

Einfluss des Waldes auf den Wasserabfluss bei Landregen

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **80 (1929)**

Heft 9

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-767835>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

bestände auch im Mittelland und Jura im Zunehmen begriffen sein. Um die schlimmen Folgen einer reinen Nadelholzwirtschaft zu verhindern, muß eine bestimmte Beimischung an Laubhölzern nicht nur geduldet, sondern sogar angestrebt werden. Sie dient als Mittel zum Zweck, indem die Laubhölzer, durch die günstige Einwirkung auf den Boden, den Ertrag der Nadelhölzer fördern.

Man wird sich also künftighin nicht damit begnügen dürfen, zu erforschen, welcher Vorrat pro ha und welche Stärkeklassenverteilung für eine bestimmte Gegend die günstigsten sind, sondern es muß auch erwogen werden, wieviel von diesem Vorrat auf Laubholz entfallen muß, um den Boden gesund und während langer Zeiträume in vollster Produktionskraft und günstiger Verfassung für die natürliche Verjüngung zu erhalten.

Bei zunehmender Laubholzbeimischung kann in einem Bestand der Zuwachs steigen, aber durch die Abnahme der Produktion an Nadelholz nimmt der Wertzuwachs ab. Es handelt sich also darum, den günstigsten Mittelweg zahlenmäßig festzustellen.

Je nach Holzart, Boden und Höhe über Meer wird das Mischungsverhältnis wechseln müssen. Da die Laubhölzer, wie wir gesehen haben, aus Nebenholzarten, oder sogar in Form von Sträuchern, vorhanden sein können, wird es oft schwierig fallen, ein Laubholzprozent anzugeben.

Nach H e s s e l m a n ist für den mitteleuropäischen Nadelwald eine Beimischung von 10 % Buchen, nach Stammzahl, genügend, um einen guten Humuszustand zu schaffen.

Wir haben in der Schweiz vorläufig noch keine Anhaltspunkte, um uns darüber auszusprechen.

Einfluß des Waldes auf den Wasserabfluß bei Landregen.

Vom Eidgenössischen Oberbauinspektorat, Bern.

In Nummer 6 der „Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen“ vom Juni 1929 führt unter der Rubrik „Notizen aus der schweizerischen forstlichen Versuchsanstalt“ Herr Hans Burger aus, „daß es unter den Ingenieuren in leitenden Stellungen immer noch solche gibt, die an der Nützlichkeit von Aufforstungen im Einzugsgebiet von Wildwassern zweifeln und sich gegen weitere Aufforstungen aussprechen“. Herr Burger stellt dann für den ziemlich großen Zeitraum von 1904 bis 1927 aus den Beobachtungen Englers im Sperbel- und Rappengraben 23 Fälle von Landregen zusammen, in denen mit wenigen Ausnahmen der bewaldete Sperbelgraben weniger Wasser abfließen ließ, als der meist mit Weiden bedeckte Rappengraben. Daraus schließt Herr Burger, es dürfe entschieden behauptet werden, daß, abgesehen von seltenen Ausnahmen, auch bei Landregen und Regenperioden der Wald sehr günstig auf den Wasserabfluß einwirke.

Es liegt dem Oberbauinspektorat daran, zur Frage des Verhaltens der Wälder bei Landregen von den für den Ingenieur wichtigen Gesichtspunkten aus einen Beitrag zu liefern.

Die gründlichen Untersuchungen Englers sind bekannt. Sie beschlagen aber nur Flußgebiete kleinster Dimensionen; der Flächeninhalt beträgt:

beim Rappengraben (schwach bewaldet) 0,697 km²
 beim Sperbelgraben (praktisch vollständig bewaldet) 0,558 km²

Zu den Verhältnissen, mit denen der Ingenieur zu rechnen hat, verhalten sich diese Einzugsgebiete etwa so, wie der Laboratoriumsversuch kleinsten Maßstabes zu den Dimensionen der wirklichen Bauausführung. Daß vieles aus den Untersuchungen im Sperbel- und Rappengraben Gewonnene nicht verallgemeinert werden darf, unterstreicht Engler selber auf Seite 618 der „Untersuchungen über den Einfluß des Waldes auf den Stand der Gewässer“ mit den Worten:

„Nachdem wir immer und immer wieder gesehen, daß jedes Abflußphänomen das Resultat zahlreicher, uns zum Teil nicht einmal genügend bekannter, verschiedenartig zusammenwirkender Momente ist, haben wir uns vor der kritiklosen Uebertragung der Versuchsergebnisse auf andere Gebiete zu hüten.“

Und weiter unten:

„Wie wir sahen, kann er (der Wald) z. B. bei Landregen sein Retentionsvermögen vollständig verlieren, so daß aus ihm ebenso große Wassermengen zum Abfluß gelangen wie im Freien.“

Wir wollen das Verhalten von Niederschlag und Abfluß nun durch eine Reihe von Tatsachen illustrieren, wie sie die große Natur uns darbietet.

