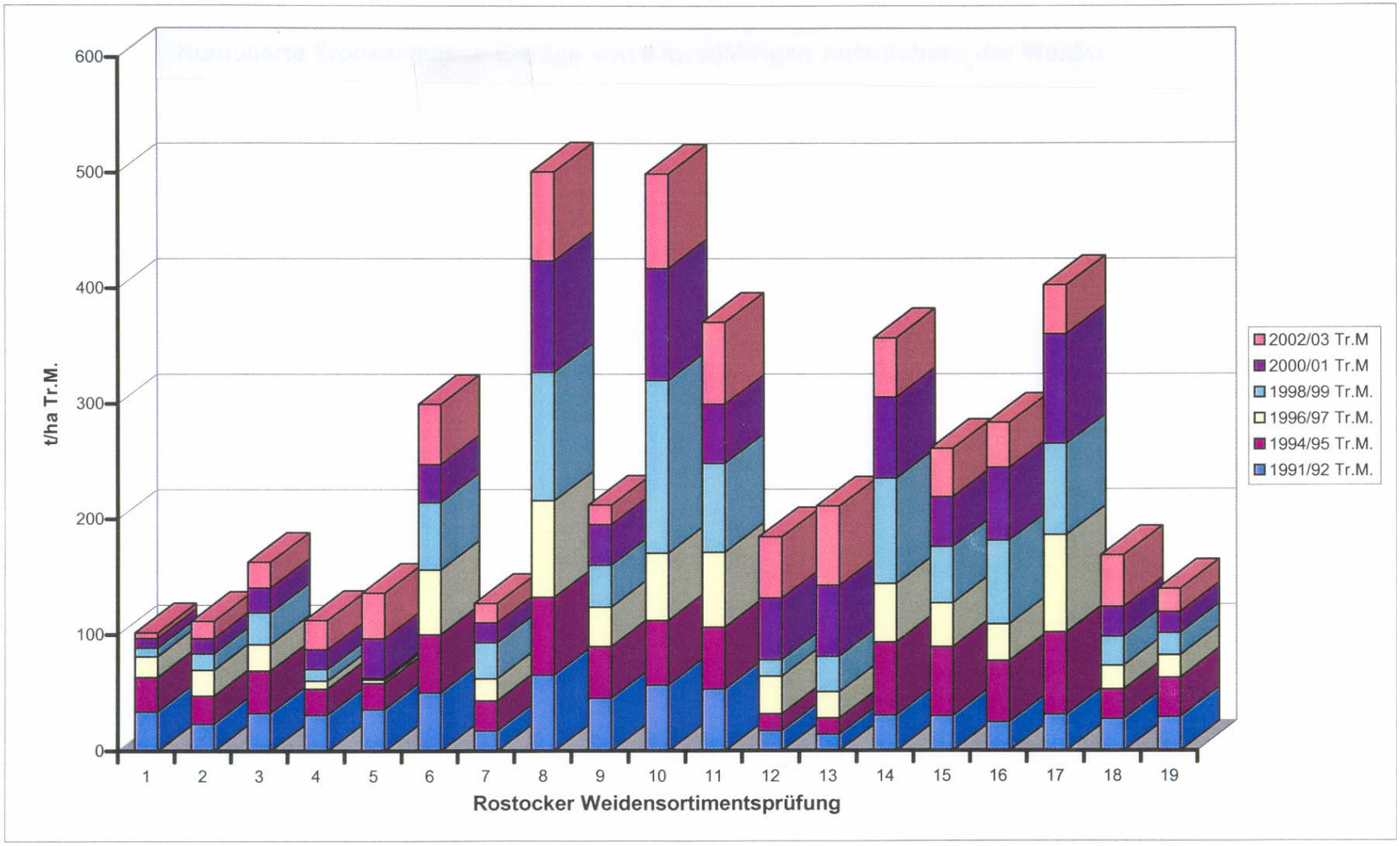


Abbildung 1: Kumulierte Trockenmasse-Erträge von 6 zweijährigen Weiden

So konnten dank nachhaltiger stofflicher und energetischer Nutzungsmöglichkeiten der Gehölzgattung Weiden im universitären Forschungsverbund „Nachwachsende biogene Rohstoffe“ bisher 16 Projektskizzen, Konzepte und Fördervorhaben bearbeitet werden. Als erfolgreiche Praxispartner sind inzwischen die Weidenbaubetriebe „Gründlich Grün“ in 19376 Zachow für Mecklenburg und „Salix Sachsen“ in 09648 Mittweida-Frankenau tätig. Diese neu gegründeten Firmen übernehmen auch Beratungen vor Ort ebenso wie die alteingesessene „Weiden Art“ Freitag & Sohn in 85354 Freising.

