

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 139 (1988)

Heft: 11

Artikel: Der Zwischenbericht des "National Acid Precipitation Program" (NAPAP) : Nationales Programm zur Beurteilung der Sauren Niederschläge)

Autor: Ruchti, Stefan

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-766751>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Zwischenbericht des «National Acid Precipitation Program» (NAPAP; Nationales Programm zur Beurteilung der Sauren Niederschläge)

Von Stefan Ruchti¹
(School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, USA)

Oxf.: 425.1:(7)

Im September 1987 wurde der Zwischenbericht des «National Acid Precipitation Program» (NAPAP; Nationales Programm zur Beurteilung der Sauren Niederschläge) veröffentlicht. Die vorliegende kurze Übersicht versucht, die wesentlichen Aussagen wiederzugeben, die im Bericht zu den Folgen saurer Depositionen (und anderer Luftschaadstoffe) für den Wald enthalten sind. Von verschiedenen Seiten gemachte Kommentare zum Bericht generell und zu den spezifisch den Wald betreffenden Ausführungen finden sich am Ende dieses Überblicks. Zunächst folgen einige allgemeine Angaben zum NAPAP-Programm und zum Zwischenbericht.

1. Bemerkungen zu NAPAP

Das Programm geht zurück auf ein 1980 noch während der Regierungszeit Präsident Carters vom amerikanischen Parlament erlassenes Gesetz («Acid Precipitation Act of 1980»). Das Gesetz bezweckte die Schaffung eines zehnjährigen Forschungsprogrammes zum Studium der Problematik saurer Depositionen. Das ausgearbeitete NAPAP-Programm wurde 1982 dem Parlament vorgestellt. Es zielt auf die Erforschung der Ursachen und Folgen verfrachteter saurer Schadstoffe sowie auf das Studium der Möglichkeiten und Kosten ihrer Kontrolle hin (NAPAP, 1987; OTA, 1984). Die Ausgaben für das Programm beliefen sich bisher auf 300 Mio. US-Dollar, und bis anhin sind im Rahmen von NAPAP über 1000 wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht worden (Roberts, 1987; Abelson, 1987).

Der vierbändige, etwa neunhundert Seiten umfassende Zwischenbericht (NAPAP, 1987) enthält neben einer breiten Kreisen zugänglich gemachten Zusammenfassung Kapitel zu folgenden Themen: Emissionen der Vorläufersubstanzen saurer Depositionen, Emissionskontrolltechnologien, zukünftige Emissionen; atmosphärische Prozesse, saure Depositionen und deren gasförmige Vorläufersubstanzen. Weiter umfasst er einzelne Kapitel zu den Wirkungen saurer Depositionen auf die Landwirtschaft, auf Wälder,

¹ Die Ausarbeitung dieses Berichts wurde vom Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung unterstützt.

Gewässer, Materialien sowie ein Kapitel zu den Folgen saurer Depositionen für die menschliche Gesundheit und die Sichtweite.

Im folgenden findet sich eine kurze Zusammenfassung des Kapitels zu den Folgen saurer Depositionen (und weiterer Luftschatdstoffe) für Wälder.

2. Wirkungen saurer Depositionen auf Wälder

Die im Rahmen von NAPAP dem Wald gewidmeten Forschungsprojekte zielen auf die Vermittlung von Informationen über eine mögliche Beziehung zwischen Luftschatdstoffen und dem Zustand ausgedehnter Wälder hin. Dies soll durch Feldstudien, Experimente und die Synthese der gewonnenen Erkenntnisse in Modellen erreicht werden. Der Aufbau des Kapitels ist der Beschreibung einer experimentellen Untersuchung nachempfunden. Nach einer Übersicht über beobachtete ausgedehnte Schäden an Wäldern und einzelnen Baumarten werden verschiedene Hypothesen über die Wirkung von Schadstoffen vorgestellt. Ihnen folgen Resultate von Experimenten und deren Interpretation. Die vorliegende kurze Zusammenfassung hält sich eng an diesen Ansatz.

