

Wege zur ökologischen Nachhaltigkeit

Ansätze lokaler Kreisläufe

Vortrag (zusammengestellte Vortragsfolien) von Prof. Dr. Wilhelm Rippl am 29.06.2007 in Jena im Rahmen der Reihe „Zukunftsfähige Gesellschaft“

Gliederung

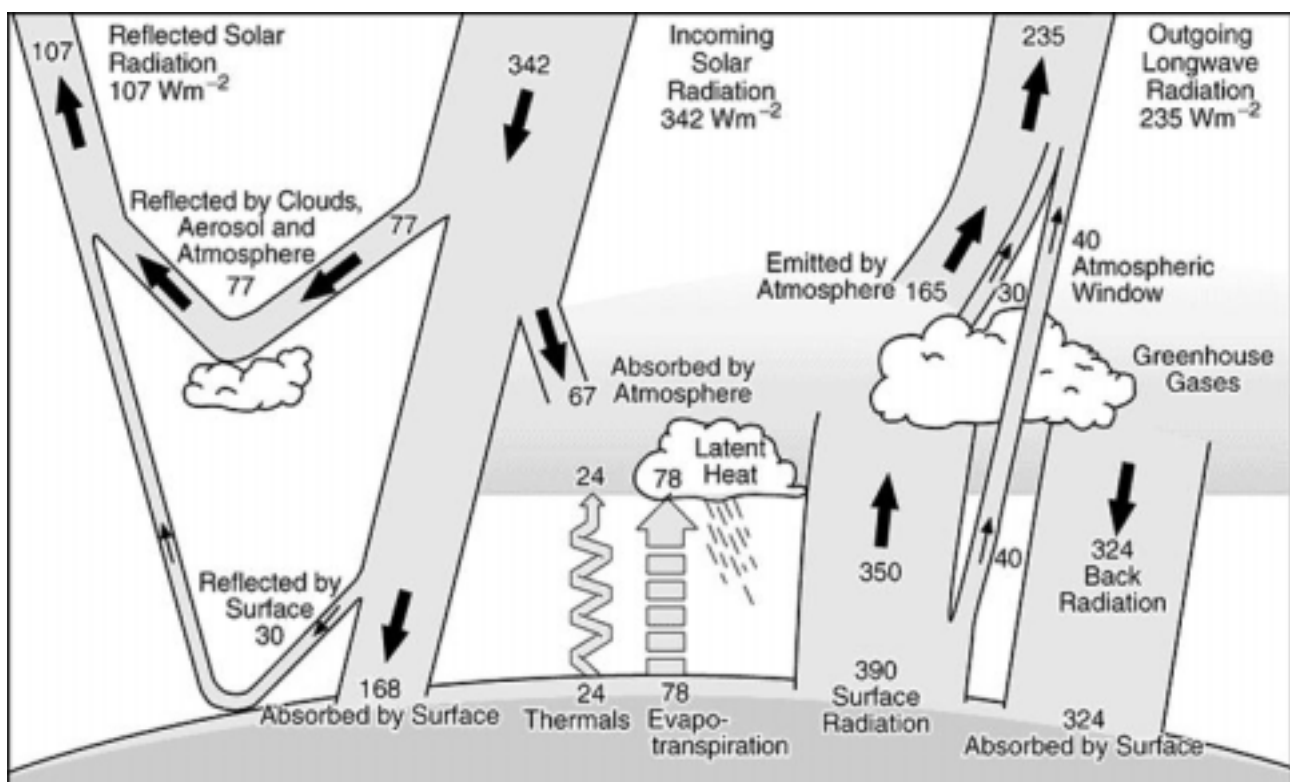
- Die Klimamodelle und ihre Folgen
- Regeln für die Selbstorganisation dynamischer Systeme. Die Reparatur des Klimas
- Fraktale Struktur der Wasserprozesse.
- Wirkungsgrad und Nachhaltigkeit.
- Schnittstelle Gesellschaft – Natur
- Ökologischer Imperativ.
- Ökologische Agenda.

Rolle des Wassers in Lebensprozessen und Ökosystemen.

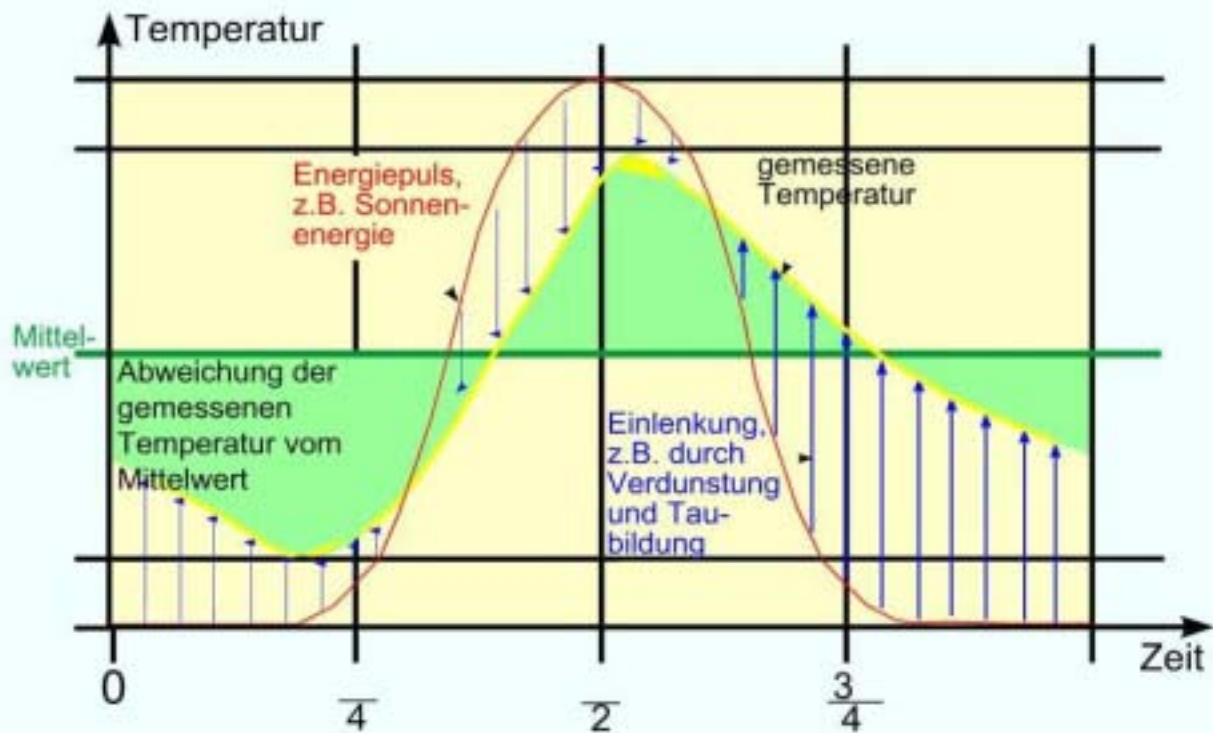
- Ökosystemares Klimamodell versus Atmosphären-Klima Simulationsmodell.
- Wasser durch seinen Kreislauf als bestimmende Größe für Energieverteilung und Stoffflüsse in Ökosystemen.
- Energiedissipation als Aufteilung (Partitionierung) der Energie in physikalische, chemische und biologische Prozesse. Dämpfungsmechanismen für Temperatur.
- Wasser als Kühl-, Transport- und Reaktionsmittel.
- Wasserkreislauf und nachgeordnete Stoffflüsse in ihrer Verteilung als Determinanten der Nachhaltigkeit.

Vorstellung der Klimaforschung zur Strahlungsbilanz 2006

Quelle: Internet *Copyright © 2002-2006 climateprediction.net*



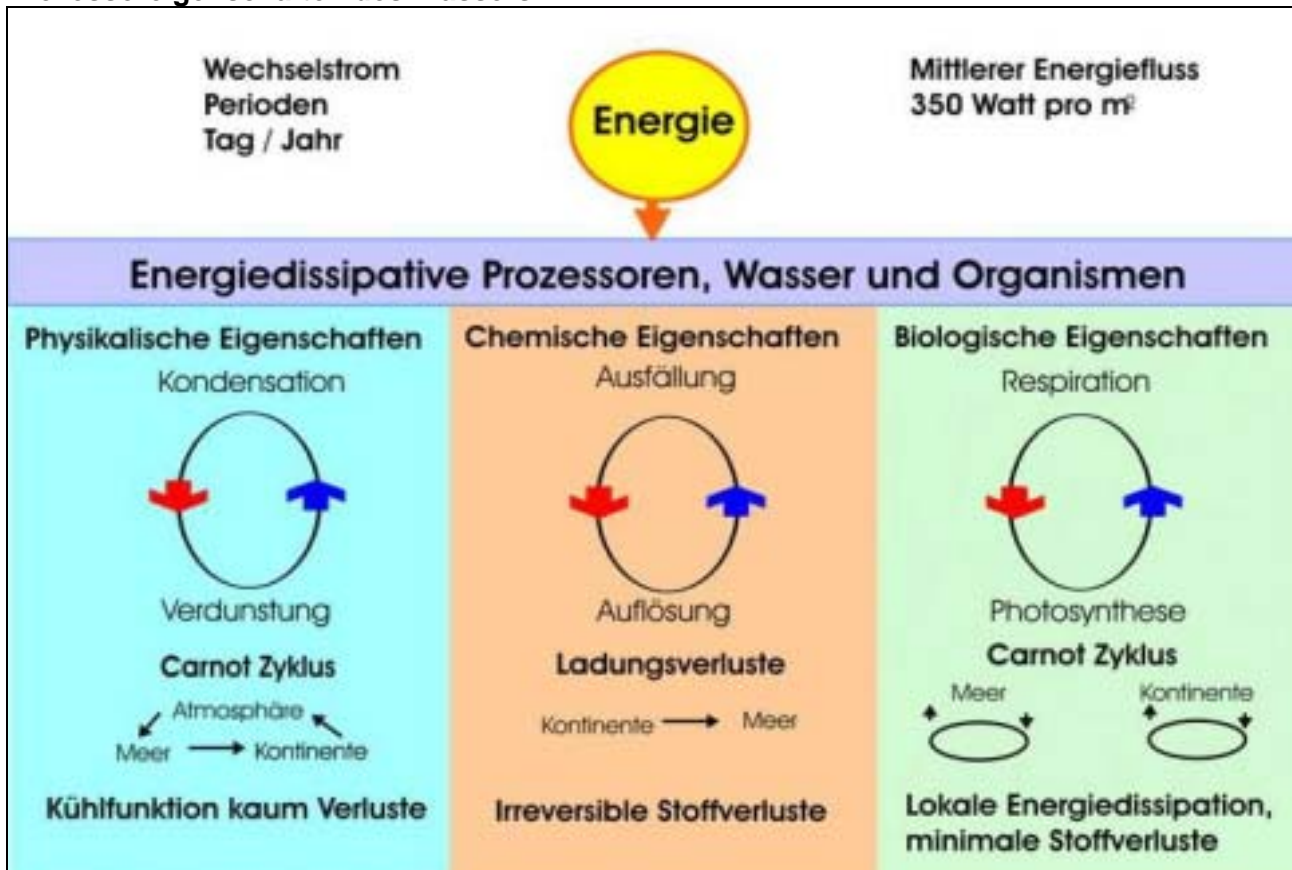
Einlenken eines Energiepulses auf dessen Mittelwert

