

## Klimaveränderung durch Humusabbau

August Raggam

### 1. Einleitung

George Washington<sup>1</sup> meinte, um Probleme zu lösen, muss man sie vereinfachen und überschaubar machen. Diese Arbeit stellt einen solchen Versuch dar.

Wir gehören zu den Glücklichen, zu jenen 20 % der Weltbevölkerung, die es sich auf Kosten der restlichen 80 % gut gehen lassen. Hiezu graben (stehlen?) wir Rohstoffe aus fremden Böden, transportieren, produzieren im Überschuss, konsumieren und deponieren. Es ist dies die lineare Weltwirtschaft, betrieben mit Öl, Gas, Kohle und Atomenergie. Bei Rohstoffverweigerung kommen Waffen und das Blut von Menschen zum Einsatz. Wir wollen den Spitzenplatz auf der Wohlstands-Pyramide halten. Leider müssen wir feststellen, dass uns zunehmend die Freude am Spitzenplatz abhanden kommt. So manches Elend trifft auch uns. Neben den Verkehrstoten und den zunehmenden Zivilisationskrankheiten sind es vor allem die **explodierenden Sturm-, Hochwasser- und Trockenheitsschäden**, die, längst unfinanzierbar geworden, uns mit Sorge erfüllen.

Die Ökologie<sup>2</sup> lehrt uns, dass der Mensch in ein hochintelligentes, traumhaftes grünes Kreislauf-Produktionssystem dieser Erde hineingeboren wurde, in das er sich auch über sechs Millionen Jahre problemlos einfügte.

Seit der Mensch vor etwa zehntausend Jahren vom Jäger und Sammler zum Ackerbauern wurde, schuf er sich naturwidrige, lineare Systeme. Anfangs langsam, nach der Erfindung der Dampfmaschine immer schneller und seit etwa 50 Jahren, durch die Einführung von Öl, Gas, Atomenergie, fettlöslichen chlorierten Kohlenwasserstoffen und der wasserlöslichen Kunstdünger, mit geradezu atemberaubender Geschwindigkeit.

Um einen Patienten heilen zu können, müssen wir die Ursache der Erkrankung erforschen. Um die dramatische Einflussnahme von uns Menschen auf unser Ökosystem Erde und die Problemlösungs-Vorschläge verstehen zu können, ist es notwendig, dass wir uns mit der Entstehungsgeschichte unserer Atmosphäre und des grandiosen grünen Produktionssystems auf der Erdoberfläche, der Biosphäre, näher befassen.

## 2. Die Entwicklung der Atmosphäre und des Ökosystems Erde

Die Uratmosphäre setzte sich nach Lindner (Lindner, Biologie Teil 3, 18. Auflage, Gustav Swoboda Verlag, Seite 67) vor etwa vier Milliarden Jahren im Wesentlichen aus Wasserstoff, Ammoniak, Methan und Wasser zusammen. Über Gärungsprozesse wurden in der Folge aus Ammoniak und Methan Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Stickstoff (N) freigesetzt, sodass wir vor ca. drei Milliarden Jahren eine Erdatmosphäre hatten, die fast ausschließlich aus Kohlendioxid, Stickstoff und Wasserdampf bestand. Der Partialdruck des Kohlendioxids in der Atmosphäre wird für diese Zeit mit etwa 40 bar angenommen. Vor etwa drei Milliarden Jahren entwickelten sich die ersten Zellkomplexe, die in der Lage waren, CO<sub>2</sub> und Wasser mit Hilfe des Sonnenlichts in höher geordnete, organische Substanzen umzuwandeln. Die Photosynthese, ein wunderbarer, Ordnung schaffender Prozess, hatte eingesetzt, der auch heute noch als einziges in der Lage ist, auf dieser Welt dem ständigen Drang zur Unordnung entgegenzuwirken. Der Photosyntheseprozess, der mit Hilfe der Sonne das CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre filterte und Sauerstoff in die Atmosphäre zurück gab, war im Zeitraum vor drei Mrd. bis vor zwei Mrd. Jahren ein stetiger Lebensprozess; ein Produktionsprozess ohne Sterben, ohne Tod, also ohne Kreisläufe, mit einem riesigen Biomasse-Produktions-Potenzial im Meer und auf der Erdoberfläche. Wir können heute nachrechnen, dass die Welt-Biomasse durch Naturkatastrophen im Laufe der Entwicklungsgeschichte der Erde etwa 30.000 Mal ins Innere der Erdkruste bzw. am Meeresboden abgelagert wurde.

Auf diese Art wären das CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre und somit die Photosyntheseprozesse auf Null gesunken. Es hätte zwar riesige Massen organischer Substanz gegeben, aber dieser wunderbare Lebensprozess, die Photosynthese, wäre beendet gewesen, wenn sich nicht vor etwa zwei Milliarden Jahren völlig neue Lebewesen (die Bodenbakterien) entwickelt hätten, die ihrerseits als Lebensgrundlage nun nicht das CO<sub>2</sub> der Atmosphäre, sondern Endprodukte der Photosynthese hatten. Dies war die Geburtsstunde der Kreislaufwirtschaft. Durch die „Einführung des Sterbens“, durch den Abbau der organischen Substanz durch Bakterien, wurde ein dauerhafter Kreislaufprozess mit über lange Zeiträume gleichbleibenden Bedingungen geschaffen.

Vor mindestens sechs Millionen Jahren waren die Bedingungen bereits so gut und stabil, dass sich menschliches Leben entwickeln konnte. Allerdings in einem Kreislaufsystem, in dem neben dem Leben (Wachstum) eben auch der Tod (Abbau) als Voraussetzung für neues Leben vorprogrammiert war. Die Bakterienwelt sorgte und sorgt heute noch dafür, dass die Wachstumsbedingungen auf dieser Welt konstant waren bzw. sind: Die jährlich über die Photosynthese gebildete Biomasse (gesamte organische Substanz) wird durch die Bakterien wieder jährlich in die Ausgangsprodukte zerlegt und der Kreislauf beginnt so immer wieder aufs Neue.

Die riesigen Sauerstoffmengen, die sich auf Grund der Photosynthese in der Erdatmosphäre angesammelt hatten, begannen die Erdkruste, die zum Teil aus reinem Eisen (Fe) und Schwefel (S) bestand, zu oxidieren. So wurde der Großteil des gebildeten Sauerstoffes vorwiegend in den Eisenoxiden ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  oder  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) und in Kalzium- und Magnesiumsulfaten ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ) gebunden, aus denen er nur mehr unter hohem Energieeinsatz in Hochtemperatur-Prozessen freigesetzt werden kann. Ohne diesen Sauerstoffentzug hätten wir sechs bar Sauerstoff-Partialdruck in der Atmosphäre – unbrauchbar für menschliches Leben. Vom ursprünglich gebildeten Sauerstoff sind heute nur noch 4 % in der Atmosphäre vorhanden. Die Natur brachte das Kunststück zustande, die Erdatmosphäre zugunsten der Entwicklung des Menschen vollständig zu verändern. Dabei kam es im Wesentlichen darauf an, die Atmosphäre nahezu vollständig  $\text{CO}_2$ -frei zu gestalten.

Hatten wir ursprünglich auf Grund der riesigen  $\text{CO}_2$ -Mengen in der Atmosphäre einen  $\text{CO}_2$  Partialdruck von ca. 40 bar, so ist heute, bei ein bar Druck in der Atmosphäre, das Verhältnis von  $\text{CO}_2$  zu Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) etwa 1:1000. Den 21 % (Volumen) Sauerstoff in der Atmosphäre, d.s. 210.000 ppm Sauerstoff, stehen heute 400 ppm  $\text{CO}_2$  gegenüber. Diese müssen in Zukunft auf das vorindustrielle Niveau von ca. 270 ppm gesenkt werden, um wieder geordnete Verhältnisse zu schaffen.