2.1 Beobachtete Schäden

Laut Bericht sind in den vergangenen Jahren folgende, über lokale Rauchschäden hinausgehende Schäden mit der Luftverschmutzung in Beziehung gebracht worden:

- Ausgedehnte Schäden an Ponderosa- und Jeffreyföhren in Wäldern unweit von Los Angeles im südlichen Kalifornien. Die Schäden wurden auf die von der Stadt ausgehende Ozonbelastung zurückgeführt.
- Im Osten der USA auftretende Schäden an der Strobe. Sie werden mit der hohen Ozonempfindlichkeit einzelner Genotypen erklärt.

Weitere, in den östlichen Vereinigten Staaten beschriebene und in unterschiedlichem Masse mit der Wirkung von Luftschatdstoffen (und anderen Faktoren) in Verbindung gebrachte Schäden sind:

- Zuwachsrückgänge, Nadelschäden und Mortalität bei der amerikanischen Rotfichte, einer der Hauptbaumarten im Fichten-Tannen-Wald der östlichen USA.
- Zuwachsreduktionen an Gelbföhrenarten im Südosten.
- Zuwachsverluste an Föhren in den New Jersey Pine Barrens, südlich von New York City.
- Kronenschäden und Mortalität von Zuckerahorn in den nordöstlichen USA und im südöstlichen Kanada.

(Die Autoren erwähnen auch die ausgedehnten Schäden an Nadel- und Laubholzwäldern in Mitteleuropa.)

2.2 Hypothesen und deren Beurteilung

Zur Erklärung der beobachteten Waldschäden und Zuwachsrückgänge sind verschiedene Hypothesen vorgeschlagen worden. Der Bericht gruppiert die wesentlichsten in acht Bereiche. Sie sind unten jeweils mit den relevanten, im Original in einem separaten Abschnitt publizierten Resultaten und Erkenntnissen von Feld- und Laborstudien aufgeführt.

1. *Das durch die Spaltöffnungen aufgenommene Ozon oxidiert Zellwandmembranen und zerstört damit Zellen mit Chlorophyll. Dies führt zu einer Reduktion der Photosynthese betroffener Bäume.*

Die Ozonempfindlichkeit variiert je nach Baumart und zudem auch innerhalb einer Baumart. Experimente wiesen darauf hin, dass bei den heute in den USA auftretenden Ozonimmissionswerten eine Verminderung der Photosynthese und damit negative Auswirkungen auf den Zuwachs möglich sind. Beeinträchtigungen der Photosynthese gehen sichtbaren Schäden voraus, und Zuwachsreduktionen können ohne sichtbare Schäden auftreten. Erhöhte Ozonschädigungen treten bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit und nassen Blatt- und Nadeloberflächen auf. Untersuchungen zeigten unter anderem, dass konstante Ozonkonzentrationen übers Jahr für Pflanzen nicht gleich giftig sind. So sind etwa bei Laubbäumen Blätter normalerweise am empfindlichsten, wenn sie sich eben erst voll ausgebildet haben.

(Experimente mit Kombinationen von Ozon, Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid im Bereich der tatsächlich auftretenden Immissionswerte legten dar, dass Ozon am wahrscheinlichsten negative Wirkungen auf Blatt- und Nadelwerk ausgehender Wälder hat. Schwefeldioxid kann in der Nähe von grossen Emissionsquellen zu einem bedeutenden Schadstoff werden.)

2. *Das sehr wasserlösliche Wasserstoffperoxid, das während der Sommermonate in den Wolken in ausgesprochen hohen Konzentrationen auftritt, führt zu einer mit der Wirkung von Ozon vergleichbaren Zerstörung der Pflanzenzellen.*

Die Hypothese wird als mögliche Erklärung der Schäden in Hochlagenwäldern beigezogen, die auf der Höhe der Wolkendecke stocken und damit häufig von Wolkennebel umgeben sind. Ein Experiment mit Konzentrationen, wie sie im Sommer in den Wolken auftreten, führte auf Nadeln und Blättern zu Symptomen, die auf eine reduzierte Photosynthese hinwiesen.