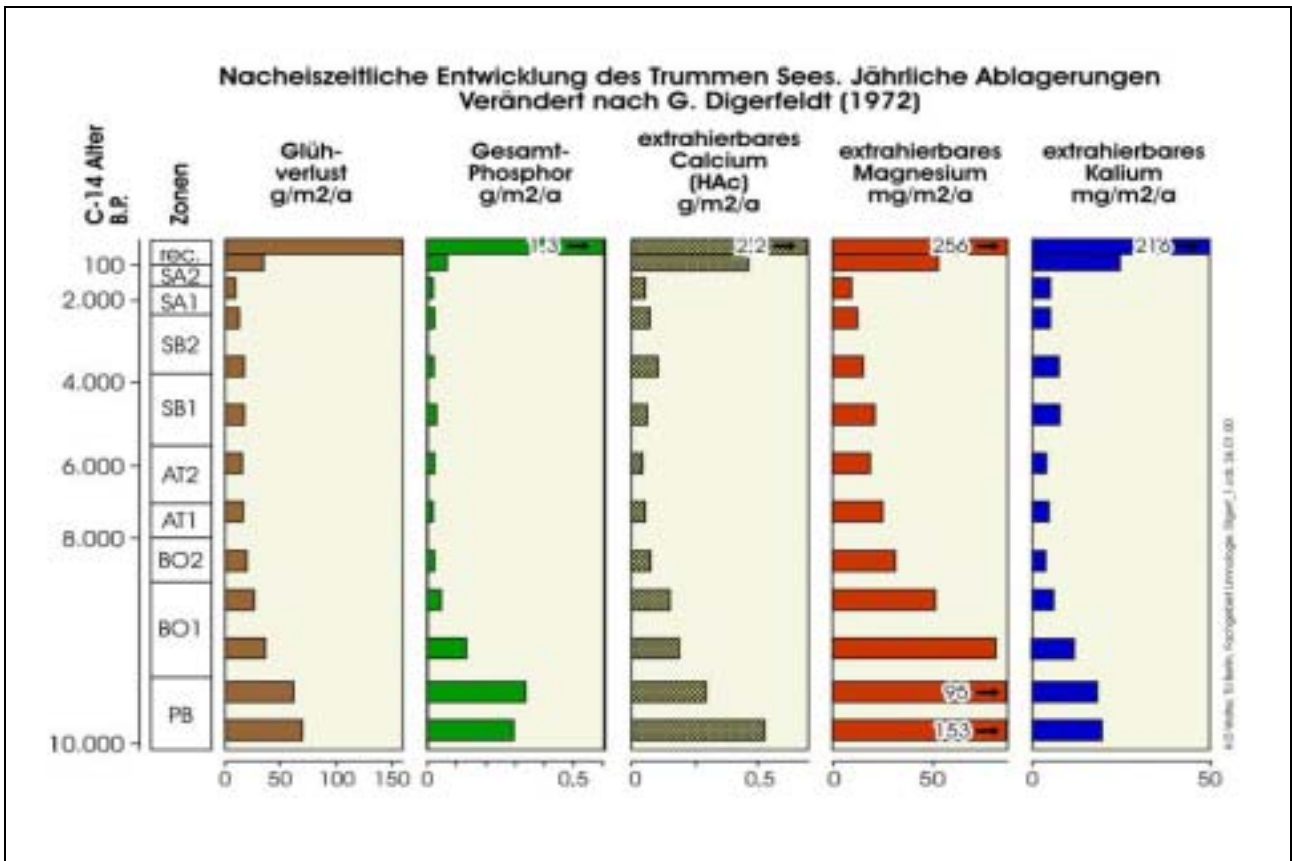


Quelle: Hildmann 1994

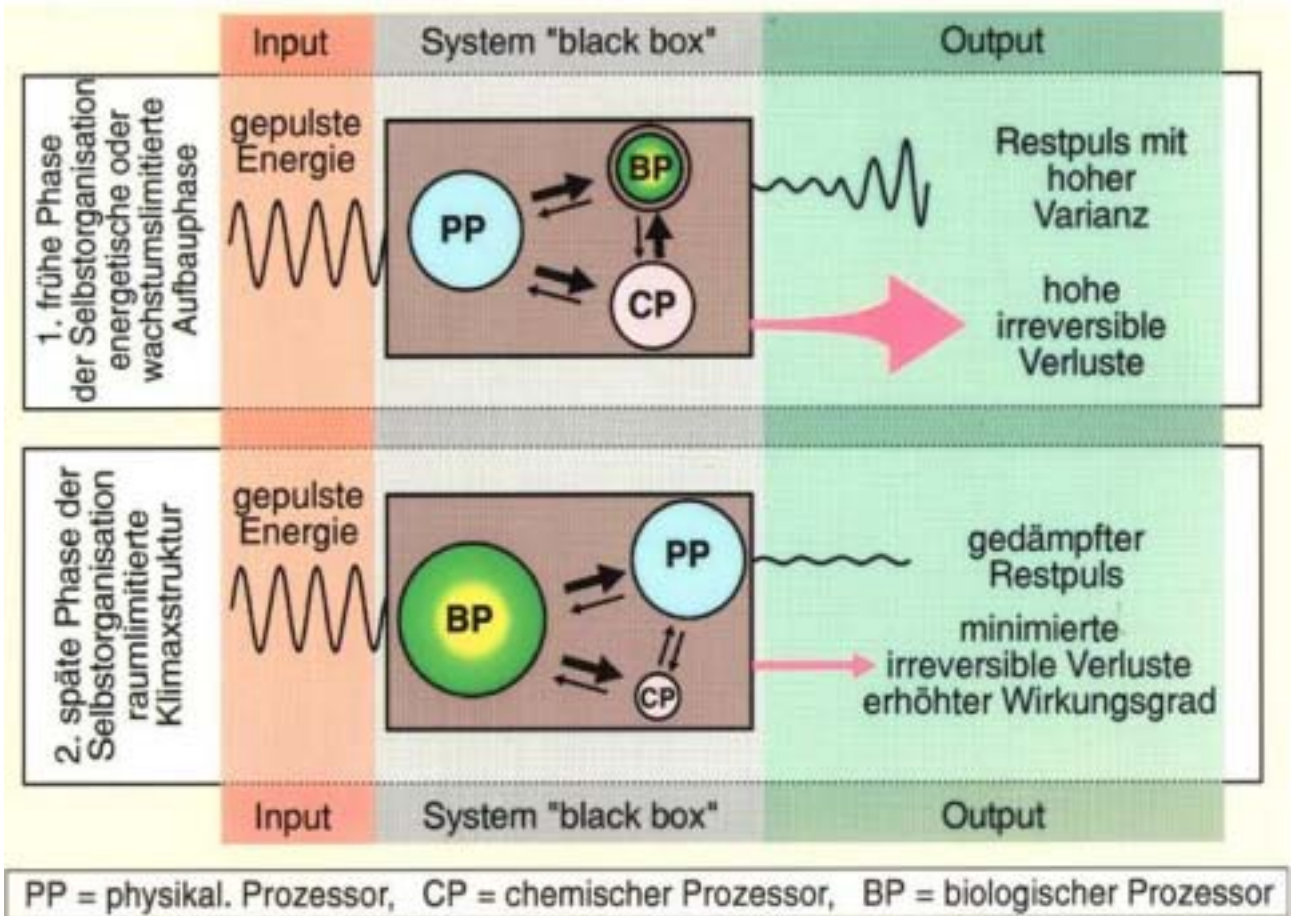
Einlenk.cdr, 12.12.95

Prozessoreigenschaften des Wassers





Rekursive Prozessorstruktur in Ökosystemen



Regeln für die Selbstorganisation dynamischer Systeme

- Sinnvolles Setzen von Systemgrenzen bei maximal möglicher Kreislaufführung und minimaler Offenheit (bezüglich irreversibler Prozesse), lässt Aussagen über das System zu.
- Im abgegrenzten System nehmen die Freiheitsgrade durch Wachstum und Ressourcennutzung ab. Durch Rückkopplung entstehen (stehende Wellen) Strukturierung und Eliminierung des Zufalls (Hilbertraum).
- „Biologische“ Prozesse erhöhen bei optimaler Ressourcennutzung die Systemnachhaltigkeit (Selbstorganisation = Übergang zu Hilbertraum). bei maximal erzielbarem Wirkungsgrad „Bifurkation“ (Vermehrung) durch die Bildung dissipativer Strukturen bei niedrigster Temperatur.
- Lebende Systeme in dynamischer Umwelt sind optimale energiedissipative dynamische Systemlösungen (strukturoptimiertes Wasser).

Fraktale Struktur der Wasserprozesse

- Das dynamische Wassermolekül (seine Anomalie)
- Die Salzlösung (Strukturierung durch mechanische elektromagnet. Kopplung)
- Die Strukturmoleküle und Membranen (Reaktor)
- Die Zellen (internalisierte Subsistenzprozesse)
- Die Organismen (strukturoptimiertes Wasser)
- Die Zönosenkernstruktur
- Das Ökosystem (vollständig entwickelter Raum)

Das fraktale System

Die Selbstähnlichkeit (Fraktalität) lebender Systeme entsteht durch Selbstorganisation, räumlich und energetisch limitierter Systeme und durch Anwendung derselben Spielregeln auf verschiedenen Ebenen (rekursives System).

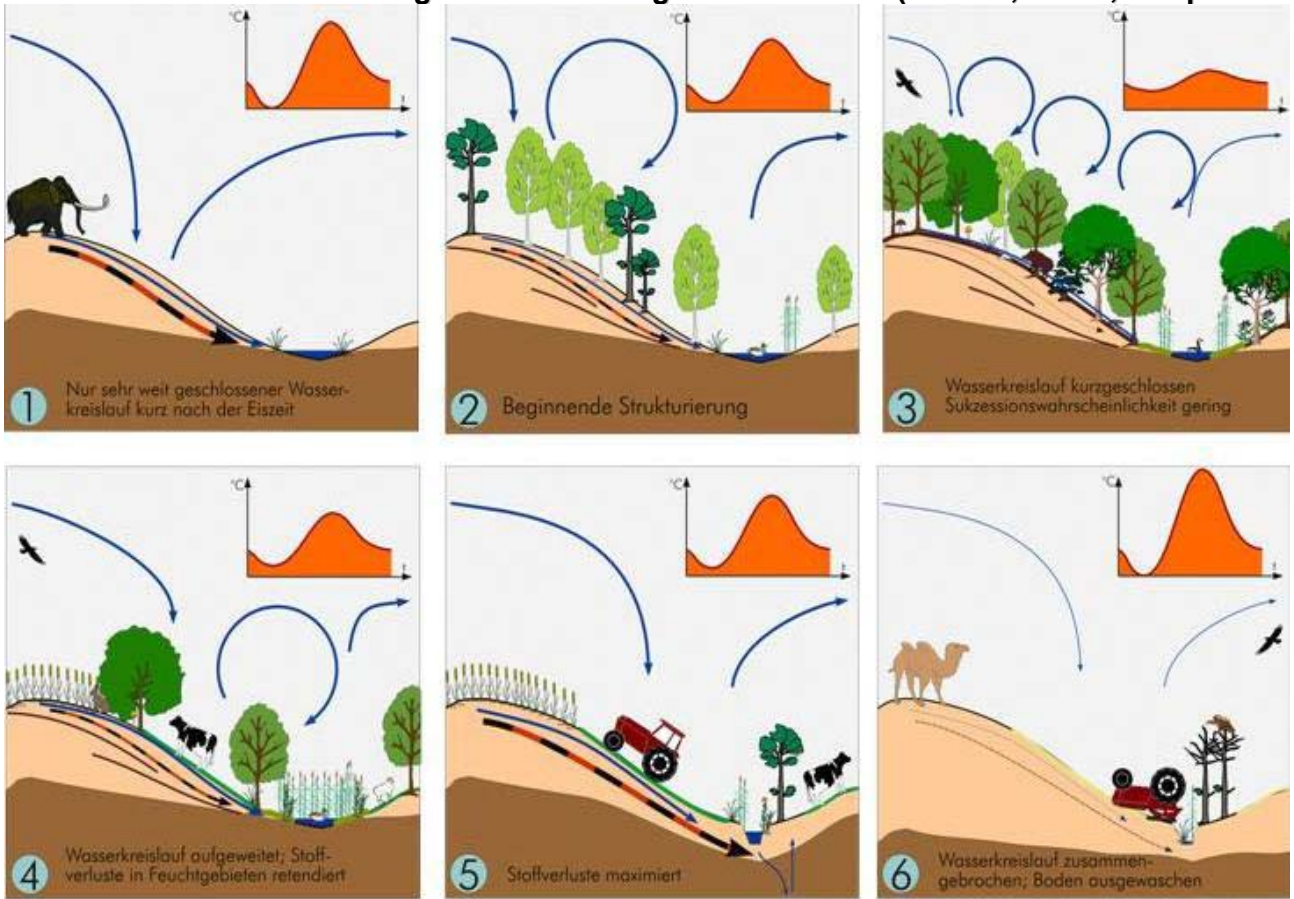
Die entstehenden Strukturen sind den energetischen Prozessen über Rückkopplungen nachgeordnet, die Umwelt stellt den selektiven Rahmen dar, der den Wirkungsgrad sowie die Nachhaltigkeit dieser dissipativen metabolisierenden Strukturen über ihre Stoffgeschlossenheit bestimmt.

Wie Menschen wirklich Klima beeinflussen

- Eingriffe in den Wasserhaushalt durch Wasser und Landwirtschaft
- Eingriffe in die Vegetation (Wasser- u. Forstwirtschaft)
- Austrocknung der Landschaft (Trink- und Abwasserwirtschaft)
- Vernichtung der Klimabilanz zwischen Land-, Meer durch Ausschalten der Primärkühlung (kurzgeschlossener Kreislauf)
- Vernichtung der Wasserhaltefähigkeit der Böden durch Melioration:

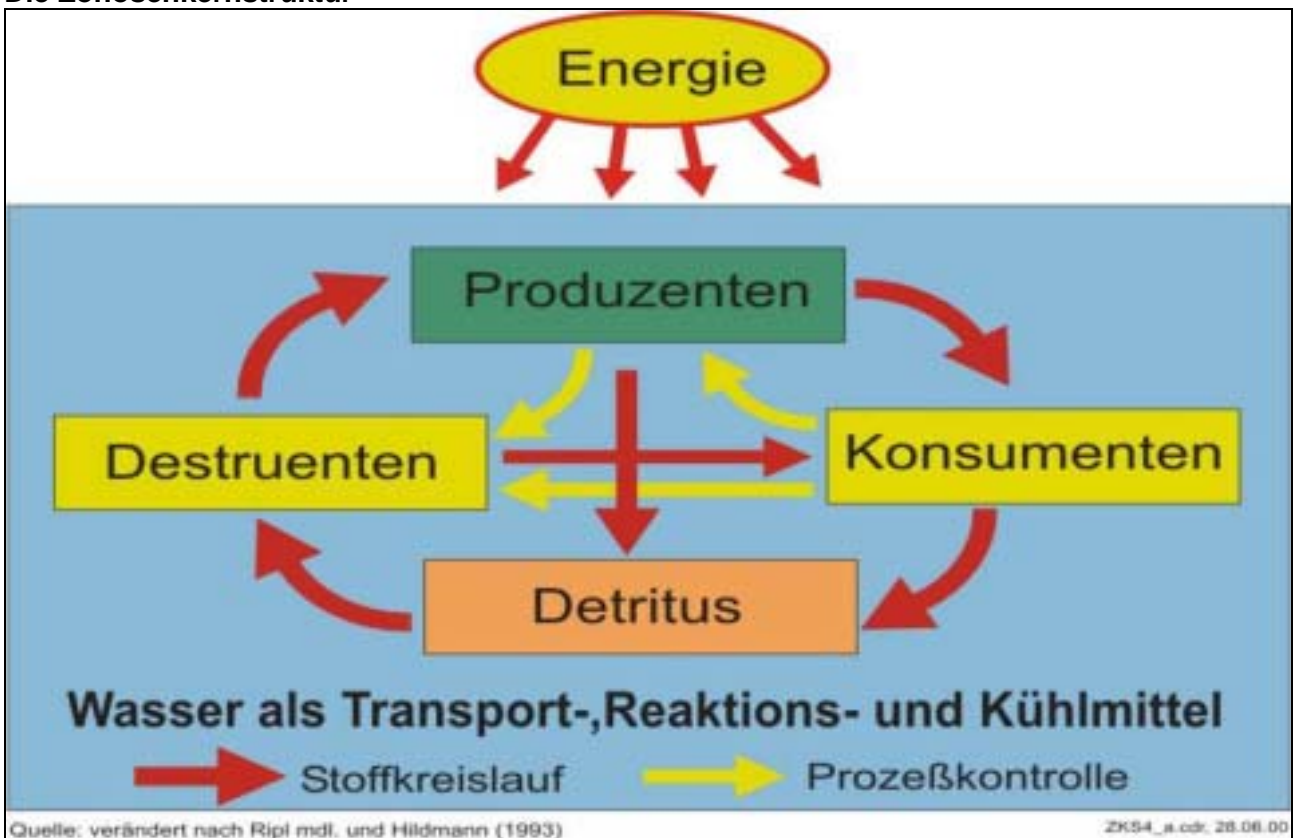


Phasenmodell für Entwicklung und Verwüstung der Landschaft (Wasser, Stoffe, Temperatur)

