

„Wälder gehen Kulturen voran,
Wüsten folgen ihnen“

(Franciose René Chateaubriant 1768-1848)

Wald und Klima Eine unauflösbare Vielfachbeziehung von lokaler, regionaler und globaler Bedeutung

von Helmut Klein

1. Das Problem

Die Tatsache, dass emittierte Treibhausgase, speziell CO₂, das Klima der Erde verändern können, kennen wir von dem schwedischen Physiker Servante Arrhenius, der im April 1896 feststellte, dass bei der massenhaften Verfeuerung von Kohle und Öl freigesetzte Kohlendioxid werde die Temperaturen weltweit um bis zu 6 °C ansteigen lassen¹. Spätestens 1970 war diese Erkenntnis auch Allgemeingut der gebildeten Gesellschaft, denn da erschien der Band der Brockhaus Enzyklopädie mit dem Stichwort „Kohlendioxid“, unter dem es heißt²:

„Die Zunahme des Kohlendioxidgehaltes der Luft, etwa 13 % in den letzten 100 Jahren, führt wegen verstärkter Absorption der von der Erdoberfläche abgestrahlten Infrarotstrahlung zu einer allmählichen Erhöhung der Durchschnittstemperatur der Lufthülle (etwa 0,5 °C in den letzten 100 Jahren)“

Im Jahr 1980 war diese Erkenntnis endgültig auch in der Politik angekommen, als es in „Global 2000“, einer umfassenden Studie zur Situation der Umweltpolitik für den amerikanischen Präsidenten Carter, hieß³:

“Zwei globale Veränderungen der Atmosphäre als Folge anthropogener Umweltgifte werden langfristig weitreichende Konsequenzen nach sich ziehen: Steigende Konzentration von Kohlendioxid und Verminderung der Ozonschicht in der Stratosphäre.

Die meisten Klimatologen erwarten eine allgemeine Erwärmung der Erde als Folge der zunehmenden Konzentration von CO₂ und sind sich lediglich über das Tempo uneinig, mit dem der Prozess verläuft. Die National Academy of Sciences rechnet mit einer Erwärmung um 6° bis zur zweiten Hälfte des 22. Jahrhunderts, aber sehr wahrscheinlich wird eine einschneidende Erwärmung des Erdklimas schon weit früher eintreten. Eine vom amerikanischen Energieministerium einberufene Gruppe von Wissenschaftlern hat geschätzt, dass eine Verdoppelung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre bis zum Jahr 2050 zu einer Erwärmung der Erde um 2-3° führen wird.”

Diese Gefahren des globalen, menschengemachten Klimawandels wurden in den letzten Jahren zum bedeutendsten Umweltthema weltweit. Mit ihm fand auch die Bedeutung der Wälder der Erde wieder mehr öffentliche und politische Aufmerksamkeit. Dabei werden aber bei der waldbezogenen Diskussion fatale Einengungen der Betrachtung auf zwei kleine Teilaspekte sichtbar. Dies ist (1) bei der Diskussion des Klimawandels die viel zu starke Konzentration auf den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur, (2) bei der Diskussion der Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Rahmen der Klimaproblematik die übermäßige Konzentration

auf Wald und Holz als CO₂-Sammler und Speicher und (3) auch in diesem Zusammenhang auf eine mögliche Rolle verstärkter Holzverwendung (Holzheizung) als Mittel zur Minderung des anthropogenen Treibhauseffektes.

Diese überzogene Fokussierung hat drei fatale Folgen:

1. Der Anstieg der mittleren Globaltemperatur stellt nur einen winzigen Ausschnitt aus dem anthropogenen Klimawandel dar, und dessen negative Wirkungen erschließen sich für uninformierte Bürger auch noch kaum. In den USA (Alaska) und in Russland laufen sogar Diskussionen, in denen die Erwärmung als Chance für gesteigerte landwirtschaftliche Produktivität gesehen wird. Die Einengung der Diskussion auf diesen Einzel Gesichtspunkt wirkt deshalb demotivierend auf Bürger und Mandatsträger, die Vermeidungsstrategien durchsetzen sollen.

Tatsächlich werden als indirekte Folgen der Treibhausgasemissionen alle Klimafaktoren verändert, also auch die regionalen und zeitlichen Verteilungsmuster von Globalstrahlung, Verdunstung von Wasser (Interzeption und Evapotranspiration), Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Temperatur, Luftdruck und Luftbewegung. Selbst die Albedo und die Abstrahlung der Erdoberfläche - zwei wesentliche Stellgrößen im Klimageschehen - werden/würden sich mit einer Veränderung von Waldzusammensetzung und/oder Waldverteilung ändern. Da schließlich auch noch die Ausbildung unterschiedlicher Bodentypen von klimatischen Bedingungen abhängt, ist auch über diesen Faktor mit Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald zu rechnen.

2. Wo die Rolle des bestehenden Waldes im Zusammenhang mit der Klimaproblematik diskutiert wird, wird fast immer nur sein Kohlenstoffhaushalt behandelt. Dieser Gesichtspunkt ist aber nur ein kleiner Ausschnitt aus dem Beziehungsgeflecht von Wald und anthropogenem Treibhausgeflecht.

3. Noch fataler für den Wald ist die in Deutschland entfachte Debatte über eine Steigerung des Brennholzeinsatzes als Maßnahme gegen den anthropogenen Treibhauseffekt.

Die unter zwei und drei aufgeführten Diskussionen bringen den Wald aus der Rolle dessen, der dringend unsere Hilfe braucht in die Rolle des Retters aus der Klimamisere. Die am Wald bereits eingetretenen und zu erwartenden Schäden sind damit kein umweltpolitisches Thema mehr. Selbst dort, wo bereits schwere Schäden eintraten, die sehr plausibel mit der Klimaänderung in Verbindung gebracht werden können - wie bei den großflächigen Buchdruckerka- lamitäten im Bayerischen Wald und im Allgäu - wird das Problem nicht von dieser Seite beleuchtet. Es geht sogar so weit, dass der Wald nicht nur als Retter in der Not gesehen wird, sondern unter der Meinungsführerschaft der USA - dem bedeutendsten CO₂-Emittenten - wird von einigen Staaten die Kohlendioxidbindung der Wälder als Freibrief für laufende und mögliche weitere Treibhausgasemissionen gesehen und gehandelt.

In dieser Situation ist es von zentraler umweltpolitischer, ökologischer, ethischer und ökonomischer Bedeutung, die Betrachtung des anthropogenen Klimawandels ganzheitlich in seinen vielfältigen Wechselbeziehungen mit den Wäldern der Erde zu sehen. Nur eine solche Behandlung des Themas kann zu angemessenen umweltpolitischen Zielsetzungen und Erfolgen führen.

Unsere Aufmerksamkeit muss deshalb – auch wenn es schwierig ist - allen Klimatelementen und ihren wechselseitigen Abhängigkeiten gelten. In diesem Sinn ist es das Ziel dieses Beitrages einerseits die bekannten und zu erwartenden Folgen des anthropogenen Treibhausef-

fektes zusammenzufassen und gleichrangig daneben aufzuzeigen, wie weit heute eine ausreichende Basis für umweltpolitisches Handeln gegeben ist und solches Handeln auch einzufordern.

Dabei ist klar, dass wir heute bei weitem nicht alle wichtigen Wirkungen und Zusammenhänge des veränderten Klimageschehens kennen. Wir können deshalb meist nicht von bewiesenen Zusammenhängen ausgehen. Ebenso klar ist aber auch, dass sehr viele Effekte auf der Grundlage hoher Plausibilität erwartet werden müssen und dass jede plausible Erwartung von Schäden nach dem Prinzip der Vorsorge, verantwortungsbewusstes Handeln erfordert, zumal endgültige Sicherheit immer erst nach Eintreten des erwarteten Schadens zu erreichen ist.

Im folgenden Text soll konsequent unterschieden werden zwischen Wäldern als natürlichen oder naturnahen, selbstorganisierten und selbstgeregelten, ökologisch stabilen Systemen hoher Dynamik einerseits und Forstgesellschaften, die nicht selbstorganisiert, sondern gepflanzt und „erzogen“ sind und die nicht selbstgeregelt sind, sondern deren Artengefüge sich nicht stabilisiert hat.⁴ Sie sind in labilem Zustand und brauchen deshalb auch im „Normalfall“ fortwährend Erhaltungspflege.

2. Der Wald gestaltet das Klima

Zunächst wollen wir versuchen, in einer gedanklichen Trennung nur die klimagestaltende Wirkung von Wald zu betrachten. Dabei werden zuerst kleinräumige Zusammenhänge, dann regionale Effekte und schließlich globale Zusammenhänge besprochen. Es ist allerdings zu bedenken, dass auch die kleinräumigsten Zusammenhänge globale Bedeutung haben, wenn sie in großer Dichte weit verbreitet sind.

