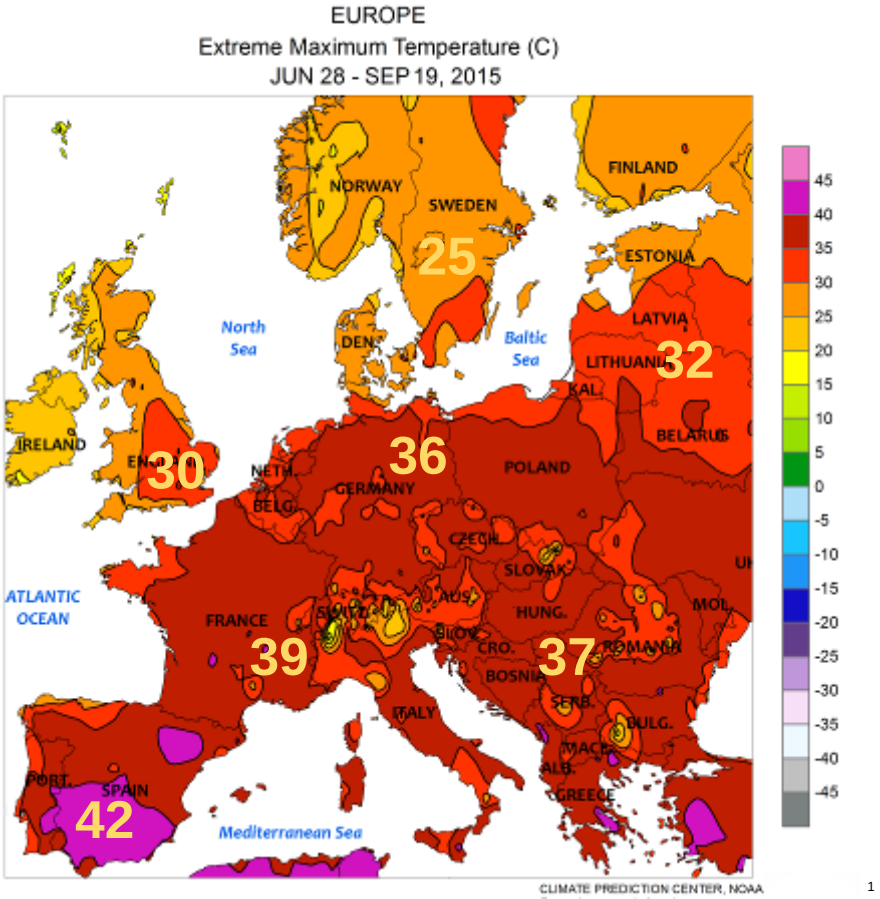
Regeneration von Böden und Ökosystemen:
Ein Weg zur Begrenzung des Klimawandels.
Grundlagen für die erforderliche Klima- und Agrarpolitik.



[1]

2015

Internationales Jahr der Böden

[1] NOAA / National Weather Service, Höchsttemperatur Europa Sommer 2015. In: https://de.wikipedia.org/wiki/Hitzewellen_in_Europa_2015#/media/File:NWS-NOAA_Europe_Extreme_maximum_temperature_2015_Sum.png

Zusammenfassung

Wir befinden uns am wahrscheinlich wichtigsten Wendepunkt der Geschichte der Menschheit. Wir verändern das Klima der Erde als Folge beschleunigter, durch den Menschen verursachter Treibhausgas (THG)-Emissionen und des Verlustes der biologischen Vielfalt. Diese rufen wiederum weitere Effekte hervor, die die Komplexität des Problems erhöhen und die Geschwindigkeit vervielfachen, mit der wir auf das Klimachaos zusteuern.[2]

Durch einen wissenschaftlichen Ansatz erklären und begründen wir die Notwendigkeit, der Regeneration von Böden und Ökosystemen absolute Priorität zu geben. Obwohl das Konzept der Nachhaltigkeit positive Veränderungen angestoßen hat, hat es auf zwei Ebenen versagt: zum einen konnte es zu leicht manipuliert werden, weil es zu unscharf gefasst ist. Zum anderen zeigen die Indikatoren seit dem Erdgipfel (Rio de Janeiro, 1992) eine deutliche Verschlechterung auf. Die globalen Emissionen nehmen zu und die Bodenerosion schlägt jedes Jahr neue Negativrekorde.

Die Regeneration der Öko- und Agrarsysteme bringt zwangsläufig eine Veränderung zum Besseren mit sich und führt zu einer positiven Einstellung und zur Freude daran, Nutzen für alle Lebewesen zu stiften – für uns Menschen und alle anderen gleichermaßen. *Für alle, denn es ist der Weg, nicht nur die Emissionen in die Atmosphäre zu reduzieren, sondern um zu ermöglichen, dass natürliche, landwirtschaftliche und für die Viehzucht genützte Böden* ***als Kohlenstoffsenken wirken können, und dadurch die Bedrohung eines allzu plötzlichen Eintretens des Klimawandels zu reduzieren****.*

Die Regeneration verbessert die Qualität von Produkten und steigert dadurch ihren Wert auf dem Markt. Sie verbessert ihre wertbestimmenden Eigenschaften nicht nur durch ihre Erhaltung sondern auch die richtige Gestaltung der Produktionsprozesse, sowohl lang- als auch kurzfristig. Auf diese Weise trägt sie zur Bewältigung zunehmender Probleme bezüglich der Generationengerechtigkeit bei. *Durch die Erhöhung der Resilienz der Agrarsysteme trägt sie zudem wesentlich zur Anpassung an den Klimawandel bei.*

In diesem Weißbuch:

- analysieren wir selten berücksichtigte Ursachen des Klimawandels, die sich alle auf die *Bodenzerstörung* beziehen, der sich die Menschheit offenbar verschrieben hat. Sie hat zusätzlich dramatische Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Wasser.
- erklären wir warum die Verminderung der THG-Emissionen nicht genügen wird, um die schlimmsten Szenarien für den Klimawandel zu vermeiden.
- diskutieren wir die Beziehungen zwischen *Kohlenstoff, Pflanzen und Böden*. Außerdem bewerten wir die Gründe, warum Böden geschädigt worden sind und wie ihre Regeneration dabei helfen kann, eine weitere Verschlechterung zu vermeiden.
- führen wir eine kritische Analyse der *industriellen Landwirtschaft* durch und beleuchten ihr Versagen und die daraus entstehenden Folgen.
- stellen wir die Auswirkungen einer Vielzahl von Ansätzen zum Bodenmanagement auf die *Verfügbarkeit von Wasser* vor.
- zeigen wir die *Bedeutung von Wiesen und Altholzbeständen* als Kohlenstoffsenken auf.
- präsentieren wir verschiedene *Systeme und Techniken für regeneratives Management*.
- widerlegen wir verschiedene Argumente, die *Ungewissheit* in verschiedenen Bereichen zum Vorwand für Untätigkeit nehmen.
- geben wir Beispiele an, wie dieses Wissen derzeit *Politik, Finanzwirtschaft und ökonomische Erwägungen* beeinflusst.

[2] Isaac Asimov:"Our angry earth" (siehe Bibliographie).

- liefern wir weitere Beispiele für *soziale Initiativen und gesellschaftliche Veränderungen*, die die Umsetzung regenerativer politischer Ansätze fördern können.
- stellen wir Beispiele für die Böden- und Ökosystemregeneration vor, die zeigen, welche Erfahrungen bereits bestehen und dass deren Ergebnisse die Erwartungen an unsere Bemühungen zur Regeneration rechtfertigen.
- diskutieren wir die Situation in der Europäischen Union.

Danksagung

Die erste Version dieser Arbeit (*"Regeneration: Der notwendige Kurswechsel"*) wurde ausschließlich für die Zwecke der Verbreitung von Informationen produziert. Das ausgelöste Interesse hat uns jedoch ermutigt, sie zu erweitern und auf wissenschaftliche Forschungsarbeiten zu verweisen, die ihre Argumente stützen. Wir möchten insbesondere dem Rodale Institut danken, das einige dieser Argumente in seinen eigenen Empfehlungen zur Regeneration teilt und verschiedene regenerative Techniken beschreibt.

Danksagungen sind fällig an alle Personen, deren Arbeit in diesem Bericht verwendet wurde, und an die Autoren der in der "Bibliographie" aufgeführten Veröffentlichungen. Wir sind besonders dankbar für alle Anstrengungen im Bereich der Böden- und Ökosystem-Regeneration, da dies – wie John D. Liu erklärte – die „***große Aufgabe unserer Zeit***“ ist.

Ich möchte vielmals Charlotte Sophie Beauclerck für die Großzügigkeit danken, mit der sie die Übersetzung dieses Berichts durchgeführt hat, sowie Rose Cobbe für die Stunden, die sie damit verbracht hat, der englischen Version dieses Berichts seine endgültige Form zu geben anstatt unter der toskanischen Sonne spazieren zu gehen.

Íñigo Álvarez de Toledo, MSc
Wissenschaftliche Assistentin: Luna Politi

Danken möchten wir auch der Zukunftsstiftung Landwirtschaft dafür, dass sie die deutsche Übersetzung finanziert hat.

GLS Treuhand
Zukunftsstiftung
Landwirtschaft

Titelbild:

NOAA / National Weather Service, Höchsttemperaturen in Europa, Sommer 2015.

https://de.wikipedia.org/wiki/Hitzewellen_in_Europa_2015#/media/File:NWS-NOAA_Europe_Extreme_maximum_temperature_2015_Sum.png

Inhaltsverzeichnis

Einführung: Eine Frage der Zivilisation (und des Lebens) wie wir sie kennen *(Seite 6)*

Boden (*Seite 12)*
- Grundannahmen
- Historische Fruchtbarkeit, aktuelle Fruchtbarkeit
- Degradation
- Die erste biologische Bodenschicht
- Hauptprobleme und Gefahren, die mit der konventionellen Landwirtschaft verbunden sind

Wasser *(Seite 21)*

Grünland *(Seite 23)*

Regenerative Landwirtschaft und disruptive Landwirtschaft *(Seite 25)*
- Direktsaat
- Deckfrüchte
- Polykultur-Fruchtfolgen
- Nutzung von Abfällen
- Kompostierung
- Würmer
- Pilze
- Mykorrhizen
- Trophobiose
- Der Boden als Methansenke
- Urwälder als Kohlenstoffsenke

Das zweischneidige Schwert und die mögliche CO2-Bindung *(Seite 34)*

Unsicherheit? *(Seite 36)*
- Qualitative Methodik
- Wirtschaftlichkeit
- Ernteüberflüsse
- Tiefe der Kohlenstoffspeicherung
- Rechtschaffende Konsequenzen
- Menschliche Gesundheit

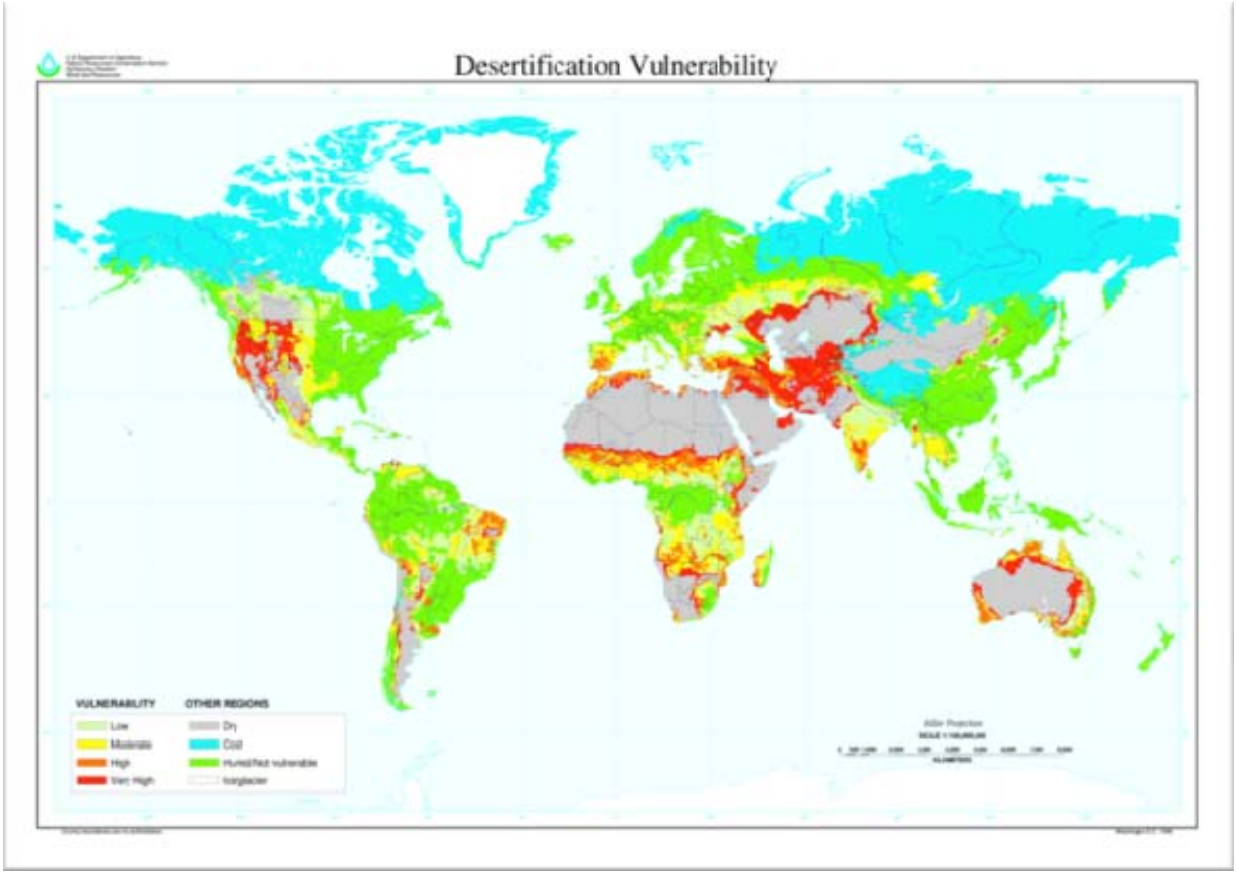
Wachsender globaler Kontext *(Seite 40)*
- Vereinigte Staaten
- Australien
- Portugal
- FAO
- Investitionen

Dringlichkeit *(Seite 44)*
- Risiken, Trends und Gewissheit
- Der Versicherungssektor
- Ökologisch-systemische Dringlichkeit
- Soziale Dringlichkeit
- Wirtschaftliche Dringlichkeit
- Jetzige und zukünftige Gesetze

Hoffnung in einem sich ändernden Klima *(Seite 51)*

Europa *(Seite 53)*
- Edaphischer Kohlenstoff und globales Klima
- Agrarpolitik
- Abschwächung und Anpassung an den Klimawandel
- Nötige europäische Rechtssetzung

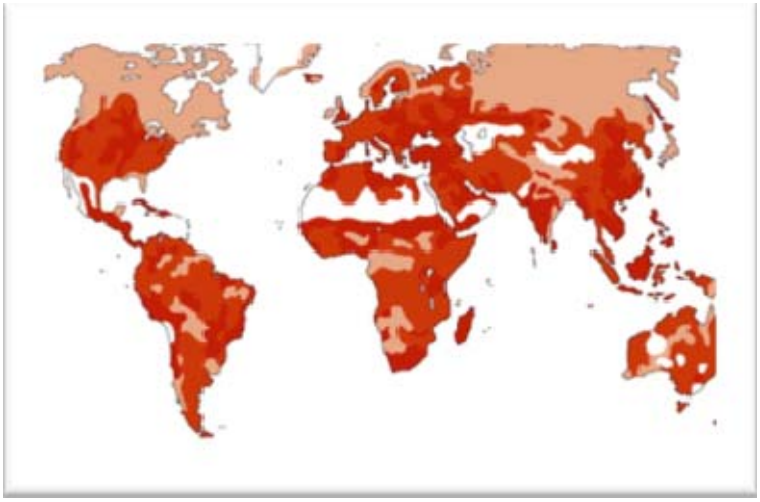
Bibliographie *(Seite 57)*



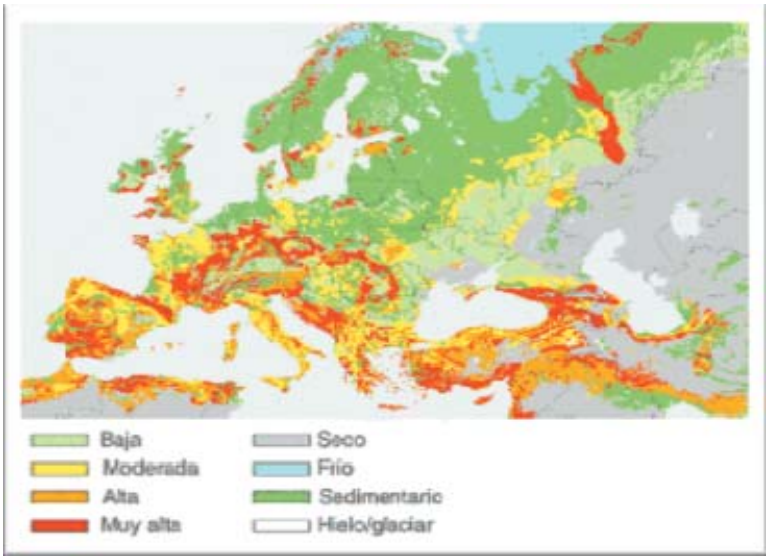
3

[3] USDA, Global desertification vulnerability map. In: https://en.wikipedia.org/wiki/Desertification#/media/File:Desertification_map.png

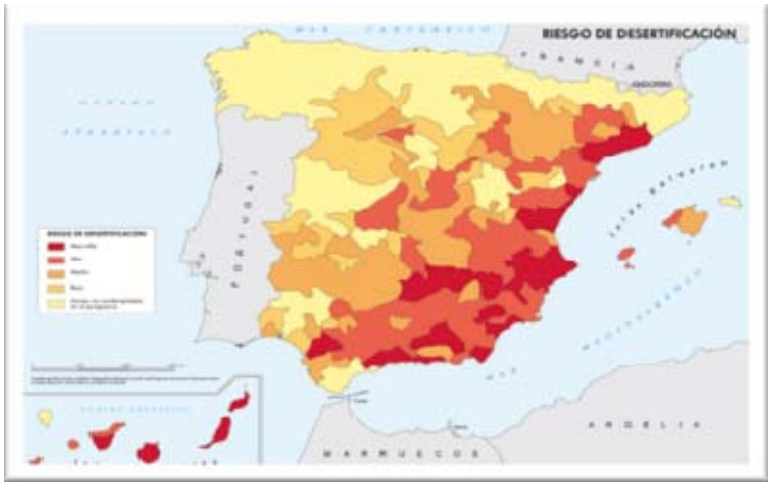
Einführung:
Eine Frage der Zivilisation (und des Lebens), wie wir sie kennen[4]



1. Weltweite Bodendegradation



2. Bodendegradation in Europa



3. Ein dramatisches Beispiel in Europa: Bodendesertifikation in Spanien

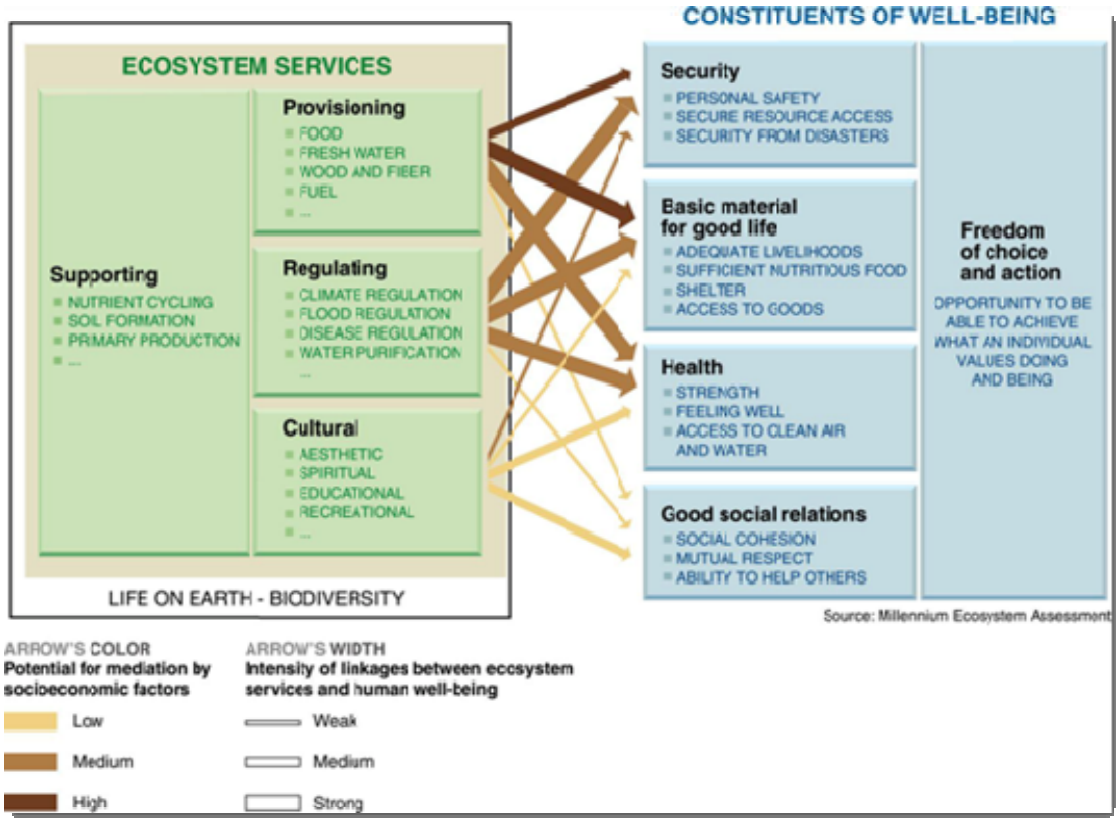
[4] Quelle 1. UNEP 1992 & GRID Arendal. GEO: Global Environment Outlook; Quelle 2. http://www.unep.org GEO: Global Environment Outlook; Quelle 3. Instituto Geográfico Nacional. Unter http://www.ign.es

Zivilisationen steigen auf und gehen unter mit der Qualität ihrer Böden. Wir haben jetzt die Möglichkeit, in Übereinstimmung mit den aus der Geschichte gewonnenen Erfahrungen zu handeln. Jared Diamond geht dieser Frage nach und untersucht sie effektiv in seinem Buch *Collapse.*[5] Einer Reihe von antiken Gesellschaften, die mit schwerwiegenden Umweltproblemen umgehen mussten, gelang es, von diesem zerstörerischen Kurs beizeiten abzukommen, und so Verfall und letztendlichen Untergang abzuwenden. Das isländische Volk tat dies; die Sumerer und die Mayas taten dies nicht und verschwanden aus der Geschichte.

Denjenigen, die sich für die allgemeinen Folgen des Klimawandels interessieren, werden auf das kürzlich von Geoffrey Parker veröffentlichte Buch *Global Crisis*[6] verwiesen, das sich sehr ausführlich mit den enormen Auswirkungen des „Kleinen Klimawandels" im 17. Jahrhundert auseinandersetzt.

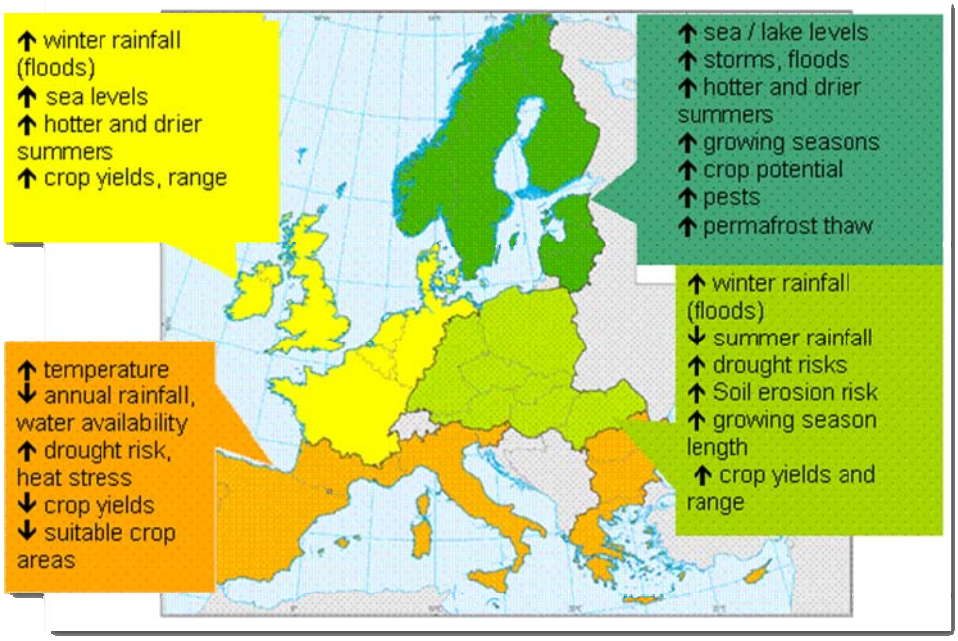
Diese und andere antike Zivilisationen waren relativ ortsgebunden und die Prozesse ihres Niedergangs waren begrenzt. Der aktuelle Kontext unterscheidet sich davon grundsätzlich. Der *Millennium Ecosystem Assessment*[7] – eine globale Studie, die von 1.360 Wissenschaftlern im Laufe von vier Jahren durchgeführt wurde – legt dar, dass 15 der 24 primären Ökosystem-Leistungen Abbauprozesse durchlaufen, und dass keine Verbesserungen festzustellen sind.

