

# Belegen jahringanalytische Untersuchungen ein Waldsterben?

Das Bundesamt für Umweltschutz (BUS) hat in seinem im Herbst 1984 erschienenen Bericht «Waldsterben und Luftverschmutzung» das Resultat einer jahringanalytischen Studie der Forstwissenschaft aufgeführt und dieses damit der breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die Ergebnisse dieser Studien werden seither immer wieder im Sinne eines eindeutigen Beweises zitiert. Im folgenden soll aufgezeigt werden, warum dieser Jahringstudie jegliche Beweiskraft abhanden geht.

Mit zunehmendem Baumalter nimmt der relative Holzzuwachs eines gesunden Baumes im Mittel immer ab, das heisst von innen nach aussen werden die Jahringabstände allgemein kleiner.

Abrupte Wachstumsstörungen und damit verringerte Jahringbreiten sind möglich aufgrund anthropogener Faktoren wie zum Beispiel durch starke Luftverschmutzung. Ein plötzlich vermindertes Wachstum kann aber auch natürliche Ursachen haben wie Konkurrenz (Lichtmangel unter anderem), extremes Klima, Kronen- oder Rindenschäden, standortbedingte Wurzelschäden usw. Wegen diesen Einflüssen ist in jedem Wald - ob gepflegt oder ungepflegt, aus der Steinzeit oder von heute - mit Wachstumsstörungen zu rechnen. Da auch der umgekehrte Fall einer schlagartig einsetzenden (beispielsweise durch Freistellung) oder langsam wieder ansteigenden Wachstumszunahme (durch Regeneration) zu beobachten ist, können pro Stamm mehrere Wachstumskontraktionen vorkommen.

### Waldsterben ab 1956?

Nach einer forstwissenschaftlichen Arbeit aus dem Jahre 1983 sollen nun diese Jahringstörungen an Tannen (Weisstannen) seit 1956, das heisst vor rund 30 Jahren, stark zugenommen haben, zurückzuführen auf die angestiegene Luftverschmutzung. Für den Laien sehr merkwürdig muss dabei schon allein die Tatsache erscheinen, dass der Ursprung der Wachstumsstörungen von der Forstwissenschaft noch im Winter 1983/84 auf 20 Jahre, im Frühling 1984 auf 30 Jahre und im Herbst 1984 sogar auf 40 Jahre zurückliegend festgelegt wurde! So eindeutig wie die Sache nun plötzlich dargestellt wurde, kann sie demnach doch nicht sein, denn eine Meinungsänderung von 20 Jahren über 30 auf 40 Jahre innerhalb weniger als einem Jahr zeugt nicht von Wissenschaftlichkeit. Ja, man müsste sich bei einwandfreier Beweisführung sogar fragen, wie es die Forstwissenschaft in den letzten 20, 30 oder 40 Jahren fertiggebracht hat, diese angeblich eindeutigen Schadenbilder (jeder Förster ist nach kurzer Einarbeitungszeit in der Lage, Jahringbilder zu beurteilen!) ignorieren zu können.

### Stichprobe mit Mängeln

Die Erhebungen, deren Ergebnis mit Abbildung 1 im erwähnten Waldsterberbericht des Bundes aufgenommen wurde,

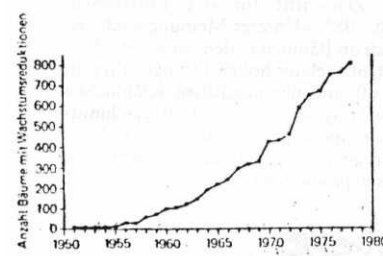


Abbildung 1. Anzahl Tannen mit beginnender Wachstumsreduktion im schweizerischen Mittelland und im nördlichen Jura. Kumulative Darstellung (Aus BUS-Bericht).

sind in verschiedenen Gebieten von sechs Regionen durchgeführt worden. Davon sind gleich zwei Regionen im Nahbereich von industriellen Grossmitten mit angeblich bekannt ungünstigem Einfluss auf den umliegenden Wald. Von einer unabhängigen Stichprobe des Schweizer Mittelandes und des Nordjuras kann daher keine Rede sein.

Die für eine solche Untersuchung nötige Stichprobenunabhängigkeit ist aber auch in den einzelnen Probegebieten nicht gegeben, stammt doch der grösste Teil der Probestämme aus Sägereien sowie vor allem aus Durchforstungen. Die Stichprobe ist daher je nach Pflege- bzw. Nutzungsstrategie verfälscht. Zudem unterscheidet sich die Stichprobenanzahl aus den einzelnen Regionen um mehr als den Faktor 20 (!). Anstatt zumindest die Stichprobenanzahl der einzelnen Regionen zu vereinheitlichen, werden einfach die Schäden aller Regionen aufaddiert. In der Abbildung 1 ist somit die Summe der Wachstumsstörungen von rund 2200 Tannen aller Regionen zusammen aufgetragen, davon allein von rund 1300 Tannen aus dem Emmental. Im BUS-Bericht wird übrigens dieser Stichprobenumfang verschwiegen, in der Originalarbeit ist er nirgends explizit aufgeführt.

