

# Klima: Fakten und Lösungen

---

Autor: Paul A. Truttmann, Frühjahr 2023

Dokumentenstatus: prov.

Hauptquelle: Wiegandt Klaus (Hrsg.): 3 GRAD MEHR. Ein Blick in die drohende Heisszeit und wie uns die Natur helfen kann, sie zu verhindern. Oekom, 4-2022.

## 1 Überblick

Wenn es so weitergeht wie bisher, wird die Erde im Jahre 2100 um 3 ° C heisser sein als heute. Den Herausgeber von «3 Grad mehr» beunruhigt das sehr. Er zieht folgende Konklusion (S. 289): *„Die Beschreibung einer um 3 Grad wärmeren Welt, wie sie in den unterschiedlichen wissenschaftlichen Beiträgen dieses Buches vorgenommen wird, zeichnet für die Menschheit eine verheerende Zukunft. In dieser Welt, in der wir es mit einer Radikalisierung des Wettergeschehens zu tun haben werden und mit Temperaturen, die über den Landflächen im Mittel sogar um bis zu 6 Grad höher sein werden, müssen wir mit schwerwiegenden Folgen für die globale Landwirtschaft rechnen, mit massiven Schäden an den weltweiten Infrastrukturen und erheblichen Beeinträchtigungen oder gar Zerstörungen großer Ökosysteme.“*

In der folgenden Zusammenfassung will ich die Fakten darstellen, auf denen diese besorgniserregenden Voraussagen beruhen. Ich beginne mit den Lösungen.

### 1.1 Lösungen

#### 1.1.1 Lösung: Gebaute Umgebung als CO2-Senke

##### **Bauhaus Erde**

Die gebaute Umwelt, unsere Häuser, Bürogebäude, Brücken, Schulhäuser usw., sollte wieder stärker mit organischen Materialien ausgeführt werden. Es wäre angebracht, in der von uns gestalteten materiellen Welt versöhnter mit der Natur zu leben. Dies fordert eine Initiative «Bauhaus für die Erde», oder im Jargon der EU «New European Bauhaus» (NEB). Wären unsere Städte und Dörfer aus Holz und anderen organischen Materialien aufgebaut, dann würde der CO2 Überschuss, den wir Menschen in die Luft ablassen, wieder auf natürliche Art gebunden.

##### **Wichtigste Massnahme neben Reduktion von Öl und Gas: Bauen mit Holz!**

Wiegandt als Herausgeber des Buches «3 Grad mehr» lässt zur Unterstützung dieses Bauhausgedankens einige Klima-Expertinnen und -Experten zu Wort kommen. Sie fordern neben dem Ersatz von fossilen Energien wie Öl, Kohle und Gas wie gesagt eine Änderung der Bauwirtschaft:



1. Die gebaute Umgebung sollte mit organischen Stoffen (Holz, Lehm, Bambus usw.) ausgeführt werden. Damit würden Städte und Dörfer zu CO<sub>2</sub>-Speichern statt -Produzenten<sup>1</sup>.
2. Als Folge davon würde viel mehr Holz benötigt und die Aufforstung brachliegender Flächen oder die nachhaltige Nutzung von Wäldern wäre ökonomisch ertragreicher als heute.

### **Bauindustrie als massiver CO<sub>2</sub> Produzent**

Das Erstellen, Betreiben und Entsorgen von heute üblichen Bauten produziert 40 % des menschengemachten CO<sub>2</sub>. Vor allem die Herstellung von Beton und Stahl setzt eine grosse Menge von CO<sub>2</sub> frei.

### **Bauen in Holz produziert kein Treibhausgas und speichert zudem CO<sub>2</sub>**

Würde man mehr mit Holz bauen, dann würde einerseits die Treibhausgasproduktion beim Herstellen des Baumaterials wegfallen. Andererseits wäre im organischen Material der Bauten sehr viel CO<sub>2</sub> über Jahrhunderte gespeichert.

### **Bauhaus in Holz**

Etwas plakativ fordern Forst- und Klimaexpertinnen eine neue Initiative wie die damalige Bauhausbewegung (um 1920, Gropius). Man müsste die Architektur bereichern um eine biobasierte Abteilung, die sie «Bauhaus für die Erde» nennen. Damit könnten nicht nur der Einsatz von organischen Materialien beim Bauen, sondern auch die Behaglichkeit des Wohnens und die Ästhetik der Bauten eine ganz neue Qualität erlangen.

### **Bessere Lösung als die des Weltklimarates oder des Geoengineerings**

Die «Bauhaus in Holz»-Lösung müsste man bei der Klimadebatte neben den Vorschlag des Weltklimarates (IPCC)<sup>2</sup> und die Pläne des so genannten Geoengineerings<sup>3</sup> setzen. Die Autoren legen überzeugend dar, dass ihre Lösung ökonomisch machbar und wissenschaftlich nachhaltig ist.

Neben dieser Änderung des Bauwesens schlagen die Expertinnen und Experten zudem vor:

- die Wiederbewässerung der Moore
- die Qualitätssteigerung der Ackerböden durch humusbildende Massnahmen

Damit wird ein eindrückliches Instrumentarium vorgelegt, mit dem man das überschüssige Kohlendioxyd im Boden «versenken» könnte.

<sup>1</sup> Der Einfachheit halber spreche ich oft von CO<sub>2</sub>-Speichern, obwohl eigentlich nur das C des CO<sub>2</sub> gespeichert wird. Eine solche dauerhafte Bindung des C reduziert aber den Gehalt von Kohlendioxyd in der Luft und senkt damit den Anteil dieses wichtigsten Treibhausgases in der Atmosphäre.

<sup>2</sup>IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change: Ist eine Körperschaft der UNO zur Beurteilung der Wissenschaften, die sich mit dem Klimawandel befassen. Deren Klimainitiative heisst BECCS-Verfahren.

<sup>3</sup> Geoengineering: Speichern des CO<sub>2</sub> im Boden mit künstlichen Verfahren.



### 1.1.2 Lösung: Moore bewässern

Im Boden drin kann sehr viel mehr CO<sub>2</sub> gespeichert werden als darüber. Der Allgemeinheit ist leider nicht bekannt, dass Moore mit Abstand die besten CO<sub>2</sub> Speicher sind. Die Wiederbewässerung von Mooren erfordert ein Umdenken. Bisher war das Ziel der Landwirtschaft, die Moore trocken zu legen. Eine Umstellung auf Nass-Landwirtschaft würde anfänglich ein Anreizsystem mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten erfordern. Allerdings ist die Wiederbewässerung effizient: Eine Hektare neu vernässtes Moor kann 20 bis 25 Tonnen (t) CO<sub>2</sub> pro Jahr einlagern. Dies ist zehnmal mehr, als eine Hektare industriell bewirtschaftetes Ackerland in die Luft abgibt.

### 1.1.3 Lösung: Böden verbessern

Rund ein Drittel des menschengemachten CO<sub>2</sub> stammt aus der Landwirtschaft. Die Böden verarmen und verlieren CO<sub>2</sub>. Diese Degradation pro Jahr entspricht einem Bodenverlust im Umfang des Staatsgebietes von Griechenland (S.255<sup>4</sup>). In Europa entspricht dies 2.5 t CO<sub>2</sub>-Produktion pro Hektar im Jahr. Weltweit ist der Bodenverlust viermal grösser als die Bodenbildung.

Die Böden könnten teilweise mit einfachen Mitteln verbessert werden. Dieser Lösungsvorschlag ist auch wirtschaftlich für die Bauern interessant.

## 1.2 Wichtigste Zahlen und Fakten

### Zwei Zahlen charakterisieren den Wandel: 40 und 1000

In der Klimadebatte genügt es, sich zwei Zahlen zu merken: 40 und 1000.

- 40: ausgestossenes CO<sub>2</sub> pro Jahr, in Gigatonnen
- 1000: bisher in die Luft abgelassenes CO<sub>2</sub>, in Gigatonnen<sup>5</sup>

### Grosse Zahlen

Zahl	Naturw.	Umgangssprachlich
1000	Kilo 10 <sup>3</sup>	Tausend
1'000'000	Mega 10 <sup>6</sup>	Million
1'000'000'000	Giga 10 <sup>9</sup>	Milliarde
1'000'000'000'000	Tera 10 <sup>12</sup>	Billion

Die Zahlen im Buch sind nicht immer ganz konsistent, deshalb spreche ich, wenn immer möglich vom Haupttreibhausgas CO<sub>2</sub> und dessen Speicherung.

<sup>4</sup> Eine Seitenangabe ohne Autor bezieht sich immer auf 3 GRAD MEHR.

<sup>5</sup> Natürlich sind das die vom Menschen künstlich produzierten CO<sub>2</sub>-Mengen. Eine Gigatonne ist ein unglaublich grosses Gewicht. Da CO<sub>2</sub> ein Gas ist, denken wir, es sei leicht. Auch Luft ist schwer, die Luftmenge, die in einen üblichen Kessel passt, wiegt mehr als 30 g. Wir merken das nicht, weil die umgebende Luft diese Luft im Kessel trägt (so genannter Auftrieb, wie im Wasser).



## 1.2.1 Klimadaten

- Seit 1950 ist die weltweite Mittel-Temperatur gegenüber dem langjährigen Durchschnitt um 1.1 °C angestiegen
- In einem mehrheitlich kontinentalen Klima wie in Deutschland ergibt sich dadurch ein etwa doppelt so hoher Anstieg von 2.3 Grad<sup>6</sup>
- Wenn es so wie bisher weitergeht, wird die weltweite Temperatur bis 2100 um 3° C und die Deutschlands um 6° C angestiegen sein (S.13, und Grafik im Anhang)

### Menschengemachter CO2 Ausstoss gesamthaft

Hauptgrund für diesen Anstieg ist der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft:

- Menschen haben im Laufe der letzten ca. 150 Jahre 1000 Giga-Tonnen CO<sub>2</sub> zusätzlich produziert (S. 201, 235)<sup>7</sup>.
- Sie sind ein Drittel allen CO<sub>2</sub>s, das sich in der Luft befindet (420 ppm statt ca. 280 ppm, S. 174)<sup>8</sup>.
- Der gesamte CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft in Tonnen beträgt: ca. 3'150 Giga-Tonnen CO<sub>2</sub>, oder 3.1 Tera-Tonnen CO<sub>2</sub> (S. 235, siehe auch Grafiken im Anhang). Gemessen am Kohlenstoff (C)-Gehalt: 860 Mrd t C = 860 Giga Tonnen Kohlenstoff.

### Umrechnung C in CO2

C \* 3.67 = CO<sub>2</sub> (S. 235 Fussnote, 44/12 oder 11/3)

### CO2 Produktion pro Jahr: menschengemacht

Total ca. 40 Gt/a (Gigatonnen pro Jahr) an CO<sub>2</sub> oder 11 Gt/a an C (S. 237, Grafik im Anhang). Im Jahre 1990 waren dies noch 22 Gt/a an CO<sub>2</sub> (S.306).

### 2° Ziel erreichen, 800 Gt CO2 speichern

Um das 2°-Ziel im Jahre 2100 zu erreichen, müssen mindestens 800 Gt CO<sub>2</sub> gespeichert werden. Dies ist knapp 1 Teratonne CO<sub>2</sub> (S.241).

### Anthropomasse > Biomasse

Im Jahre 2020 überstieg das von Menschen auf der Erde produzierte Material (Beton, Ziegel, Asphalt, Metalle, Plastik ...) erstmals die Menge organischen Materials, das die Erde selber hervorbringt. Diese so genannte Anthropomasse konkurriert und beeinträchtigt die Biomasse.

## 1.2.2 Wald- und Landwirtschafts-Fakten

### Waldflächen in Europa

Vor 6'000 Jahren war Europa zu 80 % mit Wald bedeckt. Heute sind noch 40 % bewaldet. Dabei sind nur 0.2 % Primärwald oder «Urwald», wie der Volksmund sagt (S. 188). 94 % der Wälder in

<sup>6</sup> Siehe Grafik im Anhang (§ 6.1) und die Erklärung des Zusammenhanges mit dem CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre (Treibhauseffekt).

<sup>7</sup> Dies ist ein unvorstellbar grosses Gewicht. Wir denken spontan, CO<sub>2</sub> sei leicht, weil es ein Gas ist. Dies ist ein Irrtum. Der Prozess, der CO<sub>2</sub> bindet, die Photosynthese, verarbeitet 6 Moleküle Wasser und 6 Moleküle CO<sub>2</sub> und wandelt sie in ein organisches Molekül und 6 Sauerstoffmoleküle um (S.179). Dabei ist der Anteil des verschwundenen CO<sub>2</sub> zweieinhalb-mal schwerer, als das verwendete Wasser. Diese Wasser- und CO<sub>2</sub>- Masse wird ca. zur Hälfte in Biomasse und zur Hälfte in Sauerstoff verwandelt.

<sup>8</sup> ppm heisst parts per million und sagt wie viele Millionstel der Luft aus CO<sub>2</sub> bestehen.



Europa sind aktiv bewirtschaftet. Dies entspricht einer Fläche von 11 Millionen Hektaren.

### Hektare

Eine Hektare ist ein Flächenstück mit 100m mal 100m Seitenlänge. Sie enthält 100 Aaren. Eine Are hat die Grösse eines typischen Schrebergartens von 10m mal 10m Seitenlänge.