Laut den Aussagen einer Reihe von Wissenschaftlern wird unser aktuelles System der Ausbeutung und des Verbrauchs lediglich zwischen 50 und 60 Jahre andauern können bevor die Natur nicht mehr in der Lage sein wird, maßgebliche Dienstleistungen in Bezug auf Wasser, Boden und Luft zu liefern.[8]



Beziehung zwischen Ökosystemleistungen und Qualität des menschlichen Lebens[9]

[5] Siehe Bibliographie.
[6] Ebd.
[7] Ebd.
[8] Mercola, J: Carbon Sequestration – The Climate Change Solution That Virtually All Climate Activists Ignore. Unter http://www.igfit.com/carbon-sequestration-the-climate-change-solution-that-virtually-all-climate-activists-ignore/ (2015).
[9] Millennium Ecosystem Assessment, www.millenniumassessment.org



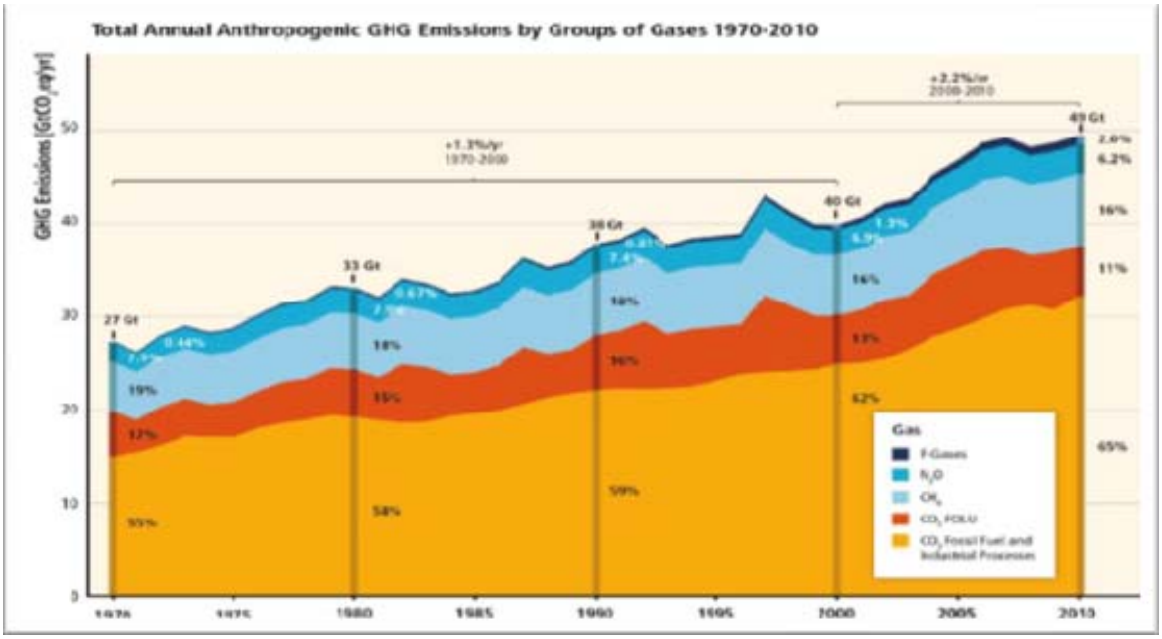
Vorhergesagte Auswirkungen des Klimawandels in verschiedenen Regionen der Europäischen Union.[10]

Alle bisherigen Bemühungen haben sich mit einer Verringerung der direkten Emissionen befasst, die durch unsere Aktivitäten produziert werden. Dies ist jedoch aus mindestens den folgenden Gründen nicht wirksam:

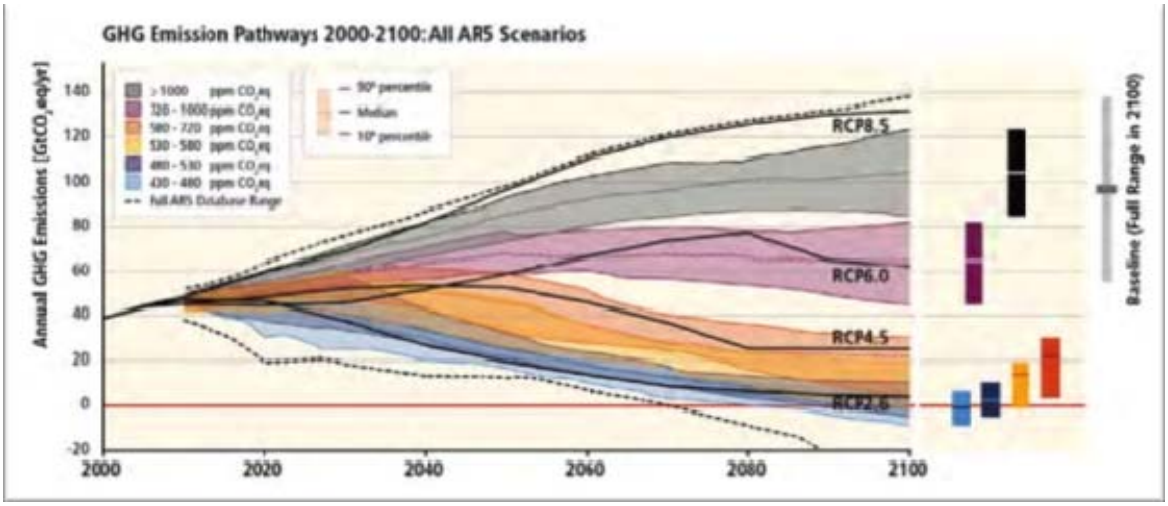
1. *Die Atmosphäre hat einen Überfluss an THG und der Klimawandel ist in vollem Gange*.
2. Wir unterhalten die Hoffnung – oder Illusion –, dass dies den Klimawandel begrenzen wird, doch es besteht keine Gewissheit in diesem Punkt.[11]
3. Das Ziel eines durchschnittlichen Temperaturanstiegs von nicht mehr als 2°C hätte nach dem Weltgipfel (1992) oder der Ankunft des neuen Jahrtausends erreicht werden können, aber der Klimawandel hat einen kumulativen Charakter.[12] *Die Europäische Kommission glaubt, dass ihre Vorschläge für Paris 2015 nicht mehr als „eine gute Chance" dafür bieten, dass die globale Durchschnittstemperatur nicht um mehr als 2°C ansteigt.*[13]
4. Prominente Wissenschaftler behaupten, dass ein durchschnittlicher Anstieg von 2°C zu *nicht-nachhaltigen Schäden*[14] führen wird und schlagen daher eine Verringerung der weltweiten Emissionen um 6% pro Jahr für 40 Jahre vor. Andere schätzen, dass sie um 10% verringert werden müssen.[15]
5. Die politischen Anstrengungen seit 1992 erweisen sich als unzureichend: Jahr für Jahr steigen die globalen Emissionen weiter an.
6. *Emissionen werden nicht nur durch unser direktes Handeln verursacht, sondern sind – vielleicht in erster Linie – das Ergebnis der Degradation von Böden, durch* die Kohlenstoff in die Atmosphäre emittiert wird. Während Kohlenstoff diese Böden früher fruchtbar machte, haben wir uns zu Meistern in Bodendegradation und Wüstenbildung entwickelt

[10] Quelle: European Commission. Directorate General for Agriculture and Rural Development.
[11] Rogelj, J., McCollum, D. L., O'Neill, B. C. & Riahi, K. 2020 emissions levels required to limit warming to below 2°C. *Nat. Climate Change* (2013).
[12] Anderson, K. Weitere Informationen können unter http://kevinanderson.info/index.php gefunden werden.
[13] European Commission: COMMINICATION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL. The Paris Protocol (2015).
[14] Hansen, J: Assessing dangerous climate change. In *Plos One* http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0081648 (Dezember 2013).
[15] Anderson, K. Avoiding dangerous climate change demands de-growth strategies from wealthier nations. Siehe http://kevinanderson.info/index.php.

Das Tempo des Klimawandels hat sich in den letzten Jahren aufgrund unserer intensiven Nutzung fossiler Energieträger erhöht, aber auch wegen der Ausdehnung von Wüsten, einschließlich der „Agrarwüsten." Es ist eine Tatsache, dass wir Menschen die Verschlechterung der Bodenqualität und der Bildung von Wüsten verursachen, zu Lasten von ehemals fruchtbarem Land.[16]



Gesamte Treibhausgasemissionen, nach Typ (IPCC)[17]



Mögliche Emissionsszenarien bis 2100 (IPCC)[17]

[16] Savory, Allan. Holistiv Managment. Siehe Bibliographie.
[17] https://www.ipcc.ch Grafiken: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_figures_and_tables.shtml

Die durch den Klimawandel verursachte Krise zwingt uns dazu, innovative Lösungsalternativen zu erwägen. Das Erreichen von Nullemissionen weltweit (was per se praktisch unmöglich ist, zumindest in den nächsten 100 Jahren) würde die potenziell katastrophalen Folgen für das Leben auf der Erde, wie wir es kennen, aufgrund des derzeitigen Niveaus von etwa 400 ppm CO2 in der Atmosphäre, nicht verhindern. Wir haben die Grenzen des Akzeptablen für das menschliche Leben, wie es jetzt organisiert ist, bereits überschritten.[18]

Leider würde sich die Situation selbst bei einer Rückkehr zu 350 ppm nicht verbessern; dies würde nur eine Verlangsamung des Klimawandels auf das bereits alarmierende Niveau von 1988 bedeuten.[19-20] Selbst dann würden sich die Probleme weiter verschärfen, weil die Akkumulation vergangener und aktueller Schäden die Fähigkeit des Planeten schwächt, überschüssige Wärme zu absorbieren. Falls die Konzentration von THG nicht auf das vorindustrielle Niveau zurückfällt, d.h. unter 300 ppm, werden die Auswirkungen wahrscheinlich irreversibel sein.

Folglich erfordert das Erreichen dieses ehrgeizigen Ziels nicht nur die Einstellung des THG-Ausstoßes, sondern auch das Entfernen von mehr als 100 Gigatonnen (GT) CO2 aus der Atmosphäre.

Die Emission von CO2 und anderen THG durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe ist wahrscheinlich weder die einzige Ursache für den Klimawandel noch seine Hauptursache. Es gibt Faktoren, die von Wissenschaftlern und Ökologen in der Regel nicht berücksichtigt werden: die Menschen begannen bereits in alten Zeiten, das Klima zu verändern, und zerstörten dabei gesamte Lebensgemeinschaften. Althergebrachte Praktiken, die heute noch durchgeführt werden, erodieren die Erde und erhöhen die Konzentration von Kohlendioxid und anderen THG in der Atmosphäre, also Stoffe, die sich eigentlich in unseren Böden befinden müssten, um diese fruchtbar zu machen.

Dieser Prozess der Umweltzerstörung löschte viele Zivilisationen aus, noch bevor Kohle und Öl entdeckt wurden.

Selbst wenn die Welt über Nacht das Ziel von Nullemissionen aus fossilen Brennstoffen erreichen würde, würde dennoch die Verbrennung von Weideland und Savannen immer noch andauern, sowie der Einsatz des erodierenden industriellen Landwirtschaftsmodells: *die Wüstenbildung würde sich aufgrund der Unfähigkeit des Bodens, Kohlenstoff und Wasser zu speichern, weiter beschleunigen. Das Klima würde sich weiterhin verändern.*[21]

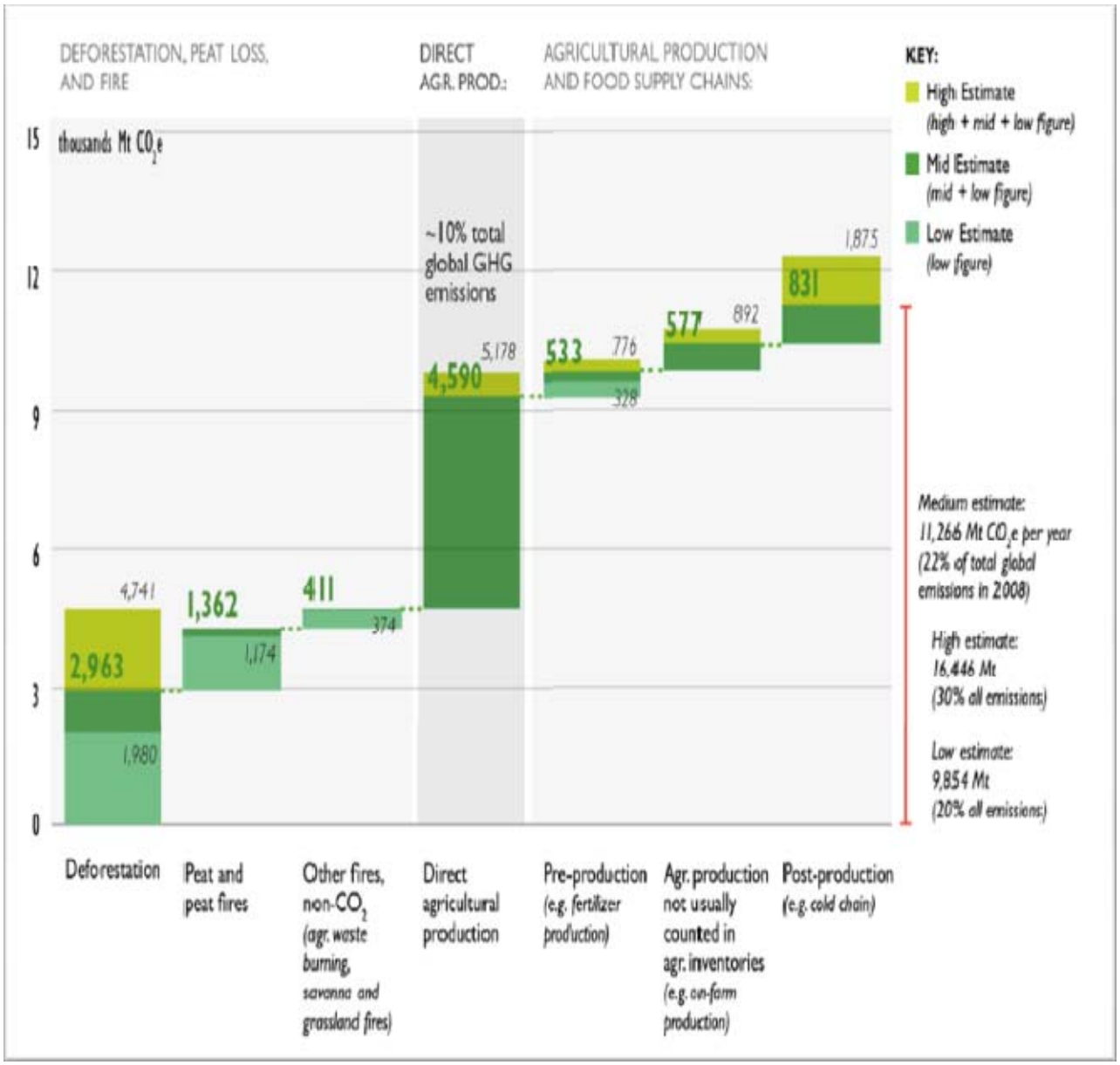
Die Beschädigung der lebenden und der abgestorbenen Vegetationsbedeckung führt auch dazu, dass der Boden den in sich gespeicherten Kohlenstoff emittiert, und trägt somit zum Klimawandel bei.

Bodendegradation und Klimawandel sind untrennbar miteinander verbunden *und haben im Laufe der Geschichte* Zivilisationen in verschiedenen Regionen der Welt zerstört. Es ist daher fast sinnlos, sich allein mit THG-Emissionen zu befassen, die durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe verursacht werden, ohne den Verlust der biologischen Vielfalt und die Verschlechterung der Bodenqualität zu berücksichtigen. Weil das *Klima so eng damit zusammenhängt, wie wir auf dem Planeten leben, ändert es sich unweigerlich damit, wie wir unsere Lebensstile ändern*.[22]

Die entscheidende Frage lautet, wie die Erde zur Speicherung der großen Mengen an Kohlenstoff, die sich derzeit in der Atmosphäre befinden, zurückkehren kann. Dies muss auf natürliche Weise geschehen, ohne Risiken, und kostengünstig. Die biologischen Systeme auf dem Land sind dazu in der Lage (wie auch die Ozeane, obwohl diese derzeit einen Sättigungspunkt erreichen).

Dies kann nur durch eine umfangreiche globale Regeneration von Böden und Ökosystemen erreicht werden.

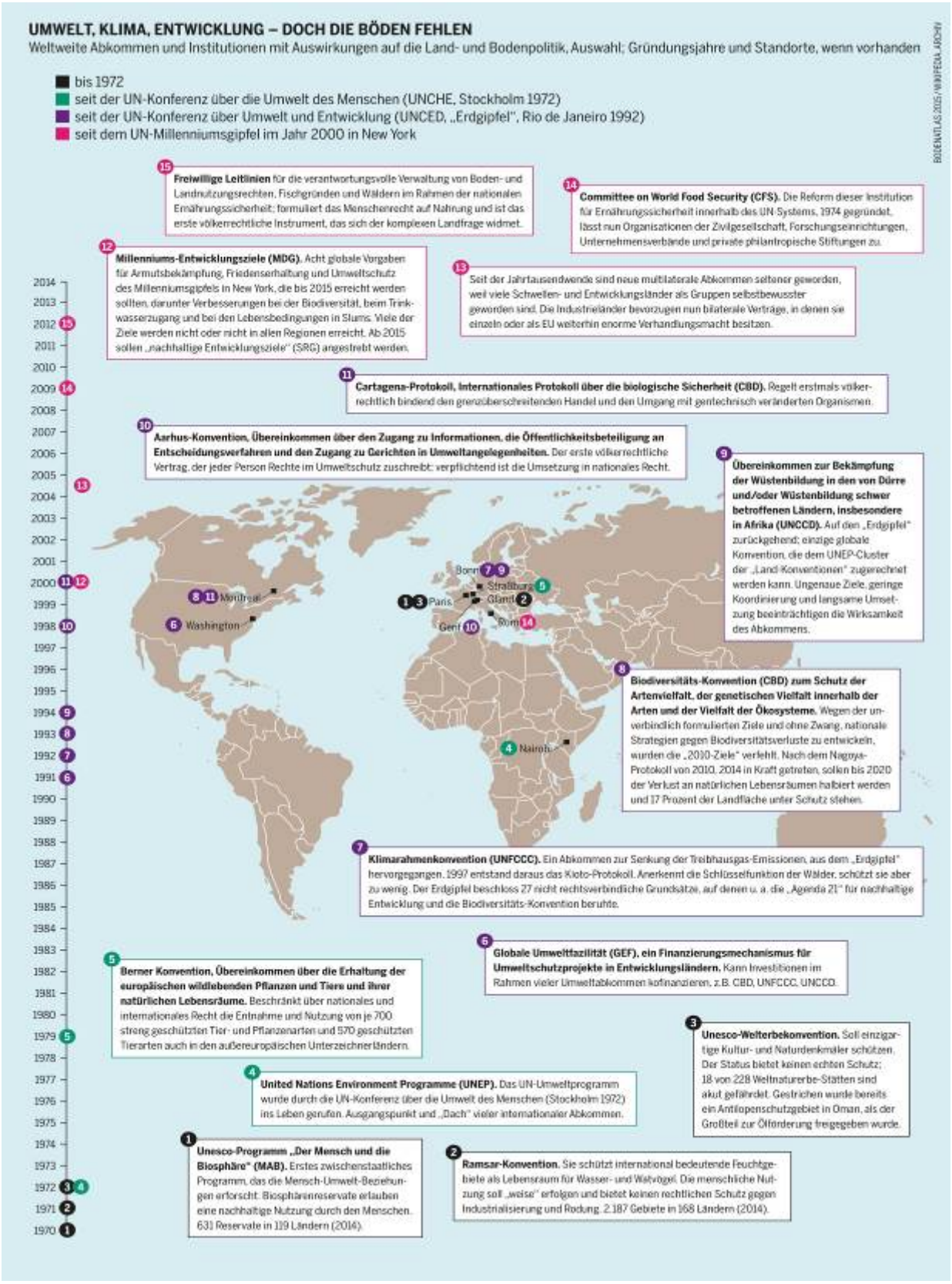
[18] Hansen, J: Target atmospheric CO2: Where should humanity aim? In *Open Atmospheric Science Journal* (2008).
[19] Hansen, J Shabecoff:"Global Climate Changes as forecast by Goddard for Space Studies three---dimensional model". In *Journal of Geophisycal Resarch* (1988).
[20] Shabecoff, P:Global Warming Has Begun, Experts Tells Senate. In the *New York Times* (1988).
[21] Allan Savory: Holistic Managment. Siehe Bibliographie.
[22] James Lovelock: The ages of Gaia. Siehe Bibliographie.



THG-Emissionen aus der Landwirtschaft.[23]

[23] Climate Focus/CEA (California Environmental Associates):“Report 2014 .Strategies for Mitigating Climate Change in Agriculture.” Siehe Bibliographie.

Boden



Umwelt, Klima, Entwicklung... doch die Böden fehlen. Weltweite Abkommen und Institutionen mit Auswirkungen auf die Bodenpolitik. Der einzige Vertrag, der sich direkt diesem Thema widmet ist die Konvention gegen Wüstenbildung (UNCCD, 9).[24]

[24] Quelle: Soil Atlas 2015. Siehe Bibliographie.

Grundannahmen

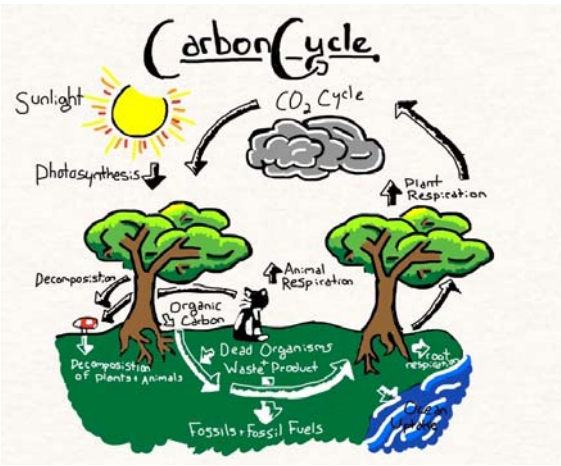
Erst wenn Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid in der Atmosphäre vorliegt, hat er eine Auswirkung auf den Klimawandel. 1 Tonne Kohlenstoff entspricht 3,67 Tonnen Kohlendioxid.

Durch die Photosynthese nehmen Pflanzen Kohlenstoff aus der Atmosphäre auf. Sie stoßen den Überschuss als Zucker über die Wurzeln aus, und nähren dadurch die Organismen im Boden. Dort wird der Kohlenstoff befeuchtet und dadurch stabilisiert. Kohlenstoff ist die Hauptkomponente der organischen Substanz im Boden und verleiht ihm seine *Fähigkeit zur Wasserspeicherung und gibt ihm Struktur und Fruchtbarkeit*. Manche Kohlenstoffablagerungen in den Bodenaggregaten sind so stabil, dass sie dort Tausende von Jahren überdauern können.

In der oberen Bodenschicht befinden sich die „aktiven" Kohlenstoff-Depots; Dort gibt es einen ständigen Fluss zwischen organischem Leben und der Atmosphäre. Was wir fördern müssen, ist das Wachstum von stabilen Depots.

Innerhalb des Bodens befindet sich 95% der terrestrischen Biodiversität; oberhalb des Bodens lediglich 5%. Kohlenstoff liefert die notwendige Energie für das Funktionieren dieses Systems, und die Wurzeln bilden den Lebensraum. Die Lebensprozesse verleihen dem Boden seine Struktur und ermöglichen dadurch die Infiltration und Speicherung der Feuchtigkeit, die Wiederherstellung des Gleichgewichts in der Wasserverteilung und die Eindämmung der Wüstenbildung. Diese Lebensprozesse erneuern die natürliche Fruchtbarkeit und fangen Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel aus der Atmosphäre ein. Das Leben in diesen Ökosystemen begünstigt die Verfügbarkeit von Phosphor und anderen Elementen in den Wurzeln. Die Frage lautet demnach, wie man dem Boden Leben zurückgeben kann, und wie man ohne Einsatz von synthetischen Chemikalien produzieren kann, die das Leben abtöten, wie später diskutiert wird.

***Viele Lebensformen benötigen Kohlenstoff für ihr Wachstum und ihre Fortpflanzung*. Bäume, Wiesen** und Feldfrüchte brauchen im Pflanzensaft gelösten Kohlenstoff. Das Wachstum der Tiere hängt von der Verdauung von Kohlenstoff und seinem Transport im Blut zu den Zellen ab. Die Bildung von Schimmelpilzen im Boden ist ein Ergebnis der Photosynthese und des Transfers vom Kohlenstoff der Pflanzen in den Boden durch mikrobielle Aktivität.



Kohlenstoff ist die Hauptwährung in der Mehrzahl der Transaktionen zwischen den Lebewesen**, und dies ist am offensichtlichsten im Boden erkennbar.** Mykorrhiza-Pilze, die völlig vom Kohlenstoff grüner Pflanzen abhängen, tauschen ihn mit Bakterienkolonien in ihren Hyphen aus und erhalten dadurch Nährstoffe wie Phosphor, Stickstoff und Calcium, Elemente einschließlich Zink und Kupfer, und andere Substanzen, die das Wachstum stimulieren.[25-26]

[27] *Kohlenstoffkreislauf zwischen Atmosphäre und Erde*

[25] Killham, K. :Soil Ecology. In Cambridge University Press (1994).
[26] Leake, J.R, Johnson, D., D.P., Muckle, G.E, Boddy, L and Read, D.J.: Networks of power and influence: the role of mycorrizhal mycelium in controlling plant communities and agroecosystem functioning. *Canadian Journal of Botany* (2004).
[27] Annanimus, Carbon Cycle. In: http://annanimus.deviantart.com/art/Carbon-Cycle-376973639

Historische Fruchtbarkeit, aktuelle Fruchtbarkeit

Der damals berühmte Entdecker und Geologe Graf Strezelecki bereiste den Südosten Australiens zwischen 1839 und 1843, besuchte dabei Bauernhöfe und analysierte die Böden. Einer der wichtigsten Beweggründe seiner Forschung war es, bestimmende Faktoren für die Bodenproduktivität zu finden. Er sammelte 41 Proben aus verschiedenen Böden, und seine Analyse zeigte, dass der am stärksten bestimmende Faktor die Menge an organischer Substanz (oder Kohlenstoff) im Boden ist. Die zehn produktivsten Böden wiesen Niveaus an organischer Substanz zwischen 11% und 37,75% auf. Die zehn am wenigsten produktiven Böden bewegten sich zwischen 2,2% und 5%.[28] Heutzutage gilt jeder landwirtschaftlicher Boden mit einem Anteil von 5% als extrem reich.