Da nur noch 4 % des über Milliarden Jahre bei der Photosynthese entstandenen Sauerstoffs in der Atmosphäre vorhanden sind, würde schon die Verbrennung von nur 4 % der gebildeten fossilen Lager (4 % von 15,000.000 Mrd. t Kohlenstoff (Tabelle 1, Zeile 6), sind 600.000 Mrd. t Kohlenstoff) genügen, um den atmosphärischen Sauerstoff, der die Basis für unser menschliches Leben ist, gänzlich zu verbrauchen.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich wäre bei einem Welt-Energie-Umsatz von 13,3 Mrd. t Kohlenstoff pro Jahr bereits in 45.000 Jahren der Sauerstoff der Atmosphäre verbraucht. Lange vorher wäre menschliches Leben nicht mehr möglich.

Obwohl wir (vor allem in den letzten 50 Jahren) zwar erst einen Bruchteil dieser 4 % der fossilen Lager ausgebuddelt haben, wird daraus doch ersichtlich, wie falsch und lebensbedrohend die Tatsache ist, dass sich die gesamte Weltwirtschaft aus dem Sonnenenergie-Kreislauf ausgekoppelt und sich energetisch nahezu zu 100 % auf die Nutzung der fossilen Lager eingestellt hat.

Tabelle 1 zeigt, wohin im Laufe der Milliarden Jahre der Erdentwicklung die riesigen Kohlenstoffmengen der Uratmosphäre gespeichert wurden, um eine Atmosphäre zu schaffen, in der Menschen leben können.

	Speicherort	Kohlenstoff (C) [in Milliarden (10 <sup>9</sup> ) t] <sup>6</sup>
1	In der Atmosphäre als CO <sub>2</sub> (1989)	~ 700
2	In der Biomasse (organisch gebunden) (oberirdischer Bereich, ein- und mehrjährige Pflanzen, Algen, Tiere etc.)	~ 560
3	Im Humus organisch gebunden	~ 3.000
4	In den fossilen Lagern (gewinnbar als Gas, Öl und Kohle)	~ 4.000
5	Im Meer als: a) Hydrogencarbonat (Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), Carbonat (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) b) CO <sub>2</sub> physikalisch gelöst (temperatur- u. pH-wertabhängig)	~ 42.000
6	Organische (fossile) Lager gesamt (ca. 1/5 von (8))	~ 15,000.000
7	Carbonatsediment (ca. 4/5 von (8))	~ 60,000.000
8	Gesamte ursprüngliche Kohlenstoffmenge (C) in der Atmosphäre	~ 75,000.000
9	Entspricht einer gesamten ursprünglichen Kohlendioxid-Menge (CO <sub>2</sub> ) in der Atmosphäre	~ 275,000.000
10	Wie viel Energie wird jährlich umgesetzt? Welt-Energie-Umsatz (WEU) pro Jahr (2001):	~ 13,3
11	Wann wird sich die CO <sub>2</sub> -Konzentration in der Atmosphäre verdoppeln? Zeile 1/Zeile 10: 700 / 13,3 =	in 53 Jahren
12	Wie lange reichen die fossilen Lager? Zeile 6/Zeile 10: 15,000.000 / 13,3 =	1,13 Mill. Jahre

Tabelle 1: Die globale Kohlenstoffverteilung in Zahlen (Bernier, Lasaga, Simulation des geochemischen Kohlenstoffkreislaufes, Spektrum der Wissenschaft 5, 1989, S. 56).

Eine CO<sub>2</sub> – Freisetzung aus dem Carbonatsediment (Zeile 7, Tabelle 1) ist unwahrscheinlich. Die Speicher Zeile 2 bis Zeile 6 der Tabelle 1 stellen eine permanente Gefahr dar. Wir überleben nur, wenn wir verhindern, dass aus diesen Speichern CO<sub>2</sub> zurück in die Atmosphäre gelangt.

### 3. Mögliche Reaktionen, die unser Überleben in Frage stellen

Wenn wir den jährlichen Gesamt-Welt-Energie-Umsatz von 2001 mit ca. 13,3 Mrd. t Kohlenstoffäquivalent<sup>4</sup> (das sind 420 EJ,  $11,7 \times 10^{15}$  kWh oder 12,7 Mrd. t Öl) annehmen und wollten wir diesen nur aus fossilen Quellen decken, dann reichen die in Tab. 1, Zeile 6 angeführten fossilen Lagerstätten für über 1 Mill. Jahre! Knapp werden nur die billigen fossilen Lagerstätten (Tabelle 1, Zeile 4).

Der notwendige, rasche Umstieg auf Sonnenenergieformen (Biomasse) kann nicht mit der Knappheit der Fossilenergie begründet werden, sondern mit der Tatsache, dass wir bereits in 53 Jahren die ca. 700 Mrd. t Kohlenstoff des Jahres 1989 in der Atmosphäre weit über den seit über 400.000 Jahren eingespielten CO<sub>2</sub>-Schwankungsbereich der Atmosphäre hinaus (Abbildung 1) verdoppeln(!) würden.

Mit dieser Verdoppelung ist zwangsweise, durch Veränderung der Sonnenenergieein- und -abstrahlungsverhältnisse (Treibhauseffekt), auch eine Erhöhung der durchschnittlichen Erdtemperatur verbunden.

Den ca. 700 Mrd. t C des Jahres 1989 in der Atmosphäre (Tab. 1) entspricht eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von ca. 300 ppm. Während die Evolution der letzten 400.000 Jahre den Anteil zwischen 180 ppm (ca. 400 Mrd. t C) bis max. 300 ppm (ca. 700 Mrd. t C) begrenzte (Abbildung 1), haben wir allein in den letzten 15 Jahren den Wert von ca. 400 ppm CO<sub>2</sub> (Wert 2001) oder ca. 900 Mrd. t C in der Atmosphäre erreicht.

#### 3.1 Die drei Anspringreaktionen

Wir müssen heute drei Anspringreaktionen fürchten, die, ausgelöst durch die Erwärmung der Erde, verursacht durch Atomenergie (Kernspaltung und Kernfusion) und fossile Energieträger, von uns nicht mehr gestoppt werden könnten:

- 1) Freisetzung der im Meer physikalisch gelösten, riesigen CO<sub>2</sub>-Mengen (Tab. 1, Zeile 5) mit rascher Klimaveränderung und Meeresspiegelanstieg als Folge.

- 2) Freisetzung von Methan aus dem Methanhydrat im Meeresboden, wobei Methan ( $\text{CH}_4$ ) den 35-fachen Treibhauseffekt im Vergleich zum  $\text{CO}_2$  aufweist, ebenso mit rascher Klimaveränderung und Meeresspiegelanstieg als Folge.
- 3) Abschmelzen des Grönland- und Antarktiseises, wobei der Meeresspiegel um 60 bis 70 m ansteigen würde (Wamser Chr., Dr., Der Meeresspiegel der Ozeane, Trans-Ozean Nr. 97, Juli 2002, S. 25-26).

Diese Arbeit befasst sich schwerpunktmäßig mit der Veränderung des Kohlenstoffspeichers Humus (Tabelle 1, Zeile 3).