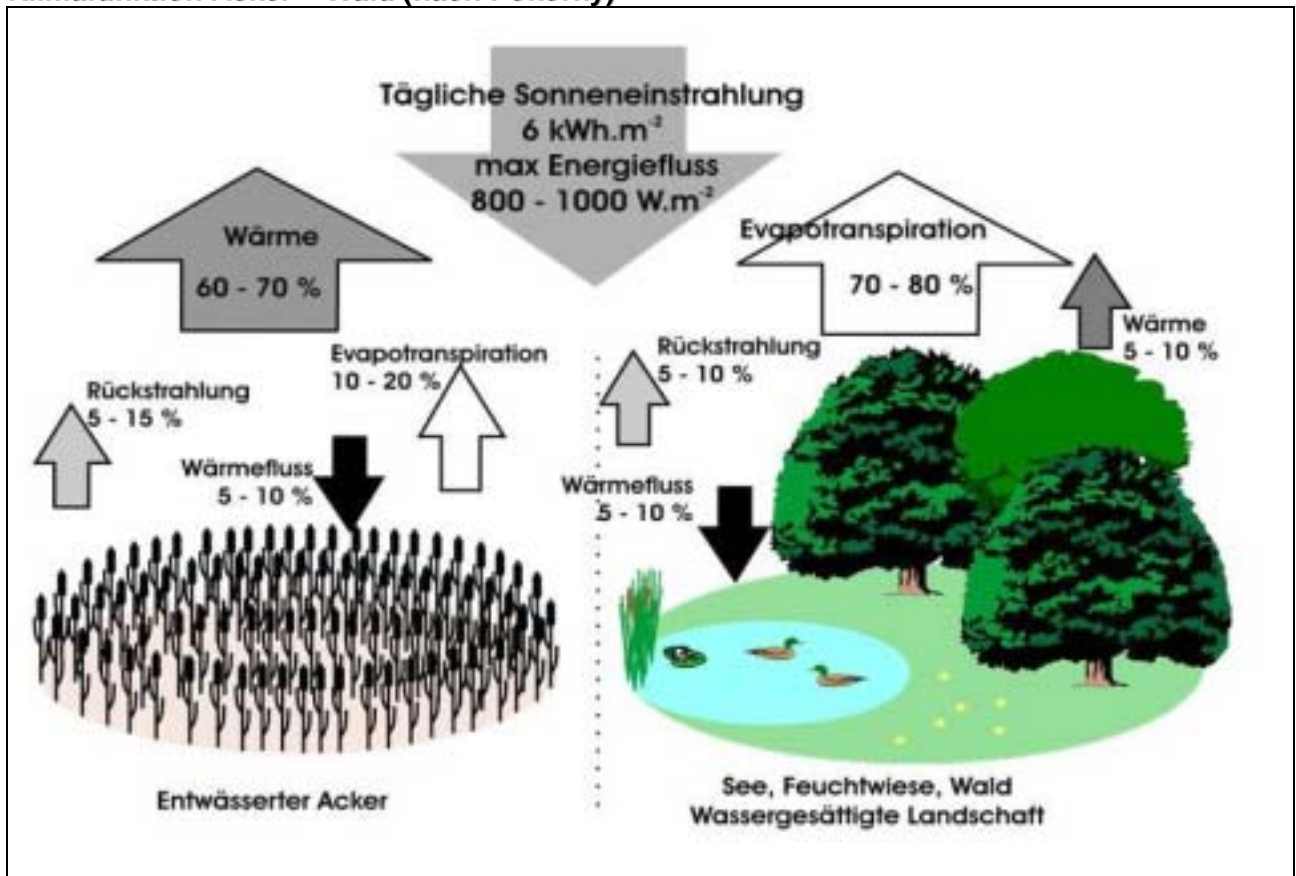


histor3a.cdr 20010810, Christian Hildmann

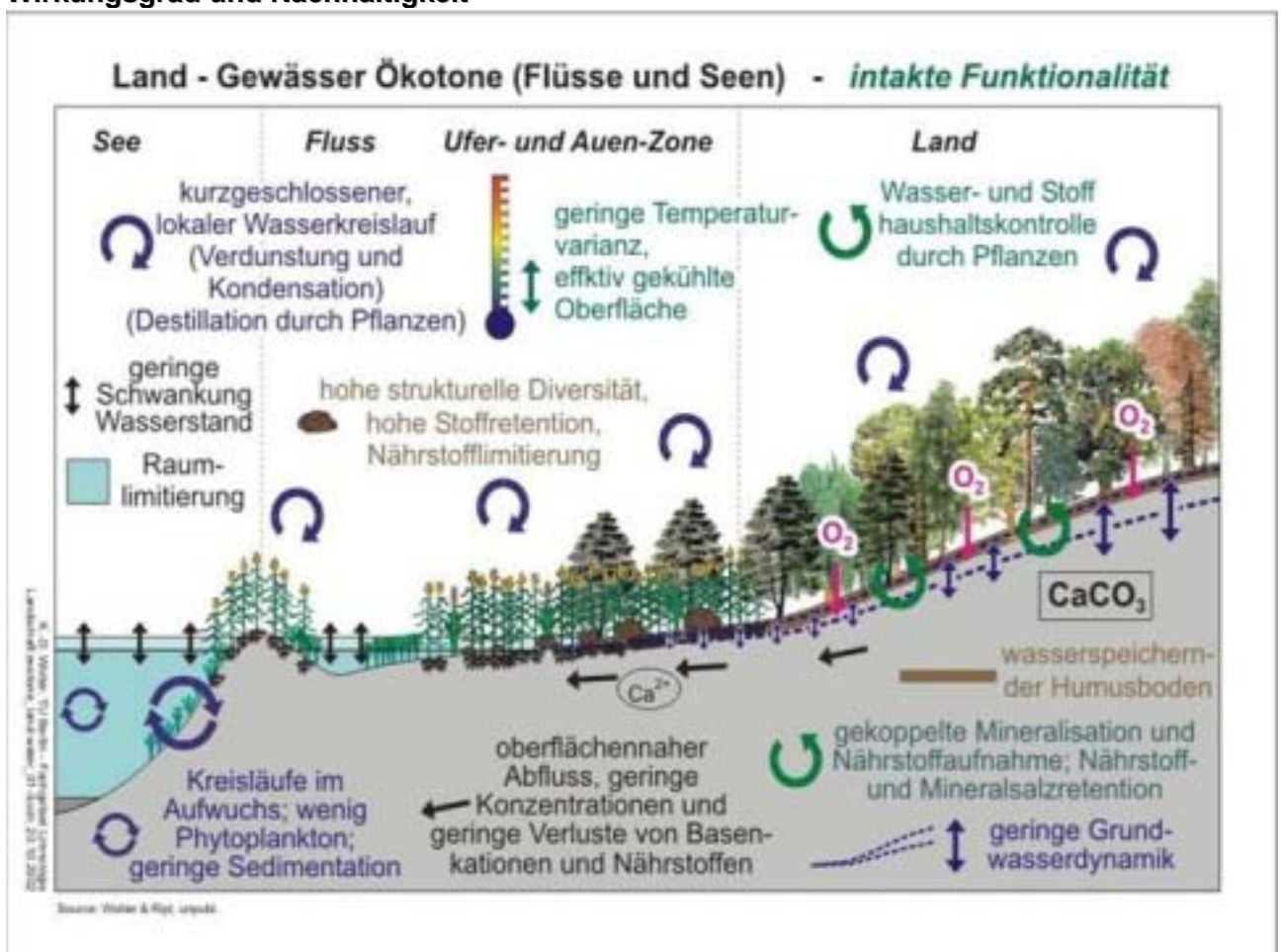
Die Zönosenkernstruktur



Klimafunktion Acker – Wald (nach Pokorny)

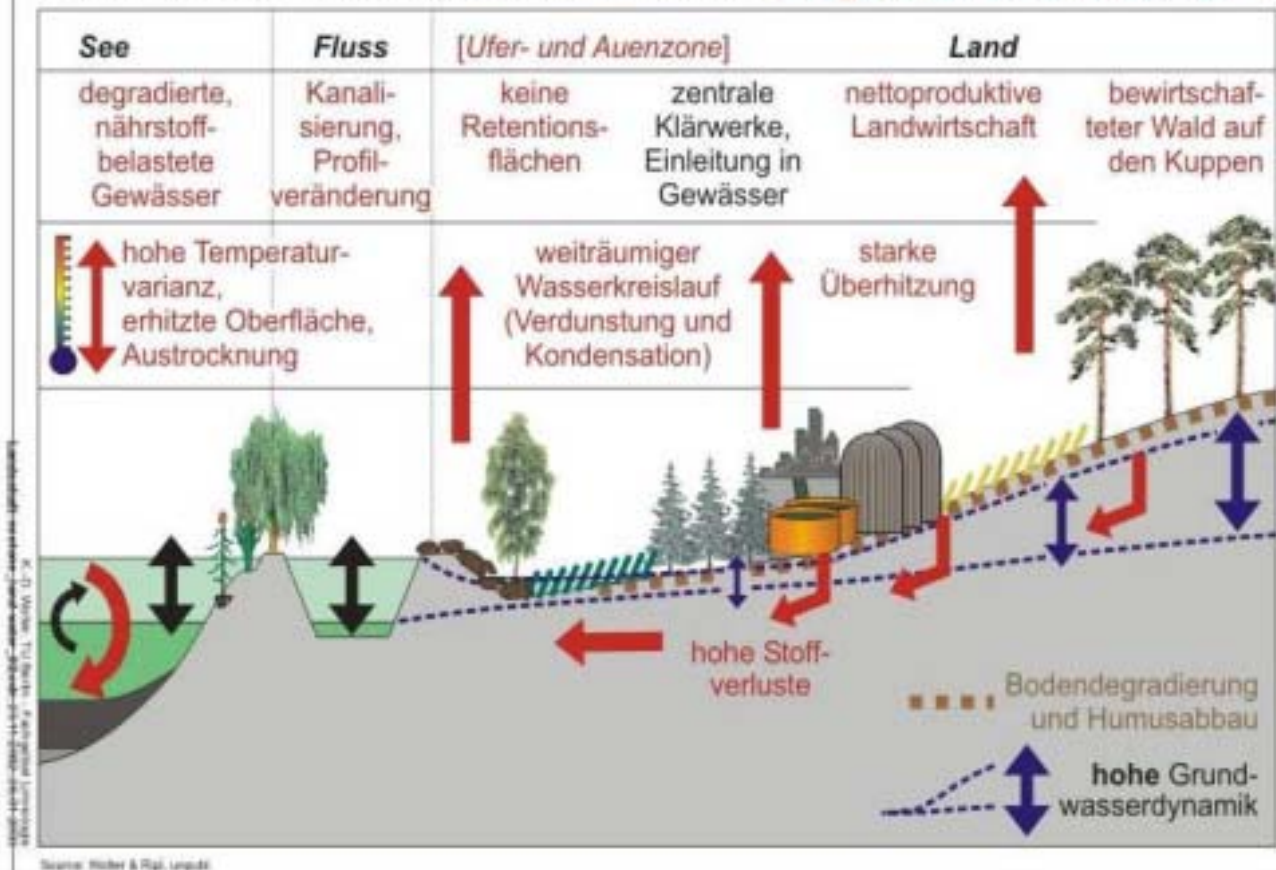


Wirkungsgrad und Nachhaltigkeit

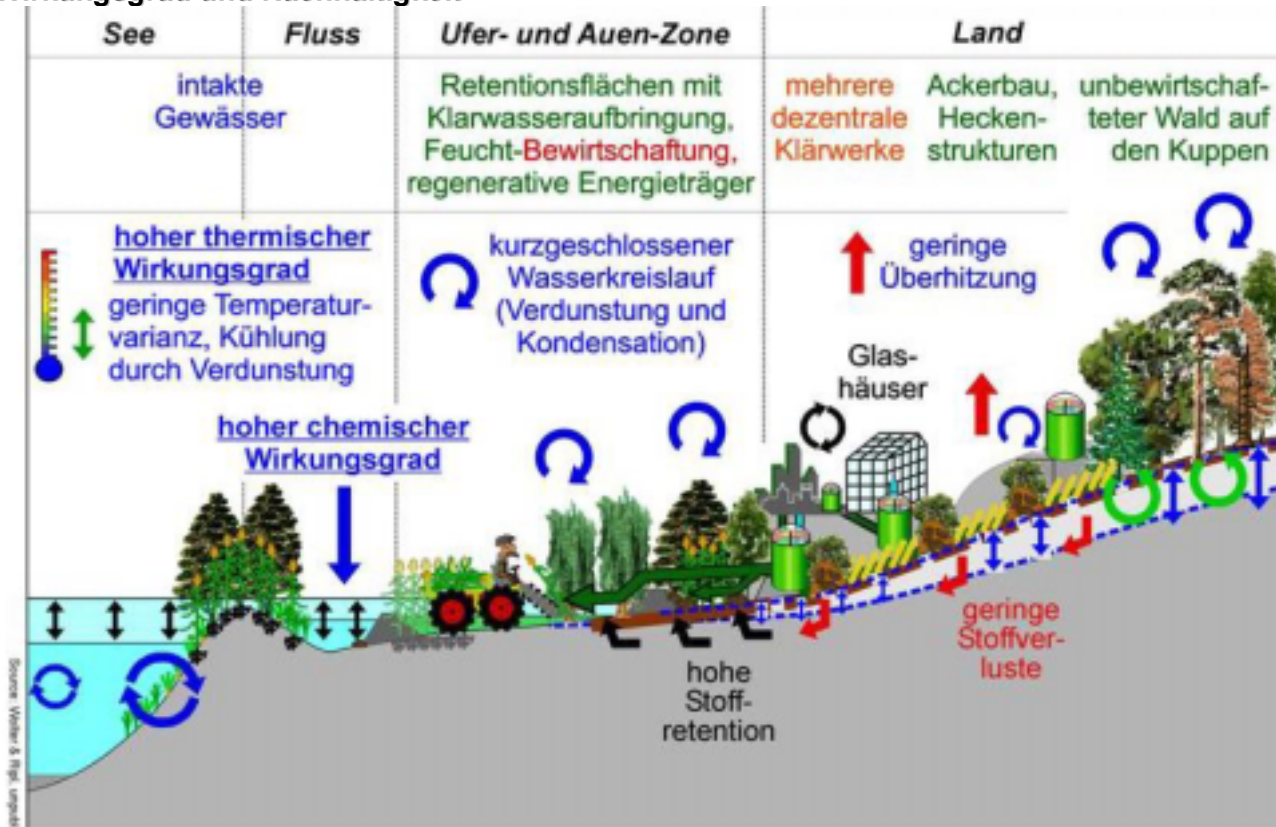


Abgesenkter Wirkungsgrad und verspielte Nachhaltigkeit

Land - Wasser Ökotope (Flüsse und Seen) - *Degradation durch Menschen*



Wirkungsgrad und Nachhaltigkeit



Schnittstelle Gesellschaft – Natur

- Phasengerechte Steuerung in Rückkopplung durch den Bewirtschafter.
- Subsistenz, Kreislaufwirtschaft und zellulärer Aufbau als zentrales Ziel einer nachhaltigen Umstrukturierung der Gesellschaft nach unumkehrbarem Crash unseres auf „ewigem Wachstum“ und zunehmenden Transporten aufbauenden Wirtschaftssystems.
- Steigerung des Bodennutzwertes als zukünftige Deckung für Währungen und Basis für eine gerechtere proportionale Ressourcensteuer.
- Steigerung der Nachhaltigkeit durch Optimierung der Kopplung von dissipativen Strukturen. z.B. SAW- (Subsistenz-Arbeiten-Wohnen) Kopplung.

Zusammenfassung

- Wärme und Verdunstungsvarianz sind rückgekoppelt an die Verteilung der höheren Vegetation
- Wasserdampf ist das wichtigste Klimagas. Umsatzfrequenz in der Atmosphäre bei ähnlicher Konzentration um Größenordnungen höher.
- Eiszeitzyklen rückgekoppelt an die Energiedissipation auf der Fläche mittels Wasser
- Lokales Handeln durch lokale Steuerung des Wasserkreislaufs sowie der Stoffströme mittels Vegetation auf der Fläche einzige Möglichkeit.