Ein Beispiel für besonders kleinräumige Wirkungen großer Verbreitung und Dichte sind die mikroklimatischen Muster an Baumstämmen mit ihren extremen Unterschieden zwischen den Sonnenseiten und Schattenseiten oder gar in den Nischen zwischen Wurzelansätzen unterschiedlicher Sonnen- und Windexposition. Diese milliardenfach vorkommenden kleinräumigen Gradienten zwischen sehr verschiedenen Bedingungen bilden ebenso viele vielfältige Kleinlebensräume für Tausende von Tier-, Pflanzen-, Flechten-, Moos-, und Mikrobenarten. Ihre Bedeutung ist bisher nicht abgeschätzt, aber sicher sehr groß.

Jede großräumige Veränderung dieses Angebotes müsste deshalb auch dramatische Einflüsse auf die gesamte Lebensvielfalt der betroffenen Wälder haben. Sie ist bei großflächiger Kronen- oder Bestandesverlichtung unausweichlich und bei Waldvernichtung trivial.

Die nächste Stufe großräumigerer Betrachtung betrifft das Waldinnenklima. Wie jedes Ökosystem, gestaltet auch der Wald seinen Lebensraum ganz wesentlich selbst mit. So ist es im Inneren eines gesunden Waldes im Vergleich zu seiner Umgebung relativ dunkel, feucht, kühl und windstill. Da diese Bedingungen für das Überleben des Waldes und seiner allermeisten Glieder notwendig sind, hängt global die Existenz von etwa 60 % der Organismenarten vom Erhalt dieses geregelten Zustandes ab. Dies aber impliziert nichts weniger als die lange bekannte Tatsache, dass man komplexe intakte Ökosysteme lange Zeit erheblich belasten kann, ohne dass sie ernsthaft geschädigt werden. Treibt man aber solche Belastungen über eine kritische Grenze, dann kommt es zum Kippen des Systems. Es bricht zusammen, und ein anderes tritt an seine Stelle. Mit Bezug zu Wäldern formuliert heißt das, dass diese einen Klimastress einige Zeit aushalten können, dass es aber bei übermäßig starkem oder/und lang anhaltendem Klimastress zu einem kompletten Zusammenbruch der Bestände kommen wird, die sich dann

höchstens über lange Sukzessionen wieder einstellen können. Der Zusammenbruch erfolgt vordergründig oft über eine „Schädlings“kalamität. Beispielsweise passt das großflächige Zusammenbrechen der Fichtenbestände in den Hochlagen des Bayerischen Waldes unter Borkenkäferfraß zu einem solchen Modell, ohne dass eine solche Verkettung im streng naturwissenschaftlichen Sinn beweisbar ist.

Die regionale Bedeutung des Waldes für das Klima war neben der Erholungsfunktion, die auch mit dem Waldinnenklima zu tun hat, einer der Gründe für den besonderen Schutz stadtnaher Wälder. Sie „verbessern“ das Stadtklima und ermöglichen den Menschen der sommerlichen Hitze zeitweise zu entkommen. Besonders deutlich wird die klimatisierende Wirkung von Wäldern in Gebirgstälern. P.C.PLANTA aus Graubünden⁵ brachte dies schon 1846 eindringlich zum Ausdruck:

“Was wäre unser Land ohne Wälder? Den kalten Winden und Frösten ausgesetzt, den Lawinen, Rufen, Überschwemmungen, Erdschlipfen und Steinstürzen ringsum preisgegeben, eine unwirtliche, öde, größtenteils unbewohnbare Wüste!“

Auch die verkarsteten Regionen des Mittelmeergebietes sind nicht etwa wilde Naturlandschaften, sondern die Endstadien waldvernichtender Wirtschaftsweisen der regionalen „Hochkulturen“ der Antike⁶.

Betrachtet man den globalen Einfluss von Veränderungen der Wälder auf das Klima, dann ist zunächst zu beachten, dass seit drei Jahrzehnten etwa ein Hektar Wald pro Sekunde endgültig zerstört wird. Dies geschieht je ungefähr zur Hälfte in den Tropen und in den borealen Bereichen. Dazu kommt noch eine ähnlich große Fläche, auf der angepasste Primärwälder in unangepasste Forste und Plantagen umgewandelt werden.⁷ Dieser Vernichtungsprozess ist in den Tropen küstennah am stärksten. Da diese Wälder in ihren Bäumen und in ihren Böden große Mengen Kohlenstoff enthalten, werden bei dieser Vernichtung etwa sechs Milliarden Tonnen Kohlendioxid pro Jahr freigesetzt.

Die Folgen sind besonders für das Amazonasbecken sehr bedeutsam. Die Regenwolken für dieses Gebiet kommen praktisch alle vom Atlantik und treiben langsam westwärts. Auf diesem Weg regnen sie schon nach einem Bruchteil der Gesamtstrecke von 2500 km zum ersten Mal ab. Ein kleiner Teil dieses Niederschlages fließt im Amazonas zurück zum Atlantik. Der größere Teil wird über das Kronendach des Regenwaldes erneut verdunstet und treibt weiter westwärts, bis zum nächsten Abregnen. Dieser Zyklus wiederholt sich vier bis fünf mal, bis die Wolken den Gebirgskamm der Anden erreichen und endgültig abregnen⁸. Die Wasserverdunstung der küstennahen Wälder ist also die Voraussetzung dafür, dass die Wälder ihres westlichen Hinterlandes die notwendigen Niederschläge erhalten. Eine Vernichtung der küstennahen Wälder gefährdet deshalb die Wälder im Inneren des Kontinentes. Ähnliche Verhältnisse gibt es in weniger ausgeprägter Form an der westafrikanischen Südküste zwischen Liberia und Nigeria.

Dass die großflächige Waldvernichtung im Osten Brasiliens heute bereits das Klima im inneren Amazonasbecken verändert hat, ist unbewiesen. Sicher ist aber, dass im Osten riesige Rodungsflächen die Verdunstung vermindert haben. Klar ist außerdem, dass die Inlandswälder, deren Bäume die Indios über Jahrtausende ringeln mussten, wenn sie sie brandrodten wollten, heute leicht großflächig brennen⁹ und dass die riesigen Stauseen Amazoniens Ende 2001 und Anfangs 2002 erstmals leer waren, weil der Regen ausgeblieben war.

Die bedeutendste klimarelevante Wirkung der Wälder der Erde dürfte die Verdunstung von Wasser (Interzeption und Evapotranspiration) durch die tropischen Feuchtwälder sein. Dabei wird ein großer Teil der eingestrahnten Sonnenenergie im entstehenden Wasserdampf gebunden und mit Winden und Wolken verfrachtet. Dies ist neben den Meeresströmungen ein zweites gigantisches, globales System zur Verteilung von Energie und Wasser über der Erdoberfläche, welches das globale Klimamuster wesentlich mitbestimmt.

Eine grobe Abschätzung des dabei auftretenden Energieflusses kann ausgehen von der Annahme, dass auf 800 Millionen Hektar Tropenwaldfläche eine jährliche Gesamtverdunstung von 1500 mm statt findet. Dies entspricht 1000 Kubikkilometer pro Monat oder der Inhalt des Bodensees in 1,5 Tagen. Der Energiefluss entspricht der theoretischen Dauerleistung von 685.000 Kernkraftwerken à 1250 Megawatt.

Ergänzt man diesen Energiedurchsatz der tropischen Wälder noch durch eine Annahme für die außertropischen Wälder, die mit rund zwei Milliarden Hektar eine wesentlich größere Fläche bedecken, die aber auch wesentlich weniger Wasser pro Hektar verdunsten, so kommt man zu der sehr vorsichtigen Annahme, dass der Energiedurchsatz aller Wälder der Erde mindestens der Leistung von einer Million großer Atomkraftwerke entspricht.

Neben diesem gewaltigen Effekt der Wälder durch Zwischenspeicherung und Umverteilung der eingestrahnten Sonnenenergie nimmt sich der erwartete globale Temperaturanstieg durch Kohlendioxidfreisetzung aus Waldvernichtung geradezu bescheiden aus. Bei dieser Waldzerstörung werden etwa sechs von insgesamt fast 30 Milliarden Tonnen CO₂ freigesetzt.¹⁰ Als Folge davon rechnet man bis 2030 mit einem Temperaturanstieg von maximal 0,5°C. Das ist etwa ein Zehntel des gesamten erwarteten anthropogenen Treibhauseffektes bis zu diesem Jahr.