3. *Saure Depositionen führen zu einer erhöhten Auswaschung von Nährstoffen aus Nadeln und Blättern, die über den vom Baum kompensierbaren Bereich hinausgeht.*

Die Folgen saurer Depositionen werden verstärkt, wenn Nadeln und Blätter zuvor bereits durch Ozon geschädigt worden sind.

Bei den durchschnittlich in der Umwelt festgestellten pH-Werten der Niederschläge zeigten sich in Experimenten keine Schäden. (Der durchschnittliche pH der Regenfälle im Osten der USA liegt bei 4,4, mit einer Amplitude von pH 5,5 bis 3,5 für einzelne Niederschläge von mindestens 1 cm.) Bis zu einem pH von 3,0 führten simulierte Regenfälle bei Blättern und Nadeln von Setzlingen einer Vielzahl von Baumarten weder zu Wachstumsverminderungen noch zu Blattschädigungen. Der pH im Wolkennebel liegt unter dem pH der aus der Wolke fallenden Niederschläge.

Experimente mit stark saurem Nebel zeigten keine erhöhte Auswaschung und bis zu einem pH von 2,3 keine Wachstumsreduktionen. Zusätzliche Untersuchungen sind jedoch angezeigt.

Bezüglich des Einflusses vorhergehender Ozonschäden wurden gegensätzliche Resultate gefunden.

4. *Eine übermäßige Aufnahme von Stickstoff (über den Boden und) durch Absorption (über Nadeln und Blätter) aus nasser und trockener Deposition führt zu einer wesentlichen Störung der Baumphysiologie und damit zu einer reduzierten Frost- und Winterhärte.*

Ozon und weitere Oxidanten wirken sich ebenfalls ungünstig auf die Frosthärte aus.

Während der Stoffwechsel des Baumes aktiv ist, wird Nitrat vom Baum aufgenommen und mit Energieaufwand reduziert. Im Herbst, bei reduzierter Photosynthese, ist der Baum nicht mehr in der Lage, die für die Nitratreduktase gebrauchten Kohlenhydrate zu ersetzen. Ein Umstand, der zu verzögerter oder reduzierter Winterhärte führen kann. Ein Experiment wies auch auf die mögliche negative Wirkung von Ozon und anderen Oxidanten auf die zur Winterhärte führenden Prozesse hin.

Zur Düngung des Waldbodens mit Stickstoff aus Depositionen wird festgehalten, dass sich in tieferen Lagen von einer derartigen Stickstoffdüngung positive Wirkungen erwarten lassen, da die meisten Waldböden stickstoffarm sind. Negative Wirkungen sind möglich, falls Stickstoffdepositionen zu einem Ungleichgewicht in der Nährstoffversorgung führen (das heisst ein anderes Element ist nun relativ zum Stickstoffangebot in ungenügendem Ausmass vorhanden). Hochlagenwälder im Nordosten könnten sich in einer derartigen Situation befinden.

5. *Saure Depositionen führen zu einer Auswaschung von Bodennährstoffen und damit zu einer Bodenversauerung.*

Verschiedene Feldstudien über längerfristige Veränderungen von pH und Bodennährstoffgehalt zeigten gegensätzliche Resultate, aber bisher ist in den USA noch kein Standort gefunden worden, wo die Auswaschung von Nährstoffen den durch die Bodenverwitterung und atmosphärische Deposition stattfindenden Ersatz von Nährstoffen übersteigt.

Da die meisten Waldböden sauer sind, werden Depositionen im heutigen Rahmen bei der Mehrzahl der Waldböden weder zu einer erhöhten Versauerung führen noch indirekt Bäume schädigen, die an saure Böden angepasst sind. (Experimente mit sauren Depositionen, die um ein Mehrfaches saurer waren als die heute beobachteten, zeigten Auswirkungen auf Bodenorganismen, beschleunigten die Nährstoffauswaschung und erhöhten die Freisetzung von Aluminium.)

