©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia II	179./99. Jahrgang	S. 641–658	Klagenfurt 1989

Die energetische Nutzung der Biomasse als Beispiel einer ökologisch und sozial angepaßten Vorsorgetechnologie

Von Harald R. BOLHÀR-NORDENKAMPF

Mit 11 Abbildungen

Zusammenfassung: Die Energiegewinnung aus Biomasse wird über die ordnungspolitisch bedingten Rahmenbedingungen ökonomisch unmöglich gemacht. Durch die bevorzugte Förderung der Energieversorgung auf der Basis von fossilen Energieträgern wie Erdöl, Kohle und Gas wird die Biosphäre ungestraft mit zahlreichen Schadstoffen belastet und zusammen mit der Vernichtung der Wälder der Treibhauseffekt verstärkt.

Systemanalytisch gesehen sind es die offenen Produktionsketten, die aus einem Rohstoff in letzter Konsequenz Abfall in Form von Schadgasen, Wärme und Müll erzeugen.

Ohne die verstärkte Wiedereinführung der Kreislaufwirtschaft, gekoppelt mit dem stufenweisen Ersatz von „end of pipe technologies" durch „clean technologies" und der konsequenten Nutzung der Sonnenenergie, ist eine lebenswerte Zukunft auf dem Planet Erde nicht denkbar. Die Nutzung der Biomasse für energetische Zwecke entspricht dem Kreislaufprinzip, und die Konversion kann über die neuesten Verbrennungssysteme schadstoffarm erfolgen.

Neben der Nutzung der Sonnenenergie wird auch CO_2 recycliert, sodaß bei entsprechendem Biomassebestand eine Refixierung des CO_2 aus der Atmosphäre möglich wird, wodurch die aufgrund des Treibhauseffektes zu erwartende klimatische Katastrophe verkleinert werden könnte. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten sind sogar die ökologisch wertlosen Energiewälder nicht unbedingt abzulehnen.

EINLEITUNG

Die zeitgemäße Energiegewinnung aus Biomasse wird seit etwa zehn Jahren intensiv bearbeitet. Die in der Biomasse gespeicherte Energie stammt ausschließlich von der Sonne, die praktisch als unerschöpfliche Energiequelle angesehen werden kann. Jede Biomasse, so auch Holz, ist daher das Produkt einer durch Sonnenlicht betriebenen Biosynthese. Die im Stoffwechsel der grünen Pflanzen kunstvoll aufgebauten, zahllosen organischen Verbindungen sollten sinnvollerweise durch chemische Industrien direkt verarbeitet werden. Die Verbrennung von Biomasse ist dagegen eine sehr primitive Nutzung, wird jedoch technisch gut beherrscht.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

In den letzten Jahren sind auch bei uns in Österreich Verfahren optimiert worden, sodaß die angebotenen Anlagen bei entsprechender Bedienung gute thermische Wirkungsgrade bei geringen Emissionen aufweisen. Diese Tatsache allein genügt natürlich nicht, um die energetische Nutzung der Biomasse zu befürworten. Es muß vielmehr die Frage gestellt werden, bietet die Energiegewinnung aus Biomasse eine Möglichkeit für ökologisch und sozial angepaßte Technologien?

Mit einigen Einschränkungen kann diese Frage grundsätzlich positiv beantwortet werden.

Zur Begründung dieses Standpunktes seien einige Argumente vorgelegt:

1. Die beispielhafte Bewältigung der ersten Energiekrise vor ca. 2,5 Milliarden Jahren durch den Übergang auf das Kreislaufprinzip und die Sonnenenergienutzung.
2. Die Möglichkeiten von „clean technologies", mit minimierter Schadstoffproduktion ohne Entsorgungsproblematik.
3. Die Möglichkeit von Kleinanlagen mit hoher Akzeptanz in der lokalen Bevölkerung.
4. Die Funktion der Biomasse als globaler CO_2-Speicher zur Reduktion des Treibhauseffektes.

DIE EVOLUTION ALS BEISPIEL

Das Prinzip der Energienutzung aus Biomasse gibt es, seitdem Leben auf diesem Planeten nachweisbar ist (Abb. 1): In einer sauerstofffreien, also reduzierenden Atmosphäre, waren abiotisch zahlreiche organische Moleküle entstanden, welche einerseits die ersten Lebensformen bildeten, anderseits dienten sie den ersten Lebewesen als Nahrung und somit als Energielieferanten.

Aus diesen als Probionta bezeichneten Lebensformen entwickelten sich teilweise räuberische Organismen, die Eobionta, welche organische Moleküle und Probionta fraßen. Das vor ca. 3,5 Milliarden Jahren entstandene Leben deckte seinen Energiebedarf somit durch den Abbau der in der Vergangenheit gebildeten organischen Moleküle, und so ist es für einen Teil des Lebens auf diesem Planeten geblieben: Tier und Mensch decken ihren Energiebedarf zur Aufrechterhaltung der Lebensprozesse durch den Abbau organischer Moleküle, welche sie als Nahrung aufnehmen.

Der Mensch ging jedoch in der Nutzung von Biomasse weiter: Alle seine Bedürfnisse wie Kochen, Wärme, Kleidung, Sicherheit, Bequemlichkeit, Kunst, Luxus und alle technischen Errungenschaften gehen grundsätzlich auf die Energiegewinnung aus organischen Molekülen zurück. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn wir heute einer Energiekrise gegenüberstehen,

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

die dieser Planet auf einer viel niedereren Entwicklungsstufe schon einmal durchgemacht hat. In beiden Fällen sind als Verursacher die offenen Produktions- bzw. Nutzungssysteme anzusehen.

Die Probionta und die Eobionta, sowie die sich aus diesen in der Folge entwickelnden Lebensformen lebten auf Kosten der in vielen Millionen Jahren entstandenen organischen Moleküle recht gut, doch – wie zu erwarten war – wurden die in der Vorzeit gebildeten Energiespender nach einiger Zeit knapp, wodurch eine weitere Entwicklung gebremst wurde. Der durch den linear offenen Lebensablauf bedingte Mangel an organischen Molekülen zur Energiegewinnung führte das Leben vor 2,5 Milliarden Jahren in die erste Energiekrise des Planeten Erde.