In der Studie wird zwar anhand von Beispielen erläutert, dass die Jahringbeurteilung in unterschiedlichen Stammhöhen problematisch sein kann. Dies hat die Jahringforscher aber nicht davon abgehalten, selbst Proben von uneinheitlichen Stammhöhen zu nehmen. Wird ferner die je nach Probegebiet gänzlich verschiedene Altersverteilung der Probestämme berücksichtigt, muss das Ergebnis der Studie allein schon aufgrund der Stichprobenerhebung als im höchsten Masse fragwürdig hingestellt werden. Unerheblich dabei, in welcher Richtung die aufgeführten Mängel (es gäbe noch auf mehr hinzuweisen) das Resultat beeinflussen: Bei jeder Erhebung, welche nicht die minimalsten Grundsätze der Statistik einhält, ist die Gefahr einer (gewollten oder ungewollten) Manipulation gross!

### Undurchsichtige Statistik

Zwar wird in der Studie auf einige Mängel in der Stichprobenauswahl hingewiesen; die Auswirkungen werden aber in unzulässigem Masse heruntergespielt. Diese Bagatellisierung von Unzulänglichkeiten ist allein schon deshalb ungläubhaft, weil es die Autoren zusätzlich noch verstanden haben, ihre Behauptungen nicht oder nur schwer nachvollziehbar zu belegen. So stimmen vielfach weder Stichprobenzahl und Schadenhäufigkeiten der zum Teil mehrfach aufgeführten graphischen Darstellungen überein, noch korrespondieren manchmal Kreisdarstellungen mit Säulengraphiken sowie mit den allenfalls zusätzlich angegebenen Zahlen.

### Ein optisch aufbereiteter Schadenverlauf

Abbildung 1 ist eine kumulative Darstellung aller Schadenereignisse, das heisst pro Jahr sind nicht nur die neu eintretenden Schäden, sondern auch die Summe aller Schadenfälle seit 1950 nochmals aufgeführt. Wäre nun die Stichprobenaus-

wahl über jeden Zweifel erhaben, so wäre diese Darstellungsart zwar denkbar, für den eigentlichen Zweck - nämlich der Veranschaulichung einer seit 30 Jahren zunehmenden Schadenhäufigkeit - ausserordentlich ungünstig. Dafür ist die Graphik bestens geeignet, die Glaubensbasis aller Waldsterbepredigten weiter zu verstärken, wird doch mit dem Bild automatisch ein immer weiter zunehmender Schadenverlauf suggeriert.

Abbildung 2. Schadendarstellung Gebiet Oberdorf, Fricktal (Quelle: EAFV). Mit dieser Graphik wird der Eindruck erweckt, von 1920 bis 1956 seien keine Schäden feststellbar gewesen. Tatsache scheint aber zu sein, dass Schäden vor Ende der vierziger Jahre gar nicht erfasst wurden!

Nach Abbildung 2 ist ferner ersichtlich, wieso der Schadenbeginn im Mittelland auf 1956 festgelegt wurde, sind doch dann praktisch ausschliesslich im Fricktal und hauptsächlich im Gebiet Oberhof um 1956 eine grössere Anzahl Schäden aufgetreten. Da muss man sich schon fragen: Entspricht das durch Fluorverbindungen luft-hygenischer schwerst belastete Gebiet um Oberhof dem Schweizer Mittelland?

Wie aufgeführt, beträgt der Stichprobenumfang rund 2200 Tannenstämme. Da aber für diese kumulative Darstellung Bäume im Alter zwischen (16 (!) und 150 Jahren «verwertet» worden sind, treffen diese 2200 Stämme vermutlich auf den Zeitpunkt der Erhebungen um 1980 zu. Mit anderen Worten, etwa 80 Prozent der Bäume waren 1950, dem zeitlichen Beginn der Graphik, um 30 Jahre jünger. Die restlichen 20 Prozent waren aber zu diesem Zeitpunkt gar noch nicht vorhanden und können somit - ob mit oder ohne Luftverschmutzung - weder eine, noch mehrere Wachstumsstörungen gehabt haben. Es sollte daher sogar jedem Laien einleuchten, wie ungeeignet eine kumulative Darstellung bei einer zunehmenden Stichprobenanzahl ist.

Die Darstellung nach Abbildung 1 beginnt zeitlich im Jahre 1950 mit Null Schäden. Da in der Studie dem Fricktal ein Schadenbeginn auf Ende der vierziger, anfangs der fünfziger Jahre zugesagt wird, und ferner unwahrscheinlich ist, dass zum Beispiel an den rund 1300 bis 1500 Jahren alten Bäumen aus dem Emmental vor 1950 keine einzige (!) Wachstumsreduktion aufzutreten war, muss angenommen werden, die Schadenerfassung oder -darstellung wurde bewusst erst ab 1950 aufgenommen. Wie mit diesem Kunstkniff der Schadenunterdrückung für die Zeit vor 1950 noch guten Gewissens behauptet werden kann, das Tannensterben hätte in der Schweiz 1956 begonnen, ist unverständlich.

# Waldsterben durch Ozon?

Mit der Direkteinwirkung von emittierten Schadstoffen ist der in emittentfernen Gebieten teils ebenfalls desolate Zustand des Schweizer Waldes auch nicht erklärbar. Durch einseitige Argumentation versucht das Bundesamt für Umweltschutz (BUS), den schädlichen Einfluss der Luftverschmutzung in ihrem Bericht «Waldsterben und Luftverschmutzung» vom Herbst 1984 über die sogenannten Sekundärschadstoffe aufs Land (und in die Höhe) zu verlegen. Von den beiden diesbezüglich in Betracht kommenden Möglichkeiten, saure Niederschläge und Ozon, ist eine Schadenwirkung bei letzterem noch eher denkbar. Dies vor allem deshalb, weil die natürlichen Ozonkonzentrationen nicht sehr viel kleiner sind als für eine Schädigung ausreichende Gehalt.