6. *Saure Depositionen führen zu einer Freisetzung von Aluminium im Boden (bzw. Mobilisierung von auf dem Waldboden abgelagerten Schwermetallen). Aluminium (und Schwermetalle) können damit in Lösung gehen und bei hoher Konzentration wegen ihrer Giftigkeit für Feinwurzeln zu deren Absterben führen.*

Vorhandene Untersuchungen sprechen gegen diese ursprünglich von Ulrich formulierte Hypothese. Auch bestehen bisher keine Anhaltspunkte, dass sich saure Depositionen über eine Mobilisierung von Schwermetallen ungünstig auf Bäume auswirken können.

7. *Saure Depositionen und atmosphärische Stickstoffdüngung führen zu einer reduzierten mikrobiologischen Aktivität im Boden.*

Experimente führten bei erhöhtem Säuregehalt von (sauren) Depositionen zu reduzierten Mykorrhiza-Infektionen. (Hohe Ozondosen führten ebenfalls zu reduzierten Infektionen. Tiefe bis mittlere Dosen schienen die Infektionen zu stimulieren. Zwischen Ozon und sauren Depositionen zeigte sich kein Interaktionseffekt.)

8. *Waldschäden oder Vitalitätsverminderungen sind auf synergistische oder aufeinanderfolgende Interaktionen von (multiplen) Stressfaktoren zurückzuführen.*

Die grosse Anzahl möglicher Kombinationen von Stressfaktoren lässt es als unwahrscheinlich erscheinen, dass Waldschäden nur einem Stressfaktor zugewiesen werden können. Wälder sind praktisch dauernd natürlichem Stress ausgesetzt, und normalerweise findet sich in ihnen mehr als ein Luftschatzstoff.

2.3 Interpretation

Bei der Interpretation der Resultate wird darauf hingewiesen, dass die vorhandenen Forschungsresultate beschränkt sind und keine definitive Beurteilung der Folgen von Luftschatzstoffen zulassen. Zudem stützen sie sich in erster Linie auf Experimente an Setzlingen. Extrapolationen auf Bäume und ausgedehnte Waldgebiete können zurzeit nicht verlässlich gemacht werden.

Der Bericht unterscheidet vier verschiedene Waldtypen: einerseits Hochlagenwälder, die oberhalb der unteren Wolkengrenze und damit im Bereich der Wolkendecke stocken, und andererseits drei unterschiedlich bewirtschaftete Tieflagenwälder (intensiv bewirtschaftete Wälder/Plantagen, bewirtschaftete Wälder und nicht oder kaum bewirtschaftete, natürliche Wälder).

- Die intensiv bewirtschafteten Wälder bedecken 8 Prozent der Waldfläche in den 48 zusammenhängenden Bundesstaaten (ohne Alaska und Hawaii). Bei den in den Wuchsgebieten (vor allem im Südosten und Nordwesten) auftretenden sauren Depositionen sind keine direkten Wirkungen auf Nadeln und Blätter zu erwarten. Das gleiche wird auch bezüglich der Folgen saurer Depositionen für Böden festgestellt. Die Böden sind produktiv und werden gedüngt. Sie sind damit gegen saure Depositionen gut abgepuffert. Die im Südosten gemessenen Ozonimmissionswerte können zu Zuwachsreduktionen führen. Bis anhin wurden in den intensiv bewirtschafteten Wäldern keine Schäden beobachtet.
- Extensiv bewirtschaftete und nicht (oder kaum) bewirtschaftete Wälder in den Tieflagen machen 22 bzw. 69 Prozent der Waldfläche aus. Ihre Variation bezüglich geographischer und klimatischer Verbreitung, Bodenart, Arten- und Altersklassenzusammensetzung ist beträchtlich. Der Säuregehalt der Depositionen ist in einigen Gebieten grösser als in den Regionen mit Baumplantagen, doch bestehen keine definitiven Anhaltspunkte, die das Auftreten negativer Effekte auf Nadeln und Blätter belegen würden. Negative Wirkungen saurer Depositionen auf den Boden (und indirekt auf die Bäume) sind nicht belegt. Weitere Untersuchungen sind jedoch angezeigt.