Bereits Ende der 80er Jahre wurden Testpflanzungen auf dem Schlickspülfeld „Radelsee“/Markgrafenheide und auf Poel durchgeführt. Die Landesforschung erhielt 1993 für Feldversuche mit 28 Pappeln und Weiden in Güstrow, Vipperow und Breesen auch unsere Weidenspezies Nr. 4, 6, 8 und 10, wobei sich bisher Nr. 8 und 10 ebenso wie im Sortiment durch besonderen Massewuchs auszeichnen. Im Frühjahr 1995 entstanden auf Stilllegungsflächen in der Agrargesellschaft Kuhstorf („Griese Gegend“) 23 ha Schnellwuchs-Holzplantagen. Außerdem erfolgten dort analoge Ableger des Rostocker Sortiments, desgleichen im Landwirtschaftsbetrieb Peterstorf der Gemeinnützigen Werk- und Wohnstätten GmbH Woldegk und dann 2001 auch in Zachow/Parchim. Für eine europäische Vergleichsprüfung am internationalen Weidenzentrum Long Ashton (Universität Bristol/UK) wurden im März 2001 8 Rostocker Weiden angefordert. Unsere Salix fluviatilis wurde durch die Ökoland GmbH in Pflanzenkläranlagen im Raume Ahrenshagen eingebaut (LANGE 1995) und ein spezielles Merkblatt herausgegeben. Inzwischen sammelte man an 18 neuen Anlagen weitere positive Erfahrungen. Das zeigt, wie sich neben der produktiven bzw. vegetativen Abwasserreinigung in Pappel- und Weidenkulturen im Sinne echter Kreislaufwirtschaft auch günstige Möglichkeiten der Gülle- und Klärschlammverwertung ergeben. Erlaubt sind 5 t Klärschlamm-Trockenmasse = 100 t Nassklärschlamm/ha alle 3 Jahre (CARSTENSEN, 1998).

1995/97 übernahm unser Forschungspartner, die Markenbaumschule Rainer REHER in 21514 Büchen, den gesamten Aufwuchs der Flussweide (Sortiment Nr. 13) zur Steckholzaufbereitung für umfangreiche Bodenerosions- und Böschungsschutzpflanzungen in Braunkohletagebauen der Niederlausitz (REHER, 1996). Im April 1995 wurde die Mülldeponie Ikendorf/Broderstorf mit standortgerechten Gräsermischungen sowie Weiden, Sanddorn und Weißdorn alternativ zwecks einer Sukzessionsstudie rekultiviert. Bereits seit 1988 belegen nämlich Arbeiten an der Universität Hannover die Vorteile der Weidenkultur auf oberflächengedichteten Hausmülldeponien (BARTH u. a. , 1995). Und da in den nächsten Jahren noch mehrere hundert, vor allem so genannter „Bürgermeisterkippen“ in Mecklenburg-Vorpommern zu rekultivieren sind, starteten wir ab Mai 2002 das Pilotvorhaben „Deponie Palmberg“ in Schönberg, eine Altlast aus Asche und Holzabfällen des Büromöbelwerkes, um die Chancen einer biologischen Sanierung zu ermitteln. Neben praxisüblicher Grasansaat wurden ausgewählte Weiden des Rostocker Sortiments nach einem „Low-Tech“-Mindestbodenauftrag, der effektiven Anwuchs sichert, als Alternativlösung gegenüber teuren Regelabdeckungspraktiken (evt. zusätzliche Kunststoffbahnen) eingesetzt und mit gestaffelten Zugaben von zertifiziertem Klärschlamm-Erdstoff-Kompostboden einer Recyclingfirma versehen, der nährstoffmäßig gärtnerischen Substraten entspricht. Bis 2004 wird die Verfahrenslösung hinsichtlich ihrer Wirkung auf Niederschlagsversickerung und Oberflächenabfluss durch bodenkundlich-wasserhaushaltliche Untersuchungen einschließlich Nähr- und Schadstoffbilanz sowie bestands- und ertragskundlichen Aufnahmen überprüft. Zielanforderungen sind der Nachweis der Funktionsfähigkeit und eine ökologisch/wirtschaftliche Optimierung sowie Klärung der umwelt-

technologischen und landschaftskulturellen Vorteile. Bei positivem Befund kämen laut Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern etwa 50 Deponien geringen bis mittleren Gefährdungsgrades für objektbezogene innovative Nachnutzungen in Frage, und eine außerordentlich kostengünstige Variante für derartiges Brachland mit der Möglichkeit zusätzlicher Holzproduktion wäre erschlossen.