### Landwirtschaftliches Erwerbseinkommen

Der Bauernhof meiner Eltern war 11 ha gross und umfasste 1 ha Wald. Heute ist er für eine bäuerliche Existenz zu klein. In der Schweiz bearbeiten die Bauernbetriebe aktuell im Durchschnitt 21.3 ha. Wir konnten auf unserem Hof bei intensiver Nutzung ca. 16 Kühe halten. Diese gaben damals im Mittel 12 l Milch pro Tag.<sup>9</sup>

### Struktureller Unsinn

Der Milchpreis für den Bauern entwickelte sich in der Schweiz paradox: In den Siebzigerjahren des letzten Jahrhunderts war er ca. 60 Rp. Er stieg bis 1990 an, sank danach ab und ist aktuell wieder bei 60 Rp. Der Index der Konsumentenpreise stieg im gleichen Zeitraum um ca. 330 Punkte<sup>10</sup>. Die Lebensmittelpreise in Westeuropa und USA/Kanada sind viel zu tief. Um diesen Missstand aufzufangen, subventionieren die Industriestaaten ihre Landwirtschaft mit Flächenbeiträgen. In den USA erreicht diese Unterstützung das Niveau des Militärbudgets<sup>11</sup>. Damit werden Grossbauern stark gefördert. Sie produzieren zwar kostengünstig, aber ökologisch unsinnig, weil sie für die industrielle Landwirtschaft sehr viel fossile Energien verbrauchen (S.70).

## 1.2.3 Ernährung

### Doppelt so viel Kalorien wie nötig

Pro Tag werden 5000 kCal («Kalorien»<sup>12</sup>) Lebensmittel für jeden Menschen auf dieser Erde produziert. Nötig wären knapp die Hälfte.

### Ungerechte soziale Verteilung

Der Pro-Kopf-Verbrauch unterscheidet sich enorm: Reiche Länder konsumieren ca. 8'000 kCal, während armen nur ca. 2'000 kCal zur Verfügung stehen (S. 55).

### Verschwendung

Die Hälfte der produzierten Nahrungsmittel wird verschwendet. Davon werden:

- 30 % verloren oder ungeniessbar
- 30 % weggeworfen
- 40 % durch übermässigen Fleischkonsum verbraucht<sup>13</sup>

<sup>9</sup> Diese ca. 190 l Milch pro Tag waren der wichtigste Erwerbszweig. Dabei erhielt der Bauer für seine Milch in den Siebzigerjahren 60 Rp: gleichviel wie heute (siehe Anhang)! In guten Jahren konnten wir durch Steinobst nochmals ca. die Hälfte des Milcheinkommens erwerben und etwa ebenso viel durch Schweinemast.

<sup>10</sup> Siehe im Anhang die Grafik zur Milchpreisentwicklung in der Schweiz.

<sup>11</sup> Auch die Ölindustrie wird mit einem ähnlichen Beitrag subventioniert: 500 Mrd USD (S. 300).

<sup>12</sup> Der Volksmund spricht von Kalorien, obwohl es korrekt eigentlich Kilokalorien heissen müsste.

<sup>13</sup> Wenn man hochwertig Lebensmittel wie Hafer, Gerste etc. zur Fütterung von Tieren verwendet, verbraucht diese Fleischproduktion sieben Mal mehr Kalorien, als wenn man die Getreide als Mensch direkt konsumieren würde.



### Imposanter Fortschritt

Die Nahrungsmittelproduktion ist eine Erfolgsstory: Seit den 1960-er Jahren bis heute stieg die Produktivität um einen Faktor 2.5. Mit Recht spricht man von der so genannten „Grünen Revolution“.

### Mensch wurde zum Pflanzenfresser

Die Entwicklung des Ackerbaus – die neolithische Revolution – veränderte die Essgewohnheiten des Menschen stark. Heute ernährt er sich zu 2/3 von einjährigen Gräsern. Getreide wie Weizen, Roggen, Gerste, Mais, Hirse usw. decken seinen Tisch zu zwei Dritteln (S 64).

### Ertragssteigerungen werden die Klimabeeinträchtigungen wahrscheinlich auffangen

Die Ernährungssicherheit wird durch die Klimaveränderungen zwar beeinträchtigt werden. Der technisch-biologische Fortschritt wird im Gegenzug weitere Ertragssteigerungen hervorbringen und die Einbussen sehr wahrscheinlich kompensieren<sup>14</sup>. Ich gehe deshalb auf dieses Thema nicht weiter ein.

## 1.2.4 CO<sub>2</sub>-Ausstoss nach Tätigkeitsfeldern

### CO<sub>2</sub>-Ausstoss eines Individuums

Ein einzelner Mensch produziert durch seine Lebensweise in verschiedenen Tätigkeitsfeldern CO<sub>2</sub>. Die Entwicklung dieser Umweltbelastung zeigt sich seit 1990 sehr unterschiedlich:

1. Beim Wohnen ging der Ausstoss stark zurück
2. Dieser Rückgang wurde durch den Benzin- und Dieselverkehr aufgeessen
3. Der CO<sub>2</sub> Ausstoss durch die Ernährung wurde reduziert.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick (S. 278):

	Anteil am CO <sub>2</sub> -Ausstoss 2019	Entwicklung von 1990 bis 2019	Reduktionsziel bis 2030	Bemerkungen
Arbeit	23.1 %	- 34.1 %	- 36.7 %	vernünftig
Verkehr	20.3 %	+ 0.3 %	-43.3 %	katastrophal
Wohnen	15.2 %	- 41.1 %	- 43.2 %	eindrücklich
Ernährung	8.4 %	- 21.9 %	- 20.0 %	vernünftig

## 1.2.5 Artensterben

### Tierarten sterben aus

Gegenwärtig sterben pro Jahr zwischen 11'000 und 58'000 Arten von Lebewesen aus (S. 52).

### Nicht nur die Arten, auch die Individuen sterben

Auch die Anzahl Individuen einer Art nimmt ab. Insgesamt ist ein Populationsrückgang seit 1970 von ca. 70 % nachweisbar.

<sup>14</sup> Man wird auch zunehmend Lebensmittel ohne eine Bodenbeanspruchung produzieren. Ein interessantes Beispiel, die so genannte Präzisions-Fermentation, stellt hochwertige Produkte in einem biologischen Reaktor her. Mikroben «brauen» die Lebensmittel aus Wasserstoff, Wasser, CO<sub>2</sub> und wenigen Fermentationsstoffen. Siehe den Artikel im Guardian: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2022/nov/24/green-technology-precision-fermentation-farming> (2022\_11\_24)



**Beispiel Vogelpopulation** Gut dokumentiert und auch selber erlebbar ist der Rückgang der Anzahl Vögel. Seit 1980 ist sie weltweit um ca. 20 % zurückgegangen. Obwohl einige Arten profitieren, sind andere übermässig geschrumpft (Stare, Sperlinge). Siehe dazu auch die Tabelle im Anhang.<sup>15</sup>

## 1.3 CO<sub>2</sub>-Geschichte der Erde

### Frühes Zeitalter des Lebens

Die CO<sub>2</sub>-Geschichte der Erde weist uns den Weg, wie die Evolution selbst mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Erde umgegangen ist. Die Geschichte beginnt am Ende des so genannten Proterozoikums, vor 750 Mio. Jahren<sup>16</sup> (S. 173).

### Eispanzer schmelzen wegen CO<sub>2</sub>-Freisetzung

In dieser Zeit war die Erde mehrmals mit einer starken Eisdecke überzogen. Viele Vulkane stiessen aber grosse Mengen von CO<sub>2</sub> aus, so dass sich dieses Treibhausgas in der Atmosphäre anreicherte und schliesslich zu einer Erwärmung und der Abschmelzung der Eisplatten führte.

### Karbon

Das nachfolgende Erdzeitalter, das so genannte «Karbon» (540 – 250 Mio. Jahre), spielt für die aktuelle Klimadebatte eine grosse Rolle. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft war doppelt so hoch wie heute (800 ppm). Die Mitteltemperatur der Erde war etwa gleich hoch wie aktuell. Es entwickelten sich grossflächige Wald- und Sumpfgebiete. Die Natur war dominiert von hochragenden Farngewächsen. Sie wuchsen und verfaulten. Wegen der grossen Feuchtigkeit verrottete diese Biomasse grossteils unter Sauerstoffabschluss. Diese Umwandlung erzeugte die Grundsubstanz von mächtigen Kohlenflözen. Sie wiederum waren der Ausgangsstoff für Kohle-, Öl und Gasschichten im Erdmantel. Es ergab sich eine Speicherung des CO<sub>2</sub>, die so effizient war, dass der Anteil in der Luft auf 100 ppm sank.

### Freisetzung kommt einer Vergiftung gleich

Ab ca. 1780 wurden dann diese kohlenstoffhaltigen Erdschichten abgebaut und deren gespeicherter Kohlenstoffgehalt trat als CO<sub>2</sub> wieder in die Atmosphäre. Ein Prozess, der Hunderte von Millionen Jahre beanspruchte, wird in nur wenigen Hundert Jahren rückgängig gemacht. Eine solche Freisetzung eigentlich natürlicher Substanzen in kurzer Zeit führt zu einer Art Vergiftung der Atmosphäre (S. 173 – 174).

---

<sup>15</sup> Früher wurden die Autoscheiben im Sommer stark von toten Insekten verschmutzt. Heute ist dies kaum mehr der Fall. Die Hauptnahrung der Vögel, die Insekten, sind stark dezimiert.

<sup>16</sup> Protero (Griech.) = vorherig, früher; Zoon = Lebewesen; «Frühes Zeitalter der Lebewesen». Das Proterozoikon dauert von vor 2'500 Mio. Jahren vor unserer Zeit bis vor 540 Mio. Jahren.



## 1.4 Würdigung

### 1.4.1 Unser Verhältnis zur Natur ist gestört

#### Wie leben auf Kosten unserer Jugend

Die Arbeiten und Gedanken, die im Buch «3 Grad mehr» vorgestellt werden, zeigen eines sehr klar: Unser Verhältnis zur Natur ist gestört! Wir haben zwar einen beeindruckenden technischen Fortschritt gemacht und könnten uns auf der Welt unseren Bedürfnissen gemäss einrichten. Aber wir leben auf Kosten unserer Jugend und verseuchen unseren Planeten. Der Wahn, sich die Natur untertan machen zu müssen, gefährdet unsere Weiterexistenz<sup>17</sup>.

#### Innovative, realistische Lösungsvorschläge

Die Lösungsvorschläge des Bauhauses für die Erde, der Bewässerung der Moore und der Regenerierung des Humus sind innovativ, durchführbar und sie würden die Qualität unseres Lebens erhöhen. Mit diesen Vorschlägen überzeugt das Buch und stellt sie neben die Postulate, weniger fossile Energien zu verbrennen, oder CO2 künstlich in der Erde zu speichern.

#### Naturwissenschaftliche Fakten überzeugen

Viele Beiträge in «3 Grad mehr» sind naturwissenschaftlich fundiert und kommen unaufgeregt daher. Sie verlassen sich auf die Vernunft der Leser:in und halten sich mit Appellen zurück. Dieser Weg der Argumentation überzeugt mich. Allein die nachweisbaren Veränderungen, wie sie in den Grafiken des Anhangs augenfällig zum Ausdruck kommen, geben genug zu denken<sup>18</sup>. Die Welt wird nicht so weitergehen, wie wir uns gewohnt sind.

### 1.4.2 Unser Verhältnis zum Mitmenschen ist gestört

#### Deine Artgenoss:in ist deine Freund:in

Meiner Meinung nach ist nicht nur unser Verhältnis zur Natur gestört, sondern auch das zu den Mitmenschen. Wir erleben unsere Artgenossen nicht als Freunde, sondern viel zu oft als Feinde. Eigentlich wäre das ein wichtiges ethisches Postulat: Deine Artgenoss:in ist deine Freundin. Für Herdentiere ist ein schlechtes Verhältnis zu den anderen Herdenmitgliedern auf lange Sicht tödlich. Es wäre der Beitrag der Psychologie zum Fortschritt der Menschheit, dieses kranke, spontane Empfinden zu korrigieren. Beide Störungen gehören innerlich zusammen: Wer die Natur nicht achtet und respektiert, dem fällt es auch schwer, das Gleiche mit seinem Mitmenschen zu tun – und umgekehrt. Und möglicherweise entsteht aus diesen Störungen ein Frust, den wir mit (unsinnigem) Konsum zu bewältigen suchen.

---

<sup>17</sup> Philip Blom stellt diesen Gedanken in seinem Buch «Die Unterwerfung. Anfang und Ende der menschlichen Herrschaft über die Natur» eindrücklich dar. Diese Haltung prägt das christliche Abendland. «Machtet euch die Erde untertan» ist eine Leitaussage der Bibel. Blom stellt sie zur Diskussion.

<sup>18</sup> Die Aufforderung von Greta Thunberg, «Hören Sie den Naturwissenschaften zu!», finde ich einen gangbaren Weg in der teilweise emotional aufgeheizten Klimadebatte. Ich werde ihn in meiner Zusammenfassung auch einschlagen.