„Kühlstruktur der zwei Wasserkreisläufe“

- Kleiner kurzgeschlossener Wasserkreislauf
Verdunstung Taubildung lokale Primärkühlung durch Vegetation
- Grosser Wasserkreislauf: Meer – Kontinente – Meer. Steuerung der Wasserbilanz auf den Kontinenten durch Baumvegetation. Blattflächen als Verdunstungsflächen und Kühlsystem.



Der ökologische Imperativ -Physische Maßnahmen auf der gesamten Landesfläche

- Steuerung des Wasserkreislaufs und damit der Stoffkreisläufe durch verdunstende Baumvegetation. Verdunstung statt Versickerung. Orts- und phasenverteiltes Handeln. Mensch als adaptiver intelligenter Bewirtschafter.
- Steuerung der Temperaturdämpfung und Minimierung der irreversiblen Ladungsfrachten aus den einzelnen Einzugsgebieten (An Satelliteninformation und Frachtmessungen im Abfluss rückgekoppelte Bewirtschaftung).
- Perfektionierung der lokalen Stoffkreislauflührung bei minimiertem Eingriff in den natürlichen Wasserhaushalt und damit in die Prozessverteilung und Steuerung.
- Aufbau zellulärer autarker Strukturen nach den Spielregeln der Natur d.h. Selektion nachhaltiger Wirtschaftsweisen. Anpassung und Nachordnung des monetären Systems an die physischen Lebensvoraussetzungen (keine „Welt als Wille und Vorstellung“).

Ökologische Agenda - Gesellschaftliche Ansätze

- Bezahlung der Landbewirtschafter nach Leistung auf der Basis von Kühl- bzw. thermischem Dämpfungseffekt sowie Minderung von irreversiblen Stoffströmen mit den Gewässern zum Meer.
- Gestaltung der Logistikkosten nach Verursacherprinzip und Markt. Rückgekoppelte Steuerung von Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, funktionalem Naturschutz. Verantwortlichkeit von Brüssel zurück in die Region. Verortung der Prozesse. SAW-Kopplung mit perfektionierter Kreislaufführung.
- Regelung der Land-, Wald-, Wasser-, Abfall-, Rohstoffwirtschaft und des funktionalen Naturschutzes auf der Fläche durch Übertragung in die Verantwortlichkeit der Ressourcenmanager. Rahmengesetze auf der Basis des ökologischen Imperativs. Auflagen und Erlaubnisse durch dezentrale Gerichtsbarkeit (wie in Schweden)
- Überprüfung von gesetzlichen Regelungen mit Universalitätsanspruch (Römisches Recht bildet Naturprozesse nicht ab) auf Umweltverträglichkeit.
- Neubewertung der irreversiblen ökologischen Schäden durch Wasser- und Abfallwirtschaft (Trink-, Abwasser-, Abfall) und des einschlägigen Verwaltungshandelns.
- Regionale Wasser- und Klimapolitik anstatt eines globalen Zertifikathandels („Ablasshandel“). Hinterfragung des globalen Klimamodells und seiner Konsequenzen.

Ähnlicher Vortrag (Wilhelm Ripl und K.D. Wolter) an der Sommeruniversität Ratzeburg 2003:

Wasser was ist das?

Wasser ist das Element, das unseren Planeten zum „blauen und damit belebten Planeten“ macht. Es ist in der Tat das Wasser, das angetrieben aus der energetischen Wechselwirkung zwischen Sonne und Erde ein Transportsystem über den Wasserkreislauf bedingte und das durch seine Reaktivität an den Grenzflächen zwischen Fest und Flüssig bzw. Flüssig und Gasförmig zu Prozessen führen musste, die das Antlitz der Erde in ständiger Veränderung gestalten. Wie später noch gezeigt werden soll wurde unser Planet dabei zwangsläufig mit Leben erfüllt. Gekoppelt an den von Verdunstung und Niederschlag geprägten Wasserkreislauf wurden Kontinente und Meer so verbunden, dass einerseits immer neues reines Wasser den Boden benetzt und durch die Dissoziation (partielle Ladungstrennung) das Wasser in der Lage ist als sehr schwache Säure zu wirken und Stoffe entsprechend ihrem Löslichkeitsprodukt aufzulösen. Über die Fließgewässer strömt nun die mit Ionen angereicherte Lösung dem Meer zu, wo die transportierten Stoffe durch Fällung wieder zu Sedimenten werden und allmählich durch die Prozesse der Tektonik wieder neue fruchtbare Kontinente bilden. Dieser Prozess benötigt Zeitspannen von etwa 200 – 300 Millionen Jahren. Dadurch ist Wasser das wichtigste Transport- und Reaktionsmedium auf unserem Planeten. Lösungs- bzw. Witterungsprozesse des Gesteins durch Wasser werden bezüglich ihrer Geschwindigkeit durch das Vorhandensein und Verteilung der einzelnen Gesteine an der Erdoberfläche sowie der verschiedenen Löslichkeit von z.B. Natrium-, Kalium-, Magnesium- und Kalziumsalze bestimmt. Diese Austragsprozesse laufen verursacht durch Niederschläge um Größenordnungen rascher ab als der tektonische Prozess der Kontinentbildung.

Ursprünglich aufgefaltete Gebirge verwittern teilweise zu schroffen Gesteinsformationen. Die schwer löslichen Komponenten in Form von Sand bzw. Geröll werden nach den Gesetzen der Hydromechanik zu Gebirgen verformt, deren Gestalt oft durch die Schüttkegel des losen Gesteins bestimmt wird.

Die universale Spielregel für diese Prozesse ist immer die Absenkung der Energieflussdichte (Abnahme der räumlichen Energiedichte und des zeitlichen Energieflusses) wobei bei abgesenkter Energieflussdichte die wahrnehmbare Prozessintensität bis nahe an Null abnimmt. Die Dynamik der Moleküle bzw. der kristallinen Aggregate ist jedoch noch immer relativ hoch, da die Prozesse bei einer Temperatur zwischen 200 – 300° K ablaufen. Nachdem der Energiefluss durch die Drehung der Erde, und ihrer Achsenschiefelage zu Energiepulsen moduliert wird, spiegelt sich die aktuelle Energetik in der täglichen raum- und zeit- eingebundenen jahreszeitlich modulierten Dämpfung der Temperaturamplituden wieder. Den größten Einfluss auf diese Temperaturdämpfung hat das Wasser, wobei gilt dass bei vorhandenem Wasser die Energie so verteilt wird, dass einerseits örtlich durch Verdunstung gekühlt wird während an den Zonen wo Wasserdampf kondensiert erwärmt wird. Wasser kommt unter natürlichen Bedingungen in 3 Phasen vor, nämlich in fester Form

(Eis und Schnee), in flüssiger Form (zwischen 0° und 100 °C) und in gasförmiger Form (Wasserdampf). Durch diese Eigenschaften wird Wasser zum wichtigsten Kühl-, (Temperatenausgleichs-)medium auf unserem Planeten, das die Rolle der Thermostatfunktion am besten wahrnehmen kann und den Temperatenausgleich zwischen Tag- und Nacht und zwischen den verschiedenen geographischen Breiten bewerkstelligt. Wasserdampf ist dabei das wichtigste Treibhausgas, da es die beim Auftreffen von sichtbarer Strahlung auf die oberste Bodenschicht entstehende Wärme am besten absorbiert. Die aktuelle Temperatur wird dabei vornehmlich durch die Frequenz der Wasserkreisläufe in der Atmosphäre geregelt. Dies kann jedoch nur dann geschehen wenn zu jedem Zeitpunkt genügend Wasser an den Oberflächen der Kontinente für die Verdunstung zur Verfügung steht.

Ein weiterer Prozess auf der Basis des Wassers ist für unsere Umwelt durch die Entstehung des Lebens entscheidend geworden. Voraussetzung dafür ist die Eigenschaft des Wassermoleküls einerseits chemischer Energieträger zu sein. Diese Eigenschaft ist im flüssigen Zustand durch die Schwingung des Wasserdipols (polare Eigenschaft des Wassers, die sich einerseits durch eine mit zunehmender Temperatur zunehmender Ladungstrennung äußert, andererseits eine paramagnetische Eigenschaft aufweist) gegeben. Bereits die Anomalie des Wassers bei 4°C die höchste molekulare Packungsdichte aufzuweisen deutet an, dass bei dieser Temperatur die Moleküle bereits zu Clustern (temporäre und lokale Molekülverbände) vergesellschaftet sind und kohärent (zusammenhängend) auftreten und schwingen. Diese Eigenschaft wird durch die Lösung von Salzen noch verstärkt indem entsprechend dem Molbruch eine bestimmte Menge von elektrisch geladenen Salzionen mit einer bestimmten Menge von Wassermolekülen koordiniert ist und dadurch die Clustereigenschaften durch mechanisch-elektromagnetische Kopplungen verstärkt. Eine Siedepunktserhöhung und eine Gefrierpunktserniedrigung sind die Folge. Während die Clustermasse die Frequenz- und Polarisierungseigenschaften bestimmen, bestimmt die energieabhängige Schwingungsamplitude die Reaktivität der einzelnen Wassermoleküle und damit die räumliche und zeitliche Verteilung der potentiellen Reaktionszentren im Wassercluster. Durch Modulation (Überlagerung von Schwingungen) der Clusterfrequenzen die an Phasengrenzflächen (wo einzelne Phasen z. B. flüssig bzw. fest aneinander stoßen) verschiedene Schwingungseigenschaften bei gleicher Temperatur haben) auftreten entstehen in solchen Clustern räumlich und zeitlich strukturierte Reaktionszentren, die angeregt durch eine zweite Energiequelle (wie zum Beispiel durch ein im Modulator z.B. einem Strukturmolekül, Kolloid oder Kristallpartikel absorbiertes Licht) die Amplituden einzelner Wassermoleküle rückgekoppelt so hochschaukeln können, dass diese in Wasserstoff und Sauerstoff zerfallen (pH=0) und z.B. mit koordiniertem Bikarbonat- oder Karbonationen in Form von CO₂ zu Kohlehydratradikalen reagieren. Im Anschluss nach dem Transport an die am wenigsten kohärenten Grenzen der Cluster reagieren diese Radikale zu polymerisierten Kohlehydratmolekülen wie Glucose, bzw. Zellulose und bilden damit eine bei Überschreiten des Wirkungsgradoptimums eine sich selbst reproduzierende zelluläre Struktur mit internalisierten Subsitenzfunktionen. Internalisiert in Zellen nennen wir diesen Prozess Leben, da er rückgekoppelt an seine eigene Effizienz bezüglich der Ressourcennutzung die Reproduktion von optimierten Energie dissipierenden Strukturen auf den nächsten fraktalen (selbstähnlichen) Ebene schafft. Diese werden zum jeweiligen Zeitpunkt immer dahingehend selektiert, dass die Struktur mit der besten lokalen Energienutzung für die Kreislaufführung der Ressourcen zu einem Zeitpunkt sich mehr vermehren kann und den Standort besser nutzt und konserviert als stoffoffenere Strukturen. Wasser ist durch seine Fähigkeit sich unter zellinternen Bedingungen zu spalten (Photosynthese) dabei ein zellinternes Energiemedium (organische Substanz) zu bilden und sich zu einem späteren Zeitpunkt wieder zu Wassermolekülen (Atmung) zu vereinen um unverzichtbares Medium auf unserem Planeten geworden. (Ripl&Wolter 2002, Ripl 2003)

So etwa könnte man sich die Entstehung von Leben als thermodynamische Notwendigkeit eher denn als Resultat von Zufällen vorstellen zumal die Selbstorganisation des in Zellen, Geweben und Organismen auftretenden „strukturoptimierten Wassers“ weitergedacht werden kann und auf der nächsten fraktalen Ebene effizient Ökosysteme in zellulärer Struktur dahingehend organisiert, dass die Nachhaltigkeit dieser Systeme bei Fehlen von Störungen zusammen mit dem Wirkungsgrad ständig zunimmt.

Die Dissipation des täglich auftretenden Energiepulses mittels Wasser steht damit an oberster Stelle in der Systemhierarchie lebender Systeme. Dabei spielt die Vegetation für die Gestaltung des Wasserhaushaltes und der nachgeordneten Stoffflüsse die entscheidende Rolle. Die Funktionsweise der Vegetation zusammen mit den übrigen Organismen wurde in dem Regelkreismodell der Zönosenkernstruktur ZKS (Abb. 1) abgebildet. Diese kleinste funktionale ökologische Einheit bildet auch den Prozess der Selbstorganisation, der Steigerung des Wirkungsgrades und die funk-

tionale Basis der Artenvielfalt ab. In diesem Modell sind fünf funktional definierte Komponenten wirksam, die befähigt sind, sich so zu koppeln, dass Wasser und Stoffkreisläufe internalisiert werden und damit weitgehend geschlossen werden können. Zu den fünf Komponenten gehören,

1. die Primärproduzenten mit ihrer Doppelfunktion, nämlich einerseits die stoffliche und energetische Basis herzustellen für sämtliche heterotrophen Strukturen, andererseits
2. die zweite funktionale Komponente, das Wasser, als Kühl-, Transport- und Reaktionsmittel im Prozess der Evapotranspiration zu pumpen. Bei diesem Prozess entsteht ein an den Produktionsprozess rückgekoppelter Regelkreis, d. im kapillaren Gefüge des
3. Streupuffers den Zugang von Luft bzw. Sauerstoff für die folgende Komponente,
4. die Destruenten (bestehend aus Bakterien und Pilzen) steuert. Nähr- und Mineralstoffe werden somit im Streupuffer, der als Stoff- und Energiespeicher dient, im feuchten Umfeld solange gespeichert, bis eine Absenkung des Wassergehalts in den Kapillaren des Bodens durch die Evapotranspiration (ausgelöst durch Produktionsprozesse) eine Mineralisierung durch Bakterien und Pilze ermöglicht. Durch diese Kopplung kann der Energie- und Nährstoffspeicher effizient und verlustarm genutzt werden. Diese vier Komponenten benötigen zur verlustarmen Regelung der Energiedissipation in lokalen Strukturen noch die Bewirtschaftungskomponente, nämlich die
5. Nahrungskette bestehend aus niederen und höheren faunistischen Komponenten um durch Bewirtschaftung der Primärproduzenten und Destruenten Raum zu schaffen und dadurch auch den wichtigen Prozess der Reproduktion aufrechtzuerhalten und die dissipative Effizienz zu steigern. Abb. 1: Zönosenkernstruktur (ZKS)

In diesem Modell findet eine perfektionierte rückgekoppelte Regelung statt. Es entsteht ein zentraler Schaltkreis, der in seiner Effizienz und Stabilität nach seiner lokalen bzw. temporären Ressourceneffizienz bewertet wird. Daraus ergibt sich eine Bewirtschaftungsspanne, in der durch die Bewirtschaftung der Nahrungskette der Wirkungsgrad so geregelt werden kann, dass die Dämpfung der Energiepulse zu einer erhöhten Effizienz der Energienutzung führt. Bei maximaler Kreislaufführung können die energetischen Restpotentiale lokal besser genutzt werden. Dies bedeutet eine Maximierung der Bruttoproduktivität bei Absenkung der Nettoproduktivität auf Null. Die Energie wird vollständiger dissipiert und der Energiefluss maximal vergleichmässigt. Dies geschieht in der Zönosenkernstruktur durch Verdunstung von Wasser, Entwicklung von Biomasse, Entwicklung von kurzen und mehr geschlossenen Verdunstungs- und Kondensationszyklen mit internen Stoffkreisläufen und einer geringfügigen Erwärmung des Bodens.