## 4. Die Humus-Klima-Theorie von Raggam

### 4.1 Verdunstungskühlung

Denken wir uns (wie vor drei Milliarden Jahren) den grünen Pflanzenbewuchs weg, dann hatten wir an der Erdoberfläche nur Wasser und Sand. Über der Meeresoberfläche verdunstete zur Kühlung soviel Wasser, wie der auftreffenden Sonnenenergie von  $164 \text{ W/m}^2$  im Weltjahresdurchschnitt (Bengston L., Modelling and Prediction of the Climate System, Alexander von Humboldt Stiftung Mitteilungen Nr. 69/97, S3 ff) entspricht, das sind ca. 0,27 Liter Wasser je Quadratmeter und Sonnenstunde. Die Meerestemperatur erreicht so in der oberen Schicht maximal  $30^\circ\text{C}$  (oder absolut ca.  $300^\circ\text{K}$ ) und dieselbe Temperatur nimmt auch die Meeresluft an, deren spezifisches Gewicht durch den aufgenommenen Wasserdampf nun eine Spur kleiner ist als jenes der trockenen Luft. Dieselbe Sonneneinstrahlung erwärmte die obere Sandschicht an Land jedoch auf gut  $300^\circ\text{C}$  (ca.  $600^\circ\text{K}$ ), wobei auch die Luft über der heißen Sandfläche diese Temperatur annahm. Dadurch verdoppelt sich das Volumen der Landluft und das spezifische Gewicht halbiert sich. Die heiße, leichte Landluft schießt hoch und die kühlfeuchte Meeresluft strömt nach. Diese erwärmt sich, steigt ebenfalls hoch und kühlt sich mit zunehmender Höhe ab. Der in der Luft enthaltene Wasserdampf kondensiert, die Kondensationswärme wird ins Weltall abgestrahlt und das kalte Kondenswasser regnet auf das heiße Land. Der Regen kühlt das Land, und da Sand und Steine Wasser schlecht speichern, fließt das nun erwärmte Wasser rasch in Flussläufen wieder zurück ins Meer. Auf diese Art wird jene Sonneneinstrahlungswärme, die vom heißen Sand nicht direkt ins Weltall abgestrahlt wird, über den Regen ins Meer geleitet. Dadurch wird das Meer noch wärmer, noch mehr Wasser verdunstet und der Regen über dem Land wird stärker. Am Tag kam es so zu einer wilden Sturmbewegung vom Meer zum Land, welche ihre Richtung in der Nacht umkehrte. Das Meer kühlt also

das Land verbunden mit starken Stürmen, Niederschlägen sowie wilden Sturzfluten, die ins Meer zurückfließen.

War der Regen vorbei, war der Sand in wenigen Stunden wieder trocken. Menschen hätten unter diesen klimatischen Bedingungen nicht leben können.

Es muss ein wesentliches Ziel im Entwicklungsprozess des Erdökosystems gewesen sein, diese extremen Sturmbewegungen, Sturzfluten und Trockenheiten weitgehend zu eliminieren, damit menschliches und tierisches Leben auf der Erde möglich wird.

Dazu war es notwendig, auf der Landfläche ein Kühlsystem zu installieren, welches je Quadratmeter Land gleichviel Wasser zur Kühlung verdunstet wie am Meer. Dadurch würde sich das Land selbst kühlen. Die spezifischen Gewichte der Meeres- und Landluft wären in etwa gleich, sodass es zu keinen wilden Ausgleichsströmungen (Stürmen) zwischen Meer und Land mehr kommt.

## 4.2 Die drei Säulen des Ökosystems Erde

Wollen wir das Ökosystem Erde, welches uns so großzügig und umfassend versorgt, in seiner grundlegenden Funktionsweise erkennen, so müssen wir auf die folgenden drei Fragen brauchbare Antworten finden:

- 1) Wo und warum haben sich Humusschichten gebildet?
- 2) Warum werden über 95 % der jährlich über die Photosynthese gebildeten Biomasse an die Bodenbakterien verfüttert?
- 3) Warum nehmen Pflanzen aus dem Boden bis zu 700-mal mehr Wasser auf, als sie Wasserstoff zum Aufbau ihrer eigenen Substanz (CH-Verbindungen) brauchen?

### 4.2.1 Wo und warum haben sich Humusschichten gebildet?

Entsprechend Tabelle 1 ist der Humus zunächst einmal ein Kohlenstoffspeicher. Humus ist aber in seiner Hauptfunktion auch ein Wasserspeicher. Er wurde überall dort gebildet, wo es selten regnet. Humus soll den Pflanzen über die gesamte Vegetationsperiode so viel Wasser zur Verfügung stellen, wie diese benötigen, damit am Land je m<sup>2</sup> Boden gleich viel Wasser verdunstet wie über dem Meer. Tabelle 1 zeigt, dass aus dem Kohlenstoffspeicher Humus der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre vervierfacht werden könnte.

Gut eine Milliarde Landwirte bearbeiten heute die Erdoberfläche mechanisch und chemisch ohne, aufgrund falscher wissenschaftlicher Beratung, über ihr Tun wirklich Bescheid zu wissen.

Bereits 69 % (3,56 Mrd. ha) der landwirtschaftlich genutzten Trockengebiete der Welt sind durch Desertifikation<sup>5</sup> in Mitleidenschaft gezogen oder verwüstet (Schutz der grünen Erde, Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages, *Economia Verlag* 1994, S. 71 und 72).

#### 4.2.2 Warum werden über 95 % der jährlich am Festland über die Photosynthese gebildeten Biomasse an die Bodenbakterien verfüttert?

Auch das Bodenleben hat eine Mehrfachfunktion. Freiherr Justus von Liebig meinte, dass das Bodenleben lediglich durch den Abbau der in den Boden eingebrachten organischen Substanz die darin enthaltenen Mineralstoffe für das erneute Pflanzenwachstum verfügbar mache. Er schlug vor, Pflanzen mit wasserlöslichen Mineralstoffen künstlich zu versorgen, wodurch er unbewusst auf die Mitwirkung des Bodenlebens im Produktionssystem der Natur verzichtete. Das Kreislaufsystem wurde aufgebrochen und mit vorerst ertragsmäßig großen Erfolgen etablierte sich ein neues, künstliches, lineares, landwirtschaftliches Produktionssystem, welches seit etwa 1940 das Bodenleben von ursprünglich ca. 30 t je ha, auf ca. drei t reduzierte.

Erst heute beginnen wir zu begreifen, was wir durch den Kunstdünger im Ökosystem angestellt haben und welche wichtige Funktion das Bodenleben neben der Bereitstellung der Mineralstoffe noch erfüllt: Ohne die ständige Auflockerungsarbeit durch das Bodenleben würde aufgrund der Schwerkraft der Humus so verdichtet werden, dass er kein Wasser mehr speichern könnte. Zur Humusauflockerung und somit zur Wasserspeicherung arbeiten im Boden nämlich an die 30 t Bodenlebewesen je ha. Das entspricht 60 Großvieheinheiten<sup>6</sup> (z.B. Kühe). Zum Vergleich dazu können mit dem oberirdisch wachsenden Gras nur zwei Kühe je ha versorgt werden. Das Bodenleben lockert den Boden von innen auf, sodass kein unnötiger Sauerstoff durch die etwas dichtere obere Bodenschicht zum Jahrtausende alten Dauerhumus<sup>7</sup> im Boden gelangt, wodurch dieser chemisch und bakteriell abgebaut werden würde. Durch den wasserlöslichen Kunstdünger werden dem Bodenleben seine eigenen Ausscheidungsprodukte in hoher Konzentration vorgetauscht. Aufgrund der Stoffwechsel-Endprodukthemmung<sup>8</sup> wurde das Bodenleben dezimiert und die nun fehlende Auflockerungsarbeit von innen wurde durch eine von außen, von Bauern mit immer stärkeren Traktoren und immer höherem Energieeinsatz, ersetzt. Dadurch kommt zu viel Sauerstoff in den Boden und der Humus schwindet aufgrund der vermehrten Oxidation. Damit fehlt den Pflanzen Wasser zur Verdunstungskühlung, es wird wärmer. Der häufige Regen und der morgendliche Tau (durch Verdunstung über dem Land) werden seltener, die Trockenheit nimmt zu und das Meer versucht, die fehlende Landkühlung durch vermehrte Meeresverdunstung und zunehmende Stürme und Niederschläge auszugleichen.