Stoffliche Nutzung

Weidenholz des Rostocker Sortiments wurde bisher als Roh-, Werk- und Baustoff für folgende Prüfvarianten und Nachnutzungsbereiche herangezogen:

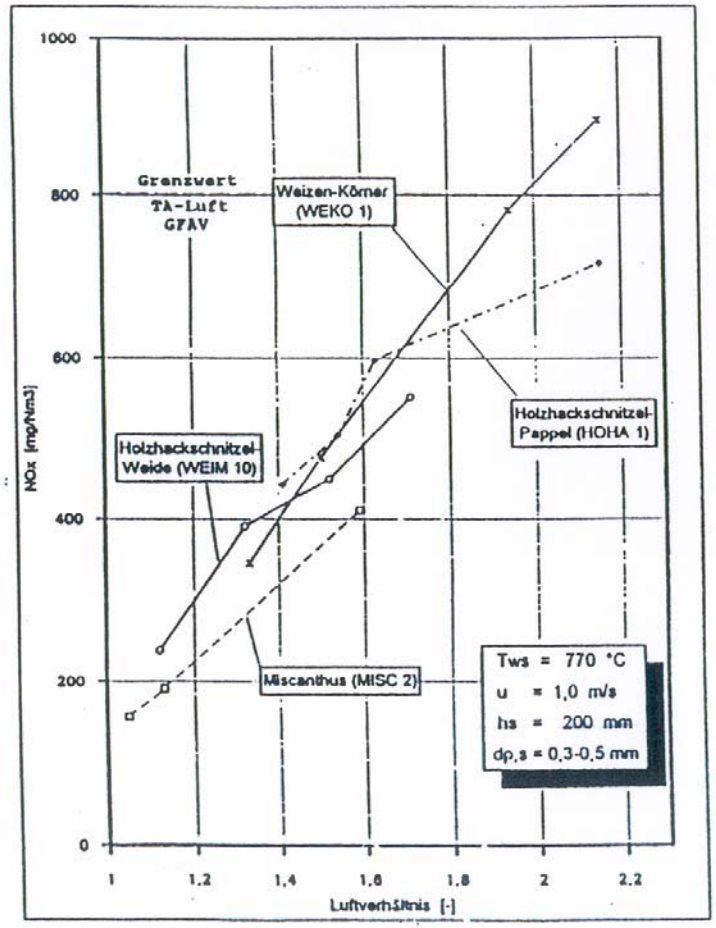
- Bewertung holztechnologischer Eigenschaften nach „Werkstatteignungsprüfungen"/Laboruntersuchungen
- Steckholzprüfungen in der kommunalen Garten- und Landschaftsgestaltung
- Pflanzungen zur Wohnumfeldverbesserung, als Stadtgrün („vegetative Infrastruktur")
- Flurholzanbau, Straßen- und Wegbepflanzungen (Baumweiden, Kopfweiden)
- Bienenweide, Kätzchenschnitt/Dekorationsmaterial
- Schnittgrün als diätetisches Futter für Zootiere (Wisente, Elche, Elefanten/ Tagesbedarf bis 38 kg/Tier)
- Weidenspezies als Wildäsungspflanzen oder zur Ablenkung/Verbissabwehr
- Weidenrinde (prädestiniert „Königshanfweide") als gerbstoffreicher Naturstoff (Salicin, Tannin) für entzündungshemmende/schmerzlindernde Medizin (Pharmaindustriebedarf wuchs von 100 auf 250 t/a)
- Flechtgut in der Ergo-/Physiotherapie, insbesondere nach handchirurgischen Operationen
- Biologische Bodensanierung/-melioration und Renaturierung („Phytoremediation") von Schad-/ Nährstoff angereicherten Problemstandorten wie Altlasten, Deponien, Industrie- oder Agrarbrachen
- Rekultivierung/Grünsanierung bergbaulich entstandener Kippen, Halden, Abgrabungen und Restlöcher
- Ingenieurbiologische Bauweisen im Erd- und Wasserbau, als Lärm-, Wind-, Boden- und Gewässerschutzmaßnahmen (Faschineneinsatz, Pflanz- und Flechtwerk, auch verbunden mit „Geosynthetiks"/Vliestextilien)
- Weidenholz-Hackschnitzel als strukturfördernder Kompostierungszusatz, als Wegebelag oder Bodenbedeckung/Mulch im Garten- und Landschaftsbau
- Weidenholz als lebendes und totes Flechtwerk für Naturspielräume/Kinderspielplätze, Fertigbauwerke, Module oder interaktive Elemente sowie zur Abgrenzung (Zaungitterhecken / Weidenflechtzäune oder frei wachsende / geschnittene Hecke anstatt Mauern, Draht- und Metallkonstruktionen)
- Weidenbau in Freilandmuseen und Denkmalpflegeobjekten
- Weidendom christliche Kirche zur IGA 2003 Rostock und weltgrößtes lebendes Bau(m)werk (Architekt und Bauleiter Marcel KALBERER, Baukunstgruppe ‚Sanfte Strukturen', 88634 Herdwangen-Heggelbach). Der IGA-Weidendom inspirierte nach einem Wettbewerbsaufruf im „Ostsee-Anzeiger HRO" bis Juni 2002 über 50 prämienwürdige Weidenbau-Nacheiferer - sogar in Dänemark und Holland.