Diese Wälder sind zum Teil Ozonbelastungen ausgesetzt, die über jenen im Südosten liegen. Indizien in einigen östlichen Tieflagenwäldern weisen auf verbreitete Zuwachsreduktionen hin. Das Auftreten der Zuwachsverminderungen in den fünfziger und sechziger Jahren entspricht in etwa der raschen Zunahme der Emissionen von Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen, was vermutlich zu einem parallelen Anstieg der Ozonimmissionen führte. Die Rolle von Ozon und anderen Stressfaktoren bei diesen Zuwachsrückgängen ist allerdings momentan unklar.

- Wälder oberhalb der unteren Grenze der Wolkendecke, die im Osten stocken, machen weniger als 0,01 Prozent der gesamten Waldfläche aus. (Insgesamt bedecken Hochlagenwälder 1 Prozent der Waldfläche.) In ihnen sind unerklärte Schäden und ausgedehnte Mortalität beobachtet worden. Die Hochlagenwälder sind wegen ihres Standortes in ausgeprägtem Masse natürlichen Stressfaktoren ausgesetzt. Das Wetterregime ist streng. Die Böden sind flachgründig. Trotzdem scheinen die in den vergangenen zwanzig Jahren aufgetretenen Schäden die Folge erhöhten Stresses zu sein, wobei die Luftverschmutzung zumindest zum Teil als Ursache angesprochen werden mag. Sie führt in diesen Lagen zu zusätzlichem Stress. Vier Schadstoffgruppen werden als potentiell bedeutsame Stressfaktoren betrachtet. Es sind dies Ozon, Wasserstoffperoxid, saure Depositionen und Nitrat. (Hochlagenstandorte unterscheiden sich neben natürlichen Stressfaktoren von Tieflagen in verschiedener Weise: Die Rate saurer Depositionen ist höher. Der die Wälder häufig umhüllende Wolkennebel ist saurer als die aus den Wolken fallenden Niederschläge. Weiter ist die Wirkung von Ozon bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit erhöht, und es können in Hochlagen höhere Ozonkonzentrationen auftreten. Zusätzlich treten in Sommerwolken hohe Wasserstoffperoxidkonzentrationen auf, und die hohen Stickstoffdepositionen (und Ozon) können sich ungünstig auf die Frosthärtung auswirken.)

Da sich zurzeit keine direkten Schäden saurer Depositionen an Nadeln und Blättern feststellen lassen und das gleiche auch für Schwefel- und Stickoxidimmissionen gilt, folgern die Autoren, dass sich für Wälder momentan kein wirtschaftlicher Vorteil einer Emissionsreduktion von Schwefeldioxid und Stickoxiden ableiten lässt. Zuwachseinbussen durch Ozon sind möglich.

3. Kommentare und kritische Bemerkungen

Insgesamt lässt sich sagen, dass der Bericht in zwei Bereichen eine wahrscheinliche negative Rolle der Luftverschmutzung sieht: Dies betrifft zunächst die weiträumig auftretenden, erhöhten Ozonimmissionen, welche mit reduzierter Photosynthese und Zuwachsverlusten in Verbindung gebracht werden. Daneben geht dies die Hochlagenwälder an, wo Stress durch Luftverschmutzung zu den Ursachen der beobachteten Schäden gezählt wird.

Das Kapitel zum Wald, wie auch der gesamte Zwischenbericht, nimmt jedoch Abstand von einer Verurteilung saurer Depositionen, ein Umstand, der zur Kritisierung des gesamten Berichts von vielen Seiten führte. (Die öffentliche Diskussion stützte sich in erster Linie auf die weiten Kreisen zugänglich gemachte Zusammenfassung des Be-

richtes.) Insbesondere wurde auch die Aussage angegriffen, dass bei den heute auftretenden sauren Depositionen in gesunden Wäldern keine kurzfristig wirkenden, direkten Nadel- und Blattschäden möglich sind. Kritiker stellten fest, dass die vorhandenen Kenntnisse eine derartige Folgerung nicht zulassen oder dass Forschungsresultate vorhanden sind, die Wirkungen saurer Depositionen auf Nadeln und Blätter sowie auf Mortalität und Zuwachsrate belegen (*Shabecoff*, 1987a, 1987b). Ein weiterer Vorbehalt an der Position des Berichts wurde mit Arbeiten zahlreicher Wissenschaftler in Verbindung gebracht, deren Studien den Folgen sauren Regens für nicht gesunde Bäume gelten. So sind Hochlagenwälder bereits ohne das Auftreten von Luftschaadstoffen einem besonders strengen Regime ausgesetzt (Roberts, 1987).

