

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 75 (1924)
Heft: 9

Artikel: Hochwasser aus gut bewaldeten Einzugsgebieten
Autor: Burger, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765310>

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: 30.03.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

75. Jahrgang

September 1924

N^o 9

Hochwasser aus gut bewaldeten Einzugsgebieten.

Von Hans Burger.

Der Einfluß des Waldes auf den Stand der Gewässer ist von Prof. Dr. Engler vorbildlich dargestellt worden. Bei der gewaltigen Fülle des Stoffes sind aber einige wichtige Momente stark zurückgetreten und von den vielen andern Problemen etwas verdeckt worden. Im folgenden soll den Fragen etwas nachgegangen werden, die mit dem doch nicht ganz seltenen Versagen des Waldes als Wasserstandsregulator zusammenhängen.

Der Amerikaner Chittenden hat schon vor der Publikation Englers die Ansicht vertreten, das Retentionsvermögen des Waldes für Wasser könne in bestimmten Fällen langanhaltender Landregen überschritten werden und der Wald könne dann zur ungelegensten Zeit all sein angesammeltes Wasser abgeben und dadurch unter Umständen zu einer Hochwasserkatastrophe beitragen, wenn sich die Niederschläge bereits vermindert hätten. Beweise besaß Chittenden allerdings nicht. Er stützte sich vielmehr nur auf die damals noch allgemein verbreitete Ansicht, die sich wesentlich auf Obermayer, Wollny und Henry berufen konnte, der Humus des Waldbodens sauge viel Wasser auf, halte es fest und verursache dadurch eine Verminderung und Verzögerung des Wasserabflusses. Engler wies dann einwandfrei nach, daß diese Humustheorie unrichtig sei und daß gerade die Böden mit normaler, d. h. alljährlich vollständiger Humuszersetzung, wassertechnisch am günstigsten wirken.

Teilweise behielt aber Chittenden doch recht: der Wald kann bei Landregen hie und da versagen. Wir wissen, daß der günstige Einfluß des Waldes auf den Wasserabfluß von der Struktur des Waldbodens abhängig ist. Die natürliche Drainage des Waldbodens kann aber auch leicht verdorben werden durch Kahlschläge, durch Stockrodung und tiefgreifende Bearbeitung des Waldbodens. Ein Kahlschlagboden wird meistens oberflächlich verhärtet und wirkt dann bis zum vollständigen Schusse des neuen Bestandes und noch mehrere Jahre darüber hinaus wie ein Wiesenboden. Noch viel schlimmer ist aber die verderbliche Wirkung der Stockrodung und der landwirtschaftlichen Bearbeitung der Waldböden. Stockrodung und Bearbeitung der Waldböden zerstören die natürliche

Drainage vollständig. Der stabile Waldboden wird teilweise oder vollständig in architekturlosen Ackerboden übergeführt. Die Pflugsohle oder Stocklochsohle isoliert die Ackerkrume vom Untergrund. Bei Niederschlägen sättigt sich die Ackerkrume, wird zum Brei, läßt sehr wenig Wasser in die Tiefe dringen und wird an Hängen leicht selbst fortgeschwemmt.

Der alte Bannwart Rüpfen in Biglen berichtet als Augenzeuge, daß zu den Zeiten des Rahlslages und der landwirtschaftlichen Zwischennutzung die an den Abhängen des Brandiswaldes liegenden landwirtschaftlichen Güter von dem sanft geneigten Plateau des Brandiswaldes her bei intensiven Niederschlägen mit abgeschwemmter Waldfelderde teilweise überschüttet wurden, während vorher und nach Einstellung des Waldfeldbaues ähnliche Ereignisse nicht eingetreten seien.

Schon stark verlichteter Wald ohne Unterwuchs verliert einen Teil seiner günstigen Bodeneigenschaften, wie ich am Bestandesrand von Zofingen nachweisen konnte. Sodann ist selbstverständlich die Wirkung des Waldes bei flachgründigem Boden und undurchlässigem Untergrund nicht dieselbe, wie bei tiefgründig durchwurzeltem Boden und durchlässigem Untergrund.

Nach allem, was wir heute über den Waldboden wissen, ist von den Neuaufforstungen nicht sofort eine günstige Wirkung auf den Wasserabfluß zu erwarten. Es braucht je nach den vorhandenen Bodenzuständen und Holzarten vielleicht bis hundert und mehr Jahre, bis eine Neuaufforstung so günstig wirken kann, wie ein alter, gut bewirtschafteter Wald. Die Wirkung einer Aufforstung macht sich allerdings schon geltend, sobald sich der Bestand zu schließen beginnt und steigert sich, je mehr sich im Laufe der Zeit der aufgeförsfete Boden dem Waldboden nähert.

