

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 122 (1971)
Heft: 12

Artikel: Die Bedeutung des Waldes für den Umweltschutz
Autor: Keller, T.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767302>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

Die Bedeutung des Waldes für den Umweltschutz¹

Von *Th. Keller*

Oxf. 907

Aus der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf

Einleitung

Einst war unser Land bis zur klimatisch bedingten Waldgrenze hinauf von Wald überzogen. Im Verlaufe vieler Jahrhunderte wurde das Kulturland geschaffen. Rodungen waren kulturelle Taten, bis die Natur den Menschen zwang, dieser seiner Tätigkeit Grenzen zu setzen. Die Hochwasser des letzten Jahrhunderts, durch die früheren Waldzerstörungen ermöglicht, haben nicht nur durch Gotthelf Eingang in die Weltliteratur gefunden, sondern sie waren auch Anlass zu einer forstlichen Gesetzgebung in der Schweiz, die noch heute eine segensreiche Wirkung hat und als erste schweizerische Gesetzgebung zugunsten des Umweltschutzes gelten darf. Unsere Vorfahren haben die Sünden ihrer Väter dem Wald gegenüber sehr teuer bezahlen müssen. Der heutige Durchschnittsschweizer ist denn auch waldfreundlich eingestellt und anerkennt glücklicherweise die Notwendigkeit der Erhaltung des Waldareals. Glücklicherweise deshalb, weil dem Wald heute und in Zukunft eine wesentliche Rolle im Umweltschutz zukommt und zwar eine Rolle, die zum Teil weit über die traditionellen Schutzwirkungen des Waldes hinausgeht.

In der Vergangenheit lag das Schwergewicht des «ideellen Wertes» des Waldes im Schutze des Menschen vor Hochwassern, Lawinen und Steinschlag sowie in gewissen Gebieten im Schutz der Kulturen vor austrocknenden Winden. In Gegenwart und Zukunft gewinnen folgende zusätzliche Aufgaben im Rahmen des Umweltschutzes zusehends an Gewicht:

1. Der Wald als Konzentrationsenke;
2. Der Waldeinfluss auf nutzbare Wasserquantität und vor allem Wasserqualität;
3. Der Waldeinfluss auf Luftqualität;
4. Der Wald als Erhalter der biologischen Vielfalt;
5. Der Wald als Landschaftselement.

¹ Auszugsweise vorgetragen anlässlich des Symposiums «Landwirtschaft und Umweltschutz» am 13./14. Oktober 1971 in Bern.

1. Der Wald als Konzentrationsenke

Je mehr das Land von Siedlungen, Industrien und Verkehrswegen überzogen wird, desto grösser wird die Bedeutung des Waldes als Konzentrationsenke, das heisst als Ort fehlender Verunreinigungsquellen. Dies auferlegt allerdings der Forstwirtschaft bzw. dem Waldbesitzer gewisse wirtschaftliche Einschränkungen und Einbussen, wie zum Beispiel Verzicht auf rationelle Holzernte oder wirtschaftliche Monokulturen, Verzicht auf ertragssteigernde aber wassergefährdende Düngungen oder chemische Eingriffe mit Herbiziden, Insektiziden usw. Die daraus resultierenden finanziellen Belastungen des Waldbesitzers zugunsten des Gemeinwohles führen dazu, dass die öffentliche Hand jede Gelegenheit benutzen sollte, um Privatwald in öffentlichen Wald zu überführen.

Der Wald ist in der Regel auch als ein Hort der Ruhe zu betrachten, da die mittlere Schallpegelabnahme pro 100 m Wald etwa 5 bis 15 Phon höher liegt als beim freien Feld, wobei vor allem die unangenehmeren höheren Frequenzbereiche geschwächt werden (Turner, 1968; Zundel, 1971). Bei der Mechanisierung der Holzernte ist diesem Umstand gebührend Beachtung zu schenken. Die Entwicklung lärmarmen Maschinen ist zu fördern.

2. Der hydrologische Einfluss des Waldes

2.1 Der Einfluss auf die nutzbare Wasserquantität

Die mittelalterlichen Waldzerstörungen in Alpen und Voralpen bewirkten erhebliche Störungen des natürlichen Gleichgewichts und führten zu zahlreichen Hochwassern und Überschwemmungen. Da die Aufforstung der Quellgebiete von Wildwassern jedoch auf den Widerstand land- und alpwirtschaftlicher Kreise stiess, wurden im Napfgebiet durch unsere forstliche Versuchsanstalt die klassischen Untersuchungen von Engler (1919) und Burger (1922, 1934) über den Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer durchgeführt. Versuchsobjekte waren der zu 99 Prozent bewaldete Sperbelgraben und der zu etwa einem Drittel bewaldete, im übrigen beweidete Rappengraben. In einigen Abbildungen seien die in unserem Zusammenhang wichtigsten Resultate zusammengefasst.

Aus Abb. 1 geht hervor, dass der Abfluss aus dem schwach bewaldeten Rappengraben infolge eines Gewitters innert zweier Stunden auf etwa das Hundertfache der Niederwassermenge und damit gegenüber dem Sperbelgraben auf etwa die doppelte Menge ansteigt. Ein kleines Bächlein kann somit rasch zum reissenden Wildwasser werden. Die Kurven lassen aber auch erkennen, dass nicht nur die Abflussspitze sondern die gesamte Abflussmenge über 12 Stunden aus dem beweideten Rappengraben grösser ist als aus dem Waldgebiet.

Die Verhältnisse ändern sich dagegen in Trockenperioden. Abb. 2 zeigt das Absinken der Abflussmenge aus beiden Gebieten über eine 30tägige

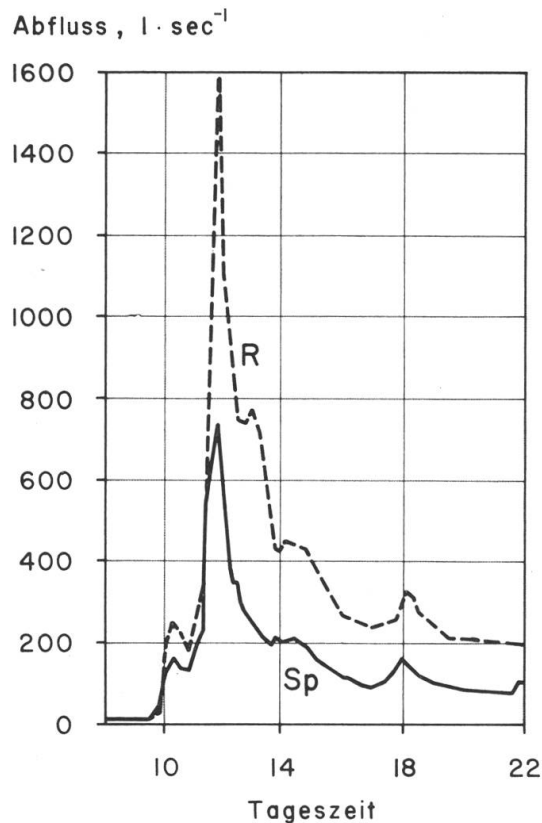


Abbildung 1

Abflussmengen aus voll bewaldetem Sperbelgraben (Sp) und schwach bewaldetem Rappengraben (R) während einer Gewitterperiode (aus Engler, 1919).