Degradation

"Bodendegradation" bezieht sich in der Regel auf den Prozess, bei dem menschliches Handeln die aktuelle oder potenzielle Fähigkeit des Bodens, Güter und Dienstleistungen zu produzieren, verringert.[29]

Es beeinträchtigt den Bodens, wenn er während des größten Teils des Jahres in einem unbedeckten Zustand verbleibt und die Verwendung von Pestiziden und synthetischen Düngern verschärft das Problem. Die „industrielle Landwirtschaft“, die beide Methoden beinhaltet, hat beeindruckende kurzfristige Produktionssteigerungen erzielt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass sie das Leben im Boden zerstört und dadurch Funktionen beeinträchtigt – was bereits nachweislich der Fall ist.

Überall auf der Welt hat der überwiegende Teil der landwirtschaftlichen Flächen, einschließlich der bewässerten Flächen, einen erheblichen Teil ihrer organischen Substanz und ihres Lebens verloren. Dies ist die größte in der Geschichte beobachtete Bodenerosion.[30]

Während der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts hat die massive Übernahme dieser Art von Landwirtschaft, welche Stickstoffdüngung, tiefe Bodenbearbeitung, Monokulturen und den massiven Einsatz von chemisch-synthetischen Pestiziden beinhaltet, die Zerstörung der Böden und deren Kohlenstoffreserven beschleunigt.[31]

Ein unbedeckter Boden absorbiert und speichert offensichtlich Kohlestoff nur minimal. Er ist zudem Wind und Wasser ausgesetzt ist, die seine oberste Schicht abtragen, welche fruchtbar und reich an Kohlenstoff ist. Als Ergebnis gibt es weit weniger Pflanzen, die Kohlenstoff in ihre Biomasse aufnehmen. Ein Boden, der dem Pflügen unterworfen, sowie Witterungseinflüssen und Erosion ausgesetzt ist, erfährt einen Bruch in seiner Struktur, der die Abgabe von Kohlenstoff – vormals stabil – als Treibhausgas an die Atmosphäre verursacht.[32–33]

Die Bodenbearbeitung beeinträchtigt ebenfalls die Entwicklung von Mykorrhizen, die eine wichtige Rolle bei der Bildung von Aggregaten spielen. Auch viele chemisch-synthetische Inputs – ob Herbizide, sonstige Pestizide oder lösliche Düngemittel – schwächen, zerstören oder hemmen sie.

Darüber hinaus haben sich in den zehn Jahren zwischen 2000 und 2010 die Emissionen aus der Landwirtschaft um 1% pro Jahr erhöht. Das System als Ganzes, das die Herstellung von Düngemitteln und Bioziden, Tierfutter, Produktion, Transport, Kühlung, und Abfallwirtschaft umfasst, ist verantwortlich für über 30% der weltweiten THG-Emissionen in die Atmosphäre.[34]

---

[28] Strzelecki, P.E: Physical description of New South Wales and Van Diemen’s land: accompanied by a geological map, section and diagrams, and figures of organic remains. Gedruckt von Longman, Brown, Green and Longmans London (1845).
[29] European Parliament 2009. In Suolo, patrimonio dell’Umanità: quanto ne stiamo perdendo per erosione, inquinamentoe cementificazione? Marco Nuti. Unter http://agrariansciences.blogspot.it/2014/11/suolo-patrimonio-dellumanita-quanto-ne.html (2014).
[30] UNEP: Global Environment Outlook 3. Unter http://www.grid.unep.ch/geo/geo3/spanish/141.htm#fig65.
[31] Khan, S. A., Mulvaney, R. L., Ellsworth, T. R. & Boast, C. W. The Myth of Nitrogen Fertilization for Soil Carbon Sequestration. *J. Environ. Qual.* (2007).
[32] Lal, R. Soil erosion and the global carbon budget. *Environ*. (2003).
[33] Montgomery, D. R. Soil erosion and agricultural sustainability. *Proc. National Academy Sci* 104, 13268 (2007).
[34] Vermeulen, S. J., Campbell, B. M. & Ingram, J. S. I. Climate Change and Food Systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.* (2012).

Auch bezüglich der Netto-Kohlenstoff-Emissionen scheitert die *„industrielle Landwirtschaft“* sowohl aufgrund ihrer direkten Emissionen als auch durch ihre Zerstörung der Speicherkapazität des Bodens.

Allerdings unterscheidet sich die zertifizierte *biologische Landwirtschaft* nicht deutlich vom industriellen Modell. In der Tat, obwohl keine chemischen Stoffe zum Einsatz kommen, werden die übrigen Mängel nicht behoben und Methoden werden praktiziert, die weltweit mehr als 20 Zivilisationen durch den Verlust der biologischen Vielfalt und Wüstenbildung ausgelöscht haben.

Unbedeckter Boden in Cordoba (Spanien) im Herbst. Die Landschaft gleicht einer Wüste und verhält sich als solche in vielerlei Hinsicht. (Foto des Autors)

Die einzig mögliche Form einer nachhaltigen Landwirtschaft muss die Natur in ihrer Regenerationsfähigkeit imitieren, indem sie:

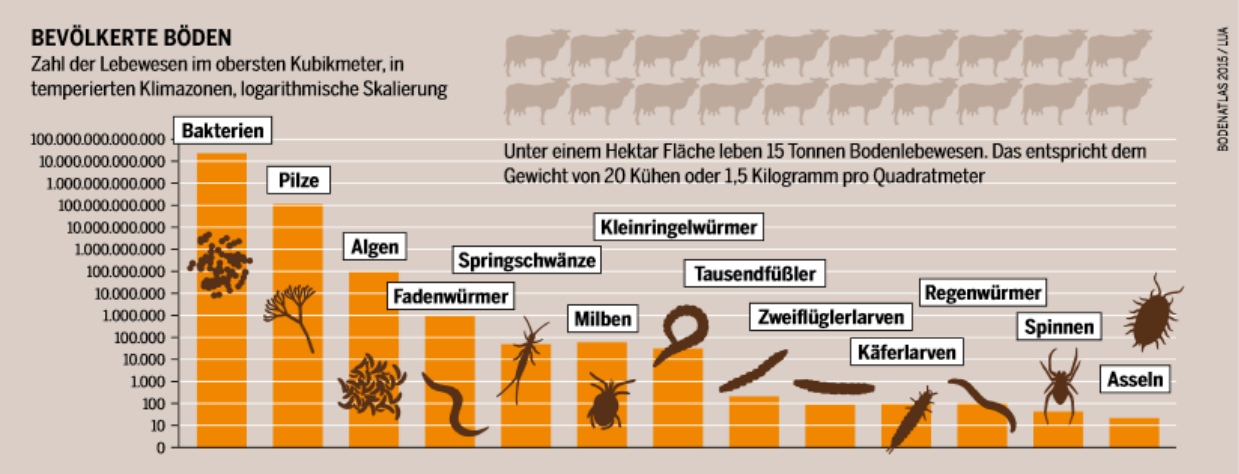
- die Bodengesundheit wiederherstellt,
- den Boden dauerhaft bedeckt und mit gesunden Lebensprozesse hält, beispielsweise durch den Einsatz von biologisch-dynamischen Präparaten oder Kompost-Extrakten,
- Polykultur-Systeme einsetzt,
- und diese mit ausreichender natürlicher Vegetation kombiniert.

Dies sind *authentisch weiterentwickelte Formen der Landwirtschaft*, die sich signifikant von der aktuellen konventionellen (und häufig sogar biologischen) Form unterscheiden, welche eine einzige Anbaukultur beinhaltet, den Boden zwischen Pflanzen und Reihen unbedeckt lässt – im Falle von Nicht-Dauerkulturen während langer Zeiträume sogar gänzlich unbedeckt.

Verbessertes Management durch bekannte, erprobte und kostengünstige Praktiken reduziert die Emissionen und wandelt die Böden in Kohlenstoffsenken um.

Die erste biologische Bodenschicht

enthält einen großen Teil seiner biologischen Vielfalt und liefert die notwendigen Substanzen und Dienstleistungen für das Leben oberhalb des Bodens. Ein Hektar Land – 25 cm tief, 3.000 Tonnen schwer, lediglich 1,5% organisches Material enthaltend (wie ein Großteil der Böden im europäischen Mittelmeerraum) –, enthält bis zu 3 Tonnen von Mikroben, die zu 2.000 verschiedenen Arten zählen. Es gleicht einer riesigen lebendigen biochemischen Bibliothek, die eine Vielzahl von genetischen Informationen bewahrt.[35]



[36]

Die Mikroben im Boden und um die Wurzeln sind fast immer in „Konsortien“ vieler verschiedener Arten organisiert.

In Agrarsystemen haben sie als Aufgabe:

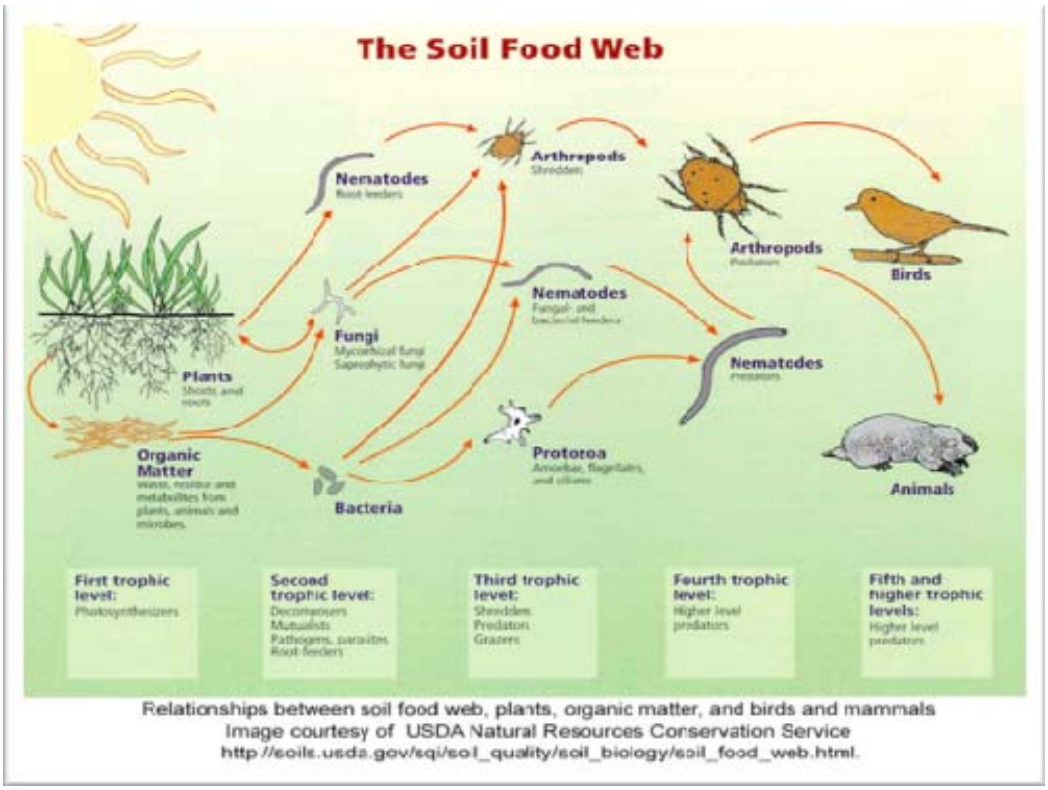
a) die Aufrechterhaltung biogeochemischer Kreisläufe, einschließlich der Stickstoff-, Schwefel-, Eisen- und Mangan-Kreisläufe;

b) die Interaktion mit Pflanzen, wodurch sie ihre Gesundheit und Ernährung sicherstellen;

c) die Aufrechterhaltung der funktionellen Biodiversität. Wenn aufgrund von Umwelt-„Stress“ – wie beispielsweise dem Einsatz von Pestiziden – eine Gruppe unfähig wird, ihre normale Funktion zu erfüllen (wie der Nitrifikation- und Ammonifikation-Prozess), dann wird sie durch eine weitere Gruppe ersetzt und diese Prozesse werden fortgesetzt.

Dieser Mechanismus wird jedoch von *einem Faktor* eingeschränkt: die Menge der organischen Substanz im Boden. ***Diese funktionelle Biodiversität benötigt etwa 3,5% organische Substanz, um aktiv zu sein (→ c. 1,75% Kohlenstoff).***[37]

[35] Nuti, M: “Suolo, patrimonio dell’Umanità: quanto ne stiamo perdendo per erosione, inquinamentoe cementificazione?” Unter http://agrariansciences.blogspot.it/2014/11/suolo-patrimonio-dellumanita-quanto-ne.html (2014).
[36] Quelle: Soil Atlas 2015. Siehe Bibliographie.
[37] Nuti, M: Ebd.



Trophische Beziehungen, die für einen lebendigen Boden notwendig sind.[38]

Die Degradation der Böden ist eine wohlbekannte Tatsache seit den 1970er Jahren, als die damalige *Europäische Wirtschaftsgemeinschaft* davor warnte, dass *„der Verlust produktiver Böden eins der dringendsten und schwierigsten Probleme für die Zukunft der Menschheit“* ist.[39]

***Die Erosion hängt von drei Faktoren ab*:** die ersten beiden sind die Hangneigung und der Grad der Bedeckung des Bodens. Die Kombination aus beiden führt zu dramatischen Situationen, wie oft in hügligem Gelände, in Berglandschaften und anderswo immer wieder zu sehen ist. Dies wird anschließend durch das vermehrte Auftreten von sintflutartigen Regenfällen verschärft: denn der dritte Faktor ist die Regenintensität.

40

[38] USDA, An example of a topological food web. In: https://en.wikipedia.org/wiki/Soil_food_web#/media/File:Soil_food_webUSDA.jpg
[39] C.E.C (1977). In M. Nuti. Ebd.

„Eines der schwerwiegendsten Umweltprobleme, die durch den Olivenanbau verursacht wird, ist die Verschlechterung des Bodens," verursacht durch „ungeeignete Praktiken, wie das mechanisierte Pflügen und den Einsatz von Pestiziden (Herbiziden und Insektiziden) und chemisch-synthetischen Düngemitteln." Solche Praktiken haben „eine schädliche Wirkung auf die natürliche Tier- und Pflanzenwelt, und haben große natürliche Lebensräume zerstört."[41] Selbstverständlich kann dies auf praktisch jede andere Form konventioneller Landwirtschaft übertragen werden.

Die Farbe der Bodenoberfläche von landwirtschaftlichen Feldern ist gelb, grau, rötlich oder braun; im Allgemeinen überwiegen helle Töne, ganz im Widerspruch zu der üblichen Vorstellung eines Bodens! Der Oberflächenhorizont – schwarz, fruchtbar und reich an organischer Substanz –, ist von vielen unserer Felder verschwunden.

Gründe hierfür sind:

- Abbau (ohne Regeneration);
- Mineralisierung (der Mangel an Vegetation erhöht die Temperatur des Bodens, wodurch die Mineralisierung die Humusbildung überwiegt;
- Erosion.

Zu den **Hauptproblemen und Gefahren, die mit der konventionellen Landwirtschaft verbunden sind** (insbesondere in semiariden und ariden Regionen), zählen:[42]

A) Der hohe Grad von Bodenerosion und Degradation

Dies ist das größte ökologische und territoriale Problem in vielen Ländern der Welt, das am dringendsten gelöst werden muss. Dies wird durch unangemessenes Management verursacht, und umfasst:

- Bodenverdichtung durch die Verwendung von Maschinen;
- unbedeckter Boden; und
- Mangel an Wissen über Prozesse der natürlichen organischen Fruchtbarkeit.

[43]

[40] Foto des Autors
[41] LIFE: entre los olivos. European Comission, 2010.
[42] Angepasst aus: Sanz Cañada, Javier: Investigación e innovación en el sector del aceite de oliva en España. Problemas, oportunidades y prioridades de I+D+i. At ALENTA, Plataforma Tecnológica del Olivar. (2012).
[43] Foto des Autors

Die Degradation und der Verlust des Bodens stellen eine nicht-nachhaltige Verringerung des natürlichen produktiven Erbes dar, und setzen die Zukunft in vielen Regionen aufs Spiel.

Folgendes muss getan werden, um diese Prozesse umzukehren:

1. Förderung des Lebens im Boden und Unterboden;
2. Anbausysteme mit Vegetationsbedeckung;
3. Verwendung von Abfällen; dies ist im kompostierten Zustand am effizientesten.

B) Der unkontrollierte Einsatz von Bioziden (Herbizide, Insektizide, Fungizide) und synthetischen Düngemitteln bewirkt:

- Kontamination von Böden, Gewässern und Grundwasser;
- Tod von Tieren und Pflanzen, die keine Anbaukulturen darstellen;
- Gefährdung der Ernährungssicherung; und
- Kontamination von Stauseen für die Bewässerung und Versorgung der Bevölkerung.

Logischerweise tötet dies auch das Bodenleben und damit seine Fruchtbarkeit ab, was wiederum zu Erosion führt.

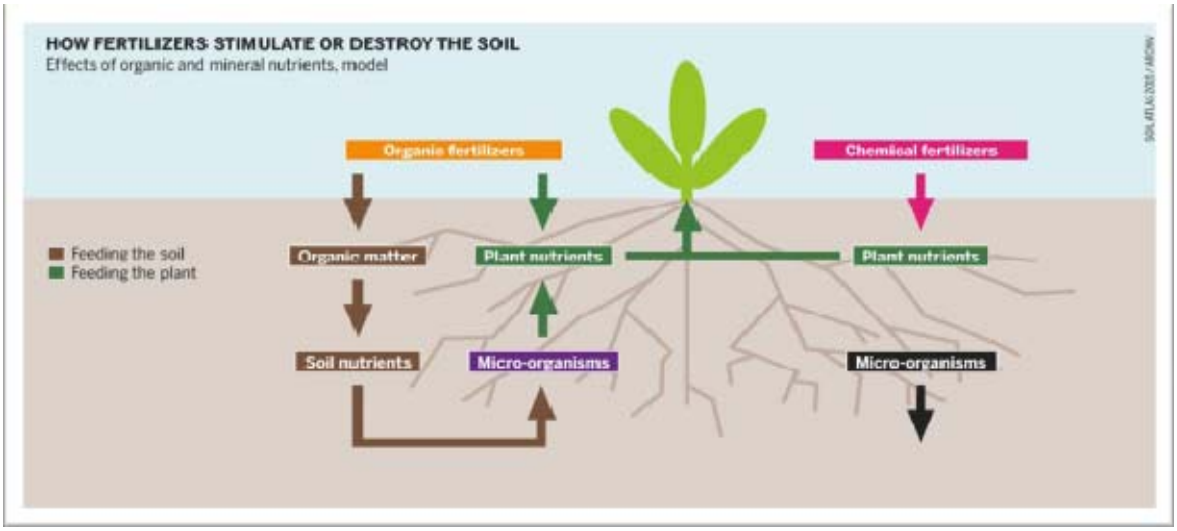
44

Lösung und Alternativen:

- Schädlingsbekämpfung durch die Stärkung der Pflanzen und die Erhöhung der biologischen Vielfalt. Dazu sind folgende Maßnahmen erforderlich:

1. Förderung des Lebens im Boden und Unterboden;
2. Anbausysteme mit Vegetationsbedeckung;
3. Verwendung von Abfällen; dies ist im kompostierten Zustand am effizientesten.

[44] Foto des Autors



Zerstörung oder Förderung des Bodens durch Düngemittel, je nachdem, ob sie biologisch oder chemisch sind.[45]

C) Abnahme der Biodiversität und Landschaftsvielfalt

Zusätzlich zur Intensivierung der Monokulturen ist auch dies wieder mit der Verwendung von chemisch-synthetischen Pestiziden verbunden, die die natürliche Tier- und Pflanzenwelt im Boden und Unterboden, sowie in der Landschaft auslöscht.

Die Lösungen sind:

1. Zunahme von Baumarten und Buschland,
2. Förderung des Lebens im Boden und Unterboden,
3. Anbausysteme mit Vegetationsbedeckung,
4. Verwendung von Abfällen; dies ist im kompostierten Zustand am effizientesten.

[46]

[45] **Quelle: Soil Atlas 2015. Siehe Bibliographie.**
[46] Foto des Autors

Der Boden muss bedeckt gehalten werden, um organische Substanz und in ihr das Leben zu fördern und atmosphärischen Kohlenstoff dort zu speichern. ***Eine relativ geringe Erhöhung der organischen Substanz über großen Bodenflächen hinweg beinhaltet die Speicherung von Millionen von Tonnen Kohlenstoff.*** Dies ist unsere größte Hoffnung für eine Rettung (der Erde).

D) Verfügbare Wasserressourcen

Die Ausweitung der Bewässerung für die intensivierte Landwirtschaft hat einen enormen Anstieg des Wasserverbrauchs mit sich gebracht. Viele Gebiete sind bereits an ihre Grenzen der Wasserverfügbarkeit gestoßen. Die Lösung hierfür (die auch Erosion verhindert) ist ein Boden, der fruchtbar und reich an Lebenskraft ist, und die Fähigkeit zur Absorption und Retention von Regenwasser aufweist. Zu diesem Zweck ist wiederum Folgendes notwendig:

1. Förderung des Lebens im Boden und Unterboden,
2. Anbausysteme mit Vegetationsbedeckung,
3. Verwendung von Abfällen; dies ist im kompostierten Zustand am effizientesten.

Wasser

In vielen Regionen der Welt wird die Verfügbarkeit von Wasser die größte Herausforderung des Klimawandels sein. Laut dem Intergovernmental Panel for Climate Change, werden folgende Faktoren die Bodendegradation und Wüstenbildung verschärfen:

- Anstieg der Temperaturen,
- Zunahme der Sonneneinstrahlung an vielen Stellen,
- Verringerung der Niederschlagsmenge, und/oder
- größere Unregelmäßigkeit der Niederschläge

Wüstenbildung wird oft von Versalzung begleitet (und umgekehrt), und betrifft derzeit 7% der Erde und 20-25% der bewässerten Böden. Darüber hinaus beansprucht die Bewässerung 70% des weltweiten Wasserverbrauchs.[47]

Dies wird einen starken Druck auf die direkte Nahrungsmittelproduktion ausüben und die Existenz von Gärten, Golfplätzen, Weinbergen und sogar Olivenhainen in Frage stellen.[48]

Die Wasser-Problematik kann nicht als unabhängig von anderen klimarelevanten Themen betrachtet werden: N2O- und CO2-Emissionen aus landwirtschaftlichen Flächen tragen wohl mehr als jede andere Quelle zum Treibhauseffekt bei, aber diese Emissionen hängen vom Gehalt an Wasser und organischer Substanz des Bodens ab.

Jeder Anstieg der organischen Bodensubstanz verbessert dessen Struktur, die wiederum die Fähigkeit zur Infiltration und Retention von Wasser und Sauerstoff erhöht. ***Die Wassermenge, die in gesundem Boden gespeichert werden kann, übertrifft die Wassermengen aller Stauseen der Welt.*** In einer Welt, in der künftige Kriege wahrscheinlich über Wasser geführt werden, ist dies eng mit Fragen der strategischen Sicherheit verbunden.

Die ***Absorptionsfähigkeit trägt darüber hinaus dazu bei, Häufigkeit und Schwere von Dürren und Überschwemmungen und deren Auswirkungen zu vermindern, die oft durch die Bodendegradation und nicht durch Änderungen der Niederschlagsmuster verursacht werden***.[49]

[47] UNEP: Global Environment Outlook. Unter http://www.grid.unep.ch/geo/geo3/spanish/141.htm#fig65.
[48] Álvarez de Toledo, I: Vino, Viticultura y Cambios Climáticos. Siehe Bibliographie.
[49] „The water cycle“. Siehe Bibliographie.

Eine Gewichtseinheit Humus (eine sehr stabile Form bodenbedingten Kohlenstoffes) enthält durchschnittlich mindestens vier Gewichtseinheiten Wasser enthalten.[50] Dies bringt es mit sich, dass ***für jeden Anstieg von Kohlenstoff um 1%, jeder Quadratmeter Bodenfläche zusätzlich 16,8 Liter Wasser in den obersten 30 cm speichern kann (in Böden mit einer Volumendichte von 1,49 pro cm³). Dies bedeutet eine zusätzliche Speicherung von 168.000 Liter Wasser pro Hektar Land***.[51]

In Australien beispielsweise ist der Kohlenstoffgehalt seit der Ankunft der europäischen Siedler um mindestens 3% zurückgegangen. Durch diese Verringerung ist der Boden nicht mehr fähig, eine große Menge an Wasser pro Hektar zu speichern, die ansonsten für die Pflanzen verfügbar wäre, insbesondere in Zeiten des Regenmangels.[52]

Kohlenstoffarmer Boden nach dem Regen (rechts).[53]

Eine Folge der physikalischen Bodenerosion ist die ***chemische Erosion***: ablaufendes Wasser entzieht dem Boden Nährstoffe durch Solubilisierung und Auslaugung. Diese Nährstoffe gelangen dann in Flüsse und Stauseen und verschmutzen sie. Die aquatische Ökosysteme „wehren sich“ durch einen Prozess des anaeroben Abbaus; sie emittieren toxische Gase, die die Umweltverschmutzung über viele Kilometer in der Umgebung ausbreiten. Andere chemische Verbindungen werden ebenfalls ausgewaschen, wie z.B. die Herbizide aus der Gruppe der Triazine, die das Oberflächen- und Grundwasser in Flüssen, Stauseen und Brunnen belasten.