Dieser vergleichsweise (!) geringe Effekt darf aber auf keinen Fall dazu führen, dass dieser Teil der Ursachen des anthropogenen Treibhauseffektes weniger ernst genommen wird als bisher. „Vergleichsweise gering“ ist der Effekt ja nur, weil der Effekt aller übrigen Emissionen von Treibhausgasen aberwitzig groß ist. Das Problem wird anschaulicher, wenn man die erwartete Wirkung von 0,5 °C mit dem Temperaturanstieg am Ende der (Würm)Eiszeit vergleicht. Er betrug drei Grad Celsius.

Bisher betrachtet die Politik bezüglich der Wälder nur die Waldvernichtung als klimarelevant. In den letzten Jahren wurde aber deutlich, dass nicht nur aus zerstörten Wäldern große Mengen Kohlendioxid freigesetzt werden, sondern dass bereits bei groben Störungen der natürlichen Waldstruktur und -dynamik große Mengen CO₂ und Lachgas (N₂O) entstehen. Solche Störungen sind aber der „Normalfall“, selbst bei den sanftesten Tropenwaldnutzungen die wir heute kennen. Die Nutzung macht also Urwälder zu CO₂-Quellen.

Insgesamt haben die Wälder der Erde einen Einfluss auf das lokale, regionale und globale Klima, der bisher nicht quantifiziert werden kann. Er ist aber sicher um einige Größenordnungen bedeutsamer, als es die große Mehrheit der Bürger und ihre Mandatsträger derzeit für möglich halten. Diese Unterschätzung gilt es möglichst rasch zu ändern, um zu einer radikalen Änderung der Wald- und Klimapolitik zu kommen.

3. Das Klima gestaltet den Wald

In der aktuellen Umweltsituation ist das Thema des vorangegangenen Kapitels, trotz seiner großen Bedeutung, nicht das entscheidende für unseren Umgang mit dem anthropogenen Treibhauseffekt. Der Abschnitt soll vielmehr „nur“ aufzeigen, welche gewaltigen Prozesse wir durch den anthropogenen Treibhauseffekt und die eingeleitete Störung der Dynamik der Wälder verändern. Es sollte zeigen, dass ein primärer Temperaturanstieg ein außerordentlich komplexes System aus vielen rückgekoppelten Einzelsystemen verändert. Damit bleibt die Frage, was wir bereits heute über die Wirkungen des initiierten Klimawandels auf Wälder wissen oder erwarten müssen.

Während der Eiszeit gab es in Mitteleuropa auch in eisfreien Gebieten keine Wälder mehr. Sie hatten sich auf den südlichen Balkan und, zum kleineren Teil, in den Süden der Iberischen Halbinsel zurückziehen müssen. Während der letzten Vereisungsphase, der Würm-Eiszeit (= Weichsel-Eiszeit), die vor etwa 10.000 Jahren endete, war die Durchschnittstemperatur etwa 3 °C niedriger als im Mittel der Nacheiszeit oder zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Seither stieg der globale Durchschnitt mit zunehmender Geschwindigkeit nochmals um knapp ein Grad, und innerhalb der kommenden 30 Jahre wird (abhängig vom Verhalten der Menschen) mit einer weiteren Erwärmung um 2 bis 5 Grad gerechnet.

Die Wälder hatten seit der entscheidenden Erwärmung 10.000 Jahre Zeit, aus Südosten und Südwesten wieder nach Mittel- und Nordeuropa einzuwandern, teilweise neue Lebensgemeinschaften zu bilden und sich - wie beschrieben – differenziert an diesen Lebensraum anzupassen¹¹. Natürliche und naturnahe Wälder sind danach wieder extrem klima- und bodenangepasste Lebensgemeinschaften.

Diese Anpassung wird großräumig dargestellt durch die Grobeinteilung in Tropenwälder, nordische (boreale) Wälder und die auch bei uns heimischen Wälder der gemäßigten Zone. Innerhalb der europäischen Wälder der gemäßigten Breiten unterscheiden wir mit WALTER u. STRAKA (1970)¹² oder LANG (1994)¹³ die Region der Buchenwaldgesellschaften im Gebiet starker Einflüsse des Atlantiks, also etwa im Bereich der alten Bundesländer und des küstennahen Mecklenburg-Vorpommern, das Gebiet der Eichenwaldgesellschaften im übrigen Teil Ostdeutschlands und die Fichten-Tannen-Buchen-Wälder („Bergmischwälder“) in den höheren Gebirgen, also besonders in den Alpen.

Innerhalb der beschriebenen Areale unterscheiden wir feiner nach "Wuchsgebieten" und „Wuchsbezirken“ mit regionalen, adaptiven Eigenheiten der Waldgesellschaften. Darüber hinaus ist der natürliche Wald weiter differenziert angepasst an alle Klima- und Bodenbedingungen bis zum kleinsten denkbaren Flächenelement, dem Areal einer Einzelpflanze. Besonders anschaulich ist dies in den Bergmischwäldern. Dort ist in den tiefen Lagen der Buchenanteil am höchsten. Er nimmt mit zunehmender Meereshöhe ab. Parallel dazu nimmt die Tanne zunächst zu und dann wieder ab, während der Fichtenanteil stetig bis zum subalpinen Bergfichtenwald weiter steigt. In Senken, wo gelegentlich Kaltluftseen entstehen, ist auch in tieferen Lagen der Fichtenanteil erhöht und auf trockenen, stark sonnenexponierten Bergschultern kommt die Waldkiefer vor. Das ganze Verteilungsmuster liegt auf Südhängen höher und auf Nordlagen tiefer.

Dieses klimabedingte Verteilungsmuster der Baumarten wird noch überlagert und weiter differenziert durch die adaptive Verteilung von genetischen Typen der Arten. Das bekannteste und sichtbarste Beispiel dafür ist die Ausbildung von Tieflagen- und Hochlagentypen der Fichte mit allen denkbaren Zwischenstadien. Die Tieflagenfichte, die selten oder nie durch hohe (Nass)Schneelagen belastet wird, hat lange, weit ausladende, fast horizontal angesetzte Äste, meist mit deutlich abstehenden Zweigen. Die Hochlagenform, steht an Orten, für die

hohe (Nass)Schneelagen typisch sind. Sie hat kürzere, schräg nach unten angesetzte Äste und hängende Zweige, von denen der Schnee leicht abrutscht, so dass extreme Belastungen vermieden werden¹⁴.

Schließlich passen die Bäume und anderen Pflanzen auch noch ihre Wuchsform (Kronenform, Stammform, Blattform) durch Modifikation den einwirkenden Klimabedingungen an, was zu einer weiteren flexiblen Feinabstimmung auf die Bedingungen des Standpunktes führt. Die Fähigkeit, zu bestimmten Modifikationen aber ist wiederum genetisch festgelegt.

So ist der Wald vom großräumigen Verbreitungsmuster bis zum punktgenauen Detailmuster ein Abbild aller relevanten Bedingungen des Vielfachmosaiks der Verteilungen aller relevanten Umweltparameter. Dies ist von zentraler Bedeutung, wenn sich ganze Klimazonen polwärts oder in größere Meereshöhen verschieben. Noch kritischer kann es werden, wenn sich einzelne Klimatelemente unterschiedlich schnell oder in unterschiedliche geographische Richtungen verschieben.

SOLOMON (1989)¹⁵ berechnete für die einschlägige Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages die zu erwartende Nordverschiebung der Klimazone (Temperatur und Niederschlag), die heute der Verbreitung der borealen Wälder entspricht. Das Ergebnis ist bezogen auf die heutigen Klimaprognosen, dass diese Waldgesellschaften in Skandinavien im 21. Jahrhundert etwa 1000 km nach Norden wandern müssten. Ähnliche Untersuchungen anderer Autoren kommen für Nordamerika zu ähnlichen Ergebnissen. Diese Wandergeschwindigkeiten liegen etwa beim Hundertfachen dessen, was wir an Wandergeschwindigkeiten von Baumarten kennen. Dazu kommt in der Realität noch das Problem, das die Bodenverhältnisse am „Zielort“ den Bedürfnissen der einwandernden Waldgesellschaften kaum entsprechen dürften. Wanderungen der Vegetation oder ganzer Lebensgemeinschaften nach Norden werden also kaum wesentliche Beiträge zur Milderung der anstehenden Probleme bringen.