Nun ist die Landwirtschaft verstärkt von den seltenen, intensiven und meist zur falschen Zeit auftretenden Niederschlägen vom Meer her abhängig und betroffen. Da der Humus fehlt, werden die Meeresniederschläge nun nicht im Boden gespeichert und die „Jahrhundert-Hochwasser“ stellen sich zunehmend jährlich ein.

Ohne hierfür die wahre Ursache zu ergründen, begradigten wir Flüsse und führten das wertvolle Wasser möglichst rasch außer Landes. Aber gerade dadurch entstehen



Stoßwellen, die z.B. im Sommer 2002 in Deutschland, Tschechien und Österreich Hochwasserschäden von 35 Mrd. Euro verursachten – eine Summe, die in Wahrheit nicht mehr finanziert werden kann.

Das über Milliarden Jahre eingespielte Ökosystem Erde verfüttert den Hauptteil der jährlich gebildeten Biomasse an das Bodenleben, damit neben der Biomasseproduktion für Menschen und Tiere auch die Aufgabe der Landeskühlung und somit der Sturm- und Extremwertevermeidung erfüllt werden kann.

#### **4.2.3 Warum nehmen Pflanzen aus dem Boden bis zu 700-mal mehr Wasser auf, als sie Wasserstoff zum Aufbau ihrer eigenen Substanz (CH-Verbindungen) brauchen?**

Bei einem meist 7 %-igen Wasserstoffanteil in der Biomasse brauchen Pflanzen 0,63 Liter Wasser, um 1 kg Biomasse zu produzieren. Bei einem schon recht guten jährlichen Zuwachs von 20 t je ha, oder 2 kg/m<sup>2</sup>, werden ca. 1,3 Liter Wasser je m<sup>2</sup> und Jahr (entspricht 1,3 mm Niederschlag) benötigt. Pflanzen brauchen zur Verdunstungskühlung ca. 0,27 Liter Wasser je m<sup>2</sup> und Sonnenstunde oder ca. 400 bis 700 l je m<sup>2</sup> und Jahr. 500 mm Niederschlag (500 l) brauchen Pflanzen in unseren Breiten allein je m<sup>2</sup> und Jahr für die Verdunstungskühlung. Dagegen ist unser Trinkwasserbedarf vernachlässigbar.

Pflanzen haben also im Laufe der Evolution gelernt, bis zu 700 Mal mehr Wasser aufzunehmen als sie brauchen, um pro m<sup>2</sup> dieselbe Verdunstungskühlung an Land zu erreichen wie am Meer.

Humus als Wasserspeicher, Bodenleben zur Auflockerung und die enorme Verdunstungskühlung der Pflanzen sind die tragenden Säulen des grünen Kühl-, Wasch- und Produktions-Systems unserer Erde.

Die heutigen Klimaprobleme wie Erwärmung, Stürme, Sturzfluten und Trockenheiten, sowie die drei gefürchteten Anspringreaktionen lassen sich durch die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung von Öl, Gas und Kohle sowie durch unseren Eingriff in die Wärmeabfuhr über den begrüneten Landflächen (Humusschwund) logisch erklären und in der Folge auch logisch, durch den Umstieg auf Bioenergie und auf die ökologische Kreislauf-Landwirtschaft, beheben. Vorrang hat die Heilung des Ökosystems Erde durch Humusaufbau. Ist dies erfolgt, kann neben Energie aus Biomasse die Nutzung der direkten Sonnenstrahlung beliebig erhöht werden.

## 5. Humus, das Regelglied im Ökosystem

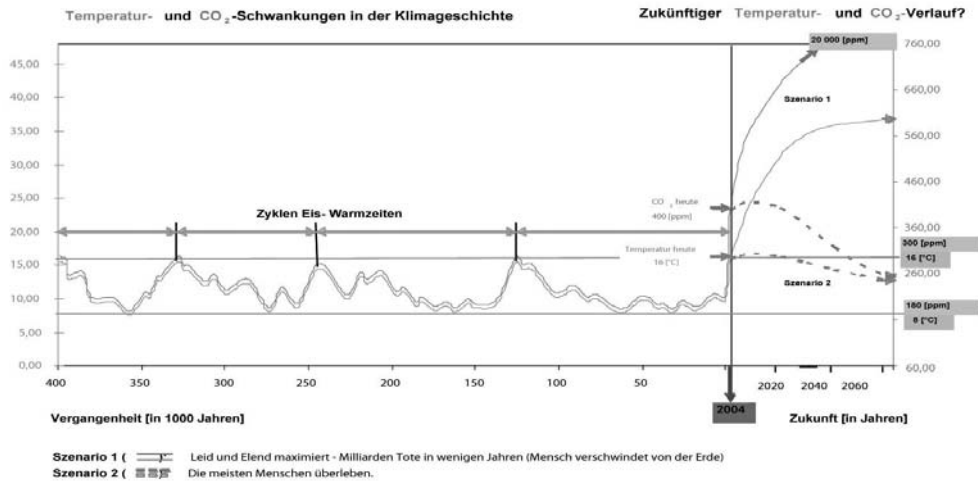


Abbildung 1: Schwankung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre

Aus Abbildung 1 sehen wir, dass in den vergangenen 400.000 Jahren der CO<sub>2</sub>-Gehalt und die Temperatur der Atmosphäre im Abstand von ca. 70.000 bis 100.000 Jahren zwischen 180 ppm CO<sub>2</sub> und 300 ppm CO<sub>2</sub> bzw. zwischen 8°C und 16°C variierte, was einer Schwankung der C-Menge in der Atmosphäre zwischen ca. 400 Mrd. t und 700 Mrd. t entsprach. Diese Schwankungen lassen sich gut mit den Eiszeitzyklen sowie den Regel- und Wachstumsprinzipien des grünen Produktionssystems erklären. Wenn beispielsweise durch Waldbrände, Vulkanismus oder eben aus dem Meer (durch geophysikalische Einflüsse – Eis- und Warmzeiten) zusätzliches CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre gelangt, wird es wärmer, Pflanzen produzieren mehr Biomasse (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel, RGT-Regel) und der CO<sub>2</sub>-Überschuss wird langsam, organisch im Humus gebunden, abgelagert. Umgekehrt, wenn zu wenig Biomasse produziert wird (zu kalt, zu wenig CO<sub>2</sub>), ernährt sich das Bodenleben teilweise vom Dauerhumus, es wird so mehr CO<sub>2</sub> abgeben und die Temperatur steigt wieder. Überlagert wird dieser Vorgang noch vom Humusaufbau bzw. Humusabbau in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge und -häufigkeit. Der bereits bis 2001 erfolgte CO<sub>2</sub>-Anstieg auf 400 ppm (somit sind bereits ca. 900 Mrd. t C in der Atmosphäre) und der Anstieg auf 700 ppm (mit 1.600 Mrd. t C in der Atmosphäre) bis 2100 lässt sich nur durch den Humusverlust erklären. In dem seit vielen Millionen Jahren eingespielten Regelsystem, welches den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre im Bereich von 180 ppm und 300 ppm gehalten hat, haben wir durch Humus-Oxidation im Zuge einer falschen Bodenbewirtschaftung das Regelglied zerstört. Fehlt der Humus, so kann Wasser (Regen) als wichtigster Wachs-

tumsfaktor für Pflanzen nicht mehr ausreichend gespeichert werden. Ohne Humus kein Wasser und ohne Wasser kein Pflanzenwachstum und somit auch keine verstärkte CO<sub>2</sub>-Bindung. Wir stehen vor einer seit 400.000 Jahren nicht da gewesenen Situation. Der steile CO<sub>2</sub>-Anstieg wird offensichtlich nicht durch verstärktes Pflanzenwachstum (RGT-Regel) abgefangen. Die Hoffnung, das Meer werde beliebige CO<sub>2</sub>-Mengen im Tiefenwasser speichern, ist trügerisch, da in diesem Fall der Sauerstoff der Atmosphäre in 45.000 Jahren verbraucht wäre. Nur über die Photosynthese kann das CO<sub>2</sub> aus der fossilen Verbrennung mit Sonnenenergie gespalten werden, wobei der Sauerstoff in die Atmosphäre zurückgelangt und der Kohlenstoff in Form von Biomasse (letztlich im Humus) abgelagert wird. Fossile Kohlenstoffspeicher würden so in einen Humusspeicher an der Erdoberfläche umgewandelt werden. Wüsten würden zurückgehen und Luftfeuchtigkeit, Niederschläge und die Produktivität des Ökosystems würden steigen. Das Klima wäre immer noch menschenfreundlich und das Ökosystem möglicherweise stabiler.