Aber selbst wenn die denkbar günstigsten Bestandes- und Bodenverhältnisse vorhanden sind, so wird in seltenen Ausnahmefällen der Wald zur Hochwasserbildung beitragen. Bei langanhaltenden Landregen bei geringer Verdunstung können die Poren und Höhlungen, Röhren und Kanäle des besten Waldbodens sich mit Wasser füllen, und bei nicht vollständig durchlässigem Untergrund wird das Wasser in Form von Quellen oder als Bodenschweiß wieder zutage treten und sich in den Bachrinnen sammeln. Regnet es weiter, so sammelt sich in den Flüssen einmal das rasch abfließende Wasser des Freilandes, dazu kommt das Wasser, das auch im Walde normalerweise relativ rasch zum Abfluß gelangt, und diese Flut kann noch erhöht werden durch das Wasser, das hauptsächlich Niederschlägen früherer Tage entstammt, erst jetzt aber aus dem gesättigten Waldboden austritt. So kann ausnahmsweise aus gut bewaldeten Gebieten eine Hochwasserwelle entstehen, die den Wasserstand von Gewässern aus Freilandgebieten übertrifft. Diese Möglichkeit des Versagens des Waldes ist schon von Engler dargelegt worden.

Eine weitere Frage ist: Wie wirkt eine Schneedecke auf den Wasserabfluß? Die allgemeine Erfahrung lehrt, daß Niederschläge, die in Form

von Schnee fallen, vom Boden vollständiger aufgenommen werden als intensive Regen. Der gefallene Schnee schmilzt meistens langsam, und auch der schwer durchlässige Freilandboden ist in der Lage, das langsam entstehende Schmelzwasser zum großen Teil in sich aufzunehmen. Anders gestalten sich aber die Verhältnisse, wenn bei hoher Schneedecke plötzlich warme Witterung eintritt, die vereint mit warmen Regen den Schnee rasch zur Schmelze bringt. Da der Schnee stark hygroskopisch ist, so vermag er schwache bis mittlere Regen zunächst vollständig aufzusaugen. Ist der Schnee aber gesättigt, so sammelt sich, dem Gesetz der Schwere folgend, das Wasser hauptsächlich in der untersten über dem Boden liegenden Schneeschicht. Am Hang bewegt sich dann ein großer Teil des Schmelzwassers im Schnee talwärts; ein anderer Teil tritt auf der Unterseite der Schneeschicht aus. Die Bewegung des Wassers kann leicht verfolgt werden.

Man erinnert sich noch der einfachen Versuche, die Engler angestellt hat, um die Wasserbewegung auf und in dem Boden studieren zu können. Die gleiche Methode ist auch sehr geeignet, um die Wasserbewegung bei raschen Schneeschmelzen verfolgen zu können. Man sucht sich am Hang eine typische Stelle aus und entfernt auf einer Fläche von 1,0 m² die Schneedecke. Schüttet man nun am obern Rand der freigelegten Fläche eines Waldbodens von guter Verfassung z. B. 10 Liter Wasser aus, so versickert dasselbe so rasch, daß der untere, 1,0 m entfernte Schneerand der Blöße nicht benetzt wird. Macht man aber denselben Versuch auf der daneben liegenden unberührten Schneedecke und gräbt nach kurzer Zeit im Schnee nach, so bemerkt man die überraschende Tatsache, daß das Wasser sich auf dem besten Waldboden zwischen Schnee und Bodenoberfläche einige Meter weit bewegen kann. Da man beim zweiten Versuch zufällig eine ungünstigere Bodenstelle getroffen haben könnte, so ergänzt man den Versuch zweckmäßig dadurch, daß man den Schnee nachträglich auch auf der zweiten Aufgußstelle wegräumt und nochmals 10 Liter Wasser ausgießt. Man kann dann leicht feststellen, daß ohne Schneedecke das Wasser sofort versickert und kein oberflächlicher Abfluß erfolgt.

Führt man vergleichende Versuche aus zwischen abgeräumtem Wald- und Freiland und schneebedecktem Wald- und Freilandboden, so konstatiert man, daß die nasse Schneelage einen Teil der günstigen Wirkungen des Waldbodens aufhebt. Die Differenzen in der Wasserbewegung an der Bodenoberfläche zwischen Wald- und Freilandboden sind bei nasser Schneelage viel kleiner als bei aperem Boden.