Allein aus stofflicher Sicht eröffnen sich demnach für Kulturweidenzüchtungen vielseitige, zum Teil auch neu zu erschließende Einsatzbereiche, die eine alternative Arbeitsbasis im Agrar- und Forstbereich bieten. Sie sind von wachsendem Interesse für Ingenieurbiologie, Umweltschutz und Landschaftskultur und bieten konvergente

Chancen als ökologisch und wirtschaftlich vorteilhafte Bau- und Grünstrukturen in Stadt und Land.

Energetische Nutzung

An nutzbaren Energieressourcen stehen noch vorhandene Altholzaufkommen (Abbruchholz, behandelt und unbehandelt), Waldrest- und Landschaftspflegeholz sowie mehr und mehr Flurholzanbau und Schnellwuchs-Holzplantagen zur Verfügung. Standortgerecht anbauwürdige Weidengewächse erbringen bereits im Kurzumtrieb hohe Masseleistungen, die umweltfreundlich produzierbar sind und als Bioenergiequelle fossile Brennstoffe ersetzen können, selbst wenn sie nur additiv gebraucht werden. Ihre Anbausicherheit beweist, dass sie wenig aufwändig und ohne besonderes Risiko als agroforstliche Alternative von Ackerland in Betracht kommen, insbesondere auch auf Stilllegungsflächen (Dauerbrache). Damit ergibt sich eine neue gesellschaftliche Funktion von zukunftsträchtiger Bedeutung für die aus der Nahrungsgüterproduktion zu entlassenden Areale (LOETS, 1993, BUCK u. a., 1999). Diese Nutzungsalternative erscheint schon unter aktuellen Preis- und Kostenrelationen am ehesten wirtschaftlich, zumal Arbeitskräfte gebunden, vorhandene Technik mitgenutzt und spezifische Umweltleistungen und Kulturverbesserungen im ländlichen Raum erbracht werden, die nach neuen EU-Regulatorien künftig auch Naturschutz- bzw. Landschaftspflege-Förderung erfahren dürften. Der Landwirt soll in Zukunft noch mehr Landschaftspfleger sein und schrittweise auch Energiewirt werden. Im Bildungszentrum Leipzig eines bundesweit tätigen Vereins für Motivation, Kommunikation und berufliche Bildung (VMKB) wird bereits eine Qualifikationsmaßnahme zum „Gehölzfachwirt/Baumwart“ vorbereitet. Auf diesem Wege schon fortgeschritten sind Dänemark und Österreich. Gegenüber fossilem Brennstoffeinsatz und konventioneller Befeuerung erspart man dort erheblich Mittel. Nach Berechnungen in Bayern und Schwaben wird vor allem die Nahwärmeversorgung günstiger. Durch neue Förderregelungen für alternative Energien entstehen jetzt bei Verstromung mit erhöhten Vergütungssätzen besondere Vorteile. Deshalb wurde mit einigen Spezies des Rostocker Weidensortiments von vornherein auf energetische Nutzungsmöglichkeiten orientiert, und dankenswerterweise leisteten hierbei die Professoren NEIDEL/Magdeburg und STEINBRECHT/ Rostock Pionierarbeit. So wurde im Brennstofflabor der TU Magdeburg ein Heizwert vorgetrockneter Weidenholz-Hackschnitzel von 16,597 MJ /kg ermittelt (1 MJ = 1000 kJ = 240 kcal). Das entspricht bei dem Durchschnittsertrag von 20,8 t TM/ha/a insgesamt 345.218 MJ. Hinsichtlich Brenn- und Abbrandzeit ist Weide der Braunkohle mit 1 bis 3 mm Körnung vergleichbar, Pappel einer Feinbraunkohle von 0,5 bis 1 mm (NEIDEL u. a., 1993). Die brennstofftechnischen und lufthygienischen Parameter lagen beim untersuchten Getreide (Weizenkorn) und bei Miscanthus wesentlich ungünstiger (Abbilduung 2 a und b). Außerdem ist es wohl eigentlich moralisches Gebot, Getreide der menschlichen Ernährung vorzubehalten, solange es Hunger auf der Welt gibt. Es wird ohnehin schon Getreide zu Ethanol für Vergaserkraftstoffe und die Chemieindustrie benötigt (350 Tt Getreide für 100 Tt Ethanol), und der Bedarf steigt europaweit von 3,3 Mio. t bis 2010 auf knapp 10 Mio. t Ethanol. Stroh- und Trockengrasverbrennung sind sicher am ehesten akzeptabel, aber Miscanthus bedarf noch intensiver züchterischer Bearbeitung, ehe es leistungsmäßig konkurrieren kann, zumal Bodenverschlechterungen nachweisbar sind.