Warum hat aber die Natur im Laufe der Evolution fossile Lager angelegt und nicht gleich den Kohlenstoff nur im Humus gelagert?

Weil wir sonst ca. sechs bar Sauerstoffdruck in der Atmosphäre hätten. Nur durch ständige Verlagerung von an der Erdoberfläche oxidierten Mineralien ins Erdinnere und Hervorbringen reiner Mineralien (Eisen und Schwefel) aus dem Erdinneren konnten der Sauerstoff und der Atmosphärendruck auf ein für uns Menschen optimales Maß reduziert werden. Dabei wurden zwangsläufig die fossilen Lager angelegt.

Wie stoppen wir nun den in Abbildung 1 dargestellten steilen CO<sub>2</sub>-Anstieg und wie kommen wir wieder unter die seit hunderttausenden von Jahren eingespielte Obergrenze von 300 ppm CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre?

Hiezu ist es notwendig zu ergründen, aus welchen Speichern, Bezug nehmend auf Tabelle 1, zusätzliches CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre gelangt ist. Die Klimakonferenzen behandeln nur die Plünderung der fossilen Lager.

Wie viel CO<sub>2</sub> kommt aber aus der Waldrodung und wie viel aus der Humusschicht?

Für den CO<sub>2</sub>-Anstieg in Abbildung 1 gibt es nur zwei logische Gründe:

- der durch Menschen verursachte, zusätzliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß erfolgte so rasch und intensiv, dass die Regelmechanismen des grünen Produktionssystems überfordert waren.
- wir haben (unbewusst) durch Humus-Oxidation auch das grüne Produktionssystem so schwer gestört, dass es nicht mehr heilend durch verstärktes Pflanzenwachstum auf höhere Temperaturen und erhöhte CO<sub>2</sub>-Gehalte der Atmosphäre reagieren kann.

## 6. Keine Angst vor Eiszeiten

Wir liegen heute am Ende einer Warmperiode und sollten eigentlich sorglos einer neuen Eiszeit zusteuern. Sorglos, weil Veränderungen von uns und von kommenden Generationen auf Grund einer Langsamkeit (in etwa 1000 Jahren hätten wir an einem Ort ein Klima wie heute ca. 20 km nördlich dieses Ortes) gar nicht wahrgenommen werden können. In der letzten Eiszeit hatten wir das dreifache heutige Eisvolumen, der Meeresspiegel lag 120 m tiefer und die Sahara war begrünt. Heutige Grünflächen würden langsam durch Eis und Schnee als Lebensraum ungeeignet, aber riesige neue Flächen in Meeresnähe könnten im Gegenzug erschlossen werden. Prinzipiell gibt es also keinen Grund für Angst vor einer Eiszeit!

Gefahr droht durch die heutigen vom Menschen gemachten, seit Millionen Jahren nicht da gewesenen Temperatur- und CO<sub>2</sub>-Spitzenwerte am Ende der Warmzeit, weil diese, wenn die Emissionen nicht wesentlich reduziert werden, in ein bis zwei Jahrzehnten zu einem Temperaturanstieg von derzeit 16°C auf über 30°C Erdoberflächentemperatur und von derzeit 400 ppm CO<sub>2</sub> auf über 20.000 ppm CO<sub>2</sub> sprungartig ansteigen könnten. Gefahr droht, weil dadurch irgendwann eine Toleranzgrenze erreicht werden könnte, wo das natürliche Gleichgewicht aus den Fugen gerät. Unkontrollierbare, sich selbst verstärkende Ansprungsreaktionen könnten einsetzen: Eine weitere Erhöhung der Temperatur könnte zu einer massenhaften Freisetzung von Methan und CO<sub>2</sub> aus den Weltmeeren führen, welche die Temperatur weiter nach oben treiben würde und ein Schmelzen des Gletschereises und der Polkappen bewirken würde. Letztlich könnte, nachdem alles Eis geschmolzen wäre, der Meeresspiegel um ca. 70 m ansteigen und somit den Lebensraum von über 90 % der Weltbevölkerung zerstören. Der dann hohe CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre (allein aus dem Meer ist eine Versechzigfachung möglich) von über 20.000 ppm und die damit verbundenen hohen Temperaturen von durchschnittlich 30°C würden darüber hinaus menschliches Leben auf der Erde wahrscheinlich für Millionen Jahre ausschließen.

Zum Unterschied zu den langsamen Eiszeitzyklen könnten diese katastrophalen Zustände bereits das Überleben der nächsten Generation in Frage stellen.

## 7. Chemische Landwirtschaft und Humusschwund

In Tabelle 2 wird gezeigt, dass aus dem Humus weltweit durch die chemische Landwirtschaft und durch Erosion in den letzten 50 Jahren ebensoviel CO<sub>2</sub> pro Jahr freigesetzt wurde wie aus dem fossilen Energieumsatz.

Quelle	Abbau von organischem Kohlenstoff	CO <sub>2</sub> -Freisetzung pro Jahr
<b>Fossile Energie-Umsetzung</b>		
Weltweit	5,6 Mrd. t „C“/a (Enquetekommission des deutschen Bundestages, Schutz der Erdatmosphäre, Economica Verlag 1990)	21 Mrd. t
Österreich	17,2 Mio. t „C“/a (UBA-Info, April 1992, S. 6)	63 Mio. t
<b>Waldrodung</b>		
Weltweit	0,6 – 1,6 Mrd. t „C“/a	2 – 6 Mrd. t
Österreich	Keine Angabe <sup>9</sup>	–
<b>Chemische Landwirtschaft (lösliche Mineraldünger)</b>		
Weltweit	a) 25 Mrd. t Humusschichtverlust durch: Erosion pro Jahr, bei 10 % Humus: 1,25 Mrd. t „C“-Umsetzung pro Jahr (Spektrum der Wissenschaft, 11/1989, S. 139)	4,6 Mrd. t
	b) Kalte und bakterielle Oxidation: Hochrechnung aufgrund der folgenden Berechnung für Österreich.	15 Mrd. t
Österreich	a) Erosion: keine Zahlen bekannt	–
	b) Kalte und bakterielle Oxidation	34 Mio. t

Tabelle 2: Beiträge zum jährlichen Kohlendioxidausstoß

Berechnung der in Tabelle 2 für Österreich durch kalte und bakterielle Oxidation durchschnittlich freigesetzten CO<sub>2</sub>-Menge von 34 Mio. t pro Jahr:

- Ursprünglicher Humusgehalt (Wiese, Wald): 8 %
- Humus führende Schicht bis 0,5 m Tiefe. Das ergibt bei einem Erdengewicht von 1.420 kg/m<sup>3</sup> eine Humus führende Erdmenge von 710 kg je m<sup>2</sup> Bodenfläche in der 8 % Humus, also 57 kg, enthalten sind.
- Der heutige Humusgehalt in intensiv genutzten Ackerflächen liegt bei ca. 1 % oder 7 kg/m<sup>2</sup>.
- Seit der weltweiten Einführung des Kunstdüngers vor ca. 50 Jahren wurde der Humusgehalt in Ackerflächen also um sieben Prozentpunkte oder um ca. 0,15 Prozentpunkte pro Jahr verringert (100 % sind die 710 kg Humus führende Schicht je m<sup>2</sup> Bodenfläche).