Das Bleniotal als wenig bewaldetes, das Mijox als relativ stark bewaldetes Tal eignen sich gut zu einem Vergleich. Ihre Einzugsgebiete sind ungefähr gleich groß und zugleich 600- bis 700 mal größer als diejenigen der Versuchsräben im Emmental. Bleniotal und Mijox sind Nachbartäler, beide genau nord-südlich orientiert und im Südhang der Alpen gleichen klimatischen Verhältnissen ausgesetzt. Geologisch sind beide Täler sich sehr ähnlich, denn ihr Einzugsgebiet teilt sich näherungsweise folgendermaßen auf:

	Blenio (404 km ²)	Mijox (477 km ²)
davon: Urgestein . .	76 %	96 %
Bündnerschiefer	24 %	4 %

Die nachfolgenden Zusammenstellungen beruhen auf amtlichen Erhebungen.

Tabelle 1.
Einzugsgebiet bis zum Tessin in km².

	Brenno 403,698 km ²		Moesa 476,548 km ²	
	km ² u.	in ‰	km ² u.	in ‰
davon				
Felsen und Schutthalden	108,763	269	141,098	296
Wälder	74,190	184	157,140	330
Firn und Gletscher . .	12,940	32	5,810	12
Seen	0,135	0	0,460	1
Uebrige Gebiete . . .	207,670	515	172,040	361
Total	403,698	1000	476,548	1000

Tabelle 2.

	Mittlere Jahresabflußmenge		Kleinste Jahresabflußmenge		
	Liter/Sec./km ²				
	Brenno	Moesa	Brenno	Moesa	
1914 . .	44,2	49,3	1914 . .	14,7	10,2
1915 . .	41,3	46,9	1915 . .	12,5	10,3
1916 . .	57,1	59,8	1916 . .	11,8	10,3
1917 . .	56,3	62,4	1917 . .	12,2	11,0
1918 . .	46,1	46,4	1918 . .	11,8	9,4
1919 . .	41,6	39,2	1919 . .	14,9	9,4
1920 . .	55,7	68,3	1920 . .	13,7	12,1
1921 . .	29,0	24,2	1921 . .	8,4	5,7
1922 . .	42,1	37,8	1922 . .	7,4	4,7
1923 . .	50,6	51,8	1923 . .	11,0	9,1
1924 . .	54,9	49,0	1924 . .	13,2	8,9
1925 . .	47,3	49,6	1925 . .	14,4	8,6
1926 . .	54,4	63,0	1926 . .	14,8	11,2
1927 . .	61,5	55,8	1927 . .	15,0	10,6
Mittel $\frac{1912}{1927}$	48,7 l	50,2 l	12,6 l	9,4 l	

Wertung der Einzugsgebiete.

Felsen und Schutthalden: Sie machen bei beiden Tälern zirka $\frac{3}{10}$ der Fläche aus, wirken also auf den Verlauf des Abflusses mit gleichen Flächenanteilen.

Wälder: Der Waldbestand ist im Misox knapp doppelt so groß wie im Bleniotal: der Brenno weist knapp $\frac{1}{5}$, das Misox dagegen $\frac{1}{3}$ Waldfläche auf.

Firne, Gletscher und Seen: Sie spielen hinsichtlich des Wasserregimes keine wesentliche Rolle, da sie im Bleniotal nur 3 %, im Misox nur 1 % der Einzugsfläche ausmachen.

(Fortsetzung des Textes auf Seite 302, unten.)

Tabelle 4.

Vergleich, beschränkt auf Beispiele gleichzeitigen Hochwasserabflusses und gleichen vorangehenden Niederschlagsverlaufes.

Datum	Brenno				Moefa			
	Niederschlag			Abfluß	Niederschlag			Abfluß
	a	b	c	Max.	a	b	c	Max.
	mm	mm	mm	l/sekkm ²	mm	mm	mm	l/sekkm ²
23. VII. 1914	149	1	150	562	95	1	96	1151
28. VII. 1915	105	0	105	317	116	1	117	967
10. VI. 1916	99	8	107	423	71	29	100	598
17. VI. 1918	99	34	133	355	75	21	96	547
23. IX. 1920	290	9	299	713	322	12	334	1341
15. VII. 1922	42	95	137	788	57	80	137	984
1. IX. 1923	108	49	157	471	83	21	104	564
24. IX. 1924	72	115	187	667	42	76	118	762
24. IX. 1925	84	21	105	489	90	27	117	959
1. XI. 1926	150	34	184	489	154	22	176	982
25. IX. 1927	131	77	208	766	109	16	125	918
Mittel (¹ / ₁₁):	121	40	161	549	110	28	138	888

a = Summe der Niederschläge der betrachteten Tage vor dem Tage des Abflußmaximums.

b = Niederschlag am Tage des Abflußmaximums.

c = a + b.