Der Wirkungsgrad einer Zönosenkernstruktur kann durch das Verhältnis ihrer Stoffverluste zu ihrem Energiefluss bestimmt werden. Ansteigende Verluste sind von einer schlechteren Dämpfung des Energieflusses begleitet. Ein hoher Wirkungsgrad zeichnet solche Zönosenkernstrukturen mit höherem Wirkungsgrad aus, diese sind durch Kreislaufschließung und effizientem Umgang mit dem Vorrat des Standortes an Nutstoffen dauerhafter als Strukturen mit geringem Wirkungsgrad. Letztere verlieren die verfügbaren Mineralstoffe mit dem Abfluss ans Meer. Im Ökosystem zeigt eine dauerhafte Zönosen kernstruktur während der Sukzession bei guter Vergesellschaftung der einzelnen Elemente mit ihrer Umgebung den höchsten Wirkungsgrad. Neu hinzukommende Arten



Abb. 1. Zönosenkernstruktur nach Ripl, W. & Hildmann, Ch. (2000)

können nur dann bestehen, wenn sie den Gesamtwirkungsgrad durch bessere Kopplung der Prozesse zusammen mit den bereits bestehenden Arten anheben. Das Strukturierungspotential und die Geschwindigkeit des Sukzessionsprozesses resultieren aus der Differenz zwischen dem maximal nutzbaren energetischen Potential und der aktuellen Nutzung diese Potentials. In der Etab-

lierungsphase eines Ökosystems ist mit der Dominanz von schnellwachsenden Organismen zu rechnen, während in der darauffolgenden Vergesellschaftungsphase durch Limitierungen Rückkopplungen entstehen, die durch die Notwendigkeit zur Schliessung von Stoffkreisläufen eingeleitet wird. Für die Optimierung und Selbstorganisation in der Natur ist diese Raum- oder Ressourcenlimitierung eine unabdingbare Voraussetzung.

In der Zönosenkernstruktur stellt die Vegetation den energieteilenden Prozessor dar, der die Verdunstung, das übrige Organismenspektrum und die Stoffflüsse steuert. Dadurch nimmt die Vegetation und ihre Bewirtschaftung im Ansatz zur Steuerung des Landschaftshaushaltes die wichtigste Stellung ein. Über diese Spielregel kann der Mensch als Bewirtschafter durch die Vegetation, ihre Art und Verteilung und die übrigen daran gekoppelten Organismen die Nachhaltigkeit seines Tragwerks beeinflussen. Dieses Modell relativiert den konservierenden Artenschutz und zeigt uns Wege auf, wie der Mensch als Bewirtschafter nur durch Minimierung der Stoffverluste und bessere Kreislaufführung mit dem Instrumentarium der Vegetation und der bewirtschaftenden Arten sein ökologisches Problem Wirkungsgrad steigernd lösen kann. Es scheint hier, dass bei Limitierung des Raumes bzw. der nutzbaren Stoffe Freiheitsgrade schwinden, Beliebigkeit eliminiert wird sowie kaum denkbare Alternativen durch eine neue Vergesellschaftungsstrategie gegeben sind.

Ein besseres Verständnis der dynamischen Systemeigenschaften von lebenden Systemen und der Prozesskopplungen im Naturprozess bildet die Basis, die eine Beurteilung sektoraler Leitbilder und ihrer Schnittstellen zur Gesellschaft erst ermöglicht und Politik für den Bürger sowie die Volks- und Naturwirtschaft wieder ins Zentrum des Bewusstseins und aller Bemühungen rückt.

Die Aufteilung von Energie durch den Wasserkreislauf in Verdunstung und Versickerung ist in einem Fall standortkonservierend, in einem anderen negativ Wasser- und Stoffverlust behaftet. Erst durch intelligente raum- und zeitangepasste rückgekoppelte Bewirtschaftung mittels Wasser- und Vegetation wird dieser Prozess positiv beeinflusst.

Diese fundamentale Erkenntnis wurde als übergeordnetes Kriterium für die Bewertung von Naturprozessen zugrunde gelegt. Sie ist die grundlegendste bis heute bekannte übergreifende Systemspielregel (dynamische Einordnung bei geringster Energieflussdichte) und bildet damit direkt Nachhaltigkeit und intergenerative Gerechtigkeit ab. Wenn diese Spielregel als Kriterium anerkannt und verstanden ist, werden fallweise richtungssichere Beurteilungen in Raum und Zeit seitens der Gesellschaft wieder möglich.

Ökologische Zusammenhänge sind daher in der ihr eigenen hierarchischen Struktur so darzustellen, dass die Komplexität durch Zuordnung der Einzelphänomene zu verschiedenen hierarchischen Betrachtungsebenen transparent gemacht werden kann. Eine neue Sichtweise der Ökologie beschäftigt sich somit nicht mit der Erklärung von Strukturen, sondern ist prozess- und funktionsorientiert. Zusammenhänge stehen dabei im Zentrum der Betrachtungsweise.

Diese neue Perspektive soll es dem Leser ermöglichen, die Umwelt als Resultat der stofflichen Energetik wahrzunehmen. Sie ist auch geeignet, sektorale Leitbilder in ihrer Inkonsistenz aufzudecken und Schäden, die aus einem nicht verstandenen Schnittstellenmanagement entstehen, zu beseitigen. Von Nachhaltigkeit und intergenerativer Gerechtigkeit trennt uns ein fehlendes übergeordnetes Leitbild. Irreversibilitäten (Unumkehrbarkeit) in den Prozessen sind die Quelle der Instabilität besonders dann, wenn sich zeigt, dass eine inadäquate Bewirtschaftung die Nutzbarkeit des Systems dauernd beeinträchtigt und dass wohlgemeinte gesetzgeberische Ansätze an den Schnittstellen der einzelnen Sektoren zu zusätzlichen irreversiblen Prozessen führen. Es ist möglich, die Prozesse in der Natur im Zusammenhang zu verstehen. Die wissenschaftliche Basis dafür ist mit der Dissipation der Energie (Verteilung der Energie in Zeit und Raum hin zur geringsten Energieflussdichte) und den sich daraus ergebenden energiedissipativen Strukturen vorhanden (vgl. auch Prigogine 1980).

Die Beliebigkeit in Systemabgrenzungen und Zuordnung einzelner Prozesse zu verwaltbaren Strukturen haben sich, insbesondere seit nicht erneuerbare Energie zur Prozesssteuerung eingesetzt wurde, als unzureichend und schädlich erwiesen. In den letzten 150 Jahren ist der Wirkungsgrad der Ökosysteme durch massive Eingriffe in den Wasserhaushalt, die Böden und die Stoffflüsse dramatisch verschlechtert worden.

Ökosysteme sind hierarchisch-adaptive Systeme (vgl. auch Jörgensen 1992). Diese weisen eine aus der energetischen Wechselwirkung zwischen Sonne und Erde und aus den Rückkopplungen des räumlich bzw. stofflich begrenzten Systems Erde unter dem Einfluss des lokalen Wasserkreislaufs resultierende Selbstorganisation als wichtigstes Merkmal auf. Diese Systemfunktion ist in ihren energetisch hierarchisch gegliederten Zusammenhängen noch wenig in unserem Bewusstsein und im Gesellschaftssystem verankert.

Die derzeit komplexe Sichtweise bildet aber die hierarchisch gegliederten Stellenwerte der natürlichen Energetik des wichtigsten dynamischen Mediums Wasser in der Ökosystementwicklung und Stabilisierung nicht adäquat ab. Der sektorale „komplexe“ Ansatz anstatt eines hierarchisch-adaptiven ist daher nicht in der Lage, unsere zukünftigen ökologischen bzw. Naturschutzprobleme zu lösen und müsste demgemäß so schnell wie möglich durch einen funktionalen, wirkungsgradorientierten Ansatz ersetzt werden. Trotz des erheblichen Einsatzes von Mitteln und von gesellschaftlichen Anstrengungen ist es nämlich bisher nicht gelungen, die ökologischen Belange des Landes so zu steuern, dass eine Verbesserung in Richtung nachhaltiger Natur- und Volkswirtschaft festgestellt werden könnte.

Mit der natürlichen Entwicklung von Ökosystemen in teilgeschlossenen Einzugsgebieten erfolgte eine Steigerung ihrer Nutzungsdauer durch räumlich und zeitlich kürzer geschlossene Kreislaufführung des Wassers und der Stoffe in Wechselwirkung mit einer effizienten Vergesellschaftung von Organismen. Als unmittelbare Steuergröße dafür fungiert der Wasserkreislauf als der Primärprozess für die hydromorphe Gestaltung der Erdoberfläche mit Niederschlag und seiner Aufteilung in Verdunstung, Versickerung und oberflächlichen Abfluss in Wechselwirkung mit einer an Einfluss gewinnenden, ebenfalls wassergetriebenen Vegetation. Die Aufteilung in diese Pfade bewirkt entweder eine Dämpfung von irreversiblen Stoffflüssen durch Verdunstung oder eine Steigerung der Stoffverluste in den Oberböden durch Versickerung von Regenwasser und Auflösung der vegetationsnotwendigen Stoffe mit einem praktisch irreversiblen Transport über die Flüsse zum Meer.

Um die Stellenwerte der aus den einzelnen Sektoren in Forschung und Bewirtschaftung erfahrenen Systemzusammenhänge zu erkennen, zu interpretieren und zu bewerten, ist deshalb (ähnlich wie auf einem Puzzle) ein integratives querwissenschaftlich orientiertes Leitbild für die Prozessabläufe bzw. die vielfach gekoppelten Funktionen der Natur unverzichtbar.

Wie kann im Gegensatz zu heute eine richtungssichere Flächenbewirtschaftung durch ein solches integratives Leitbild gefördert werden, und nicht, wie die bisherigen sektoralen Erfahrungen einer expertenbasierten Naturverwaltung zeigen, verhindert werden. Ein Beispiel dafür stellt die weitgehend wassermengenbasierte Wasserwirtschaft dar, der es gelang, in einem Zeitraum von weniger als 100 Jahren die für die Subsistenz der Bürger notwendigen Tragwerkssysteme u.a. durch Austrocknung und Überhitzung ganzer Landschaftsteile, wie z.B. den Wasserhaushalt in Brandenburg, weitgehend und unter Verwendung von Modellrechnungen weitgehend zum Absturz zu bringen und stabil gewähnte Klimakennfelder mit den höchsten Niederschlagswahrscheinlichkeiten im Sommer nachhaltig im gesamten norddeutschen Raum zu degenerieren.

Auch haben - wie bereits oben thematisiert - unsere bisher genutzten Naturschutzleitbilder keineswegs zu einer observierbaren Verbesserung der Systemstabilität über den Weg, die Artenvielfalt zu erhöhen, geführt. Im Gegenteil, es wird täglich deutlicher offenbar, dass sich der Aufwand, Strukturen in der Natur an einigen ausgewählten Filetstückchen zu schützen, ständig erhöht und dass die gewissenberuhigenden Ausgleichsmaßnahmen bei Eingriffen nicht zielführend sein können. Diese tragen den elementarsten Spielregeln der Natur kaum Rechnung, sondern steigern die Beliebigkeit in Natur und Landschaft, produzieren irreversible Stoffflüsse an mehreren Stellen gleichzeitig und gefährden damit die Prozessstabilität der gesellschaftstragenden Systeme. Sie wirken der Steigerung einer verlustärmeren Ressourcennutzung durch eine orts- und zeitrückgekoppelte optimierte Vergesellschaftung von lokalen Organismen inklusive des intelligenten Bewirtschafters Mensch bzw. einer Erhöhung des Wirkungsgrads in der Natur entgegen.

Natur zeigt bekanntlich als energiedissipativer Prozess Systemcharakter. Ihre adaptiven Rückkopplungen an Systemgrenzen (energetischen, Raum- bzw. Raumausstattungsgrenzen) bilden ihre Fähigkeit, sich selbst in rückgekoppelter Dynamik zu organisieren. So eliminierte der Prozess Natur, wie dies durch paläobiologische Forschung der postglazialen Entwicklung unserer Landschaften belegt wurde (Digerfeldt 1972.) zunehmend die Beliebigkeit der Lebensprozesse in Zeit und Raum durch eine effizientere Vergesellschaftung der lokalen Organismen bei gleichzeitiger Erhöhung der Nachhaltigkeit durch optimierte Stoffkreislaufführung. Die Natur generiert durch ihren dynamischen Charakter Information, die sich in ständig stabiler werdenden räumlichen und zeitlichen Mustern und dynamischen Strukturen äußert. Diese dynamischen Strukturen haben zudem die Eigenschaft, die gesamten Landschaftsflächen in geordnete, zellulare, an Einzugsgebiete orientierte, bezüglich der Stoffflüsse teilgeschlossene Flächen einzuteilen, in denen die lokalen Kreisprozesse wie auch der Wasserkreislauf zunehmen und in denen lineare, irreversible Stoffverluste mit den abfließenden Gewässern durch geschlosseneren, in „Zellen“ internalisierte lokale Stoffkreisläufe ersetzt werden.

