

Vierzehn wissenschaftsphilosophische Thesen zum Problem der «neuartigen Waldschäden»¹

Gereon Wolters, Universität Konstanz

1 Einleitung

Manche von Ihnen werden sich verwundert gefragt haben, was ein Philosoph an einer Sanasilva-Tagung zu suchen hat. Das ist eine gewiss berechtigte Frage, denn Philosophie hat zum Thema Waldschäden von der Sache her nichts beizutragen: Philosophie fördert weder unser Wissen über Waldschäden, noch kann sie uns sagen, was dagegen zu tun ist. Das gilt im übrigen ganz generell: Philosophie vermittelt kein sachhaltiges Wissen über die Welt; sie ist auch nicht Technologie im weitesten Sinn, d. h. sie gibt keine Anleitungen dafür, wie man in der Welt zu handeln hat, um ein bestimmtes, bereits gestecktes Ziel zu erreichen. Philosophie besteht vielmehr in dem Versuch, Distanz zu gewinnen. Sie versucht, die Prozesse unserer Wissensgewinnung und unseres zweckorientierten Handelns gewissermassen «von aussen» zu betrachten. In diesem Sinne liefert sie kein Wissen über die Welt, sondern denkt über die Voraussetzungen, die Struktur und die Grenzen dieses Wissens nach; sie erteilt keine Anweisungen dafür, *wie* man gegebene Zwecke erreichen kann, sondern erarbeitet allenfalls Argumente, *warum* ein bestimmter Zustand als ein erstrebenswerter Zweck gelten soll. So gesehen hat die Philosophie zum Problem der Waldschäden dann doch etwas beizutragen, wenn auch «nur» aus der Distanzperspektive. Dafür sagt man auch: die Philosophie *reflektiert* dieses Problem. Ich will aus einer Reihe hier anstehender Fragen zwei herausgreifen. Die eine hat mehr mit unserem *Wissen* im Bereich der Waldschäden zu tun, die andere mehr mit unserem moralisch relevanten *Handeln*. Das heisst: die erste Frage ist eher *wissenschaftstheoretisch*, die zweite eher *wissenschaftsethisch*.

Im Empfinden und im Sprachgebrauch der Öffentlichkeit besteht eine ziemlich weitgehende *Analogie zwischen menschlichen Erkrankungen* einschliesslich ihres möglichen letalen Ausgangs («Waldsterben») und den sogenannten *neuartigen Waldschäden* («der Wald ist krank»). Es scheint mir zweckmässig, die folgenden Überlegungen im Sinne dieser *Analogie von Waldschäden und Medizin* zu gliedern: Die medizinische Maschinerie pflegt sich in Gang zu setzen, sobald ein Patient mit einem oft eher diffusen Leidensgefühl den Arzt aufsucht. Dort erfolgt als erstes die genaue Feststellung der *Symptome* dieses Leidens, dann deren *Diagnose*. In der Diagnose werden die Symptome als Ausdruck eines Krankheitsbildes gedeutet, welches als durch bestimmte organische oder funktionale Defekte verursacht interpretiert wird. Nicht selten aber ist die genaue Verursachung eines bestimmten Krankheitsbildes den Medizinern unbekannt. An die Diagnose schliesst sich dann gewöhnlich ein *Therapieversuch* an, der im günstigen Falle zur Linderung oder gar Heilung des Ausgangsleidens führt.

Übertragen wir nun dieses Modell auf die Waldschäden: nachdem das Leiden in der Bundesrepublik schon etwas früher verspürt worden war, häuften sich ab etwa 1982 auch in der Schweiz Meldungen über Waldschäden bis dahin unbekannter Art und Ursache (vgl. Blattmann und Heuser 1988). Der Patient Wald bzw. seine forstlichen Vormünder und die durch diese informierte Öffentlichkeit fühlten sich alarmiert. So kam es zur – soweit ich sehe – ersten schweizerischen *Symptomatik* der Waldschäden in der Sanasilva-Waldschadeninventur 1984. Der Patient ist weiterhin genau beobachtet worden, wovon letztmalig der Sanasilva-Waldschadenbericht 1988 zeugt. Die *Diagnose* der Forstwissenschaftler und anderer Naturwissenschaftler stellte ziemlich eindeutig die Luftverschmutzung durch Schadstoffmissionen als *den* ursächlichen Faktor heraus. Die alsbald in Angriff genommene *Therapie* bestand einerseits – wenn auch kaum in der Schweiz und auch sonst in nur unbedeutendem Umfang – im *Kurieren von Symptomen* (durch Walddüngung), andererseits in *Kausaltherapie* in Form politischer Massnahmen zur Reduktion der Luftschad-

¹ Vortrag an der Sanasilva-Tagung 1/89 (s. April 1989) der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich/Birmensdorf.

stoffe (z. B. durch Tempolimite und generell durch Versuche der Reduzierung des Individualverkehrs, Luftreinhalteverordnungen usw.).

