Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty 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 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: 01.12.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

75. Jahrgang

September 1924

Nº 9

Hochwasser aus gut bewaldeten Einzugsgebieten.

Von Sans 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 Anssicht, die sich wesentlich auf Ebermaner, Wollny und Henry bezussen konnte, der Humus des Waldbodens sauge viel Wasser auf, halte es sest und verursache dadurch eine Verminderung und Verzögerung des Wasserabssussen dass dann einwandsrei nach, daß diese Humusztheorie unrichtig sei und daß gerade die Böden mit normaler, d. h. allährlich vollständiger Humuszersehung, 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 Wasserabsluß von der Struktur des Waldbodens abhängig ist. Die natürliche Drainage des Waldbodens kann aber auch leicht verdorben werden durch Kahlschläge, durch Stockrodung und tiefgreisende Bearbeitung des Waldbodens. Ein Kahlschlagboden wird meistens oberflächlich verhärten und wirkt dann bis zum vollständigen Schlusse 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 vollsständig 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 Küpfer in Biglen berichtet als Augenzeuge, daß zu den Zeiten des Kahlschlages und der landwirtschaftlichen Zwischensnutzung die an den Abhängen des Brandiswaldes liegenden landwirtschaftlichen Güter von dem sanft geneigten Plateau des Brandiswaldes her bei intensiven Niederschlägen mit abgeschwemmter Waldselderde teilsweise überschüttet wurden, während vorher und nach Einstellung des Waldseldbaues ähnliche Ereignisse nicht eingetreten seien.

Schon stark verlichteter Wald ohne Unterwuchs verliert einen Teil seiner günstigen Bodeneigenschaften, wie ich am Bestandesrand von Zosingen nachweisen konnte. Sodann ist selbstverständlich die Wirkung des Waldesbei 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 Neuaussorftungen nicht sosort eine günstige Wirkung auf den Wasserabsluß zu erwarten. Es braucht je nach den vorhandenen Bodenzuständen und Holzarten vielleicht bis hundert und mehr Jahre, bis eine Neuaussorstung 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 Lause der Zeit der aufgeforstete Boden dem Waldboden nähert.

Aber selbst wenn die denkbar günftigsten Bestandes- und Bodenverhältnisse vorhanden sind, so wird in seltenen Ausnahmefällen der Wald zur Hochwasserbildung beitragen. Bei langanhaltenden Landregen bei geringer Verdunftung können die Voren 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 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 plöglich warme Vitterung eintritt, die vereint mit warmen Regen den Schnee rasch zur Schmelze bringt. Da der Schnee stark hygrostopisch ist, so vermag er schwache bis mittlere Regen zunächst vollständig aufzusaugen. Ist der Schnee aber gesättigt, so sammelt sich, dem Gesetz der Schwere solgend, 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 tönnen. 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 benett 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 erfolat.

Führt man vergleichende Versuche aus zwischen abgeräumtem Waldund Freiland und schneebedecktem Wald- und Freilandboden, so konstatiert man, daß die nasse Schneelage einen Teil der günstigen Wirkungen des Waldbodens aushebt. 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 stütt sich auf etwas hervorragende Punkte; auf der größten Fläche liegt aber

Millimetern. Der Schnee übt wie alle hygrostopischen Substanzen selbst in gesättigtem Zustand auf das Wasser eine ansaugende Wirkung aus. Das Schmelzwasser bewegt sich daher hauptsächlich in der untersten Schicht des schmelzwasser bewegt sich daher hauptsächlich in der untersten Schicht des schmelzenden Schnees, aber auch an der Unterseite der hohlliegenden Schneedecke talwärts, ohne in den Boden überzutreten, wenn derselbe eine ziemlich glatte Obersläche 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 Üste und Zweige aus der Schmelzwasserleitung Wasser wegleiten und dem Boden zusühren.

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 außgelöst werden könnten.

Vom wasserbautechnischen Standpunkt aus würde es sich daher wie bei Lawinenverbauungen darum handeln, die Obersläche des Einzugssgebietes möglichst rauh und uneben zu gestalten. Wasserbautechnisch kann daher unter Umständen eine dichte Strauchvegetation eine günstigere Wirstung ausüben als ein stark verlichteter Weidewald ohne Unterwuchs. Auch hier aber müssen wir einem Walde im Femelschlags oder Plenterbetrieb die günstigste Wirkung zuschreiben. Nicht nur sichert diese Bestandessorm 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 Verzüngung.

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 Waldsboden, 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 Wasserabsluß 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
sasser gelangen kann. Tieswurzelnde Bäume erhalten beinahe
kein Wasser der Sommerniederschläge. So können Waldbeskände, deren
beginnende Vermoorung eher auf nassen Boden schließen ließe, doch während der Vegetationszeit unter Wassermangel leiden, wenn die tiesstreichenden Wurzeln nicht aus einem Grundwasserstrom schöpfen können.
Wassermangel und ungenügende Durchlüstung des mineralischen Bodens
sind wohl die hauptsächlichsten Gründe dafür, daß die Rohhumusschichten
meistens so reichlich durchwurzelt sind, weil die Bäume während der
Vegetationszeit sast 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 Sang bildet dann die zusammenhängende Moos- und Rohhumusschicht geradeso eine Wasserleitung wie eine nasse Schneedecke. Da zudem im gesättigten Rohhumus alle Kapillarporen verstopft find, 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 durchfroren, 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 Wasserabsluß auf. Immer aber vermag eine richtige Waldbehandlung diese unerwünschten Zustände entweder vollständig zu beseitigen oder duch wenigstens deren Wirkungen auf ein bescheidenes Maß zu reduzieren. Der Nichtsorstmann ist bei eintretenden Hochwassern und Überschwemmungen sehr leicht geneigt, dem Walde sede 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 Bestandespslege den Waldboden in jenen Zustand überzussühren, in dem er am besten in der Lage ist, Hochwasserstände zu vershindern.

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 zusammenshängt. Ein tüchtiger Emmentaler Bauer treibt eine so intensive Wechselwirtschaft, daß außer den Alpweiden Naturwiesen selten anzutressen 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 Zosingen haben mit aller Sicherheit ergeben, daß Kunstwiesenboden viel weniger durchlässig ist als Naturwiesensboden. Kunstwiese begünstigt daher den oberslächlichen Wasserabsluß 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 Kücksicht 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 Tasgung 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 regsamen, blühenden Stadt, die immer wieder gerne von denjenigen aufgesucht wird, welche das Glück hatten, hier ihre Studienzeit zuzubringen.