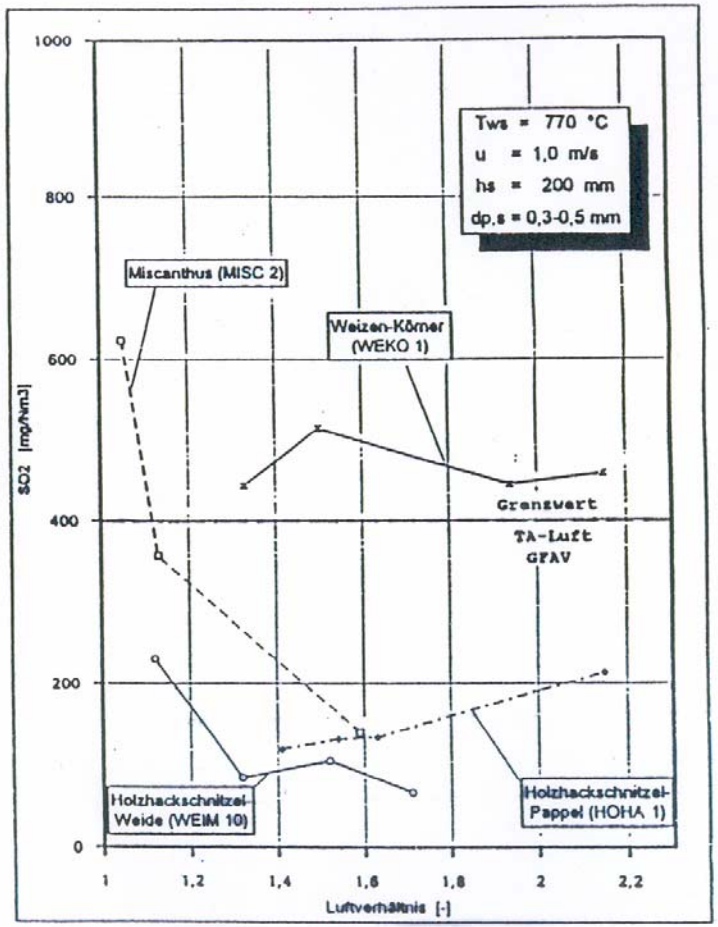


Abbildung 2a und 2b: Vergleich der NO_x-Emissionen sowie der SO_2-Emissionen bei der Verbrennung von Biomasse in der stationären Wirbelschicht-Feuerungsanlage der TU Magdeburg 1993

Die Magdeburger Ergebnisse mit dem Rostocker Weidensortiment zeigten auch, dass sich Hackschnitzel hervorragend als Zusatzbrennstoff bei Kohlefeuerung eignen. Die Klärschlamm- und Restmüllverbrennung ließ sich schadstoffarm gestalten. Sogar bei Gefahrgut erzielten STEINBRECHT u. a. (1997, 1998, 1999) durch Substitution von Weidenholz-Hackschnitzeln ein wesentlich verbessertes Verbrennungs- und Emissionsverhalten. So gelang in der Rostocker Wirbelschicht-Versuchsanlage mit schwer brennbaren, schadstoffbelasteten Substraten (z. B. Gaswerks-Teerschlamm) eine emissionsarme Prozesssteuerung. Von besonderem energetischen Vorteil war dabei die natürliche Vortrocknung des erntefrischen Holzes durch Sonne, Wind und entsprechende Lagerung.

Mit den nachgewiesenen Trockenmasseerträgen des Rostocker Sortiments von 20,8 t/ha/a sind 5,94 t Heizöl zu ersetzen (1 kg Holz = 0,35 kg Heizöl). Das entspricht pro ha bei aktuellen Heizölpreisen von 420 Euro/t etwa 2.500 Euro. Bezieht man eine solche Rechnung allein auf die Masselieferanten des Weidensortiments mit 40 t TM/ha/a, so würden äquivalent 11,43 t Heizöl gespart, somit also 4.800 Euro/ha/a. Seit dem Umweltgipfel 1992 in Rio de Janeiro und den nachfolgenden Klimakonferenzen sind die Weidengewächse als CO_2-neutrale Energieträger auch deshalb interessant geworden, weil sie wegen der anhaltenden Unwetterkatastrophen in allen Teilen der Erde dazu beitragen, die „Treibhausgasemissionen“ drastisch zu verringern. Für die BRD gilt eine CO_2-Senkung um 25 bis 30 % schon mit Zieltermin 2005. Wenn auch durch Industriestilllegungen in den neuen Bundesländern radikale Teillösungen erreicht wurden, so bleiben doch weltweite solare Strategien (SCHEER, 2002) und insbesondere die Biomasseprogramme der Land- und Forstwirtschaft auf Bundesebene unabdingbar dringlich. Hierfür sind der „Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe“ mit Sitz in Güstrow-Gülzow große Aufgaben gestellt. Im Rahmen eines von dort aus geförderten Projekts wurde am Rostocker Institut für Energie- und Umwelttechnik Weidenholz in Wirbelschichtfeuerungen kleiner Leistung zur dezentralen Energieversorgung getestet und dabei für Hackschnitzel und Pellets eine besondere umweltschonende Eignung als „erneuerbarer Brennstoff“ festgestellt. Da die heranwachsenden Weidenkulturen bis zu 28 t CO_2 pro10 t Erntegut absorbiert haben , sollte gerade diese Umweltleistung durch Holzproduktion neben dem Transpirations- bzw. Verdunstungseffekt als Klimaschutzbeitrag nicht übersehen und mit bewertet werden (LOETS, 1992, 1993). Selbst lästige Nassstellen im Acker sind hervorragende Weidenareale, werden dadurch entwässert und dienen außerdem der Biotopförderung.