Ozon ist ein nicht unwichtiger Bestandteil der Luft. In Höhen um 25 km beträgt die mittlere Ozonkonzentration nach der Umrechnung auf normalen Druck und übliche Temperaturen (Abbildung 6) rund 12000 µg/Kubikmeter. In Erdnähe ist die naturbedingte Ozonkonzentration an heissen Tagen, das heisst im Sommer, normalerweise am grössten.

| Region                            | O <sub>3</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| alpine Gebiete (über 2000 m ü.M.) | 60 - 80                             |
| Ländliche Gebiete                 | 40 - 70                             |
| Agglomerationen                   | 30 - 50                             |
| Stadtzentren                      | 20 - 30                             |

Abbildung 5. Immissionskonzentrationen für Ozon in µg/m<sup>3</sup> nach Region als Jahresmittelwert (Quelle: BUS-Bericht).

### Ozonbildung und Abbau durch Stickoxide

Über die natürliche Entstehung hinaus kann die Photooxidantienbildung mit Ozon als Leitsubstanz auch durch intensive Sonnenbestrahlung des Schadstoffgemisches Stickoxid und vor allem Kohlenwasserstoffe ausgelöst werden. Insbesondere in Ballungsgebieten treten luftverschmutzungsbedingt hohe Ozonkonzentrationen somit im wesentlichen ebenfalls im Hochsommer in Form von photochemischem Smog auf. Dieser hat in der Zusammensetzung nicht viel mit dem winterlichen (sauren) Smog in Städten, dem Ruhrgebiet usw. gemeinsam.

In der Schweiz stammen die im Sommer als Vorläufer für Ozon bekannten Kohlenwasserstoffe und Stickoxid hauptsächlich vom Motorfahrzeugverkehr. Diesel- und Benzinmotoren emittieren zwar primär das ozonzerstörende Stickstoffmonoxid (was vor allem den Jahresmittelwert in Städten usw. erniedrigt (siehe Abbildung 5)). Dieses Stickstoffmonoxid wandelt sich jedoch relativ schnell in das die Ozonbildung begünstigende Stickstoffdioxid um.

Sehr einseitig und in dieser Form nicht zutreffend wäre nun eine Interpretation der

# So wird etwas hermanipuliert

Mit Abbildung 3 wird behauptet: «Im Unterschied zu heute treten die Wachstumsrückgänge in der Bronzezeit rein zufällig verteilt auf der Zeitachse auf. Im Emmental konzentrieren sich die Schäden heute auf ein bestimmtes Jahr.»

Man könnte seitenslang darüber berichten, wieso der Vergleich zwischen der Bronzezeit und heute rein pflege- und nutzungsmässig so nicht zulässig ist. Es soll auch völlig offen gelassen werden, wie die Stichprobe der 58 von 122 Tannen aus der Bronzezeit zustande gekommen ist, wieso gerade mit einem

bestimmten Gebiet aus dem Emmental verglichen wird und welche Altersverteilung da miteinander verglichen wird.

Angeprangert gehört jedoch die Darstellungsart, würde doch der Vergleich unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Stichprobenumfanges wie nach Abbildung 4 aussehen. Damit wäre sogar der (fadenscheinige) Beweis denkbar, der Tanne gehe es heute im Emmental besser (4,8 Prozent Schäden in 30 Jahren) als vor rund 3000 Jahren am Neuenburgersee (13,8 Prozent Schäden in 30 Jahren).

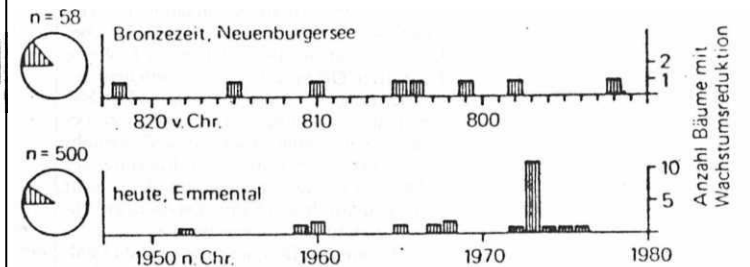


Abbildung 3. Das Auftreten abrupter Wachstumsrückgänge in bronzzeitlichen Pfählen aus den Regionen der heutigen Schadengebiete. (Quelle: EAFV).

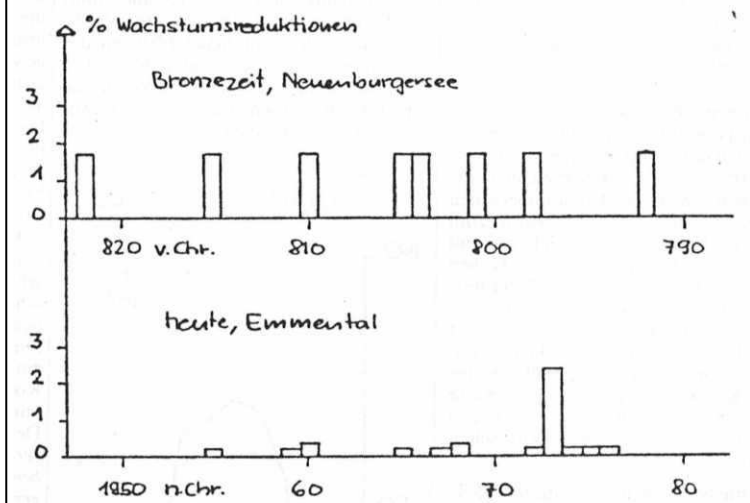


Abbildung 4. Korrekter Vergleich der Wachstumsrückgänge.