Die oben angeführten Fakten führen bereits zu einem durch Erfahrung kaum zu falsifizierendem Leitbild. Dieses soll im Rahmen dieser Studie aufgezeigt und als Alternative zu den bisher verwendeten meist wenig hilfreichen und von Beliebigkeit geprägten Ansätzen dargestellt werden. Ein prozessorientiertes Leitbild (ETR-Modell als Referenzmodell: Ripl et al 1995, 2001 und 2002 und 2003) muss sich naturgemäß mit dem Systemantrieb und mit den Prozessen der Energiedissipation (Verteilung von Energie in Zeit und Raum mittels des Wassers) beschäftigen. Es muss der täglichen „Wechselstrom“-Energetik angepasst Rechnung tragen und sich bezüglich Materie und Dynamik innerhalb des thermodynamischen Rahmens (dieser bildet die axiomatische Basis jeder Naturwissenschaft, die in den Hauptsätzen festgelegt ist) befinden. Erst ein solches Leitbild macht die Resultate von Forschung übergreifend in ihrer raum-zeitlichen Verteilung - in ihrer Hermeneutik (Deutbarkeit) – sichtbar, bewertbar und richtungssicher umsetzbar. Bei der Bewirtschaftung unserer Naturressourcen ist daher zu berücksichtigen, dass erst dann eine orts- und zeiteingebundene optimale Lösung zu erwarten ist, wenn dabei auch der an die Verhältnisse rückgekoppelte Bewirtschafter berücksichtigt wird und seine Bewirtschaftung zu richtungssicheren Ergebnissen führt. Zentralistische unangepasste Bewirtschaftungs- und Verwaltungskomponenten, wie auch gutgemeinte Richtlinien bezüglich des Umgangs mit der Natur haben sich dabei eher selten als hilfreich erwiesen, da sie einem solchen fundamentalen Leitbild auf der Basis von Wasser als dem primären energiedissipativen Medium kaum Rechnung tragen und deshalb den Wirkungsgrad des physischen Systems nicht erhöhen, sondern im Gegenteil in nichtlinearer Weise d.h. orts- und zeitbezogen unterschiedlich, effizienzmindernd für den Prozess Natur sind. Kernelement ist in diesem neuen Leitbild die zentrale Rolle des Wassers, das durch seine Vielfalt an adaptiven Kreisläufen und deren Verteilungen in Zeit und Raum, Vegetation, Boden, und Atmosphäre unmittelbar betrifft. Über das Wasser wird Energie umgesetzt und bewirkt Transport-, Reaktions- und Temperaturengleichungsprozesse als Voraussetzung für eine Strukturbildung auf der Fläche und in der bodennahen Atmosphäre (Abb. 2a, 2b und 2c.)

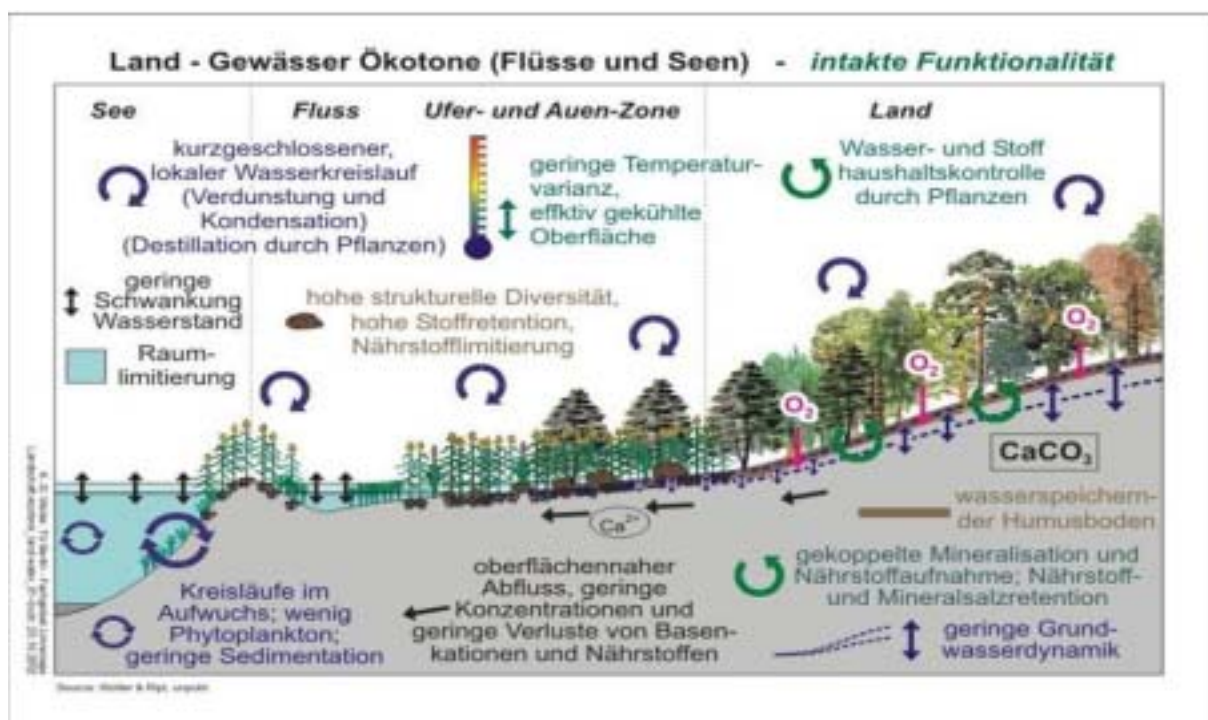


Abb.2a: Dissipativer Wasserkreislauf (ursprünglicher Zustand)

Wasser weist als Besonderheit Energiesprünge beim Wechsel der in der Natur vorkommenden Aggregatzustände (Phasenübergänge) auf. Die Vegetation spielt in diesem Kontext als energiedissipative Temperaturengleichsstruktur eine wesentliche Rolle, da sie historisch belegbar gezeigt hat, wie sie den Wasserkreislauf über den Prozess der Evapotranspiration durch Bereitstellen von Phasengrenzflächen zunehmend steuert und dabei in der Lage ist, Klima-Extremata effizient zu dämpfen.

Wasser wirkt – und dies ist einzigartig – als energiedissipatives Medium, den täglichen Energiepuls von der Sonne auf die Fläche zu dämpfen. Diese Kühlfunktion kann es nur solange erfüllen, solange die Fläche durch Wasserrückhalt in einer oberflächlichen Vegetations-, bzw. organischen

Streuschicht verdunstungsfähig ist d.h. flächendeckend und über das Jahr hinweg genügend Wasser oder Feuchte für den Verdunstungsprozess aufweist.

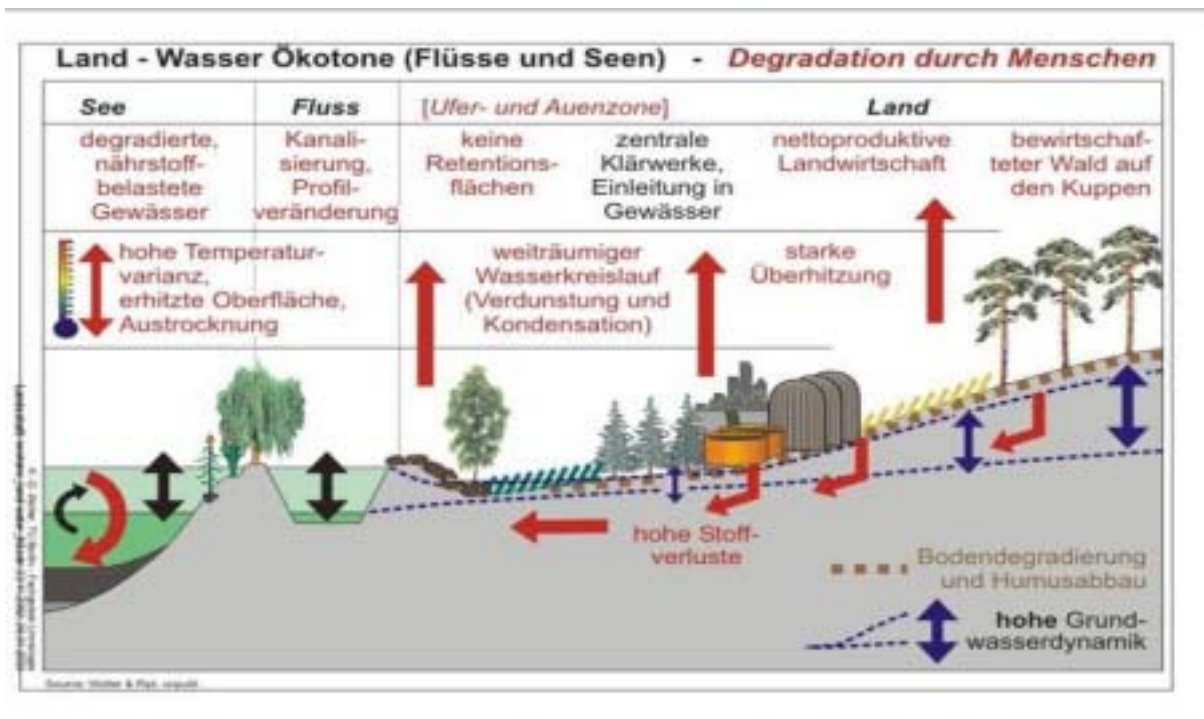


Abb.2b: Dissipativer Wasserkreislauf (aktueller Zustand)

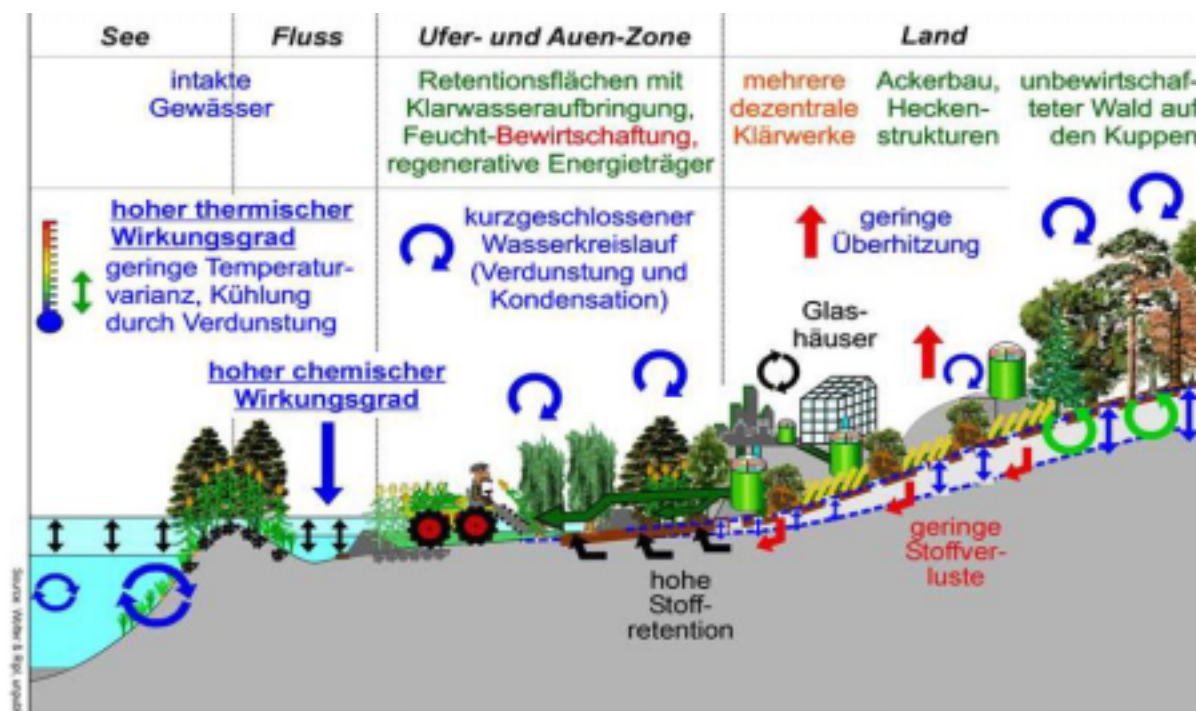


Abb.2c: Dissipativer Wasserkreislauf (zukünftiger Zustand) (Abb.1 Wolter u. Rippl unveröffentl.)

Vegetation wirkt zusammen mit dem bodennahen Wasser als temperatenausgleichendes Medium, das durch aktive Evapotranspiration auch als Attraktor für Niederschläge dadurch wirkt, dass sie besser die Temperaturen ausgleicht und als lebende Substanz eine höhere Wärmekapazität als Wasserflächen aufweist. Sie bildet durch den jahreszeitlichen Auf- und Abbauprozess (Witterung von Mineralien, Photosynthese- und Respirationprozess) an der Schnittstelle zum geologischen Substrat ihren eigenen stofflich kurzgeschlossen und optimiert bewirtschaftbaren Standort, den Boden aus. Während die Dynamisierung der Wassermoleküle durch die Absorption von Wärmestrahlung aus den Böden und der Vegetation bei genügend verfügbarem Wasser- bzw. Wasserdampf zu kurzgeschlossenem und daher lokalen Änderungen der Wasserkreislaufführung in der Atmosphäre führen, wird bei Fehlen von bodennahem Wasser CO_2 als trockenes wärmeabsorbierendes Medium

rendes Klimagas zunehmend wirksam. Das Fehlen von bodennahem Wasser trägt daher in wesentlichem Maß zu lokalen Klimaphänomenen bei, die zunehmend auch global die Atmosphäre bezüglich ihrer Stoff- und Temperaturverteilung verändert. Dabei wirkt sich sicher nicht die mittlere Temperatur entscheidend auf das Klima aus, sondern die zunehmenden Amplituden und ihre verringerte Dämpfung sowie das Vorkommen von Wasserdampf und die Dissipation von Energie unter Einbeziehung der wesentlich stärkeren Energiedissipation beim fast täglichen lokal ausgebildeten Phasenwechsel zwischen flüssig - gasförmig und flüssig - fest. Die Reaktivität von instabilen Radikalen und nicht terminell (endgültig) oxidierten oder reduzierten trockenen Treibhausgasen (NO_2 , SO_2 , O_3 , CH_4) wird ferner von der Feuchtigkeit der kondensierenden Vegetationsoberflächen und ihrer Grenzflächenaktivität in hohem Maße gesteuert (Abb. 3).