Durch erweiterte Nutzung alternativer bzw. regenerativer Energien (zunächst bis zu 12 % Gesamtanteil) werden nach Berechnungen zuständiger EU-Gremien allein durch Biomasseanbau/ -verwertung in Westeuropa etwa 1 Mio. Arbeitskräfte benötigt (außerdem 300.000 Jobs durch Windenergie, 250.000 bei Solartechnik sowie 100.000 in der Photovoltaik). Aber ausschlaggebend für die Zukunft der Salicaceae als Bioenergieträger in bestimmten Regionen erscheint die möglichst genaue Ermittlung der verfügbaren und notwendigen Potentiale bezüglich Fläche und Kapazität. Das gilt sowohl für die Bilanzierung und Logistik der Energieholzbereitstellung aus Schnellwuchsplantagen als auch für Altholz, Waldrest- und Landschaftspflegeholz einschließlich Optimierung von Produktions- und Gewinnungstechnologien. Auf diesen Regionalbefunden sollte die kapazitative Standortsicherung dezentraler, biomassebefeuerter Heizkraftwerke im ländlichen Raum unter Einbeziehung aller Möglichkeiten der Strukturförderung basieren. Nach einer vorbereitenden DIfU-Studie zur ökologischen Entwicklungsplanung und Bioenergie-

nutzung im Gemeindebereich Gelbensande/Kreis Bad Doberan (Beratungsergebnisbericht vom 30.06.1994) und damit verbundenen Brennstoffbilanzen (MITTAG, 1996) konnten solche Wege erfolgreich beschritten werden, wozu auch die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von NEIDEL/STEINBRECHT (1998) dienlich waren. Hoffentlich sind aber die administrativen Hemmnisse bei der Vorbereitung solcher geplanten Anlagen künftig auch am ehesten dadurch zu überwinden, dass Landschaftspflegeverbände mit Regie führen, da sie über Verwaltungsgrenzen hinaus für Wald, Flur und Siedlungsnetz verantwortlich zeichnen. Außerdem sollte die gesamte Subventions- und Förderpolitik für Landwirtschaft, Naturschutz und Landschaftspflege auch hinsichtlich nachwachsender Rohstoffe und Bioenergie weiter durchdacht werden. Aber von Brüssel gehen ja hierfür bereits entsprechende Signale aus, denn in Mecklenburg-Vorpommern stehen bereits im Zuge der EU-Agrarreform zur Ablösung der Subventionen von ertragsarmen Standorten mit Roggenanbau und Umstellung auf Bio-/ Dendromasseproduktion als nachwachsender Roh- und insbesondere Brennstoff ab 2006 in Mecklenburg-Vorpommern jährlich über 3 Mio. Euro zur Verfügung.

Das aus Zeiten der Kohle- und Ölfeuerung in 18182 Gelbensande vorhandene Nahwärmenetz bot für die Energieträgerumstellung auf Biomasse günstige Abnahme- und Versorgungssicherheiten. Inmitten der „Rostocker Heide“ mit 12.000 ha Wald gelegen, sind dort zwar hinreichend Reserven an Restholz vorhanden, außerdem das Aufkommen aus Landschaftspflege und Flurholzwirtschaft sowie Energieholzanbau. Vorerst werden aber in dem seit 1997 betriebenen „Biomasseheizwerk Gelbensande GbR“ in der Region günstig angebotene Schredderspäne (maximal 100 mm Durchmesser, bis 35 % Feuchte) aus Abbruchholz verfeuert. Dieses Recyclingmaterial wurde vordem unter hohen Kosten auf Deponien verbracht und erbringt jetzt für das Heizwerk erfreuliche Einnahmen von 30 Euro/t. Mit einem jährlichen Holzeinsatz von 2.400 t werden somit 72.000 Euro/a vereinnahmt. Damit werden 800 t Heizöl ersetzt, die bei Einkaufspreisen von 320 Euro/t Ausgaben von 256.000 Euro ersparen lassen. Die Bioheizanlage besteht aus Bunker (für Hackschnitzel / -späne), Vorfeuerung, Heizkessel, Elektrofilter und Schornstein. Sie kostete 1997 rund 1 Mio. DM und wurde mit 300 TDM vom Land gefördert. Bei einer Feuerungswärmeleistung von 2,5 MW wird eine Energiemenge von 7.000 MWh erzeugt, womit 575 Wohneinheiten, 73 Eigenheime sowie öffentliche und gewerbliche Gebäude versorgt werden.