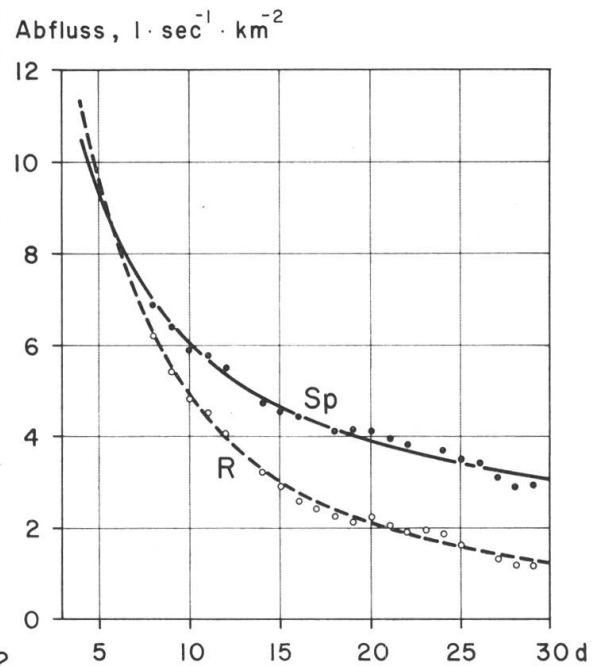


Abbildung 2

Abnahme der Abflussmenge aus Sperbelgraben (Sp) und Rappengraben (R) während 30tägiger Trockenheit (aus Burger, 1934).

Trockenperiode. Der Bach aus dem Sperbelgraben zeichnet sich ab etwa einer Woche nach dem letzten Regen durch grössere Wasserführung aus; Waldgebiete sorgen somit für eine gleichmässigerer Speisung der Gewässer.

Die ausgleichende Wirkung des Waldes auf die Wasserführung spielt aber nicht nur während sommerlicher Trockenperioden, sondern auch während der Schneeschmelze, wie Abb. 3 illustriert. Die täglichen Schwankungen in der Wasserführung sind im Waldgebiet viel geringer als im offenen Weideland. Der Wald mildert die Temperaturextreme, bricht insbesondere die mitäglichen Maxima von Temperatur und Bodenbestrahlung, wodurch die Schneeschmelze verzögert wird; zudem erlaubt der nicht gefrorene Waldboden die Einsickerung von Schmelzwasser und damit die Speisung von Quellen und Grundwasser.

Auch bei mehrtägigem Landregen bleibt die Wasserführung im Wald gleichmässiger als im Rappengraben (Abb. 4.) Im Weidegebiet reagiert die

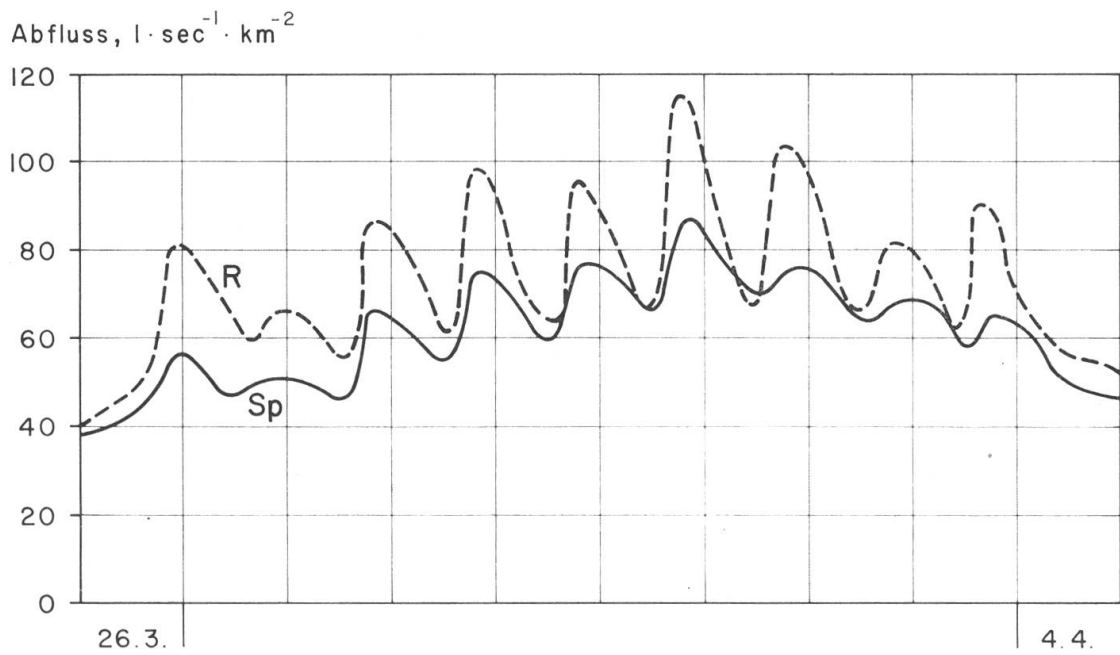


Abbildung 3

Wasserführung in Sperbelgraben (Sp) und Rappengraben (R) während der Schneeschmelze (aus Burger, 1943).