[54]

[50] Morris, G.D: Sustaining national water supplies by understanding the dynamic capacity that humus has to increase soil water-holding capacity. University of Sydney (2004).
[51] Jones, C.E: Carbon and catchments. National “Managing the Carbon Cycle”. Unter www.amazingcarbon.com (2006).
[52] Jones, C.E: Soil Carbon – can it save agriculture’s bacon? Unter www.amazingcarbon.com (2010).
[53] Jones, C.E: Farming a climate change solution. Unter www.amazingcarbon.com (2009). Foto: Patrick Francis, Australian Farm Journal
[54] Foto des Autors

Grünland

Nach Angaben der Vereinten Nationen sind 1/3 der Erdoberfläche (4.000 Millionen Hektar) von Wüstenbildung bedroht. Die meisten dieser Flächen sind Weiden, Wiesen und Savannen, die zusammen das größte Ökosystem der Welt und die größte Kohlenstoffsenke bilden. Je nach Definition bedecken sie zwischen 26% und 40% der Erdoberfläche und enthalten zwischen 20% und 35% ihres Kohlenstoffs.[55] Wie in Ackerflächen wird auch in diesem Fall der Boden abgetragen und zuvor gespeicherter Kohlenstoff freigesetzt (zusätzlich zum Verlust des Wasserspeichervermögens und einer langen Liste von wesentlichen ökologischen Dienstleistungen), wenn der Boden unbedeckt gehalten wird.

Weiden, die aus der Ferne in einem guten Zustand zu sein scheinen, weisen sehr oft zwischen 50 und 90% unbedeckten Boden zwischen den Pflanzen auf, sogar innerhalb von Jagdrevieren ohne Nutztiere. Im Allgemeinen wird angenommen, dass Überweidung für den Großteil dieser Schäden verantwortlich ist. Allerdings *besteht das Problem nicht in der Größe des Viehbestandes sondern darin, wie lange die Pflanzen abgefressen werden*.

Eine einfache Reduzierung des Rinderbestandes wird nicht zum erhofften Ergebnis führen. Dies ist nicht verwunderlich, da diese Ökosysteme nicht durch ein paar frei umherstreifende Pflanzenfresser über Jahrhunderte gebildet und aufrechterhalten worden sind, bis wir kamen, um sie zu managen. Es ist allerdings positiv zu vermerken, dass die Vergrößerung der Rinderbestände zusammen mit einer sorgfältigen Beweidungsplanung zur Wiederherstellung von Weiden und ihren Dienstleistungen in semiariden und ariden Zonen geführt haben, wo sich die meisten der Weiden der Welt befinden.[56]

[57]

[55] FAO:"Challenges and opportunities for Carbon sequestration in Grassland systems: Technical Report on grassland management and climate mitigation." Rome (2010).
[56] Savory, Allan: "Holistic Managment". Siehe Bibliographie.
[57] Farmatin, Cattle near the Bruneau River in Elko County, Nevada. In: https://en.wikipedia.org/wiki/Ranch#/media/File:2013-06-28_15_48_26_Cattle_on_Elko_County_Route_747_%28Deeth-Charleston_Road%29_near_the_Bruneau_River_in_Elko_County_in_Nevada.jpg

Weiden in gutem Zustand vermögen aus zwei Gründen mehr Kohlenstoff zu speichern als Ackerland:

a. Weideland nimmt weltweit eine weit größere Fläche ein als Ackerland;
b. die Mehrheit der Anbaukulturen haben Wurzeln, die kleiner und flacher als jene der mehrjährigen Pflanzen in gesunden Weiden sind. *Das Volumen und die Tiefe der Wurzeln ist ein wesentlicher Faktor für Kohlenstoff- und Wasserspeicherung.*

58

Das Kohlenstoffabscheidungspotenzial dieser Ökosysteme liegt wahrscheinlich zwischen 88 und 210 GT, entsprechend 41 und 99 ppm CO2 in der Atmosphäre. Dies ist ausreichend, um den Klimawandel drastisch zu reduzieren.[59]

Diese Zahlen stehen unter dem Vorbehalt der Nutzung regenerativer Systeme wie „Holistic Management“ zur Verwaltung der Viehbestände. Weiden, Savannen und Wiesen können Kohlenstoff für Tausende von Jahren speichern.[60]

[58] PDH, Primary and secondary roots. In: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Primary_and_secondary_cotton_roots.jpg
[59] PlanetTech ASSOCIATE: Upside (Drawdown) (2014). Siehe Bibliographie.
[60] Rabbi, S.M.F “Mean Residence Time of Soil Organic Carbon in Aggregates Under Contrasting Land Uses Based on Radiocarbon Measurements.” Radiocarbon (2013).

Regenerative Landwirtschaft und disruptive Landwirtschaft

„Carbon Farming“ und „Water Farming“

Gut gestaltete Landwirtschafts- und Viehzucht-Systeme, die Kohlenstoff im Boden konservieren und speichern (bezeichnet als „Carbon Farming“), beinhalten Techniken wie:

- Fokussierung auf interne Ressourcen.
- 100% Vegetationsbedeckung des Bodens, um Erosion durch Wind und Wasser zu vermeiden. Dies ermöglicht darüber hinaus die Unterbringung von sehr viel mehr mikrobiellem Leben.
- Verwendung von mehrjährigen Pflanzen, die tiefere Wurzeln haben als einjährige Pflanzen.
- Weidemanagement, das die Bewegung wilder Säugetierherde imitiert.
- Wachstum von Wildkräutern unter den Anbaukulturen, und/oder während der Anbaupausen.
- Verwendung von Kompost.
- Vermeidung von synthetischen chemischen Elementen, die das Leben im Boden vergiften.
- Bodenbedeckung mit lebender Vegetation.
- Mulchen des Bodens mit Stroh oder anderen Arten abgestorbener Vegetation. Dies schützt den Boden vor Sonne, Wind und Regen, so dass Wasser gespeichert und mikrobielles Lebens gebildet werden kann.
- Regenerative Agroforstsysteme, die Bäume und Sträucher mit der Landwirtschaft oder Viehzucht kombinieren.
- Fruchtfolgen.
- Bodenschonende Landwirtschaft („conservation agriculture“) ohne Verwendung von synthetischen Chemikalien.

Die regenerative Landwirtschaft verbessert und vermehrt die Ressourcen, die sie nutzt, anstatt sie zu beeinträchtigen oder abzubauen. Dies ist eine systemische und ganzheitliche Vision von Landwirtschaft, die das Ziel der Regeneration und ständige Innovation beinhaltet, um ökologisches, soziales, wirtschaftliches und sogar geistiges Wohlbefinden zu erreichen. Diese Praktiken minimieren die Veränderung des Bodenlebens und seine Erosion, integrieren Kompost und erhalten Wurzeln und Stängel, und leisten damit einen Beitrag zur Kohlenstoffbindung aus der Atmosphäre mittels Photosynthese und Kohlenstoffspeicherung in der organischen Substanz im Boden.[61-62]

Diese Praktiken können sehr effektiv mit der Ökologischen Landwirtschaft kombiniert werden, um gesunde Böden, gesunde Nahrung, sauberes Wasser und saubere Luft zu produzieren, all dies mit Inputs, die so weit wie möglich direkt aus der Landnutzung erzeugt werden.

Dies führt zur Bodengesundheit und Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge und Krankheiten.

[61] Lorenz, K. & Lal, R. in Recarbonization Biosphere (Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R. F., Schneider, B. U. & Braun, J. von) Springer Netherlands (2012).
[62] Lal, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma (2004).

Es gibt Systeme, die sich durch die Kombination mehrerer Techniken erfolgreich auf die Regeneration konzentrieren. Die bekanntesten und am meisten weitverbreitet sind:

a) ***Biologisch-dynamische Landwirtschaft***, die eine Reihe von einzigartigen Präparaten verwendet (einschließlich des Präparats „500“), die die Förderung des Bodenlebens bezwecken;

[63]

Biologisch-Organische Wurzeln und biodynamische Wurzeln.

b) ***Permakultur***, die mit ihrer Betonung auf Design und Vielfalt auch zu einer reichlichen Erzeugung und einer verbesserten allgemeinen Ökologie, insbesondere der des Bodens, führt;

[64]

[63] Foto des Autors
[64] AGFORWARD project; Wakelyns Agroforestry, Suffolk, UK aerial by Permaculture Association. In: https://www.flickr.com/photos/agforward/14875272578

„***Holistic Management***“ – ein Viehbestand-Management-System, das in der Regel die Größe des Viehbestandes erhöht und sich auf die Regenation des Bodens konzentriert;

[65]

c) ***Keyline***, ein Design-System, das „nicht-invasives“ Pflügen und die Erhaltung von Wasser an Hängen beinhaltet und gleichzeitig die Böden verbessert.

[66]

[65] Morgner, Manfred: Beispiel für Überweidungsschäden in der empfindlichen Natur Islands. In: https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cberweidung#/media/File:Iceland_Schafe_4994.JPG
[66] Milkwood.net, DSC08288. In: https://www.flickr.com/photos/cicada/2049563608/in/photostream/

Die am meisten zur Regeneration eingesetzten Techniken sind:

***Direktsaat**,* bei der das Pflügen vermieden wird, entweder vollständig oder zum großen Teil. Fast alle Studien zeigen, dass dies zu einer Verbesserung der Struktur des Bodens führt, CO2-Emissionen verringert und die Kohlenstoffmenge im Boden erhöht.[67] Allerdings stellen sich diese Effekte nur dann ein, wenn die konservierende Bodenbearbeitung als Teil eines biologischen Landwirtschaftssystems durchgeführt wird. So wird beispielsweise die Kohlenstoffspeicherung durch die N2O-Emissionen aus der Stickstoffdüngung negativ kompensiert.[68-69] Zudem bremst die Phosphordüngung das Wachstum von Pilzen und Mykorrhizen, was die Kohlenstoffspeicherung und eine gesunde Entwicklung und Widerstandskraft der Pflanzen beeinträchtigt.[70]

Bio-Direktsaat wird immer noch durch eine Minderheit eingesetzt. Diese Technik sollte jedoch gefördert werden, da eine dichte Vegetationsbedeckung erforderlich ist, um Unkraut am Wachstum zu hindern. Zusammen mit anderen agrarökologischen Praktiken weist die Bio-Direktsaat die Fähigkeit auf, innerhalb von zwei Jahren den Kohlenstoffgehalt im Boden um 9% und innerhalb von sechs Jahren um 21% zu erhöhen.[71-72] Die Verbesserung ist besonders ausgeprägt, wenn diese Technik mit Fruchtfolgen kombiniert wird.[73-74]

Die Düngung mit synthetischem Stickstoff wird zwar weithin praktiziert, verursacht aber ein grundlegendes Problem, weil sie den Kohlenstoff im Boden in CO2 umwandelt. Wissenschaftler der Universität Illinois analysierten die Ergebnisse aus 50 Jahren Untersuchungen. Daraus ergab sich, dass der Kohlenstoff aus den Pflanzenresten sich abgebaut hatte und dass etwa 10.000 kg Kohlenstoff jährlich aus jedem Hektar Boden verloren gingen. Die Wissenschaftler zeigten, dass der Verlust an Kohlenstoff im Boden mit der Gabe stickstoffhaltiger Dünger proportional ansteigt.[75]

Darüber hinaus vermindert die Anwendung von synthetischem Stickstoff auch den natürlich im Boden gespeicherten Stickstoff. Die Zugabe von löslichem Stickstoff destabilisiert das Pflanzen-Boden-Ökosystem durch eine Verringerung der Aktivität der Mykorrhizen und Stickstoff-fixierenden Bakterien. Die hohen Mengen löslichen Stickstoffs im Wasser hemmen die mikrobiellen Verbindungen, die den atmosphärischen Stickstoff fixieren.[76] ***Dies widerlegt die Theorie über die Notwendigkeit der Stickstoffdüngung für das Erzielen von stabilem Kohlenstoff; in Realität ist genau das Gegenteil der Fall.***[77-78-79]

Die Verwendung von organischem Stickstoff durch Mykorrhizen (siehe Seite 28) verhindert die Versauerung der Böden, die Verflüchtigung von Stickstoff in die Atmosphäre und seine Auswaschung in Grundwasser, Bäche und Flüsse. Die auf dieser Weise ausgeglichenen Böden sind zudem weniger anfällig für das Eindringen verschiedener Spezies von Unkräutern, deren Keimung durch die Verfügbarkeit von Nitraten stimuliert wird.[80]

---

[67] Abdalla, M. et al. Conservation tillage systems: a review of its consequences for greenhouse gas emissions. *Soil Use Manag.* (2013).
[68] Skinner, C. et al. Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management — A global meta-analysis. *Sci. Total Environ*. (2014).
[69] Khan, S. A., Mulvaney, R. L., Ellsworth, T. R. & Boast, C. W. The Myth of Nitrogen Fertilization for Soil Carbon Sequestration. *J. Environ. Qual.* (2007).
[70] Jasper, D. A., Robson, A. D., & Abbott, L. K. Phosphorus and the formation of vesiculararbuscular mycorrhizas. *Soil Biology and Biochemistry.* (1979).
[71] Carr, P., Gramig, G. & Liebig, M. Impacts of Organic Zero Tillage Systems on Crops, Weeds, and Soil Quality. *Sustainability*. (2013).
[72] Gadermaier, F., Berner, A., Fließbach, A., Friedel, J. K. & Mäder, P. Impact of reduced tillage on soil organic carbon and nutrient budgets under organic farming. *Renew. Agric. Food Syst.* (2011).
[73] De Moraes Sá, J. C. et al. Carbon Depletion by Plowing and Its Restoration by No-Till Cropping Systems in Oxisols of Subtropical and Tropical Agro-Ecoregions in Brazil. *Land Degrad. Dev.* (2013).
[74] West, T. O. & Post, W. M. Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (2002).
[75] Larson, D.L: Study reveals that nitrogen fertilizer deplete soil organic carbon. In *News from the University of Illinois*. (October 2007).
[76] Jones, Christine: Soil Carbon – can it save agriculture's bacon? Unter www.amazingcarbon.com (2010).
[77] Jones, Christine: Nitrogen: the double edged sword. Unter www.amazingcarbon.com (2014).
[78] Khan, S.A et al: The myth of nitrogen fertilization for soil carbon sequestration. In *Journal of Environment Quality* (2007).
[79] Mulvaney, R.L et al: Synthetic nitrogen fertilizer deplete soil nitrogen: a global dilemma for sustainable cereal production. In *Journal of Environmental Quality* (2009).
[80] Jones, Christine: Soil Carbon – can it save agriculture's bacon? Unter www.amazingcarbon.com (2010).

Da in landwirtschaftlich genutzten Flächen etwa 50% des Kohlenstoffs in der pflanzlichen Biomasse gebunden sind,[81] sind ***Deckfrüchte*** und das Einarbeiten von Pflanzenresten eindeutig sehr wichtig für die Kohlenstoffabscheidung.

Außerdem reduzieren sie Stickstoffverlust, Erosion durch Wind und Wasser, Invasion von Unkräutern, Wasserverlust und -verdunstung. Sie erhöhen auch das Eindringen von Wasser, die Fixierung von atmosphärischem Stickstoff (wenn Hülsenfrüchte angebaut werden), und verbessern die Bodenstruktur.[82]

Wenn die Bedeckung mehrjährige Pflanzen beinhaltet, ist die Kohlenstoffbindung dank des komplexeren und tiefen Wurzelsystems noch größer.[83-84]

Der Übergang von Fruchtfolgen mit Monokulturen und unbedecktem Boden zu ***Polykultur-Fruchtfolgen*** ohne Anbaupause erhöht die biologische Vielfalt des Bodens und die Bindung von Kohlenstoff.[85] Der Wechsel von Weizen/Brache/Sonnenblumen zu Weizen/Hülsenfrucht erhöht den Kohlenstoffgehalt.[86]

Das ***Einarbeiten von Pflanzenresten*** nach der Ernte, anstatt sie zu verbrennen oder zu entfernen, ist ebenfalls wichtig.[87-88] Die Nutzung dieser Abfälle zur Erzeugung von Bioenergie reduziert die organische Substanz im Boden.[89]

Die ***Kompostierung*** der Abfälle erhöht ebenfalls die Kohlenstoffabscheidung. Dies beinhaltet den aeroben Abbau organischer Substanz (Pflanzen, Tiere und Kot). Die Einbringen von Kompost in den Boden fördert die biologische Vielfalt, einschließlich des mikrobiellen Lebens, und somit die ökologischen Dienstleistungen (z.B. die Wiederverwertung von Nährstoffen, die Stärkung der Pflanzen gegen Schädlinge oder Krankheiten, und die Steigerung der Bodenstruktur).[90]

Dies verbessert auch die Bodengesundheit und -produktivität[91] - ein Nutzen, der sich ziemlich schnell einstellt. Wenn Kompost anstelle von Stickstoffdünger verwendet wird, wachsen die Wurzeln in Menge und Qualität und fixieren mehr atmosphärischen Kohlenstoff.[92]

Würmer spielen eine wichtige Rolle im Kompost. Es sind sogar Kompostsysteme entwickelt worden, die ihre Menge erhöhen. Einige Forscher argumentieren, dass sie durch das vollständige Ersetzen von destruktiven Agrochemikalien die Grundlage für eine *„zweite (echte) Grüne Revolution“* darstellen. Würmer verbessern die Bodenfruchtbarkeit und steigern die landwirtschaftliche Produktion. Ihre flüssigen und festen Exkremente sind nähstoffreiche biologische Dünger, reich an Humus und Mikronährstoffen und nützlich für das mikrobielle Leben. Sie fixieren Stickstoff, machen Phosphor verfügbar und enthalten reichliche Mengen von diesen beiden Elementen sowie von Kalium.[93]

---

[81] Montagnini, F. & Nair, P. K. R. Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of. Agrofor. Syst. (2004).
[82] Hartwig, N. L. & Ammon, H. U. Cover crops and living mulches. *Weed Sci*.(2002).
[83] Le Quéré, C. et al. The global carbon budget 1959–2011. *Earth Syst. Sci. Data* 5 (2013).
[84] Conant, R. T., Paustian, K. & Elliott, E. T. Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecol. Appl.* (2001).
[85] West, T. O. & Post, W. M. Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (2002).
[86] Ebd.
[87] Wang, Q., Li, Y. & Alva, A. Cover Crops in Mono- and Biculture for Accumulation of Biomass and Soil Organic Carbon. *J. Sustain. Agric.* (2012).
[88] De Moraes Sá, J. C. et al. Carbon Depletion by Plowing and Its Restoration by No-Till Cropping Systems in Oxisols of Subtropical and Tropical Agro-Ecoregions in Brazil. *Land Degrad. Dev.* (2013).
[89] Blanco-Canqui, H. Crop Residue Removal for Bioenergy Reduces Soil Carbon Pools: How Can We Offset Carbon Losses? *BioEnergy Res*.(2013).
[90] Ingham, E. How the soil food web and compost increase soil organic matter content. in *Org.- Solut. Clim. Change* 13 (2006). Unter http://www.ofa.org.au/papers/OFA_Conference_Proceedings.pdf#page=27.
[91] Lal, R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* (2004).
Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Khorasani, R. & Ghorbani, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. *Soil Tillage Res.*(2013).
[92] Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Khorasani, R. & Ghorbani, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. *Soil Tillage Res.*(2013).
[93] Sinha,R., Agarwal, S., Chauhan, K. And Valani, D. (2010) The wonder of earthworms & its vermicompost in farm production: sCharles Darwin's "friend of farmers", with potential to replace chemical fertilizers.

In Experimenten mit Mais, Weizen, Tomaten und Auberginen, die unter Einsatz von Würmern angebaut wurden, konnten positive Ergebnisse bei Faktoren wie Wuchshöhe, Blattfarbe und Textur, sowie Aussehen von Blumen und Früchten beobachtet werden, sowohl im Vergleich zu konventionellen Anbaukulturen (unter Verwendung von Chemikalien) als auch zu Kulturen mit normalem Kompost. Festgestellt wurden ebenfalls eine geringere Empfindlichkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen und ein niedrigerer Verbrauch von Wasser. Die Studien zeigten ein um 30 bis 40% höheres Wachstum als bei konventionellen Kulturen sowie bessere Nährwert- und organoleptische Eigenschaften. *Darüber hinaus ist dieses Verfahren 50 bis 75% kostengünstiger als synthetische Dünger.*[94]

Gehalt und Stabilität des Kohlenstoffs im Boden sind auch abhängig von seinem Gehalt ***an Pilzen***.[95] Die Assoziation zwischen Wurzeln und Pilzen ist ein entscheidender Faktor für das Erreichen der geeigneten Struktur, um eine Freisetzung von Kohlenstoff als CO2 in die Atmosphäre zu vermeiden.[96-97]

Diese Symbiose – die sogenannten ***Mykorrhiza*** – regelt den Austausch zwischen den Pflanzen; mit Mykorrhiza können Pflanzen bis zu 15% mehr Kohlenstoff an den Boden weiterleiten als ohne diese Assoziation.[98] Zusätzlich zum Erhalten vom Zugang zu mehr Nährstoffen werden Pflanzen durch diese Symbiose vor klimatischen Extremen geschützt.

Die am häufigsten vorkommenden *Mykorrhiza* haben Filamente – „***Hyphen***" genannt –, die den Wurzeln der Pflanzen eine größere Reichweite verleihen und damit den Zugang zu Nährstoffen und Wasser verbessern. Die Hyphen sind mit einer klebrigen Substanz überzogen, die im Jahr 1996 entdeckt und „***Glomalin***" benannt wurde. Diese Substanz ist entscheidend für Bodenstruktur und Kohlenstoffabsorption. Das Landwirtschaftsministerium der Vereinigten Staaten hat bereits seinen Schutz empfohlen, um *Arbeit und den Einsatz von Chemikalien zu minimieren*, sowie den Einsatz einer lebendigen Vegetationsbedeckung.[99]

Die Verwendung von Chemikalien in der Landwirtschaft hemmt die Wechselwirkungen von Mykorrhiza und Mikroben, die Kohlenstoff speichern. *Die Ausbildung von Hyphen wird durch höhere CO2-Konzentrationen in der Atmosphäre verstärkt!*[100] Ein langer Feldversuch mit verschiedenen Bewirtschaftungs-Systemen zeigte einen positiven Zusammenhang zwischen Vorkommen von Hyphen, Bodenaggregation und Kohlenstoff- und Stickstoffabscheidung auf.

Diese Ergebnisse bedeuten, dass der Verlust von Mykorrhiza schwerwiegende Folgen für Ökosysteme hat. Es ist auch festgestellt worden, dass die Anwendung von Fungiziden das Vorkommen von Hyphen und Glomalin verringert.[101] Wenn Aggregate im Boden nicht gebildet werden (aufgrund der Abwesenheit von Mykorrhizen), werden erhebliche stabile Mengen an Kohlenstoff nicht fixiert; dies trifft auch auf die Fixierung atmosphärischen Stickstoffs zu.[102]

---

[94] Ebd.
[95] Vries, F. T. de et al. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. Proc. National Academy of Sciences (2013).
[96] Kell, D. B. Breeding crop plants with deep roots: their role in sustainable carbon, nutrient and water sequestration. *Ann. Bot*. (2011).
[97] Heitkamp, F. et al. in Recarbonization Biosphere (Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R. F., Schneider, B.U.& Braun, J. 2012).
[98] Christine Jones unter http://www.amazingcarbon.com/.
[99] Schwartz, Judith. Soil Carbon Storehouse: new weapon in climate fight? In Environment360 04/03/2014.
[100] Comis, D. Glomalin: hiding place for a third of the world's stored soil carbon. *Agric. Res.* 4, (2002). Rillig, M. C., Wright, S. F., Allen, M. F. & Field, C. B. Rise in carbon dioxide changes soil structure. *Nature* (1999).
[101] Wilson GW1, Rice CW, Rillig MC, Springer A, Hartnett DC. *Ecol Lett.* "Soil aggregation and carbon sequestration are tightly correlated with the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi: results from long-term field experiments." Epub 2009 Mar 23.
[102] Christine Jones: Nitrogen, the double edged sword. Unter http://www.amazingcarbon.com/ (2014).

[103]

Das Netzwerk von Filamenten ist die wichtigste Struktur, die die Pflanzen dazu befähigt, viele lebenswichtige Nährstoffe zu absorbieren – nicht die Wurzeln als solche.

Wenn sich die Pilze zersetzen, bleibt der Kohlenstoff für Jahrzehnte stabil, so dass die organische Substanz Zeit hat, Verbindungen mit Metallen und Mineralien einzugehen. Hierdurch entstehen Verbundstoffe, die im Boden für Tausende von Jahren verbleiben können.[104] Ein weiteres Mittel, diese vorteilhaften Effekte zu erzielen, ist die Beimpfung des Bodens mit Pilzen, insbesondere wenn die natürliche Population durch konventionelle Bodenbearbeitung und/oder die Nutzung von synthetischen Chemikalien zerstört worden ist.[105-106]

Da die Wurzeln für diesen Prozess benötigt werden, muss das landwirtschaftliche Management mehrjährige Pflanzen, eine ökologisch-konservierende Bodenbearbeitung, sowie lange Wurzeln mit komplexen Strukturen umfassen: bewaldete Flächen, Naturräume und biologische Vielfalt.

Trophobiose[107]

Trophobiose ist die Symbiose zwischen den Organismen an den Stellen, wo sich Nahrung befindet. *Sie erklärt auch das Wiederaufleben von Schädlingen in Kulturpflanzen, auf welche Biozide angewendet wurden – was eine stärkere Abhängigkeit von Bioziden mit sich bringt*.

Insekten sind sehr effektiv, denn sie verwenden Aminosäuren, um ihre eigenen Proteine, die komplexere Strukturen darstellen, zu bilden. Sie können sich aber nicht direkt von Proteinen ernähren, da sie nicht in der Lage sind, diese in ihre Grundelemente, Aminosäuren, zu spalten. Ihre grundlegende Nahrung besteht aus freien Aminosäuren und Zucker.