Sowohl die Symptomatik als auch die Diagnose (Waldschäden als Folge von Schadstoffimmissionen der Luft) sind in letzter Zeit *ins Gerede gekommen*, und zwar bis zu dem erstaunlichen Grad, dass selbst die Existenz des leidenden Patienten, d. h. eine über Früheres hinausgehende Schädigung des Waldes, in Frage gestellt wird. Die folgenden Überlegungen konzentrieren sich auf die Diagnose und die Therapie. Sie sollen vor allem der Klärung des wissenschaftstheoretischen Status der Immissionshypothese dienen und das Spannungsverhältnis von Forstwesen, Wissenschaft und Politik analysieren. Das soll natürlich nicht heissen, dass die Symptomatik und dort insbesondere die Frage: was heisst überhaupt «geschädigt?» wissenschaftstheoretisch uninteressant wäre. Der Verlauf der Tagung machte vielmehr deutlich, in welch beträchtlichem Ausmass hier noch begriffliche Grundlagenarbeit zu leisten ist, was auch für verwandte Begriffe wie «Vitalität», «Stress» und dergleichen gilt. Jedenfalls dürfte die medizinische Analogie «geschädigt/krank» auf diesem Gebiet noch eine Reihe Einsichten vermitteln (für die Medizin vgl. Canguilhem 1977).

Bei meinen Überlegungen und Thesen gehe ich ohne Begründung von der klassischen Auffassung Max Webers aus, dass jedes Unternehmen, das den Namen «Wissenschaft» verdient, *wertfrei* sein muss; und zwar in dem Sinne, dass die Gültigkeit wissenschaftlicher Resultate unabhängig ist von der Persönlichkeit und den individuellen oder kollektiven Wertauffassungen der Wissenschaftler, die diese Resultate erbringen (Weber 1968). Hier sollte man freilich beachten, dass zwar Wissenschaft wertfrei ist, Wissenschaftler aber wie alle anderen Bürger Träger divergierender politischer, sozialer, religiöser, ethischer, künstlerischer und was sonst noch für Wertauffassungen sind und sich zudem in vielfältigen Zusammenhängen engagieren, z. B. für den Schutz des Waldes. Ohne Zweifel resultiert aus der Wertfreiheit der Wissenschaft und der Wertgebundenheit der Wissenschaftler ein prinzipielles *Spannungsverhältnis*. Dieses Spannungsverhältnis führt einerseits gelegentlich zu Beeinträchtigungen der Wertfreiheit einschliesslich damit verbundener wissenschaftsethischer Postulate, wie z. B. der Publizitätspflicht für Forschungsergebnisse (Markl 1989, 49 f.), auch wenn sie einmal nicht zu eigenen Wertauffassungen und Engagements zu passen scheinen. Ich möchte allerdings darauf aufmerksam machen, dass das Spannungsverhältnis zwischen Wertneutralität der Wissenschaft und Wertgebundenheit des Wissenschaftlers auch noch eine *andere*, zum gerade genannten Typ des Verstosses gegen die Wertfreiheit *komplementäre Seite* hat: nämlich Verfügbarkeit des Wissenschaftlers zu beliebigen Zwecken. Wie in Abschnitt 3 ausführlicher begründet wird, ist ein Verständnis des Wissenschaftlers als eines reinen Datenlieferanten für beliebige technische und politische Zwecke mit dem Ethos der Wissenschaft nicht vereinbar.

2 Die Immissionshypothese in wissenschaftstheoretischer Sicht

Nach ziemlich einhelliger Auffassung gelten die Waldschäden heute als «*Komplexkrankheit*» (Walderkrankung 1986, 20 ff.). D. h. die Symptomatik der Waldschäden ist nicht das Resultat einer einzigen Ursache, sondern ergibt sich aus dem Zusammenwirken einer Vielzahl von Faktoren. Weiter ist die überwiegende Mehrheit der Forscher der Ansicht, dass Luftschadstoffe tatsächlich einen Kausalfaktor darstellen. Die Meinungen scheinen erst darüber auseinanderzugehen, ob Luftschadstoffe auch eine wichtige oder gar die Hauptursache der Waldschäden darstellen. Für letztere Auffassung scheint sich die Bezeichnung *Immissionshypothese* einzubürgern. Von der Immissionshypothese heisst es nun häufiger, sie sei noch nicht «bewiesen» oder «direkt nachgewiesen» oder ähnliches. Solche Bedenken wegen des wissenschaftstheoretischen Status der Immissionshypothese kommen natürlich all jenen scheinbar gelegen, denen bittere politische Arzneien wie «Massnahmen zur Einschränkung des Individualverkehrs» nicht schmecken. Dabei hängt vieles an der Bedeutung der in diesem Zusammenhang oft verwendeten wissenschaftstheoretischen Begriffe wie «Hypothese», «Beweis», «Verifikation», «Falsifikation». Diese und verwandte Begriffe sollen im folgenden kurz erläutert werden. Wichtige Sachverhalte formuliere ich der leichteren Übersicht halber in Thesenform.