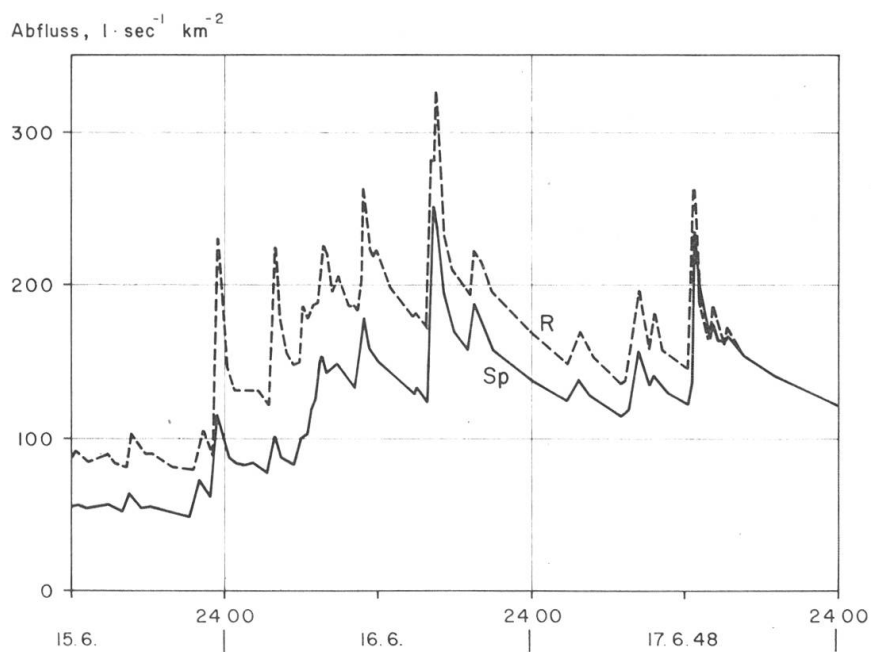


Abbildung 4

Abflussmengen aus Sperbelgraben (Sp) und Rappengraben (R) während eines Landregens (aus Burger, 1954).

Abflussmenge auf jeden Regenschauer sofort mit einer Spitze. Allerdings kann man auch vom Wald keine Wunder erwarten. Abb. 4 zeigt, wie sich bei anhaltendem Regenwetter die Abflusskurven aus beiden Gebieten angleichen, da sich die Speicherfähigkeit des Waldbodens langsam erschöpft.

Burger hat schon 1922 gefunden, dass die ausgleichende Wirkung des Waldes auf der lockeren Krümelstruktur des Waldbodens mit relativ grossem Grobporenanteil beruht. Im natürlich gelagerten Waldboden bilden diese Hohlräume meist zusammenhängende Kanäle, deren Eingänge durch Streue usw. vor dem Verschlämmen oder Verstopftwerden geschützt sind. Im Dauerwiesenboden werden diese Kanäle meist durch den dichten Wurzelfilz verstopft oder nach dem Grasschnitt durch Regenfälle verschlammmt. In Weideböden werden die Grobporen durch den Tritt zerstört und der Oberboden verdichtet dadurch. Demzufolge lassen die verschiedenen Böden das Niederschlags- und Schmelzwasser unterschiedlich rasch einsickern.

Abb. 5 illustriert, wie mit abnehmendem Grobporenanteil am Porenvolumen des Bodens die Einsickerungszeit, welche für die Versickerung einer Wassersäule von 100 mm benötigt wird, zunimmt. Sie beruht auf Untersuchungen Burgers (1929, 1940) in Bergwald und -weide sowie in einem stadt-

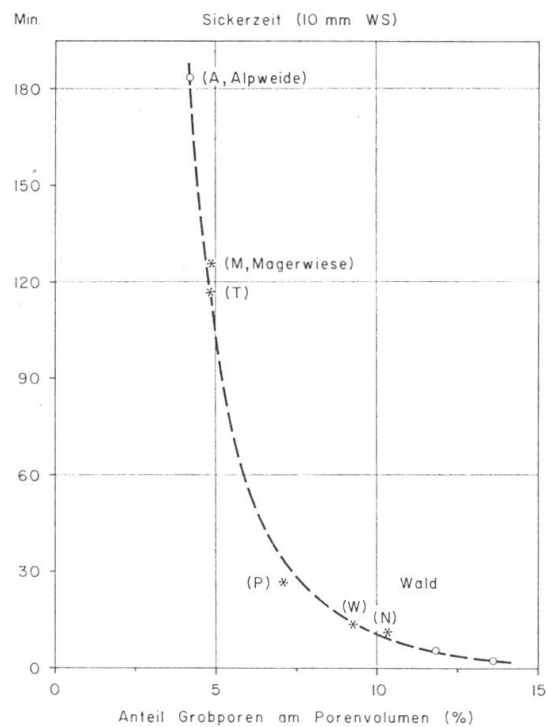


Abbildung 5

Einsickerungsdauer einer Wassersäule von 100 mm in Abhängigkeit vom Grobporenanteil in Wald- und Weideböden (nach Angaben von Burger, 1929, 1940).

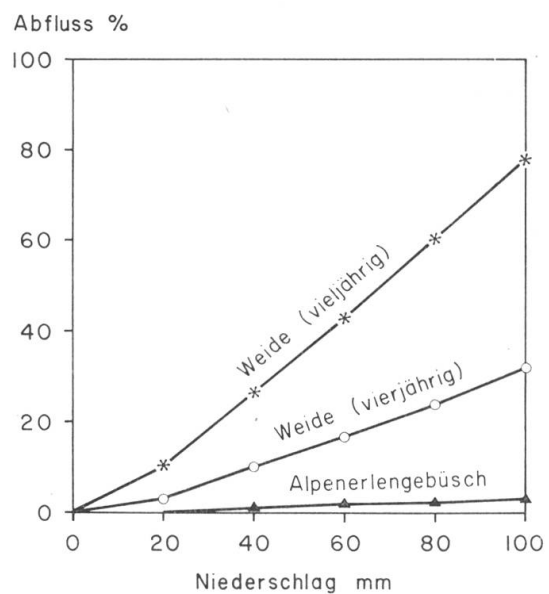


Abbildung 6

Oberflächenabflussprozente bei steigenden Niederschlägen bei Wald- und Weideböden (nach Angaben von Burger, 1943).

nahen Erholungswald und zeigt drastisch wie die lockere Struktur des Waldbodens unter der übermässigen Trittwirkung der Spaziergänger rasch degeneriert (T) und Weidebodencharakter (A, M) annimmt. Die Proben (N) bis (T) stammen aus derselben Waldparzelle, wobei (N) anscheinend nicht betretenen und (W) wenig betretenen Waldboden bedeuten. Bei (P) waren Pfadspuren an der Bodenvegetation zu erkennen und (T) betrifft eigentliche Tretwege.