Die Anlage wird von 2 Arbeitskräften bedient, die auch den Service übernehmen. Erfolgt im Betriebsablauf eine automatische Störungsmeldung, so wird sofort repariert oder -falls sich die Störung nicht direkt beheben lässt- das noch vorhandene Ölheizkraftwerk mit 2,2 MW installierter Leistung für die Wärmeversorgung zugeschaltet. Der Holzeinsatz wird wöchentlich labormäßig kontrolliert. Anforderungen des Umwelt- und Klimaschutzes werden durch weniger als 30 mg Staubemission/cbm Abluft und einem jährlichen CO_2-Minderungspotential von ca. 2.000 t gegenüber einer Heizanlage mit fossilen Brennstoffen erfüllt.

Zusammenfassung

Nach kurzem historischen Abriss über Weidenanbau und Kulturweidenzüchtung folgt ein Rückblick auf die im Leipziger Raume mit Pappel und Weide in Landschaftsbau und Flurholzwirtschaft gesammelten Erfahrungen, die holzmeß- und ertragskundlich dargestellt werden. Anschließend werden am Beispiel der seit 1986 betriebenen Rostocker Weidensortimentsprüfung die bisherigen stofflichen und energetischen Nutzungen erörtert. Das Bio-/ Dendromasseaufkommen der 19 ausgewählten Weidensorten/-klone wird ertragsmäßig in 6 zweijährigen Ernten verglichen. Sich ergebende Tendenzen nachhaltiger Holzerzeugung entsprechen internationalen Trends und veranlassten bereits zu erweiterter Flächenbindung. Mit dem Weidendom im IGA-Park Rostock wurden in stofflich-baulicher Hinsicht und mit dem seit 1997 betriebenen Biomasseheizwerk Gelbensande bezüglich Energie-, Umwelttechnik und Klimaschutz zwei Nutzungshöhepunkte erreicht.

Weiden sind als nachwachsender biogener Roh-, Werk- und Baustoff sowie Energieträger prädestiniert, mit großer Anbauvarianz über pappelfähige Standorte hinaus dank langjähriger Regenerationsfähigkeit und Ertragssicherheit mit ökologischen und Umweltvorteilen eingesetzt zu werden. Markt und Wirtschaftlichkeit bedürfen noch der Entwicklung. Wettbewerbsfähigkeit gegenüber fossilen Energieträgern ergibt sich aber bereits aus der Endlichkeit ihrer Vorräte und insbesonders aus den zunehmenden Anforderungen des Umwelt- und Klimaschutzes an ressourcensparende Zukunftsenergien. Mit den neuen EU-Rahmenbedingungen für Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz und Landschaftspflege werden einige vorteilhafte Aspekte und Konsequenzen für rationellen Weidenanbau und seine erweiterte stoffliche und energetische Nutzung praxisrelevant.

Literatur

BANKONIER, A. u. A. KRUMMSDORF: Flurholzanbaukonzeption für den Kreis Delitzsch. Melior. u. Landwirtsch.-Bau Berlin 21, 1987, 4, 172-174

BARTH, A., H. HEBBELMANN u. U. SCHLÜTER: Untersuchung: Gehölze auf einer oberflächengedichteten Hausmülldeponie. Landschaftsarchitektur Braunschweig 24, 1995, 5, 30-32

BOELCKE, B. u. P. KAHLE: Leistungen schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Nutzflächen im Nordosten Deutschlands und erste Auswirkungen auf die Bodeneigenschaften. Die Holzzucht Hamburg 53, 2000, 5-10

BUCK, L.E., J.P. LASSOIE u. E.C.M. FERNANDES: Agroforestry in sustainable agricultural systems. Springer-Verlag Berlin u. Heidelberg 1999

CARSTENSEN,H.: Weites Feld für nachwachsende Rohstoffe - Große Energiereserven im Klärschlamm. Bauernblatt S-H vom 10.1.1998, 18-19

FIBIAN, K.D., P.LEINWEBER u. M. FREIMUTH: pPhytoremediation schwermetallbelasteter Böden und Substrate mit Weiden. Poster anlässlich Ministerbesuch d. Univ. Rostock am 21.4.1999

HÖNNICKE, U.: Flurholzaufnahme und -bewertung im Raume Leipzig-Nordost. Diplomarbeit am Lehrstuhl Landeskultur u. Umweltschutz, Univ. Rostock 1986

HOFMANN, M.: Bewirtschaftung schnellwachsender Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen im Kurzumtrieb. Forschungsinstitut für schnellwachsende Baumarten Hann.-Münden, Merkblatt 11, August 1998

JOACHIM, H.Fr.: Untersuchungen in Reihenpflanzungen der Pappel. Archiv für Forstwesen Berlin 9, 1960, 3, 201-258