Nach der Studie korrelieren Jahringstörungen und Kronenzustand (im wesentlichen der Benadelungsgrad, das heisst dem allgemein angewendeten Beurteilungsmaßstab bei der Erfassung des Gesundheitszustandes des Schweizer Waldes) schlecht. Zitat aus der Studie: «Ergebnisse der Taxierungen von Jahringabfolgen und Kronen weichen im Einzelfall meistens stark voneinander ab». Daraus muss der mehr oder weniger objektive Beobachter die zwei folgenden Möglichkeiten erwägen:

- Wenn die Sache mit den Jahringen tatsächlich relevant ist, so müssen massive Vorbehalte bei der Beurteilung des Krankheitszustandes anhand des Benadelungsgrades angebracht werden.

- Ist hingegen der Benadelungsgrad das richtige Beurteilungskriterium, so muss folgerichtig das Ergebnis der Jahringstudie in Frage gestellt werden.

Nachdem ausgewiesene Fachleute die Meinung vertreten, Jahringveränderungen seien für den Nachweis langfristiger Immissionseinwirkungen wenig geeignet, wird man sich in Zukunft immer genau und kritisch anschauen müssen, was aus der «Küche» der Jahringforscher kommt. Dies wird bald der Fall sein, denn anlässlich der Waldschadenserhebungen sind auch Jahringproben erhoben worden. Es ist nur zu hoffen, es werde nicht wieder etwas veröffentlicht, wo anhand der nachvollziehbaren Mängel auch versteckte Mängel zu vermuten sind.

# Waldsterben: Ist die Luftverschmutzung schuld daran?

bz. Im Hinblick auf den positiven Aspekt einer sauberer werdenden Luft haben es Forstwirtschaft und -wissenschaft recht gut verstanden, die vielen Ungereimtheiten um das Waldsterben zu übergehen. Für die Hypothese, das heutige Waldsterben werde durch Luftverschmutzung verursacht, gibt es keinen einzigen wissenschaftlichen Beweis. Zwar kann man ebenfalls keinen einzigen Beweis zur Nichtexistenz des Waldsterbens sowie des behaupteten Einflusses der Luftverschmutzung vorbringen. Belegbar ist hingegen, dass viele Aussagen sowie praktisch alle relevanten Indizien in der jeweils vorgegebenen Form nicht haltbar sind.

Der vorliegende Beitrag eines Fachmannes, der aus verschiedenen Gründen anonym bleiben möchte, weist auf

zwei wichtige Bereiche, die bei der Beweisführung für die Schuld der Luftverschmutzung für das Waldsterben gerne zitiert werden hin und zeigt gleichzeitig auf, dass hier die Beweisführung mit schweren Mängeln behaftet ist. Es handelt sich um die jahringanalytischen Untersuchungen sowie den Sekundärschadstoff Ozon. Es sollen mit diesem kritischen Beitrag keinesfalls die Anstrengungen um eine Verbesserung der Luft torpediert werden. Es soll aber gezeigt werden, dass es sich gewisse Kreise - sogar sogenannte wissenschaftliche - bei der Suche nach den Ursachen und den Schuldigen des Waldsterbens recht einfach gemacht haben. Manchmal so einfach, dass man sie sogar der Oberflächlichkeit - um nicht noch mehr zu sagen - bezichtigen könnte.

dennahen Gebieten) usw. verbunden sind, darf die obige Feststellung nicht dazu missbraucht werden, die Auswirkungen von Globalstrahlung und Primärschadstoffkonzentrationen allzu stark herunterzuspielen!

**Ozon in alpinen Gebieten**

Allgemein werden für Ozon mit zunehmender Höhe über Meer höhere Mittelwerte festgestellt (Abbildung 6): Die Spitzenwerte (als Halbstundennittel) werden dabei kleiner, wenigstens in dem für das Waldsterben relevanten Höhenbereich. So dürften im Sommer die Spitzenwerte im Mittelland etwa 250 bis 350 µg/Kubikmeter betragen, auf 1000 Meter über Meer noch etwa 200 bis 300 µg/Kubikmeter. Diese Werte liegen ein Mehrfaches über den Jahresmittelwerten. (Abbildung 5).

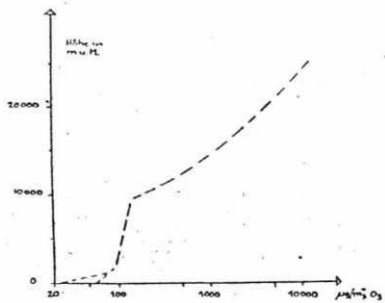


Abbildung 6. Ungefährer Verlauf der mittleren Ozonkonzentration in Funktion der Höhe nach den Ballonsondierungen am Hohen Peissenberg (BRD).