Wenn eine Pflanze sich im Ruhezustand befindet, weist sie einen niedrigen Pegel von Aminosäuren auf, da diese verwendet wurden, um diesen Zustand herzustellen. Wenn sie kräftig wächst, werden die Aminosäuren unmittelbar für die Wachstumsförderung verwendet.

[103] sunphlo, fungal mycorrhiza. In: https://www.flickr.com/photos/sunphlo/7702413150/in/photolist-cJCT5J-p3A8Jn-o1RAkc-nYLYta-nGzMRq-pk4vpj-p3B9uN-p3Acvv-pi4fru-pi4g8j-pk6rM8-p3BgS2-p3BgG2-p3Aro1-p3Anmy-pi4f9q-p3Akv9-p3BiH6-p3B8Jj-pk6rd2-aMWP8P-nGAyq2-o1RAmp-eEYa8x-d6VUaf-WuDx5-39BcJn-fGhYLW-qUmuza-nz5oUB

[104] Lorenz, K. & Lal, R. in Recarbonization Biosphere (Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R. F., Schneider, B. U. & Braun, J. Von Springer Netherlands. (2012)

[105] Douds, D. D., Nagahashi, G. & Shenk, J. E. Frequent cultivation prior to planting to prevent weed competition results in an opportunity for the use of arbuscular mycorrhizal fungus inoculum. *Renew. Agric. Food Syst*.(2012).

[106] Douds Jr., D. D., Nagahashi, G. & Hepperly, P. R. On-farm production of inoculum of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi and assessment of diluents of compost for inoculum production. *Bioresour. Technol.* (2010).

[107] Chaboussou, Francis: “Healthy Crops: A New Agricultural Revolution”. Ed. Paperback (2005). Siehe Bibliographie.

Die Insekten können dann von der Pflanze leben, jedoch nicht in großem Umfang zunehmen, da sie eine größere Verfügbarkeit von Nahrung benötigen, um ihre eigenen Proteine, DNA und andere Substanzen aufzubauen. Sie benötigen größere Mengen löslicher Aminosäuren, Zucker und Mineralien.

Was bewirkt, dass sie schneller wachsen und weniger anfällig werden? Ein lebendiger, reicher und mit hoher biologischer Vielfalt ausgeprägter Boden.

Pflanzen, die nicht als Nahrung für Insekten dienen, sind nicht schmackhaft. Diejenigen, die einen hohen Nahrungswert für sie haben, weisen eine übermäßige Menge von löslichen Nährstoffen und ein metabolisches Ungleichgewicht auf. *Dieses Ungleichgewicht wird oft durch übermäßiges Pflügen des Bodens sowie durch ein Mangel an Vegetationsbedeckung verursacht.*

Doch das wirksamste Mittel, um den Pflanzen-Stoffwechsel zu verändern, ist der Einsatz von Pestiziden, Herbiziden, Fungiziden und Kunstdüngern. Jeder Mangel, insbesondere an Mikronährstoffen, hemmt den Prozess der Proteinsynthese (d.h. die Umwandlung von Aminosäuren in Protein) mit einer entsprechenden Zunahme an freien Aminosäuren, die von Insekten bevorzugt werden.

Alle synthetischen Chemikalien, die in der Regel auf Anbaukulturen angewendet werden, verursachen ähnliche Reaktionen, die Pflanzen schmackhafter für Insekten und anfälliger für Infektionen machen:

- Abnahme der Proteinsynthese;
- Zunahme der verfügbaren Aminosäuren;
- Erhöhung der löslichen Zucker.

Stickstoffdünger zersetzen sich zu Aminosäuren und machen dadurch Pflanzen anfälliger.

Die Verwendung von chemisch-synthetischen, insbesondere stickstoffhaltigen Düngemitteln erhöht den Gehalt löslichen Stickstoffs im Gewebe der Pflanzen, so dass sie attraktiv und anfällig für Insekten und Krankheiten werden.

Darüber hinaus liefern sie nur *drei Elemente: Stickstoff, Phosphor und Kalium*. Pflanzen benötigen jedoch ein Minimum von 43 Elementen. Ein reichhaltiges und gesundes Agrarsystem ist erforderlich, um diesen Mindestmaß zu erreichen.

Dies unterstreicht das erhebliche Ungleichgewicht einer Pflanze, die sich in einem nährstoffdegradierten Boden mit einem Zugang zu nur drei Elementen entwickelt, und stellt ihre Eignung als menschliche und tierische Nahrung in Frage.

Wenn Insekten reichliche Mengen an Aminosäuren und Zucker entdecken, verändern sich die folgenden Verhaltensweisen:

- Erhöhung der Fruchtbarkeit;
- Erhöhung der Lebensdauer;
- kürzere Reproduktionszyklen;
- Anstieg der Eierproduktion; und
- Anstieg der Zahl der weiblichen Population im Verhältnis zur männlichen.

Durch die Intensivierung der Landwirtschaft sind bakteriologische Erkrankungen schwerer zu bekämpfen - was eine Folge der Verwendung von **Herbiziden und anderer Pestizide** ist – Produkte, die ohne eine ernsthafte Beurteilung ihrer Auswirkungen auf das biochemische Gleichgewicht verkauft und angewendet werden.

Herbizide, mit ihren spezifischen und drastischen toxischen Auswirkungen auf alle Pflanzen, hemmen die Prozesse der Proteinsynthese und können daher verursachender Faktor für die Zunahme von viralen Krankheiten sein. Es ist daher schwierig, eine Viruserkrankung zu eliminieren, ohne den physiologischen Zustand der Pflanze zu berücksichtigen, der abhängig von ihrer „Diät“, dem Klima und der Vergiftung durch chemisch-synthetische Substanzen ist.

Anstatt in der Entwicklung von Schädlingsresistenzen – eine Erklärung, die die Unternehmen der Agrarchemie neue, scheinbar unverzichtbare Produkte vorschlagen lässt –, liegt das Problem im Kern des Ansatzes: diese Chemikalien verändern den Stoffwechsel und das biochemische Gleichgewicht der Pflanzen zugunsten von verschiedenen Insekten und Schädlingen.

Dies bedeutet nicht, dass Pestizide unwirksame Biozide sind, sondern dass sie Pflanzen durch die Veränderung des biochemischen Gleichgewichts nahrhafter und schmackhaft für Insekten machen.

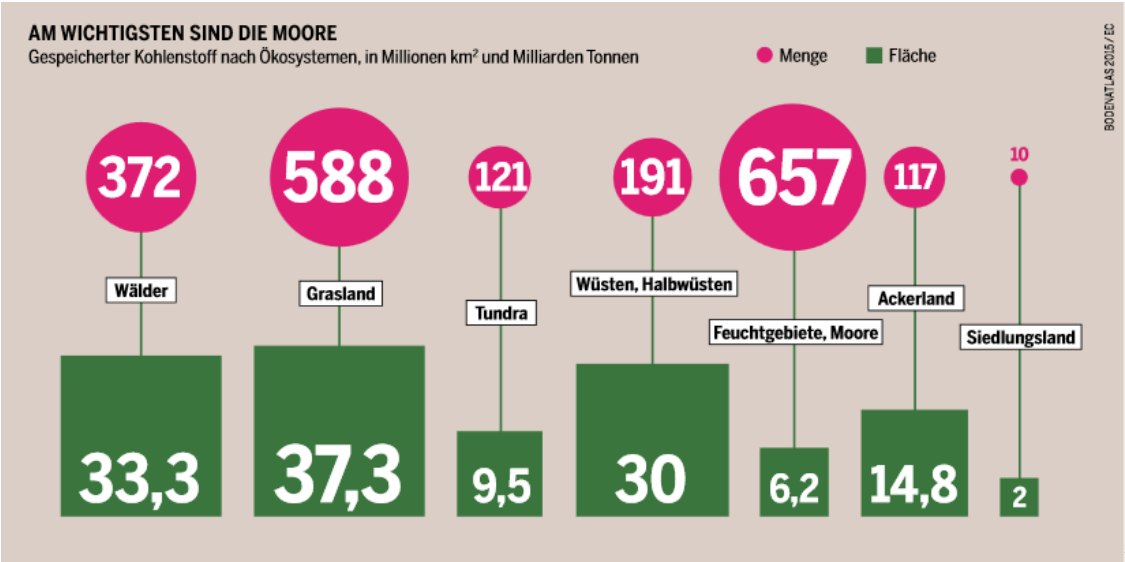
Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass:

1. *das Anwenden von synthetischen Chemikalien unweigerlich zur Erhöhung von Schädlingen und Krankheiten führt;*
2. *ein durch biologischer Vielfalt geprägter, gesunder und lebendiger Boden der Schlüssel zum Erhalt von gesunden, widerstandsfähigen, vitalen und nahrhaften Anbaukulturen ist und den Umgang mit möglichen „Angriffen" durch Insekten und Krankheiten erleichtert.*

Der Boden als Methansenke

Feuchtgebiete, Flüsse, Meere, Seen, Pflanzen, sich zersetzende Vegetation, insbesondere in feuchten Klimazonen, und viele Tierarten wie Termiten und Wale, haben Methan über die Spanne ihres Lebens hinweg produziert. Wiederkäuer wie Büffel, Kamele, Giraffen, Antilopen und Bisons gab es früher, vor der industriellen Revolution, mehr als heute. Die Atmosphäre hätte eine riesige Menge Methan angesammelt, wäre es nicht im Laufe der Jahrtausende absorbiert oder aufgelöst worden.

Neben dem „Deaktivieren" von Methan in der Atmosphäre[108] dienen biologisch aktive Böden als Methansenken, dank der mechanotrophen Bakterien, die Methan als Energiequelle nutzen.[109] Diese Bakterien sind nicht nur, wie alle Lebewesen, in ihren Funktionsweisen durch den Einsatz von synthetischen Düngemitteln, Herbiziden und Pestiziden, beeinflusst, sondern auch durch die Versauerung der Böden und ihrer übermäßigen Veränderung.



110

Kohlenstoffspeicherung in verschiedenen Ökosystemen

[108] Quirk T.W: Twentieth century sources of methane in the atmosphere. Energy and Environment (2010).
[109] Dunfield, P.F: The soil methane sink. In D.S Reay, C.N. Hewitt, K.A Smith and J. Grace, eds Greenhouse gas sinks. United Kingdom (2007).
[110] Quelle: Soil Atlas 2015. Siehe Bibliographie.

Urwälder als Kohlenstoffsenke

Urwälder entnehmen der Atmosphäre CO2 in einem Rhythmus, der sich je nach Klima und Stickstoffkreislauf unterscheidet. Kohlenstoff lagert sich im Holz und bei der Zersetzung organischer Materie ab. Sie werden nicht durch internationale Abkommen geschützt, da man glaubt, dass sie aufhören, Kohlenstoff anreichern, sobald sie eine gewisse Reife erreichen. Dagegen haben neuere Studien gezeigt, dass sie etwa 1,3 GT Kohlenstoff pro Jahr aufnehmen. Ein großer Teil dieses Kohlenstoffes kehrt in die Atmosphäre zurück, wenn diese Wälder, die rund 15% der weltweiten Waldfläche ausmachen, umgewandelt werden.[111]

Industrielle Forstplantagen

In diesem Zusammenhang meint die Forstindustrie, dass Monokulturen helfen können, die oben beschriebenen Probleme zu lösen. Aber forstliche Monokulturen werden üblicherweise als "grüne Wüsten " bezeichnet, sie basieren auf der ständigen Anstrengung, die natürliche Tendenz zur Komplexität zu unterdrücken.

Eine aktuelle Studie, die in Eukalyptus-Plantagen durchgeführt wurde, bestätigt einen "signifikanten Verlust an organischer Substanz und einen Anstieg des Säuregehaltes, der mit einer Veränderung der physikalisch-chemischen Eigenschaften einhergeht"[112], die Verdichtung des Bodens, so dass kein Wasser mehr aufgenommen werden kann, sowie eine mögliche toxische Gefahr für andere Pflanzen und Mikroorganismen, Jahre nachdem der Eukalyptus entfernt wurde. Darüber hinaus setzt das Fällen von Bäumen den in ihnen gelagerten Kohlenstoff frei.

Das zweischneidige Schwert und die mögliche CO2-Bindung

Viele Stimmen in der wissenschaftlichen Gemeinschaft vertreten die Ansicht, dass der gesamte, durch Menschen emittierte Kohlenstoff im landwirtschaftlichen und Weideland aufgenommen werden könnte, wenn es angemessen bearbeitet würde. *Damit würden Industrie- und Verkehrsemissionen zu einem lokalen Problem*.

Böden enthalten die größten Einlagerungen von Kohlenstoff in seinem terrestrischen Zyklus. Es wird angenommen, dass die ersten Meter Bodentiefe 1.500 Gigatonnen (1 GT = 1,000 Millionen Tonnen) organischem Kohlenstoff enthalten[113], etwa doppelt so viel wie in der Atmosphäre, während die Vegetation etwa 600 GT (270 GT in Wäldern) enthält.[114]

Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) hat errechnet, dass die regenerative Bearbeitung aller landwirtschaftlichen Flächen jährlich über 40% der Emissionen (21 GT) aufnehmen könnte. Wenn Weideland dazukommt, würden weitere 71% (37 GT) aufgenommen werden.[115]

Wir schwingen daher das zweischneidige Schwert gewaltiger Proportionen und möglicher Folgen:

a. ***Wir haben immer noch das gewaltige Potential, die Lage zu verschärfen***, indem wir immer mehr Kohlenstoff durch unsere industrielle, „extrahierende“ Landwirtschaft und durch die Zerstörung der Ökosysteme in die Atmosphäre freisetzen.
b. ***Es besteht eine denkbare Möglichkeit, diese gefährliche Situation effizient, schnell, einfach, kostengünstig und ohne Risiko zu beheben*** – Eigenschaften, die in der Regel Geo-Engineering-Projekte nicht auszeichnen.

---

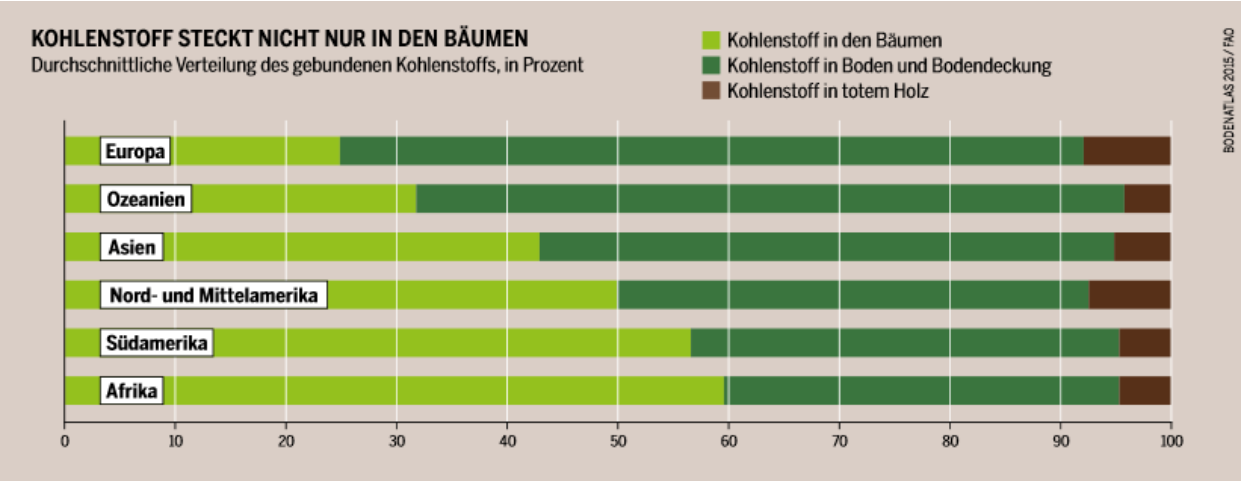
[111] Luyssaert, S et al «Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 451 (2008).
[112] Savannah ter Veer, Andrea Bautista. “Will the removal of Eucalyptus trees alter soil pH?” Advanced Placement Environmental Science Program. San Diego (2013).
[113] Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities.Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
[114] Ebd.
[115] UNEP. The emissions gap report 2013. (United Nations Environment Programme, 2013). In der Bibliographie.

Die Berechnungen des *UNEP* kommen zu den gleichen Schlussfolgerungen im Bezug auf die zu ergreifenden Maßnahmen: die industrielle Landwirtschaft hindert den Boden daran, Kohlenstoff zu binden. Der Boden kann nämlich in der Tat große Mengen davon binden: durch organische Substanz, die reich an Nährstoffen für die Vegetation ist, durch Fruchtbarkeit und durch Wasserzirkulation. *Das UNEP schlägt finanzielle Anreize und ein globales Klimaabkommen vor, welches Emissionsgutschriften für Böden vorsieht.*

[116]

Jedoch ist der gebundene Kohlenstoff sehr anfällig für menschliche Handlungen: ca. 60 % des im Boden und in der Vegetation gelagerten Kohlenstoffes wurde als Ergebnis der veränderten Landnutzung in die Atmosphäre freigesetzt. Rund 24% der weltweiten Bodenfläche ist von sinkender Produktivität der letzten 25 Jahren aufgrund nicht nachhaltiger Nutzung betroffen. Die steigende Weltbevölkerung und der globale Verbrauch haben diesen Trend noch verstärkt.[117]

[116] H2O, Feedlot in Texas. In: https://de.wikipedia.org/wiki/Feedlot#/media/File:Feedlot-1.jpg
[117] FAO: Scarsità e degrado del suolo e dell'acqua: una minaccia crescente per la sicurezza alimentare. Unter http://www.fao.org/news/story/it/item/95268/icode/ (2011)



[118]

Kohlenstoff ist nicht nur in den Bäumen enthalten: der hellgrüne Balken zeigt den Anteil Kohlenstoff, der in Bäumen lagert; der dunkelgrüne Balken den Anteil, der in der Erde und in der Vegetationsdecke und der braune Balken den Anteil im Totholz.

Unsicherheit?

Das technische Speicherungspotenzial für jeden Hektar hängt ab von:

- Der Art des Bodens;
- der Topographie;
- dem Klima;
- der zur Verfügung stehenden Biomasse;
- der Möglichkeit, die Bearbeitungssysteme zu ändern.[119]

Obwohl ein gewisser Grad an Unsicherheit an diesen Bedingungen hängt, gibt es regenerative Systeme, die zeigen, dass Schwierigkeiten überwunden und Verbesserungen über kurze Zeit erreicht werden können. Das zeigt die oben genannte *Biodynamische Landwirtschaft*, die *Permakultur*, *ganzheitliche Tierhaltung* und *Key Line*.

Diese Systeme können zusammen mit anderen vergleichbaren Techniken generisch auch als Regenerative Systeme bezeichnet werden, weil sie einen Schwerpunkt darauf legen, möglichst optimale Bedingungen zu (re)generieren (die über die Instandsetzung hinaus gehen), angefangen vom Boden, auf dessen „Revitalisierung“ ein besonderes Augenmerk gelegt wird.

Es ist unumstrittene Wissenschaft, dass tausende Spezies im Boden stabile Kohlenstoffmoleküle aus atmosphärischem CO2 produzieren, das von den Pflanzen durch Photosynthese aufgenommen wurde. Es lässt sich daher eine ***qualitative Methodik*** formulieren, welche die Schwierigkeiten der quantitativen Methodik im Hinblick auf die Zeit, die Exaktheit, die Kosten und die technologischen Anforderungen beseitigt.[120]

Wartet man auf sicheres und eindeutiges Wissen, riskiert man, nichts zu tun und den Preis dafür zu bezahlen. Auf einer verwüsteten Fläche, die schlecht bewirtschaftet wurde, kann Regeneration innerhalb von ein bis drei Jahren beobachtet werden: Wasser, Säugetiere, Vögel, Insekten, Pflanzen, Pilze und mikrobiotisches Leben kommen zurück.

[118] Quelle: Soil Atlas 2015. Siehe Bibliographie.
[119] Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock –A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome, Italy: Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Adam D. Sacks: Carbon farming: paying for results, not for data. In Savory Institute Newsletter 08/04/2014
[120] Adam D. Sacks: Carbon farming: paying for results, not for data. In Savory Institute Newsletter 08/04/2014

Das gleiche gilt für Kohlenstoff. So funktioniert die Natur seit tausenden von Jahren, insofern ist das vorhersehbar.[121]

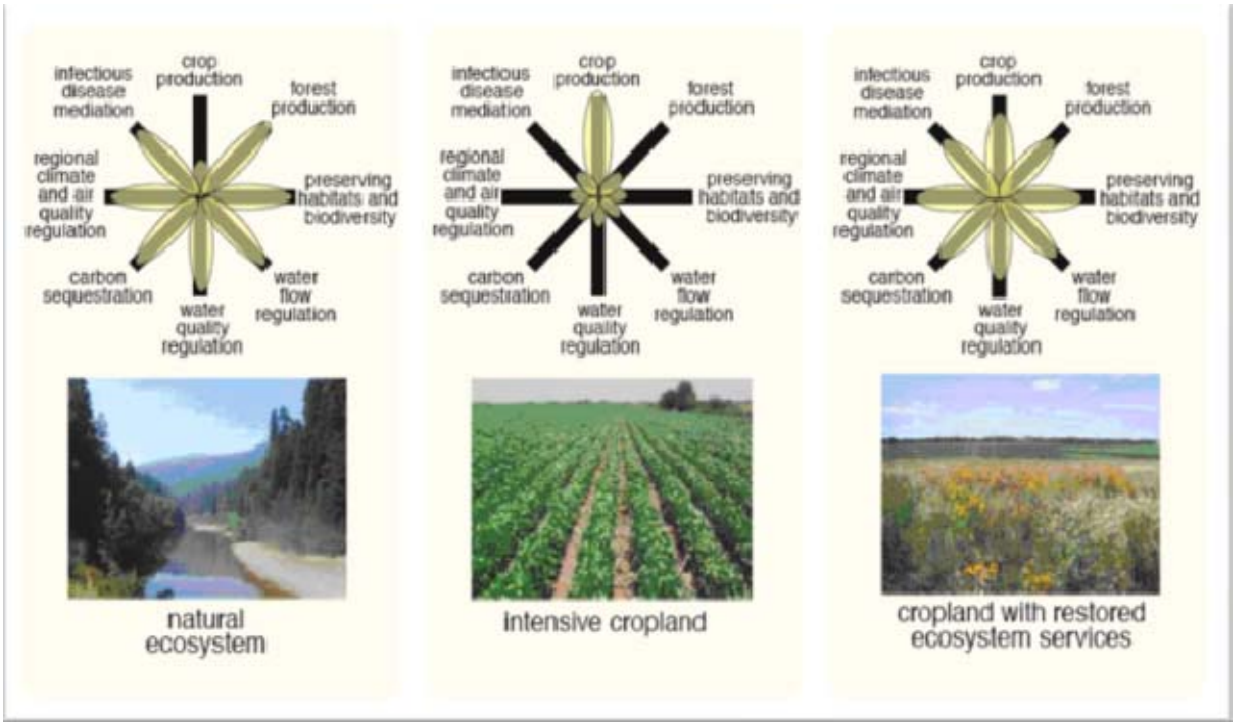
Ein Boden, der reich an Kohlenstoff und Vielfalt anderer Elemente und Organismen ist, steht für:

- *Ernährungssicherung*
- *Anpassung und Resilienz im Hinblick auf Klimaveränderungen*

Praktiken, die den Kohlenstoffanteil in landwirtschaftlichen Böden und Weisen erhöhen, sind an sich nutzenstiftend und erhöhen die Ernten.

Sowohl die ***Wirtschaftlichkeit des landwirtschaftlichen Sektors*** als auch das individuelle und soziale Wohlergehen, sowie das von Familien, sind untrennbar mit der Bodengesundheit verbunden. Die Funktionsweise des Bodens, der Vegetation und der Wasserkreisläufe ist ernsthaft eingeschränkt, wenn nicht geschädigt oder durch seine Degradation verändert, das führt zu einer schwächeren Widerstands- und Anpassungsfähigkeit an Klimaschwankungen.

Der wichtigste Indikator für die Gesundheit des Agrarsystems (und der langfristigen Resilienz eines Landes) liegt darin, ob der Boden sich entwickelt oder verkümmert. Ein Verlust an Boden bedeutet auch den Verlust ökologischer und wirtschaftlicher Grundlagen.



Verschiedene Leistungen von Ökosystemen entsprechend der Bodennutzung. (Naturschutzbehörde, Vereinigte Staaten). Die erste Option ist das Ökosystem, das keine großen Ernten erwirtschaftet, es ist aber notwendig aufgrund der vielfältigen Ökosystemleistungen. Die zweite Option ist unbefriedigend weil sie alles außer den unmittelbaren Produktionsmengen zerstört. Die dritte Option verbindet Produktion mit Regeneration und erbringt somit auch ökosystemische Leistungen.

Ausreichend hohe Ernten sind ein zentrales Thema in dieser Diskussion, da Unterstützer der konventionellen / chemischen Landwirtschaft behaupten, dass Ernten sehr schnell einbrechen würden, wenn man ihre Produktionsmethoden aufgeben würde. In der Tat fallen Ernten in der ökologischen Produktion tendenziell geringer aus, wenn chemische Substanzen einfach durch biologische ersetzt werden, und alle anderen Praktiken (Monokulturen, offen liegende Böden, etc.) beibehalten werden.[122]

[121] Ebd.
[122] Seufert, V., Ramankutty, N. & Foley, J. A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. Nature (2012).

Wenn regenerative Systeme ganzheitlich angewendet werden, *haben ökologische Ernten die Menge von konventionellen bei fast allen Früchten überschritten*, unter anderem bei Mais, Weizen, Soya und Sonnenblumen.[123] Sie sind auch resistenter gegen extreme Klimaereignisse: Besonders in trockenen Jahren haben ökologische Ernten sich als höher erwiesen (zum Beispiel 30% mehr Mais als in konventioneller Landwirtschaft).[124]

Das verbreitete Argument, dass die *wachsende Weltbevölkerung* die Steigerung der globalen Produktion nötig macht, ist falsch: Hunger und der Zugang zu Nahrung hängt nicht von Ernten ab, sondern von politischen, ökonomischen und umweltbezogenen Entscheidungen.[125] [126] Der Zugang würde sich in einer klein-strukturierten, regenerativen Landwirtschaft verbessern,[127] insbesondere wenn sie sich in Städte ausweiten würde (Terrassen, kommunale Gärten, Gärten die „Essen, nicht Wiese produzieren").