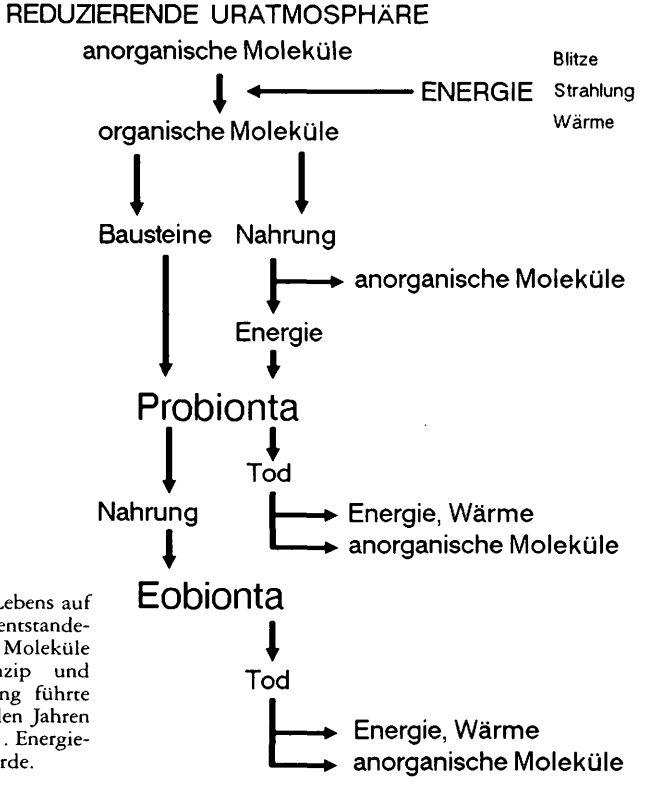

Abb. 1:
Die Evolution des Lebens auf Basis der abiotisch entstandenen organischen Moleküle ohne Kreislaufprinzip und Sonnenenergienutzung führte vor ca. 2,5 Milliarden Jahren wahrscheinlich zur 1. Energiekrise des Planeten Erde.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

SONNENENERGIENUTZUNG UND KREISLAUFPRINZIP

Der Lösungsansatz damals war so klar wie heute, es mußte eine praktisch unerschöpfte Energiequelle gefunden werden, mit welcher immer wieder aus den bei der energetischen Nutzung von organischen Molekülen freiwerdenden anorganischen Bausteinen neue organische Moleküle gebildet werden können (Abb. 2). Dieser elementaren Tatsache, daß ein Überleben auf diesem Planeten nur dann möglich ist, wenn wir die begrenzt vorhandenen anorganischen Rohstoffe mit Hilfe der praktisch unerschöpflichen Sonnenenergie im Kreis führen, hat die Evolution durch die Entwicklung

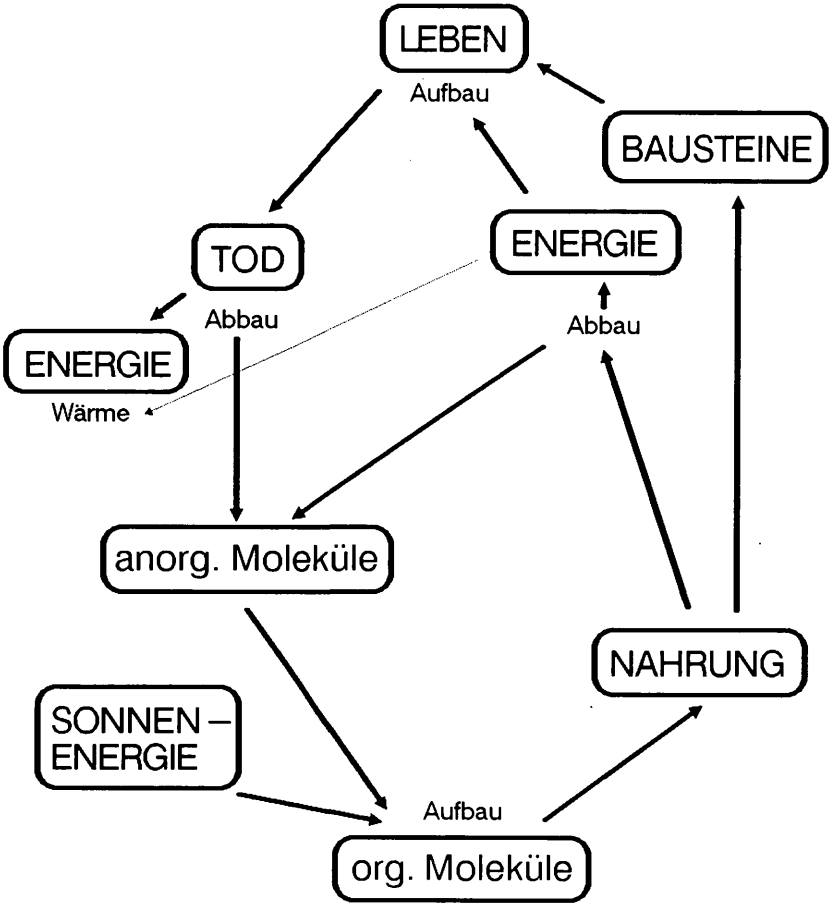

Abb. 2: Kreislaufprinzip und Sonnenenergienutzung als Lösung der Energieproblematik in der Evolution.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

der Photosynthese (Abb. 3) Rechnung getragen und dadurch die sogenannte Krönung der Schöpfung, den Menschen, ermöglicht. Es ist daher völlig unverständlich, wenn der vernunftbegabte Mensch wider besseres Wissen versucht, die einzige Überlebenschance – nämlich das Kreislaufprinzip gekoppelt mit den Regulationsmechanismen der Ökosysteme – zu verleugnen.

Ohne daß wir die gestörten ökosystemaren Regulationen durch entsprechende Steuerungsmaßnahmen ersetzen, kann die Rückkehr zum Kreislaufprinzip allein nicht die Lösung der Probleme bringen. Die Vermehrung der Spezies Mensch auf Kosten seiner Ökosystempartner Tier und Pflanze muß weltweit schnellstens gestoppt werden, sonst können Stoffkreisläufe gar nicht mehr geschaffen werden, was zur Folge hätte, daß der steigende Energiebedarf einer stetig wachsenden Weltbevölkerung den Planeten Erde energetisch aushungert.

Bis in das vergangene Jahrhundert wurde der Energiebedarf der Menschheit über die thermische Biomassenutzung gedeckt (Abb. 4). Man heizte mit Holz und Holzkohle. In diesem System waren nicht nur die Emissionen gering, sondern die vorhandene Vegetation reichte leicht aus, das entstehende CO_2 beim Aufbau neuer Biomasse zu binden. Im Prinzip war hier ein perfekter Kreislauf gegeben, der jedoch immer stärker durch eine vom steigenden Energiebedarf provozierte Übernutzung gestört wurde.