In Höhen ab etwa 1000 Meter über Meer wird der Einfluss der Emissionen aus dem Mittelland immer geringer, sind doch die Obergrenzen der als Sperrschicht für Luftschadstoffe wirkenden sommerlichen Inversionen meist tiefer. So wurde zum Beispiel noch 1979 in der BRD anhand einer 9jährigen Messreihe auf dem Hohen Peissenberg (975 Meter über Meer) festgestellt, dass in diesen Höhenlagen zwar oft mit teils kurzzeitigen Einbrüchen nicht luftverschmutzungsbedingt hohen Ozonkonzentrationen (im Winterhalbjahr bis 1000 µg/Kubikmeter) aus der Tropopause zu rechnen ist, Einbrüche anthropogen verursachten Ozons jedoch recht selten sind (Attmannspacher, 1979).

**Ozommessungen im Sommer 1985**

Zwei Messungen haben in den Massenmedien für Aufregung gesorgt. Um Basel sollen Spitzenwerte über 300 µg/Kubikmeter gemessen worden sein, im Bannwald ob Flüelen auf rund 1000 Meter über Meer im Juli ein Mittelwert von rund 110 µg/Kubikmeter.

Hätten die zuständigen Forscher vorgängig ein Literaturstudium durchgeführt, wäre die Resultatverkündung wohl kaum so spektakulär verlaufen: Solche Werte - und sogar noch etwas höhere - werden in Mitteleuropa teilweise seit mehr als zehn Jahren gemessen. Was nicht heisst, dass die Ozonkonzentrationen früher tiefer waren: Ozon wurde früher einfach weniger beachtet (kein Waldsterben) und demnach kaum gemessen. Beweise einer langfristig (zum Beispiel über 30 Jahre) gross veränderten Ozonbelastung sind daher weder vorhanden, noch ist diese wahrscheinlich. So ist unter anderem anzunehmen, die heutigen Agglomerationen entsprechen in lufthygienischer Hinsicht etwa den Städten vor 30 Jahren, und die heutigen Verhältnisse auf dem Lande sind vergleichbar mit Agglomerationen vor 30 Jahren. Das heisst, ähnliche Ausgangslagen bezüglich der Ozonbildung durch Luftverschmutzung waren früher auch vorhanden - im Vergleich zu heute örtlich einfach etwas verschoben. Das während den kritischen Ozonepisoden relativ gleichmässige Auftreten hoher Ozonkonzentrationen in grossflächigem Ausmass (Abbildung 7) zeigt zudem, dass der Einfluss der Örtlichkeit nicht überbewertet werden darf.

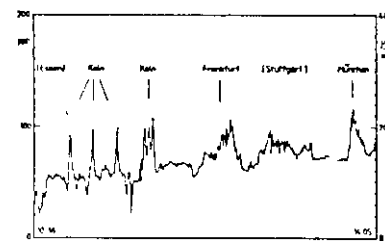


Abbildung 7. Konzentrationsprofil von Ozon zwischen Essen und München am 11. Juli 1975, etwa 300 m über Grund (Quelle: VDI-Berichte Nr. 500, 1983). Die Ozonkonzentrationen sind auf einer Strecke von rund 600 km relativ ähnlich. Ozonminimum: Braunkohlekraftwerk. Ozonmaximum: Petrochemische Anlage in Köln bzw. Grossstädte.

Vergleichbare Verhältnisse also mit einer Ausnahme: In Städten war früher die Luftverschmutzung im Sommer mit Sicherheit geringer, das heisst die Mittelwerte waren früher höher (weniger ozonabbaubendes Stickstoffmonoxid), die Spitzenwerte dagegen (wahrscheinlich) tiefer. Die in Städten heute vielleicht höheren Ozonspitzen während Inversionslagen sind aber möglicherweise gar nicht das Hauptproblem: Vielmehr ist durch die allgemeine

Schadstoffanreicherungen (Stickoxide, Russ usw. inkl. Ozon) allenfalls mit Folgen zu rechnen (Pflanzen). Doch dieser Aspekt betrifft nur die Ballungsgebiete; mit grossflächigem Waldsterben hat das nichts zu tun.

Nichts besonderes bedeuten auch die Resultate vom Bannwald oberhalb Flüelen, sind doch solche Konzentrationen wie der Juli-Mittelwert von etwa 100-110 µg/m³ Ozon in Höhen um 1000 m über Meer absolut normal. Sollte es dort oben im Sommer einmal noch heisser werden, sind sogar höhere Messwerte zu erwarten, unabhängig vom Gotthardverkehr!

**Trendverlauf für Ozon**

Längerfristige Messresultate aus der Schweiz sind nur aus einem ländlichen Gebiet bei Genf und aus der Stadt Genf bekannt. Erst ab 1981 stehen auch Werte von drei Orten aus dem Nationalen Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (Nabel) zur Verfügung. Dazu ist noch zu bemerken, dass eine einwandfreie Probenahme sowie eine exakte Kalibrierung der Analysengeräte vor allem bei Ozon recht problematisch sein kann, insbesondere abseits von einem entsprechend eingerichteten Labor. Ein Beispiel einer solchen Fehlmessung zeigt der Vergleich der Abbildungen 8 und 9 mit den aufgetragenen Monatsmittelwerten der Stationen Sion (ländliche Gegend) und Basel (Agglomeration) der Jahre 1981 und 1983 aus einer BUS-Publikation. Verständlicher Missmut der Fachleute, wenn solche auf Fehlmessungen basierende, unhaltbare Vergleiche missbraucht werden, um einen beängstigenden Ozonanstieg zu belegen!