Die Tiefe der Kohlenstofflagerung

Wahrscheinlich wurde die Kohlenstoff-Aufnahmekapazität regenerativer Böden unterschätzt. Das hängt damit zusammen, dass Messungen häufig bis zur „Pflugtiefe" unternommen werden, wobei unlängst entdeckt wurde, dass oft mehr als die Hälfte des Kohlenstoffes in 20 bis 80 cm Tiefe lagert. Jenseits der Tiefe von 30 cm ist der Kohlenstoff älter, er kann dort für tausende von Jahren lagern.[128] Auf begrünten Flächen mit tiefen Wurzeln wurde Kohlenstoff in einer Tiefe von 5 bis 40 Zentimetern gefunden.

Folglich sind regenerative Strategien (tiefe Wurzeln, Kompost, Kräuter und Leguminosen und Würmer) geeignet, Kohlenstoff in Tiefen zu befördern, in denen er stabil lagern kann.

Vielfach förderliche Konsequenzen

Für alle Akteure ist dies ein Nutzen stiftender Prozess, da er, zusätzlich zur Reduktion der Emissionen des landwirtschaftlichen Sektors und der Rückführung des Kohlenstoffes „dahin, wo er hingehört – in die Erde", folgendes beinhaltet:

- Verbesserung der Bodengesundheit als Lebensgrundlage und damit unserer Existenz;
- höhere Bodenfruchtbarkeit, steigende Produktivität und langfristige Wettbewerbsfähigkeit;
- höhere Wasserspeicherkapazität, die sowohl Dürren als auch Überflutungen entgegenwirkt;
- bessere Wasserqualität;
- Verhinderung oder merkliche Reduzierung der Erosion;
- Verhinderung oder merkliche Reduzierung der Versalzung;
- verbesserte Ernährungssicherung;
- eine generelle Verbesserung der Umwelt, inklusive der Tierwelt, für die wir verantwortlich sind;
- geringere Abhängigkeit von volatilen Dünge- und Spritzmittelmärkten;
- höheres Einkommen für bessere Produktion und die Bezahlung von Umweltleistungen;
- Stabilisierung und Erhöhung der Einwohnerzahlen auf dem Land wegen des Einkommensanstieges und der verringerten Kosten;

---

[123] De Ponti, T., Rijk, B. & van Ittersum, M. K. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. Agric. Syst.(2012).
[124] Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D. & Seidel, R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. BioScience (2005).
[125] Magdoff, F., Foster, J. B. & Buttel, F. H. Hungry for profit: the agribusiness threat to farmers, food, and the environment. (*Monthly Review Press*, 2000). McMahon Paul, Feeding Frenzy 2013. Siehe Bibliographie.
[126] McMahon Paul, Feeding Frenzy 2013. Siehe Bibliographie.
[127] UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). Trade and Environment Review 2013, Wake up before it is too late: Make agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate. Unter <http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?
publication id (2013).
[128] Rumpel, C., Chabbi, A. & Marschner, B. in Recarbonization Biosphere (Lal, R., Lorenz, K., Hüttl, R.F., Schneider, B. U. & Braun, J.) Von Springer Netherlands, 2012.

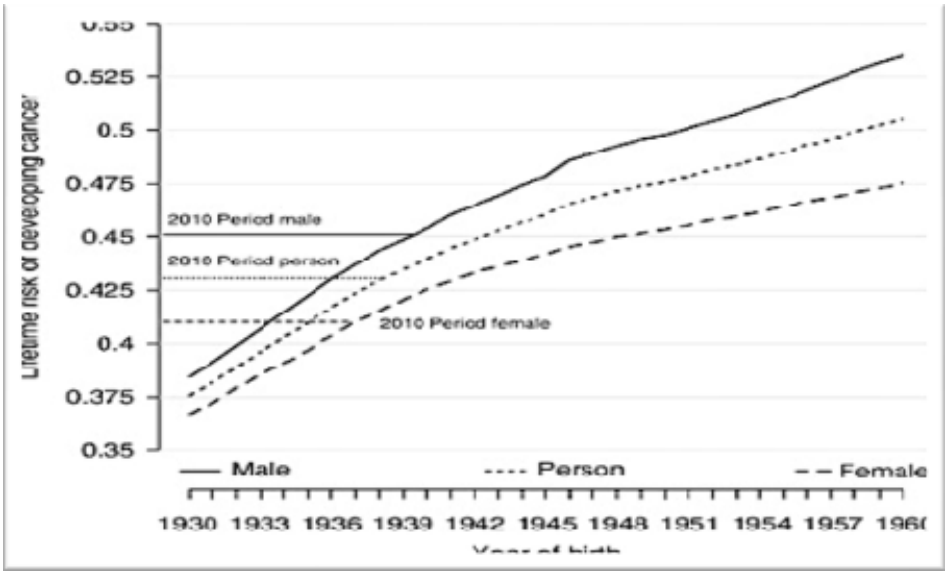
- verbesserte Bedingungen, sich an den Klimawandel anzupassen.[129] [130]

Eine Ausnahme bilden Produzenten chemischer Inputs und ihre Techniker und Händler, Berater und andere abhängige Akteure, die am Status quo festhalten wollen, anstatt sich umzuorientieren.

Menschliche Gesundheit

Die Ernährungsqualität von Böden, Pflanzen, Tieren und Personen ist in den letzten 50 Jahren bedenklich gesunken, und dies zum großen Teil wegen der Reduktion des Kohlenstoffes, dem wichtigsten Faktor von Nährstoffkreisläufen im Boden.[131] Bodengesundheit und die menschliche Gesundheit sind aufs Engste miteinander verbunden.

Nahrung wird häufig unter dem Aspekt der *Quantität* berücksichtigt, und darum wird das Problem in „entwickelten Ländern“ nicht wahrgenommen. Doch Nahrung, die unter den Bedingungen verarmter Böden produziert wird, enthält nicht die essentiellen Nährstoffe, die für ein gut funktionierendes Immunsystem notwendig wären. Vorzeitige Todesfälle wegen Krankheiten wie Herzproblemen oder Krebs sind heute verbreiteter als sie es je waren. Zum Beispiel ist der Anteil von Krebsfällen von einem je hundert Fällen vor fünfzig Jahren zu drei Fällen je 100 Personen angestiegen.[132]



Unterschiedliche Krebsraten nach Geburtsort und Geschlecht in Großbritannien[133]

Das Immunsystem wird durch verstärkten Kontakt mit Chemikalien geschädigt, das summiert sich zu unzureichender Nährstoffversorgung durch Essgewohnheiten.

Wenn Böden krank werden, werden das auch Menschen, weil wir von ihnen abhängen.[134] Im Jahr 2003 hatte ein Beefsteak in Großbritannien 50% mehr Eisen als es 1940 hatte.[135]

In den Vereinigten Staaten müsste ein Mensch 26 Äpfel essen, um die gleiche Menge Eisen aufzunehmen, die in einer Frucht im Jahr 1950 steckte.[136]

---

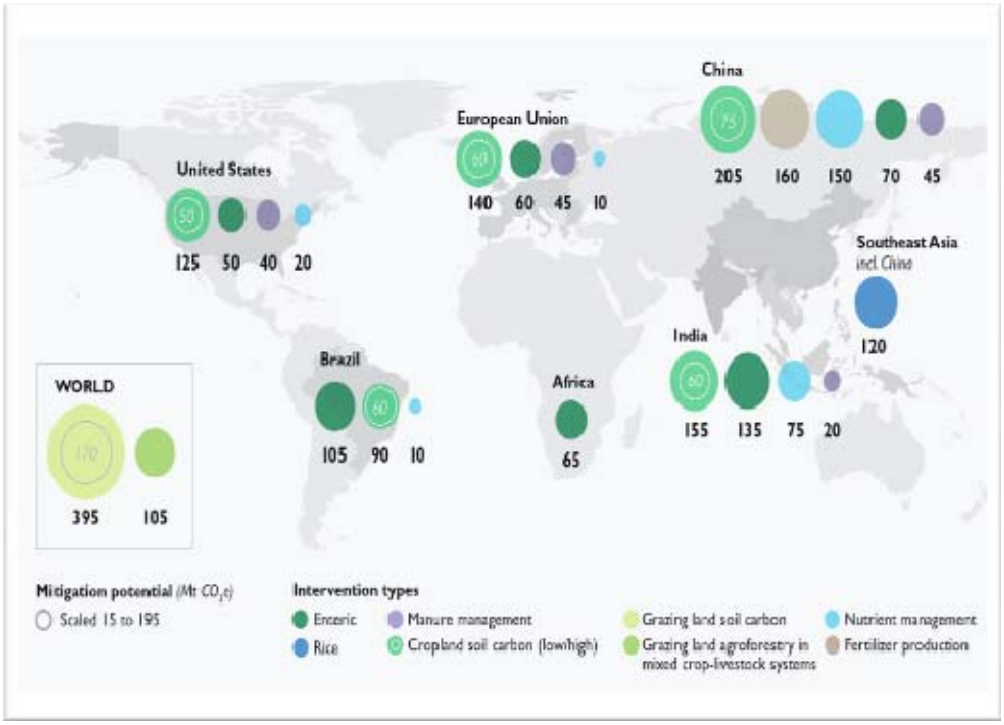
[129] Smith, P. et al. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. (2008).
[130] UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). Trade and Environment Review 2013, Wake up before it is too late: Make agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate. (2013). Siehe Bibliographie.
[131] Jones, C: Soil carbon –can it save agriculture’s bacon? At www.amazingcarbon.com (2010)
[132] A S Ahmad, N Ormiston-Smith and P D Sasieni: Trends in the lifetime risk of developing cancer in Great Britain: comparison of risk for those born from 1930 to 1960. Unter http://www.nature.com/bjc/journal/v112/n5/full/bjc2014606a.html (03 Februar 2015).
[133] Ebd.
[134] *Nature*, editorial n 517. (20 Enero 2015.)
[135] Thomas, D. A study on the mineral depletion of the foods avaible to us as a nation over the period 1940 to 2002. In *Nutrition and Health* (2007).

Massenhafter Chemikaliengebrauch ist mitverantwortlich für diese dramatischen Effekte. Insbesondere *Glyphosphat*, die Grundlage des am weitesten verbreiteten Herbizids in der Welt – Round Up von Monsanto – kappt den Pflanzen ihren Zugang zu Mineralien und zerstört durch seine stark herbizide Wirkung die vitalen Prozesse, die notwendig für die Nährstoffaufnahmen sind.[137] Kürzlich hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) Glyphosat als „wahrscheinlich cancerogen" eingestuft.[138]

Wachsender globaler Kontext

In den ***Vereinigten Staaten*** gibt es über die genannten Aspekte eine Übereinkunft. Die „American Farmers' Group" hat ein Kreditsystem für Techniken der Kohlenstofflagerung entwickelt. Es wurde der Regierung von der einflussreichen und sicherlich nicht umweltfreundlichen Iowa Corn Growing Association und der Illinois Corn Growing Association vorgestellt.

Die staatliche Agrarbehörde (Secretary of Agriculture) veröffentlichte 2009 einen Artikel, in dem der Klimawandel in Verbindung mit dem ländlichen Sektor diskutiert wurde. Darin heißt es: „die Möglichkeiten des Kohlenstoff-Marktes und einer neuen Energiepolitik für Landwirte und Tierhalter sind zu vielversprechend, um sie zu ignorieren, weil … wir uns damit nicht nur vor einer nahenden Klimakrise schützen, sondern auch den ländlichen Sektor dieses Landes wiederbeleben können." Ein weiteres klares Signal kam von der USDA Abteilung für Ökosystem-Leistungen und Märkte, das plant die Regulierung von Wasser, Biodiversität und Kohlenstoffmärkten zusammenzuführen.

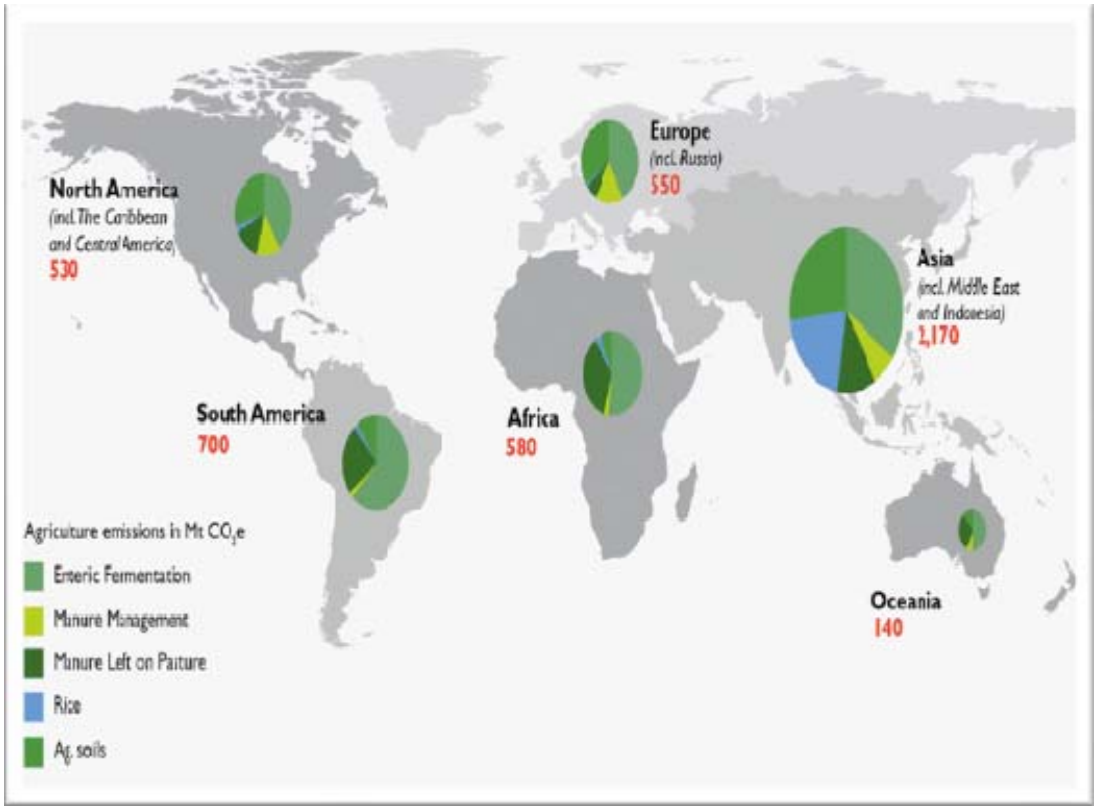


Globale Potenziale für die Verringerung des Klimawandels [139]

[136] Mercola, J: How to bring minerals back into the soil and food. Interview with Doctor August Dunning. At http://www.mercola.com/ (May 24, 2014)
[137] Crawford :What if the world's soils run out? In *Time Magazine* (December 14, 2012)
[138] http://sustainablepulse.com/2015/07/30/who-publishes-full-probable-human-carcinogen-report-on-glyphosate/#.VkHv-KQdn3s
[139] Climate Focus / CEA (California Environmental Associates). Siehe Bibliographie.

Generell scheint es, dass englischsprachige Länder am aktivsten an diesen Zielen arbeiten, darunter die Grassland Carbon Working Group und die Carbon Coalition in Australien. Dessen wichtigste wissenschaftliche Organisation, die Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) erklärte 2009, dass die Kohlenstofflagerung in der Erde nicht nur in ***Australien*** möglich ist, sondern auch wesentlicher Bestandteil der Antwort auf den Klimawandel sei.

Kurz danach führte die australische Labour-Regierung ein Zahlungssystem für Landwirte und Tierhalter ein, die Kohlenstoff als Kompensation für ihre Umweltleistungen einlagerten.



Emissionen aus der Landwirtschaft, nach Region[140]

In ***Portugal*** wurde eine aufschlussreiche Initiative zur Erreichung des Kyoto Protokolls durchgeführt. Im Jahr 2009 führte die Regierung Zahlungen für Tierhalter ein, um in ihrem Weideland auf nicht bewässerter Fläche den Stickstoffgehalt des Bodens, Wasseraufnahmefähigkeit und die Produktivität der Tierhaltung auf ca. 42.000 Hektar zu verbessern. Die Maßnahme bestand darin, eine Reihe von 20 mehrjähigen Kräutern und Hülsenfrüchten anzubauen. Die Daten des Projektes zeigen, dass organische Substanz sich in drei Jahren von 0,87% bis 3% erhöhte.[141]

[140] Climate Focus / CEA (California Environmental Associates). In Bibliography.
[141] UE Life. Proyecto Terraprima. www.terraprima.pt

Zunahme globaler Initiativen

Die ***FAO*** fordert eine „wirkliche, grüne Revolution", die den Klimawandel stoppen könnte, indem bessere landwirtschaftliche Praktiken genutzt werden, aber auch indem:

- der Boden verbessert,
- die Produktqualität verbessert,
- die Qualität der Umwelt verbessert,
- Biodiversität gestärkt,
- Erosionsprozesse eingegrenzt und rückgängig gemacht,
- Verwüstung aufgehalten,
- Teile der Emissionen auf der Maschinentechnik (elektrische und industrielle Produktion und Transport) kompensiert werden.

Um diese Prozess anzukurbeln, wurde die Gründung einer neuen globalen Datenbank für Böden bekannt gegeben, die, neben anderen Aufgaben, Wissen über Speichermöglichkeiten hervorbringen soll.

Es wurde auch ein ***Global Soil Partnership***[142] gegründet, um Maßnahmen zusammenzuführen. http://www.fao.org/globalsoilpartnership/

Die Initiative **Bonn Challenge** (www.bonnchallenge.org) ist ein weltweites Bestreben, 150 Millionen Hektar entwaldete und zerstörte Landfläche bis 2020 wiederherzustellen. Es wurde von Führungspersönlichkeiten aller Kontinente an einem runden Tisch in Bonn in Deutschland im September 2011 lanciert. Grundlage der Bonn Challenge ist der Ansatz zur Wiederherstellung von Waldgebieten, die zum Ziel hat, ökologische Integrität herzustellen und gleichzeitig das menschliche Wohl durch multi-funktionale Landschaften zu verbessern.

Die Bonn Challenge ist eine praktische Maßnahme, um etliche Verbindlichkeiten zu erfüllen, die international eingegangen worden sind. Darunter die CBD Aichi Target 15, die UNFCCC REDD+ goal und die Rio+20 land degradation.

Im Kontext des **UN-REDD Programmes** hat sich die globale politische Führungsriege im September 2014 zur Beendigung der Waldzerstörung und den Emissionen von Milliarden von Tonnen klimaschädlicher Ausstöße auf dem Climate Summit verpflichtet. Die Erklärung würde Milliarden von Tonnen klimaschädlicher Emissionen pro Jahr verhindern, unterstützt mit mehr als 1 Milliarde Euro an Zahlungen, und 350 Millionen Hektar Wald wieder herstellen. (http://www.un-redd.org/Newsletter2014October/Climate_Summit/tabid/ 794390/Default.aspx).

Die französische Regierung, Gastgeber der COP21 im Dezember 2015 in Paris, hat die „**4%-Initiative: Böden für Ernährungssicherung und Klima**" lanciert, die darauf abzielt, die Regeneration von Böden mit den gleichen Zielsetzungen, wie sie in diesem Bericht präsentiert werden, voranzubringen.

Das Kapitel „**Hoffnung in einem sich wandelnden Klima**" gibt diesbezüglich mehr Information.

Investitionen

In einem ganz anderen Bereich führt eine mächtige Bewegung zum Investitionsabbau in Industrien, die an fossile Brennstoffe gebunden sind. Das am meisten bekannte ist vielleicht die *Rockefeller Brothers Stiftung*, die im September 2014 erklärte, dass sie 100% ihrer Gelder in diese Industrien deinvestiert habe. Diese Initiative hat einen hohen symbolischen Wert, weil das Rockefeller Vermögen mit der Gründung von Standard Oil verdient wurde. Der Präsident dieser Stiftung, Stephen Heinz, erklärte „John D. Rockefeller hat die Vereinigten Staaten vom Walfett zum Öl geführt. Wir sind überzeugt, wenn er heute lebte, würde er seine Gelder aus fossilen Brennstoffen nehmen und sie in saubere und erneuerbare Energien investieren."

[142] FAO at http://www.fao.org/globalsoilpartnership/es/

Außerdem haben sich über 800 globale Investoren, darunter religiöse Organisationen, Städte, Universitäten, (im September 2014) bereit erklärt, 50 Milliarden Dollar aus Investitionen in fossile Brennstoffe in den nächsten fünf Jahren zurückzuziehen, weil ihr Business-Modell unvereinbar mit den Verpflichtungen der Regierungen im Hinblick auf den Klimawandel ist.

Diese Ereignisse vermehren sich im Rahmen der Initiative *Global Divest-Invest*[143]. Andere bedeutende Beispiele sind die Universitäten von Stanford, Harvard – die die Responsible Investment Principles der Vereinten Nationen unterschrieben –, und Canberra (Australien), die Stadt Seattle (Vereinigte Staaten) und institutionelle Investoren wie der weltgrößte Versicherer Allianz, die sich zu diesen Prinzipen bekannten.

Der Generaldirektor der ERAFP (französischer Rentenfonds des öffentlichen Sektors) verkündete, dass es „schwierig ist zu widerlegen, dass CO2 Emissionen ein Risiko darstellen, dementsprechend frage ich, wie wir unsere Pflicht erfüllen können, ohne die notwendigen Systeme zur Risikoabschätzung umzusetzen, um sie dann zu reduzieren?“ [144]

Der größte Staatsfonds der Welt, der norwegische *Government Pension Fund Global* (GPFG), im Wert von 850 Milliarden US-Dollar, bekundete im ersten *Responsible Investment Report* (veröffentlich am 5. Februar 2015), dass er Investitionen in 114 Unternehmen aus Umwelt- und Klimagründen abbauen werde. Der Vertreter des Fonds sagte, dass "Unternehmen mit hohen Treibhausgasemissionen den Risiken von Gesetzesänderungen ausgesetzt sind und dies, unter anderem, die Nachfrage nach ihren Produkten verringert."

Am Tag zuvor hatte eine Gruppe medizinischer Organisationen vorgeschlagen, dass der Gesundheitssektor Investitionen im Bereich fossile Brennstoffe abbauen solle, so wie zuvor aufgehört wurde, in Tabak zu investieren. Sie meint, dass „*Klimawandel einer der größten Risiken für die menschliche Gesundheit ist*.“ *[145]*

Einen weiteren Impuls für Desinvestitionen gab es während des *Klimagipfels (Vereinte Nationen) in New York im September 2014*, bei dem eine Gruppe von institutionellen Investoren sich zur Verringerung des "Kohlenstoff-Fußabdruckes" in der Höhe von 100 Milliarden Dollar bis Dezember 2015 verpflichte, und dies war nur der erste Schritt.[146]

Diesem echten Paradigmenwechsel unterliegt die Einsicht, dass die Unternehmen oder Systeme, die ein unkontrollierbares Teilprodukt mit schweren globalen Auswirkungen produzieren, künftig höheren Risiken ausgesetzt sind und ineffiziente Formen der Produktion darstellen.

Wenn Bodenregeneration diese Emissionen aufnimmt und das große globale Risiko reduziert und dem Eigentum und der Produktion in Landwirtschaft und Tierhaltung zugutekommt, dann wird es nicht lange dauern, bis Investitionen dorthin fließen. Dieser Prozess hat mit Mitteln aus Unternehmen wie *Sustainable Land Management Partners* begonnen, die schon heute 480.000 Hektar in Australien „regenerativ“ bewirtschaften und damit Anlegern eine gute Rendite bieten[147]; oder Stiftungen wie *Commonland*, die ähnlich arbeiten aber breitere Ziele als solche im finanziellen Bereich verfolgen.[148]

Auch Länder wie China, Äthiopien und Ruanda investieren in Regeneration (Siehe „**Hoffnung ist ein wandelndes Klima**“).