Die physikalische Erklärung dieser Erscheinung ist leicht zu geben. Durch die Wärmeausstrahlung des Bodens schmilzt eine dünne Schicht des Schnees, der direkt über dem Boden liegt, weg. Die Schneedecke stützt sich auf etwas hervorragende Punkte; auf der größten Fläche liegt aber

zwischen Schnee und Bodenoberfläche ein hohler Raum von wenigen Millimetern. Der Schnee übt wie alle hygroskopischen Substanzen selbst in gesättigtem Zustand auf das Wasser eine ansaugende Wirkung aus. Das Schmelzwasser bewegt sich daher hauptsächlich in der untersten Schicht des schmelzenden Schnees, aber auch an der Unterseite der hohl liegenden Schneedecke talwärts, ohne in den Boden überzutreten, wenn derselbe eine ziemlich glatte Oberfläche besitzt. Die Schneewasserleitung wird aber unterbrochen von Baumstämmen, von Sträuchern, von Stöcken, von Felsen und Steinen, besonders aber auch von herumliegendem Reisig. Man kann leicht bemerken, wie die am Boden liegenden Äste und Zweige aus der Schmelzwasserleitung Wasser weggleiten und dem Boden zuführen.

Es wäre denkbar, daß diese Art der Wasserbewegung bei rascher Schneeschmelze an steilen, glatten Hängen die Reibung zwischen Boden und Schnee sehr merklich zu vermindern vermöchte, so daß Schneerutschungen und Grundlawinen ausgelöst werden könnten.

Vom wasserbautechnischen Standpunkt aus würde es sich daher wie bei Lawinenverbauungen darum handeln, die Oberfläche des Einzugsgebietes möglichst rauh und uneben zu gestalten. Wasserbautechnisch kann daher unter Umständen eine dichte Strauchvegetation eine günstigere Wirkung ausüben als ein stark verlichteter Weidewald ohne Unterwuchs. Auch hier aber müssen wir einem Walde im Femelschlag- oder Plenterbetrieb die günstigste Wirkung zuschreiben. Nicht nur sichert diese Bestandesform einen günstigen Bodenzustand mit vollkommen stabiler Struktur, auch die Unterbrüche für die Schmelzwasserleitung sind äußerst zahlreich, dank der großen Stammzahl an altem Holze und der Verjüngung.

Selbstverständlich kann auch gefrorener Boden unter der Schneelage den Abfluß des Schmelzwassers stark befördern. Das ist aber eine Frage für sich, die schon Engler eingehend behandelt hat. Der Waldboden ist viel seltener gefroren als der Freilandboden, da schon eine schwache Streuschicht genügt, um bei nicht zu heftigen Frösten das Gefrieren des Bodens zu verhindern. Auch sind bei normalem Waldboden die großen Höhlungen und Kanäle bei Frost keineswegs verschlossen. Der Waldboden kann durch Frost nur stark undurchlässig werden, wenn der Boden in vollständig gesättigtem Zustand gefroren ist. Gefriert aber ein relativ trockener Waldboden, so wird seine Durchlässigkeit nicht merklich vermindert. Anders liegen die Verhältnisse bei Weideboden und anderem Freilandboden, doch soll hier nicht näher darauf eingetreten werden.

Eine ganz ähnliche Wirkung wie eine Schneedecke übt eine Rohhumusdecke auf den Wasserabfluß aus. Eine leichte Schicht von mildem Humus, der sich in stetiger, langsamer Zersetzung befindet, deutet allerdings immer auf einen günstigen Bodenzustand; anders ist es dagegen mit saurem Humus oder Rohhumus. Während der milde Humus mit dem Mineralboden organisch verbunden ist und allmählich in denselben

übergeht, bildet sich beim Vorhandensein von Rohhumus meist eine scharfe Grenze zwischen Humus und Boden. Die Oberfläche des mineralischen Bodens unter dem sauren Humus ist fast immer verschlossen und wenig durchlässig.

Mäßige Sommerniederschläge werden fast vollständig von der Moosdecke und dem Rohhumus festgehalten, so daß in den mineralischen Boden fast kein Wasser gelangen kann. Tiefwurzelnde Bäume erhalten beinahe kein Wasser der Sommerniederschläge. So können Waldbestände, deren beginnende Vermoorung eher auf nassen Boden schließen ließe, doch während der Vegetationszeit unter Wassermangel leiden, wenn die tiefstreichenden Wurzeln nicht aus einem Grundwasserstrom schöpfen können. Wassermangel und ungenügende Durchlüftung des mineralischen Bodens sind wohl die hauptsächlichsten Gründe dafür, daß die Rohhumusschichten meistens so reichlich durchwurzelt sind, weil die Bäume während der Vegetationszeit fast ausschließlich auf das Wasser der Rohhumusschicht angewiesen sind.