Wenn die Zerstörung der Grobporen durch den Tritt in Wald- und Weideböden zu einer Verlangsamung der Versickerung führt, so leuchtet ein, dass aus dem beweideten Rappengraben nach intensiven Regenfällen grössere Abflussmengen zu erwarten sind als aus dem bewaldeten Sperbelgraben (Abb. 1 und 4). Dies geht auch deutlich aus Abb. 6 hervor, welche (ebenfalls aus Experimenten Burgers) zeigt, wie mit zunehmender Niederschlagsmenge der Prozentsatz oberflächlich abfliessenden Wassers zunimmt, ganz besonders bei langjährig beweideten Böden. Erstaunlich ist die Schluckfähigkeit des lockeren Bodens im Erlengebüsch!

Ähnliche Resultate, wenn auch mit weniger drastischen Unterschieden, ergaben die neuen Untersuchungen, welche H. Keller (1970) an ganzen Einzugsgebieten des Alphthals (Abb. 7) vornahm. Je grösser die spezifische Abflussmenge (Abszisse) desto grösser der prozentuale Anteil des Oberflächenwassers (Ordinate rechts). Der Unterschied zwischen mässig und stark bewaldetem Einzugsgebiet ist möglicherweise deshalb nicht grösser, weil die häufigen Niederschläge in den Schwyzer Voralpen auch den Waldboden ständig nahezu gesättigt halten, so dass ähnliche Verhältnisse vorliegen wie in Abb. 4 am Ende der Regenperiode. Ausserdem ist die schlechte Benetzbarkeit der Nadelstreu zu berücksichtigen. Das linke obere Geradenpaar besagt, dass mit zunehmender spezifischer Abflussmenge der Calciumgehalt des Wassers (ppm = mg pro Liter) abnimmt. Dies ist ein sicherer Indikator dafür, dass das Wasser bei hoher Abflussmenge hauptsächlich oberflächlich abfliesst und nur zu einem geringen Teil durch den Boden sickert, im Gegensatz zu den Verhältnissen bei niedriger Wasserführung (beim Versickern reichert sich das Wasser mit Calcium und andern Ionen des Bodenfilters an).

Es ist unbestritten, dass die Waldvegetation mehr Wasser durch die Evapotranspiration und Interzeption verbraucht bzw. zurückhält als krautige Vegetation. Die gesamte Abflussmenge aus dem Weidegebiet ist daher grösser als jene aus dem Waldgebiet. Es darf aber nicht vergessen werden, dass die nutzbare Wassermenge aus dem Waldgebiet dennoch grösser ist. Aus dem Weidegebiet fliesst sehr viel Wasser rasch oberflächlich weg, ungenutzt, sofern keine Staudämme vorhanden sind. Der lockere Waldboden dagegen lässt viel Wasser, besonders bei tiefgründigen Böden, ins Grundwasser versickern. Von besonderer Bedeutung ist der Umstand, dass bewaldete Einzugsgebiete eine bessere Niederwasserführung aufweisen (Abb. 2), was unter anderem für das Selbstreinigungsvermögen der Gewässer, für die Fischerei, den

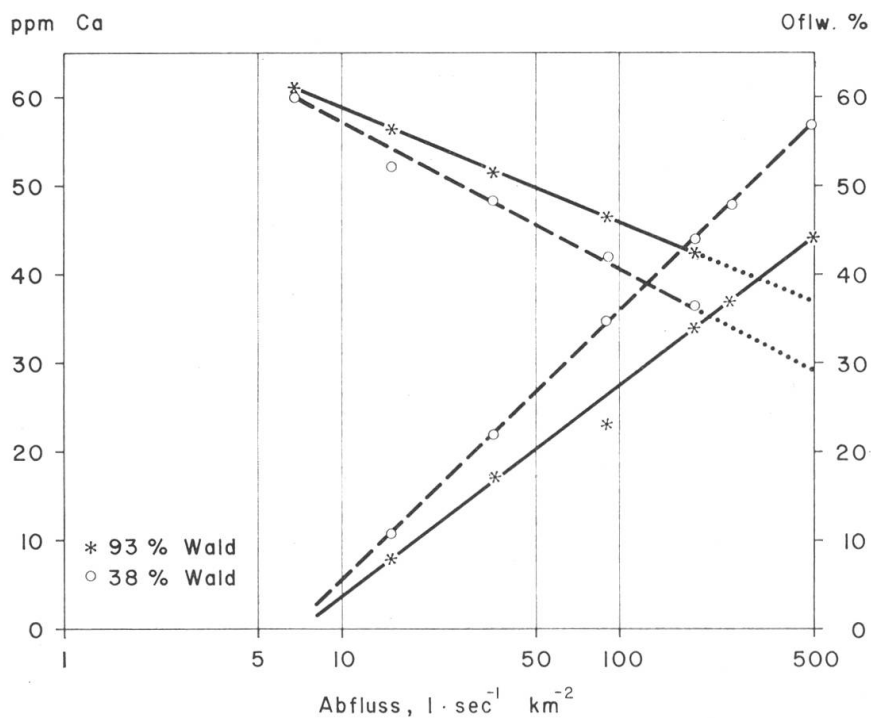


Abbildung 7

Beziehungen zwischen Abflussmenge und Calciumgehalt des Wassers (Ordinate links) bzw. prozentuaalem Anteil des Oberflächenwassers (Ordinate rechts) aus einem stark bzw. mässig bewaldeten Einzugsgebiet (nach Angaben von H. Keller, 1970).

Fremdenverkehr usw. äusserst wichtig ist. Die regelmässige Wasserführung erlaubt zudem die kontinuierliche Speisung des Grundwassers infolge Versickerung durch die Flusssohle hindurch.

Die Hochwasserspitzen aus entwaldeten Gebieten sind ausserdem durch starke Geschiebeführung gekennzeichnet. Dadurch verlanden allfällige Stau-becken rascher. So entlässt der Sperbelgraben nur $50 m^3$ Geschiebe/Jahr, der gleichgrosse Rappengraben dagegen mit $160 m^3$ /Jahr dreimal mehr (Burger, 1954).