Uebrige Gebiete: Sie betragen im Bleniotal etwas mehr als die Hälfte, im Misog etwas mehr als $\frac{1}{3}$ des Einzugsgebietes. Diese „übrigen Gebiete“, welche vorzugsweise die Wiesen und Weiden umfassen, sind im Bleniotal im Vergleich zum Misog um 43 % reichlicher vorhanden.

Steilheit der Hänge und Bodenbeschaffenheit: Die Ostseite des Brennogebietes ist hinsichtlich Steilheit derjenigen des Misog äquivalent, dagegen ist die Westseite flacher gebösch. Die nördliche Bündnerschieferregion des Bleniotales liegt teilweise in der steilen, teilweise in der flacher geböschten Region des Tales. Man wird nicht behaupten wollen, daß die Bündnerschieferformation den Abfluß weniger begünstige als das Urgestein; man braucht sich, um dieser Versuchung nicht zu verfallen, nur die Wildwasserverhältnisse Graubündens vor Augen zu halten!

Ferner wirkt sich die Steilheit der Hänge in jenen Gebieten nicht aus, welche mit Schutthalden, Wäldern, Firnen und Gletschern bedeckt sind. Mit Ausnahme der Wälder werden diese Gebiete ihrer Natur wegen in beiden Tälern durchschnittlich die gleichen Neigungsverhältnisse

aufweisen; bei den Wäldern tritt der Faktor der Hangneigung deswegen in den Hintergrund, weil im Wasserrückhalt nach bekannten Thesen die Porosität des Waldbodens die Hauptrolle spielen soll.

Die Verschiedenheit der Neigung der Talhänge wirkt sich also nur in den oben angeführten „übrigen Gebieten“ aus, d. h. im Vleniotale auf 52 %, im Misog auf 36 % der Einzugsfläche, wobei, wir betonen dies, diese Teilflächen zur Hauptsache aus Wiesen und Weiden bestehen, aus Geländearten also, die nach Ansicht der Forstleute den Abfluß beschleunigen. Außerdem liegen die flachern Hänge der Westseite des Vleniotales im Regenschatten, weswegen der Faktor der geringern Hangneigung im Rahmen des Ganzen weiter an Bedeutung verliert. In der Tat weist diese Talseite von Biasca bis unmittelbar unterhalb Olivone keine für die Wasserführung des Brenno erheblichen Wildbäche auf, wogegen die Nord- und Ostseite des Tales wesentlich das Regime dieses Gewässers bestimmen. Vergewärtigt man sich nun noch, daß die Bodenarten praktisch gleicher Abflußcharakteristik im Vleniogebiete die verbleibenden 48 %, im Misog dagegen 64 % ausmachen, und wägt man diese Faktoren objektiv gegeneinander ab, so kommt man zum Schlusse:

Man sollte erwarten können, daß im Misog die Abflußverhältnisse eher weniger, höchstens aber gleich stürmisch sich zeigen wie im Brennogebiete.

Die hydrometrische Untersuchung zeigt nun überraschenderweise das gerade Gegenteil: Bei einer mittleren Jahresabflußmenge der Periode 1914—1927 von 48,7 Liter/Sec./km² im Brenno, bzw. 50,2 Liter/Sec./km² in der Moesa, also bei praktisch **gleichen durchschnittlichen** Abflußmengen betragen gemäß Tabellen 2 und 3:

	des Brenno in Loderio	der Moesa in Lumino
die größten Jahresabfluß-		
mengen der Jahre 1912-1927	503 Liter/Sec./km ²	876 Liter/Sec./km ²
die kleinsten Jahresabfluß-		
mengen der Jahre 1914-1927	12,6 Liter/Sec./km ²	9,4 Liter/Sec./km ²

Es sind also nicht nur die Hochwasser der Moesa größer, sondern auch ihre Minimalwasser kleiner als diejenigen des Brenno, ein Ergebnis, das man füglich nicht erwartet hätte. Es ist natürlich, daß die extremen Abflußverhältnisse der beiden Täler angesichts der großen Einzugsgebiete nicht immer an denselben Tagen eintraten. Wir haben deshalb, um eine bessere Beurteilung zu ermöglichen, den größten Abflüssen auch die Niederlagsmengen der Hochwassertage, sowie der drei oder mehr vorausgehenden Tage beigegeben. Außerdem haben wir in der Tabelle 4 aus dem Material der Tabelle 3 diejenigen Perioden zusammengestellt, die

infolge gleichzeitigen Auftretens von Größtabflüssen in den beiden Tälern und gleichartigen vorausgehenden Niederschlagsverlaufes direkt vergleichbar sind.