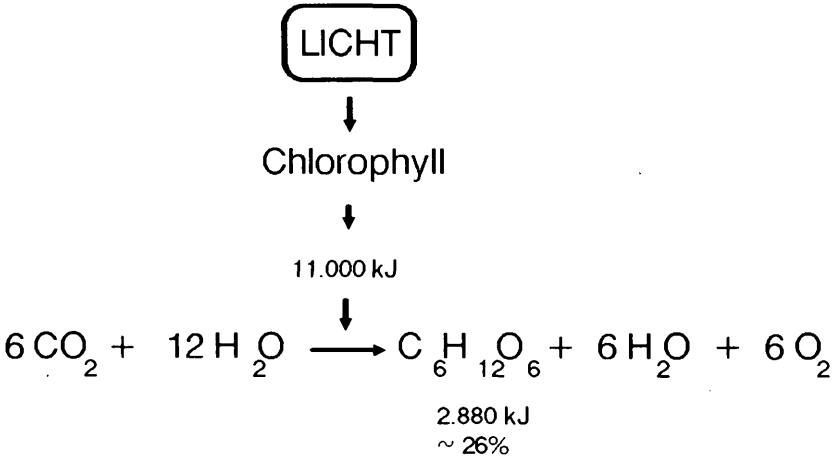

Abb. 3: Die Photosynthese in den grünen Pflanzen erzeugt aus CO_2 und Wasser mit Hilfe der Sonnenenergie Sauerstoff und Glukose, also organische Moleküle zur Versorgung aller heterotrophen Organismen wie Mensch und Tier.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

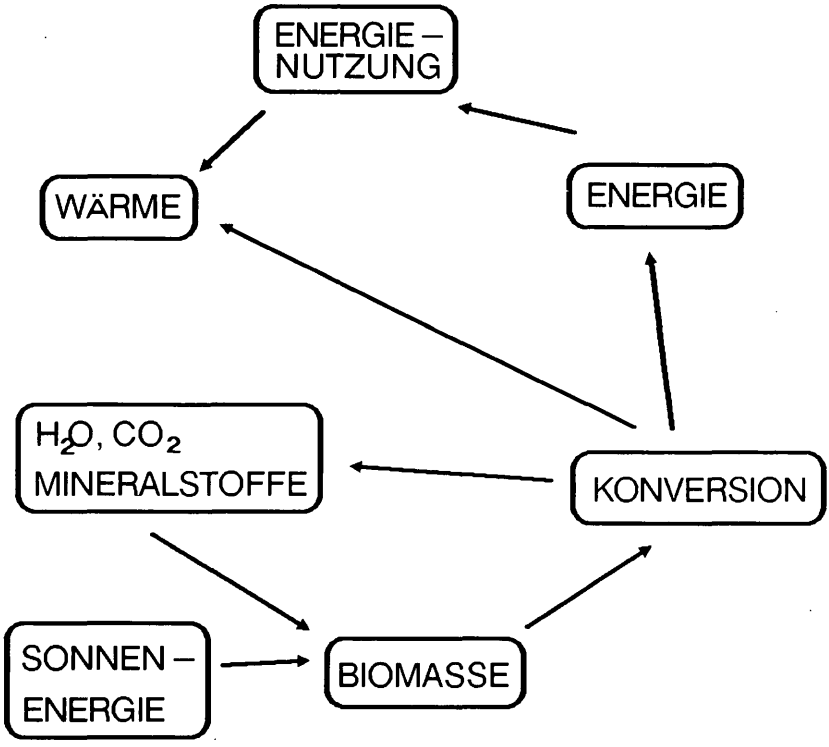

Abb. 4: Verwirklichung des Kreislaufprinzips und der Sonnenenergienutzung durch die energetische Nutzung von Biomasse wie sie bis ins vergangene Jahrhundert zur Deckung des Energiebedarfes praktiziert wurde.

KONSEQUENZEN OFFENER NUTZUNGS- UND PRODUKTIONSKETTEN

Die Nutzung von fossilen Brennstoffen wie Kohle und viel später von Erdöl, war im Prinzip nichts Neues. Es wird die Sonnenenergie, welche vor vielen Millionen Jahren in organischen Molekülen gespeichert wurde, in großem Maßstab genutzt. Heute verbrennen wir pro Jahr fossile Energieträger, deren Bildung ca. 650.000 Jahre gedauert hat. Bei andauernder hemmungsloser Nutzung von fossilen organischen Molekülen zur Deckung von 78% des Energiebedarfes und einer jährlichen Bedarfssteigerung von nur 3%, werden die fossilen Energiereserven unseres Planeten in einer Höhe von 45.900 EJ in 58 Jahren praktisch erschöpft sein.

Das Leben ist in seiner gegenwärtigen Form nicht nur durch den nutzbaren Energievorrat limitiert, sondern auch durch die Folgen der offenen Produktionskreisläufe gefährdet (Abb. 5). Bei der Nutzung fossiler Energie

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

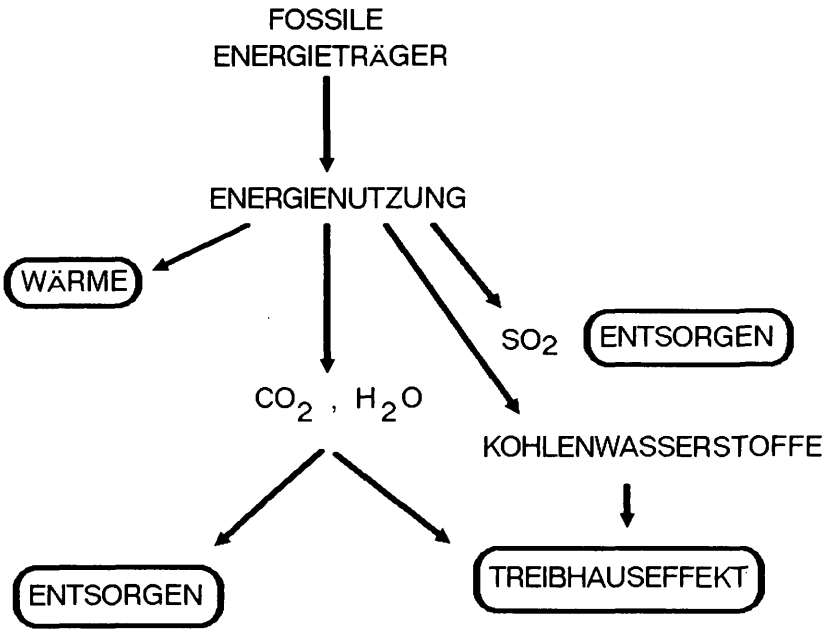

Abb. 5: Offene Energienutzungssysteme auf der Basis fossiler Energieträger belasten die Umwelt, fördern den Treibhauseffekt und dezimieren die limitierten Energiereserven des Planeten Erde.

werden CO_2, SO_2, NO_x und die verschiedensten organischen Verbindungen in solchen Mengen freigesetzt, daß im natürlichen System kein komplettes Recycling mehr erfolgen kann. Das emittierte SO_2 hat zuerst nur die Schwefeldüngung in der Landwirtschaft unnotwendig gemacht, jedoch mit steigender Emission zu Schäden an der Vegetation und gesundheitlichen Belastungen von Tier und Mensch geführt. Die Stickoxide und die unverbrannten Kohlenwasserstoffe sind die Ursache für die Entstehung der lebensfeindlichen Photooxidantien, deren Leitsubstanz, das Ozon, in der Troposphäre mit 1–2% pro Jahr deutlich ansteigt.