2.2 Der Einfluss auf die Wasserqualität

Die Verschmutzung unserer Gewässer hat in den letzten Jahrzehnten so beängstigende Ausmasse angenommen, dass eine Gewässerschutz-Gesetzgebung nötig wurde. Für viele junge Leute ist es kaum fassbar, dass erst 1886 das erste Seewasserwerk in der Schweiz erstellt wurde. Damals konnte das Seewasser ohne jegliche Entkeimung verwendet werden! Zu jener Zeit wurde fast der gesamte schweizerische Wasserbedarf noch von Quellen gedeckt. Der steigende Wasserkonsum zwang in der Folge zu vermehrter Grund- und sogar Seewassernutzung und diese Entwicklung hält an. Man bedenke aber, dass 1962 die mittlere Keimzahl/cm³ bei Quell- und Grundwasser unter 10

lag, jene des Zürichseewassers dagegen über 2400 betrug (H. Keller, 1964). Die Deckung des Wasserbedarfs ruft daher nach immer teureren Aufbereitungsanlagen.

Wie beeinflusst nun aber der Wald die Wasserqualität? Nur schon der Umstand, dass der Wald keine wesentlichen Verunreinigungsquellen enthält, wie zum Beispiel häusliche oder industrielle Abwässer, ist als günstig zu bewerten. Hinzu kommt, dass auch die Waldbewirtschaftung keine zusätzlichen Verunreinigungen herbeiführt, wie zum Beispiel durch eine gesteigerte Mineraldüngung. Es ist ja schon länger bekannt, dass die Abwässer nicht die Alleinschuld an der Eutrophierung unserer Seen tragen (Ambühl, 1960, 1966). Wagner (1969) schätzt, dass etwa $\frac{3}{4}$ des Phosphors und $\frac{2}{3}$ des Stickstoffs, welche von der Argen (mit relativ schwach besiedeltem Einzugsgebiet) dem Bodensee zugeführt wurden, durch Niederschläge aus dem Boden ausgewaschen wurden und damit nicht auf Abwässer zurückzuführen sind. Rod (1969, mündl. Mitteilung) fand, dass Bachwasser aus bewaldeten Einzugsgebieten viel phosphorärmer ist als jenes aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten. Die Untersuchung von Pleisch (1970) im Einzugsgebiet von Pfäffiker- und Greifensee ergab, dass die durchschnittliche Nitratauswaschung aus dem Wald bedeutend geringer ist als aus Kulturland; Waldbäche enthielten auch die geringsten Phosphatkonzentrationen. Da nach Pleisch (1970) die Bodenerosion bei Hochwasser grosse Phosphatmengen in die Seen gelangen lässt, wirkt sich die erosionshemmende, abflussregelnde Wirkung des Waldes auf den Chemismus des Abflusswassers ebenfalls sehr günstig aus.

Auch das im Wald durch den idealen Bodenfilter versickernde und das Grundwasser speisende Sickerwasser ist qualitativ hochwertig. Demgegenüber ist zum Beispiel im Grundwasser des Tösstals unterhalb von Winterthur eine Chloridzunahme feststellbar (Rai, 1970), die weitgehend auf das winterliche Salzen der Strassen zurückzuführen sein dürfte!

3. Der Waldeinfluss auf die Luftqualität

Die rund 100jährige Erfahrung lehrt, dass der Wald bezüglich giftiger Luftverunreinigungen zu den empfindlichsten Vegetationsformen zählt und schon bei Abgaskonzentrationen zugrunde gehen kann, welche die menschliche Nase noch gar nicht wahrnehmen kann. Der Wald vermag somit nicht Wesentliches zur Reinigung giftgashaltiger Luft beizutragen, auch wenn er bis etwa 300 kg SO₂/ha und Jahr fixieren kann. Dies soll aber nicht heissen, ein Wald als Trenngürtel zwischen Industrie- und Wohngebieten würde nicht helfen, die Abgaskonzentration im Wohngebiet zu erniedrigen. Der Wald erhöht nämlich die Oberflächenrauigkeit des Geländes und führt zu einer grösseren Turbulenz der Windströmungen, wodurch die Abgase verdünnt werden. Vor allem aber fördert die unterschiedliche Erwärmung bzw. die

nächtliche Abkühlung der Waldflächen, vertikale Luftbewegung und Frischluftzufuhr. Grössere Waldgebiete in Stadtnähe sollen auf diese Weise städtische Dunstglocken aufbrechen (Zundel, 1971).

Seit einiger Zeit steht die luftregenerierende Wirkung des Waldes bezüglich Sauerstoff (O₂) und Kohlendioxid (CO₂) immer wieder zur Diskussion. Durch die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Materialien und durch die Atmung gelangt CO₂ in die Luft. Vor allem die gewaltig gesteigerte Verbrennung fossiler Brennstoffe liess die Befürchtung aufkommen, unsere Atmosphäre reichere sich übermässig mit CO₂ an, wobei gleichzeitig eine Sauerstoffverknappung eintrete. Der pflanzliche Stoffwechsel, vor allem die Photosynthese, wirkt dem entgegen, nach der bekannten chemischen Formel:



Daraus lässt sich berechnen, dass Pflanzen aus 264 g CO₂ und 108 g Wasser 180 g Traubenzucker herstellen und dabei 192 g Sauerstoff freisetzen. Setzt man Zucker und Holz einander gleich (was für eine Schätzung genügt, wie aus dem Heizwert [Kaloriengehalt] des Holzes abgeleitet werden kann), so lässt sich die jährliche Sauerstoffproduktion des Schweizer Waldes (Holzproduktion etwa 3 Mio m³ auf 1 Mio ha) auf etwa 2,5 Mio Tonnen (etwa 250 g/m²) schätzen (die wesentlich grössere Sauerstoff-Freisetzung bei der Bildung von Laub, Reisig und Wurzeln wird vernachlässigt, da bei deren Verrottung der freigesetzte Sauerstoff wieder verbraucht wird). Nimmt man an, ein Mensch veratme 250 kg Sauerstoff/Jahr, so vermag eine Hektare Wald unter schweizerischen Bedingungen durchschnittlich gerade den Sauerstoffbedarf von 10 Einwohnern zu decken (bzw. der Schweizer Wald vermag die Atemluft für 10 Mio Einwohner zu regenerieren). Wie steht es aber mit der Sauerstoffzehrung durch den Verkehr? Die vollständige Verbrennung von 1 kg Benzin, Flugpetrol und dergleichen braucht rund 3,5 kg Sauerstoff. Ein Jumbo-Jet, der pro Flug 100 t Kerosen verbrennt, benötigt somit 350 t Sauerstoff oder soviel wie etwa 140 ha Wald pro Jahr produzieren. Würden die 350 Flugpassagiere dagegen in 200 Autos reisen, so würden sie rund 20 Prozent mehr Sauerstoff verbrennen (ein Auto braucht etwa 350 g Sauerstoff pro Kilometer Fahrstrecke).