### 1.4.3 Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Überblick.....</b>	<b>1</b>
1.1	Lösungen.....	1
1.1.1	Lösung: Gebaute Umgebung als CO2-Senke.....	1
1.1.2	Lösung: Moore bewässern.....	3
1.1.3	Lösung: Böden verbessern.....	3
1.2	Wichtigste Zahlen und Fakten.....	3
1.2.1	Klimadaten.....	4
1.2.2	Wald- und Landwirtschafts-Fakten.....	4
1.2.3	Ernährung.....	5
1.2.4	CO2-Austoss nach Tätigkeitsfeldern.....	6
1.2.5	Artensterben.....	6
1.3	CO2-Geschichte der Erde.....	7
1.4	Würdigung.....	8
1.4.1	Unser Verhältnis zur Natur ist gestört.....	8
1.4.2	Unser Verhältnis zum Mitmenschen ist gestört.....	8
1.4.3	Inhaltsverzeichnis.....	9
<b>2</b>	<b>Holzbau.....</b>	<b>11</b>
2.1	Hauptaussagen.....	11
2.1.1	Bauindustrie als Haupt-CO2-Produzent.....	11
2.1.2	Bewirtschaftete Wälder konservieren besser als Naturwälder.....	11
2.1.3	Holzbau könnte 1 Teratonne CO2 binden.....	11
2.1.4	Holzbau ist technisch und sozial skalierbar.....	11
2.2	Bauhaus Erde.....	12
2.2.1	Beispiel: VSSM-Schulungsgebäude.....	12
2.2.2	Abgestandene Mythen.....	14
2.3	Aufforstungsbeispiele.....	15
2.3.1	China als Vorbild.....	15
2.4	Bambus als Werkstoff.....	17
<b>3</b>	<b>Moore.....</b>	<b>18</b>
3.1	Hohe CO2-Speicherungsfähigkeit von Mooren.....	18
3.1.1	Mehr Speicherfähigkeit als Wald.....	18
3.1.2	Wenig Fläche, grosse Wirkung.....	18
3.2	Wiedervernässung.....	18
3.2.1	Moornutzung.....	19
3.3	Zertifikatshandel.....	19
<b>4</b>	<b>Boden.....</b>	<b>20</b>
4.1	Übersicht.....	20



4.1.1	Fakten zum Boden.....	20
4.1.2	Speicherfähigkeit der Böden.....	20
4.1.3	Humusverlust .....	21
4.2	Humusbildung .....	22
4.2.1	Alternative landw. Techniken.....	22
4.2.2	Pflanzenkohle.....	25
4.2.3	Agroforstwirtschaft.....	25
<b>5</b>	<b>Prognose.....</b>	<b>26</b>
5.1	Empirische, evolutionäre Grundlagen.....	26
5.1.1	Beispiel: PETM .....	26
5.1.2	Beispiel: Misox-Schwankung.....	27
5.2	Voraussage-Modelle .....	27
5.2.1	Extreme Hitze.....	28
5.2.2	Heftige Niederschläge vs. Dürren .....	28
5.2.3	Tropische Wirbelstürme .....	28
5.2.4	Meeresspiegel und Eisschilde .....	28
5.2.5	Kippunkte.....	29
5.3	Fazit: Pariser Abkommen ergänzen .....	29
5.3.1	Naturbasierte Lösungen.....	29
5.3.2	Genügsamkeit .....	29
5.3.3	Schwäche der Psychologie.....	30
<b>6</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>32</b>
6.1	Grafiken.....	32
6.1.1	Milchpreis .....	32
6.1.2	Treibhauseffekt .....	32
6.2	Technische Prozesse.....	36
6.2.1	Erstaunliche Fortschritte .....	36
6.2.2	Chemische Formeln und Prozesse.....	38
6.3	Glossar der Abkürzungen .....	39
<b>7</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>41</b>



## 2 Holzbau

### 2.1 Hauptaussagen

#### 2.1.1 Bauindustrie als Haupt-CO<sub>2</sub>-Produzent

##### **Bauindustrie als Haupt-CO<sub>2</sub>-Produzent**

40 % des menschengemachten CO<sub>2</sub>-Ausstosses erfolgt durch die Bauindustrie: durch den Zubau der Natur und den Abbau der Gebäude (S.171). Beton und mineralisierte Werkstoffe sind die Hauptursache.

NB: Weitere 24 % (1/4) erfolgen durch die Fleisch- und Milchproduktion mit Kühen, Schweinen, Schafen etc. Mehr als die Industrie ausstösst (Behr S.167). Es ist mir unklar, ob die Heizung und deren CO<sub>2</sub>-Ausstoss im Bauindustrie-%-Satz enthalten ist.

#### 2.1.2 Bewirtschaftete Wälder konservieren besser als Naturwälder

Bewirtschaftete Wälder konservieren CO<sub>2</sub> besser als Naturwälder. Die planmässige Ernte von Holz und dessen Verwendung im Bausektor konserviert CO<sub>2</sub> besser, als wenn der Wald naturbelassen ist.

Selbst Plantagen entwickeln auf dem Boden mit der Zeit die ortsansässigen Baumarten und transformieren sich in einen naturnahen Wald – sofern in ihnen nicht geweidet wird (siehe unten).

#### 2.1.3 Holzbau könnte 1 Teratonne CO<sub>2</sub> binden

Die so genannte Demineralisierung der Bauwirtschaft könnte die ganze menschengemachte CO<sub>2</sub>-Menge speichern: durch geerntete resp. lebende Biomasse (3Grd S. 202)<sup>19</sup>. Menschen haben ca. 1 Teratonne CO<sub>2</sub> künstlich erzeugt. Der Bau durch Holz würde 50 % davon speichern, die anderen 50 % würden in den dazu nötigen Wäldern gespeichert.

#### 2.1.4 Holzbau ist technisch und sozial skalierbar

Holzbau ist wie Photovoltaik auch vom einzelnen Menschen in seiner Lebenspraxis umsetzbar. Es braucht keine grossen, übergreifende Regelungen, um die CO<sub>2</sub>-Speicherziele damit zu erreichen. Die Massnahmen sind technisch und sozial skalierbar.

---

<sup>19</sup> Demineralisierung heisst: Man ersetzt die mineralischen Werkstoffe wie Eisen, Beton, Aluminium, etc. durch organische Werkstoffe wie Holz, Bambus, Jute, Flachs usw.



Z.B. kann der Eigenheimbesitzer schon heute sein Haus um einen Stock in Holzbau erweitern.

## 2.2 Bauhaus Erde

### 2.2.1 Beispiel: VSSM-Schulungsgebäude

#### Alois Fischers Beispiel für die neue Bauhaus-Initiative

Ich hatte das Privileg, in einem zukunftsweisenden Schulungsgebäude zu unterrichten. Ich will es als Beispiel für die Verwirklichung des Gedankens «Bauhaus Erde» diesem Kapitel voranstellen. Der VSSM ist der Verband der Schweizerischen Schreiner-Meister und hat ein Schulungszentrum auf dem Bürgenstock. Weil die Ausbildungstätigkeit floriert, musste zusätzlicher Raum geschaffen werden. Alois Fischer, ein auf Holzbau spezialisierter Architekt, entwarf einen zukunftsweisenden Holzbau, der die Idee der Versöhnung mit der Natur in die Tat umsetzte.



Das Gebäude strahlt sowohl ästhetisch als auch bezüglich Raumklima eine grosse Behaglichkeit aus. Durch ein ausgeklügeltes Luftaustauschkonzept kühlt sich das Gebäude selbst. Der Architekt liess sich von Termitenhügeln inspirieren, deren Gänge derart raffiniert angelegt sind, dass je nach Sonnenstand der Bau stärker oder schwächer belüftet wird.



Kernstück des Holzgebäudes ist ein durchdachter Wandaufbau. Durch ein Mosaik inliegender Luftkanäle wird die ohnehin schon gute Isolationsfähigkeit des Holzes verstärkt. Dies hat zur Folge, dass sich die Räume im Sommer nicht aufwärmen und im Winter nicht zu stark abkühlen. Zudem garantiert die von Waben angeregte Konstruktion eine grosse mechanische Stabilität, so dass das 5-stöckige Gebäude vollständig ohne Stahlträger gebaut werden konnte.





Als Dozent für Führungsschulungen habe ich sehr viele Seminargebäude kennengelernt. Für ganztägigen Unterricht ist das Raumklima entscheidend: Es bestimmt oft darüber, ob am Nachmittag eine intensive Arbeit noch möglich ist, oder ob die Teilnehmenden wegen ungenügender Durchlüftung oder unangepasster Heizung ermüdet sind. Ein organisch gebauter Seminarraum nimmt sich die Natur zum Vorbild: In ihr sich zurecht zu finden, ist die Anpassungsleistung der menschlichen Evolution. Lässt man den Menschen in einer solchen natürlichen Umgebung leben und arbeiten, dann fühlt er sich wohl. Eine derartige Atmosphäre muss man selbst erleben. Ich hätte nicht gedacht, dass ein gut konstruiertes Holzgebäude einen so eklatanten Unterschied ausmacht.



## Baubiologische Vorteile von Holzbauten

Im Detail begründet sich diese erhöhte Behaglichkeit durch folgende technische Fakten:

### Natürliche Feuchtigkeitsregulierung

Die Behaglichkeit eines Raumes hängt von vielen Faktoren ab. Einer ist die Luftfeuchtigkeit. Holz atmet. Es reguliert die Feuchtigkeit eines Raumes auf natürliche Art.

### Ausgewogenes Wärmegleichgewicht

Der menschliche Körper steht mit der Umwelt in einem Wärmeaustausch. Holz wird dabei als wärmend und behaglich empfunden, selbst dann, wenn die Temperatur der Luft nicht sehr hoch ist.

### Baubiologisch gesund

Holzbauten sind bei vernünftiger Konstruktion praktisch frei von schädigenden Stoffen. Oberflächen in Innenräumen werden mit natürlichen Materialien ohne Einsatz von Chemikalien behandelt.



## Taktiler Erlebnis

Holz verschafft dem Menschen ein einzigartiges taktiler Erlebnis: Füsse und Hände werden in angenehmer Weise stimuliert.

## 2.2.2 Abgestandene Mythen

### Feuergefährlichkeit Spontaner Einwand gegen Holzbauten: Brandgefahr

Das Seminargebäude von Fischer widerlegt auch eine Reihe alter Mythen bezüglich Holzbauten. Eine erste Mär ist die der Feuergefährlichkeit von Holzhäusern. Praktisch jeder «naturbelassene» Mensch wird beim Postulat, baut unsere Dörfer und Städte aus Holz, einwenden: Das ist viel zu gefährlich. Tatsächlich waren die Dorf- und Stadtbrände bis zum Beginn der 20. Jahrhunderts eine grosse Geissel der Zivilisation.

### Professionelle Holzbauten sind nicht feuergefährdet

Heute lässt sich dieser Einwand nicht mehr aufrechterhalten. Ein professionell konstruierter Holzbau berücksichtigt folgende Faktoren:

- Entflammbarkeit
- Strukturelle Brandstabilität
- Feuerausbreitungsdynamik
- Gesamtbetrachtung von Gebäudekern und – hülle

Der letzte Punkt ist besonders wichtig, weil grosse Feuersbrünste an Gebäuden der letzten Jahre (z.B. Greenfell Tower, London) sich von der Fassade her auf den Gebäudekern ausbreiteten. Die Entflammbarkeit der Fassade kann bei einem Massivholzbau unterbunden werden, weil Holz unter Brandeinwirkung eigentlich eine schützende Oberflächenschicht aus Holzkohle aufbaut (S. 181). Von Experten wird das Brandrisiko von Holzbauten nicht höher veranschlagt als das von Betonbauten.

## Schallschutzfrage

Der Trittschall von Holzböden ist stärker als der von Betontrennflächen. Allerdings kann die Bauakustik mit den heutigen digitalen Methoden beeindruckende Resultate vorlegen. Leider werden diese Erkenntnisse nur ungenügend in die Praxis umgesetzt. Ein Akustikkonzept eines Neubaus könnte viele Schallschutzprobleme schon zum vorneherein ausschalten. Die Erkenntnisse sind auch bei Holzbauten vorhanden.

## Wärmedämmung

Die Wärmedämmung von Holz ist um einen Faktor 10 besser als die von Beton und sie übertrifft Stahl gar um einen Faktor Hundert. Hier kann bedeutend weniger Material sehr viel mehr leisten.



## Hochbauten, Stabilität

Hochhäuser können heute auch in Holz oder in einer Holz-Stahl-Kombination ausgeführt werden. Es gibt eine mittlerweile schon grosse Anzahl innovativer Holz-Hochhäuser (S. 185). Damit verbunden ist die Stabilität von Holz und Holzkonstruktionen. Sie ist heute eigentlich auch kein Thema mehr (S.184).

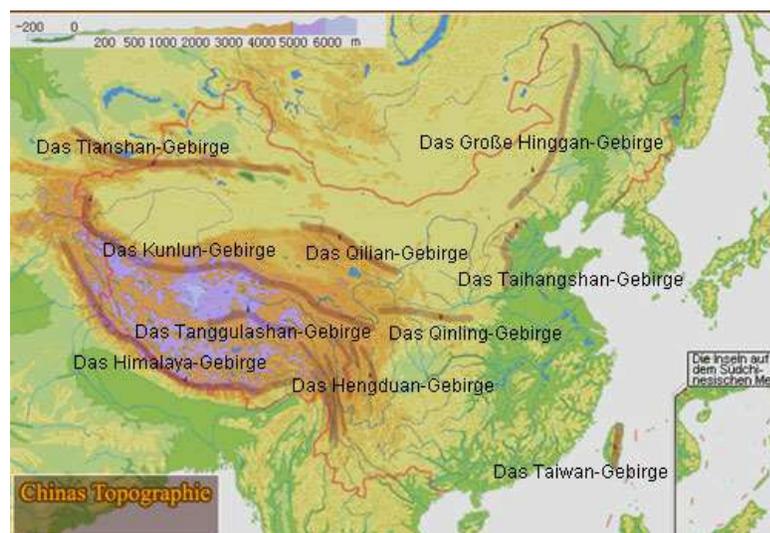
## 2.3 Aufforstungsbeispiele

Die Aufforstung brachliegender Flächen, das Verhindern der Abholzung von Regenwäldern und die gezielte Nutzung von Forsten stellt eine weitere Klimaschutzmassnahme dar. Ich will einige Beispiele dazu kurz erläutern. Oft sind die Aufforstungsmassnahmen mit Reformen der Bodenbearbeitung kombiniert. Ich greife hier deshalb vor und zeige auch einige Exempel der Bodenkonservierung.

### 2.3.1 China als Vorbild

Die Ländereien von China waren historisch sehr stark mit Wald bewachsen. Schon zu früheren Zeiten wurden die Wälder stark abgeholzt, so dass im 20. Jahrhundert die Waldfläche auf 10 % zurückgegangen war. 1991 verbot die Regierung jegliche Landwirtschaft auf Hängen steiler als 25 °. 1998 wurde ein Programm zur Walderhaltung erlassen. Dies hat zur Folge, dass 2022 ca. ¼ der chinesischen Landschaft wieder bewaldet sind (S.151-152).