TREIBHAUSEFFEKT UND KLIMATISCHE KATASTROPHE

Die Wirkung des CO_2 ist erst langfristig erkennbar und daher umso heimtückischer. Durch die Anreicherung dieses Gases in der Atmosphäre wird die Abstrahlung von Wärme in den Weltraum vermindert. Die Sonne kann daher unseren Planeten langsam aufheizen, wie dies in unseren Glashäusern täglich passiert. Dieser Treibhauseffekt, der neben CO_2 auch durch Methan und andere Kohlenwasserstoffe hervorgerufen wird, erhöht

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

die Durchschnittstemperatur bodennaher Luftschichten und läßt einerseits durch Eisschmelze den Meeresspiegel steigen, andrerseits dehnen sich die Wüstengebiete aus. Die nutzbare und bewohnbare Erdoberfläche kann durch solche Vorgänge erheblich verkleinert werden.

Verschärft werden diese aus Nutzung der fossilen Energie erwachsenden Probleme durch die ebenso geradlinig, offen ablaufenden Produktionsprozesse in Gewerbe und Industrie. Energie und Rohstoffe werden konsumiert und mit den Industrieerzeugnissen Abgase, Abfälle und Abwärme produziert. Abgase, Abfälle und Abwärme verstärken den Treibhauseffekt, verursachen direkt Schäden an der Vegetation und beeinträchtigen die tierische und menschliche Gesundheit.

STRESSPHYSIOLOGISCHE ERKLÄRUNG DES WALDSTERBENS

Obwohl die Konsequenzen unserer Energienutzungssysteme und der gewerblich-industriellen Produktion seit langem bekannt sind, hat erst das sogenannte Waldsterben zu einer breiten Diskussion in der Öffentlichkeit geführt und erste ordnungspolitische Entscheidungen möglich gemacht. Einige der getroffenen Maßnahmen sind vom Ansatz her recht spektakulär, für eine Lösung der Problematik auf wirklich breiter Basis fehlt jedoch der Mut, da den Verantwortlichen immer wieder eingeredet wird, das Waldsterben sei etwas Geheimnisvolles, Ungeklärtes. Tatsächlich stirbt unser Wald – pflanzenphysiologisch gesehen – ganz normal. Die zahlreichen

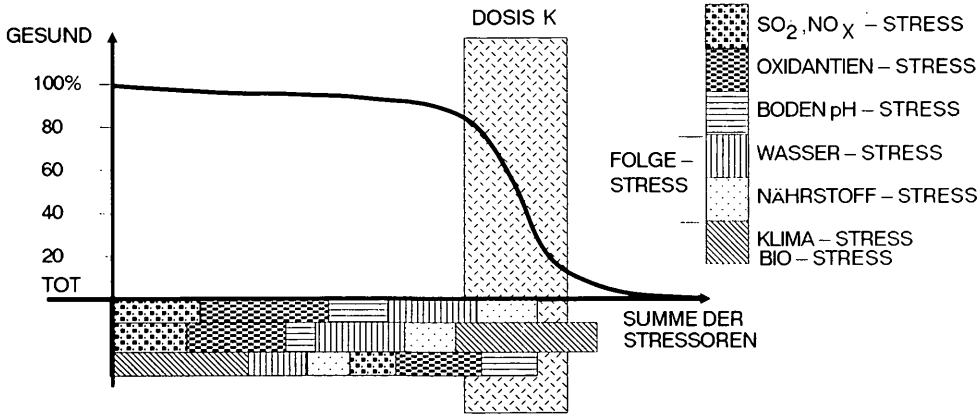

Abb. 6: Streßphysiologischer Hintergrund des Waldsterbens. Überschreitet die Streßbelastung einen Schwellenwert, beginnt der Wald sichtbar zu erkranken und abzusterben. Welcher Stressor letztlich dafür die auslösende Ursache ist, scheint ohne Bedeutung. Tatsächlich ist die Belastung durch anthropogene Schadstoffe jene, die mit technischen Maßnahmen relativ rasch reduzierbar ist.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

natürlichen und anthropogenen Belastungen, Stressoren genannt, wirken synergistisch. Die von ihnen hervorgerufenen Störungen addieren sich nicht einfach im betroffenen Organismus, sondern verstärken einander oft, sodaß überraschend schwere Schadenssymptome ausgebildet werden.

Das Wissen um Synergismen aus der streßphysiologischen Forschung macht das Waldsterben zu einem erschreckenden, jedoch baumphysiologisch verständlichen Vorgang: Die Luftschadstoffe wie SO_2, NO_x und insbesondere Ozon und die anderen Photooxidantien belasten seit Jahren unsere Bäume, so daß ihre physiologische Aktivität immer häufiger stark beeinträchtigt wird. Eine wesentliche Folge davon ist, daß die Photosynthese weniger leistet und das Wurzelsystem inklusive der symbiontischen Pilze, den Mykorrhizen, schwächer ausgebildet wird. Dies bedingt unter anderem den Folge-Streß-Komplex, der sich als Nährstoff- und Wassermangel in Blättern und Nadeln manifestiert. Zusammen mit den stark variierenden klimatischen und biotischen Stressoren kann über Synergismen die Streßbelastung relativ plötzlich zu hoch werden und die Bäume beginnen abzusterben (Abb. 6).

Nachdem die natürlichen Stressoren selbst längerfristig nur gering beeinflußt werden können, bleibt für die lebenswichtige Reduktion der Gesamtbelastung nur die Minimierung der anthropogenen Schadstoffe. Es bedarf daher keiner weiteren Forschungsergebnisse, um rigorose Maßnahmen zur Luftreinhaltung zu rechtfertigen.

ENTSORGUNG, KREISLAUFWIRTSCHAFT UND VORSORGETECHNOLOGIEN

Viel zu langsam wird die Belastung der Umwelt mit Schadstoffen verringert, wenn an die offenen Produktionsketten Entsorgungstechnologien gekoppelt werden (Abb. 7). Diese Nachsorgetechnologien oder „end of pipe technologies" können helfen, indem Abgase gefiltert, Abwässer gereinigt und Abfälle verbrannt oder deponiert werden. Solche Entsorgungsverfahren sind aber für alle Betriebe im nötigen Ausmaß gar nicht finanzierbar und verhindern bis zu einem gewissen Grad Innovationen wie die forcierte Entwicklung von „clean-technologies", also Verfahren, bei denen wenig oder gar keine Abgase oder Abfälle entsorgt werden müssen (Abb. 8). Unbestritten ist, daß saubere, ökologisch und sozial angepaßte Technologien für die Zukunft zwingend nötig sind.