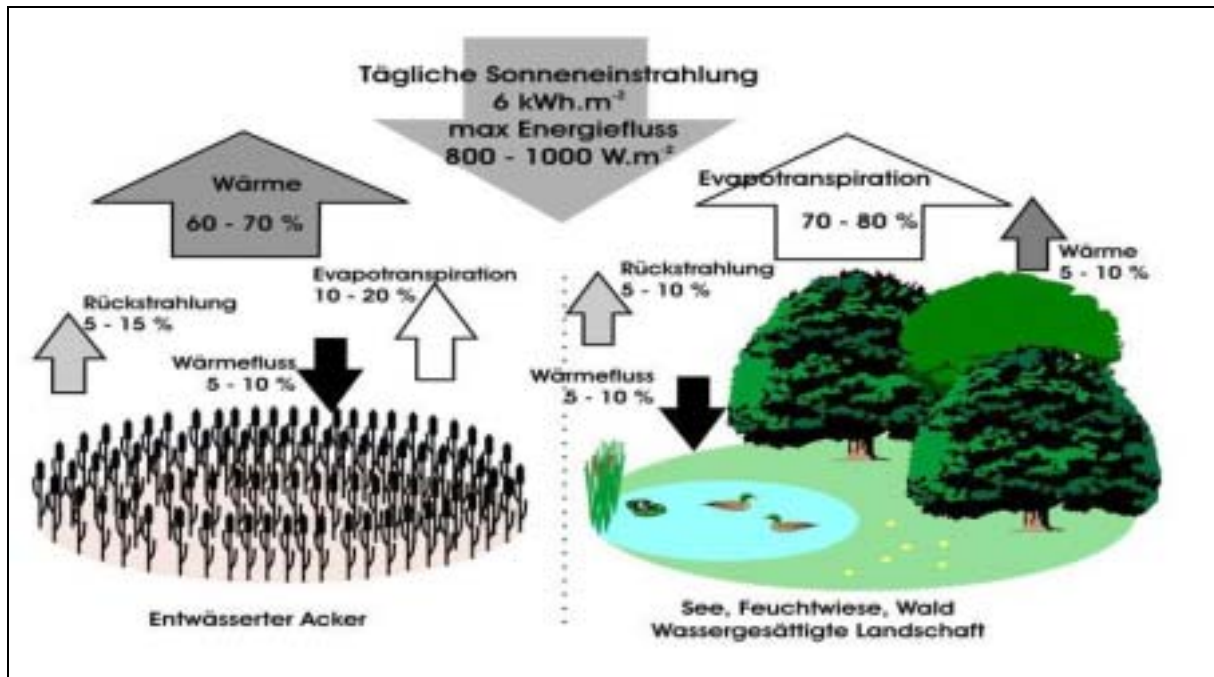


Abb. 3: Vergleich Energetik entwässerter bzw. wassergesättigter Landschaft (nach Pokorny 2001)

Dies trifft auch für die Stoffflüsse im Oberboden zu, die bei vorhandenem Kondenswasser durch entsprechenden Sauerstoffmangel nachhaltigkeitssteigernd gesteuert werden, indem die lokalen Kreisprozesse durch zunehmende Evapotranspiration verstärkt werden. Irreversible lösliche Nutstoffflüsse als Austräge mit den Gewässern zum Meer werden dabei minimiert und die Anreicherung von weniger löslichen Schadstoffen in den Oberböden dadurch verzögert. Vegetation und Boden bilden zusammen mit dem lokalen Wasserkreislauf eine Systemeinheit, in deren organischer Matrix Nähr- und Mineralsstoffe ortsfest aber dynamisch gebunden sind und bei Bedarf durch pH- Absenkung (Steuerung durch Abgabe von H^+ Ionen) an den Haarwurzeln pflanzenverfügbar werden. Mit dem gepumpten Wasser werden die aufgenommenen Nutstoffe internalisiert transportiert und zwar solange die Vegetation ihren Standort mit Wasser als Transport-, Kühl- und chemisches Reaktionsmedium

aktiv und vom Menschen ungehindert nutzen bzw. bewirtschaften darf.

Diese fundamentale temperatenausgleichende und bodenerhaltende Rolle des bodennahen Wasserdampfes wird leider in der Klimaforschung meist stark unterschätzt. Die bei der Verdunstung benötigte Energie wird im Zusammenhang mit der Vegetation bei der Kondensation von Wasserdampf an Phasengrenzflächen an die Atmosphäre bzw. die oberflächenaktiven Strukturen der Vegetation abgegeben und dabei werden die Atmosphäre und die Kondensationsflächen (u. a. Blattwerk) durch Freiwerden der latenten Wärme aufgewärmt. Dies ist ein ökologisch höchst wichtiger Prozess, der Lebensgemeinschaften selektiv beeinflusst und die herausragende Rolle des wichtigsten Klimagases Wasserdampf aufzeigt. Als Wasserdampf bzw. Nebel beeinflusst der bodennahe Wassergehalt der Atmosphäre in hohem Maß die Rückstrahlung von Wärme an die Atmosphäre sowie die Energieaufteilung (Partitionierung) zwischen Wasser, Wasserdampf und CO_2 . Winde, Temperaturverteilung und die Dynamik der Baumgrenzen, Emissionen und Immissionen werden dadurch gesteuert. Die lokalen energetischen Inkremente werden als Antrieb für das Großklima weitgehend bestimmt. Die These, dass der Wasserkreislauf das Klima eher bestimmt als die CO_2 Konzentrationen den Wasserkreislauf, sind mit den heutigen Klimamodellen nicht falsifizierbar, und

es müssen Zweifel angemeldet werden, ob die auf den Modellrechnungen fußenden Hypothesen, in denen Rückkopplungen nur in geringem Maße berücksichtigt werden, jemals bestätigt werden können. Dagegen zeigen neue Forschungen die signifikante Rolle des Wassers auch im Klimageschehen auf. Die Ergebnisse dieser Forschung lassen auch die Ergebnisse der Klimafolgenforschung in zweifelhaftem Licht erscheinen. (Pielke et al., 1999, Pielke, 2001 und Pielke, in press) Allein die erwartete Systemträgheit, mit der eine Steuerung durch die sicherlich notwendige Ächtung der CO₂ - Emissionen in die Atmosphäre den sich verändernden Klimaprozess, so wie er beschrieben wurde, stoppen könnte, macht die heute noch verfolgte Klima Hypothese so gefährlich, weil sie fatalistisch ist. Eine rasche Umsetzung der internationalen Verträge und die Einführung eines globalisierten Zertifikathandels würden ohne Berücksichtigung eines vermehrten lokalen flächegebundenen Pflanzenproduktionsprozesses möglicherweise erst in einem Zeitrahmen von 50-100 Jahren die CO₂-Konzentrationen global wirksam vermindern können. Dabei ist bei rasch wachsenden Energiemärkten zu erwarten, dass die nicht erneuerbaren fossilen Energiequellen sich bereits in kürzerer Zeit so verteuern, dass sich diese Anstrengungen als eher theoretisch erweisen. Außerdem hat sich bereits gezeigt, dass die Klimaziele durch die eingeleiteten internationalen Maßnahmen kaum erreicht werden können. Der starke Temperatenausgleich (oder Kühleffekt) des Wassers beruht auf der hohen spezifischen Verdampfungswärme des Wassers beim Phasenwechsel flüssig-gasförmig, die bei 20°C 2,452 kJ/g beträgt (Liljequist & Cehak, 1990) und der kurzen Umsatzzeit von 9 Tagen im Mittel (mittlere Umsatzzeit CO₂: 4 Jahre). Bei einer Verdunstung von 5 mm am Tag beträgt der Kühleffekt 12,3 MJ/m² (W/m²). Die gleiche Kühlleistung durch vorbeiströmende Luft, die dabei um 10°C aufgewärmt wird, erfordert bei einer Wärmekapazität von 1,005 kJ/(kg/°b) eine Luftsäule von etwa 945 Metern. Diese Differenzen verdeutlichen die Signifikanz des Wassers als dissipativem Kühlmittel auf der Erdoberfläche. Es bewirkt die Vergleichmäßigung des täglichen und jahreszeitlichen Temperaturganges am Standort durch kurzgeschlossene Verdunstungs- Kondensationszyklen. Weiträumige, besonders vertikale Ausgleichsbewegungen der Luft werden effizient gedämpft (Ripl & Wolter, 2003).

Von Beliebigkeit geprägte Sichtweisen der Deutung von Naturprozessen bestimmen dagegen in zunehmendem Maß das politische Handeln. Emission von Spurengasen, die sogenannten Treibhausgase - CO₂ aus fossiler Verbrennung, CH₄ aus Landwirtschaft und Deponien, N₂O aus Düngemittelanwendung und FCKW - werden heute vorrangig mit den beobachtbaren Klimaänderungen in Verbindung gebracht. „An der, durch die direkte Wirkung anthropogen emittierter [trockener] Treibhausgase erzeugten Verstärkung des Treibhauseffektes sind nach Angabe des Abschlußberichtes der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages `Schutz der Erdatmosphäre` (1995) CO₂ mit etwa 50 %, CH₄ mit 13 %, FCKW mit 24 %. N₂O mit 5 % sowie stratosphärischer Wasserdampf und troposphärisches Ozon mit insgesamt 8 % beteiligt.“ (UBA (Hrsg.), 2001, S. 5). Die zusätzlich erzeugte Strahlungswirkung betrage derzeit etwa 2,6 W/m², was mehr als einem Prozent der terrestrischen Solarkonstanten (ca. 236 W/m²) entspricht (Sachstandsbericht des IPCC, 1996 nach UBA (Hrsg.), 2001, S. 6). Zu den klimatischen Auswirkungen zählten v.a. die Zunahme der mittleren globalen bodennahen Lufttemperatur, der Meeresspiegelanstieg durch abtauende Inlandgletscher und die Zunahme der Menge und Intensität von Niederschlagsereignissen (UBA (Hrsg.), 2001, S.6 ff).

Dies wird relativiert durch die Tatsache, dass bereits 2/3 der Energie bei Vorhandensein von hinreichend verdunstungsfähigem Wasser in der Landschaft von der Vegetation über Evapotranspiration, Bildung und Kondensation des Wasserdampfes in glücklicherweise höchst unschädlicher Art dissipiert wird. (Ripl & Wolter, 2003). Analyse und Schlussfolgerungen aus einem an der linearen Emission trockener Treibhausgase orientierten Klimamodell weisen durch Dynamisierungseffekte sowie Unterschiede in der Wärmekapazität der Strahlungsempfänger entscheidende methodische Mängel auf, bzw. orientieren sich an einem stark verkürzten Prozessverständnis und entbehren noch immer hinsichtlich ihrer prognostizierten Wirkungen der naturwissenschaftlichen Grundlage. Vereinfachte Ansätze, über die Vermeidung von CO₂-Emissionen, den Zielkonflikt zwischen Klima- und Gewässerschutz zu lösen, sind deshalb auch nicht zielführend. Die an einem solchen Klimamodell orientierte Sichtweise, wie die einzelnen zur ökologischen Bewertung kleiner Wasserkraftwerke erstellten Gutachten, verhindert die Möglichkeiten der Gesellschaft, lokal angepasst und phasengerecht zu handeln, um die Klimaänderungen, die lokal durch Landwirtschaft, Industrie und Verkehr vorrangig verursacht wurden, wieder ins Lot zu bringen. Würde dem lokalen Wasserhaushalt und dem Temperatenausgleich durch Verdunstungsfähigkeit auf der Fläche die entscheidende Rolle für das Einzugsgebietssystem und seine Funktionen eingeräumt, die ihm zukäme, veränderten sich die Stellenwerte der einzelnen klimabestimmenden Komponenten dahingehend, dass kleine Wasserkraftwerke - und nicht nur diese - nach ihrer ökologischen Funktionalität bewertet

würden. Die Frage lautete dann, welchen Beitrag diese für die Subsistenzfunktionen Energie, Wasser, Nahrungsmittel, Rohstoffproduktion sowie den funktionalen Prozessschutz der Natur für das jeweilige Einzugsgebiet leisten könnten.

Kleinräumige Verdunstung und Kondensation des Wassers an der Boden- und Pflanzenoberfläche sowie die aktive Evapotranspiration der Pflanzen bewerkstelligen den Temperatúrausgleich bzw. die entscheidende Kühlung auf täglicher und jahreszeitlicher Basis, den wir als gemäßigtes Klima unserer Breiten im Unterschied zu den Wüsten der Erde so schätzen. Feuchte gekühlte Flächen wirken darüber hinaus als Attraktor für in Ihrer Intensität vergleichmässigte Niederschläge und dämpfen – wie bereits oben angeführt - im Einzugsgebiet das Abflussgeschehen.

Erst das flächenhafte Fehlen von bodennahem Wasserdampf in stark reduzierten Vegetationsschichten kann den Anlass bilden, die Rolle der trockenen Treibhausgase als verstärkendes Element der ablaufenden Klimaprozesse wahrzunehmen. So ist festzustellen, dass das Abschmelzen der Gletscher wohl kaum ein Effekt der trockenen Treibhausgase und einer aus in Raum und Zeit beliebig verteilten Messreihen rechnerisch ermittelten angestiegenen „mittleren Temperatur“ sein kann, sondern eher, inwieweit die unterhalb der Gletscher gelegenen Landschaften nach massiven Eingriffen in den Wasserhaushalt der Tal- Niederungen noch in der Lage sind, den notwendigen Wasserdampf zu erzeugen, um durch entsprechenden Schneefall das winterliche Gletscherwachstum und sommerliche Abschmelzen zu harmonisieren.

Die physikalischen Prozesse an der Erdoberfläche sind abhängig von der Verteilung der energetisch wirksamen Phasengrenzflächen, sie sind energetisch getrieben und weisen deshalb raumzeitlich gekoppelte diskrete Verteilungen auf, die geprägt sind von nichtlinearen Prozessen und daraus folgenden Singularitäten. Die Zeitskalen sind ortseingebunden mit den räumlichen Skalen untrennbar verknüpft und können deshalb kaum mit Berechnungen auf der Basis von finiten Elementen und den damit verbundenen Skalenproblemen zu prognostischen Modellen verdichtet werden.

Vorschläge werden diskutiert, die lokal und kurzfristig richtungssicher implementiert werden können und die in ihrer Dynamik raumverteilt über eine multitemporale Auswertung von Satellitenbildern erfasst werden können und die aktuellen Temperaturen an der Bodenoberfläche in ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung abbilden. Diese Verteilungsprozesse sind in Zukunft durch den Menschen unter Einsatz von Vegetation und Wasser als Dämpfungskomponenten bewirtschaftend so zu steuern, dass die Dynamik der bodennahen Atmosphäre aufgrund ausgeglichener Potentiale einem Minimum zustrebt. Zu steuern sind dabei die Kurzgeschlossenheit des Wasserkreislaufes (Verdunstungsfähigkeit) und die daran geknüpften Stoffströme, die bei Minimierung irreversibler stofflicher Verluste eine verbesserte Ressourcenwirtschaft darstellen und damit als Standorte nachhaltig gesichert werden. Diese effizient bewirtschafteten Flächen sollten sich auf Kosten ineffizient bewirtschafteter Flächen in der Umgebung durch geeignete ökonomische Rahmenbedingungen ausdehnen können.

Zielvorgaben einer nachhaltigen Politik lassen sich daher richtungssicher aus der Analyse der ortsverteilten energiedissipativen Prozesse an der Grenzschicht Boden/Vegetation – Atmosphäre mit dem Wasserhaushalt als prozessbestimmendem Element ableiten (Ripl & Wolter, 2003).

Meliorative Maßnahmen an Böden und Eingriffe in Landschaft und Vegetation haben den kurzgeschlossenen Wasserkreislauf erheblich gestört. Der bodennahe Wasserdampf als Wärmeschutzfilter in Konkurrenz zu den trockenen Treibhausgasen, wie CO_2 fällt zunehmend aus. Kann die Fläche nicht mehr verdunsten, weil bei stark erhöhten und noch weiter sinkenden Flurabständen kein Wasser mehr da ist, wird die Atmosphäre lokal erhitzt und vertikale Luftbewegungen sowie Stoff- und Partikeltransporte aus Oberböden (Emissionen) sind die Folge.

Die Mineralisierung organischer Substanz des belüfteten und bei Regenfällen temporär benetzten Oberbodens unter Abgabe von CO_2 u.a. wird erhöht und die dabei entstehenden Salze (Sulfate und Nitrate) werden bei ansteigenden Bodenwasserspiegeln besonders im Herbst in die Gewässer ausgewaschen. Dieser Prozess der Veratmung organischer Substanz wird als ein mindestens ebenso bedeutsamer Faktor für die CO_2 Bildung angesehen, wie die Produktion von Emissionen durch Verbrennung fossiler Energieträger.