Eine eindrückliche Aufforstung bildet das Beispiel des Qin Ling-Gebirges in Zentralchina (3Grd S. 151). Es stellt die Wasserscheide zwischen dem trockenen Norden und dem feuchten Süden dar.



## 1 Mio. Hektar in kurzer Zeit verbessert

Ein weiteres Regenerierungsbeispiel beschreibt Juergen Voegele.<sup>20</sup> Das zentrale Lössplateau in China ist so gross wie Frankreich und ernährte einst einen Viertel der chinesischen Bevölkerung. Es wurde entwaldet und das Land wurde unsachgemäss benutzt. Durch ein Programm von FAO und Weltbank in Zusammenarbeit mit der chinesischen Regierung konnten ca. 1 Mio. Hektar Wüste wieder in landwirtschaftlich nutzbares Land zurückgeführt werden. Die Massnahmen dazu sind:

- Bauern müssen Rechte am Land besitzen, um es zu verbessern und nachhaltig zu nutzen
- Es sind Terrassierungen nötig, um das Wasser zu kontrollieren
- Es ist vorteilhaft, Obstgärten anzulegen

## Die geeigneten Samen sind noch Hundert Jahre später im Wüstensand vorhanden

In seinem Artikel zitiert der Autor Blaustein Voegele mit folgenden Worten:

*“We saw birds, butterflies, insects – the whole ecosystem began to recover. Even after hundreds of years of complete devastation, the seeds were still in the ground and things began to happen very quickly. We did not expect that.”*



<sup>20</sup> <https://rethink.earth/turning-desert-to-fertile-farmland-on-the-loess-plateau/>



## Eindrückliche Leistung in China

In einem Übersichtsartikel werden weitere chinesische Aufforstungs- und Bodenverbesserungsprogramme beschrieben.<sup>21</sup> Der Autor zieht folgendes eindruckliches Fazit: *In the past four decades, more than 7.88 million hectares of windbreak trees have been planted, 336'200 square kilometers of desertification have been reversed, and more than 10 million hectares of grasslands have been protected or restored, according to a report released by the Chinese Academy of Sciences.*

## 2.4 Bambus als Werkstoff



Bambus ist ein weithin unterschätzter organischer Baustoff. Er wächst 1m pro Tag und ist in 3 Monaten 25 bis 30 m hoch.<sup>22</sup> Dann reift er 4 Jahre, bis er geerntet werden kann. Eine Hektare, bepflanzt mit Bambus kann 1'000 Tonnen CO2 speichern. Diese ha liefert pro Jahr auch 20 Kubikmeter Baumaterial



<sup>21</sup> <https://interestingengineering.com/innovation/how-is-china-turning-deserts-into-arable-lands> (2023-02-15)

<sup>22</sup> [https://www.ted.com/talks/pablo\\_van\\_der\\_lugt\\_bamboo\\_to\\_save\\_the\\_world/transcript](https://www.ted.com/talks/pablo_van_der_lugt_bamboo_to_save_the_world/transcript) (2023\_03\_14)



## 3 Moore

### 3.1 Hohe CO<sub>2</sub>-Speicherungsfähigkeit von Mooren

#### 3.1.1 Mehr Speicherfähigkeit als Wald

##### Mehr Speicherfähigkeit als alle Wälder

Moore speichern mehr CO<sub>2</sub> als die ganze Waldbiomasse. Ein intaktes Moor ist dabei fähig, pro Jahr und Hektare 20 bis 25 Tonnen CO<sub>2</sub> neu zu speichern (S. 230)<sup>23</sup>. Die entwässerten Moore dagegen rufen in Deutschland einen Klimaschaden in der Grösse der Wertschöpfung der ganzen Deutschen Landwirtschaft hervor (S. 218).

##### Torfbildung

Der Grund für die grosse Speicherfähigkeit, resp. den grossen Schaden bei Trockenlegung, liegt in der Torfbildung. In einem gut gewässerten Moor verrotten die abgestorbenen Pflanzen unter Sauerstoffabschluss. Dadurch verfaulen sie nicht und geben CO<sub>2</sub> ab, sondern sie wandeln sich in eine organische Substanz um, den Torf. Der Prozess ist ähnlich wie bei der Kohle- und Erdölentstehung im Zeitalter des Karbons (c.f. § 1.3).

#### 3.1.2 Wenig Fläche, grosse Wirkung

##### Moore bedecken nur 3 % der Erde

Im Gegensatz zu den Acker- und Waldflächen bedecken die Moore nur ca. 3 % der Landfläche der Erde. Ihre Speicherfähigkeit ist etwas von der Lage abhängig: die Moore in kalten, nördlichen Zonen speichern ca. 7-mal mehr CO<sub>2</sub> als «normale» Böden, solche in gemässigten und tropischen gar 10-mal mehr.

##### Moor: mehr als 30 cm Torf

Als Moore gelten alle Böden die eine Torfschicht von mindestens 30 cm aufweisen. In den kalten, nordischen Tundra-Gegenden nehmen Moore mehr als 50 % der Landfläche ein. Diese so genannten borealen Zonen sind für die CO<sub>2</sub>-Speicherung deshalb besonders wichtig.

### 3.2 Wiedervernässung

##### Entwässertes Moor pro ha so klimaschädlich wie ein Auto

Ein entwässertes Moor, das ackerbaulich genutzt wird, erzeugt pro Hektare 37 t CO<sub>2</sub>. Dies ist die gleiche CO<sub>2</sub>-Menge, die ein Mittelklasseauto mit Benzinmotor freisetzt, wenn es jährlich 185'000 km fahren würde (S. 215). Deshalb ist der Erhalt der Moore bezüglich Klimawandel sehr effektiv und dringlich.

##### Wiedervernässung ist einfach

Die Wiedervernässung ist einfacher als die Entwässerung. Schliesst man die Entwässerungskanäle, steigt der Wasserspiegel an und erreicht im Idealfall beinahe die Oberfläche. Dadurch kann die Torfproduktion wieder stattfinden.

---

<sup>23</sup> Dies ist ca. 10-mal mehr als die Speicherfähigkeit eines Ackerbodens, die ca. 2.5 t CO<sub>2</sub> pro Hektar beträgt (vgl. § 4.1.1).



Vernässte Moore sind auch ideal als Wasserspeicher bei starken Niederschlägen. Sie funktionieren als Austauschbecken. Der Landschafts Schaden ist vernachlässigbar.

### 3.2.1 Moornutzung

#### Paludikultur: ein grosser Name

Die wirtschaftliche Nutzung wasserhaltiger Moore steckt noch in den Kinderschuhen. Dagegen hat sie einen imposanten Namen: Paludikultur. Angedacht sind folgende Nutzungen:

- Schilf als Baumaterial
- Rohrkolben für Isolationsplatten und Viehfutter
- Erle für Möbel und Furniere
- Haltung von Wasserbüffeln
- Torfmoose (auf Flächen nach Torfabbau)
- Sonnentau (Medizin)

Weil diese Bewirtschaftungsformen wirtschaftlich noch nicht tragfähig sind, schlagen die Expert:innen für eine Übergangsphase eine Subvention, z.B. durch Zertifikate, für Moore vor.

### 3.3 Zertifikatshandel

Die Wiedervernäsung von Mooren kann als Beispiel dienen, den so genannten Zertifikatshandel zu erklären (S.231). Joosten schlägt eine Übergangsphase (2024-2045) vor, in der ein Bauer, der sein Moor neu verwässert, mittels Zertifikats-Verkäufen jährliche Erträge in der Grössenordnung von 1000 – 2000 EUR generieren kann. Der Prozess würde so ablaufen:

- 1) Der Staat stellt jedem Mooreigner pro Jahr und Hektare 20 Zertifikate zur Verfügung<sup>24</sup>.
- 2) Wenn der Bauer das Moor neu bewässert oder eine Entwässerung unterlässt, dann kann er die Zertifikate auf dem Zertifikatsmarkt, z.B. an ein Stahlwerk, das CO<sub>2</sub> ausstösst, verkaufen.
- 3) Nutzt der Bauer das Moor landwirtschaftlich, dann verfallen die Zertifikate nach einem Jahr, da er ja dann kein CO<sub>2</sub> im Moor bindet.

---

<sup>24</sup> Ein Zertifikat kompensiert 1 Tonne CO<sub>2</sub>-Ausstoss.



## 4 Boden

### 4.1 Übersicht

#### 4.1.1 Fakten zum Boden

##### Oberboden als CO<sub>2</sub>-Speicher

Fast alles, was auf der Erde wächst, entsteht in einer dünnen Erdschicht von meist nur ca. 2 m Tiefe. Sie enthält gebundenes CO<sub>2</sub> (als Kohlenstoff abgelagert) in der Grösse von Teratonnen (Tt). Zur Erinnerung: Menschen erzeugten eine von den 3 Teratonnen CO<sub>2</sub> in der Luft. Der Kohlenstoffgehalt in diesen oberen Erdschichten (SOC soil organic content) beläuft sich auf (S. 235):

Tiefe	30 cm	1 m	2 m
CO <sub>2</sub> -Anteil	3.1 Tt	6.6 Tt	11 Tt
Pro Hektar	220 t	477 t	733 t

Die Oberböden sind deshalb ein ausserordentlich geeigneter CO<sub>2</sub>-Speicher, der sich auch wirtschaftlich lohnen würde. Eine heutiges CO<sub>2</sub> Zertifikat kostet zwischen 50-100 EUR pro t.

##### CO<sub>2</sub>-Abgabe durch Bodenverarmung

Rund ein Drittel der oben genannten menschengemachten Teratonne CO<sub>2</sub> stammt wie gesagt aus der Landwirtschaft. Die Böden verarmen und verlieren CO<sub>2</sub>, resp. C. Diese Degradation pro Jahr entspricht einem Bodenverlust im Umfang des Staatsgebietes von Griechenland (S.255). In Europa entspricht dies 2.5 t CO<sub>2</sub>-Produktion pro Hektar im Jahr. Weltweit ist der Bodenverlust viermal grösser als die Bodenbildung.

##### Die wichtige Rolle von Humus und Bodenorganismen wie Würmern

Im Boden arbeitet eine grosse Zahl von Organismen. Es sind pro Gramm mehr, als es Menschen auf der Erde gibt (S 239). Sie regulieren den organischen Gehalt des Bodens, den so genannten Humus. Einer dieser Bodenorganismen sind die Würmer. An ihnen hatte mein Vater grosse Freude, während wir Kinder sie «unappetitlich» fanden. Sie lockern den Boden durch ihre Gänge und transportieren einerseits Humus in tiefere Bodenregionen und bringen andererseits Mineralstoffe aus der Tiefe an die Oberfläche.

#### 4.1.2 Speicherfähigkeit der Böden

Böden speichern CO<sub>2</sub> viel effizienter als Pflanzen über dem Boden. Siehe Grafik 4.1 a



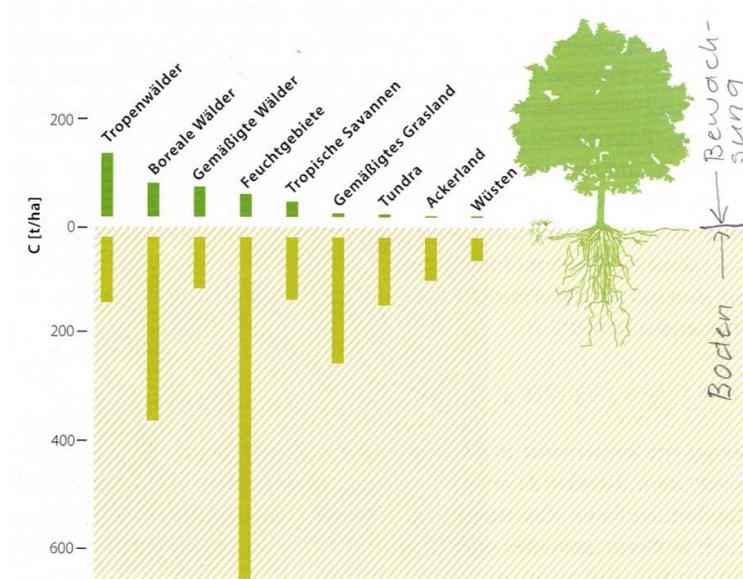


Fig. 4.1 a: Böden speichern CO<sub>2</sub> viel effizienter als Bewuchs

Pro Hektare speichert ein Moor ca. 700 Tonnen an C oder entsprechend  $700 \cdot 3.67 = 2.566$  t/ha an CO<sub>2</sub> (S. 236). Bessere Bodenbewirtschaftung (siehe unter Humusbildung) könnte bis maximal 2.5 Gt/a C oder 9.2 Gt/a an CO<sub>2</sub> speichern (S.237). Damit könnte ca. 1/4 der aktuell produzierten 40 Gt/a an CO<sub>2</sub> gespeichert werden.

### 4.1.3 Humusverlust

#### Humusverlust

Böden verlieren an Qualität durch Verlust des oben erwähnten organischen Materials. Diesen Prozess zu verstehen ist wichtig, um danach die Sanierungsmaßnahmen beurteilen zu können.

#### Leitfrage der Bodenverbesserung als Klimamassnahme

Humus geht durch Erosion verloren, indem der wertvolle Boden in Seen und Meere geschwemmt wird. Ebenso wichtig ist die Bodendegradation durch so genannte Oxidation. Sauerstoff der Luft wandelt den Humus chemisch um und gibt CO<sub>2</sub> an die Luft ab. Die «Kultivierung» der Böden ist dabei für 50 – 70 % dieser CO<sub>2</sub>-Produktion und des Humusverlustes verantwortlich. Landwirtschaftliche Flächen enthalten 5 bis 10-mal weniger Humus als die Böden von Grasland oder Wäldern (S. 235). Die Leitfrage dieses Kapitels der Bodenverbesserung heisst deshalb: Kann das überschüssige CO<sub>2</sub> der Luft wieder in den Boden zurückgeführt werden?