ENERGIE AUS BIOMASSE

Für Biomasse sind Energienutzungssysteme entwickelt worden, die als angepaßte Technologien bezeichnet werden können und auch dem Kreislaufprinzip entsprechen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

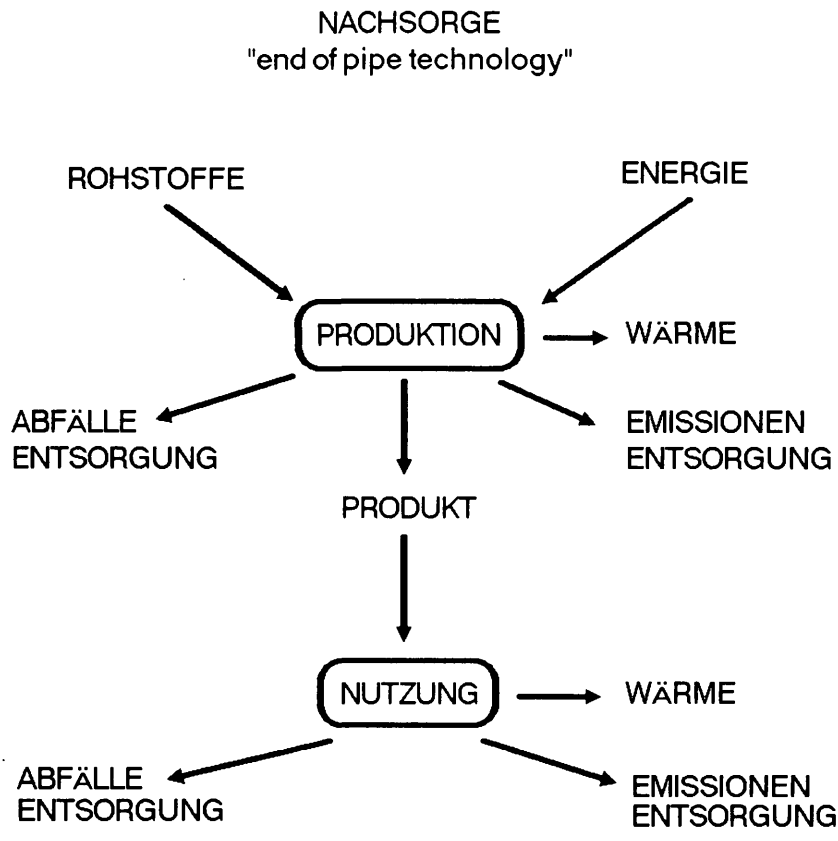

Abb. 7: Nachsorgetechnologien verbrauchen Rohstoffe sowie Energie und erzeugen Abwärme, Luftschadstoffe und nutzlose Abfälle als Nebenprodukte.

Nutzen wir z. B. Holz in einer optimal regulierten Heizanlage zur Erzeugung von Fernwärme, fallen neben der mineralischen Asche, CO_2 und Wasser nur geringe Mengen anderer Rauchinhaltsstoffe an, jedenfalls kein Schwefeldioxid. Die Asche kann als Mineralstoffdünger verwendet werden, während CO_2 und Wasser beim Aufbau neuer Biomasse benötigt werden und somit zusammen mit der Sonnenenergie wieder temporär als organische Moleküle gespeichert werden. Im Prinzip ein perfektes System, jedoch dürfen wir nicht wieder in den alten Fehler der unkritischen Begeisterung verfallen. Wenn die Verbrennungstemperatur zu hoch ist, entstehen automatisch Stickoxide, wenn sie zu tief ist, führt die unvollkommene Verbrennung zur Bildung von CO sowie giftigen, karzinogenen polycyclischen Kohlenwasserstoffen. Es muß also auch bei der Biomassenutzung darauf geachtet werden, daß nur Vorsorgetechnologien zum Einsatz kommen, um eine Entsorgungsproblematik gar nicht entstehen zu

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

lassen. Beim derzeitigen Stand der Technik scheint dies möglich zu sein. Die Nutzung der Biomasse folgt somit grundsätzlich dem Kreislaufprinzip und stellt uns die Sonnenenergie in konzentrierter, lagerbarer Form zur Verfügung; mit Recht wird daher die Biomasse oft als „erneuerbare Energie" bezeichnet.

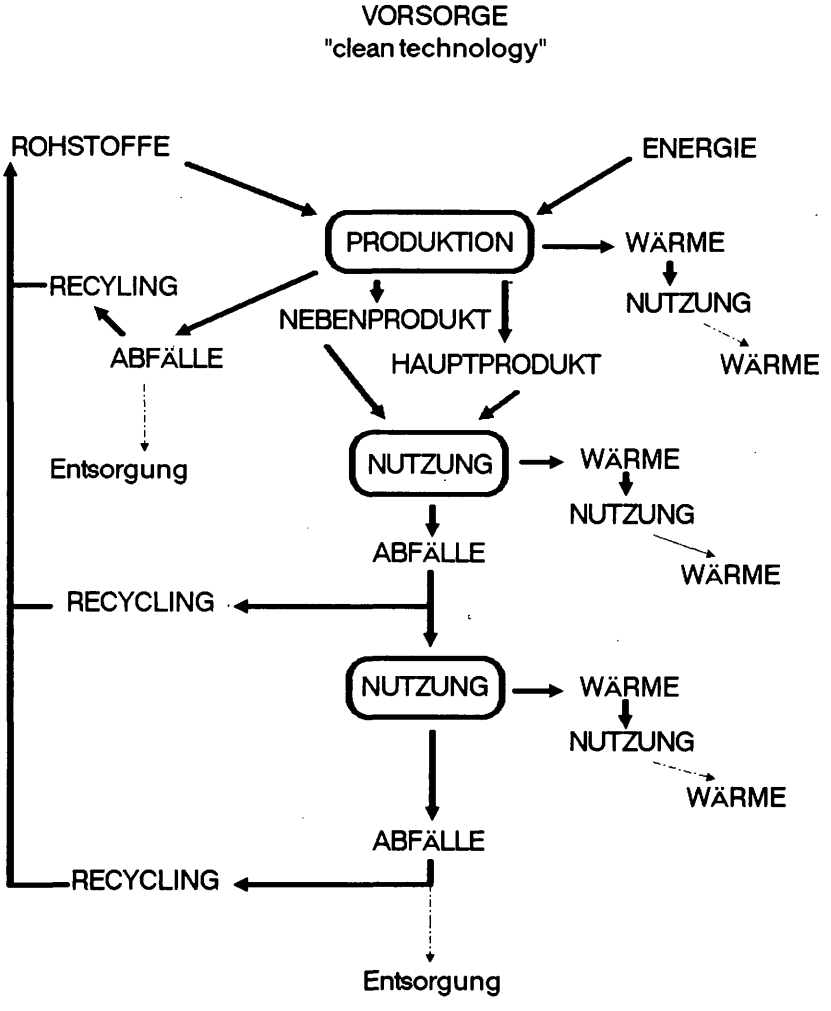

Abb. 8: Vorsorgetechnologien sind darauf ausgerichtet, die Entstehung von Abwärme, Luftschadstoffen und Abfällen zu minimieren oder einem Recycling zuzuführen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN DER SONNENENERGIE

Soll diese Nutzungsform der Sonnenenergie weiter ausgebaut werden, muß klargestellt werden, ob die Sonne über die Biomasse überhaupt genügend Energie zur Verfügung stellen kann.