In der Wissenschaftstheorie unterscheidet man Beobachtungsaussagen, die sich auf einzelne, raum-zeitlich fixierte, also konkrete Sachverhalte beziehen, von sogenannten All- oder Allgemeinaussagen, die immer ganze Klassen von konkreten Sachverhalten zum Gegenstand haben. Zu den Allaussagen gehören die sogenannten Naturgesetze und auch alle Hypothesen über die Ursachen der Waldschäden. Die folgenden Ausführungen gelten nur für naturwissenschaftliche Allsätze im beschriebenen Sinn. Es ist ein insbesondere auf Karl Popper (Popper 1969; Chalmers 1986) zurückgehendes Ergebnis der Wissenschaftstheorie, dass sich naturwissenschaftliche Sätze nicht im gleichen Sinne ein für allemal logisch beweisen lassen wie Sätze der Mathematik. Selbst bei bisher als vollkommen verlässlich geltenden Sätzen gibt es keine Garantie dafür, dass sie auch morgen noch gültig sind: d. h. auch noch so viele positive Beobachtungen können einen naturwissenschaftlichen Satz *nicht verifizieren*. Dass morgen z. B. das Fallgesetz nicht mehr gilt, ist logisch ohne weiteres möglich, wogegen die plötzliche Nichtgeltung des Satzes von Pythagoras auch den Verlust der Logik und damit vollständige Orientierungslosigkeit bedeutete. Wenn also schon so etwas Übersichtliches und Verlässliches wie das Fallgesetz nicht strikt beweisbar ist, so gilt dieses Manko natürlich in viel größerer Masse für alle Hypothesen in so unübersichtlichen Bereichen wie dem der Waldschäden. Hieraus ist folgendes Fazit zu ziehen:

These 1: Es gibt keine Verifikation naturwissenschaftlicher Sätze. Alle Sätze der Naturwissenschaften, auch die bewährtesten und verlässlichsten, sind Hypothesen.

Man beachte den Unterschied zwischen diesem *wissenschaftstheoretischen* Sprachgebrauch von «Hypothese», der auch so Gewisses und Verlässliches wie das Gravitationsgesetz, die Unschärferelation oder das Massenwirkungsgesetz mit einschließt und dem *alltäglichen* Sprachgebrauch, nach dem Hypothesen eher Vermutungen sind, die auf schwachen Beinen stehen. Frage: Wenn sich Hypothesen nicht streng beweisen lassen, warum soll man sie dann akzeptieren? Das führt uns auf den Umstand, dass Hypothesen mehr oder weniger gut *bestätigt* sein können und auf

These 2: Der mehr oder weniger hohe Bestätigungsgrad, nicht aber der prinzipiell unerreichbare Nachweis der Wahrheit einer Hypothese ist es, der ihre Annahme oder Ablehnung in der Wissenschaftlergemeinschaft bestimmt.

Wenn es also gelegentlich heisst, die Immissionshypothese sei noch nicht «bewiesen», dann kann damit aus wissenschaftstheoretischer Sicht nur gemeint sein, dass sie nicht hinreichend bestätigt sei, um akzeptiert zu werden.

Was sind nun die *Bestätigungskriterien* für eine Hypothese? Von den in der wissenschaftstheoretischen Literatur angeführten und begründeten Kriterien ist das Kriterium *erfolgreicher empirischer Tests* das bei weitem wichtigste, aber nicht das einzige (Hempel 1974, Kap. 3): Weitere Bestätigungskriterien kommen hinzu, z. B. das «logische» Kriterium, dass eine Hypothese mit anderen, bewährten Hypothesen harmoniert. Damit haben wir

These 3: Das wichtigste Bestätigungskriterium für eine Hypothese ist, dass sie möglichst viele und verschiedenartige empirische Tests besteht. Daneben gibt es «logische» Kriterien wie die Verträglichkeit mit anderen, bewährten Hypothesen auf dem gleichen oder auf verwandten Gebieten.

Es ist leider so, dass es bislang keinerlei Verfahren gibt, den Bestätigungsgrad einer Hypothese zu quantifizieren und damit zu objektivieren. Es besteht ferner wenig Aussicht auf eine Besserung dieser Situation. Trotzdem müssen Wissenschaftler beständig zum Bestätigungsgrad von Hypothesen Stellung beziehen. Sie tun dies nach *pragmatischen Einschätzungen*, die weitgehend von ihrer Erfahrung als Wissenschaftler und ihrem wissenschaftlichen Urteilsvermögen abhängen. Aber auch wissenschaftsfremde Faktoren wie Wünschbarkeit oder politischer Druck können bei solchen Einschätzungen eine (störende) Rolle spielen. Gleichwohl ist es erstaunlich, wie einig sich Wissenschaftler meistens sind, trotz des Fehlens objektiv-quantitativer Beurteilungskriterien. Wir können nun formulieren:

These 4: Der Bestätigungsgrad und damit die Akzeptierbarkeit einer Hypothese lassen sich nicht quantifizieren. Die Annahme oder Ablehnung einer Hypothese in der Wissenschaftlergemeinschaft richtet sich nach pragmatischen Beurteilungsgesichtspunkten. An dieser Stelle liegen Möglichkeiten wissenschaftsexterner Beeinflussung der Annahme oder Ablehnung von Hypothesen.