Aus den gleichen Gründen wirkt eine Rohhumusschicht auch sehr ungünstig auf die Quellbildung, da während des Sommers fast kein Wasser den tieferen Bodenschichten zugeführt wird. Eine Rohhumusschicht verzögert und vermindert den Wasserabfluß bei nicht zu großen Niederschlägen. Anders gestalten sich aber die Verhältnisse bei langanhaltenden Landregen und bei Schneeschmelzen. Moosdecke und Rohhumus werden bald gesättigt, geben nur schwer und sehr langsam Wasser an den mineralischen Boden ab, und am Hang bildet dann die zusammenhängende Moos- und Rohhumusschicht gerade so eine Wasserleitung wie eine nasse Schneedecke. Da zudem im gesättigten Rohhumus alle Kapillarporen verstopft sind, so fließt auch bald ein großer Teil des Niederschlagswassers oberflächlich ab, wie auf Freilandboden. Rohhumus verhütet als schlechter Wärmeleiter sehr lange das Gefrieren des Bodens. Ist aber eine Rohhumusschicht einmal durchgefroren, so bildet sie im Frühjahr eine große Gefahr bei eintretender Schneeschmelze. Die obersten aufgeweichten Rohhumusschichten isolieren die tiefer liegenden, verhindern oder verzögern wenigstens deren Auftauen und veranlassen dadurch den oberflächlichen Abfluß des Schmelzwassers.

Wälder mit Rohhumuslagen sind daher bei Landregen und bei Schneeschmelzen meist nicht in der Lage, Hochwasserstände zu verhindern. Eine nasse, rasch schmelzende Schneedecke hebt ebenfalls einen Teil der günstigen Wirkungen des gesunden Waldbodens auf den Wasserabfluß auf. Immer aber vermag eine richtige Waldbehandlung diese unerwünschten Zustände entweder vollständig zu beseitigen oder doch wenigstens deren Wirkungen auf ein bescheidenes Maß zu reduzieren. Der Nichtforstmann ist bei eintretenden Hochwassern und Überschwemmungen sehr leicht geneigt, dem Walde jede günstige Wirkung abzusprechen. Man darf dabei aber

nicht vergessen, daß schließlich auch ein Waldgebiet mit bestmöglichen Boden- und Bestandesverhältnissen durch außerordentliche Niederschläge überlastet werden kann. Dann aber muß man besonders darauf hinweisen, daß es nicht genügt, überhaupt bewaldete Einzugsgebiete zu besitzen. Die Wälder dieser Einzugsgebiete müssen auch entsprechend bewirtschaftet werden. Die geologischen Verhältnisse und die gegebene Bodengestalt können wir nicht verändern, wohl aber vermögen wir durch geeignete Holzartenmischung und Bestandespflege den Waldboden in jenen Zustand überzuführen, in dem er am besten in der Lage ist, Hochwasserstände zu verhindern.

Bei den Gewässern des bernischen Emmentales und anderer Gebiete hilft noch ein Faktor mit, die Hochwasser zu begünstigen, der mit der dort üblichen Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Böden zusammenhängt. Ein tüchtiger Emmentaler Bauer treibt eine so intensive Wechselwirtschaft, daß außer den Alpweiden Naturwiesen selten anzutreffen sind. In landwirtschaftlicher Beziehung ist dieser Betrieb zwar sehr zu begrüßen, wassertechnisch hat er aber schwerwiegende Nachteile. Meine Untersuchungen in Oppligen bei Thun und in Bofingen haben mit aller Sicherheit ergeben, daß Kunstwiesenboden viel weniger durchlässig ist als Naturwiesenboden. Kunstwiese begünstigt daher den oberflächlichen Wasserabfluß und damit die Hochwasserbildung.

Es wäre sehr zu begrüßen, wenn die Praktiker mit ihren genauen Lokalkenntnissen besonders gefährliche Einzugsgebiete auf diese Gesichtspunkte hin genauer untersuchen würden. Mit relativ geringen Mitteln ließen sich hier Probleme aufklären, die forstlich und allgemein volkswirtschaftlich von größter Bedeutung sind.

Vereinsangelegenheiten.

Jahresversammlung des Schweizer. Forstvereins vom 17.—20. August 1924 in Zürich.

Mit Rücksicht auf ein Ereignis ganz besonderer Art, nämlich die Feier des 500jährigen Bestehens der städtischen Forstverwaltung Zürich, hatte man an der letzten Jahresversammlung beschlossen, die nächste Tagung in Zürich abzuhalten.

Die ungewöhnlich hohe Zahl von Mitgliedern, Freunden und Gönnern des Schweizerischen Forstvereins, welche der Einladung des Lokalkomitees Folge leistete, ist wohl in erster Linie auf dieses Ereignis zurückzuführen, dann aber auch auf die bewährte Anziehungskraft der regsam, blühenden Stadt, die immer wieder gerne von denjenigen aufgesucht wird, welche das Glück hatten, hier ihre Studienzeit zuzubringen.