Auch Überlegungen zu den Folgen in Gebirgen führen zu ähnlichen Ergebnissen. Dort müssten die Biozönosen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts um etwa 400 Höhenmeter nach oben wandern. Auch die Verschiebung der dortigen Klimazonen wird nach aller Voraussicht sehr viel schneller ablaufen, als die Lebensgemeinschaften – und allemal die langsamwüchsigen Bergwälder – wandern können. Zusätzlich gibt es dort noch deutlicher das Problem, dass am Zielort die notwendigen Bodenverhältnisse nicht gegeben sind. Häufig wird dort sogar eine potentielle Wanderung durch das obere Ende der Berge für immer vorgegeben sein.^{16 17} Eine Folge davon muss sein, dass die heute am höchsten gelegenen Lebensgemeinschaften verschwinden werden. Beobachtungen, die auf laufende Entwicklungen dieser Art hinweisen, schildert Grabherr (2001)¹⁸.

Aber in so kompliziert strukturiertem Gelände wie einem Gebirge wird es auch zu Veränderungen des Klimamusters kommen, die nicht dem Schema der Höhenverschiebung folgen, sondern wo regional oder kleinräumig bestimmte Bedingungen einfach mosaikartig verändert werden. Ein Beispiel dafür sei die aus mehreren Szenarien abgeleitete Warnung „*In den Inneralpinen Trockentälern [der Schweiz] ist bei starkem Temperaturanstieg in Tieflagen mit einer Versteppung zu rechnen*“¹⁹, die in Verbindung mit der Feststellung der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft über ein flächiges Absterben der Waldkiefer im Wallis/Schweiz brisant wird. Als Hauptursache für das Absterben wird ein beobachteter Rückgang der Niederschläge vermutet²⁰.

Im Gebirge sind aber gesunde und funktionsfähige Schutzwälder die Grundvoraussetzung für die Bewohnbarkeit und die Passierbarkeit. Deshalb sind die formulierten Prognosen von äußerster Tragweite. Diese Erkenntnis war immerhin schon 1983 in der Politik angekommen, als Ministerpräsident F.J. Strauß am 28.6.1983 an den BUND-Bayern schrieb:

"Eine Bedrohung dieser Wälder könnte zu kaum absehbaren ökonomischen und ökologischen Folgen führen. Im Alpenraum wäre das Waldsterben eine gefährliche Bedrohung der Landeskultur."

Ein weiterer Effekt, der sich auf den aktuellen Zustand der Wälder auswirkt und darüber hinaus aber eine extreme Langzeitwirkung entwickeln wird, ist die genetische Einengung aller Organismen der von den Klimaänderungen betroffenen Lebensgemeinschaften. Dabei geht biologische Vielfalt verloren, die in einem späteren, wieder zur Ruhe gekommenen Ökosystem zur Stabilität beitragen könnte. Sichtbar wird dies für den Waldbauer und Waldökologen am Verlust autochthoner Baumrassen, die wegen ihrer standortspezifischen Fähigkeiten besonders wertvoll sind.

Untersucht sind auch die durch Temperatur- und Niederschlagsänderung zu erwartenden Verluste ganzer natürlicher Vegetationen. Zum Beispiel schreibt ONIGKEIT (2000)²¹ in einer Studie für das deutsche BMU:

„Gefährdung der potentiellen natürlichen Vegetation

Auch wenn Klimaschutzmaßnahmen zu einer Stabilisierung der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen führen, könnte die potentielle natürliche Vegetation auf großen Teilen der Erdoberfläche durch einen Klimawandel gefährdet sein. Für das 550 ppm Stabilisierungsszenario [der CO₂-Gehalt der Atmosphäre steigt nur bis auf 550 ppm] wurde berechnet, dass bis zum Jahr 2100 das Vorkommen der heutigen potentiellen Vegetation auf 28 % der Fläche gefährdet wäre. Eine Stabilisierung der CO₂-Konzentration bei 450 ppm könnte immer noch auf 23 % der Fläche zu einem Risiko für die natürliche Vegetation führen. Auch für die jetzigen Naturreservate besteht ein beträchtliches Risiko: Für das 550 ppm Szenario könnte im Jahr 2100 die Vegetation auf 23 % der Fläche und für das 450 ppm Szenario immer noch auf 21 % der Fläche gefährdet sein.“

In Anbetracht dieser bisher unwidersprochenen Aussagen wirkt manches „moderne“ Artenschutzprogramm nur noch peinlich.

Der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur und der Niederschläge ist aber nur ein winziger Ausschnitt aus dem gesamten Klimawandel. Tatsächlich ist der Temperaturanstieg wegen unterschiedlicher geographischer Breiten, Albedos, Winde und Meeresströmungen sehr unterschiedlich. Dadurch verstärken sich regionale Temperatur- und Luftdruckunterschiede und dies führt wiederum zu mehr und stärkeren Stürmen mit anderer regionaler Verteilung.

Die großflächigste Änderung der Windsysteme ist die Veränderung der innertropischen Konvergenzzone und die damit zusammenhängende Veränderung der Passatwinde besonders im indopazifischen Raum²². Das ganze ist ein Teil des El-Nino-Effektes. Ein besonders für die Wälder des Amazonasbeckens wichtiges Einzelelement ist die großräumige Nordwärtsverlagerung der innertropischen Konvergenzzone. Durch diese Verschiebung dringen die pazifischen Wolken 1000 Kilometer weniger weit nach Südwesten vor und ein riesiges Regenwaldgebiet hat Wassermangel.

Europa ist besonders davon betroffen, dass sich das traditionell typische winterliche Festlandshoch in den letzten Jahren immer schwächer und immer weiter östlich ausbildet. Dieses Hoch hat bei normaler Lage und Stärke bewirkt, dass Sturmwellen, die aus der Region südlich von Island kommen, normalerweise nicht über das europäische Festland wanderten. Sie zogen entweder im Süden über Spanien und das Mittelmeer, oder in Richtung NW über die äußere Nordsee zu den Lofoten und brachten dort die berühmten Herbst- und Winterstürme. Unter den heutigen Bedingungen hat sich diese „Weiche“ der Sturmbahnen, dem Festlandshoch folgend, weit nach Osten verschoben. Die Sturmtiefs ziehen jetzt im Süden öfter über Frankreich, die Schweiz und Süddeutschland oder im Norden über Dänemark und Schweden.

Was dies für den Wald bedeutet, wurde in den letzten 12 Jahren im Süden an der Wirkung der Orkane „Vivian“, „Wibke“ und „Lothar“ und im Norden an „Anatol“ deutlich. Dabei ist bei derlei Ereignissen nicht nur der „akute“, flächige, sofort sichtbare Sturmwurf zu bedenken. Eventuell noch größer sind die Effekte, die im Lauf der dem Sturm folgenden Jahre dadurch entstehen, dass Bestände aufgerissen und Wurzelsysteme geschädigt sind. Beides macht die Bestände sturmanfälliger und es kann zu großflächigen Borkenkäferschäden führen.

Die Borkenkäferart Buchdrucker (*Ips typographus*) ist zur Zeit auch das beste Beispiel dafür, wie in gestressten oder akut geschädigten Ökosystemen Primäreffekte, Sekundäreffekte und Synergismen gemeinsam zu massiven Störungen führen können.²³ Der Buchdrucker ist eine der 54 Borkenkäferarten der Fichte, mit der er über Jahrtausende, oder vielleicht sogar über Jahrmillionen in deren natürlichem Verbreitungsgebiet in kalten Regionen lebte. Bis etwa 1980 waren aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet auch keine Kalamitäten bekannt. Dutzende von Antagonisten sorgten für geregelte Populationsdichten. Das begann sich zu ändern, als die Fichte samt Buchdrucker, aber ohne die Mehrzahl seiner Antagonisten, von Förstern in das mildere Klima des Tieflandes gebracht und dort in Monokulturen einheitlichen Alters angepflanzt wurde. Die Buchdrucker brachten dort zwei Generationen pro Saison durch. Das theoretische Vermehrungspotential stieg von 1:20 auf 1:400. Luftschadstoffe verstärkten die Attraktivität und minderten die Abwehr der Bäume. Sie wurden in Massen bruttauglich. Dann kam die Klimaänderung in Gang. Die warme Jahreszeit reichte nun oft für drei und manchmal für vier Generationen. Das theoretische Vermehrungspotential liegt damit bei 1:10.000. Die Folgen sind regional dramatisch und zwar bis zur oberen Verbreitungsgrenze der Fichte.

Ein anderes Beispiel eines Insekts, dessen Häufigkeit sich radikal gesteigert hat, wobei Zusammenhänge mit dem Anstieg der Temperatur sehr plausibel sind, ist der Schwammspinner (*Lymantria dispar*). Dieser Schmetterling hat sein Hauptverbreitungsgebiet im warmen Mittelmeergebiet. In Deutschland war die Art früher so selten, dass sie zeitweise sogar auf der Roten Liste bedrohter Tierarten stand. Anfangs der achtziger Jahre aber wurde sie erstmals in den warmen Regionen Süddeutschlands zum Forstschädling, der Hunderte Hektar Eichenforste kahl fraß.