#### Prognose

Prognosen sind naturgemäss schwierig und der Einfluss der Bodenverbesserung kann realistischweise ca. 25 % des menschengemachten, jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstosses auffangen (S.237, ca 9.2 Gigatonnen der insgesamt 40 Gt pro Jahr).



Neben dieser CO<sub>2</sub> Problematik hat die Bodenverbesserung aber einige wichtige, weitere Vorteile, auf die ich im Folgenden nicht separat eingehe:

1. Die verfügbare Wasserkapazität wird erhöht
2. Die Bodenbelüftung wird effizienter
3. Die Nährstoffversorgung der Pflanzen wird verbessert
4. Die Bodenstruktur wird wiederhergestellt
5. Das Risiko der Bodenerosion wird minimiert

## 4.2 Humusbildung

### 4.2.1 Alternative landw. Techniken

Die Prozesse, wie man Humus bilden kann, werde ich nach den landwirtschaftlichen Techniken ordnen. Sie kann man sich besser merken, als die damit verbundenen biologisch-chemischen Prozesse. Letztere sind zuweilen anspruchsvoll und nicht so leicht verständlich. Schwarzer und Schmidt schlagen im Kapitel «Humusaufbau in der Praxis» (S.244) folgende humusschonende Techniken vor:

1. Pfluglose Bodenbearbeitung
2. Verschiedenartige Fruchtfolgen
3. Diverse Zwischenfruchtmischungen
4. Organische Dünger
5. Ganzheitliches Weidemanagement

#### 1) Pfluglose Bodenbearbeitung

##### **Eiserner Pflug als Leitmotiv der Agrarrevolution**

Der Pflug, und im Besonderen der raffinierte, eiserne Wendepflug, gilt oft als Leitmotiv der menschlichen Erfindungskraft, die die Lebensmittelversorgung revolutionierte. Durch das Wenden von ca. 20-30 cm des Bodens konnte man einen fruchtbareren Acker erzeugen, als wenn man den Boden bloss lockerte, wie im so genannten Hackbau, der in armen Ländern noch weit verbreitet ist.

##### **Wenden des Bodens oxidiert ihn**

Dieses Wenden setzt aber eine starke Humusschicht der Luft aus und damit gehen wertvolle Bodenbestandteile verloren. Deshalb wird eine pfluglose Bodenbearbeitung gefordert. Sie setzt oft darauf, dass der Boden nicht gewendet, sondern bloss in einer Art aufgeschnitten wird. In die Furchen werden dann die Pflanzensamen gesetzt.

##### **Raffinierte Landwirtschaftsmaschinen**

Tatsächlich möglich ist diese schonende Bodenbearbeitung nur durch ausserordentlich raffinierte Landwirtschaftsmaschinen. Sie sollen ja die Ernterückstände, wie die Stoppeln auf dem untenstehenden Bild, in den Boden einarbeiten und diesen zugleich aufschneiden. Dies geschieht mit Scheibenrädern (hinter dem grossen Rad in der Vergrösserung). Pfluglose Bodenbearbeitung setzt daher ein grosses Wissen der Bäuerin und des Bauern voraus.





Quelle der Bilder:  
<https://www.agrarheute.com/technik/ackerbautechnik/pfluglose-bodenbearbeitung-pro-contra-513975>

## 2) Verschiedenartige Fruchtfolgen

### **Anlehnung an die alte Dreifelderwirtschaft**

Industrielle Landwirtschaft richtet sich oft auf eine einzige Frucht (nur Weizen, oder Kartoffeln, oder Mais etc.) aus. Die Bewirtschaftung ist günstiger, weil nur ein Set von Maschinen eingesetzt werden muss. Für die Böden ist das schlecht; sie laugen aus. Deshalb produzieren Bauern heute verschiedene Gewächse und wechseln in der Fruchtfolge ab. Auch diese Abwechslung



erfordert viel Kenntnis, da genau überlegt sein muss, welche nachfolgenden Saaten den zuvor einseitig beanspruchten Boden wieder ins Gleichgewicht bringen können. Besonders nützlich für eine humusfreundliche Fruchtfolge sind tiefwurzelnde Pflanzen. Sie lockern den Boden und fördern den Humusaufbau in der Tiefe.

In einer gewissen Weise kehrt man zur «Dreifelderwirtschaft» zurück, die im Mittelalter die Produktivität des Ackerbaus massiv erhöhte. Damals wechselte man während zwei Jahren ab und liess den Acker danach eine Saison lang ruhen. Dieses Ruhen wird heute mit einer Saat aus Zwischenfrüchten effektiver gestaltet.

### 3) Zwischenfrüchte

Von Zwischenfrüchten spricht man, wenn Pflanzen nach der Ernte oder beim Hochstand, z.B. des Mais, eingesät werden, die nicht als Lebensmittel geerntet werden können. Es sind z.B. sehr stickstoffhaltige Saaten, die bei der Ackervorbereitung in der nächsten Saison in den Boden eingearbeitet werden können. Damit haben die Mikroben im Boden immer «etwas zu tun» und der Humusaufbau wird gefördert.

### 4) Organische Dünger

#### Organische Düngemittel; eine Kulturleistung

Unsere Kultur ist reich an Kenntnissen, wie organische Abfälle und Ernterückstände zur Bodenverbesserung eingesetzt werden können; hinter jedem Stall steht ein Miststock. Jahrhundertlang war es in unseren Breiten den Schafhirten erlaubt, in der Zwischensaison die abgeernteten Felder zu beweiden. Die Ackerbauern wussten, dass der Schafmist gut düngt. Noch heute ziehen in der Winterzeit in Marokko die Kamelhirten mit ihren Herden über die Felder der Ackerbauern des Nordens. Auch bei organischen Düngern hat man bedeutende Fortschritte erzielt. Ein besonders nahrhafter moderner Dünger ist die so genannte Pflanzenkohle (Siehe § 4.2.2). Ihr widme ich ein eigenes Unterkapitel.

### 5) Ganzheitliches Weidemanagement

#### «Faule Bauern zäunen weit»

Mein Vater sagte: «Faule Bauern zäunen grosse Felder ein, tüchtige Bauern setzen die Zäune eng und versetzen sie oft.» Heute treibt man diese Einsicht auf die Spitze, spricht vom ganzheitlichen Weidemanagement und gibt der Technik einen englischen Namen: Adaptive-Multi-Paddock (AMP)-Beweidung, oder auch Mobgrazing.

Das Weidemanagement stützt sich darauf, dass so eng gezäunt wird, dass ein Boden nur ca. einen Tag beweidet wird und danach mehrere Wochen ruhen kann.

#### Tierhaltung und Ackerbau verknüpfen

Allerdings geht dieses Weidemanagement über die engen Zäune hinaus. Tierhaltung wird mit Ackerbau verknüpft. Weidetiere



grasen die Zwischenfrüchte ab, fressen die Stoppeln und bereichern so die Ökologie der Äcker. Noch weiter geht ein systematischer Wechsel zwischen Acker- und Weideland (so genanntes pasture cropping). Dieser ganzjährige Wechsel erhöht den Kohlenstoffgehalt der Böden eindrucklich (S. 247).

#### 4.2.2 Pflanzenkohle

##### Holzkohle von Pflanzen

Pflanzen können in einem pyrolytischen Prozess, wie bei Holzkohle unter Ausschluss von Sauerstoff, in Kohle umgewandelt werden<sup>25</sup>. Gülle, angereichert mit Pflanzenkohle, kann damit 2.5 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente dauerhaft im Boden speichern. Ein Gramm Pflanzenkohle hat eine Oberfläche von bis zu 300 m<sup>2</sup> und kann wie ein Schwamm das 5-fache an Wasser aufnehmen. Es gibt keinen leistungsfähigeren Humus Verbesserer. Allerdings ist eine solche Gülle teuer: 1200 CHF pro Tonne.

##### Aktivkohle ersetzen Humus wird dunkler Hälfte der CO<sub>2</sub> Einsparung möglich

Pflanzenkohle kann Aktivkohle als Reinigungsmittel ersetzen. Von Pflanzenkohle durchsetzter Humus ist dunkler (Schwarzerde). Auf 10 % der Landwirtschaftsfläche könnten mit Pflanzenkohle in den nächsten 50 Jahren 400 Gt CO<sub>2</sub>-Äquivalente gespeichert werden. Dies ist ca. die Hälfte der Einsparung an CO<sub>2</sub>, die für ein 2° Ziel nötig sind. Dazu bräuchte es 400'000 Pyrolyseanlagen (S-240-243).

#### 4.2.3 Agroforstwirtschaft

##### In heissen Gegenden: Wald und Acker mischen

Vor allem in heissen Weltgegenden wie in den Tropen und Subtropen drängt sich eine Mischung von Wald- und Agrarwirtschaft auf (S. 249). In dieser so genannten Agroforstwirtschaft durchziehen hohe Baumreihen z.B. einen Weizenacker. Der Schatten der Bäume und die Feuchtigkeitsregulation des Blattwerks helfen mit, ein Versengen der Saaten zu verhindern andererseits hilft eine geschlossene Bodendecke gegen das Austrocknen des Untergrundes.

---

<sup>25</sup> Cf. Beitrag von srf: <https://www.srf.ch/wissen/nachhaltigkeit/kohle-fuers-klima-pflanzenkohle-was-ist-dran-am-hype-ums-schwarze-wundermittel> (2023-03-10).



## 5 Prognose

Die Voraussagen, wie sich das Klima in den nächsten Jahrzehnten entwickeln wird, sind schwierig, da das Wetter ein so genanntes komplexes System darstellt. Es zeichnet sich dadurch aus, dass *vielen* Ursachen für eine Wirkung verantwortlich sind und es sein kann, dass im Einzelfall ein unbedeutender Anstoss die Entwicklung in eine vollständig neue Richtung steuert (so genannter Schmetterlingseffekt). Im Durchschnitt aller Fälle spielt dieser Schmetterlingseffekt aber keine Rolle. Deshalb können die Hauptfaktoren einer zukünftigen Entwicklung benannt werden. Ich werde im Folgenden vor allem auf diese empirischen Grundlagen Gewicht legen und Klimaveränderungsbeispiele aus der Erdgeschichte darstellen.

### 5.1 Empirische, evolutionäre Grundlagen

Klimaveränderungen werden hauptsächlich durch Schwankungen des Gehalts an Treibhausgasen (CO<sub>2</sub>, Methan) in der Luft erzeugt<sup>26</sup>. Es können aber auch die Luftmassen oder die Meeresströmungen anders zirkulieren. Ich will zuerst eine erdzeitliche Schwankung des CO<sub>2</sub>-Gehalts darstellen (PETM) und danach ein Beispiel einer veränderten Ozeanströmung (Miso-Schwankung) zusammenfassen.

#### 5.1.1 Beispiel: PETM

##### **Temperaturerhöhung um 5-8 °C, vor 56 Mio. Jahren**

Vor 56 Mio. Jahren, 10 Mio. Jahre nach dem Aussterben der Saurier, stieg die Erdtemperatur um 5 – 8 °C an. Dieser Aufschwung erfolgte schnell (während 5'000 J), wenn man erdgeschichtliche Prozesse betrachtet. Er hielt ca. 200'000 Jahre an. Verursacht wurde er durch erhöhte CO<sub>2</sub>- und Methananteile in der Luft. Deren Ursachen sind noch nicht bekannt. Zahlreiche Lebewesen starben aus, vor allem die ozeanischen Pflanzen und Tiere wurden stark mitgenommen. Diese Phase wird in der Wissenschaft PETM (Paläozän/Eozän-Temperatur-Maximum) genannt.

##### **Viel Bodenerosion trübt das Meer**

Ein Bohrkern (von einem halben Kilometer Länge) aus dem Boden des Golfs von Mexiko enthält 180 m (!) Sedimente, die alleine in dieser Zeit angeschwemmt wurden. Die Ablagerungen wurden wahrscheinlich durch sintflutartige Regenfälle aus den Flussbetten und Schwemmlandebenen abtransportiert. Sie trübten den Ozean und brachten Pflanzen und Tiere zum Sterben<sup>27</sup>.

<sup>26</sup> Siehe Erklärung Treibhauseffekt im Anhang § 6.1

<sup>27</sup> Vgl: <https://www.watson.ch/wissen/forschung/398741742-millionen-jahre-alte-sedimente-enthuellen-beunruhigendes-klima-szenario> (2023-03-18).



Ein solcher Prozess könnte durchaus auch die aktuelle Klimaveränderung prägen. Die Intensität der Regenschauer wird stärker – nicht aber die absolute Grösse der Niederschläge.

### 5.1.2 Beispiel: Misox-Schwankung

#### Beispiel einer Strömungsschwankung des Atlantiks

Die so genannte Misox-Schwankung trat vor 8'200 Jahren auf (S. 41)<sup>28</sup>. Sie lässt sich auf einen gewaltigen Eintrag von Süswasser in den Atlantik erklären<sup>29</sup>. Damals brach ein Eisschild des Ojibway- und des Agassizees in Nordamerika. Es strömte sehr viel Süswasser in die Hudson-Bay und den Nordatlantik. Dadurch wurde die Zirkulation des Golfstromes gestört, weil das Golfstromwasser im Nordatlantik nicht mehr absinken konnte (Süswasser hat eine geringere Dichte und das Salz-Süswassergemisch blieb an der Oberfläche, statt abzusinken).