Der *Test* einer Hypothese I sieht seiner logischen Struktur nach so aus: wenn I zutrifft, dann müssen unter spezifischen Randbedingungen R bestimmte beobachtbare Ereignisse B eintreten. Treten nun diese Ereignisse B nicht ein, dann ist entweder I unzutreffend oder eine (bzw. mehrere) der ebenfalls angenommenen oder vielleicht nicht einmal bemerkten Randbedingungen R trifft nicht zu. Ich will diesen etwas komplizierten Sachverhalt an einem einfachen von Hempel (1974, Kap. 1) gegebenen Beispiel erläutern: Als der Arzt Ignaz Semmelweis im Wien der 40er Jahre des vorigen Jahrhunderts nach einer Ursache für das in einer Klinik Wiens gehäuft auftretende Kindbettfieber suchte, stellte er die Hypothese auf, die Ursache des Kindbettfiebers liege darin, dass Medizinstudenten aus der Anatomie kommend mit nur ungenügend oder gar nicht gewaschenen Händen Verrichtungen an den Schwangeren vornähmen. Er stellte unter der Randbedingung gründlichen Händewaschens in Chlorkalklösung die empirische Testimplikation auf, dass das Kindbettfieber auf das anderwärts übliche Mass zurückgehen müsse. Semmelweis' Anatomiehypothese wurde alsbald glänzend bestätigt. Welche wissenschaftstheoretische Lage hätte sich aber ergeben, wenn sich die Anatomiehypothese *nicht* bestätigt hätte, die Sterberate in Semmelweis' Klinik also nicht dramatisch gesunken wäre? Wäre damit die Anatomiehypothese *falsifiziert* worden? Die Antwort lautet: nicht ohne weiteres. Denn es hätte ja auch sein können, dass die Anatomiehypothese richtig war, aber die Randbedingung des desinfizierenden Effekts von Händewaschen in Chlorkalklösung falsch. Dies führt auf

These 5: Das Scheitern eines empirischen Tests einer Hypothese I bedeutet nicht notwendigerweise die Falsifikation von I. Es kann genau so gut sein, dass eine oder mehrere der in diesem Test als gültig angesetzten bzw. nicht einmal als vorausgesetzt bemerkten Randhypothesen R nicht zutreffen.

Wenden wir uns nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen der Immissionshypothese zu, d. h. der Annahme, dass Luftschadstoffe einen mindestens bedeutenden Kausalfaktor der Waldschäden darstellen. Wie lässt sich diese Hypothese testen? Die Antwort lautet:

These 6: Die Immissionshypothese als solche ist nicht testbar. Ihr Bestätigungsgrad respektive positiver empirischer Tests resultiert vielmehr aus dem Bestätigungsgrad ihrer Teilhypothesen. Die Immissionshypothese ist nämlich lediglich ein Begriff, unter dem eine Reihe von testbaren Einzelhypothesen zusammengefasst werden. Diese Einzelhypothesen beziehen sich auf (1) die Schadwirkung diverser Stoffe (z. B. SO_2 , O_3), (2) auf unterschiedliche Schädigungsangriffspunkte wie Schadwirkung über Boden oder Blätter bzw. Nadeln, (3) auf unterschiedliche pflanzenphysiologische Schädigungsverlaufstheorien und (4) auf Effekte, die durch spezifische (z. B. synergetische) Wechselwirkungen sowie durch unterschiedliche Randbedingungen wie Standort, Alter und Klima hervorgerufen werden. Es sind also allenfalls Teilhypothesen aus dem Bereich der Immissionshypothese konkret testbar und deshalb auch nur Teilhypothesen bestätigbar bzw. falsifizierbar. Dies bedeutet insbesondere, dass selbst eine gelungene Falsifikation einer Teilhypothese der Immissionshypothese keine Falsifikation der Immissionshypothese als ganzer darstellt.

Ein weiterer Punkt ist genau zu beachten. Nach These 5 bedeutet das Scheitern eines Tests einer Hypothese nicht notwendigerweise die Falsifikation dieser Hypothese. Das Scheitern des Tests könnte seine Ursache statt dessen in unberechtigterweise angesetzten Randbedingungen haben. Diese Möglichkeit ist in ökologischen Zusammenhängen angesichts der hohen *Komplexität* natürlicher Verhältnisse und der in ihnen waltenden Wechselbeziehungen mit ihren additiven, kumulativen, synergetischen oder antagonistischen Effekten immer sehr naheliegend. Infolgedessen lastet auf ökologischen Forschungsergebnissen oft oder mindestens zunächst eine ziemliche Ungewissheit. Es gibt (mindestens) drei Versuche, teilweise durch Isolation von natürlichen Randbedingungen, diese Beschränkung empirischer Testbarkeit von Teilhypothesen der Immissionshypothese abzuschwächen: (1) Begasungsexperimente im Labor, (2) Experimente im Wald, in denen die Wirkungen gefilterter und ungefilterter Luft verglichen werden und (3) vergleichende Testbeobachtungen im Wald. Bei aller Nützlichkeit sind diese Ansätze von begrenzter Aussagekraft: Laborversuche leiden darunter, dass sie nur einige ausgewählte Parameter einer im Vergleich mit der Natur interaktionsarmen Modellwelt untersuchen können; die Ergebnisse von Waldexperimenten sind zunächst einmal nur für den jeweiligen Experimentalstandort gültig und nicht ohne weiteres verallgemeinerbar; vergleichende Testbeobachtungen leiden unter der Unkenntnis unterschiedlicher Randbedingungen und Wechselwirkungen. Es darf deshalb von der Wissenschaft im