Schließlich sei noch das Beispiel einer Gruppe von Phytophthora-Pilzen geschildert. Die Sporen dieser Arten sind „schon immer“ überall vorhanden und bis Ende der achtziger Jahre waren sie nie als Krankheitserreger bei Bäumen aufgefallen. Dann begannen sie aber in auffälliger Weise Eichen, Erlen, Buchen und sogar Tannen zu befallen. Die befallenen Bäume vergilben stark und gehen häufig ein. Phytopathologen²⁴ vermuten nun, dass die gestiegene Virulenz und Häufigkeit der Infektionen im Zusammenhang mit der abnehmenden Häufigkeit und Intensität von winterlichen Bodenfrösten steht. Im Frostboden kann der Pilz nicht wachsen, während er bei 2-8 °C noch funktionsfähige Sporangien und Zoosporen bildet und so den Infektionsdruck wesentlich erhöht. Gleichzeitig scheinen die Eichen in milden Wintern selbst

im Januar noch neue Feinwurzeln zu bilden und damit für Phytophthora anfällig zu sein. Diese Anfälligkeit wird wiederum in den letzten Jahrzehnten durch hohe Stickstoffeinträge aus Emissionen verstärkt.

In den drei aufgeführten Beispielen spielten immer Synergismen, also das Zusammenwirken verschiedener Störungstypen („Störgrößen“), eine wichtige Rolle. Derartige Reaktionen treten in Ökosystemen sehr häufig auf. Sie können die Wirkungen einzelner Störungen einfach verstärken, zur regelrechten Potenzierung von Reaktionen oder sogar zu qualitativ veränderten Reaktionen führen. Es ist schon bei der Kombination weniger Störungen kaum möglich, Vorhersagen über die gemeinsame Wirkung zu machen. Völlig unmöglich ist dies in so komplexen Systemen wie dem Klima-Wald-Komplex. Dies hat wichtige umweltpolitische Konsequenzen: Es ist zum Beispiel nicht möglich, Schadensschwellen für Einzelkomponenten zu definieren. Politik und Verwaltung sind aber weitgehend auf solche Grenzwerte angewiesen. Der einzig mögliche realpolitische Umgang mit derlei Gegebenheiten ist, sich des Problems ständig bewusst zu bleiben und im Interesse der Vorsorge sehr große „Sicherheiten“ in allen Vereinbarungen und Vorschriften einzuführen. Auch dieses Problem hat die wissenschaftlich orientierte Sparte der Umweltpolitik längst begriffen, nur die Umsetzung findet bisher praktisch nicht statt.

Die schweizerische Bundesregierung schrieb dazu bereits im Sanasilva-Waldschadensbericht 1988:

„Sicher ist eines: Sollten die Sommer Mitteleuropas als Folge der erwarteten globalen Erwärmung künftig heißer und trockener werden, müsste sich dies auf einen durch Luftschadstoffe geschwächten Wald besonders verheerend auswirken.“

Aber auch die deutsche Bundesregierung warnt in ihrem Waldbericht 1997²⁵:

„Ein erhöhtes Risiko besteht für Wälder, deren Bestände und Böden durch Schadstoffdepositionen bereits vorbelastet sind. Als Folge des Klimawandels verstärkt auftretende Extremereignisse, wie Stürme, Dürreperioden, Waldbrände oder Schaderregerepidemien können dort die Schäden verschärfen.“

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt bei der Bewertung von Wirkungen der Klimaveränderung auf Wälder sind die - für Menschen - extrem langsamen Abläufe mancher Prozesse. So können Veränderung der Basensättigung oder des pH-Wertes von Böden viele Jahre großflächig ablaufen, bevor die Pilzflora sich so weit verändert hat, dass die Naturverjüngung nicht mehr funktioniert. Danach kann es nochmals Jahre dauern, bis dieser Mangel auch wahrgenommen wird. Erst danach kann der politische Prozess in Gang kommen, der an seinem Ende Abhilfe schaffen soll. Noch krassere Langzeiteffekte, die zunächst für Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte unerkannt bleiben können, sind zu erwarten, wenn genetische Selektionsprozesse an Baumpopulationen ablaufen. Weil genetische Anlagen häufig gekoppelt vererbt werden, muss dabei der auslesende Parameter keineswegs derselbe sein, der später Probleme verursacht. In diesem Fachbereich ist zwar das theoretische Wissen der Genetiker inzwischen relativ gut, aber die Umweltpolitik nimmt dieses gesamte Problemfeld kaum wahr.

Im Zusammenhang mit dem anthropogenen Treibhauseffekt und allen seinen autökologischen Folgewirkungen ist davon auszugehen, dass solche genetischen Veränderungen bereits stattfinden. Die Gesellschaft sollte deshalb das Fachwissen der Genetiker dringend abfragen und es in ihre Überlegungen einbeziehen. Dies darf aber auf keinen Fall zu gentechnischen Lö-

sungsversuchen führen, denn dabei werden gerade die wichtigen multifaktoriellen Anpassungsprozesse natürlicher Systeme unterbunden.

Die Bundestags-Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ hat das Sachgebiet bereits 1991 für Mandatsträger und Bürger kurz, allgemeinverständlich und unmissverständlich dargestellt ²⁶:

„Klimaänderungen führen zu einem Selektionsdruck, dessen Resultat im Rahmen von Anpassungsprozessen wegen der vielfältigen Wechselwirkungen nicht vorhersagbar ist. Sicher ist aber, dass bei diesem Anpassungsprozess die Stabilität des Ökosystemgefüges durch das Auftreten neuer, konkurrierender Arten, neue oder vermehrt auftretende Schädlinge, neue oder aggressivere Krankheitserreger, erhöhte Feuergefahr und Bodenerosion, beeinträchtigt werden kann.“

Rückschauend auf die gesamte Analyse der Situation kommt man zu folgendem Ergebnis: Im Zusammenwirken des veränderten Klimas mit den Prozessen der Walddynamik haben wir es mit zwei extrem komplexen Systemen zu tun. Jedes der beiden besteht aus zahlreichen Rückkoppelungssystemen mit sehr komplizierten, nicht linearen Kennlinien und teilweise extremen Zeitverzögerungen. Von keinem dieser Einzelelemente kennen wir mehr als einige qualitative Einzelbeziehungen. Die beiden übergeordneten Systeme bilden wiederum ein gemeinsames übergeordnetes Rückkoppelungssystem. Es ist sicher auf Jahrzehnte unmöglich, das Verhalten eines solchen hochkomplexen Systems bei mehrfachen, drastischen und simultanen Störungen vorherzusagen.

OBERNDORFER formulierte den Sachverhalt in einer Studie zur Tropenwaldvernichtung, die vom Bundeskanzleramt veröffentlicht wurde so ²⁷:

„Die gewaltigen Investitionen für eine Unzahl schwieriger Projekte erfordert Fachkräfte und Kenntnisse über die komplexen, örtlich sehr unterschiedlichen tropischen Ökosysteme, Böden und Klimafaktoren, die zur Zeit und auch für die nähere Zukunft sicher nicht zur Verfügung stehen.“

Das heißt, wir haben ein gigantisches Experiment gestartet, von dem wir nur eines sicher wissen: Es wird diese Welt sehr stark und dauerhaft verändern und die Veränderungen werden uns Menschen in der Gesamtbilanz nur Nachteile bringen, denn all unser Leben und Wirtschaften ist auf die ursprünglichen Bedingungen eingestellt. Auch alle Erfahrungen der Menschheit stammen aus dem Umgang mit dem traditionellen Zustand der Biosphäre.

Die geschilderten Unwägbarkeiten und die zu erwartenden Schäden lassen jedem verantwortungsvollen Bürger keine andere Wahl als mit aller Kraft für Vermeidungsstrategien zu kämpfen. Reparaturstrategien können höchstens in zweiter Linie in Frage kommen und Hypothesen auf die Zukunft unserer Kinder sollten unter Strafe gestellt werden.

Neben der Diskussion der ökologischen und ökonomischen Folgen der Schäden, gibt es noch eine andere Art die Dinge zu sehen: Der Wald ist der bedeutendste Bioindikator für Umweltbelastungen.

Er zeigt nicht nur Klimastörungen sondern auch Giftimmissionen an. Da er aus Tausenden verschiedenen Arten in allen denkbaren Lebensphasen besteht, ist er ein Messsystem, das hervorragend über eine Unzahl von Einzelschädigungen und Wirkungspfaden integriert. Außerdem „mittelt“ er über lange Zeiten, was zur Folge hat, dass Langzeittrends besser sichtbar werden, während kurze episodische Einflüsse weniger angezeigt werden. Die

werden, während kurze episodische Einflüsse weniger angezeigt werden. Die Gesellschaft wäre sicher gut beraten, wenn sie durch verstärkte Forschung auf diesem Gebiet unsere Ablesegenauigkeit und Interpretationsfähigkeit für die bereitliegenden Daten verbessern würde. Dann bliebe nur noch das Problembündel mit der Motivation zur politischen Umsetzung.