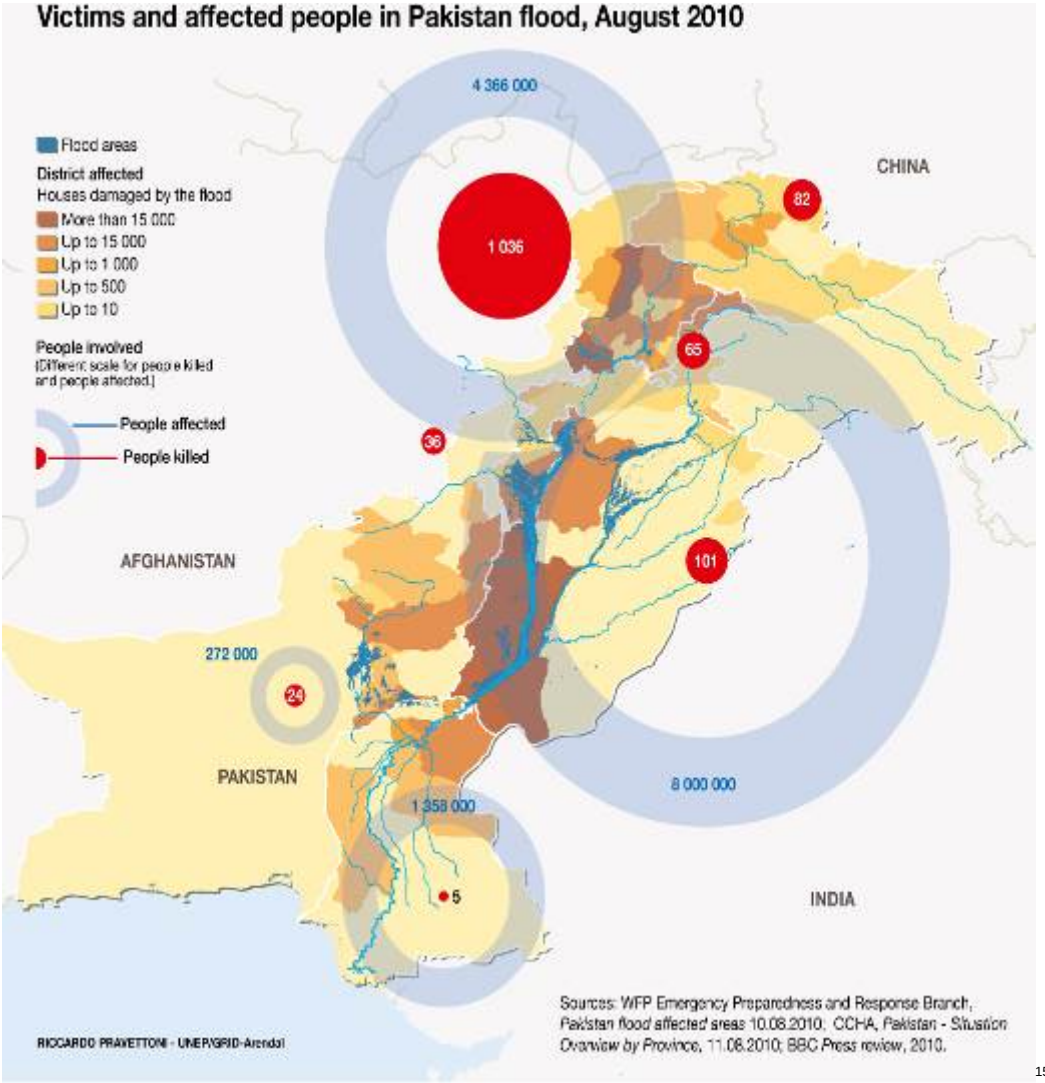
[143] http://divestinvest.org/
[144] http://montrealpledge.org/the-montreal-carbon-pledge/
[145] The Guardian: Health sector should divest from fossil fuels, medical groups say. In http://www.theguardian.com/environment/2015/feb/04/health-sector-should-divest-from-fossil-fuels-medical-groups-say
[146] United Nations: Investors commit to decarbonize $100 billion in investment. Unter http://www.un.org/climatechange/summit/2014/09/investors-commit-decarbonize-100-billion-investments/ (2014)
[147] http://slmpartners.com/
[148] http://www.commonland.com/es/

Dringlichkeit

Risiken, Trends und Gewissheit

Der ***Versicherungssektor*** ist bestens geeignet, um Risiken und Trends im Bereich schädlicher Naturereignisse zu erkennen und zu verstehen, weil seine Gewinnen und Verluste und sogar sein Überleben davon abhängen. Dieser Bericht enthält einige Graphiken der Münchner Re[149], die die Entstehung von Naturkatastrophen verschiedener Arten und die damit verbundenen Verluste zeigen. Mit der Ausnahme „geophysischer Ereignisse" hängen alle mit den oben getroffenen Aussagen über Böden zusammen:

- Klimatologische und meteorologische Ereignisse sind von THG-Emissionen durch Bodenemissionen beeinflusst.
- Die Folgen dieser Ereignisse hängen zum Großteil von dem Zustand der Böden ab: Wenn sie Regen aufnehmen und sich selbst, Pflanzen und Gebäude in betroffenen Regionen erhalten können. Das ist besonders der Fall bei:
- Hydrologischen Ereignissen: Überflutung durch Regen, über die Ufer tretende Flüsse. Überflutungen durch Meeresstürme und überflutete Landstriche.



150

[149] Munich Re. At http://www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/natcatservice/index.html?QUERYSTRING=NatCatSERVICE

[150] Riccardo Pravettoni, Victims and affected people in Pakistan flood, August 2010. In: http://grida.no/graphicslib/detail/victims-and-affected-people-in-pakistan-flood-august-2010_a431

Ökologisch-systemische Dringlichkeit

Dieser Bericht hat verschiedene Gründe dafür präsentiert, warum wir nicht einmal den kurzen Zeitrahmen zur Verfügung haben, der generell angenommen wird. Wir haben eine Lösung, die relativ einfach und bezahlbar ist. Zusätzlich zur Analyse von Katastrophenereignissen der Münchner Re werden im Folgenden einige relativ neue wissenschaftliche Erkenntnisse gezeigt, die uns zwingen, mutig, flink und *intelligent* zu sein.

- „**Der Säureanstieg in den Ozeanen beschleunigt den Klimawandel**“

  Nach einer Studie des Max Planck Institutes für Meteorologie (Hamburg) wird Plankton kleinere Mengen von Teilchen ausstoßen, die Wolken in der Atmosphäre bilden. Wenn das eintritt, könnte es – auf Grundlage eines moderaten Szenarios – zum Wärmeanstieg zwischen 0,23 und 0,48°C kommen, wenn der Anteil an CO2 in der Atmosphäre sich bis 2100 verdoppelt. [151]

- „**Phytoplankton verschwindet aus den immer wärmer werdenden Meeren**“

  Mikroskopische Meeresalgen verschwinden in einem alarmierenden Ausmaß. Sie sind die Grundlage mariner Ökosysteme, produzieren die Hälfte des Sauerstoffes der Erde und absorbieren CO2 aus der Atmosphäre. Die Studie kommt zum Schluss, dass ungefähr 1 % jedes Jahr verloren geht und in der nördlichen Hemisphäre 40% seit 1950 verloren ging. Der Verlust scheint mit dem Anstieg der Wassertemperatur verbunden zu sein. Phytoplankton hat auch entscheidende Auswirkungen auf den Kohlenstoffkreislauf und damit auf das globale Klima.[152]

- „**Permafrost führt zur Schmelze in Sibirien**“

  Steigende Temperaturen auf dem Planten schmelzen den gefrorenen Grund im arktischen Polarkreis und setzen das dort gelagerte Methan frei. Eine Gewichtseinheit hat eine Treibhausgas-Wirkung, die 20- bis 25-mal die von Kohlendioxid (CO2) ist. [153]

- **Hat das „sechste Massensterben“ bereits begonnen?**

  Biologen und Paleobiologen halten es für möglich, dass, im Anbetracht des derzeitigen Ausmaßes des Artensterbens, das sechste Massensterben begonnen hat. [154]

- „**Mögliche Umleitung des Golfstromes**“

  Kanadische, Amerikanische und Britische Forscher (deren Arbeit teilweise unterstützt wird vom Fifth Framework Research Program der Europäischen Union) haben errechnet, dass über die letzten zehn Jahre die Erderwärmung den Salzgehalt der Ozeane verändert hat, was wiederum den Kreislauf von Meeresströmungen beeinträchtigen könnte (thermohaliner Kreislauf).[155]

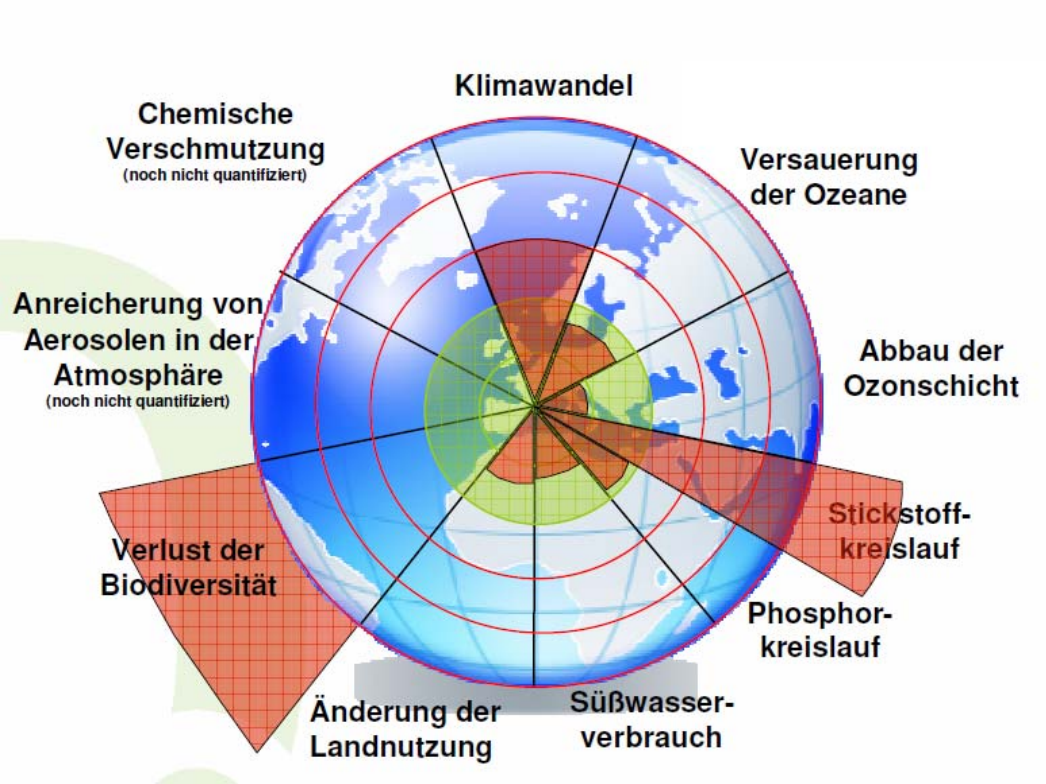
- „**Satelliten zeigen, dass sich die Vegetation weltweit verändert**”

  Die Goethe Universität in Deutschland behauptet, dass „Wachstumsperioden“ von Pflanzen sich weltweit verändert haben und führen dafür Satellitendaten der letzten 30 Jahre an. Das hat womöglich ernsthafte Folgen für die Landwirtschaft, Interaktionen zwischen den Arten, die Funktionsweise von Ökosystemen und den Kohlenstoffkreislauf. [156]

[151] Eliot Barford: Rising ocean acidity will exacerbate global warming. At www.nature.com August 25, 2013.
[152] Daniel G. Boyce, Marlon R. Lewis,Boris Worm: Global Phytoplankton decline over the past century. In *Nature* 466. (July 29, 2010).
[153] K. M. Walter1, S. A. Zimov2, J. P. Chanton3, D. Verbyla4 & F. S. Chapin, III: Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming. In *Nature* 443 (September 7, 2006)
[154] A.D. Barnosky et al. : Has the Earth’s sixth mass extinction already arrived? In *Nature* 471 (March 3, 2011)
[155] European Commission: ¿ Y si la Corriente del Golfo se detuviese? In *I+DT info – Revista de la investigación europea*.
[156] Dr. Anke Sauter: The Green Lungs of Our Planet are Changing. At https://idw-online.de/de/news626904 (March 6, 2015)

- „**Die Menschheit hat vier der neun planetarischen Grenzen überschritten**“

  Forscher sind darin übereingekommen, dass fast die Hälfte der wesentlichen Prozesse zur Stabilisierung von Ökosystemen bereits gefährlich durch menschliche Aktivität beschädigt ist. *Die Stickstoff- und Phosphorkreisläufe sind besonders betroffen*.[157]



Derzeitiger Zustand von sieben der planetarischen Grenzen. Grüne Zone: sicher. Gelbe Zone: unsicher (erhöhtes Risiko). Rote Zone: hohes Risiko. Graue Zone: noch nicht quantifiziert.[158]

- **Im Falle eines Anstieges der Durchschnittstemperatur um 2°C im Jahr 2100** erwartet die Royal Society, dass ein Drittel der derzeitigen landwirtschaftlichen Fläche weltweit verschwinden wird und vom „Stress“ wegen des Wassermangelns 410,000,000 Menschen betroffen sein werden. Wenn die Veränderung sich auf 4% beläuft, wäre eine Anpassung in vielen Teilen der Welt nicht möglich. Die Hälfte der landwirtschaftlichen Fläche würde verschwinden, Meeresspiegel würden um zwei Meter steigen und ungefähr 40% der Arten würde wegen Dürren und Feuern aussterben.[159]
- **Das globale Kohlenstoffdioxidlevel hat gerade einen erschreckenden neuen Wert erreicht**. Laut National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) waren im März 400.83 Teile je einer Million (ppm) der durchschnittliche Anteil atmosphärischen Kohlendioxids. Diese Neuigkeit zeigt erstmals, dass der gesamte Planet die 400 ppm Grenz für einen gesamten Monat überschritten hat.

[157] Will Steffen et al: Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. In *Science,* February 13, 2015
[158] Will Steffen et al: Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. In *Science*, February 13, 2015 http://www.sciencemag.org/content/347/6223/1259855.figures-only. Stockholm Resilience Centre – *Sustainability Science for Biosphere Stewardship*. http://www.stockholmresilience.org
[159] Warren, R: The role of interactions in a world implementing adaptation and mitigation solutions to climate change. At http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/369/1934/217.full#T3 November 29, 2010

Da die Wachstumsrate atmosphärischer Kohlendioxidkonzentrationen stetig ansteigt – von ungefähr 0,75 ppm pro Jahr im Jahr 1959 bis ca. 2,25 ppm pro Jahr im Jahr 2015 – wird diese Marke bald übertroffen sein. „Das markiert den Umstand, dass die Menschheit seit vor-industriellen Zeiten durch die Verbrennung fossiler Träger die Kohlendioxidkonzentrationen auf mehr als 120 ppm in die Höhe trieben," „die Hälfte des Anstiegs hat seit 1980 stattgefunden."[160]

Soziale Dringlichkeit

Innerhalb von wenigen Jahren hat sich die soziale Wahrnehmung des Klimawandels entscheidend von einem „Hippie"-Thema zu einer allgemeinen Sorge geändert.

Eine Studie vom Oktober 2011 zeigte, dass zwei Drittel der Europäer den Klimawandel als sehr ernsthaftes Problem bezeichnen und fast 80% befinden, dass der Kampf dagegen Wirtschaft und Anstellungsraten zugute kommen kann. [161]

In einem Dokument vom 25. Februar 2015 mit dem Namen „Fragen und Antworten der Europäischen Kommission: Das Paris Protokoll" gibt die Europäische Kommission an, dass es „in den letzten zwölf Monaten eine größere Welle sowohl an sozialer als auch politischer Unterstützung für Klima-Maßnahmen gab."

Die Hitzewellen während des europäischen Winters, die extreme Kälte in den Vereinigten Staaten, die ungewöhnliche kalten Sommer, Dürren, sturzartige Regenfälle, Zyklone dort, wo es sie vorher nicht gab, der damit verbundene Schaden für die Landwirtschaft und andere klimatische Spielarten: *All dies ist allgemein als Folge des Klimawandels anerkannt und als Ursache dafür wird allgemein die Untätigkeit und Unverantwortlichkeit der politischen und Wirtschaftsschicht wahrgenommen, die wenig tut, um den vorhersehbaren Schaden und die Zerstörung abzuwenden.*

By Frits Ahlefeldt [162]

[160] Phillips, A: Global carbón dioxide level just hit a disturbing new threshold. At http://thinkprogress.org/climate/2015/05/06/3655775/carbon-dioxide-new-threshold/ May 2015.
[161] Sondaggio Eurobarometro (http://ec.europa.eu/public_opinion/whatsnew_en.htm) cited in "Sondaggio tra i cittadini Ue: cresce la preoccupazione per il cambiamento climático". At http://www.reteclima.it/sondaggio-tra-i-cittadini-ue-cresce-la-preoccupazione-per-il-cambiamento-climatico/ (2011)
[162] Frits Ahlefeldt-Laurvig, Expert island Climate Change. In: https://www.flickr.com/photos/hikingartist/20562918112

Wir haben eine beispiellose Möglichkeit, Veränderungen durch angemessene Kommunikation einzuleiten. Für die in diesem Beitrag vorgeschlagenen Veränderungen werden keine neuen Ressourcen benötigt, nur die adäquate, notwendige und verantwortungsvolle Reallokation derer, die bereits existieren. Der Anstieg von Protestmärschen für den Klimaschutz, wie den neulich während der Klimawandel-Konferenz in Lima[163], und der wachsende Erfolg von Initiativen wie 350.org oder „Planet Hour“ [164,] bezeugen diese Tendenz ebenso wie die *„Keep it in the Ground“* Kampagne, die bis zum September 2015 auf über 400 Organisationen und einen Wert von kolossalen 2,6 Billionen Dollar (£1,68 Billionen) angewachsen ist.

Auch spirituelle Autoritäten und Kirchen erheben ihre Stimmen und handeln, um die schlimmsten Folgen des Klimawandels zu verhindern:

- Papst Franziskus: „Wenn wir die Schöpfung zerstören, zerstört die Schöpfung uns“

In einer Ansprache vor einer riesigen Menschenmasse in Rom gab der Papst eine kurze Stellungnahme ab, in der er argumentierte, dass der Respekt vor der „Schönheit der Natur und der Größe des Kosmos“ ein christlicher Wert ist und das Versagen, sich um die planetaren Risiken zu kümmern, apokalyptische Folgen haben kann.

„Schützt die Schöpfung“, sagte er. „Denn wenn wir die Schöpfung zerstören, wird die Schöpfung uns zerstören! Vergesst das nie!“ Die Schöpfung ist kein Eigentum, über das wir nach unserem Gustos befinden können; oder noch weniger ist es das Eigentum nur weniger: es ist ein wunderschönes Geschenk, das Gott uns gegeben hat, um uns darum zu kümmern und es zu unser aller Vorteil zu nutzen, und das immer mit großem Respekt und großer Dankbarkeit“. Papst Franziskus sagte auch, dass die Zerstörung des Planeten durch Menschenhand ein Akt der Sünde ist, ähnlich wie der Götzendienst am eigenen Selbst.

Im Juni wurde seine Enzyklia zur Umwelt und menschlichen Ökologie, „**Laudato Si**“, veröffentlicht. (https://laudatosi.com)

- Die Church of England gab bekannt, dass sie verschiedene Investitionen im Bereich fossile Brennstoffe verkauft.

Die Church verfügt über Investitionen in Unternehmen im Wert von £12 Millionen, deren Einnahmen aus der Produktion von Kohle oder Öl aus Ölsand verkauft würden. Sie verkauft nicht all ihre Investitionen in Operationen mit fossilen Brennstoffen, aber sagt, sie wolle auf Firmen einwirken, die zu den Treibhausgasemissionen beitragen.[165]

[166]

[163] UN: Multitudinaria marcha en Nueva York para exigir acciones contra el cambio climático. At http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=30488#.VQmeM2Z7m2w (2014)
[164] http://www.horadelplaneta.es
[165] Ebd.
[166] South Bend Voice, Demonstrators participating in the People's Climate March. In: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:South_Bend_Voice_-_2014_People's_Climate_March_crowd_with_banner.jpg

Wirtschaftliche Dringlichkeit

Ein ganzer Wirtschaftszweig entsteht und wächst um die Verfolgung von Nachhaltigkeitzielen, und jene Firmen und Initiativen, die zu entsprechenden Sektoren gehören, fordern adäquate rechtliche und andere Maßnahmen, um Arbeitsplätze zu kreieren und zu entwickeln. Unter diesen ist die erneuerbare Energie das größte und am schnellsten wachsende Beispiel. Die Welt hört zu und bemerkt wenn Businessmanager, deren Vermögen auf fossilen Brennstoffen basiert, eben jene Maßnahmen verlangen.

Richard Branson (Virgin Group) und Paul Polam (Managing Director von Unilever) beispielsweise repräsentieren BTeam[167], eine Gruppe von Wirtschaftsgrößen aus der ganzen Welt, und sie fordern **eine Verpflichtung zur gänzlichen Reduktion von THG Emissionen auf null** im Jahr 2050, da uns nach Ansicht des IPPC *die Erreichung dieses Ziels bis zum Jahr 2100 eine 66%-Wahrscheinlichkeit gibt, die durchschnittliche Erderwärmung auf 2% zu begrenzen*, „ein Risiko, das weder Unternehmen noch die Menschheit eingehen kann."

Zu diesem Thema befindet sich mehr Information im Abschnitt „**Investitionen**" im Kapitel „**Zunahme globaler Initiativen**".

Jetzige und zukünftige Gesetze: dringende Veränderungen

Ein weiterer Beweis für die oben beschriebene Lage ist die wachsende Hinterfragung der heutigen rechtlichen nationalen und internationalen Regelungen. Eine der am meisten sichtbaren Initiativen ist „***End Ecocide in Europe***"[168], die im Februar 2015 dem Europäischen Parlament vorgestellt haben, europäische Gesetzgebung zu schaffen, die „dem Ökozid" keine Anreize liefert und ihn bestraft.

Ein weiteres wichtiges globales Projekt ist „**Eradicating Ecocide***[169]*", das zum Ziel hat, den Ökozid als Fifth Crime Against Peace in das Römische Statut aufzunehmen. Ökozid wird definiert als „Beschädigung, Zerstörung oder Verlust von Ökosystemen in einer Gegend, die von menschlichen Organisationen oder anderen Gründen verursacht wurden, bis hin zur schweren Verringerung der friedvollen Freude der Einwohner der Gegend."

Seltsamerweise sind weder Regierungen, Firmen oder Finanzorganisationen rechtlich für die schwersten Ökozide verantwortlich, trotz des Schadens und der Risiken, die sie verursachen. Unterstützer des Konzeptes behaupten, dass trotz zahlreicher internationaler Übereinkommen in diesem Bereich der Schaden wächst, weil Ökozid nicht rechtlich beanstandet wird.

In den Vereinigten Staaten sind ähnliche Initiativen und rechtliche Entwicklungen im Entstehen. Die rechtliche Grundlage dieser Forderungen ist im angelsächsischen Recht folgende: Wenn eine Nation oder eine Staatenunion wie die Europäische Union von einem stabilen Klima abhängt und ihre Gewohnheiten, Freiheiten und sogar ihr Überleben in Gefahr ist, müssen Richter und Gesetze die Politik zwingen „den Job zu machen". Regierungen sind Verwalter natürlicher Ressourcen, Grundlage des gemeinschaftlichen Gutes und des Überlebens. Die Nutznießer dieser Verwaltung sind heutige und künftige Generationen.

Die Gesetze der Natur sind die obersten, und man muss in Übereinstimmung mit ihnen handeln, doch Regierungen verraten sowohl das wichtigste Prinzip, auf denen ihr Mandat beruht – den Schutz von Allgemeingütern – als auch die von ihnen regierte Bevölkerung. Das hat schlimme Folgen, die jetzt schon sichtbar sind. *Dies ist kein rein ökologisches Thema, es betrifft die ganze Zivilisation.*

[167] http://bteam.org
[168] https://www.endecocide.org/
[169] http://eradicatingecocide.com

Andere Beispiele sind:

- **Die holländische Regierung muss sich rechtlich aufgrund der gescheiterten Reduktion von Kohlenstoff Emissionen verantworten**.[170] Der erste Fall weltweit, bei dem Menschenrechts- und Deliktrecht angewandt wird, um eine Regierung für ihr Scheitern in der Verringerung von Kohlenstoff Emissionen verantwortlich zu machen.

  Die 886 Bürger/innen, die in die Anklage gegen die holländische Regierung involviert sind, wollen sie zwingen, stärkere Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen zu ergreifen. Sie wollen die Justiz bemühen, um klarzustellen, dass die holländische Regierung rechtliche Maßnahmen ergreifen muss, um ihre Emissionen im Jahr 2020 zwischen 25% und 40% gegenüber dem Niveau von 1990 zu senken. Das war das notwenige Ziel für entwickelte Staaten, das von der IPPC aufgestellt wurde, um eine *50% Wahrscheinlichkeit zu erlangen, die gefährlichen 2 ºC Anstieg globaler Temperatur zu verhindern*.

  Im Juni 2015 wurde die holländische Regierung verurteilt.

- ***Die Lancierung der "Oslo Principles on Global Climate Change Obligations"*** [171] ***in London im April 2015 war ein Durchbruch***. Sie wurden durch eine Gruppe von wohlhabenden Richtern, Rechtanwälten und Professoren Initiiert, die argumentieren, dass Regierungen bereits existierende Menschenrechts-, Umwelt- und Deliktgesetze gebrochen haben, indem sie darin scheiterten, eine adäquate Politik zur Handhabung des Klimawandels einzuführen, ganz zu schweigen von internationalen Übereinkommen.

- Die ***Veröffentlichung „Revolution justified" von Roger Cox***[172], der mit anderen rechtlichen Experten argumentiert, dass die Justiz eine fundamentale Rolle dabei spielen kann, den Klimawandel in den Griff zu bekommen. Dieses Buch hat für die oben beschriebene Anklage Pate gestanden.

- Der **Leiter der Bank of England** (Zentralbank) hat jüngst eine Rede über den Versicherungsmarkt, Lloyds of London, gehalten, in den er die möglichen Haftbarkeiten bezüglich des Ökozids herausstellt.

  „Forderungen nach einer third-party liability Versicherung – in Klassen wie öffentliche Haftung, professionelle Abfindungen für Direktoren und Beamte – könnten gestellt werden, wenn die Leidtragenden zeigen, dass die Versicherungsakteure es versäumt haben, die Risiken für das Klima zu lindern; versäumt in der Hinsicht einer von ihnen verursachten Beschädigung der Umwelt; oder versäumt haben, Regeln einzuhalten. (http://www.bankofengland.co.uk/…/Pag…/speeches/2015/844.aspx).