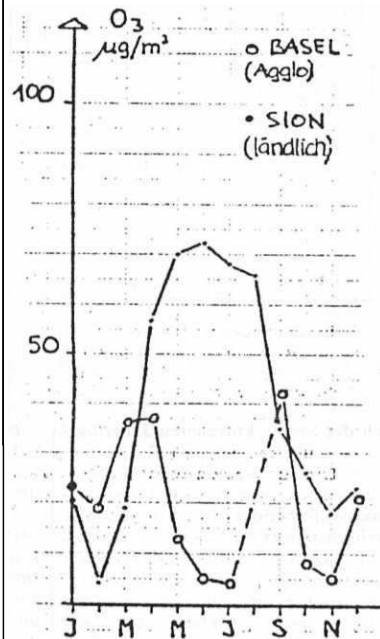


Abbildung 8. Monatsmittelwerte zweier Messstationen µg/m³ Ozon im Jahre 1981. Der untypische Abfall in den Sommermonaten an der Station Basel hat sich in den folgenden Jahren (Abbildung 9) nicht bestätigt; dies bei ähnlichem Konzentrationsverlauf an einer anderen Messstation.

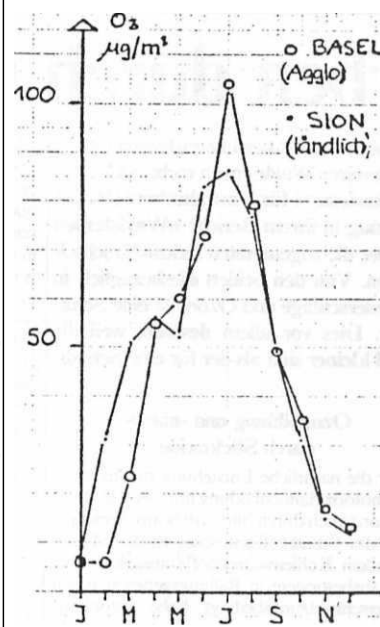


Abbildung 9. Monatsmittelwerte zweier Messstationen in µg/m³ Ozon im Jahre 1983.

Mit allen Kniffen wird im BUS-Bericht auch versucht, den in den letzten Jahrzehnten zweifellos starken Anstieg der Stickoxidemissionen auf eine jetzt höhere Ozonkonzentration in der Schweiz und damit zu einem Beweis oder zumindest auf ein starkes Indiz hinzubiegen. Oder mit einer relativ langfristigen Ozonmessreihe aus einer ländlichen Gegend nahe Genf (Abbildung 10). Es spricht nicht für die Glaubwürdigkeit der Autoren, bei einem ab 1980 sinkendem Jahresmittel und 1982 unvollständigem Messwert eine solche Trendlinie einzuzeichnen (den dem Ver-

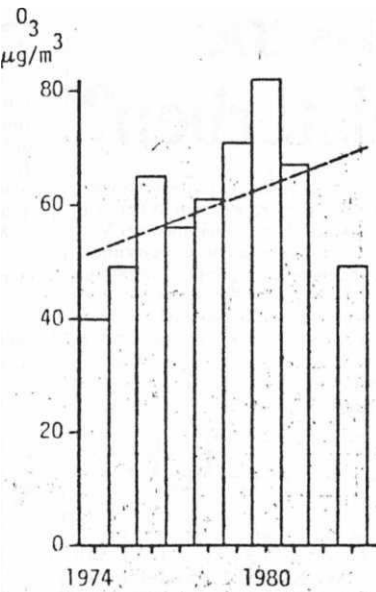


Abbildung 10. Entwicklung der Ozonkonzentration in Anières bei Genf. Mittelwerte der Monate April bis September.

nehmen nach höheren 84er-Wert konnten die Autoren jedenfalls im Herbst 1984 noch nicht gewusst haben, sonst hätten sie ihn mit Sicherheit aufgeführt). Wäre eine absinkende Konzentration zu beweisen gewesen, hätte das BUS wahrscheinlich ebenso vorschleunigen ab 1980 sinkenden Trend eingezeichnet. Zudem soll es Fachleute geben, die erhebliche Vorbehalte an der Repräsentativität der Messreihe - dem «Kronzeugen» des BUS-Berichtes - anbringen, insbesondere an den älteren Messwerten.

Falsch ist auch die Behauptung, die langjährige Messreihe vom Hohen Peissenberg (welche für diesen Zweck, wie beschrieben, eigentlich ungeeignet ist) bestätige den Trend einer ansteigenden Konzentration. Noch 1979 jedenfalls berichteten die zuständigen Fachleute am VDI-Kolloquium «Photochemische Luftverunreinigungen in der Bundesrepublik Deutschland»: «Unter Berücksichtigung der veränderten Messmethodik ab 1976 ergeben sich im Laufe der Jahre nur relativ geringe Schwankungen, die praktisch als Folge des unterschiedlichen Wettergeschehens erklärt werden können.» Immerhin können die Autoren des BUS-Berichtes gehend machen, diese unzutreffende Aussage vom ansteigenden Trend im guten Glauben der (erwähnten) Literatur entnommen zu haben. Allerdings hätten sie dann auch gleich die beiden vorangegangenen Sätze mit aufzuführen können: «Wegen der gestiegenen Stickoxid-Emissionen und der zumindest gleichbleibenden Kohlenwasserstoffbelastung sollte man grundsätzlich einen steigenden Trend der Ozonbelastung annehmen. Insgesamt reichen die vorliegenden Messergebnisse wegen der starken, auch wetterbedingten, jährlichen Schwankungen für eine Trendaussage nicht aus!» Zum gleichen Schluss kam man übrigens in den Niederlanden, wo aufgrund einer zehnjährigen sowie 30 fünfjährigen Messreihen ebenfalls kein signifikanter Trend einer ansteigenden Ozonkonzentration feststellbar war.