Wir müssen erkennen, dass der Wald uns, außer durch seine Indikatorfunktion, kaum wesentlich gegen die von uns verursachte Klimaänderung helfen kann. Er braucht vielmehr unsere vorsorgliche Hilfe durch Unterlassung der unverantwortbaren Emissionen von Tausenden Stoffen und physikalischen Einflüssen, von deren (möglichen) Wirkungen wir kaum eine Ahnung haben. Nur als flankierende Maßnahme ist es sinnvoll, durch waldbauliche Maßnahmen zusätzlich an der Katastrophenvermeidung mitzuwirken.

Alle bisher geschilderten Eigenschaften und Reaktionen gelten für Wälder, nicht oder nur andeutungsweise für Forste. Diese sind, wie schon eingangs erwähnt, wesentlich weniger elastisch, instabiler, labiler. Sie reagieren leicht mit Kippreaktionen, die dann häufig als Naturkatastrophen bezeichnet werden. Solche Betriebssysteme werden wohl in den kommenden Jahrzehnten auch mit großem Aufwand nicht mehr zu halten sein.

4. Was tun?

Es ist klar, dass die Menschheit erstmals ein wirklich globales Umweltproblem verursacht hat. Damit überlagert sich das hochkomplexe klimatologisch-biologische System, das bisher behandelt wurde auch noch mit einem höchst komplizierten, ohnehin labilen politischen System aus Menschen, Völkern, Staaten, Weltanschauungen und Konzernen, unter denen die kurzfristigen Interessen kaum gegensätzlicher sein könnten. Bei Überlegungen auf lange Frist sollte allerdings für alle Beteiligten klar werden, dass wir für ein globales Problem auch eine globale Koalition brauchen. Auch das hat die Völkergemeinschaft wohl 1992 in Rio im Prinzip begriffen. Noch scheint allerdings der Leidensdruck bei manchen Regierungen nicht groß genug zu sein, dass sie betriebswirtschaftliche Interessen einiger Großkonzerne im Interesse der Menschheit unter Kontrolle halten. Die Verweigerungshaltung weniger einflussreicher Staaten im Zusammenhang mit der Umsetzung des Kyoto-Protokolls ist ein schlimmes Zeichen, zumal die darin vereinbarten Maßnahmen keineswegs ausreichend sind. Dies darf aber auf keinen Fall dazu führen, dass auch die verantwortungsvolleren Nationen nun ihre Bemühungen reduzieren. Jedes Land trägt seine Verantwortung und nur wer dabei an seine Grenzen ging, kann und darf auch Druck auf Unwillige ausüben.

Unter den Vermeidungsstrategien sind zunächst alle gefragt, die an den Ursprüngen des Problems in den Köpfen der Menschen ansetzen. Dann müssen die technischen, betriebswirtschaftlichen und organisatorischen Probleme bei der Reduktion aller Treibhausgase gelöst werden. Hier liegt momentan die Hauptverantwortung. Einzelheiten hierzu zu erarbeiten ist allerdings nicht Sache dieses Beitrags.

Darüber hinaus müssen alle Möglichkeiten zu flankierenden Maßnahmen genutzt werden. Dabei ist es aber unverzichtbar, jede in Betracht gezogene Aktivität vorab sorgfältig auf alle ihre ökologischen und politischen Wirkungen zu untersuchen und diese so gut wie möglich zu bilanzieren. Wo Gefahr besteht, dass eine Forderung oder eine Maßnahme „unter dem Strich“ eher kontraproduktiv ist, sollte sie verworfen werden.

Der erste Ansatz der unter diesem Gesichtspunkt diskutiert werden soll, ist die Strategie einiger großer süddeutscher Forstverwaltungen, mehr Eichen anzubauen. Begründung dafür ist,

dass die Eiche bei höheren Temperaturen in höheren Lagen besser gedeihen wird als die Fichte. Dieser Ansatz lässt aber eine ganze Reihe von Gesichtspunkten außer Acht:

- a. Er berücksichtigt nur die erwartete globale Temperaturänderung. Die kleinräumigen Änderungen können, wie auch Untersuchungen für Bayern ergeben haben²⁸, erheblich vom globalen oder sogar vom regionalen Trend abweichen. Träfe das für einen Standort zu, wäre der einzige berücksichtigte Parameter falsch berücksichtigt und die Maßnahme kontraproduktiv.
- b. Es könnte sein, dass eine Temperaturänderung Mäuse oder Insekten wie den Schwammspinner so stark begünstigt, dass dies alleine zum Ausschlusskriterium wird. Dieses Problem könnte dadurch verschärft werden, dass bei der Einwanderung des Schwammspinners in das neue Areal seine Antagonisten dort noch selten sind.
- c. Wer heute mit dem Umbau seiner Kiefernforste in Eichenforste beginnt, wird bei den üblichen Umtriebszeiten in 100 Jahren die letzte Parzelle bepflanzen. Nochmals 100 Jahre später wäre der Umbau geschafft, falls vorher nichts schief geht.
- d. Kaum ein Waldbesitzer hat bei der derzeitigen Ertragslage der Forstwirtschaft das Kapital, um solche Eichenkulturen zu finanzieren und sein Geld auf 100 Jahre praktisch zinslos festzulegen.
- e. Wenn derlei Projekte auch nur in Einzelfällen öffentlich diskutiert oder in Angriff genommen werden, ist die Folge, dass die Verursacher des Treibhauseffektes ihre Bemühungen zurücknehmen, weil das Problem ja „anders lösbar erscheint“.

Eine derartige Strategie ist also sehr wahrscheinlich unwirksam, unbezahlbar und klimapolitisch kontraproduktiv und damit letztlich waldschädlich.

Ein zweites Beispiel, wo beinahe die gesamte konventionelle deutsche Forstwirtschaft vorgeht, einen nennenswerten Beitrag zur Klimasanierung leisten zu können, ist die Behauptung, Heizen mit Holz sei im Gegensatz zu Öl, Gas oder Kohle klimaneutral. Zum Beispiel schrieb die bayerische Staatsforstverwaltung in einer Pressemitteilung vom 25.10.2001:

"Schon heute sparen wir durch den Einsatz von Energieholz jährlich rund 1,2 Milliarden Liter Heizöl. Damit verhindern wir den Ausstoß von rund 3,2 Millionen Tonnen des Treibhausgases Kohlendioxid."

Der erste Satz dieser Aussage ist richtig und wichtig, denn Öl wächst wirklich nicht nach. Der zweite ist aus folgenden Gründen eine Irreführung:

- a. Es macht für die Atmosphäre keinen Unterschied ob eine Tonne Kohlenstoff aus Kohle oder aus Holz zu 3,7 Tonnen Kohlendioxid verbrannt wird.
- b. Im deutschen Wald stehen derzeit durchschnittlich 270 Vorratsfestmeter Holz pro Hektar (alte Bundesländer 300, FNL 210 Vfm)²⁹. Reife Wälder würden auf diesen Standorten im Mittel 1000 bis 1300 Vfm enthalten. Gute Plenterwälder enthalten 1000 Vfm. Der Wald könnte also noch mehrere Jahrhunderte Vorrat aufbauen. Den Verantwortlichen in den Forstverwaltungen ist dies auch bewusst, denn sie teilen in zahlreichen Publikationen immer wieder mit, dass sie eigentlich derzeit die Holzentnahme um 40 % steigern könnten, und trotzdem würden die Vorräte immer noch um 1,5 Vfm

pro Jahr steigen.

Gäbe es keinen anderen Grund zur Waldnutzung als die Klimapolitik, dann wäre also die beste Strategie Kohlenstoff zu deponieren, aus diesen Forsten 200 Jahre nichts zu ernten.

- c. Anders scheint eine solche Überlegung auszusehen, wenn sie sich auf Urwälder im ungestörten Zustand bezieht. Dort verrottet dauernd etwa so viel Holz wie nachwächst. Entnimmt man - so scheint es - dort Holz, so ginge dies zu Lasten des verrottenden Totholzes. Es würde weniger verrotten. Würde dann noch das geerntete Holz zu langlebigen Produkten (nicht Papier!!) verarbeitet, würde das zu einer Entlastung der Atmosphäre führen.