- Je m<sup>2</sup> Bodenfläche hatten wir pro Jahr also durchschnittlich einen Humusverlust von 1,1 kg. Das entspricht einem „C“-Verlust von 0,55 kg/m<sup>2</sup> oder einer CO<sub>2</sub>-Freisetzung von 2 kg/m<sup>2</sup> und Jahr.

Zu Beginn der Kunstdünger-Einführung war der jährliche Humusabbau natürlich höher, jetzt bei nur 1 % Humusgehalt wird er wohl kaum noch messbar sein.

Annahmen: Die Monokultur Fichte hat nur 1/6 (0,025 % oder 0,18 kg/m<sup>2</sup>.a) des Humusverlustes vom Intensivackerbau und die mittelgenutzte restliche LW-Fläche nur 1/3 (0,05 % oder 0,37 kg/m<sup>2</sup>.a).

<b>0,7 Mio. ha intensiver Ackerbau mit Kunstdünger ergeben</b>	<b>14 Mio. t CO<sub>2</sub>/a</b>
<b>3 Mio. ha Fichte Monokultur ergeben</b>	<b>10 Mio. t CO<sub>2</sub>/a</b>
<b>1 Mio. ha mittelgenutzte LW-Flächen ergeben</b>	<b>10 Mio. t CO<sub>2</sub>/a</b>
<b>Summe</b>	<b>34 Mio. t CO<sub>2</sub>/a</b>

Tabelle. 3

Da es Zahlenmaterial über Humusgehalte der Böden vor 50 Jahren nicht gibt, wird in Tabelle 2 von einem Humusgehalt von guten Wiesen mit 8 % Humus ausgegangen und der Humusverlust der letzten 50 Jahre des Bezirkes Leibnitz<sup>10</sup> auf die Ackerflächen der Welt hochgerechnet. 1950 war der Bezirk Leibnitz ein reiner Grünland- und Milchwirtschaftsbezirk – heute ist er ein reiner Maisbau- und Schweinezuchtbezirk. Nirgendwo sonst erfolgte in so kurzer Zeit ein derartiger Umstieg. Hier erlebten wir schon vor gut 40 Jahren jährlich die Jahrhunderthochwässer an der Sulm und der Laßnitz. Die Flüsse wurden reguliert und das grüne Gold möglichst rasch außer Landes gebracht. Niemand dachte über die Ursachen nach – ob z.B. das enorme Wasserrückhaltevermögen guter, humusreicher Böden durch eine falsche Landbewirtschaftung beeinträchtigt wurde.

Tabelle 2 (wie auch die bereits erwähnte Desertifikation von 69 % der landwirtschaftlich genutzten Trockengebiete der Welt) zeigt, dass weltweit dem grünen Produktionssystem die Fähigkeit, auf vermehrtes CO<sub>2</sub> heilend zu reagieren, durch Humusverlust genommen wurde.

Wenn die Darstellung in Tab. 2 auch nur einigermaßen realistisch ist, wird deutlich, dass wir die Klimaprobleme nur lösen können, wenn wir nicht nur den CO<sub>2</sub>-Ausstoß aus der Fossilenergienutzung stoppen, sondern auch jenen aus der Waldrodung und aus der Humusschicht. Die Rückführung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre unter 300 ppm ist nach heutiger Sicht nur durch Aufforstung und durch eine humusaufbauende (ökologische statt chemische) Landwirtschaft möglich.

Wenn die Humusschicht wieder aufgebaut und das grüne Produktionssystem somit wieder reaktionsfähig ist, können wir sicher sein, dass die derzeitigen Klimaextreme (Stürme, Sturzfluten und Trockenheiten) sich wieder auf ein normales Maß einpendeln und die ansonsten zu erwartenden tödlichen Anspringreaktionen ausbleiben.

Die derzeitigen Klimaphänomene sind also durchaus beherrschbar. Sie sind aber auch mahnende Vorbote von möglichen Katastrophen (ausgelöst durch die in Punkt 4.1 beschriebenen Anspringreaktionen), welche die Menschheit auslöschen könnten. So wie weltweit der Wende von der fossilen zur erneuerbaren Energieumsetzung enormer Widerstand entgegengesetzt wird, hat auch die Umstellung von der chemischen zur ökologischen Landbewirtschaftung mit gewaltigen Hindernissen zu rechnen. Dass das CO<sub>2</sub> aus der Fossilenergieumsetzung ein Problem ist, ist allgemein bekannt (siehe Klimakonferenzen). Über das Ausmaß der Humuserstörung und dessen Einfluss auf das Weltklima herrscht nicht nur eine allgemeine Unwissenheit, sondern Humusverluste werden zwar anderswo für möglich gehalten, sobald es jedoch konkret wird, für gewöhnlich bestritten.

In der Folge wird für Hartnäckige weiterführend versucht, aus der vorhandenen Literatur die jährliche Freisetzung von CO<sub>2</sub> aus Humus weltweit und in Österreich abzuschätzen:

Aus „Schutz der Grünen Erde“, Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages, *Economia Verlag* 1994, S. 163 ff: Die CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus Humusabbau ist schwer abschätzbar, da ursprüngliche Humusgehalte ungenügend bekannt sind. Bei der Umwandlung von Wald in Ackerland rechnet man mit 40 % Humusverlust, bei der Umwandlung in Weideland mit 20 %. Die Humusbildung ist ein sehr langsamer Prozess. Es dauert Jahrzehnte oder Jahrhunderte, bis Böden nach Stilllegung und Aufforstung wieder die ursprünglichen Humusgehalte erreichen. Ungefähr neun Mrd. ha sind begrüntes Festland. Von den ca. fünf Mrd. ha landwirtschaftlich (Acker- und Weideland, bewässert und unbewässert) genutzten Trockenlandflächen sind 3,5 Mrd. ha (69 %) bereits durch Desertifikation in Mitleidenschaft gezogen oder verwüstet.

Aus U. Gisi, (Bodenökologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1990, S 180-233): Der absolute Humusgehalt (H) bzw. Kohlenstoffgehalt (C) verschiedener ungestörter Bodentypen (Moor, Schwarzerde und Eisenboden) bewegt sich von 400 kg H/m<sup>2</sup> (200 kg C/m<sup>2</sup>) über 80 kg H/m<sup>2</sup> (40 kg C/m<sup>2</sup>) zu 24 kg H/m<sup>2</sup> (12 kg C/m<sup>2</sup>). Der Dauerhumus kann tausende Jahre alt sein. In ungestörten Böden halten sich Humusauf- und -abbau die Waage. Setzt Bodennutzung ein, so hängt die Veränderung des Humusspiegels von der Häufigkeit und Intensität der Bodenbearbeitung ab. Wird der Boden als Grünland genutzt, pendelt sich der Humusgehalt bei ca. 8 % ein. Bei Ackernutzung und Zufuhr organischer Substanz bei ca. 4 % und bei Ackernutzung ohne jede Düngung bei

1 % bis 2 %. Leider gibt Gisi hier keine absoluten Humuswerte an. Mit der Annahme von Bodengewicht ( $1.420 \text{ kg/m}^3$ ) und Humusschichtdicke (0,5 m) können wir aber bei z.B. 8 % Humus auf einen absoluten Humuswert von ca.  $57 \text{ kg/m}^2$  zurückrechnen. Ein Wert, der größenordnungsmäßig gut zu obigen Absolutwerten passt.