Es ist allerdings zu bedenken, dass der Sauerstoffvorrat der Atmosphäre rund 2000 kg/m² beträgt. Die Regeneration der Luft durch die Vegetation — sei es nun Wald oder offene Flur — hat somit einen recht kleinen Einfluss auf den Sauerstoffvorrat der Erde. Es ist denn auch berechnet worden, dass selbst die Verbrennung aller bekannten Vorräte fossiler Brennstoffe den Sauerstoffvorrat um höchstens 3 Prozent (das heisst von 21 auf 18 Prozent) senken würde (Broecker, 1970).

Beim CO₂ liegen die Verhältnisse allerdings für die Vegetation etwas günstiger, da ein Anstieg des CO₂-Gehalts der Luft zu einer Assimilationszunahme führt, welche ihrerseits dem CO₂-Gehaltsanstieg entgegenwirkt.

Ein wesentlicher Faktor für den Umweltschutz ist dagegen die filternde Wirkung des Waldes für staubförmige Luftverunreinigungen. Die günstigste Wirkung dürften dabei lockere, stufig aufgebaute Waldbestände aufweisen, wie aus Nägelis (1943) Untersuchungen an Windschutzstreifen abzuleiten ist. Dichte Waldbestände lenken den Wind nach oben ab, wobei es bei unregelmäßigem Kronendach infolge der Turbulenz ebenfalls zu Staubausschlag kommt. Lockere Wälder dagegen lassen den Wind eindringen und bremsen ihn ab, wodurch die Staubteilchen sedimentieren. Ausserdem ist bekannt, dass Teilchen bis zu 80 μ beim Aufprall selbst an senkrecht stehenden Blattoberflächen und dergleichen haften bleiben können. Waldluft ist daher besonders staubarm, mit Ausnahme der Blütezeit, wenn beachtliche Mengen Blütenstaub in die Luft entlassen werden. Die Filterwirkung des Waldes für Staub kann sich daher sogar in bodenkundlichen Untersuchungen offenbaren. So wurde im Lee eines industriellen Ballungsgebietes, in dem riesige Mengen aschereicher Braunkohle verbrannt werden, der pH-Wert der Humusschicht in Föhrenwäldern bis in eine Entfernung von etwa 30 km erhöht, weil die Kronen alkalische Flugasche ausfilterten (Abb. 8).

Die gewaltige Filterwirkung des Waldes für Staub kommt jedoch am eindrücklichsten in Meldaus Zahlen (Handbuch der Staubtechnik, 1955) zur Geltung, wonach 1 ha Fichtenwald 32 t, Buchenwald gar 68 t Staub zu binden vermöge, bis die Filterkapazität erschöpft sei. Dies bedeutet, dass der Wald im Extremfall ein Mehrfaches seines Kronengewichtes zu fixieren ver-

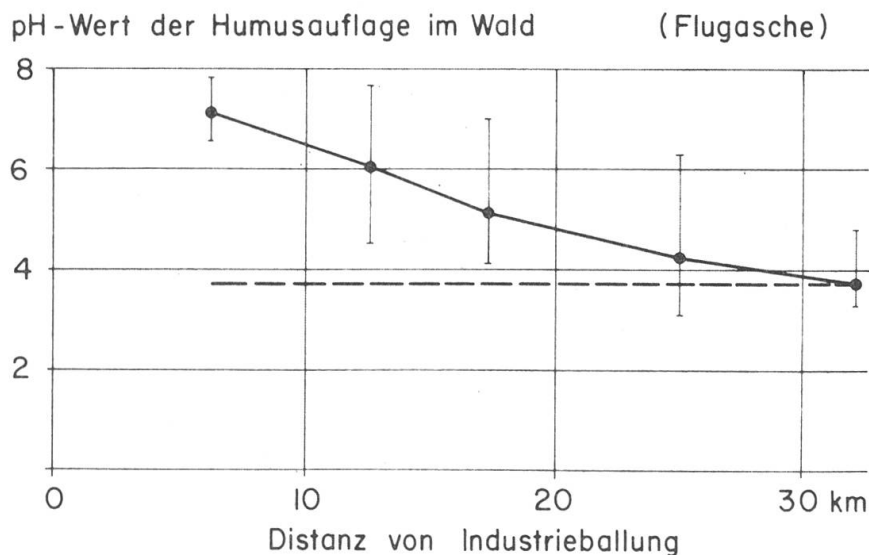


Abbildung 8

Abhängigkeit des pH-Wertes in der Humusaufgabe von der Distanz zur Industrieballung (aus Th. Keller, 1971 a).

möchte! Diese Zahlen sind aber als äusserstes Extrem aufzufassen, gewissermassen als das potentielle Staubfangvermögen des Waldes. Nach Jutzi (1968) wird in Ballungsgebieten Deutschlands ein Staubniederschlag von $1,3 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ im Monatsdurchschnitt toleriert, was 400 kg/ha monatlich entspricht. Selbst wenn der Wald die zehnfache Menge des Staubaufschlages ausfiltern würde, wäre eine vielmonatige Trockenzeit vonnöten, um die erwähnten Extremwerte zu erreichen. Normalerweise wird ein Teil des Staubes mit den Niederschlägen zu Boden gewaschen, wobei der Filter regeneriert und der Staub mit dem Boden vermischt wird. Neuere Untersuchungen haben denn auch viel geringere Staubgehalte von Waldbaumkronen ergeben. Tab. 1 fasst Schätzungen zusammen, die auf eigenen Messungen bei einem Kieswerk bzw. auf Messungen Steubings in Frankfurt beruhen (jeweils nach dreiwöchiger Trockenzeit).

Tab. 1 Staubfilterwirkung von Wald- und Parkbäumen

Baumart	Staubmenge mg/g Blatt- Trockengewicht	Kronengewicht ¹ (Blätter) kg/ha	Staubfang kg/ha
Buche	70	4 000	280
Eiche	90	6 000	540
Fichte	30	14 000	420
Bergföhre ²	200	5 000	1000

¹ Geschätzt nach Burger (1953 und früher)

² Nach Steubing und Klee (1970)

Es ist jedoch zu betonen, dass bei diesen Untersuchungen die Filterkapazität der Bäume bei weitem nicht ausgeschöpft war!