Die soeben hinsichtlich des Niederwasserlaufes gemachte Feststellung ist weniger wichtig; auch wäre vor der endgültigen Beurteilung dieser Erscheinung noch zu untersuchen, ob allenfalls der Charakter der Meßstationen die Niederwasserergebnisse etwas zu beeinflussen vermag. Ein ähnlicher Einfluß auf die Bestimmung der Hochwasserführung ist dagegen ausgeschlossen. Von großer praktischer Bedeutung ist es aber, daß hier der Wald nicht nur die erwartete Milderung des Abflußvorganges bei Landregen völlig vermissen läßt, sondern daß sogar das stärker bewaldete Misox bedeutend größere spezifische Abflusssmengen als das Bleniothal liefert. Das geht besonders aus der Tabelle 4 schlagend hervor, kommt aber auch in Einzelbeispielen, wie demjenigen vom September 1920 der Tabelle 3 klar zum Ausdruck. Selbst wenn man die Niederschlagsmengen des Misox gleich hoch annimmt wie diejenigen des Bleniogebietes, bleibt ein großes Mißverhältnis in den Abflusssmengen bestehen. Möglicherweise wirken noch andere wichtige Faktoren auf diese Abflußverhältnisse ein, die erst noch weiter zu erforschen wären. Es bleibt aber eine merkwürdige Tatsache, daß gerade den Einzugsgebieten, welche die stärksten Bewaldungsprozente aufweisen, die berühmtesten Wildbäche der Schweiz entspringen. Wir nennen als Beispiele:

Gewässer	Kanton	Einzugsgebiet km ²	Waldfläche in % des Einzugsgebietes
Kenggbach	Luzern	12,37 ¹	64,9 ¹
Große Schlieren	Nbwalden	26,29 ¹	58,8 ¹
Trübbach	St. Gallen	3,90	53,1 ²
Gismwiler Lauibach	Nbwalden	27,43 ¹	50,3 ¹
Steinenbach	St. Gallen	19,27 ¹	45,7 ¹

Trotzdem die Ingenieure sich ausgiebig mit diesen und ähnlichen Wildbächen zu befassen gehabt und noch zu befassen haben, schätzen auch sie den Wald als Hilfsmittel im Kampfe mit den Elementen. Es ist durchaus unrichtig, wenn behauptet wird, die Ingenieure unterstützten die Forstkultur nicht; wohl aber heißt es, die Grenzen der Wirksamkeit auch dieses Hilfsmittels klar zu erkennen, damit nicht durch gefährliche Verallgemeinerung von Schlüssen, die aus eng be-

¹ Nach den flächenstatistischen Erhebungen des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft.

² Nach Siegfriedkarte, ausschließlich heutige Aufforstungen.

grenzten Gebieten gewonnen wurden, im Volke der verhängnisvolle Glaube verbreitet werde, es könne mittels Bewaldung der nötige Schutz gegen die Wirkungen heftiger Gewitter oder langandauernder Niederschläge geschaffen werden. Dieser Glaube müßte sich verhängnisvoll nicht nur hinsichtlich der Tatkraft, die es zur Durchführung von Verbauungen braucht, sondern auch hinsichtlich des sachgemäßen Unterhaltes der bestehenden Werke auswirken, in welchen schon bedeutende öffentliche Gelder angelegt werden mußten.

Selbstverständlich begrüßt auch der Ingenieur die Bewaldung im allgemeinen, und jedermann hält die weitestgehenden forstlichen Maßnahmen in vollständig kahlen Gebieten als notwendig.

Der Wald ist vermöge des Verbandes, den er durch die Verwurzelung in den oberflächlichen Bodenschichten erzeugt, ein Mittel zur Verhinderung oberflächlicher Geländeabspülungen. Gerade in dieser Hinsicht vermöchte er die Schutzmaßnahmen der Ingenieure in wertvoller Weise zu ergänzen. Leider aber finden sich wenige Forstleute bereit, die Einhänge verbauter Töbel zu bestocken, und es muß der Ingenieur sehr oft, womöglich aus ersparten Baukrediten, für die Bebuschung dieser Flächen und damit für ihre Festigung sorgen.