Aus G. Dunst, (Kompostierung, 2. erweiterte Auflage, Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart, 1992, S. 6 und 7): Es werden Humuswerte in Ackerböden bei Zufuhr von organischer Substanz (Kompost) von bis zu 18 % bis 35 cm Tiefe, das sind umgerechnet  $89 \text{ kg H/m}^2$ , angegeben. Dunst beweist, dass über die Kompostwirtschaft im Ackerbau ebenso hohe Humusgehalte erzielt und gehalten werden können wie im Grünland.

Aus E. Henning, (Geheimnisse der fruchtbaren Böden, Organischer Landbauverlag 1994, S 18 ff): Die seit 1950 geänderte landwirtschaftliche Betriebsweise (Trennung von Tierhaltung und Futteranbau, Wegfall von Fruchtfolgen, Mineraldünger- und Pestizideinsatz, Bodenverdichtung) wird als Ursache für den starken Humusschwund seit 50 Jahren angegeben. Vorher hatten schwarze Tonackerböden noch bis zu 8 % Humus bei durchschnittlichen Humusschichtdicken von 30 cm. Das sind absolut immerhin noch  $68 \text{ kg H/m}^2$ .

Aus „Bodenschutz in Österreich“ (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft 1997): S. 50: Das durchschnittliche Bodengewicht von Acker und Grünland errechnet sich mit ca.  $1.420 \text{ kg/m}^3$ .

S. 57: Naturgemäß nimmt der Humus von oben nach unten stark ab.

S. 413: Um die  $\text{CO}_2$ -Emissionen durch Humusabbau berechnen zu können, werden für Vergleichsuntersuchungen Proben nur vom Oberboden (0 bis 20 cm) genommen, da der Humus in der Krume (Humus führende Schicht) homogen verteilt sei und Verluste nur in der obersten Bodenschicht zu erwarten sind.

S. 415: In Tabelle 5.3 finden sich die einzigen brauchbaren, durchschnittlichen Absolutwerte für den organisch gebundenen Kohlenstoff in Österreichs Ackerböden von  $4,64 \text{ kg C/m}^2$  für 1958 – 1972 und  $4,04 \text{ kg C/m}^2$  für die Vergleichsmessungen 1992. Daraus werden für die letzten 25 Jahre jährliche  $\text{CO}_2$ -Emissionen aus Österreichs Ackerböden von maximal 1,36 Mio. t errechnet.

In Tabelle 2 werden für die österreichische Ackerfläche 14 Mio. t  $\text{CO}_2$ -Emissionen pro Jahr (für die letzten 50 Jahre) gerechnet, das ist immerhin der 10-fache obige Wert. Allerdings liegt auch der Ausgangshumusgehalt vor 1950 entsprechend obiger Literaturstellen wahrscheinlich um das 10-fache höher. Der C-Gehalt im Humus der Welt wird in Tabelle 1 mit 3.000 Mrd. t angegeben. Mit ca. 10 Mrd. ha grüner Fläche auf der Welt ergibt sich somit ein durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt je Hektar von 300 t oder  $30 \text{ kg C/m}^2$ . Auch nach dieser ungünstigen Durchschnittsbetrachtung wurde obiger Ausgangskohlenstoffgehalt von  $4,64 \text{ kg C/m}^2$  der österreichischen Ackerböden um den Faktor 7 zu niedrig eingesetzt.

Eine mögliche Erklärung für diese enormen Differenzen wäre, dass der Haupthumusverlust bereits knapp nach der Einführung des Kunstdüngers, in der Zeitspanne von



1945 bis 1955, erfolgte und somit in „Bodenschutz in Österreich“ nicht erfasst werden konnte.

Rechnet man einen absoluten Humusgehalt von  $9,28 \text{ kg H/m}^2$  ( $4,64 \text{ kg C/m}^2$ ) in Humusprozent der Humus führenden Schicht von 50 cm um, ergibt sich ein Humusgehalt von 1,3 %. Dies ist ein Wert, bei dem entsprechend der Fachliteratur die Alarmglocken läuten müssten.

Für besonders hartnäckige „Humusschwund-Negierer“ sei darauf hingewiesen, dass in „Schutz der grünen Erde“ (S. 549, Tabelle 6.2) auf Grund des Humusgehaltes der österreichischen Ackerböden von ca.  $8 \text{ kg H/m}^2$ , diese in die Kategorie Wüsten und Halbwüsten (diese haben durchschnittlich  $10 \text{ kg H/m}^2$ ) einzustufen sind. Unsere Ackerflächen sind also humusmäßig Wüsten. Der Ertrag ergibt sich wie bei einer Hydrokultur auf Grund der noch immer vorhandenen Niederschläge, doch auf Grund des fehlenden Wasserrückhaltevermögens nimmt die Häufigkeit und Intensität von Hochwässern und Trockenzeiten zu.

Die zunehmenden Stürme und die Hochwässer belegen aufs Eindringlichste den Humusverlust.

Mit der vorangegangenen Berechnung zur Tabelle 2 soll gezeigt werden, dass der Humusabbau durch eine falsche Landbewirtschaftung wahrscheinlich wesentlich höher ist, als die Verantwortlichen geneigt sind zuzugeben. Wenn dem aber so ist, so sind wiederum die Chancen, durch Humusaufbau in der Land- und Forstwirtschaft, das  $\text{CO}_2$ -Problem zu lösen, riesig.

## 8. Wie wird Humus konkret aufgebaut?

Wenn wir in den vergangenen 50 bis 60 Jahren ca. 0,15 % Humus pro Jahr durch den Einsatz von Kunstdünger verloren haben (Berechnungen zur Tabelle 2), so können wir im ökologischen Landbau gut 1 % Humus pro Jahr aufbauen. Laut Dunst ist es realistisch, durch sachgemäße Kompostierung den Gehalt an Humus und organischer Masse in den Böden in nur wenigen Jahren zu verdoppeln. Die durch diese Methode erreichten Werte betragen im besten Fall 14 % bis 18 % (bei 35 cm Tiefe). Auf natürliche Weise würde der Humusaufbau die zeh- bis hundertfache Zeit beanspruchen. Wir fragen, ob und wie es möglich ist, im Ackerbau durch Kompostdüngung Humuswerte wie in einer naturbelassenen Wiese, von 8 % und mehr, zu erreichen. Nur so könnte der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre wieder auf das notwendige Maß gesenkt werden. Wenn wir in der Welt-Ackerfläche von 5 Mrd. ha zusätzliche 6 % Humus bis 25 cm Tiefe aufbauen (das sind  $21 \text{ kg Humus}$  oder ca.  $10 \text{ kg C je m}^2$ ), werden ca. 500 Mrd. t

Kohlenstoff aus der Atmosphäre genommen. Damit würde die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre von derzeit ca. 400 ppm auf einen Wert vor der chemischen Landwirtschaft von etwa 180 ppm gesenkt werden.

Wir erreichen diesen Humusaufbau, indem wir wesentlich mehr Kompost je ha in den Boden einbringen, als den darin enthaltenen Mineralstoffen für eine gute kommende Ernte entspricht. Es muss aber verhindert werden, dass dieser Überschuss an Kompost durch Bakterien abgebaut wird. Dies erreichen wir wiederum nur, indem wir die Sauerstoffzufuhr in den Boden drosseln: Bodenbearbeitung nur ca. 10 cm tief, Aussaat und folgende Verdichtung des Bodens in einem Arbeitsgang, so dass nur so viel Sauerstoff zu den Bakterien gelangt, wie diese brauchen, um nur so viel Kompost abzubauen, wie Mineralstoffe für einen guten Ertrag benötigt werden.