[173]

[170] The guardian: Dutch government facing legal action over failure to reduce carbon emissions http://www.theguardian.com/environment/2015/apr/14/dutch-government-facing-legal-action-over-failure-to-reduce-carbon-emissions
[171] http://www.yale.edu/macmillan/globaljustice/Oslo%20Principles.pdf
[172] http://www.revolutionjustified.org/
[173] chesapeakeclimate, Founder Bill McKibben at the Forward on Climate Rally in Washington DC. In: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:350.org_Forward_on_Climate-Washington_DC.jpg

„Hoffnung in einem sich ändernden Klima.“ Bedeutende Verbesserungen sind auf dem Weg

A) Loess Plateau in China

„Hoffnung in einem sich ändernden Klima“ ist der Titel eines Dokumentarfilms, der vom Environmental Education Media Projekt (E.E.M.P) produziert wurde und der die Wiederherstellung und Regeneration des Loess Plateaus im Nordosten von China im Jahr 1995 behandelt. Der Direktor des E.E.M.P., John D. Liu, wurde von der Weltbank beauftragt, den Fortschritt der Arbeiten zu dokumentieren und hat seine Entwicklung bis zum heutigen Tag überwacht.[174]

Das weitläufige Plateau ist ein Höhepunkt chinesischer Zivilisation und einer der ersten Orte, an denen die Landwirtschaft entwickelt wurde. Liu beschrieb eine Gegend, „in der verzweifelt arme Menschen versuchten, ihren Lebensunterhalt in einer trockenen und staubigen Landschaft zu verdienen“, und er bezweifelte, dass sie je wiederhergestellt werden könnte. Der Gelbe Fluss erhielt seinen Namen wegen des Schlammes, den er trägt und der kommt von der Erosion des Loess Plateaus und verstärkte Erosion ließ den Fluss im Laufe der Geschichte anschwellen. Der Fluss ist deshalb auch als die „Sorge Chinas“ bekannt.

Zonen des Loess-Plateaus vor der Regeneration[175]

Ein Expertenteam aus Sozial- und Naturwissenschaftlern untersuchte die Geschichte des Plateaus und fand heraus, dass die Gründe der Katastrophe in der Entwaldung, der extraktiven Landwirtschaft und der unkontrollierten Weidewirtschaft mit Ziegen und Schafen lagen. Die lokale Bevölkerung wurde miteinbezogen, und die Praktiken wurden begrenzt und ersetzt durch regenerative Systeme der Landwirtschaft, mit mehrjährigen und diversen Pflanzen anstelle von jährlichen Monokulturen. Terrassen wurden in die Berghänge eingebaut.

[174] Liu, John D.: Hope in a changing climate. At https://www.youtube.com/watch?v=QWteolohJEA (2009)
[175] Till Niermann, The Loess Plateau near Hunyuan in Shanxi Province. In: https://en.wikipedia.org/wiki/Loess_Plateau#/media/File:Loess_landscape_china.jpg

Liu erkannte als Schlussfolgerung der sichtlichen Verbesserungen über die Jahre, dass „*es möglich ist, geschädigte Ökosysteme zum bedeutenden Ausmaß wiederherzustellen und zu erneuern, und dass dieses Wissen nicht einfach ein interessanter Fakt ist, sondern eine Verantwortung, die den Verlauf der menschlichen Geschichte verändern kann*“. [176]

B) Regenerationsprogramm eines Sechstels der Fläche von Äthiopien

Vor 15 Jahren waren die Dörfer von Abrha Meatsbha im nördlichen Äthiopien kurz davor verlassen zu werden. Die Erde war erodiert, die Gegend einem ständigen Wechsel von Dürren und Überflutungen ausgeliefert und die Einwohner von Nahrungshilfe ausländischer Staaten abhängig. Heute ist die Gegend nicht wiedererkennbar, nachdem Millionen von Bäumen und Büschen gepflanzt wurden. Die Brunnen wurden aufgefüllt, der Boden entsteht wieder, Fruchtbäume wachsen und produzieren in den Tälern und die Hänge sind wieder grün.

Das Projekt war sehr ambitiös: 224,000 Hektar Ackerfrüchte und Bäume gemäß agrarökologischen Prinzipien und mit eingebauten Wildtierzonen. Äthiopien hat sich vorgenommen dies auf eine Fläche von 15,000,000 Hektar zerstörten Boden auszuweiten. [177]-[178]

C) Wiederherstellung der Rugezi Hochland Feuchtgebiete in Ruanda

Die Regierung von Ruanda bekennt sich zu den Umweltzerstörungen im Land, die den Verlust der Bodenfruchtbarkeit, unpassendes Wassermanagement und Abholzung beinhalten. Die ausgewählte Zone nährt den Weißen Nil und die Congo Flüsse und produziert Hydropower.

Die Fläche ist als Folge von Abholzung der Hänge für landwirtschaftliche Nutzung erheblich zerstört worden, was zu einer allgemeinen Abnahme der Biodiversität, dem Sinken des Grundwasserspiegels und einer Reduktion der Erdfeuchtigkeit, Verdunstung, Transpiration und der Nährstoff-Kreisläufe geführt hat. Das hat die lokale Bevölkerung in Armut geführt, vor allem flussabwärts, aber auch darüber hinaus. Die Leistungsfähigkeit der Stromerzeugung ist wegen der wenigen Wasserverfügbarkeit gefallen. Die Folgen häufen sich an. [179]-[180]

„Eine stille Revolution ereignet sich in Afrika.“ [181]

- In Nigeria wurden 200,000,000 Bäume gepflanzt und 45,000,000 Hektar wieder hergestellt und damit können 500,000 Tonnen mehr Nahrung produziert werden.
- Zwischen 200,000 und 300,000 Hektar wurden in Burkina Faso wiederhergestellt, damit lassen sich 80,000 Tonnen mehr Nahrung erzeugen.
- 500,000 Hektar wurden in Tansania wiederhergestellt.

Nach Einschätzung der Green Belt Movement[182] erlebt Afrika die höchsten Temperaturen, die jemals aufgezeichnet wurden und wenn nichts unternommen wird, könnten diese bis zum Ende des Jahrhunderts um 3 bis 4 °C anwachsen, bei 30% weniger Regen in Sub-Sahara Afrika. Regeneration wird helfen, diese Trends abzuschwächen und sich an die Veränderungen anzupassen.

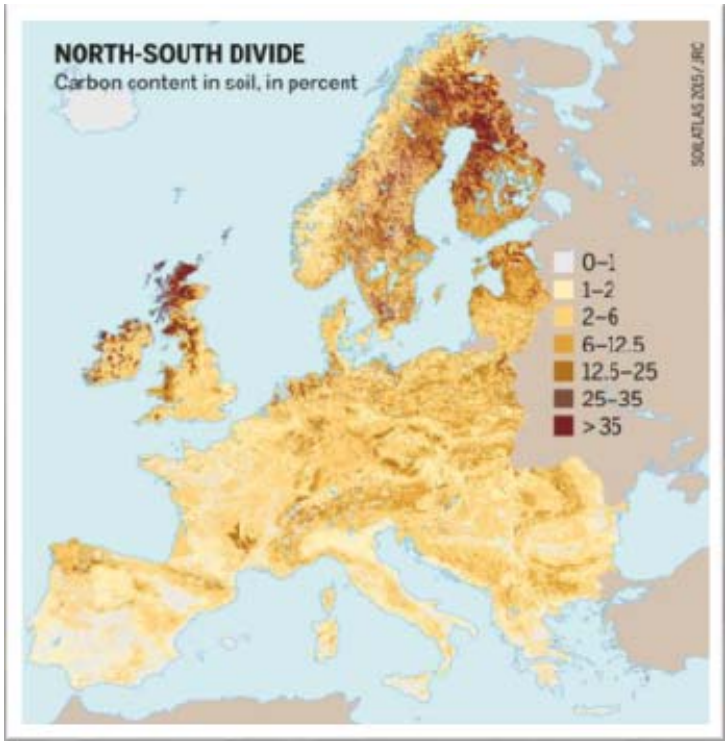
Wie in „**Zunahme globaler Initiativen**“ auf dem **New York Climate Summit im September 2014** gesagt wurde, engagieren sich zivilgesellschaftliche Organisationen und Unternehmen dafür, 350,000,000 Hektar entwaldete Landschaft wiederherzustellen, eine Fläche so groß wie Indien.[183]

---

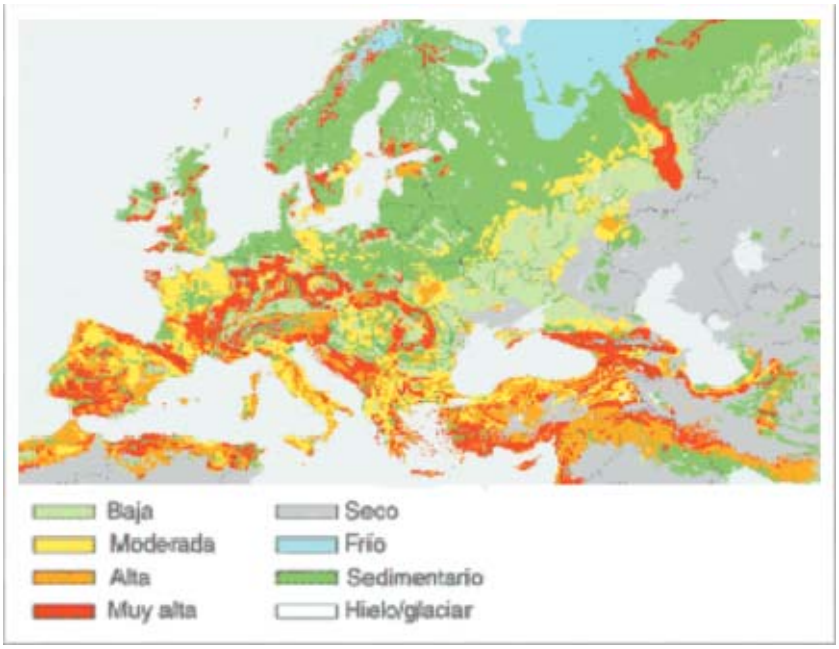
[176] Description of the project at http://eempc.org/loess-plateau-watershed-rehabilitation-project/
[177] Vidal, J: Regreening program to restore one-sixth of Ethiopia's land. At http://www.theguardian.com/environment/2014/oct/30/regreening-program-to-restore-land-across-one-sixth-of-ethiopia
[178] IUCN: Forest Landscape Restoration in Ethiopia. At https://www.youtube.com/watch?v=hNGJxeGSHGY
[179] Description of the project: Restoration in Rwanda. http://eempc.org/restoration-in-rwanda/
[180] Liu, J.D: Rwanda back to the garden. https://www.youtube.com/watch?v=CEDlf3M6Kho
[181] Vidal,J: Regreening program to restore one – sixth of Ethiopia’s land. In *The Guardian*. http://www.theguardian.com/environment/2014/oct/30/regreening-program-to-restore-land-across-one-sixth-of-ethiopia (2014)
[182] www.greenbeltmovement.org
[183] United Nation: Global leaders pledge to end forest loss and billions of tons of carbon emissions at global Climate Summit. In http://www.un-redd.org/Newsletter2014October/Climate_Summit/tabid/794390/Default.aspx

Mehr werden sicher folgen, da gehofft wird, dass auf der Paris COP21 im Dezember 2015 eine Vereinbarung beschlossen wird, für Regenerationsmaßnahmen CO2-Emissionsrechte auszugeben.

Europa



Karte 1



Karte 2

Kohlenstoffgehalt in europäischen Böden (Karte 1[184]) und seine Degradation (Karte 2[185]). Man beachte den Zusammenfall der Zonen mit der stärksten Erosien, mit der Ausnahmen von C.

[184] Source: Soil Atlas 2015 at http://globalsoilweek.org/soilatlas-2015
[185] Source: www.unep.org GEO3: Global Environment Outlook

Die folgenden Daten und Aussagen erschienen in “The State of Soil in Europe” (2012) des Joint Research Center (JRC) in Zusammenarbeit mit der Europäischen Umwelt Behörde der Europäischen Kommission. Einige Überschneidungen mit den vorangehenden Abschnitten sind erkennbar.

Edaphischer Kohlenstoff und globales Klima

Schätzungsweise 45% des Bodens in Europa enthält sehr wenig bis wenig Kohlenstoff (0-2%), während die anderen 45% mäßige Anteile haben (2-6%). Dies besagt eine Studie aus dem Jahr 2001 (*(Rusco et al: Organic matter in the soils of Europe. Present status and future trends, in JRC)*. Es ist unwahrscheinlich, dass sich die Lage in den letzten 14 Jahren geändert hat, besonders im Süden Europas.

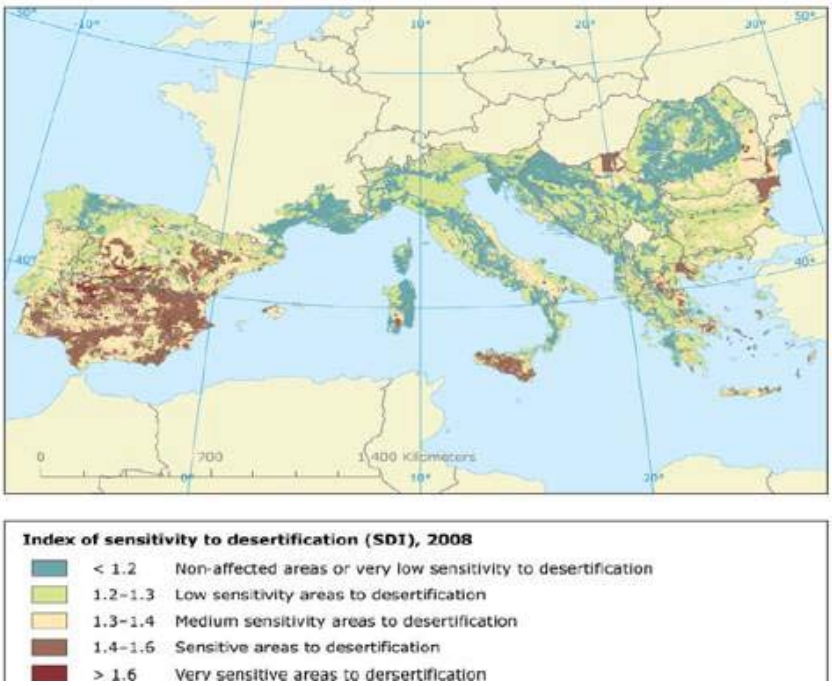
Vleeshowers L.M. und Verhagen A. *(“Carbon emission and sequestration by agricultural land use: a model study for Europe”,* in *Global Change Biology* 8) ermittelten, dass der Kohlenstoffanteil auf landwirtschaftlichen Flächen sinkt.

In **England und Wales** wurde im Durchschnitt zwischen 1978 und 2003 0,6% jedes Jahr verloren, ähnliche Entwicklungen können in Frankreich, Australien und Belgien beobachtet werden. Ein Grund für den Verlust edaphischen Kohlenstoffs ist seine Mineralisierung aufgrund von exzessiver Stickstoffdüngung.

Die Freisetzung eines Teils des Kohlenstoffes, der in europäischen Böden enthalten war, würde die Fortschritte und Erfolge bei der Reduzierung der THG-Emissionen zunichte machen. Ohne bedeutende Veränderungen in der Bodennutzung könnten die Folgen des Klimawandels die Kohlenstoffemissionen, die Erosion, Temperaturen und Regen (Nordeuropa), ihre Intensität (Südeuropa), Dürren und Trockenheit erhöhen.

Es wird geschätzt, dass landwirtschaftliche Fläche in der EU-15 zwischen 60 und 70 Millionen Tonnen atmosphärischen Kohlenstoffes jedes Jahr aufnehmen könnte, wenn adäquate regenerative Techniken zum Einsatz kommen (Siehe „Regenerative Landwirtschaft, Seite 25)

Desertifikation in Europa



Anfälligkeit für Desertifikation in Europa[186]

[186] Source: European Environmental Agency en http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/sensitivity-to-desertification-index-map

Wenn keine angemessenen Maßnahmen getroffen werden, wird durch die ständige und wachsende Intensität der Dürren die Fähigkeit von Böden, Wasser zu speichen kollabieren und damit werden Erosion und Verwüstung zunehmen. Die Lage ist zwar regional unterschiedlich, aber quer durch Europa beschleunigen sich die *Prozesse der Bodendegradation*.

Zwölf europäische Länder sind von Desertifikation betroffen und das Phänomen wurde in Annex V der UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification) aufgenommen. Mit der Ausnahmen von Lettland gehören alle betroffenen Länder zu Südeuropa. *Die Lage ist besonders ernsthaft in großen Teilen von Spanien, im Süden von Portugal, im Südosten von Griechenland und in Gegenden Bulgariens und der rumänischen Schwarzmeerküste*.

Agrarpolitik

Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) ist von zentraler Bedeutung für die Verbesserung oder Verschlimmerung des Zustandes der Böden. Die derzeitigen Umweltmaßnahmen mögen nützlich sein, aber sie berücksichtigen nicht alle Aspekte, weder Bodenverdichtung, Verschmutzung und Versalzung, noch Kohlenstoffemissionen oder Kohlenstoff-Fixierung.

Der SoCo-Bericht (JRC 2009) bekräftigte, dass viele landwirtschaftliche Praktiken verfügbar sind, sowohl zur Verlangsamung als auch zur Umkehr der Desertifikation. (siehe „Regenerative Landwirtschaft, Seite 25). Es muss unter Landwirten und politisch Verantwortlichen sowie anderen Beteiligten das Bewusstsein für die Notwendigkeit dieser Praktiken geweckt werden: **Sie müssen sich auf das Verursacherprinzip bei Umweltschäden und auf die Entlohnung von Landwirten, die öffentliche Güter schonen oder herstellen verständigen**.

Diese Techniken haben den Vorteil, dass sie bereits verfügbar sind, dass sie relativ bezahlbar sind und keine ungetesteten Technologien benötigen.

Das Ziel der Bodenkonservierung sollte expliziter in Programme zur ländlichen Entwicklung eingebracht werden.

Abschwächung und Anpassung an den Klimawandel

In verschiedenen Berichten hat die Europäische Kommission die zentrale Rolle gesunder Böden in extremen Klimabedingungen anerkannt. Zum Beispiel geht damit die Kapazität der Kohlenstoff- und Wasserspeicherung einher, Folgen von Dürren werden gelindert, Überflutungen, Erosion und Desertifikation verhindert.

Generell wurde das Thema noch nicht tiefgehend untersucht – nicht einmal im „Paris Protokoll“ – außerdem wurden keine notwenigen Ziele und Regulierungen eingeführt. Doch die Leistungen, die durch gesunde Ökosysteme bereitgestellt werden, sind **unabdingbar**, um auf extremer werdende Umweltbedingungen reagieren zu können.

Sie sind durch ihre Fähigkeit der Aufnahme von atmosphärischem CO2 wesentlich für die mögliche *Abschwächung des Klimawandels*.

Nötige europäische Rechtssetzung

Gesunder und fruchtbarer Boden steht im Zentrum der Ernährungssicherung. Die nicht nachhaltige Nutzung des Bodens führt zu weiterer Zerstörung und zu weiterem Verlust. ***Die derzeitige europäische Rechtslage reicht nicht aus, um einen angemessenen Schutz der europäischen Böden sicherzustellen*** und ist deshalb ungeeignet, zerstörte und verwüstete Böden wiederzubeleben und den Kohlenstoffanteil zu erhöhen. Der Vorschlag einer *Soil Directive (2006)* wurde noch nicht umgesetzt.

Europäische Rechtsetzung wird – zusätzlich oder ergänzend zu nationalem Recht benötigt für folgende Themenbereiche:

- Sicherung wichtiger Funktionen des Bodens für europäische Ökosysteme und Gesellschaften;
- Grenzübergreifende Wirkungen bestimmter Prozesse der Bodenzerstörung, darunter der Verlust edaphischen Kohlenstoffes;
- Unterschiedliche Ansätze in der Rechtssetzung verschiedener Mitgliederstaaten, Bodenprobleme anzugehen (oder nicht anzugehen);
- Folgen solcher Maßnahmen für die Wettbewerbsfähigkeit;
- Negativen Wirkungen auf internationale Verpflichtungen im Umweltbereich (Klima, Biodiversität);
- Negative Effekte auf bedeutende Umweltaspekte und –ziele, wie Wasser, Luftqualität, Biodiversität und den Kohlenstoffkreislauf.

Bibliographie

- Álvarez de Toledo MSc, Íñigo
  - "*Los cuatro procesos fundamentales que se dan en el suelo".* Presented at the Spanish National Environment Congress 2008.
  - "*Carbono y suelo, el estado de la cuestión". Vida Rural* (May 2010); Ecohabitar nº25 (2010).
  - "*Vino, viticultura y cambios climáticos*". Agronegocios nº 497 (2010).
  - *"Regeneración, el cambio de rumbo necesario*" (2014).
  - "*Regeneración del olivar: propuestas para olivareros inteligentes*". Mercacei no. 82 (2015).
  - *"Regeneración de suelos y ecosistemas: la oportunidad para evitar el cambio climático. Bases para una necesaria política climática y agrícola europea"* (2015).

    Alle unter: ideaa.eu/es/trabajos.

- Asimov, Isaac: "*Our angry earth".* Ed. Tom Doherty Assoc Llc; (1993).
- Boero, Fernando: *"Economia senza natura. La grande truffa".* Ed. Codice (2012).
- Capra, Fritjof and Luisi Pier Luigi: "*The System View of Life. A Unifying Vision*" Ed. Cambridge University Press (2014).
- Chaboussou, Francis: "*Healthy Crops: A New Agricultural Revolution*". Ed. Paperback (2005).
- Climate Focus / CEA (California Environmental Associates): *"2014. Strategies for Mitigating Climate Change in Agriculture* http://www.climatefocus.com
- Cox, Roger: *"Revolution Justified"* Ed. Planet Prosperity Foundation (2012).
- Diamond, Jared: "*Collapse: How Societies Choose to Fail or Survive*" Ed. Penguin (2011).
- Assessment of Millennium Ecosystems: http://millenniumassessment.org
- FAO (Food and Agriculture Organisation): *"Sustainable Land Managment"*. http://www.fao.org/nr/land/sustainable---land---management/en/
- Fernández Alés, R., Leiva Morales, M.J: "*Ecología para la agricultura*". Ed. Mundi—Prensa (2003).
- Global Environment Outlook (GEO). http://www.unep.org/geo
- Holistic Management International: "*The water cycle."* At ideaa.eu/en/works
- Holmgren, David: *"Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability".* Ed. Chelsea Green Pub. Co. (2002).
- Institute for Advanced Sustainability Studies: *"Soil Atlas".* Heinrich Böll Foundation, Berlin (2015).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) http://www.ipcc.ch/ 64
- Intergovernmental Panel on Climate Change: *"Climate change 2014: mitigation of climate change"* .http://www.ipcc.ch/
- Joly, Nicolas: "*BioDynamic WINE. Demystified*". Ed. Wine Appreciation Guild (2008).
- Joint Research Centre (European Commission): "*Soil Carbon sequestration for climate food security and ecosystem services. Proceedings of the international conference 27—29 May 2013 Reykjavik Iceland*". (2014).
- Joint Research Centre/Institute for Environment and Sustainability, Land Management and Natural Hazards Unit, with the European Soil Bureau Network: "*Soil Atlas of Europe*". (2005).
- Joint Research Centre (European Commission) / European Environment Agency/ DG Environment: *"The state of soil in Europe"* . (2012).
- Lal, Rattan (Editor):
  - "*Soil Erosion And Carbon Dynamics".* Ed. CRC Press (2005).
  - "*Encyclopedia of Soil Science*". Ed. CRC Press (2006).
  - "*Soil Carbon Sequestration and the Greenhouse Effect*". Ed. American Society of Agronomy (2009).

- Leu, André: "*The myths of safe pesticide"* Ed ACRE U.S.A (2014)
- Liu, John D.: *"Green Gold".* https://www.youtube.com/watch?v=YBLZmwlPa8A
- Lovelock, James: "*The Ages of Gaia. A biography of our living earth".* Ed. W. W. Norton & Company; Rev Upd Su (1995).
- Lowenstein, Feliz Prinz zu: *"Food Crush".* Ed. Pattloch Verlag GmbH (2011).
- Martínez Alier, Joan: *" Introducción a la economía ecológica".* Ed. Rubes (1999).
- Masson, Pierre: "*A Biodynamic Manual: Practical Instructions for Farmers and Gardeners".* Ed. Floris Books (2011).
- McMahon, Paul: "*Feeding frenzy. The new politics of food*". Ed. Profile Books (2013).
- Mollison, Bill: "*Permaculture. A designers' manual*". Ed. Tagari (2004).
- Munich Re: https://www.munichre.com/en/group/cfocus/climate---change/index.html.
- Nebel, B. J., Wright R.T.: "*Environmental science. Toward a sustainable future*". Ed. Prentice Hall (2002).
- Parker, Geoffrey: "*Global Crisis: War, Climate Change and Catastrophe in the Seventeenth Century*" Ed. Yale University Press (2014).
- Pistis, Paolo: "*Coltivare con l'agricoltura biodinámica. L'ABC per l'umanizzazione dell'agricoltura*". Ed. Fondazione Le Madri (2011).
- PlantTech Associates: *"Upside (Drawdown) The Potential of Restorative Grazing to Mitigate Global Warming by Increasing Carbon Capture on Grassland".* (2014). 65
- Podolinsky, Alexander: "*Bio-dynamic agriculture introductory lectures*". Ed. Gavemer (2004).
- Rodale Institute. "*Regenerative Organic Agriculture and Climate Change: A Down-to-Earth Solution to Global Warming".* (2014).
- Savory, Allan: "*Holistic Managment*". Ed. Island Press, 2nd. edition (2013).
- Steiner, Rudolf: "*Agriculture Course: The Birth of the Biodynamic Method*". Ed. Rudolph Steiner Pr (2004).
- Stockholm Resilience Centre – *Sustainability Science for Biosphere Stewardship*. http://www.stockholmresilience.org
- UNEP (United Nations Environment Programme): "*The emissions gap report".* (2013).
- UNEP (United Nations Environment Programme): "*Annual Report 2012".*
- UNEP (United Nations Environment Programme): "*The emissions gap report* 2009".
- UNEP (United Nations Environment Programme): *The Natural Fix? The role of ecosystems in climate mitigation* (2009).
- UNCTAD (United Nations Commission on Trade and Development): "*Wake up before is too late. Make Agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate".* http://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=666 (2013).

Deutsche Übersetzung:

María Daniela Núñez Burbano de Lara & Philipp von Gall, The Page Refinery

© Ideaa Regeneration Systems. Madrid (Spain), Lucca (Italy)
Ideaa.eu