Ferner wirkt der Wald, vermöge der Vermehrung der Porosität des Bodens, bei mäßigen, nicht lange andauernden Niederschlägen verlangsamernd auf den oberflächlichen Abfluß ein. Leider aber ist diese Wirkung sehr begrenzt. Von unsern Wildbächen spricht man, wenn sie bei Einzugsgebieten von 5 bis 20 km² spezifische Abflüsse von 3, 5, ja 10 m³ pro Sekunde und Quadratkilometer, bei Einzugsgebieten von mehreren hundert Quadratkilometern solche von 500 bis 1000 und mehr Litern zu Tale führen, nicht aber wenn, wie Herr Burger anführt, nur Größt- abflüsse von 1246 Liter/Sek./km² bei Einzugsgebieten von einem halben Quadratkilometer in Frage stehen. In allen Fällen von praktischer Bedeutung ist das Retentionsvermögen des Waldes schon erschöpft, bevor wasserbautechnisch auch nur der kritische Punkt des Abfluvorganges erreicht ist. Mit Engler ist hier festzustellen, daß alsdann aus dem Walde ebenso große Mengen ablaufen, wie vom Freilande, und das Katastrophenhochwasser wälzt sich zu Tale, als ob der Wald gar nicht bestanden hätte. Das geht aus dem Vergleich des Bleniotales mit dem Misox deutlich hervor und wird auch durch die Erfahrungen mit den Wildbächen der Ost- und Zentralschweiz, sowie des Emmegebietes bestätigt. Letztere zeigen namentlich typisch die Folgen heftiger Gewitter.

Vermag der Wald für die oberflächliche Bodenbefestigung gute Dienste zu leisten, so ist er umgekehrt tiefgründigen Rutschungen ge-

genüber nicht nur machtlos, sondern er fördert sie. Die höhere Porosität des Waldbodens und die durch sie bedingte vermehrte Versickerung von Wasser werden von niemandem bestritten. So wird der Wald zum treibenden Agens auf tiefgründigen Rutschungen; er paralyisiert den günstigen Einfluß, den der Ingenieur in nahezu allen Fällen mittelst Wasserableitung aus diesen Rutschgebieten anstreben muß.

Es sind der Wirksamkeit des Waldes oft auch Grenzen durch die Sachlage selbst gesetzt.

Vor allem ist rasch wirksame Abwehr der Hochwassergefahren vonnöten; nur ingenieurtechnische Maßnahmen gewähren sie. Die Wirkungen von Aufforstungen sind Wechsel auf sehr lange Sicht; sie sind als zweckmäßige Ergänzungen und Sicherungen der Verbauungen zu betrachten, vermögen diese aber nicht zu ersetzen. Logisch ist es deshalb im allgemeinen, daß Aufforstungen, die mit Verbauungen unmittelbar zusammenhängen, nur nach, oder gleichzeitig mit den Verbauungen durchgeführt werden können, sonst fallen sie, mangels gesicherter Basis, der Zerstörung anheim.

Sodann kommt der Wald bei der Bändigung aller jener Wildwasser nicht in Betracht, die über der Waldgrenze liegen; unter dieser Grenze aber kann er wegen der durch ihn verursachten Verminderung des Kulturlandes, über das die Bergbevölkerung bekanntlich nur spärlich verfügt, nicht beliebig vermehrt werden.

Verbauen und Aufforsten, heißt also die Lösung auch des Ingenieurs, wobei dem Wunsche Ausdruck gegeben sei, daß auch der Förster die Grenzen erkenne, die seiner Tätigkeit von der Natur gesetzt sind. Dann werden sich die vereinten Anstrengungen der Vertreter beider Anwendungsgebiete zum Besten unseres Volkes auswirken.

Mitteilungen.

Winterversammlung 1928/29 und 68. Jahresversammlung in Bruntrut des bernischen Forstvereins.

Die Winterversammlung des B. F. V. am 9. Februar 1929 in Bern brachte neben weniger wichtigen Traktanden — es seien nur die Aufnahme des bernischen Unterförsterverbandes in den Forstverein und ein sehr lehrreicher Besuch des Naturhistorischen Museums unter der fachkundigen Leitung von Prof. Baumann, Bern, hervorgehoben — einen Vortrag von Oberförster von Greherz in Narberg über „Untersuchungen und Gedanken über die bisherige Zuwachskontrolle und Vorschläge zur Einführung einer einfachen Kontrollmethode in den Waldungen des Bernbiets“. Es sei gleich vorweggenommen, daß der B. F. V.