Die Sonne strahlt in Form von Licht und Wärme pro Jahr die unvorstellbare Menge von 2,6 Millionen Exa Joule auf die Erde ab (Abb. 9). Davon werden nur 0,1154% in der Biomasse gespeichert, so daß jährlich 3000 EJ grundsätzlich zur Verfügung stehen. 1984 betrug der Weltenergieverbrauch 385 EJ und somit 13% der in der Biomasse pro Jahr gespeicherten Sonnenenergie. Der größte Teil der Sonnenenergie ist in den Wäldern gespeichert, nur 5% dagegen in landwirtschaftlichen Kulturen. Obwohl das Energieangebot der Sonne so großzügig ist, decken wir unseren Energiebedarf über Wasserkraft (3%) und Biomasse (12%) nur zu 15% aus dieser Quelle.

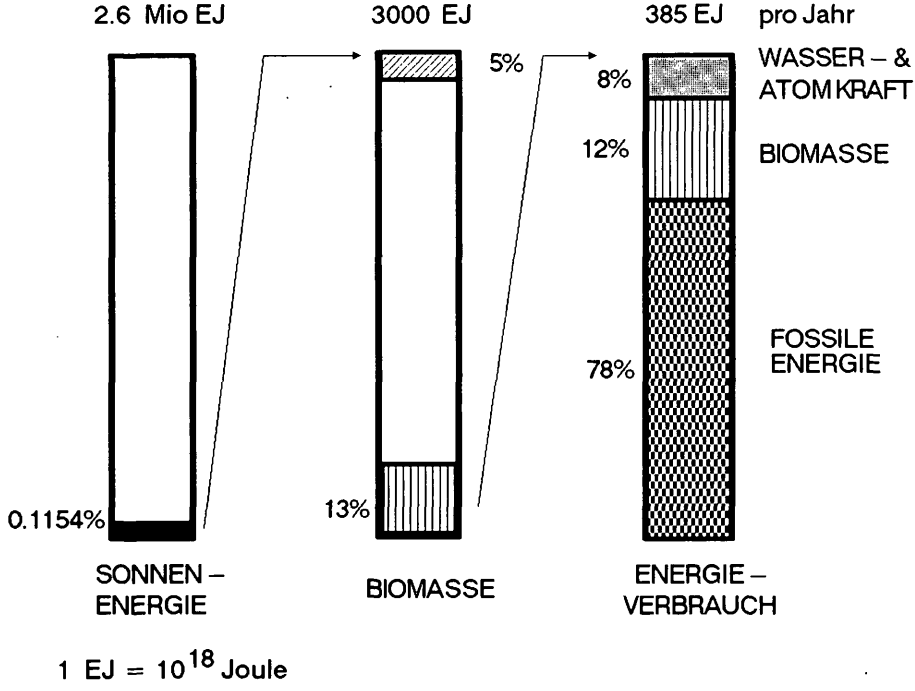

Abb. 9: Weltenergieverbrauch 1986 in Beziehung zur in Biomasse gespeicherten Solarenergie: Selbst entsprechend dieser sehr hoch angesetzten Bedarfsberechnungen verbraucht die Welt derzeit nur 13% der jährlich in Biomasse gespeicherten Sonnenenergie bzw. nur 0,0015% der eingestrahlen Sonnenenergie.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Energiegehalt der diversen Energieträger, bezogen auf Gewicht und Volumen in Beziehung zu den Kosten.

ENERGIETRÄGER	Brennwert in MJ pro kg	Nutzwärme (pro l)	Nutz – (Roh –) Energiepreis / kWh
FLÜSSIGGAS (Propan)	46.0	32.2 (16.7)	1.143 (0.44)
HEIZÖL leicht	41.0	28.7 (23.0)	1.157 (0.66)
STEINKOHLE	28.5	19.6 (26.5)	1.145 (0.44)
HARTHOLZ (25% Feuchte)	13.0	9.1 (5.9)	1.420 (0.54)
HACKGUT (30% Feuchte)	12.4	8.7 (3.7)	1.562 (0.33)
STROH (30% Feuchte)	11.8	18.2 (0.74)	1.482 (0.25)

Unter Berücksichtigung eines Wirkungsgrades von 70% für eine Zentralheizungsanlage eines Einfamilienhauses

Ein Grund dafür ist natürlich die geringe Energiedichte der Biomasse, also die niedrigen Brennwerte (Tab. 1). So liefert Waldhackgut pro Tonne nur 44% der Nutzwärme von Steinkohle. Zusätzlich spielt für Transport und Lagerung ganz besonders die Raumdichte eine Rolle. Bezieht man den Energiegehalt auf den Kubikmeter, kann Hackgut 14% und Stroh nur 3% der Nutzwärme einer gleich großen Menge Steinkohle liefern.

Für großtechnische Anlagen wie Kraftwerke ist die Biomasse daher nur erschwert nutzbar, sie ist jedoch gut geeignet für kleinere dezentrale Energiegewinnungsanlagen. Da, wie schon erwähnt, „clean technologies" zur Entsorgung angewendet werden sollen, eignet sich die energetische Nutzung der Biomasse auch nur sehr bedingt für Einzelfeuerungen. Wie Beispiele in Österreich zeigen, sind dezentrale Fernheizanlagen in ländlichem Raum gut angepaßte Technologien. Die Akzeptanz dieser Energieerzeugung ist sehr hoch, da Rohstofflieferanten, Betreiber und Energiekonsumenten teilweise ident sein können. Eine lockere, gemeinnützige Organisationsform kann die Verankerung in der örtlichen Sozialstruktur noch fördern.

Unter Berücksichtigung jeder möglichen, thermischen Biomassenutzung, könnte der Energiebedarf Österreichs für Raumheizung und Warmwasser theoretisch aus Biomasse gedeckt werden. Durch Veredelungstechnologien von landwirtschaftlichen Produkten, die z. B. Biosprit oder Oliosprit