#### Temperatursturz um 2° C und Dürren

Der Golfstrom transportiert warmes Wasser aus dem Golf von Mexiko über den Atlantik. Er strömt der Europäischen Westküste entlang hoch und dreht gegen Kanada und den Nordosten der USA ab. Wegen der Stockung dieser Wärmepumpe sank kurzzeitig die Temperatur in Westeuropa um ca. 2 °C und im Orient und der Sahara setzten Dürren ein. Die Schwankung kann während ca. 100 Jahren mit Pollenanalysen von Bohrungen in Seen und Mooren (ursprünglich im Misoxtal) nachgewiesen werden.

Die Sahara-Kultur kam in dieser Zeit zum Erliegen. Die sesshaften Ackerbauern und Viehzüchter wurden zu Nomaden. Die Seen trockneten aus und es breitete sich eine Wüstenlandschaft aus wie heute.

## 5.2 Voraussage-Modelle

Die Veränderungen, vor allem des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Luft, werden Auswirkungen auf unser Leben haben. Viele der Aussagen zu möglichen Konsequenzen sind heftig umstritten. An ihnen entzündeten sich oft die emotional aufgeladenen Klimadebatten. Ich setzte diese Voraussagen deshalb an das Ende meiner Zusammenfassung und meiner Überlegungen. Man kann über die Folgen des erhöhten CO<sub>2</sub>'s geteilter Meinung sein, für mich als Naturwissenschaftler genügen bereits die nachgewiesenen, heutigen Veränderungen im Vergleich zu den Jahrtausenden davor, um sehr besorgt zu sein. Ich stelle die Prognosen, was eintreten könnte, deshalb unter diese generelle Überlegung.

<sup>28</sup> Zeitlich fällt sie in den Beginn einer Dürreperiode der «Sahara-Kultur». Sie habe ich im Text: «Egalitäre vs. Staatliche Gesellschaften» ab S. 21 beschrieben. Auffindbar unter [www.luzernleadership.com/Downloads](http://www.luzernleadership.com/Downloads)

<sup>29</sup> Das Folgende stammt aus Wikipedia, Stichwort «Misox-Schwankung».



### 5.2.1 Extreme Hitze

#### **Anstieg der Schäden heute: 50 % in 10 Jahren**

Im Jahre 2021 verursachten Wetterextreme in den USA Kosten in der Höhe von 30 bis 140 Milliarden Dollar: mindestens ein Zehntel des Militärbudgets. Zudem starben ca. 900 Menschen alleine wegen diesen starken Wetterauschlägen (S.94). Der Versicherungskonzern Aon geht von einem Anstieg der Schäden um 50 % innerhalb von 10 Jahren aus. In einer 3° wärmeren Welt könnten in der EU jedes Jahr die Hälfte der Bevölkerung einer intensiven Hitzewelle ausgesetzt sein. Ohne Klimawandel fand ein solches Ereignis nur alle 50 Jahre statt (S. 105).

### 5.2.2 Heftige Niederschläge vs. Dürren

Beunruhigung lösen Niederschlagsmuster aus. Man gewinnt den Eindruck, dass heute schon die Regenfälle oft so heftig sind, dass Fluten an den Unterläufen europäischer Flüsse (Elbe, Arta) auftreten, wie sie seit Jahrhunderten nicht zu beobachten waren. Diese Vermutung wird durch die Befürchtung verstärkt, dass niederschlagsarme Perioden häufiger auftreten. In der Summe bleiben die Niederschläge zwar ungefähr konstant, aber sie ergießen sich in viel heftigeren Schüben. Damit sind Gegenden gefährdet, die eigentlich bisher als sicher galten.

### 5.2.3 Tropische Wirbelstürme

Langsam setzt sich auch bei den gewöhnlichen Leuten die Erkenntnis durch, dass ein Hurrikan wie Katrina<sup>30</sup> kein Ausreisser ist, sondern dass die Anzahl schwerer tropischer Stürme schon jetzt zugenommen hat. Sie werden höher in die gemässigte Breiten vordringen und sehr viel mehr Menschen betreffen.

### 5.2.4 Meeresspiegel und Eisschilde

#### **Eisschilde schmelzen plötzlich**

Eisschilde schmelzen schneller ab, als man normalerweise annimmt. Das Abschmelzen tritt ziemlich plötzlich auf und lässt den Meeresspiegel stark ansteigen. Das wird unser Leben nachhaltig verändern. Den Einfluss des Meeresspiegels kann man an den historischen Mittelmeerhäfen selbst erleben: Z.B. in Fréjus liegt der antike Hafen heute weit vom Meeresufer entfernt. Der Meeresspiegel war zur Römerzeit höher und der Hafen lag mehrere Kilometer landeinwärts. Die ganze Gegend zwischen altem Hafen und Ufer wird bald unter Wasser stehen, oder es sind aufwändige Dammanlagen gegen das Meer nötig. Zur Römerzeit reichte der Aletschgletscher nicht über den Konkordiaplatz hinaus. Daraus kann man den Effekt von abgeschmolzenen Eisschilden ermessen.

---

<sup>30</sup> Es war der teuerste Wirbelsturm in den USA. Er verwüstete u.a. New Orleans.



## 5.2.5 Kippunkte

Wie beim Stocken des Golfstromes (§ 5.1.2) oder dem Abschmelzen der Eisschilde muss man mit so genannten Kippunkten beim Klima rechnen. Der Golfstrom schwächt sich nicht im Gleichschritt mit der Temperaturzunahme ab. Die Veränderung erfolgt nicht kontinuierlich – und lässt uns Zeit zum Reagieren. Sie tritt abrupt auf und die Störung wird nicht innert kurzer Zeit zu beheben sein.

## 5.3 Fazit: Pariser Abkommen ergänzen

### 5.3.1 Naturbasierte Lösungen

Das Pariser Klimaabkommen fordert Effizienzsteigerungen und eine Energiewende (das Wegkommen vom Verbrauch fossiler Energien). Wiegand plädiert dafür, es um die naturbasierten Lösungen zu ergänzen. Sie werden im Buch «3 Grad mehr» überzeugend dargestellt.

- 1) Um das «Bauhaus für die Erde» zu realisieren, müssen die Wälder stärker ins Zentrum rücken. Nicht nur der Schutz des Regenwaldes, sondern Wiederaufforstungen und sinnvollere Nutzung der Wälder sind angesagt.
- 2) Die Moore sind ein Ass im Kampf um die Erwärmung. Ihre Speicherkapazität von CO<sub>2</sub> ist überragend. Die bisherigen Nutzer könnten mit Klimazertifikaten entschädigt werden.
- 3) Die Böden sind das dritte Aktionsfeld. Jedem Bauer ist sein Boden heilig. Hier könnte man in vielfältiger Weise ansetzen und die Erkenntnis der mittelalterlichen Dreifelderwirtschaft in moderne Boden- und Humusverbesserungsaktionen umsetzen.

### 5.3.2 Genügsamkeit

Wiegand beginnt wie erwähnt sein abschliessendes Kapitel «Die Menschen müssen wissen, was auf sie zukommt» mit eindrücklichen Worten:

*„Die Beschreibung einer um 3 Grad wärmeren Welt, wie sie in den unterschiedlichen wissenschaftlichen Beiträgen dieses Buches vorgenommen wird, zeichnet für die Menschheit eine verheerende Zukunft. In dieser Welt, in der wir es mit einer Radikalisierung des Wettergeschehens zu tun haben werden und mit Temperaturen, die über den Landflächen im Mittel sogar um bis zu 6 Grad höher sein werden, müssen wir mit schwerwiegenden Folgen für die globale Landwirtschaft rechnen, mit massiven Schäden an den weltweiten Infrastrukturen und erheblichen Beeinträchtigungen oder gar Zerstörungen großer Ökosysteme.“*

**Wie kommt man von Baar nach Zug? Indem man 2.5 t bewegt!**

Es ist unverständlich, dass gut informierte und zivilisierte Menschen keine Konsequenzen – auch in ihrem persönlichen Leben – aus diesen erschreckenden Perspektiven ziehen. Wenn



jemand z.B. auf der Strasse von Zug nach Baar gelangen will, kann er dies mit dem Fahrrad tun. In den 1980er Jahren hätte er die Strecke mit einem VW-Golf von 750 kg gemeistert. Wenn Sie heute an dieser Strasse stehen, gleiten an Ihnen beinahe nur grosse Wagen von ca. 2.5 t Gewicht vorbei. Warum ist ein grosses Auto so wichtig?

Dies müsste uns die Psychologie erklären und angesichts der Dringlichkeit auch Therapien vorschlagen. Aber die Psychologie ist schwach.

### 5.3.3 Schwäche der Psychologie

**Mein eigener Werdegang** Ich habe Physik studiert und war in der Grundlagenforschung tätig. Mir wurde bewusst, dass wir in den Naturwissenschaften sehr weit vorangekommen sind – wir fliegen gar zum Mond. Hier auf der Erde, im Umgang mit Natur und Menschen, geht es aber oft noch sehr unzivilisiert zu und her. Ich habe mich deshalb entschieden, Psychologie zu studieren, um das Verhalten der Menschen besser zu verstehen. Dabei verstärkte sich meine Einsicht, dass es bei uns Menschen in zweierlei Hinsicht hapert: Wir haben ein gestörtes Verhältnis zu den Mitmenschen und zur Natur. Einerseits fehlt es an der Freundlichkeit zu unseren Artgenossen und es mangelt an der Bejahung von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen. Andererseits sind wir der Faszination des Konsums hilflos ausgeliefert.

**Unsinniger Konsum** Bei einer Erdbevölkerung von ca. 8 Milliarden werden jährlich 1.4 Mrd. neue Handys verkauft. Die alten funktionieren noch und stapeln sich in den Schränken. Viele Leute kaufen sich heute ein Elektrofahrzeug. Einige davon haben über 1'000 PS. Selten sieht man einen gutverdienenden Menschen, der sich mit einem Klein- oder Mittelklassewagen zufriedengibt. Warum?

**Predigen nützt nichts** Meist fallen Personen, die dieses irrationale Verhalten von uns Menschen feststellen, ins Predigen. Das nützt nichts. Natürlich müssen staatliche Regelungen diesen Unsinn bändigen. Aber in einer Demokratie muss sich der Staat nach Mehrheiten richten und die bewundert und kauft schwere Autos.

Hier wären wir Psycholog:innen gefragt. Wieso ist der Drang nach Konsum, nach Luxus und Geltung, so stark? Offenbar kompensieren wir Menschen – ich auch, ich wohne in einer viel zu grossen Wohnung – ein tiefsitzendes Schwächegefühl. Der grosse Wagen macht uns selber grösser. Wie könnte man die Menschen so erziehen, dass sie diese künstliche Stütze ihres Selbstwertgefühls nicht mehr nötig haben?

**Psychologie steht im Gegensatz zu den** Im Gegensatz zu den Naturwissenschaften stehen wir Psychologen noch ganz am Anfang. Wir wissen nicht, wie wir dem Menschen das Rückgrat stärken könnten, damit er glücklich lebt,



## Naturwissenschaften noch ganz am Anfang

auch wenn er «nur» einen Kleinwagen fährt. Wir wissen auch, der Gutverdienende lebt nicht glücklicher mit seinem grossen Auto. Wenn eine Tierart ihre eigene Lebensgrundlage zerstört, dann ist sie krank. Da die Psyche dem Menschen das Überleben sichert, sind wie Menschen bezüglich unserer Umwelt im eigentlichen Sinne «psychisch» krank. Wir leben in einer permanenten Sinnkrise, die wir mit Konsum zu betören suchen. Und wir Psychologen sind zu schwach, um den bedrängten Menschen zu helfen.



## 6 Anhang

### 6.1 Grafiken

#### 6.1.1 Milchpreis

##### Milchpreis

Die folgende Grafik zeigt den Verlauf des Milchpreises. Der Index der Konsumentenpreise stieg seit 1966 von 100 auf ca. 330 Punkte im Jahre 2016. Der Milchpreis hätte um einen Faktor 3.3 ansteigen müssen. Bis 1990 tat er das, danach sank er. Dies ist unter anderem eine Folge der starken Subventionierung der Landwirtschaft in den Industriestaaten. Deshalb verringerte sich der Anteil der Lebensmittel im Budget eines Privathaushaltes (CH) von einstmals ca. 30 % (1966) auf 20% im Jahre 1990 auf heute 8%. Als Folge davon sind die Schweizer Bauern und die nicht subventionierten Bauern der Entwicklungs- und Schwellenländer mit ihren Produkten nicht mehr konkurrenzfähig.

Quelle der Grafik: <https://www.srf.ch/news/infografik/das-kostet-1-liter-milch-in-der-schweiz> (März 2023)



#### 6.1.2 Treibhauseffekt

##### Temperaturanstieg in DE

Die untenstehende Grafik zeigt: Steigt weltweit die Durchschnittstemperatur um 1.1 °C an, dann erhöht sie sich in einem kontinentalen Klima wie in DE um das Doppelte ( S.15).

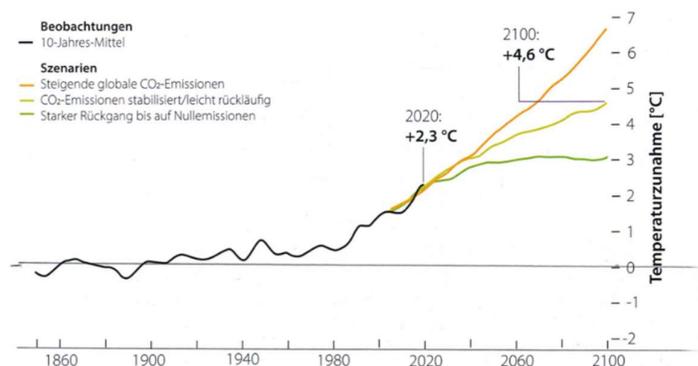


Abbildung 2

Temperaturverlauf in Deutschland nach den Daten des Berkeley Earth Surface Temperature Project. Das Szenario mit 3 Grad globaler Erwärmung liegt zwischen den hellgrün und orange gefärbten Zukunftsszenarien.<sup>3</sup>



### **Temperatur und CO2-Gehalt verlaufen vollständig parallel**

Die folgende Grafik zeigt den Temperatur-, den CO<sub>2</sub>- und den Staubverlauf der Luft während der letzten 400'000 Jahre. Achtung: der grüne Punkt am Ende der obersten Grafik gehört zur darunterliegenden Graphik, dem CO<sub>2</sub>-Verlauf. Er demonstriert den übermässigen Anstieg dieses Treibhausgases seit 1950.