Unter den Kritikern fand sich auch die kanadische Regierung in der Person des Umweltministers McMillan. Er wandte sich gegen die Aussage des NAPAP-Berichtes, dass das Problem der sauren Depositionen weder ernst sei noch das Ergreifen von Massnahmen notwendig mache (*McMillan*, 1988). In einer detaillierteren Besprechung des gesamten Berichtes (RMCC, 1987) stellen kanadische Wissenschaftler zum Kapitel über den Wald unter anderem fest, dass es eine gute Übersicht der zum Thema vorhandenen amerikanischen Literatur vermittelt. Anderseits werden die vorhandenen Waldschäden von den Verfassern des NAPAP-Berichtes nicht ernst genommen. Kritisiert wird auch die Konzentration des Forschungsprogrammes auf bereits beobachtete Waldschäden. Damit wird die Frage, wie sich die Luftverschmutzung langfristig auf die Produktivität der Wälder auswirken kann, nicht angegangen. Zur Behandlung des Problems saurer Depositionen wird speziell bemerkt, dass bei der Beurteilung ihrer Wirkung nicht auf den durchschnittlich auftretenden pH abgestellt werden sollte. Pflanzen reagieren vielmehr auf extreme Belastungen. Weiter fehlen bis heute die notwendigen Daten, um beurteilen zu können, ob saure Depositionen negative Wirkungen auf Waldböden haben: Dass negative Wirkungen bisher noch nicht nachgewiesen worden sind, sollte nicht damit verwechselt werden, dass ein derartiger Prozess nicht auftritt.

Der kanadische Kommentar (RMCC, 1987) betont die Bedeutung der im Bericht gemachten Feststellung, dass die in weiten Regionen der USA vorhandenen Ozonbelastungen zu reduzierter Photosynthese und verminderter Zuwachs führen sowie die Resistenz gegenüber anderen Stressfaktoren herabsetzen. Dass von den vorgestellten Waldschadeneignissen zwei mit Sicherheit auf negative Folgen der Luftverschmutzung zurückgeführt wurden und bei den anderen die Rolle der Luftschaadstoffe noch nicht bestimmt werden konnte, könnte Grund genug für den Schluss sein, dass eine Reduktion der Schadstoffemissionen angebracht ist (RMCC, 1987).

Literatur

- Abelson, P. H.* (1987). Ozone and Acid Rain. *Science*, 238 (4824): 141.
- McMillan, T.* (1988). Letter to Lee Thomas, Administrator United States Environmental Protection Agency. 6 January.
- NAPAP* (1987). The National Acid Precipitation Assessment Program. Interim Assessment. The Causes and Effects of Acidic Deposition. Washington, D. C.
- OTA* (1984). US Congress, Office of Technology Assessment. Acid Rain and Transported Air Pollutants: Implications for Public Policy. OTA-0-204. Washington, D. C.
- RMCC* (1987). Federal/Provincial Research and Monitoring Coordinating Committee. A Critique of the U.S. National Acid Precipitation Assessment Program's Interim Assessment Report. December 1987.
- Roberts, L.* (1987). Federal Report on Acid Rain Draws Criticism. *Science*, 237 (4821): 1404–1406.
- Shabecoff, P.* (1987a). Panel Discounts Immediate Peril from Acid Rain. *The New York Times*, Friday, September 18: pp. A1/A27.
- Shabecoff, P.* (1987b). Government Acid Rain Report Comes under Sharp Attack. *The New York Times*, Tuesday, September 22: pp. C1/C2.