Zusammenhang mit der Stützung bzw. der Widerlegung der Immissionshypothese nicht zuviel verlangt werden (allerdings auch nicht zuwenig). Ich formuliere die

These 7: Teilhypothesen der Immissionshypothese sind nur unter günstigen Bedingungen schlüssig testbar, da die Testergebnisse unter dem Vorbehalt zureichender Berücksichtigung der Randbedingungen stehen. Empirische Tests von Teilhypothesen der Immissionshypothese haben volle Aussagekraft allenfalls für die jeweils getesteten Teilhypothesen. Ihre Bedeutung für die Immissionshypothese insgesamt bedarf sorgfältiger Extraabwägung.

Gleichwohl ist es so, dass wohl die weitaus meisten Wissenschaftler von der Richtigkeit der Immissionshypothese überzeugt sind. Ich kann als Laie die Berechtigung für diese Beurteilung bei meinem Stand der Kenntnisse über den testmässigen Bestätigungsgrad der Teilhypothesen nicht zureichend nachprüfen, sehe jedoch keinen vernünftigen Grund an der Beurteilung der Wissenschaftlertgemeinschaft zu zweifeln, zumal die Immissionshypothese starke, *indirekte Stützung* aus anderen Gebieten erhält: so sind etwa seit langem Waldschäden durch Industrierauch bekannt sowie weitere «klassische» Waldschäden; auch immissionsbedingte Schäden an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen sind nachgewiesen; ferner kann die Schädigung animalischer Organismen, insbesondere des Menschen, durch Luftschadstoffe als eine hochbestätigte Hypothese gelten. Die Immissionshypothese fügt sich so in einen grösseren, wohlbestätigten Zusammenhang der Schädigungsmöglichkeiten von Organismen durch Bestandteile der Umgebungsluft. Solche Einordnung von Hypothesen in hochbestätigte grössere Zusammenhänge gilt – man vergleiche *These 3* – nächst dem Kriterium des Bestehens zahlreicher und vielfältiger Tests als wichtige Bestätigung einer Hypothese.

Ferner ist es nicht ohne Bedeutung, dass es keine hinlänglich erhärtete, alternative Erklärung gibt. Eine solche wäre z.B. der Nachweis, dass sich die heutigen scheinbaren Waldschäden durchaus noch in einem «natürlichen» Schwankungsbereich befänden. Für diese aus philosophisch-begrifflicher Sicht attraktive Auffassung hat Bucher ein interessantes Mass vorgeschlagen. Dieses Mass beruht – immer beschränkt auf Schweizer Verhältnisse – auf der plausiblen Annahme, dass es jedenfalls bis 1950 keine neuartigen Waldschäden gegeben habe. Sodann wird versucht, die Erhebungskriterien des Sanasilva-Programms mit forstlichen Befunden aus der ersten Jahrhunderthälfte zu korrelieren. Sollte sich dieser Ansatz erhärten lassen, dann wäre das Problem «Waldsterben» seinerseits gestorben. Diese Einschätzung wird jedoch von der Mehrheit der Forscher nicht geteilt. Auf jeden Fall wird aber sichtbar, wie wichtig die bislang vernachlässigte Klärung der Grundbegriffe wie «Krankheit» oder «Schädigung» im Zusammenhang mit den neuartigen Waldschäden ist. Nach der derzeit herrschenden Lehrmeinung ist also zu formulieren

These 8: Die Immissionshypothese als ganze wird durch die nachgewiesene Möglichkeit von Schädigungen an Wäldern durch Industrierauch, ferner durch die nachgewiesene Möglichkeit von Schädigungen landwirtschaftlicher Nutzpflanzen und animalischer Organismen sowie durch ihre bisherige Alternativlosigkeit gestützt.

Nach dem bisher Gesagten ist die Beurteilung des Bestätigungsstatus der Immissionshypothese eine Aufgabe umfassender wissenschaftlicher Abwägung. Diese Abwägung ist jedoch von einer Art, dass sie den einzelnen Wissenschaftler im Normalfall überfordert. Denn die Probleme, mit denen unsere Gesellschaft zu kämpfen hat, tun uns selten den Gefallen, sich an den Grenzen der etablierten wissenschaftlichen Disziplinen zu orientieren. Das gilt auch und insbesondere für die Waldschäden. Hier ist interdisziplinäre Forschung erforderlich. Aber auch allfällige Einschätzungen und Abwägungen von Forschungsergebnissen lassen sich nicht disziplinenisoliert, sondern nur *interdisziplinär* treffen. Interdisziplinarität kann hier jedoch nicht beim blossen, koordinierten Nebeneinander der Disziplinen stehenbleiben, sondern verlangt vom Forscher ein *transdisziplinäres* Verständnis von Methoden und Resultaten der beteiligten Nachbardisziplinen (Mittelstrass 1987). Dies sei formuliert als

These 9: Abwägungen im Bereich der Immissionshypothese fordern von den beteiligten Forschern interdisziplinären Austausch und transdisziplinäre Orientierung.