Tatsächlich ist durch eine viel beachtete Untersuchung von SCHULZE u.a.³⁰ bekannt, dass Nutzungseingriffe in Primärwäldern dazu führen, dass es in ihnen zu erheblichen Freisetzung von Kohlenstoff als Kohlendioxid kommt. Sie werden zu CO₂-Quellen. Außerdem formulierten die Autoren die begründete Hypothese, dass die Kohlenstoffeinlagerung mit zunehmendem Alter über lange Zeit sogar exponentiell steigt.

Hier hat sich also eine scheinbar plausible Annahme (rechtzeitig) als falsch erwiesen und dies sollte dringend von den Akteuren der walddpolitischen Szene zur Kenntnis genommen werden. Stattdessen enthält sogar das Kyoto-Protokoll Vereinbarungen, die dazu führen können, dass gezielt Primärwälder genutzt oder zu Gunsten von Plantagen vernichtet werden.

Außer diesen Problemen hätten Eingriffe in die letzten Urwälder der Erde auch noch eine ganze Reihe unvermeidbarer Folgen für den Schutz von Biodiversität und die Rechte indigener Völker.

Waldnutzung ist also auch keine zielführende Option in den Bemühungen um die Stabilisierung des Klimas. Die Umweltverbände lehnen diese Strategien deshalb geschlossen ab.

Natürlich ist das betriebswirtschaftliche Interesse der Waldbesitzer verständlich, aber Holz ist ein so exzellentes Material, dass es solche Scheinargumente nicht nötig hat. Es wäre unter allen Gesichtspunkten besser, seine wahren Vorzüge und den Wert des Waldes besser herauszustellen und dabei Gutes für den Wald und das Klima zu tun.

Eine weitere Maßnahme, die bei geringer Effizienz großen politischen Schaden anrichten kann und auch schon angerichtet hat, ist die Aufforstung (Afforestation und Reforestation) zum Zweck der Einbindung emittierten Kohlenstoffes. Natürlich gibt es 1000 gute Gründe (wieder) neue Wälder zu begründen. Sie sind aber hier nicht das Thema. Die Probleme, die im Zusammenhang mit den einschlägigen Initiativen auftreten und auftraten sind folgende:

- a. Die Fläche, die in Deutschland oder weltweit für Aufforstungen zu diesem Zweck zur Verfügung steht, wird von den Aufforstungsbefürwortern erheblich überschätzt. SCHULZE³¹ hat sich damit kritisch auseinandergesetzt.
- b. Die Produktivität entsprechender Aufforstungen wird wesentlich zu hoch angesetzt. Auch hierzu hat Schulze die Argumente zusammengestellt.

- c. Die Kosten für solche Maßnahmen werden zu niedrig angesetzt.
- d. Die laufenden Projekte können trotz eines Jahrzehntes Vorlauf noch keine nennenswerten Aufforstungsflächen vorweisen.
- e. Solche Projekte müssten auf viele Jahrzehnte oder einige Jahrhunderte irgend eine Form von Eigentumsrecht an den entstehenden Forsten gewährleisten können und Ersatzmaßnahmen sicherstellen, für den Fall, dass die empfindlichen Plantagen von geringer Produktivität sind, absterben, abbrennen oder gerodet werden.
- f. Als Folge der aufgezählten Mängel wird die Wirksamkeit solcher Projekte überschätzt. Eigene, extrem optimistisch gehaltene Abschätzungen des Autors ergaben dass die BRD, gerechnet auf 100 Jahre maximal 0,7 % ihres Beitrages zum anthropogenen Treibhauseffekt kompensieren könnte. Dann müssten aber alle Aufforstungen diesem Ziel zugeordnet werden. Das Bundesministerium für Landwirtschaft kam am 13.6.1990 zu dem Ergebnis, dass maximal 0,3 % kompensiert werden könnten und SCHULZE geht von „weniger als 0,1 % der jährlichen nationalen CO₂-Emissionen“ aus. Das Entspräche maximal 0,05 % des deutschen Treibhausbeitrages.
- g. Diesem marginalen Effekt stehen aber schwerwiegende umweltpolitische Gefahren gegenüber: Die Aufforstungsdiskussion führte zunächst dazu, dass einige Großverschmutzer versuchten, diese Strategie als Ablasshandel zu nutzen. Danach kam auf der Ebene nationaler Klimapolitik eine Debatte auf, die zunächst nationale Wälder und Forste, später aber auch Plantagen in anderen Ländern, bestimmten Emittenten der Industriestaaten als „Entsorgungsbasis“ zuordnen wollte. Diese Strategie hat aber weder eine ökologische Grundlage, noch ist sie moralisch vertretbar, denn sie führt zu einer ganz neuen Form der Abhängigkeit der meist armen Waldländer. Besonders Krass wären die Folgen für die indigenen Waldvölker, denn es käme wohl zu Rodungen für Aufforstung. Deshalb kämpfen alle deutschen Umweltverbände seit 1991 gemeinsam gegen diese Pläne³² und die Position wurde 1999 zur Klimakonferenz in Bonn nochmals bestätigt und begründet³³.

Es gibt aber fünf Strategien der Waldbehandlung, die zur Minderung des Klimawandels und seiner Folgen beitragen können:

- a. Es sollte zu einer ganz großen Koalition für den Stop der Waldvernichtung kommen. Das würde eine ganze Reihe der oben dargestellten Probleme beseitigen. Deutschland und die deutschen Verbraucher können und sollten dabei eine prominente Rolle spielen.
- b. Im Vergleich zu Neupflanzungen sind ältere Bestände bereits heute hoch produktiv. Sie weiter wachsen zu lassen wäre die wirksamste CO₂-Senke, die wir schaffen könnten. Die Umtriebszeiten sollten deshalb soweit tragbar erhöht werden. Die auftretenden betriebswirtschaftlichen Probleme wären im Vergleich zu den – auch in den Forstbetrieben – zu erwartenden Schäden durch die Klimaänderung, gering. Daneben ergäben sich noch eine ganze Reihe positiver Nebeneffekte durch stabilere Ökosysteme, geschützte Biodiversität und verbesserten Erholungswert.
- c. In Deutschland sollten wir Flächen, für die es keine gravierenden Ausschlussgründe gibt, der natürlichen Wiederbewaldung überlassen. Dadurch würden kostenfrei über die natürliche Selbstorganisation ökologisch stabile, selbstgeregelt Wälder entstehen.

- d. Je ähnlicher Waldgesellschaften der Potentiellen Natürlichen Lebensgemeinschaft (PNL)³⁴ ihres Standortes sind, desto elastischer reagieren sie auf externe Störungen. Sie sind also als hoch dynamische Systeme ökologisch umso stabiler, je ähnlicher sie dem natürlichen Artenspektrum sind. Nicht die größtmögliche Artenzahl oder ein maximaler Laubholzanteil ist das Optimum! Die deutschen Umweltverbände haben deshalb 1995 Kriterien für die „Ökologische Waldnutzung“ definiert³⁵. Waldnutzung nach diesen Regeln würde nach allem was wir wissen den optimalen Kompromiss zwischen betriebswirtschaftlichen, volkswirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen darstellen. Dies gilt auch für die Bedrohungen durch den anthropogenen Treibhauseffekt.
- e. Wirklich angepasste Waldgesellschaften können sich nur entwickeln, wo die Selbstorganisation nicht ernsthaft gestört wird. Dies kann nur in strengen Schutzgebieten sichergestellt werden. Solche Flächen sind auch die einzigen Referenzflächen, von denen wir lernen können, was die Natur entwickeln würde, wo wir dies aus berechtigten Interessen nicht zulassen. Außerdem könnten strenge Schutzgebiete sicher wertvolle Rückzugsgebiete bedrohter Arten und Initialzellen für tragfähige Strukturen unter neuen Bedingungen werden. Deshalb ist die Forderung von 10 % der Landesfläche, wie sie im neuen Bundesnaturschutzgesetz festgeschrieben wurde im wahrsten Sinne des Wortes wegweisend. Diese Schutz- und Referenzflächen sollten nicht zu sehr zersplittert sein und auch große Höhenunterschiede im Gebirge unterbrechungslos abdecken.
- f. Schließlich ist in der Demokratie nur durchsetzbar, was dem Bürger als Souverän auch einsichtig oder notwendig erscheint. Wir sollten deshalb auch einen großen Konsens und eine große gemeinsame Anstrengung zu einer umfassenden Waldpädagogik für alle zustande bringen. Was zur Zeit zum Thema läuft, erfüllt nur in Einzelfällen die notwendigen Qualitätskriterien.