Die staubfilternde Wirkung von Baum und Strauch widerspiegelt sich auch in Abb. 9 und 10. Abb. 9 zeigt, wie der Staubgehalt der Luft mit seitlichem Abstand von einer Strasse über einer Hecke viel stärker abfällt als über Grasland. Analog haben wir gefunden, dass der auf Auspuffgase zurückzuführende Bleigehalt von Pflanzenorganen im Wald stärker abnimmt als im Freiland (Abb. 10); in 50 m seitlicher Entfernung von der Strasse beträgt der Bleigehalt der Assimilationsorgane im Wald nur noch $\frac{1}{25}$, im Freiland dagegen $\frac{1}{6}$ des Bleigehalts am Strassenrand. Schon schmale Hecken und Waldgürtel üben somit eine wohltätige luftverbessernde Wirkung aus und schützen menschliche Lungen ebenso wie landwirtschaftliche Produkte vor unerwünschten Verunreinigungen.

4. Der Wald als Erhalter der biologischen Vielfalt

Die mannigfachen Meliorationsmassnahmen und Anstrengungen zur Rationalisierung und Intensivierung der Landwirtschaft führen zu einer zunehmenden Verarmung der Tier- und Pflanzenwelt, da immer mehr Arten nicht

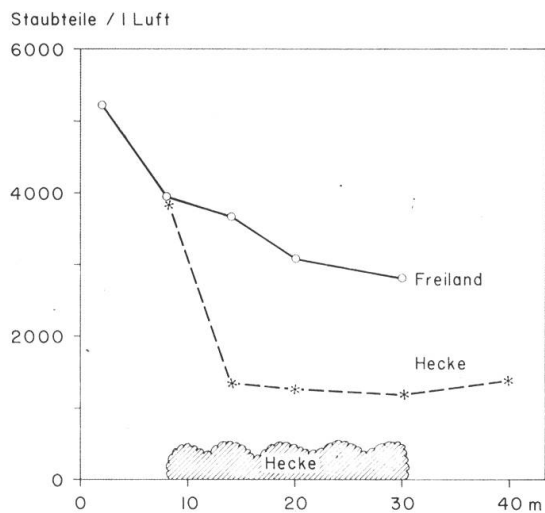


Abbildung 9

Staubgehalt der Luft über einer Hecke bzw. über Freiland (aus Hennebo, 1955).

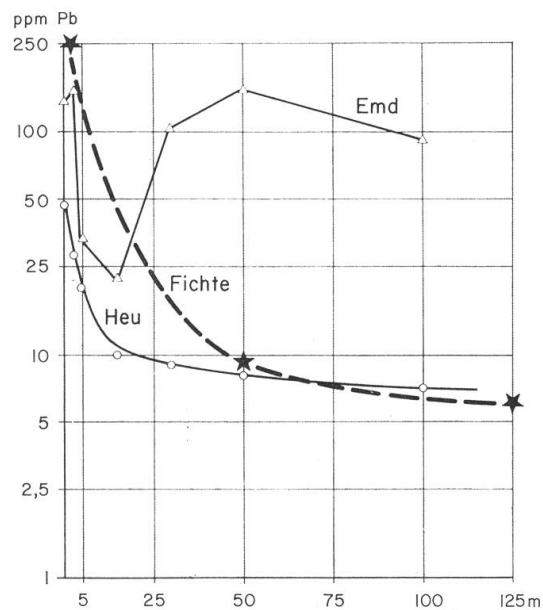


Abbildung 10

Bleigehalt pflanzlicher Organe in Abhängigkeit der seitlichen Distanz von der Strasse bei Wald und Freiland (aus Th. Keller, 1971 b).

mehr die nötigen Standorte innerhalb ihrer ökologischen Amplitude finden. Im Gegensatz dazu bietet der Wald in seiner Mannigfaltigkeit und vor allem auch Langlebigkeit manchen Arten Lebensraum. Gerade die Grenzzone zwischen Wald und offener Flur, also der Waldrand, hat zusehends an Wichtigkeit gewonnen, da sie den Arten, welche durch die oft kurzsichtige Vernichtung von Kleingehölzen bedroht sind, in vielen Fällen Unterschlupf zu gewähren vermag. Von einer Aufforstung kleiner Waldwiesen ist daher abzusehen.

Artenreichtum erhöht den Wert des Waldes an Erholungsraum, der mit zunehmender Verstädterung unseres Landes ständig wichtiger wird. Landolt (1971) hat aber auch überzeugend aufgezeigt, welche praktische Bedeutung artenreichen Biotopen als Reservoir von Erbanlagen zukommt, das möglicherweise für künftige Züchtungen in Anspruch genommen werden muss. Die Bewirtschaftung der Waldungen hat diesem Umstand volle Beachtung zu schenken. Dies gilt auch für die ertragsarmen Laubwaldbestände magerer Standorte, welche nicht umgewandelt oder melioriert werden sollten. Dies um so mehr als die Verknappung der Arbeitskräfte zur Konzentration auf die ertragsreichsten Bestände zwingt.

5. Der Wald als Gliederer der Landschaft

Gerade der Umstand, dass unser Forstgesetz die Erhaltung des Waldareals im wesentlichen sichert, hat dazu geführt, dass die Landesplaner sich auf den

Wald stützen können. Der Wald stellt somit gewissermassen das Rückgrat der Landesplanung dar. Neben den bereits erwähnten traditionellen Schutzfunktionen muss der Wald zunehmend Trennfunktionen ausüben, wozu er auch bestens geeignet ist. Aus Gründen der Lufthygiene und als Erholungsraum wird der Wald auch innerhalb der Agglomerationen zunehmende Bedeutung erlangen. Der Wert des Waldes erschöpft sich aber natürlich nicht in einer blossen Gliederungsfunktion. Der Wald ist ein wichtiges Element der Landschaft, und er verleiht mancher Landschaft das charakteristische Gepräge. Unsere berühmtesten Kur- und Fremdenverkehrsgebiete sind ohne Wald undenkbar. Nicht von ungefähr spielt gerade das ästhetische Moment zum Beispiel bei den gewaltigen Aufforstungen Israels eine bedeutende Rolle. Bäume und Wald gehören eben nicht nur in unsere Landschaft sondern zu einer menschenwürdigen Umwelt schlechthin.