Sollte jemand einwenden, dass möglicherweise zu wenig Kompost zur Verfügung steht, so bedenke man, dass die Natur großzügig produziert. Wir müssen nur darauf achten, dass organische Massenüberschüsse nicht unnötig vernichtet werden (wie z.B. bei der Strohverbrennung auf dem Feld), sondern humusaufbauend zum Einsatz kommen. Die Natur hat einen Mineralstoffkreislauf aufgebaut, in dem die Mineralstoffe organisch gebunden dem Boden zurückgegeben werden. Über die kommunalen Abwässer, Klärschlamm- und Mülldeponien gehen heute von der jährlich produzierten Biomasse etwa 50 % der darin enthaltenen Mineralstoffe verloren. Diese ersetzen wir fälschlicherweise im Überschuss durch lösliche Kunstdünger.

In einer neuen ökologischen Kreislauf-Landwirtschaft muss der Mineralienkreislauf durch ein Verbot von löslichen Düngern und nicht kreislauffähigen Produkten wie Schwermetallen und Produkten der organischen Chlorchemie sowie Gebote wie Kompostierung und Verwendung ausschließlich organischer Dünger erzwungen werden.

Vergangene Fehler sollen niemandem zugeschoben werden. Weil aber die Klima-probleme schwerpunktmäßig durch eine falsche Landwirtschaft entstanden sind, liegt deren Beherrschung logischerweise auch in einer neuen, Humus aufbauenden Landwirtschaft.

Die Forderung des Nobelpreisträgers Prof. Eigen zur Lösung des CO<sub>2</sub>-Problems „Alles Geld für den Bau neuer Atomkraftwerke“ zu verwenden, muss in die Forderung „Alles Geld in eine neue, Humus aufbauende Landwirtschaft“ umgewandelt werden. Keine Angst vor reichen Bauern – sie waren immer schon die Basis für einen allgemeinen Wohlstand.

## 9. Zusammenfassung

Aus der Entwicklungsgeschichte der Erdatmosphäre und des wunderbaren grünen Produktionssystems unserer Erde werden zwingend Lösungswege wie Bioenergie und eine Humus aufbauende Bodenbewirtschaftung für die derzeitigen Erscheinungsformen der Klimaproblematik, wie die Zunahme von Stürmen, Hochwasser- und Dürreschäden, abgeleitet.

Die Lösungsvorschläge und die Resultate der Klima-Konferenzen beziehen sich bisher nur auf die Reduktion von CO<sub>2</sub> aus Öl, Gas und Kohle. Es wird gezeigt, dass das CO<sub>2</sub>-Problem nicht nur durch die Plünderung der fossilen Lagerstätten (Öl, Gas und Kohle), sondern auch durch die Nutzung der Atomenergie und insbesondere durch Humus-Oxidation in der chemischen Landwirtschaft verursacht wird.

Durch die Nutzung von Öl, Gas und Kohle würden wir zwar erst in 45.000 Jahren den Sauerstoffvorrat der Erdatmosphäre verbraucht haben, aber schon in 53 Jahren den CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre auf einen für die Menschheit wahrscheinlich tödlichen Wert verdoppeln.

Es ist nicht die Knappheit der fossilen Lager, die den Umstieg auf die verschiedenen Sonnenenergieformen und somit die Wiedereinbindung all unseres Handelns in das grüne Produktionssystem erzwingt, sondern die Erkenntnis, dass die Verbrennung von Öl, Gas und Kohle einen ökologischen Wahnsinn darstellt. Wir führen dadurch jenes CO<sub>2</sub> wieder in die Atmosphäre zurück, welches über Milliarden Jahre aus ihr in tiefe Erdschichten abgespeichert wurde, damit wir Menschen in ihr überhaupt leben können. Wir können nur überleben, wenn wir uns so verhalten, dass aus den fossilen Lagern, den Humusschichten, dem Welt-Biomassebewuchs und dem Meer auf Dauer kein CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre zurückgelangt.

Wir haben den Kohlenstoffspeicher Humus durch die chemische Landwirtschaft großflächig reduziert und somit auch den Wasservorrat für Pflanzen. Erstmalig können diese nun nicht mehr einen CO<sub>2</sub>- und Temperaturanstieg in der Atmosphäre durch erhöhtes Pflanzenwachstum abpuffern. Erstmalig drohen uns Anspringreaktionen, die von uns nicht mehr gestoppt werden können und menschliches Leben auf der Erde weitgehend auslöschen würden.

Der weltweite Humusverlust (auch die österreichischen Ackerflächen fallen danach in die Kategorie Wüste) wird zur Kenntnis genommen, im regionalen Bereich jedoch von den zuständigen Politikern und Experten vehement bestritten. Österreich ist hierfür ein Musterbeispiel.

Schließlich wird gezeigt, dass durch Humusaufbau in einer neuen, ökologischen Kreislauf-Land- und -Forstwirtschaft (und Umstieg vorerst auf die Sonnenenergieform Biomasse) in wenigen Jahren der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre von heute 400 ppm wieder auf unter 300 ppm gesenkt werden kann. Dann wären Sturm-, Hochwasser- und Trockenheitsprobleme gelöst und die drohende Gefahr der Anspringreaktionen abgewendet.

Univ.-Prof. DI Dr. August Raggam  
 Institut für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik  
 Gründer des Forschungsinstitut für Alternative Energienutzung – Biomasse  
 Technische Universität Graz  
 Mitbegründer der Firmen Ökofen und KWB – Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH

## Anmerkungen

<sup>1</sup> George Washington, 1732 – 1799, Erster Amerikanischer Präsident von 1789 – 1797.

<sup>2</sup> Ökologie beschäftigt sich mit den Wechselwirkungen zwischen Organismen und deren Umwelt.

<sup>3</sup> ppm: parts per million; 1 ppm entspricht zum Beispiel 1 cm<sup>3</sup> in 1 m<sup>3</sup> (= 1 Million cm<sup>3</sup>).

<sup>4</sup> Da bei der Energiegewinnung am Beginn der Industrialisierung Kohle und somit der Kohlenstoff (C) eine zentrale Rolle spielte, wird der Verbrauch von Erdöl, Erdgas usw. noch oft als „Äquivalent“ des Kohlenstoffs angegeben. Die Umrechnung erfolgt im Verhältnis des Energieinhaltes der verschiedenen Energieträger.

<sup>5</sup> Desertifikation: Verwüstung durch menschliche Eingriffe bzw. Bodenbewirtschaftungsfehler

<sup>6</sup> Eine Großvieheinheit (GVE) entspricht 500 kg.

<sup>7</sup> Dauerhumus: gleich bleibend und über Jahrtausende aufgebaut; im Unterschied zum Wechselhumus: jährliche Einbringung organischer Masse in den Boden, welche auch in etwa jährlich durch das Bodenleben abgebaut wird.

<sup>8</sup> Stoffwechsel-Endproduktthemmung: wenn eigene Ausscheidungsprodukte im Lebensraum (Boden) der Organismen verbleiben, wird für diese die Nahrungszufuhr beziehungsweise Sauerstoffzufuhr erschwert und ein Teil der Organismen stirbt. Dies ist ein organischer Regelmechanismus in der Natur, der zum Beispiel den Pflanzen über bakteriellen Abbau von organischer Bodensubstanz in optimaler Weise immer gerade so viele Mineralstoffe zur Verfügung stellt, wie Pflanzen gerade aufgrund der klimatischen Verhältnisse brauchen.

<sup>9</sup> Durch Aufforstungen erfolgte eher eine CO<sub>2</sub>-Bindung.

<sup>10</sup> Der Bezirk Leibnitz liegt in der südlichen Steiermark (Österreich).