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

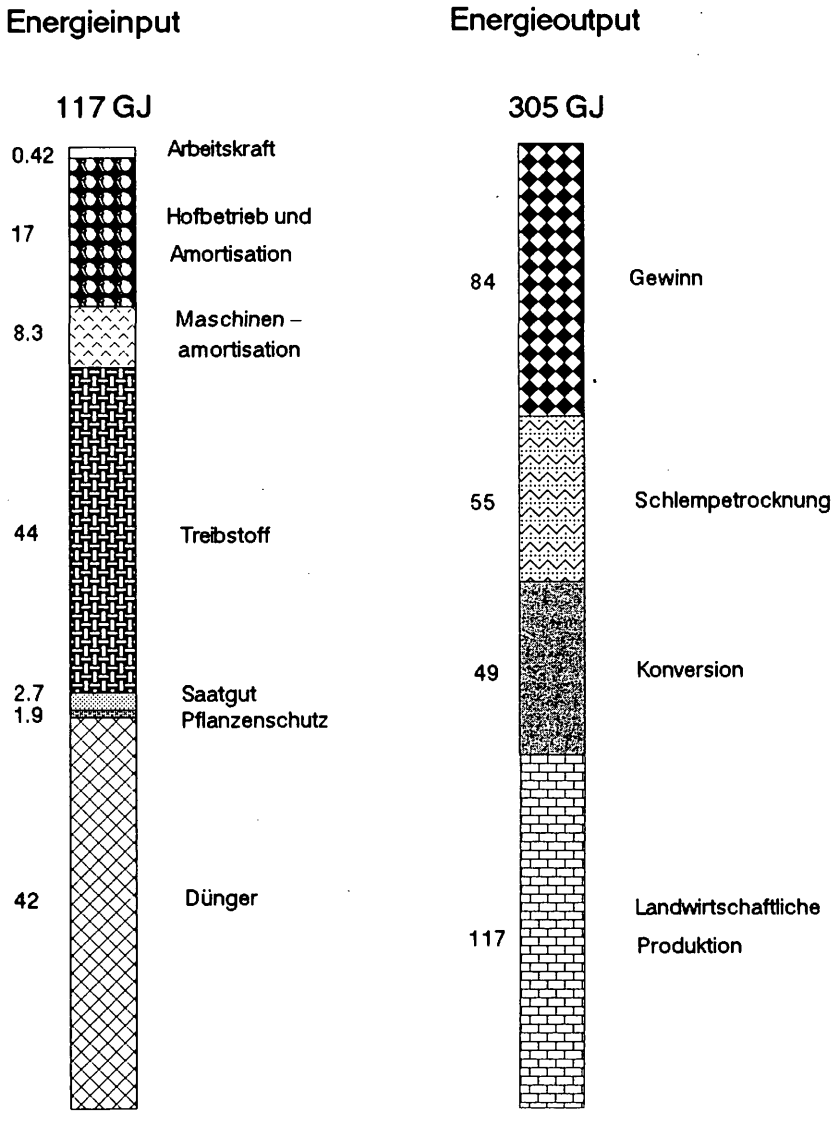

Abb. 10: Energiebilanz der Fruchtfolge Winterweizen – Zichorie – Zuckerrübe als Mehrrohstoffbasis einer Bioethanolerzeugung. Berücksichtigt man alle Energieflüsse des Systems inklusive der Entsorgung der Schlempe durch Trocknung, beträgt der Energiegewinn pro Jahr und Hektar nur 2,1 t Erdöl bei einem Energieinputfaktor von 1:1,379. Es werden jedoch 5,5 t Erdöl zum Betrieb des Systems produziert und damit das Energieaufkommen entlastet.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

liefern bzw. energetisch teure Synthesen einsparen, kann der Beitrag zur Energiebedarfsdeckung (von derzeit 8% auf möglicherweise 40%) erhöht werden.

Die Energiepreisgestaltung scheint der Einsatz von Biomasse für die Energiegewinnung zu limitieren, da die Nutzungspreise durch Transport, Lagerung sowie durch Anlagen- und Betriebskosten hoch liegen. Aus diesem Grund die Energie aus Biomasse abzulehnen, ist Unsinn; zeigen doch die Rohenergiepreise, daß Holz und Stroh die niedrigsten Einstandskosten haben. Die teilweise nicht wettbewerbsfähigen Verbraucherpreise für Energie aus Biomasse werden einerseits durch die stückzahlbedingt hohen Anlagekosten, andrerseits durch die Ordnungspolitik bedingt, welche die hohen Folgekosten der Nutzung fossiler Energiequellen nicht dem Energiepreis zurechnet, sondern von der Allgemeinheit tragen läßt. Diese anachronistische Ordnungspolitik verhindert somit zukunftsweisende Innovationen auf dem Gebiet alternativer Energienutzungssysteme.

VERFÜGBARKEIT DER LIGNOZELLULOSEN BIOMASSE

Sollte eine Änderung in der Ordnungspolitik der thermischen Nutzung von Biomasse stärkere Impulse verleihen, wird die Biomassebeschaffung möglicherweise problematisch. Das Waldsterben wird natürlich kurzzeitig einen größeren Anfall von „Energieholz" bedingen, danach muß aber, sollten die Systeme zur Nutzung der Energie aus Biomasse tatsächlich ausgebaut worden sein, mit einer Verknappung gerechnet werden.

Daher muß darauf geachtet werden, daß dem Wald durch einen gesteigerten Biomassebedarf nicht zu große Mengen mineralisierbarer Schlägerungsrückstände entzogen werden, da diese im Sinne der Selbstversorgung mit Nährstoffen für die normale Waldentwicklung nötig sind. Die sogenannte Ganzbaumernte ist unter diesem Aspekt problematisch, außer man beginnt den Wald zu düngen.

Mittels Intensivkulturen läßt sich natürlich auch der Holzertrag stark steigern, wobei für solche Systeme aus den Niederwäldern die sogenannte „short rotation forestry" entwickelt wurde. Nach dem Muster einer landwirtschaftlichen Sonderkultur werden schnellwüchsige Holzarten mit Dünger und Pflanzenschutzmitteln als Energiewälder kultiviert und nach wenigen Jahren zur Holzhackschnitzelproduktion herangezogen.

Natürlich muß bei einer solchen Intensivkultur beachtet werden, daß die Energiebilanzen stimmen. Dies mag gar nicht so einfach sein, selbst wenn man bei der energetisch wenig aufwendigen thermischen Nutzung bleibt, da die Energieinputfaktoren sogar bei Fruchtfolgesystemen mit landwirtschaftlichen Höchsterträgen meist nur knapp über 1 liegen (Abb. 10).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

BIOMASSENUTZUNG UND TREIBHAUSEFFEKT

Ökologisch gesehen ist diese Art der Holzwirtschaft nicht erfreulich, aber sie muß auch im Hinblick auf ihre CO_2-speichernde Wirkung bewertet werden. Durch das Abholzen der letzten Urwälder und die Verbrennung fossiler Energieträger gelangt immer mehr CO_2 in die Atmosphäre und die Speicherung von CO_2 in der Biomasse sinkt dramatisch ab. Um der Katastrophe durch den Treibhauseffekt zu entgehen, müssen wir vermehrt CO_2 in die Biomasse binden.

Berücksichtigt man nur die Verteilung des Kohlenstoffes zwischen Atmosphäre und Biomasse, so sind bei einem CO_2-Gehalt der Luft von 342 ppm derzeit 46% in der Atmosphäre und 54% in Biomasse gespeichert (Abb. 11). Durch die Nutzung fossiler Brennstoffe werden jährlich 5 Gigatonnen Kohlenstoff als CO_2 zusätzlich in die Atmosphäre abgegeben. Längerfristig gesehen wird durch die rasant fortschreitende Vernichtung der tropischen Urwälder eine weit größere Menge an CO_2 freigesetzt, sind doch pro Hektar in diesen Ökosystemen mehr als 200 t Kohlenstoff gespeichert. Anfänglich hauptsächlich durch Verbrennung, später jedoch vermehrt auch durch biologischen Abbau wird dieser gewaltige Kohlenstoffvorrat über Jahre langsam als CO_2 freigesetzt, wobei von den folgenden landwirtschaftlichen Kulturen mit einer Kohlenstoffspeicherkapazität von 20–30 t pro Hektar eine nur mangelhafte Refixierung erwartet werden kann.