KALBERER, M. u. M. REMANN: Das Weidenbaubuch. AT-Verlag Aarau/Schweiz 1999

KALBERER, M. u. M. REMANN: Grüne Kathedralen. AT-Verlag Aarau/Schweiz 2003

KIRWALD, E.: Weidenanbau gegen Bodenerosion. Forstarchiv, Verlag Schaper Alfeld 22, 1951, 165-167

KRUMMSDORF, A. u. G. MELZER: Verbesserungsvorschlag zur Pappelstandortskartierung. Forst und Jagd Berlin, Sonderheft Walderneuerung II, 1954, 52-54

KRUMMSDORF, A.: Ergebnisse von Pappel- und Weidenanbauprüfungen im Leipziger Raume. Archiv für Forstwesen Berlin 14, 1965, 2, 169-208

LANGE, A.: Ökologische Untersuchungen zur Effektivität von Pflanzenkläranlagen in Tribohm am Recknitztal und ihren Einfluss auf die Tribohmer Gewässer. Diplomarbeit im FB Biologie Univ. Rostock 1995

LOETS, P.: Die CO_2-Absorption als Umweltleistung der europäischen Land- und Forstwirtschaft. Ber. Ldw. Parey-Verlag Berlin 70, 1992, 280-287

LOETS, P.: Umweltverbessernde agroforstliche Biomasse-Produktion und -bereitstellung. Beiträge Energie-Umwelt-Sicherheit IBZ Hohen Luckow 1, 1993, 2, 125-148

MITTAG, U.: Energieressource Holz. Vortrag zur „Holzfachtagung Mecklenburg-Vorpommern“ am 6.12.1996 an der Agrarwiss. Fakultät d. Univ. Rostock

NEIDEL, W., L. HOYER u. M. KUNERT: Umweltfreundliche Verbrennung von nachwachsenden Biobrennstoffen in Wirbelschichtfeuerungen. Beiträge Energie-Umwelt-Sicherheit IBZ Hohen Luckow 1, 1993, 2, 114-118

NEIDEL, W. u. D. STEINBRECHT: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse. Beiträge Energie-Umwelt-Sicherheit IBZ Hohen Luckow 1, 1993, 2, 163-177

ORTMANN, C.: Zu Fragen des planmäßigen Anbaus von Salix-Spezies. Beiträge Energie-Umwelt-Sicherheit IBZ Hohen Luckow 1, 1993, 2, 163-177

REHER, R.: Weiden - eine universelle Sippe. Beiträge zur Gehölzkunde. Rinteln 1995, 18-30

REHER, R.: Einsatz von Weiden und Auswertung erster Versuchsergebnisse auf Kippenböden der Niederlausitz. Manuskript Büchen 1996

SCHEER, H.: Solare Weltwirtschaft - Strategie für die ökologische Moderne. Antje Kunstmann-Verlag München 2002

SCHIECHTL, H.M.: Entwicklung und Lebensdauer ingenieurbiologischer Bauweisen. Garten und Landschaft München 1978, 11, 745-756

SCHIECHTL, H.M.: Weiden in der Praxis - Die Weiden Mitteleuropas, ihre Verwendung und ihre Bestimmung. Verlag Patzer Berlin 1992

SEEDLER, M.: Schnelles Holz von Pappeln und Weiden . Bauernblatt Schleswig-Holstein, Landpost-Ausgabe 25.3.2000, 57-60

STEINBRECHT, D.: Wirbelschichtfeuerungs-Experimentalanlage zur Prüfung der Brennstoffeigenschaften und thermischen Nutzung nachwachsender Energierohstoffe. Beiträge IBZ Hohen Luckow 5, 1997, 4, 73-80

STEINBRECHT, D., H.J. WOLFF, H. GEIER, P. PIETSCH u. D. GUTZKE: Experimente zur Verbrennung von Rostocker Teerschlamm in der halbtechnischen stationären Wirbelschicht-Feuerungsanlage des Instituts für Umwelttechnik der Universität Rostock. Vortragsband zum 1.Dialog „Abfallwirtschaft Mecklenburg-Vorpommern“ am Institut f. Landschaftsbau und Abfallwirtschaft d. Univ. Rostock vom 11.6.1998, 67-77

STEINBRECHT, D.: H.J. WOLFF, H. GEIER u. P. PIETSCH: Stationäre Wirbelschichtfeuerung kleiner Leistung als Verbrennungsanlage für nachwachsende Rohstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft. Beiträge des IBZ Hohen Luckow 7, 1999, 4, 27-33

VERWIJST, T. u. F. MAKESCHIN: Environmental aspects of biomass production and routes for Europaen energy supply. Concertes action AIR 3-94-2466. Report from the working group on chemical soil and water issues 1996

WENDT, G.: Zu einigen Fragen des Pappelanbaues. Forst und Jagd Berlin 10, 1960, 10, 467-469

Autor: Prof. em. Dr. agr. habil. Albrecht Krummsdorf, Adam-J.-Krusenstern-Str.20, 18106 Rostock-Schmarl. Tel. u. Fax: 0381-1200881