Daraus folgt aber auch, dass eine lokale starke Eindämmung der trockenen Treibhausgase durch ein feuchtes Bewirtschaftungsregime erzielt werden kann, dass Stickoxide sowie Ozon durch unmittelbare Reaktionen an der feuchten Boden- und Blattoberfläche durch organische Substanz abgebaut oder im Falle des Methans bakteriell abgebaut werden. Dabei werden Partikelemissionen stark gedämpft. Taubildung wird zu einem wichtigen Prozess, der als Dämpfungsfaktor für Temperatur - Extremata wirksam wird.

Die weltweit zunehmende Denudation und Wüstenbildung auf den Kontinenten sowie die Zunahme der Niederschlagswahrscheinlichkeit über den Meeren bzw. an den Polkappen anstatt über den Kontinenten wird unter Verzicht auf lokale Kreislaufwirtschaft durch wechselfeuchte Bewirtschaftung weiter zunehmen und unser Klima verändern, wenn diese nicht durch ein effizientes, an den Erkenntnissen der modernen Naturwissenschaften orientiertes Prozessverständnis der Natur abgelöst wird.

Die Größenordnung der Stoffflüsse für Deutschland wurde in einem Forschungsprojekt des BmbF ermittelt und zeigt, das heute etwa $1 - 1 \frac{1}{2}$ t gelöster Basen und Nährsalze pro ha/a aus der gesamten Landesfläche ausgetragen werden. Dies entspräche einer jährlich notwendigen Aufbringung von etwa 600 – 700 kg Dolomit- oder Kalkmehl/ha/a auf der gesamten Landesfläche zur Kompensation der Verluste an Basen-Kationen vor allem des Kalziums und Magnesiums (Ripl et al 1996).

Ein vom Menschen nicht bewirtschaftetes und vegetationsoptimiertes System weist dagegen Verluste etwa zwischen 10-20 kg/ha/a - abgeleitet aus paläolimnologischen Bohrkernen (Digerfeldt 1972), und Abflüssen von Rest-Urwäldern bei Schneeschmelze (Ripl et.al. 2004). Die Entwicklung einer Vegetation und ihre lokale Bewirtschaftung durch Konsumenten (Tiere, Menschen) führt neben einer Erhöhung der Bruttoprimärproduktion auch zu einer gesteigerten lokalen Verdunstung und Taubildung, einer jahreszeitlichen Vergleichmäßigung des Abflusses und zu einer Akkumulation von Streu bis zu einem Optimum an Wasserhaltefähigkeit des Oberbodens. Sie ermöglicht eine flächenhafte Verdunstung über das ganze Jahr und bewirkt damit einen optimalen Temperaturausgleich zwischen den nach ihrer Lage sich divers ausbildenden hydromorphen Landschaften. Während die Kühlung am Tag somit durch Verdunstung erfolgt, wird die Temperatur in der Nacht durch Taubildung erhöht. Dies gilt auch in geringerem Maß für die Jahreszeitlichen Temperaturschwankungen.

Aus diesen Befunden lässt sich ein Maß für die richtungssichere Entwicklung von Ökosystemen ableiten. Das Verhältnis von Gesamtstoffwechsel minus irreversibler Stoffverluste vom Land zum Meer / Gesamtstoffwechsel, ausgedrückt in z.B. Protonenfluss oder Ladungsfluss ergibt das Maß in Form eines ökologischen Wirkungsgrades.

Sämtliche biologischen Prozesse, wie Produktion und Atmung werden über lokale Rückkopplungen gesteuert und bilden damit die Basis für eine zunehmende Artenvielfalt, wobei gilt, dass die Organismen Gemeinschaft mit besserer Kreislaufführung und geringeren stofflichen Verlusten (bessere Ressourcennutzung) wachsen und sich ausbreiten kann, während die Organismen Gemeinschaft die sich einer schlechteren Ressourcenwirtschaft bedient, schrumpfen muss bzw. auf Flächen oder Bereiche zurückgedrängt wird, wo das Wirkungsgradsverhältnis zu ihren Gunsten wechselt. Dieser Prozess der Selbstoptimierung ist die Basis für die hohe Artenvielfalt in unberührten Gebieten.

Das übergeordnete „Streben“ von Ökosystemen ist demnach die Entwicklung perfektionierter Stoffkreisläufe durch Steuerung des Wasserhaushaltes zu kurzgeschlosseneren und lokaleren Wasserkreisläufen zwischen Atmosphäre und Vegetation bzw. der dynamischen Schnittstelle zum geologischen Substrat, das in seiner Funktion den Boden darstellt. Es treten flache Gradienten (Übergänge) bzgl. der Temperatur, der Feuchte und der chemischen Eigenschaften auf, die Arten in ihrer Vergesellschaftung nach Stoffwechseleigenschaften sortieren und damit ihre Vielfalt mit zunehmender Orts- und Zeitstabilität auf der Fläche gewährleisten. Störungen sind indes in der Dynamik des Naturprozesses immer aufgetreten. Eine Reparatur erfolgt jedoch, solange die Störungen räumlich begrenzt und Störfrequenzen nicht die jeweils notwendige Regenerationszeit der angepassten Organismen Gesellschaften übersteigen.

In dieses selbstorganisierte System tritt der Mensch als Bewirtschafter ein und hat sich durch seine Ausbreitung längst von diesen ursprünglichen ökosystemischen Rahmenbedingungen getrennt. Ohne die Zusammenhänge zwischen Wirkungsgrad und Stabilität in seiner Natur zu erkennen, hat er bis heute insgesamt (von zeitweilig nachhaltigen Wirtschaftsweisen einiger Völker und Kulturen abgesehen) den Wirkungsgrad seines Lebensraumes sukzessiv weltweit aber auch lokal abgesenkt - mit der Folge einer Zunahme der Denudation (Entblößung) der Landschaften und der Wüstenbildung. Trotz erheblicher Anstrengungen im Artenschutz, der soweit ging, dass zum Artenhalt vielfach auch verlustreiche Bewirtschaftungsansätze gewählt wurden, ist es deshalb nicht gelungen, unser System so zu stabilisieren, dass damit die Subsistenz- und Servicefunktionen der Natur für den Menschen auch in Zukunft zu gewährleisten sind. Um die Subsistenzfunktionen der Natur für den Menschen aufrechtzuerhalten, ist es wichtig, die auf täglicher Basis für die Bürger aber auch für sämtliche Organismen notwendigen Naturleistungen in Form von Subsistenzprodukten gesondert von den übrigen Wirtschaftsgütern zu behandeln, lokal vorzuhalten und die dabei

auftretenden Stoffströme bezüglich ihrer Verluste zu betrachten.

Zu den lokal zu erwirtschaftenden Subsistenzfunktionen für die Gesellschaft gehören

- Wärme und Energie aus erneuerbaren Energieträgern,
- Wasser als Destillat (Regenwasser natürlich oder künstlich) und aus Oberflächenwasser gewonnenes Wasser für Trink- und Brauchwasserzwecke,
- Nahrungsmittel, erneuerbare Rohstoffe
- sowie ein funktionaler Naturschutz: Aufrechterhaltung der Atmosphärenfunktion, der Klimafunktion, der Bodenfruchtbarkeit und des Wasserhaushaltes bzw. der Thermostatfunktion mittels Vegetation.

Diese Subsistenzprodukte können in globalisierter Form weder nachhaltig produziert noch gehandelt werden, da dazu eine Kreislaufwirtschaft unabdingbar ist. Eine regionale Kreislaufwirtschaft ist deshalb aus Gründen des Vorhaltens der Subsistenz aller Bürger unverzichtbar. Die zukünftige nachhaltige Bewirtschaftung muss vorrangig über einen lokalisierten Wasserhaushalt und damit zunehmend geschlosseneren Stoffflüsse steuerbar sein. Verlustarme Stoffkreisläufe sind nur in zellularen quasi autarken Strukturen möglich. Lokale Kreislaufwirtschaft ist dabei eine unabdingbare Voraussetzung. Der Wasserhaushalt spielt dabei die zentrale Steuergröße.

Die intelligente Verteilung von Wasser, Wasserdampf und Vegetation auf der bewirtschafteten Fläche bewirkte eine bisher unterschätzte und nicht genutzte Korrektur im Klimageschehen, die unmittelbar und ohne globale Verträge und nur durch die Wiederbefeuchtung bzw. Erhöhung der Dauerverdunstungsfähigkeit des Bodens und der Vegetation mit der Förderung von kurzgeschlossenen Wasserkreisläufen erzielt werden kann. Innovative Bewirtschaftungsansätze können dies bei gleichzeitiger Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion bewerkstelligen. In diesem Zusammenhang können die kleinen dezentralen Wasserkraftwerke bei entsprechender Einbindung und angepasstem Betrieb in ihren Einzugsgebieten eine erhebliche landschafts- und klimastabilisierende Rolle spielen.

Mit einer geeigneten Verteilung von Baumvegetation und dem effizienten Instrument des Blattwerkes wird die aktive Evapotranspiration gefördert und ein perfektionierter Wasser- und Energiehaushalt erzielt, der dazu führt, dass bereits kleinere Einzugsgebiete bzgl. des Wasserhaushaltes geschlossener gestaltet werden können. Die Förderung des destillativen Wasserkreislaufes minimiert irreversible Stoffflüsse und gestaltet die Abflussganglinie gleichmäßiger.

Eine solche Steuerung ist gekennzeichnet durch einen besseren Temperatenausgleich, indem Wasser in der Landschaft so zurückgehalten wird, dass es auf vergrößerten Flächen über längere Zeit verdunsten kann, ohne dass der Boden austrocknet, und die gesamte Landschaft eine ausgleichende Temperaturregelung aufweist. Versickerung bzw. Grundwasserneubildung müssen dementsprechend zurückgefahren werden, was auch geringere Flurabstände bedeutet. Die Resultate einer derartigen „Steuerung“ sind direkt als überhitzte Landschaft bzw. gekühlte Landschaft aus laufend ausgewerteten Satellitenbildern erkennbar.

Die Landschaft muss deshalb umgestaltet und wieder mit mehr verdunstungsfähiger Vegetation ausgestattet werden. Biomasseplantagen mit rezirkulierten Klarwässern stellen aktive Ausgleichsstrukturen dar, bauen einen Streupuffer auf und können ihrerseits kleinräumig eingesprengt wasser- und stoffhaltende Senken für wirtschaftlich nutzbare Intensivkulturen bilden. Zwischen diesen Vegetationsstrukturen sowie in ihrer Kulturfolge erfolgt eine intensivierte Land- und Gartenwirtschaft. Durch intelligente räumliche Verteilung ist das Pflanzenensemble damit in der Lage, den Wasserhaushalt bzgl. seiner Kurzgeschlossenheit und stoffanreichernd wieder aktiv für eine Region zu gestalten.

Ich hoffe damit die Rolle des Wassers für unsere zukünftige Gesellschaft sowie für die Natur als Prozess, das unverzichtbare Tragwerk unserer Gesellschaft (die gegenüber den sozialen Belangen und der Ökonomie als Softwarekomponenten die Hardwarebasis darstellt und deshalb durch die Software nicht nachhaltig beschädigt werden darf) hinreichend dargestellt zu haben.

Literatur:

- Digerfeldt, G. 1972: The post-glacial development of Lake Trummen. Regional vegetation history, water level changes and paleolimnology. *Folia Limnologica Scandinavica* 16
- Jørgensen, S.-E. 1992: Integration of Ecosystem Theories: A Pattern. Kluwer Academic Publishers, Netherlands
- Liljequist, G.H. und Cehak, K., 1990: Allgemeine Meteorologie. Vieweg, Braunschweig
- Pielke, R. A., R.L. Walko, L. Steyaert, P.L. Vidale, G.E. Liston and W.A. Lyons, 1999: The influence of anthropogenic landscape changes on weather in south Florida. *Mon. Wea. Rev.*, 127, 1663-1673
- Pielke Sr., R.A. 2001: Influence of the spatial distribution of vegetation and soils on the prediction of cumulus convective rainfall. *Rev. Geophys.*, 39, 151-177
- Pielke Sr., R.A. G. Marland, R.A. Betts, T.N. Chase, J.L. Eastman, J.O. Niles, D. Niyogi, and S. Running, 2002: The influence of land-use change and landscape dynamics on the climate system- relevance to climate change policy beyond the radiative effect of greenhouse gases. *Phil. Trans. A, Special Theme Issue*, in press.
- Pokorny, J., 2001: Dissipation of solar energy in landscape – control by management of water and vegetation. *Renew. Energy* 24, 641-645
- Prigogine, I., 1980: From being to becoming: time and complexity in the physical sciences New York: Freeman.
- Ripl, W. 1995: Der landschaftliche Wirkungsgrad als Maß für die Nachhaltigkeit. In: *Umwelt und Fernerkundung*. Wichmann Verlag, 40-52
- Ripl, W., 1995: Management of water cycle and energy flow for ecosystem control: the energy-transport-reaction (ETR) model. *Ecol. Modelling* 78:61-76
- Ripl, W. et al 1996: Entwicklung eines Land-Gewässer Bewirtschaftungskonzeptes zur Senkung von Stoffverlusten an Gewässer (Stör-Projekt I und II). Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) und des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein. Förderkennzeichen 0339310A und 0339538, Berlin, Februar 1996
- Ripl, W. & Hildmann, Ch. (2000): Dissolved load transported by rivers as an indicator of landscape sustainability. In: *Ecological Engineering* 14 (2000), 373-387
- Ripl, W. & Wolter, K.-D. 2003: Intakter Wasserhaushalt und Hochwasserschutz. *Wasser & Boden* 7&8
- Ripl, W. and Wolter, K.-D., 2002: Ecosystem Function and Degradation. In: *Phytoplankton Productivity*, Blackwell Wissenschafts Verlag, Berlin. pp 291-317
- Ripl, W. 2003: Water: the bloodstream of the biosphere. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* (2003) 358, 1921-1934
- Ripl, W., Splechna, K.; Brande, A., Wolter, K. D., Janssen, T., Ripl, W. jun. Ohmeyer, C. 2004: Endbericht. Funktionale Landschaftsanalyse im Rothwaldgebiet. Systeminstitut Aqua Terra (SAT) Berlin und TU-Berlin Hellriegelstr. 6 14195 Berlin

Veranstaltungsreihe „Zukunftsfähige Gesellschaft“

im Melanchthonhaus (www.melanchthonhaus.de), Hornstr. 4, 07745 Jena

Die Veranstaltungsreihe „Zukunftsfähige Gesellschaft“ wird durch den Jenaer Arbeitskreis „Zukunftsfähige Gesellschaft“ (www.jak-zg.de) organisiert.

Mail: JAK-ZG@gmx.de

Sie können durch eine Spende diese Veranstaltungsreihe und die Arbeit des Jenaer Arbeitskreises unterstützen:

Ev. Melanchthongemeinde, Kto-Nr. 55921, BLZ 83053030, SPK Jena,
Verwendungszweck: **JAK**