Wer sich all dieser Aufgaben des Waldes für den Umweltschutz bewusst ist, wird kaum mehr Rodungsbegehren stellen, aus der Erkenntnis heraus, dass eine Rodung beispielsweise zugunsten des sogenannten «sozialen» Wohnungsbaus sich in grösserem Zusammenhang gesehen als asoziale Tat entpuppt!

Résumé

L'importance de la forêt pour la protection de l'environnement

La destruction des forêts et les défrichements du Moyen Age dans les Alpes et les Préalpes eurent pour conséquence des perturbations considérables dans l'équilibre naturel et causèrent de nombreuses inondations. Ces circonstances motivèrent l'élaboration d'une législation forestière. La loi de 1902 peut être considérée à juste titre comme première ordonnance suisse en faveur de la protection de l'environnement, assurant la conservation de la superficie boisée et forçant à renoncer à des mesures économiques qui présenteraient un danger pour l'environnement.

A côté des fonctions traditionnelles de production, de protection (avalanches, chutes de pierres, etc.) et de récréation, la forêt remplit les tâches suivantes dans le cadre de la protection de l'environnement:

1. La forêt, par sa seule présence, réduit les émissions néfastes (les sources de pollution de l'air, de l'eau et de bruit sont rares en forêt).
2. La forêt régularise les torrents et approvisionne en eau pure (on sait depuis longtemps qu'elle freine les grosses crues, le sol meuble d'une forêt permettant une plus grande infiltration qu'un sol cultivé ou piétiné). L'eau infiltrée alimente les sources et la nappe phréatique et pourvoit les cours d'eau entre les périodes de pluies. L'eau s'écoulant des régions forestières est pauvre en matières nutritives, ce qui ralentit l'eutrophication de nos lacs.
3. La forêt filtre l'air (les houppiers ont la propriété de libérer l'air de particules de poussière; cette action filtrante agit cependant moins sur les gaz toxiques).
4. La forêt maintient la diversité biologique.
5. La forêt est un élément du paysage.

Ces tâches multiples de la forêt en justifient la protection et les soins, à l'avenir encore plus que par le passé.

Traduction: Mme M. N. Frei-Pont

Literaturverzeichnis

- Ambühl, H.* 1960. Die Nährstoffzufuhr zum Hallwilersee. Schweiz. Z. Hydrol. 22: 563—597.
- Ambühl, H.* 1966. Der Einfluss chemischer Düngung auf stehende Oberflächengewässer. Gas- und Wasserfach 107 (14): 357—363.
- Broecker, W. S.* 1970. Man's oxygen reserves. Science 168: 1537—1538.
- Burger, H.* 1922. Physikalische Eigenschaften von Wald- und Freilandböden. Mitt. Schweiz. Centralanst. forstl. Vers.-wesen 13 (1): 3—221.
- Burger, H.* 1929. Ebenso, III. Mitt. Schweiz. Centralanst. forstl. Vers.-wesen 15 (1): 51—104.
- Burger, H.* 1940. Ebenso, VI. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers.-wesen 21 (2): 223—249.
- Burger, H.* 1934. Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. II. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers.-wesen 18 (2): 311—416.
- Burger, H.* 1943. Ebenso, III. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers.-wesen 23 (1): 167—222.
- Burger, H.* 1954. Ebenso, V. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers.-wesen 31 (1): 9—58.
- Burger, H.* 1953. Holz, Blattmenge und Zuwachs. XIII. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers.-wesen 29 (1): 38—130.
- Engler, A.* 1919. Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. Mitt. Schweiz. Centralanst. forstl. Vers.-wesen 12: 1—626.
- Hennebo, D.* 1955. Staubfilterung durch Grünanlagen. Wiss. Ber. II, Bauwesen, Heft 19, 79 pp, VEB-Verlag Technik, Berlin.
- Jutzi, W.* 1968. Staubbiederschlag und Schwefeldioxid-Immissionen im Schweizerischen Mittelland. Schweiz. Bauztg. 86 (46), 2 pp.
- Keller, H.* 1964. Wald und Wasserwirtschaft. Hesperia-Mitt. 14 (3): 1—23.
- Keller, H.* 1970. Der Chemismus kleiner Bäche in teilweise bewaldeten Einzugsgebieten in der Flyschzone eines Voralpentales. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers.-wesen 46 (3): 113—155.
- Keller, Th.* 1971 a. Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die Vegetation. In: «Schutz unseres Lebensraumes», p. 160—170. Huber, Frauenfeld.
- Keller, Th.* 1971 b. Über verkehrsbedingte Bleirückstände auf der forstlichen Vegetation. In: «Das Problem der Benzinverbleiung», p. 118—130. Beilage B 3/1971 zum Bull. Eidg. Gesundheitsamt, Bern.
- Landolt, E.* 1971. Bedeutung und Pflege von Biotopen. In: «Schutz unseres Lebensraumes», p. 187—193. Huber, Frauenfeld.
- Meldau, R.* 1955. Handbuch der Staubtechnik, Bd. 1, Düsseldorf.
- Nägeli, W.* 1943. Untersuchungen über die Windverhältnisse im Bereich von Windschutzstreifen. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Vers.-wesen 23 (1): 223—276.
- Pleisch, P.* 1970. Die Herkunft eutrophierender Stoffe beim Pfäffiker- und Greifensee. Vierteljahresschrift Naturforsch. Ges. Zürich 115 (2): 127—229.
- Rai, H.* 1970. The improvement of the sewage treatment of the city of Winterthur and its influence on the river Töss and its underground water stream. Vierteljahresschrift Naturforsch. Ges. Zürich 115 (1): 1—100.
- Steubing, Lore und R. Klee* 1970. Vergleichende Untersuchungen zur Staubfilterwirkung von Laub- und Nadelgehölzen. Angew. Botanik 44: 73—85.
- Turner, H.* 1968. Der heutige Stand der Forschung über den Einfluss des Waldes auf das Klima. Schweiz. Z. Forstwes. 119: 335—352.
- Wagner, G.* 1969. Kenngleichungen zur Ermittlung der Belastung von Flüssen mit Phosphor- und Stickstoffverbindungen. Gas- und Wasserfach 110 (4): 93—96.
- Zundel, R.* 1971. Bedeutung des Waldes für Raumordnung und Landschaftspflege. In: Der Forstbetriebsdienst, Vol. 1: 393—435. 5. Aufl. BLV München—Basel—Wien.