Einen Missgriff leisteten sich die Autoren auch mit der Behauptung, die zunehmende Luftverschmutzung - insbesondere die vermehrte Bildung von photochemischem Smog - äussere sich ebenfalls in

**Ozonverfrachtung und Bildung in emittentenfernen Gebieten**

In Regionen mit geringem Stickstoffmonoxidgehalt kann einmal gebildetes Ozon die Nacht ohne weitgehenden Abbau überleben. Die Verfrachtung von solchen (quasi stabilisierten) Ozonwolken in entfernte Reinluftgebiete ist zwar eine beliebte Hypothese zur Erklärung von Waldschäden in emittentenfernen Gebieten. Gewisse Vorbehalte an dieser Verfrachtungstheorie sind aber schon angebracht: einmal, weil die in Agglomerationen und Städten für die Bildung hoher Ozonkonzentrationen notwendigen Randbedingungen ebenfalls eine u.a. natürlicherweise erhöhte Ozonkonzentration in den Reinluftgebieten bewirken. Und andererseits, weil der für die Verfrachtung notwendige Wind nicht nur schadstoffverdünnend wirkt, son-

dern die Ozonbildung auch noch aus verschiedenen Gründen behindert. Nicht vollständig überzeugend ist auch die Erklärung, übermässige Ozonbildung in Reinluftgebieten trete aufgrund des Zustroms von Primärschadstoffen auf, ist doch an typischen Ozontagen mit starker Sonnenstrahlung, hohen Temperaturen sowie zunehmender Inversionstendenz (kaum Wind!) grossräumig sowieso mit erhöhten Ozonkonzentrationen zu rechnen. Sogar in denjenigen Gebieten, die oberhalb der Inversionsschicht liegen und in denen somit kaum nennenswerte Ausgangsschadstoffkonzentrationen vorhanden sein können. Dies wäre wahrscheinlich mit zwei aufeinanderfolgenden, autofreien Tagen im Hochsommer ein für allemal beweisbar.

einer Abnahme der Sichtweite (Abbildung 11), werden doch hier Pferdeäpfel mit Kartoffeln verglichen. Berücksichtigt man nämlich das gestiegene Verkehrsaufkommen auf dem Flughafen Kloten, so ist die festgestellte Abnahme der Sichtweite bei weitem nicht mehr so sensationell!

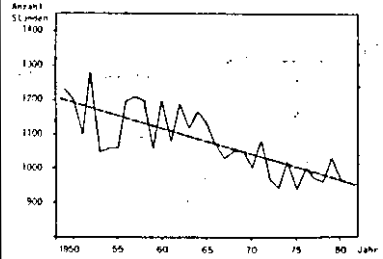


Abbildung 11. Häufigkeit (Anzahl Stunden) von Sichtweiten über Distanzen von mehr als 10 km während der Monate Mai bis August von 1949 bis 1980 auf dem Flughafen Zürich-Kloten.

**Die Wirkung von Ozon auf den Menschen**

Der MAK-Wert (Schadstoffkonzentration, welche die Gesundheit einer gesunden Person bei achtstündiger Arbeit und Fünftagewoche auch langfristig nicht schädigt) beträgt für Ozon 200 µg/m³. Die im BUS-Bericht angegebene Schädlichkeitsgrenze von rund 100-120 µg/m³ für Menschen und Pflanzen bereits bei wenigen Stunden Einwirkung ist somit mehr als zweifelhaft, können doch solche - mit grosser Wahrscheinlichkeit naturbedingten - Werte in Höhen über 1000 m über Meer (Lungenkurorte) als Monatsmittelwert (!) auftreten. Ja, man müsste einmal untersuchen, was für Ozonkonzentrationen bei einem Transatlantikflug in der Flugzeugkabine auftreten, ist doch in diesen Höhen mit um ein Mehrfaches höheren Ozonkonzentrationen als in Bodennähe zu rechnen. Von vergifteten Passagieren oder gar Flugzeugbesatzungen war jedenfalls noch nie die Rede.