Wir sehen also, dass die simplistische Frage: Immissionhypothese ja oder nein? so nicht beantwortbar ist. Der Geltungsstatus dieser komplexen Hypothese verlangt vielmehr viel differenziertere Qualifikationen. In diesem Sinne lässt sich – den gegenwärtigen Forschungsstand und das bisher Erörterte dennoch kurz zusammenfassend – sagen:

These 10: Die Immissionshypothese kann als eine ziemlich gut bestätigte allgemeine Diagnose der neuartigen Waldschäden gelten.

3 Politische und ethische Implikationen der Immissionshypothese

Die Diagnose der Waldschäden kann nach den Überlegungen des vorigen Abschnitts trotz vieler offener Fragen so lauten: die Waldschäden sind durch Luftschadstoffe in bedeutender Weise mindestens mitverursacht. Zwar kann niemand diese Diagnose mit der gleichen Überzeugung äussern wie z. B. das Fallgesetz oder andere hochbestätigte Hypothesen; wenn wir aber darauf warten wollten, bis die Diagnose der Waldschäden einen solchen Bestätigungsgrad wie einfache physikalische Gesetze erreicht hat, dann müssten wir sehr viel Zeit haben, die aber nicht zur Verfügung steht. Denn im Unterschied zu den meisten sonstigen naturwissenschaftlichen Hypothesen ist eine zutreffende Waldschadensdiagnose kein rein akademisches Problem. Vielmehr besteht – mit einem neudeutschen Entschlossenheitsausdruck gesagt – *Handlungsbedarf*, in grösserem Kontext gesehen vielleicht sogar dringender Handlungsbedarf. Denn aus den Waldschäden resultieren in grösserem oder geringem Umfang und in unterschiedlicher zeitlicher Perspektive – teilweise auch ökonomisch quantifizierbare (vgl. z. B. Altwegg 1988) – mögliche Folgeschäden wie Lawenniedergänge, Steinschlag, Erdbeben, Hochwasser, Bodenerosion, Verlust «grüner Lungen», Verlust von «Lärmdämpfern», Verlust von Klimastabilisatoren und Lebensraum vieler Arten, Zwangsnutzung, Verlust von Kultur- und Erholungslandschaft und wohl noch manches andere mehr. Es ist nicht empfehlenswert, das tatsächliche Eintreten solcher Folgeschäden jeweils abzuwarten und erst dann zu handeln. Ein solches Zuwarten scheint wegen der möglichen Schadensgrösse, aber auch wegen möglicher Irreversibilität der Schäden nicht vertretbar. Wegen der Kleinheit und Langsamkeit ihrer Effekte müssen kurative Massnahmen deshalb in einem möglichst frühen Stadium des Schädigungsprozesses in Angriff genommen werden. Anders gesagt: die Walderkrankung verlangt mehr oder weniger *dringend* nach *Therapie*. Hier ergeben sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten: *Symptomtherapie* und *Kausaltherapie*. Die Möglichkeiten der Symptomtherapie, die ausser dem Staats- bzw. dem Waldbesitzersäckel niemandem etwas kosten würde, sind leider ziemlich begrenzt – jedenfalls in der Schweiz (Sanasilva 1988a). Bleibt also die Kausaltherapie, die sich kurz als *Reduktion von Luftschadstoffen* charakterisieren lässt. Somit

These 11: Wirksame Therapie der neuartigen Waldschäden besteht in der Reduktion von Luftschadstoffen.