5. Schlussbetrachtung und Appell

*„Durch geheime Bande knüpft die Natur
das Schicksal der Sterblichen an das der Wälder.“*

Alexandre Moreau de Jonnés 1825
in einer preisgekrönten Arbeit für die Belgische Akademie der Wissenschaften

Wie oft in diesem Beitrag, soll auch die zusammenfassende Wertung nicht vom Autor selbst formuliert werden, sondern nochmals soll ein altes Zitat, das im bundespolitischen Allparteienskonsens formuliert wurde, zeigen, dass eigentlich längst alles Notwendige erkannt und in eindrucksvoller Klarheit niedergeschrieben ist. Die Formulierung stammt aus dem 3. Bericht der Bundestags-Enquete-Kommission Schutz der Erdatmosphäre³⁶. Er wurde am 25.4.1991, 145 Jahre nach Arrhenius' Statement und 11 Jahre nach dem Bericht GLOBAL 2000 vom Deutschen Bundestag verabschiedet und lautet:

„Die Zukunft der Wälder in einem veränderten Klima

Die zukünftige Entwicklung der Wälder wird ... in erheblichem Maße vom Ausmaß und der Geschwindigkeit der Klimaänderung sowie anderer Veränderungen in der Atmosphäre ab-

hängen. Zwar ist es bislang schwierig, regionale Prognosen zu machen, doch ist mit folgenden Prozessen zu rechnen:

- Die hohe Geschwindigkeit der anthropogenen Klimaänderungen wird die Anpassungsfähigkeit vieler Waldökosysteme übersteigen und kann zu großflächigen Zusammenbrüchen führen.

- Die Temperaturerhöhung bewirkt eine Beschleunigung der mikrobiellen Umsetzung der abgestorbenen organischen Substanz und kann zu einer erhöhten CO₂ und N₂O-Freisetzung aus Wäldern führen.

- Häufigere Wetterextreme wirken destabilisierend auf die Waldökosysteme und vergrößern die Schäden.

- Der erhöhte CO₂-Gehalt der Atmosphäre erhöht bei ausreichender Versorgung mit Wasser und Nährstoffen den Biomassezuwachs, verändert jedoch gleichzeitig die Konkurrenzverhältnisse in den Waldökosystemen und kann so destabilisierend wirken.

- In den nördlichen Breiten sind Pflanzenschäden durch erhöhte UV_B-Strahlung infolge eines fortschreitenden Ozonabbaus in der Stratosphäre zu befürchten.

Das Gefährdungspotential wird noch dadurch gesteigert, dass die Wälder in vielen Regionen der Erde sich bereits heute auf Grund von Über- oder Fehlnutzung bzw. Schadstoffbelastung und Überdüngung in einem ökologisch instabilen Zustand befinden. Insgesamt ist zu befürchten, dass die Klimaänderung zu einer erheblichen Steigerung der CO₂-Emissionen aus den Wäldern führen wird, die ihrerseits den anthropogenen Treibhauseffekt weiter verstärken wird.

Vor diesem Hintergrund muss sofort gehandelt werden um die Wälder und deren unersetzliche Funktionen für den Naturhaushalt und den Menschen auch in Zukunft zu erhalten. Dabei gilt es sowohl bei der Waldbewirtschaftung anzusetzen, als auch die umweltpolitischen Rahmenbedingungen zu verändern.“

Zitat: Klein, Helmut (2004) Wald und Klima - Eine unauflösbare Vielfachbeziehung von lokaler, regionaler und globaler Bedeutung, www.WaldKlein.de

6. Zitierte Literatur

¹ Zitiert nach „Der Spiegel“ 52/1998 Seite 118

² Brockhaus Enzyklopädie Bd. 10 (1970) F.A.Brockhaus, Wiesbaden

³ GLOBAL 2000 – Der Bericht an den Präsidenten (1980) Zweitausendeins

⁴ ELLENBERG, HEINZ (1996) Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen; Verlag Ulmer

⁵ PLANTA, P.C. (1846) in einem Gutachten über Hochwassergefahr in Graubünden.

⁶ KLEIN, HELMUT in Vorbereitung

⁷ WMO/UNEP (2000) IPCC Special Report Land Use, Land Use Change and Forestry

-
- ⁸ SIOLI, MANFRED (1983) Amazonien – Grundlagen der Ökologie des größten tropischen Waldlandes; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- ⁹ Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages (1990) Schutz der Tropenwälder Economica Verlag Karlsruhe
- ¹⁰ IPCC WG1 (1996) Climate Change 1995 – The Science of Climate Change: Contribution of WG1 to the Second Assessment Report of the IPCC; Ed. Houghton, J.T. u.a.; Cambridge University Press
- ¹¹ LANG, GERHARD (1994) Quartäre Vegetationsgeschichte Europas, G. Fischer Verlag Stuttgart
- ¹² WALTER, H. u. H. STRAKA (1970) Arealkunde – Floristisch-historische Geobotanik; Verlag Eugen Ulmer
- ¹³ LANG, GERHARD (1994) Quartäre Vegetationsgeschichte Europas, G. Fischer Verlag Stuttgart
- ¹⁴ REISIGL, HERBERT und R. KELLER (1989) Lebensraum Bergwald; Gustav Fischer Verlag
- ¹⁵ Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages (1990) Schutz der Tropenwälder Economica Verlag Karlsruhe
- ¹⁶ NILSSON, STEN und PITT, DAVID (1991) Mountain World in Danger, Earthscan Publications Lt., London
- ¹⁷ KLEIN, HELMUT (1998) Die Alpen im Klimastress, in Hamberger, S. u.a. Schöne neue Alpen, Raben Verlag München
- ¹⁸ GRABHERR, GEORG (2001) Klimawandel verändert Gipfflora in Alpenreport 2; Hg.: CIPRA, Verlag Haupt
- ¹⁹ FELIX KIENAST u.a. (1998) Klimaänderung und mögliche langfristige Auswirkungen auf die Vegetation der Schweiz; Projektschlussbericht im Rahmen des nationalen Forschungsprogrammes „Klimaänderung und Naturkatastrophen“ NFP 31 vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich
- ²⁰ Pressemitteilung der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft vom 4.9.2001
- ²¹ ONIGKEIT, JANINA u.a. (2000) Stabilisierungsziele für Treibhausgaskonzentrationen: Eine Abschätzung der Auswirkungen und der Emissionspfade; Abschlussbericht zum Projekt Nr. 296 41 121 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- ²² vergleiche Diercke Weltatlas (2000), Westermann Verlag
- ²³ <http://WaldKlein.de>
- ²⁴ JUNG, THOMAS, H. BLASCHKE, K.-J. LANG u. W. OBWALD (1996) Phytophthora-Wurzelfäule der Stiel- und Traubeneiche; AFZ/DerWald 51, 1470-1474
- ²⁵ Waldbericht der Bundesregierung 1997
- ²⁶ Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (1991) Schutz der Erde, Economica Verlag Karlsruhe Seite 292
- ²⁷ OBERNDÖRFER, DIETER (1989) Schutz der tropischen Wälder durch Entschuldung; Schriftenreihe des Bundeskanzleramtes
- ²⁸ BayFORKLIM (1999) Klimaänderungen in Bayern und ihre Auswirkungen, Abschlussbericht des Bayerischen Klimaforschungsverbundes
- ²⁹ Waldbericht der Bundesregierung 1997
- ³⁰ SCHULZE, E.-D., CH. WIRTH, M. HEIMANN (2000) Managing Forests After Kyoto; SCIENCE 298, 2058-2059 Max-Planck-Gesellschaft Pressemitteilung vom 22.9.2000

Max-Planck-Gesellschaft Pressemitteilung vom 9.11.2000

³¹ SCHULZE, ERNST-DETLEF (2001) Bedeutung der Wälder für den globalen CO₂-Haushalt; AFZ-DerWald 56, 56-58

SCHULZE, ERNST-DETLEF (2001) Die Wälder als Kohlenstoffsенke; AFZ-DerWald 56, 836-838

³² PROJEKTSTELLE UNCED von DNR und BUND (1991) Konferenz der Vereinten Nationen zu Umwelt und Entwicklung (UNCED) – Ein Leitfaden

³³ AG-WALD IM FORUM UMWELT UND ENTWICKLUNG (1999) Keine Anrechnung von Wald als Treibhausgas-Senke und kein Handel damit in den internationalen Klimaverhandlungen; Positionspapier von Verbänden der AG-Wald im Forum Umwelt und Entwicklung

³⁴ KLEIN und AK-WALD (1995) BUND-Waldprogramm - Wald für die Zukunft

³⁵ BUND/Greenpeace/NATURLAND/Robin Wood/WWF (1995) Ökologische Waldnutzung – Position der Umweltverbände als Grundlage zur Zertifizierung von Waldbetrieben.

³⁶ Enquete-Kommission Schutz der Erdatmosphäre des Deutschen Bundestages (1991) 3. Bericht zum Thema „Schutz de Erde“ Bundestagsdrucksache 12/8350 vom 25.4.1991