In den nächsten 25 Jahren werden durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern 125 GT Kohlenstoff als CO_2 in die Atmosphäre abgegeben werden, durch die Vernichtung des Kohlenstoffspeichers Wald wahrscheinlich jedoch 450 GT. Wenn man die Gleichgewichtszustände mit Ozeanen und dem Kalkgestein vorerst außer acht läßt, steigt als Folge die CO_2-Konzentration auf 560 ppm an und nur mehr 25% des Kohlenstoffes sind in der Biomasse gespeichert.

Das Beispiel zeigt, daß der Verlust an kohlenstoffspeichernder Biomasse längerfristig gesehen noch schwerer wiegt als der CO_2-Ausstoß bei der Nutzung fossiler Energieträger. Energiewälder sind nun, wie jeder Wald, in der Lage, die klimagefährdende CO_2-Belastung unserer Atmosphäre in zweifacher Hinsicht zu reduzieren. Einerseits wird die Nutzung fossiler Brennstoffe reduziert, andrerseits wird verstärkt Kohlenstoff in Biomasse gespeichert. Wenn 50% der aufforstbaren, nicht für die Landwirtschaft benötigten Fläche zusätzlich mit Energiewäldern bepflanzt worden sind und diese Niederwälder bei einer Umtriebszeit von sieben Jahren ca. 160 t Kohlenstoff speichern, kann der Kohlenstoffhaushalt des Planeten Erde wieder normalisiert werden: bei 360 ppm CO_2 in der Atmosphäre sind wieder 53% des Kohlenstoffes in Biomasse gespeichert. Treten Hochwälder an die Stelle der „short rotation forestry", dann findet sich der gewünschte Effekt schon bei 30–40% der aufforstbaren Fläche.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

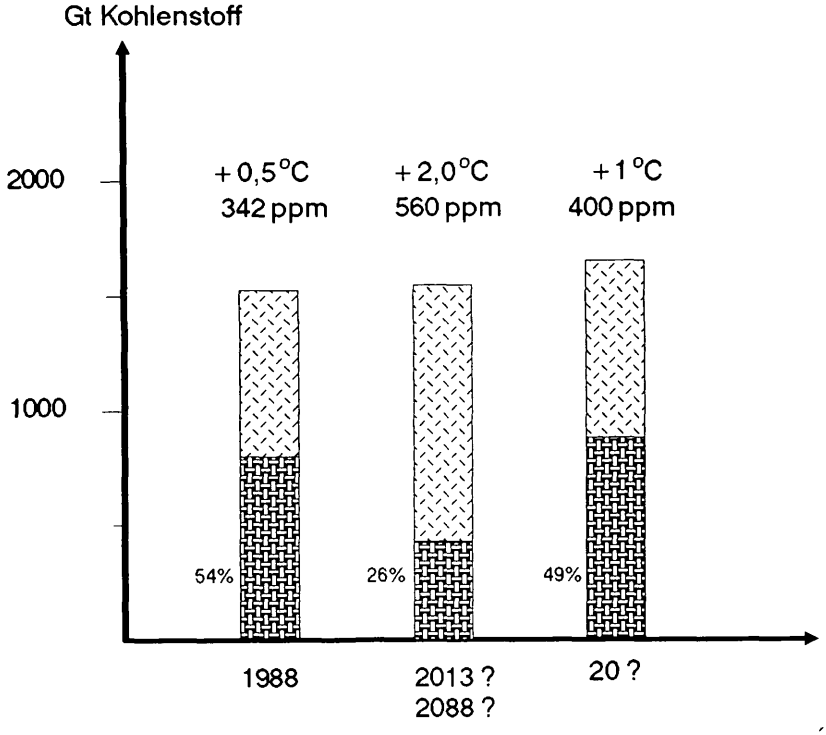

Abb. 11: Die globale Verteilung des Kohlenstoffes: Durch die CO_2-Anreicherung über Verbrennung fossiler Energieträger und den Verlust des Kohlenstoffspeichers Urwald kann die CO_2-Konzentration in der Atmosphäre im Laufe der nächsten 25 bis 100 Jahre auf wahrscheinlich 560 ppm ansteigen, so daß eine globale Erwärmung von 2°C zu erwarten ist. Werden entsprechende Biomassespeicher durch Wälder jeder Form geschaffen, kann der Kohlenstoffüberschuß abgebunden werden.

EINE CHANCE FÜR DIE ZUKUNFT

Jedenfalls sind Hoch- und Niederwälder geeignet, die CO_2-Konzentration zu reduzieren und den Verlust des Kohlenstoffspeichers Urwald zu kompensieren, so daß die zu erwartende klimatische Katastrophe deutlich abgeschwächt wird. Nicht zuletzt wegen dieses globalen Aspekts sollte es wohl einsichtig sein, daß die energetische Nutzung der Biomasse mit ökologisch und sozial angepaßten Vorsorgetechnologien ein Beitrag für eine zukunftsweisende Bewältigung unserer Energie- und Umweltprobleme sein kann.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

BRAUN, H. (1988): Emissionen bei Verfeuerung von Hackgut. Agrarische Rundschau 3/4.

BUNDESMINISTERIUM f. HANDEL, GEWERBE und INDUSTRIE (1984 & 1986): Energieberichte 1984 und 1986.

FÜHRER, E. (1987): Forschungsinitiative gegen das Waldsterben. Bericht 1987.

GERMANN, K., G. WARNECKE & M. HUCH (1988): Die Erde. Dynamische Entwicklung, menschliche Eingriffe, globale Risiken. Springer-Verlag, Berlin.

HALL, D. O., & P. J. de GROOT (1985): Biomass for Fuel and Food. King's College London.

KAPLAN, R. W. (1984): Der Ursprung des Lebens. Thieme Vlg.

KOPETZ, H. (1988): Zusammenhänge zwischen Klimaverschiebung, Energieversorgung und Steuerpolitik. Agrarische Rundschau 2.

LICHTENTHALER, H. K., & C. BUSCHMANN (1984): Das Waldsterben aus botanischer Sicht. Vlg. Braun, Karlsruhe.

NOSSEK, E., A. JONAS & F. SCHÖRGHUBER (1988): Holz heizen. Amt der NÖ. Landesregierung.

SCHÖNWIESE, C. D., & B. DIECKMANN (1988): Der Treibhauseffekt. Der Mensch ändert das Klima. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart.

TIEFENBACHER, H. (1988): Biomasseproduktion im Kurzumtrieb. Agrarische Rundschau 3/4.

TRABALKA, R. J. (1985): Atmospheric carbon dioxide and the global carbon cycle. US-Department of Energy.

WOHLMEYER, H. (1988): Abschied vom Idyll – Abschied vom Leben. Agrarische Rundschau 2.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Harald R. BOLHÀR-NORDENKAMPF, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: 179_99

Autor(en)/Author(s): Bolhàr-Nordenkampf Harald Romuald

Artikel/Article: Die energetische Nutzung der Biomasse als Beispiel einer ökologisch und sozial angepaßten Vorsorgetechnologie (Mit 11 Abbildungen) 641-658