An dieser Stelle trägt die Analogie Medizin–Waldschäden nicht mehr: in der Medizin ist der Arzt von der Symptomatik bis zur Therapie die primär handelnde Person. Bei den Waldschäden aber tritt auf der Therapieebene ein Wechsel des primären Agenten auf: das Problem erreicht eine *politische Dimension*. Denn der Kausaltherapie, Reduktion «atmogener Stoffe» (Mohr 1986), stehen *widerstreitende Interessen* entgegen, die ihre Durchführung behindern oder sogar in Teilen unmöglich machen können. Konflikte dieser Art müssen *politisch* gelöst werden. Das ist im vorliegenden Fall grundsätzlich auf zweierlei Weise möglich: (1) *ökodiktatorisch* durch rigorose Vorordnung von Umwelt- und damit auch Waldschutzinteressen vor allen entgegenstehenden Interessen. Ökodiktatorische Radikalrezepte haben vor allem unter den Jüngeren ihre Sympathisanten. Sie müssen sich allerdings unter anderem mit einem historischen gestützten Einwand gegen jede Art von (Tugend-)Diktatur auseinandersetzen: die durch Diktaturen erst geschaffenen Übel sind stets grösser gewesen als diejenigen, zu deren Beseitigung diktatorische Mittel für erforderlich gehalten wurden. *Ökoterroristische* Strategien, wie man sie z. B. in der Bundesrepublik findet, scheiden als Ablösung von Politik durch Verbrechen aus unserer Betrachtung von vornherein aus. Bleibt also (2) der *demokratische Interessenausgleich*, wie er die westlichen Demokratien als Frucht der Aufklärung bestimmend prägt. Der demokratische Grundsatz des Interessenausgleichs geht davon aus, dass alle Betroffenen gleichberechtigt sind, wenn auch ihre jeweils vertretenen Interessen nicht gleiches Gewicht besitzen. Sie müssen ihr relatives Gewicht vielmehr im öffentlichen Diskurs, d. h. argumentativ *rechtfertigen*. Konkret geht dieser öffentliche Diskurs nahtlos in die politische Auseinandersetzung über. (Notabene scheint es deswegen zweckmässig, wenn auch von ökologisch interessierter Seite neben rein argumentativen Mitteln auch bewährte Mittel der Meinungsbeeinflussung wie Schulerziehung, Psychologie und Werbung eingesetzt werden.)

Die Therapie der Waldschäden ist so zwar eine primär politische Angelegenheit. Einschlägige Forschungsergebnisse spielen aber in der öffentlichen Auseinandersetzung eine wichtige Rolle. Denn politische Massnahmen, die Teilen der Bevölkerung Opfer zumuten, müssen sich in ihrer Unumgänglichkeit legitimieren und im politischen Gesamtkonzept einer Regierung oder eines Regierungsbündnisses mehrheitsfähig sein. In diesem politischen Legitimationsprozess spielen Forschungsergebnisse als der Intention nach neutrale und objektive Instanzen für die Politikberatung und für die politische Argumentation in der Öffentlichkeit eine wichtige Rolle: z.B. Wissenschaftler sollen mögliche Konsequenzen politischer Tatenlosigkeit abschätzen; sie sollen erwartbare Resultate politischer Massnahmen quantifizieren; von ihnen wird Stellungnahme zur Notwendigkeit politischer Massnahmen verlangt. Somit

These 12: Die Realisierung der Schadstoffreduktion ist ein politisches Problem. Wissenschaftler spielen jedoch eine wichtige Rolle in der Politikberatung und bei der öffentlichen Legitimation entsprechender politischer Massnahmen.

Freilich wird von den Wissenschaftlern hier seitens der Politik gelegentlich zuviel erwartet: Wissenschaftler können keine von Politikern so erwünschten Ja/Nein-Antworten geben (vgl. These 10). Ihre Forschungsergebnisse haben – insbesondere auf die Immissionshypothese als ganze bezogen – immer nur eine begrenzte Bedeutung. Auch wenn Wissenschaftler zu politischen Lösungen durchaus beitragen, so können und sollen sie nicht die Legitimationsprobleme von Politikern lösen:

These 13: Die Legitimation politischer Massnahmen zur Schadstoffreduktion ist eine primär politische Aufgabe, die von der Wissenschaft objektivierend unterstützt werden kann. Wissenschaftliche Objektivierung kann jedoch politische Interessenabwägung und politische Durchsetzungskraft nicht ersetzen.

Die Interessen, die hier gegeneinander abgewogen werden müssen, sind im wesentlichen Industrie- und Arbeitsplatzinteressen sowie Individualverkehrsinteressen auf der einen und jene in Abschnitt 2 spezifizierten Interessen an der Erhaltung des Waldes auf der anderen Seite. Zusätzlich zu den Walderhaltungsinteressen sind für die politische Abwägung aber auch noch die schon genannten Interessen hinzuzurechnen, die aus anderen Gründen (z.B. solchen menschlicher Gesundheit, der Erhaltung landwirtschaftlicher Nutzböden, des Gewässerschutzes; ferner die Schonung nicht erneuerbarer Energiequellen) für eine drastische Reduktion von Luftschadstoffen sprechen. Notabene zeigt sich hier, dass politische Massnahmen zur Luftreinhaltung weder mit der Immissionshypothese stehen, noch auch mit ihr zu fallen brauchen.