Interessant sind die Buckel mit Abflachung über ca. 100'000 Jahre im globalen Temperaturverlauf. Sie sind nicht vollständig aufgeklärt, Snyder liefert dazu aber nachvollziehbare Erläuterungen<sup>31</sup>.

### **Grosse Gleichförmigkeit zwischen Temperatur- und CO2-Verlauf**

Ebenso beeindruckt die grosse Gleichförmigkeit zwischen dem Temperaturverlauf der obersten Grafik und der CO<sub>2</sub>-Entwicklung darunter. Eine solch hohe so genannte Korrelation sagt zwar noch nichts über einen ursächlichen Zusammenhang aus, aber sie schreit förmlich nach einer Erklärung<sup>32</sup>. Sie ist der so genannte Treibhauseffekt.

### **Mechanismus der Treibhausgase**

Einige Gase in der Atmosphäre, wie Wasserdampf, CO<sub>2</sub> und Methan, wirken wie ein Treibhaus: Sie lassen die hochenergetische Sonnenstrahlung durch und blockieren die Wärme-Rückstrahlung von der Erdoberfläche. Das wichtigste Treibhausgas ist Wasserdampf. Obwohl es in der Atmosphäre viel weniger CO<sub>2</sub> als Wasserdampf hat, ist dieses Treibhausgas dennoch wichtig. Es ist 6-mal effektiver als Wasser.

### **CO2-Zunahme löst einen Kreisprozess aus**

Zuerst hat die Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration keinen markanten Einfluss auf den Treibhauseffekt. Sie erzeugt nur einen geringen Temperaturanstieg. Aber die Zunahme löst einen Kreisprozess aus! Durch die wenig erhöhte Temperatur kann die Luft etwas mehr Wasserdampf speichern. Dieser hält die Wärme zurück, so dass die Temperatur stärker steigt. Damit kann die Luft mehr Wasserdampf speichern, so dass die Temperatur ansteigt .... Es gäbe eine Temperaturexplosion.

### **Wolken bremsen eine Temperaturexplosion**

Diese Explosion, ein so genannter Runaway-Effekt, wird durch eine stärkere Wolkenbildung – bei höherer Wasserkonzentration – gebremst, weil ein bedeckter Himmel das einfallende Sonnenlicht auffängt. Es ergibt sich daher ein neues Gleichgewicht, aber auf höherer Temperatur, wenn der CO<sub>2</sub>-Gehalt ansteigt. Dies ist der Prozess, der die Korrelation erklärt.

Die Erläuterung oben und die nachstehenden Grafiken stammen aus einem Vortrag von Dr. Guido Schmid anlässlich eines Leseweekends zur Klimaproblematik im Mai des Jahres 2020.

---

<sup>31</sup> [https://www.wissenschaft-aktuell.de/artikel/Erdklima\\_\\_Temperaturkurve\\_ueber\\_zwei\\_Millionen\\_Jahre1771015590227.html](https://www.wissenschaft-aktuell.de/artikel/Erdklima__Temperaturkurve_ueber_zwei_Millionen_Jahre1771015590227.html)

<sup>32</sup> Siehe auch, <https://www.youtube.com/watch?v=hUFOuD3aHw>



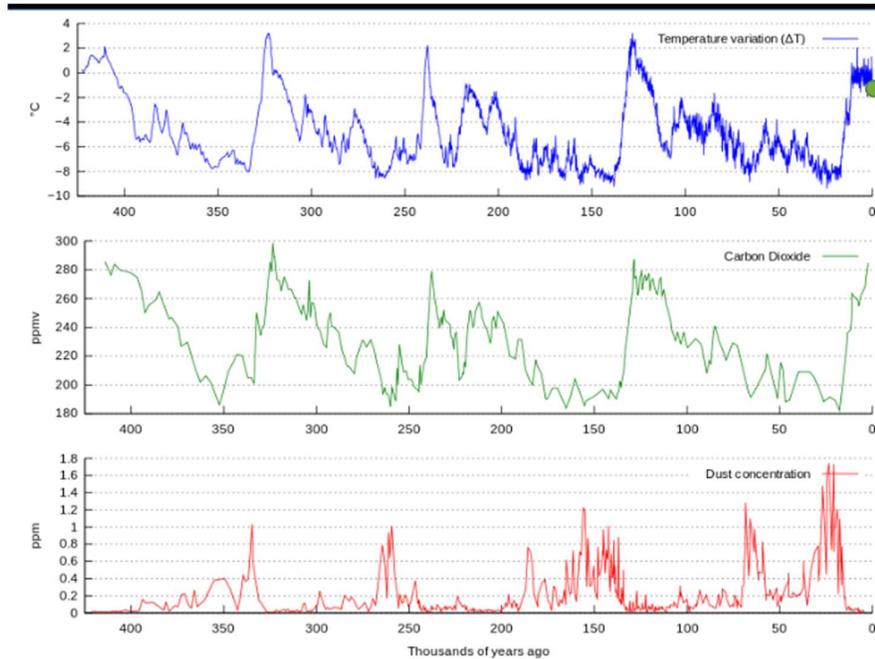
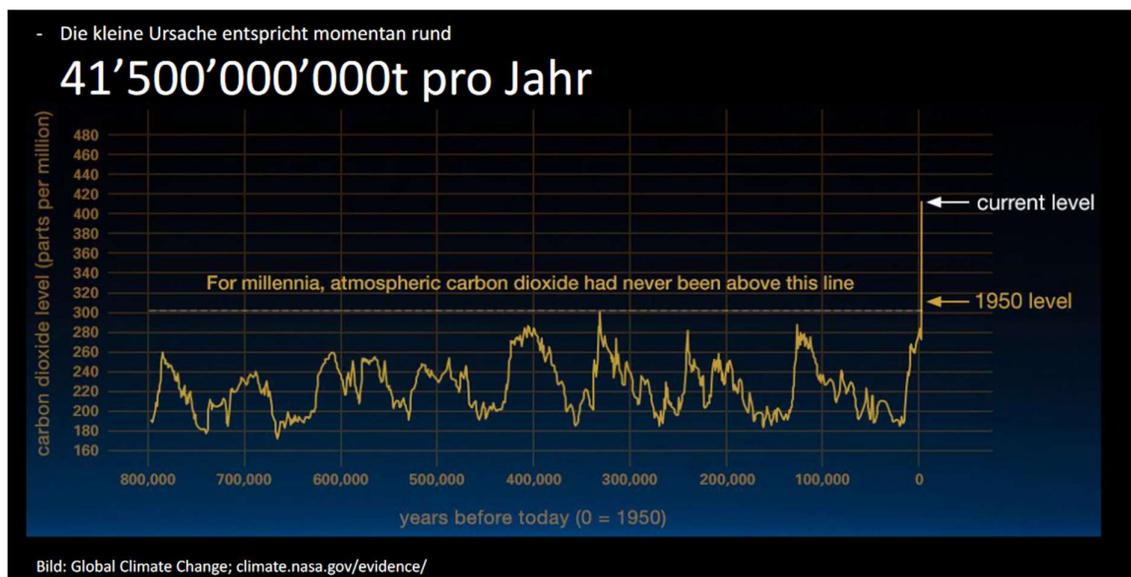


Bild: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vostok\\_Petit\\_data.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vostok_Petit_data.svg), Lizenz <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>

### Aktuell: Viel zu hoher CO<sub>2</sub> Ausstoss

Die nächste Graphik zeigt den jährlichen Ausstoss von CO<sub>2</sub> in Tonnen. Die Zahl mit den vielen Nullen liest sich als 41.5 Gigatonnen pro Jahr. Aktuell hat die Menschheit insgesamt ca. 1'000 Gigatonnen oder 1 Teratonne CO<sub>2</sub> in die Luft abgelassen. Mit der jetzigen Rate würde sich diese Menge in den nächsten 25 Jahren verdoppeln.



### Meeresspiegel steigt kontinuierlich

In der folgenden Graphik ist der Meeresspiegel der letzten 120 Jahre aufgezeichnet. Der Anstieg der Meereshöhe sollte uns zu



denken geben. Viele grosse Städte liegen am Meer und ausgedehnte fruchtbar Böden liegen nur wenige Dezimeter über Meer oder gar darunter, wie in Holland. Die Satellitendaten bezeugen einen unaufhaltsamen Anstieg.

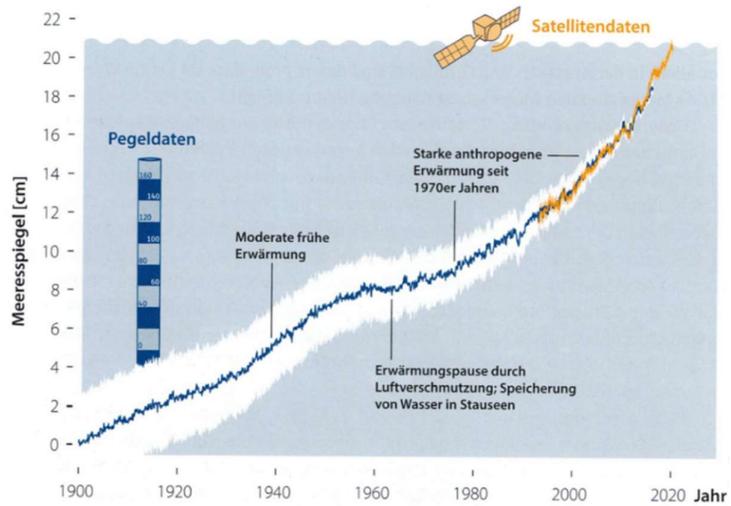
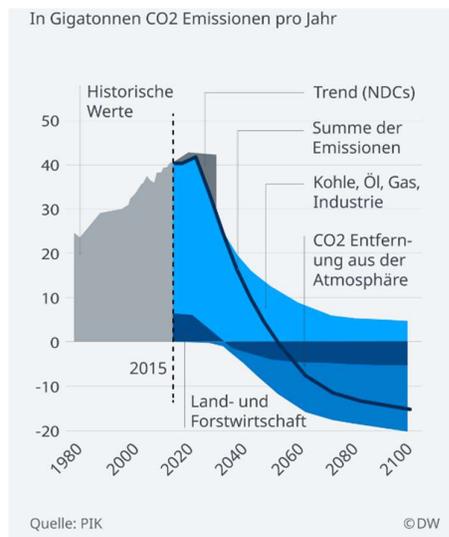


Abbildung 5

Entwicklung des globalen Meeresspiegels, von Hafenpegeln (blau) sowie von Satelliten (orange) gemessen. In den letzten 60 Jahren hat sich der Anstieg kontinuierlich beschleunigt.<sup>17</sup>

## Massnahmen und Wirkungen

Die folgende Graphik zeigt die Wirkung von Massnahmen. Der jährliche Ausstoss von CO<sub>2</sub> weltweit ist bisher ständig angestiegen. Mit dem Pariser Klimaabkommen von 2015 haben sich die beteiligten Staaten verpflichtet, selbstständig festzulegen, wie viel CO<sub>2</sub> sie einsparen wollen (Nationally Determined Contributions: NDCs). Dies genügt aber nicht. Deshalb die Idee, CO<sub>2</sub> aktiv im Boden zu speichern (CO<sub>2</sub> Entfernung aus der Atmosphäre, Sequestrierung).



Klimaszenario: 1%el CO<sub>2</sub> muss zukünftig aus der Atmosphäre entfernt werden. Kritiker fordern lieber eine schnellere Reduktion der Neuemissionen.



Quelle der Grafik  
<https://www.dw.com/de/beccs-biomasse-kraftwerke-mit-co2-speicherung-bluff-oder-klimarettung/a-63557343> (2023-03-22)

## Populationsrückgang bei Vögeln

Als Beispiel der Bedrohung für die Tierwelt zeigt die folgende Grafik den Rückgang einiger Vogelarten und auch das Ansteigen der Population anderer Arten in der EU.

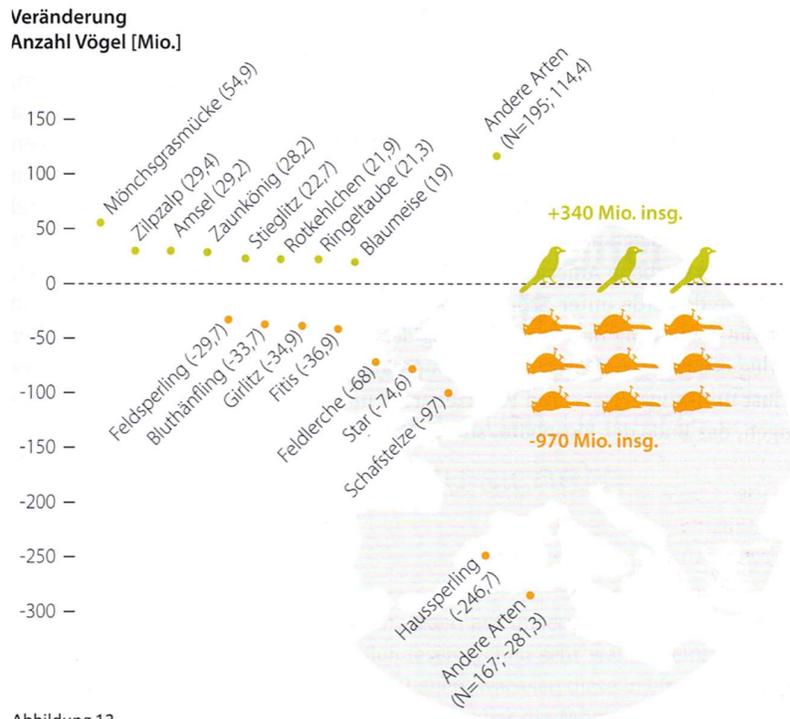


Abbildung 13

Verlust an Vogelindividuen in der EU: Profiteuren wie der Mönchsgrasmücke stehen teils dramatische Rückgänge bei einmaligen »Allerweltsarten« wie Star und Sperling gegenüber.<sup>71</sup>

## 6.2 Technische Prozesse

### 6.2.1 Erstaunliche Fortschritte

Die Klimadebatte ist geprägt von vielen technischen Fachbegriffen. Zudem stützt sie sich auf eine Reihe erstaunlicher Fortschritte, die auch Fachpersonen nicht für möglich hielten. Ich stelle hier einige davon vor.