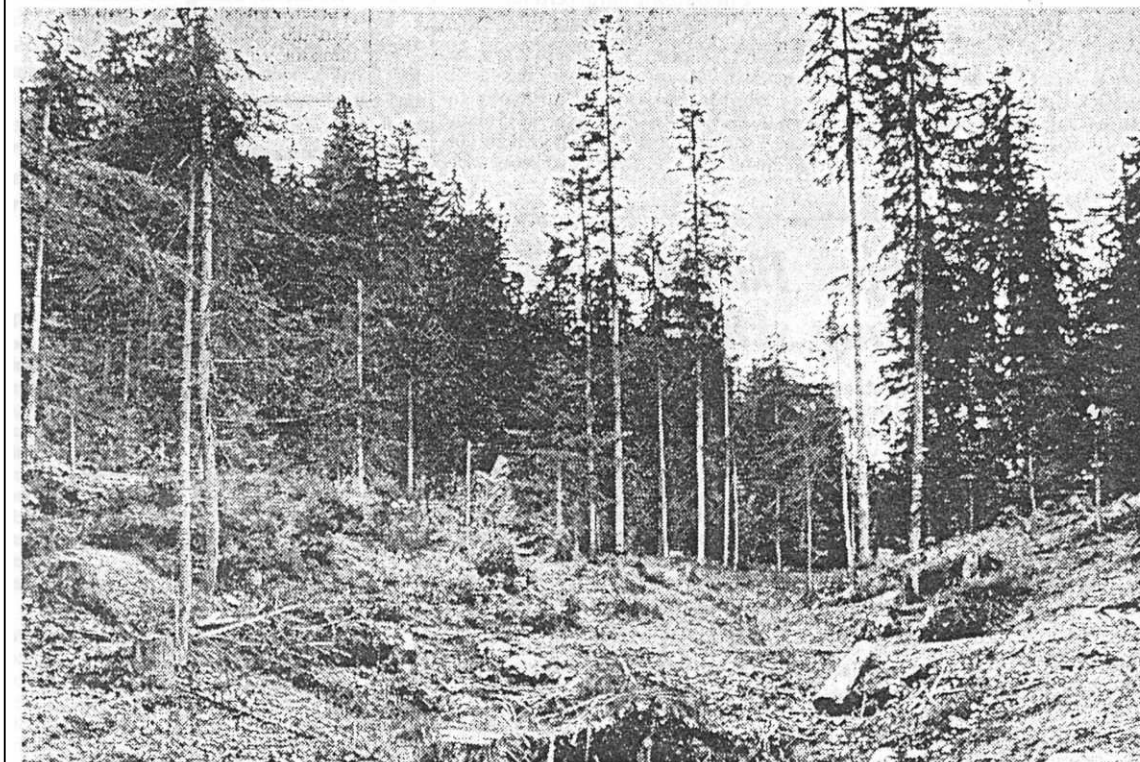
In letzter Zeit sind in Massenmedien oft die Untersuchungen aufgeführt, welche bei Ozonepisoden eine verminderte sport-

liche Leistungsfähigkeit ergeben haben. Hohe Ozonkonzentrationen treten - wie erwähnt - praktisch immer bei hohen Temperaturen auf. Ob die verminderte Leistungsfähigkeit nicht eher auf die drückende Hitze als auf die dreckige Luft zurückgeführt werden muss, darüber steht jeweils nichts in den Berichten.

**Wirkung auf Pflanzen**

Zweifelsohne entfaltet Ozon seine schädigende Wirkung auf den Wald schon bei recht tiefen Konzentrationen. Das zeigen Unmengen von Begasungsversuchen mit Ozonkonzentrationen, die sich nicht extrem von den in der Natur anzutreffenden Gehalten unterscheiden. So wurden zum Beispiel in Deutschland bei der Dauerbegasung von Fichten (gilt als relativ ozonresistent, im Gegensatz zum Kirschenbaum oder der europäischen Föhre) mit 600 µg/m³ Ozon nach 4 bis 6 Wochen Schädigungen festgestellt, die allerdings mit dem Schadenbild im Freiland nicht übereinstimmen.

Ausser der im Gewächshausversuch aus verschiedenen Gründen praktisch immer empfindlicheren Pflanzenreaktion ist bei all diesen Begasungsexperimenten noch völlig offen, ob nicht die Pflanzen in der Natur eine gewisse Ozonresistenz bekommen. Dafür sprechen viele Gründe, unter anderem auch die in der Literatur aufgeführte Ozonbildung in Nadelwäldern (Reaktionsmechanismus über die von Nadelbäumen besonders bei Hitze abgehenden Kohlenwasserstoffe in Form ätherischer Öle?). Dass aber in der Vergangenheit zu Unrecht gleich jede Farbabnormalität an Bäumen von aller Art Fachleuten als Ozonflecken gedeutet und mit entsprechender Lautstärke publik gemacht wurde, lässt sich anhand einer EAFV-Publikation erahnen. Zitat aus der Schweizerischen Zeitschrift für das Forstwesen, Nr. 10, 1985: «Unserer Meinung nach lassen sich an Bäumen in den Schweizer Wäldern trotz relativ hohen Ozongehalten in der Luft und der möglichen schädlichen Auswirkungen dieser Luftverschmutzungskomponente auf die Bäume keine eindeutigen, verlässlichen und sichtbaren Ozonsymptome zeigen.»



Das Waldsterben ist eine Tatsache, die Schadenbilder lassen sich nicht leugnen. Weniger eindeutig ist allerdings, wer die Schuld dafür trägt. Ist es die Luftverschmutzung, der saure Regen, der Borkenkäfer, die Trockenheit oder die mangelhafte Pflege des Waldes? Bis heute konnte die Wissenschaft noch keine eindeutigen Beweise für eine bestimmte Schuldzuweisung liefern. Das soll uns aber nicht daran hindern, das unheimliche Waldsterben zur Kenntnis zu nehmen und - jeder in seinem Bereich und nach seinen Möglichkeiten - umweltbewusst zu handeln. (Bild de Jong)