Abwägungen zwischen konfligierenden Interessen sind immer auch *ethische* Abwägungen. Insofern ist die politische Auseinandersetzung auch eine Auseinandersetzung darum, welche Handlungsfolgen und erkennbare Risiken anderen, einschliesslich nachfolgenden Generationen zugemutet werden können (vgl. dazu allgemein Jonas 1979, Beck 1986; für ein spezielles Beispiel Gethmann 1987). Diese Fragen müssen hier unerörtert bleiben. Es lässt sich aber feststellen, dass in der *ethischen* Diskussion den ökologischen Interessen hohe Priorität eingeräumt wird. In Ländern wie der Schweiz ist auch die *politische* Entscheidung im Interessenkonflikt Industrie/Arbeitsplätze/Individualverkehr versus Umwelt *im Prinzip* zugunsten der Umwelt gefallen. Die praktisch entscheidende Frage ist aber, *bis zu welchem Grade* ökologische und damit auch Walderhaltungsinteressen politischen Vorrang erhalten. Diese Frage ist im demokratischen Staat nicht mit einem einfachen gordischen Streich oder gar emotionsfrei zu lösen, da z.B. die Reduktion des Individualverkehrs tiefliedende Interessen derjenigen Teile der Bevölkerung betrifft, für die das Auto und alles, was mit seiner möglichst uneingeschränkten Bewegung zusammenhängt, einen wichtigen, wenn nicht gar den zentralen Lebensinhalt darstellt. Es ist dieses interessen-, wert- und affektgesättigte Umfeld, in welches forst- und naturwissenschaftliche Forschungsergebnisse zu Umfang und Ursachen der Waldschäden hineingestellt sind. Wissenschaftler können sich nicht in den Elfenbeinturm zurückziehen mit der These, ihre Zuständigkeit sei mit der Produktion und Publikation von Forschungsergebnissen zu Ende; was aus den Ergebnissen technisch oder politisch gemacht werde, liege generell ausserhalb ihrer Verantwortung. Manchmal wird eine solche Auffassung durch Verweis auf das Postulat der Wertneutralität verteidigt. Tatsächlich aber muss die Argumentation gerade umgekehrt verlaufen: das Postulat der Wertneutralität fordert vom Waldschadensforscher zu beobachten, welcher Gebrauch von seinen Forschungsergebnissen ge-

macht wird und ob dieser Gebrauch den Forschungsergebnissen gerecht wird. Dies bezieht sich sowohl auf die korrekte Wiedergabe dieser Ergebnisse selbst (z.B. in den Medien) als auch auf deren Interpretation im Gesamtzusammenhang der Forschung.

These 14: Das Ethos der Wissenschaft verlangt von den Wissenschaftlern eine angemessene Interpretation ihrer Forschungsergebnisse im Gesamtzusammenhang des jeweiligen Forschungsbereichs sowie ihren «argumentativen Geleitschutz» in der öffentlichen Auseinandersetzung.

Eine *linguistische Bemerkung* zum Schluss: in diesen Thesen war von Bürgern, Wissenschaftlern, Politikern usw. die Rede. In gleicher Weise wie diese männlichen Funktionsträger sind selbstverständlich auch ihre weiblichen Pendanten gemeint, was direkt auszudrücken die deutsche Sprache nur um den Preis erheblicher Umständlichkeit erlaubt.

4 Literatur

- Altwegg, D., 1988: Die Folgekosten von Waldschäden. Bewertungsansätze für die volkswirtschaftlichen Auswirkungen bei einer Beeinträchtigung der Schutzfunktion von Gebirgswäldern. Diss. St. Gallen.
- Beck, U., 1986: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Suhrkamp, Frankfurt.
- Blattmann, H. und Heusser, H., 1988: Wie steht es um das Waldsterben? In: Neue Zürcher Zeitung Nr. 269 vom 17. November, Separatabdruck S. 2.
- Canguilhem, G., 1977: Das Normale und das Pathologische. Ullstein, Frankfurt u.a.
- Chalmers, A.F., 1986: Wege der Wissenschaft: Einführung in die Wissenschaftstheorie. Springer, Berlin u.a.
- Gethmann, C.F., 1987: Ethische Aspekte des Handelns unter Risiko. In: VGB Kraftwerkstechnik 67, 1130–1135.
- Hempel, C.G., 1974: Philosophie der Naturwissenschaften. dtv, München.
- Jonas, H., 1984: Das Prinzip Verantwortung: Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Suhrkamp, Frankfurt 1984.
- Markl, H., 1989: Wissenschaft: Zur Rede gestellt. Über die Verantwortung der Forschung. Piper, München und Zürich.
- Mittelstrass, J., 1987: Die Stunde der Interdisziplinarität? In: J. Kocka (ed.): Interdisziplinarität. Praxis – Herausforderung – Ideologie. Suhrkamp, Frankfurt.
- Mohr, H., 1986: Die Erforschung der neuartigen Waldschäden: Eine Zwischenbilanz. In: Biologie in unserer Zeit 16.3. 83–89.
- Popper, K.R., 1969: Logik der Forschung. Mohr, Tübingen (3. Aufl.).
- Sanasilva, 1984: Ergebnisse der Sanasilva-Waldschadeninventur 1984. EAFV, Birmensdorf.
- Sanasilva, 1988: Sanasilva-Waldschadenbericht 1988. EAFV, Birmensdorf.
- Sanasilva, 1988a: Düngung: Eine Perspektive für den Schweizer Wald? Sanasilva-Tagungsbericht. EAFV, Birmensdorf.
- Walderkrankung 1986: Walderkrankung und Immissionseinflüsse. Eine Information des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg. Stand Januar 1986.
- Weber, M., 1968: Soziologie. Weltgeschichtliche Analysen. Politik, ed. J. Winckelmann. Kröner, Stuttgart (4. Aufl.), bes. 311–339 («Vom inneren Beruf zur Wissenschaft»).