#### Bevölkerungswachstum: mein eigener grosser Irrtum

Ich bin ein Kind der Siebzigerjahre und wurde geprägt vom Buch „Grenzen des Wachstums“ des Club of Rome mit den Computersimulationen des Ehepaars Meadows. Dieser Bericht sagte eine beschleunigte Zunahme der Bevölkerung voraus. Das habe ich geglaubt und mich massiv getäuscht: Nur noch wenige Länder haben heute eine Geburtenrate von mehr als 4 %. Wenn die



Alphabetisierungsrate junger Frauen im Alter zwischen 20 und 30 Jahren über 50 % steigt, dann sinkt die Geburtenrate<sup>33</sup>.

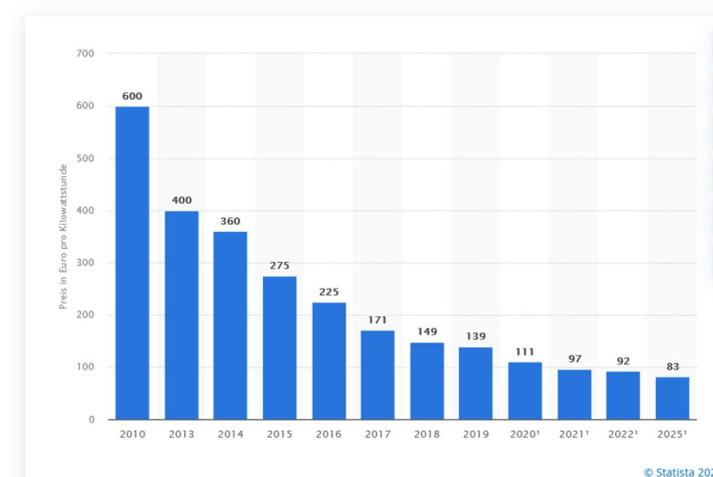
### Preiszerfall Solarpanelen: heute unter 1 %

Solarpanelen waren bei ihrer Entdeckung 1953 eine ausserordentlich kostspielige Sache. Heute, nach 70 Jahren, ist ihr Preis auf unter 1 % des damaligen Wertes gefallen (Herrmann S. 132).

### Preiszerfall Batterien

Während der Ölkrise in den Siebzigerjahren setzte eine verstärkte Forschung in der Solartechnik ein. Es ging unter anderem auch um Speichermedien für Strom. Hätte man die Forschungen damals fortgesetzt, so hätte der eindruckliche Preiszerfall bei Batterien schon früher eingesetzt<sup>34</sup> und Elektrofahrzeuge wären möglicherweise viel zeitiger auf den Markt gekommen.

(in Euro/kWh)



Quelle:

[https://de.statista.com/statistik/daten/studie/534429/umfrage/weltweite-preise-fuer-lithium-ionen-akkus/\(2023-März\)](https://de.statista.com/statistik/daten/studie/534429/umfrage/weltweite-preise-fuer-lithium-ionen-akkus/(2023-März))

### Handy: eine unvorhersehbare Entwicklung

Eine weitere, erstaunliche Entwicklung zeigt sich bei den Handys. Obwohl ich schon relativ früh ein Touch-Screen fähiges Gerät hatte (Palm), hätte ich es nicht für möglich gehalten, dass heute jeder Handynutzer einen hunderttausendfach stärkeren Computer zur Verfügung hat als ich damals bei meiner Doktorarbeit. Versuchen Sie zu überlegen, welche Gegenstände Ihr Handy ersetzt: Telefon, Fax, Taschenrechner, Lexikon, Telefonbuch, Fahrplan, Stadtplan, Adressbuch ...Drucker? Die Digitalisierung durch die Handys spart eigentlich enorm viele Ressourcen – wenn die Leute nicht alle zwei Jahre ein neues Gerät kaufen würden. Aktuell gibt es ca. 6 Mrd. Handys und 1.4 Mrd. neue Geräte pro Jahr. Der Handypreis war 1983 50-mal höher als heute (Herrmann S. 192 - 193).

<sup>33</sup>Courbage, S. 8-9, S. 122. Diese Analyse geben Courbage und Todd in ihrem Buch. *"Die unaufhaltsame Revolution"*. Es hat zu ziemlichem Furore geführt: Achmadinedschad, der damalige Regierungschef des Iran, liess sofort jede Publikation von Bevölkerungsdaten stoppen, weil die Geburtenrate im Iran so tief war, wie in Frankreich.

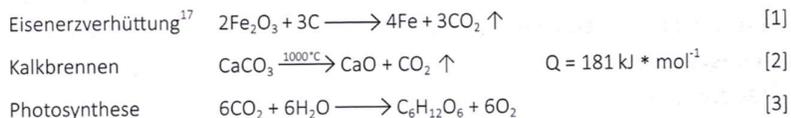
<sup>34</sup> Diese Forschungen habe ich am EIR, dem eidgenössischen Institut für Reaktorforschung (!!), als unserer „Konkurrenz“ selbst miterlebt. Durch den so genannten 1. Ölkrise zwischen Irak und Iran, der 1980 begann, zerfiel der Ölpreis und die Forschungen wurden aufgegeben.



## 6.2.2 Chemische Formeln und Prozesse

### Chemische Formeln

Die wichtigsten chemischen Formeln, die die Klimadebatte prägen, sind die für die Stahlgewinnung [1], diejenige für Betonproduktion [2] und die Versenkung von CO<sub>2</sub> durch den Aufbau von Biomasse [3] (S. 172).



### Photosynthese

Der chemische Prozess zum Aufbau von Biomasse heisst Photosynthese [3]. Als Beispiel denke ich an die Holzbildung durch einen Baum. Er nimmt aus der Luft 6 CO<sub>2</sub>-Moleküle und 6 Wasserdampf-Moleküle (H<sub>2</sub>O) auf. Daraus generiert er ein Holzmoleküle (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) und 6 Sauerstoffmoleküle (O<sub>2</sub>). Um die Massenverhältnisse zu studieren, betrachtet man nicht ein einzelnes Molekül, sondern eine sehr grosse Zahl und spricht von einem Mol. Mit diesem Trick kann man dann mit Gramm rechnen. Diese grosse Zahl, ein Mol von CO<sub>2</sub>, ist 44 Gramm (g) schwer. Ein Mol von Wasser (H<sub>2</sub>O) kommt auf ein Gewicht von 18 Gramm, von Holz (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) auf 180 Gramm und von Sauerstoff auf 32 Gramm. Nun kann man sehen, dass aus 6 mal 44 Gramm = 264 Gramm CO<sub>2</sub> nur 180 Gramm Holz entstehen. Jedes Kilogramm Holz, das ein Baum aufbaut, nimmt ca. 1.5-mal so viel Kilogramm Kohlendioxyd aus der Luft auf.

### Eisen-Produktion

Die Verhüttung von Eisen [1] erzeugt sehr viel CO<sub>2</sub>. Die Produktion von vier-mal 56 = 224 g Eisen erzeugt 3 mal 44 = 132 g CO<sub>2</sub>. Eine Tonne Eisen erzeugte also mehr als ein halbe Tonne CO<sub>2</sub>. Deshalb lässt ein grosses Stahlwerk wie Thyssen-Krupp in Duisburg so viel CO<sub>2</sub> in die Luft ab wie die halbe Schweiz. Allerdings könnte man die C bei der Eisenproduktion durch grünen Wasserstoff ersetzen, wie Frau Herrmann schreibt. Dieser grüne Wasserstoff braucht zu seiner eigenen Erzeugung aber wieder sehr viel Strom (Herrmann, S.174).

### Beton entsteht durch einen dreistufigen Prozess.

#### 1) CaO: Branntalk

Die Herstellung von Beton, der in Gebäuden verfestigt ist, basiert auf verschiedenen chemischen Prozessen. Ich beschreibe einen von ihnen, das so genannte Kalkbrennen<sup>35</sup>.

Zuerst wird im Prozess [2] «Branntalk», Calciumoxid genannt, hergestellt. Der Prozess braucht sehr viele Energie und erzeugt pro Mol 36 Gramm Branntalk und 44 g CO<sub>2</sub>.

#### 2) Ca(OH)<sub>2</sub>: Löschtalk

Dieser Branntalk, Calciumoxid, wird dann gelöscht und es entsteht so genannter Löschtalk oder Calciumhydroxid.

<sup>35</sup> Vgl. Z.B.: <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/chemie/artikel/kalkbrennen#>





### 3) $\text{CaCO}_3$ : Kalziumkarbonat, Beton

Dieser Löschtalk kann nun mit Sand oder Kies und Wasser vermischt werden und man erhält Mörtel (Luftmörtel). Der Prozess heisst Abbinden. Das Abbinden entzieht etwas Kohlendioxyd aus der Luft. Der harte Beton heisst Calciumkarbonat.



Das Calciumhydroxid aus dem zweiten Prozess wird nicht nur für die Betonherstellung, sondern auch in vielfältiger Weise in der chemischen Industrie zur Neutralisation (mit Lauge) eingesetzt.

## 6.3 Glossar der Abkürzungen

Die Klimadebatte leidet etwas unter «Kommissionssprech», wie Wiegand bemerkt. Eine Sprache, die oft in internationalen Organisationen oder von der Bürokratie der EU gepflegt wird. Ausdruck dieser Art Kommunikation sind häufig verwendete kryptische Abkürzungen. Ich liste deshalb einige der wichtigsten hier auf.

Abkürzung	Ausgeschriebener Begriff	Erklärung in Deutsch
<b>AMP</b>	Adaptive-Multi-Paddock (AMP)-Beweidung, oder auch Mobgrazing	Enges Zäunen und die Tiere nur ca. einen Tag auf einr Wiese weiden lassen
<b>BECCS</b>	Bio Energy Carbon Capture and Saving	Eine Initiative des IPCC zum Speichern von $\text{CO}_2$ im Boden
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change	Ist eine Körperschaft der UNO zur Beurteilung der Wissenschaften, die sich mit dem Klimawandel befassen
<b>Mobgrazing</b>	Siehe AMP	
<b>NDCs</b>	Nationally Determined Contributions	Diese "nationalen Klimabeiträge" sind das zentrale Element des Pariser Klimaabkommens von 2015. Alle Vertragsstaaten haben sich verpflichtet, eigenständig festzulegen, wie stark sie ihre Treibhausgase reduzieren wollen.
<b>NEB</b>	New European Bauhaus	Begriff der EU-Bürokratie für die Initiative "Bauhaus für die Erde"
<b>pasture cropping</b>	Pasture, die Weide, to crop: abscheren, abfressen	systematischer Wechsel zwischen Acker- und Weideland. Durch die kuzre Beweidung wird das Gras viel kürzer abgefressen, weil nicht so viel vorhanden ist.
<b>PETM</b>	Paläozän/Eozän Temperatur Maximum	Hoher Temperaturanstieg vor 56 Mio. Jahren



<b>SOC</b>	Soil organic content, oder SOM, soil organic matter	Organischer Anteil des Bodens: Im Oberboden gebundenes CO <sub>2</sub> (als Kohlenstoff) oder Material, das CO <sup>2</sup> binden kann
------------	---	---



## 7 Literatur

### 3Grd

Wiegandt Klaus (Hrsg.): *3 GRAD MEHR. Ein Blick in die drohende Heisszeit und wie uns die Natur helfen kann, sie zu verhindern.* Oekom, München 4-2022.

### Behr

Behr Alexander: *Globale Solidarität. Wie wir die imperiale Lebensweise überwinden und die sozial-ökologische Transformation umsetzen.* Oekom, München 2022.

### Courbage

Courbage, Youssef, Todd, Emmanuel: *Die unaufhaltsame Revolution. Wie die Werte der Moderne die islamische Welt verändern.* Piper, München 2007.

Ein sehr gut fundiertes soziologisches Werk. Es stellt eine ziemlich provokante These auf: Der islamische Fundamentalismus sei eine Reaktion auf die unaufhaltsame Modernisierung, der sich auch islamische Staaten nicht entziehen könnten. Dabei spiele die Alphabetisierung der Frauen eine Schlüsselrolle.

### Herrmann

Herrmann Ulrike: *Das Ende des Kapitalismus. Warum Wachstum und Klimaschutz nicht vereinbar sind – und wie wir in Zukunft leben werden.* Kiepenheuer und Witsch, Köln 2022.

Das Buch ist eine kritische Ergänzung zu 3 GRAD MEHR. Es attackiert den zuweilen etwas unbekümmerten Optimismus von Klimaaktivisten. Die Autorin stützt sich auf Fakten und ist fair. Das erste Kapitel habe ich zuerst übersprungen.

### Luzernleadership.ch

Ich verweise oft auf eigene Texte. Auffindbar unter [www.luzernleadership.com/Downloads](http://www.luzernleadership.com/Downloads)

