

Wasserrückhalt im Wald – Abflusswege verstehen und steuern

Angesichts zunehmender Extremwetterereignisse rückt für Forstbetriebe der Waldwasserhaushalt in den Fokus. Hitze und Dürre einerseits, Starkregen andererseits, verursachen Waldsterben, Trinkwasserknappheit, Sturzfluten und Erosion.

TEXT: NILS MORGNER, ANSGAR PAPE, DIRK LANDGRAF

Die natürliche Schwammwirkung des Waldes kann den Witterungsextremen entgegenwirken. Sie wird durch das Waldmanagement beeinflusst und kann durch gezielten Wasserrückhalt unterstützt werden. Dieser Artikel zeigt exemplarisch, wie sich Waldbewirtschaftende einen Überblick über die Waldhydrologie verschaffen und Maßnahmen zum Wasserrückhalt ableiten können.

Hydrologie im Wald

Der Wasserhaushalt des Waldes wird gespeist aus Niederschlägen und Wasserzuflüssen. Wasser entweicht dem Wald durch Abflüsse aus dem Gebiet, sowie Transpiration und Evaporation. Die Transpiration lässt sich beispielsweise über waldbauliche Maßnahmen steuern [1]. Entscheidend sind aber auch die Zu- und Abflüsse in oder auf dem Boden. Die Wasserflüsse werden maßgeblich von der forstlichen Erschließung (Wege, Gassen, Durchlässe) beeinflusst [1]. Um den Wasserfluss im Wald zu verstehen, betrachten wir im Folgen-

den die wichtigsten Parameter, die Wasserflüsse im Gelände beeinflussen.

Die Horizontale

Entsprechend der Schwerkraft bevorzugt Wasser den Weg nach unten. Dieser wird jedoch je nach Boden- und Gesteinsbeschaffenheit erschwert. Der Wasserfluss im Tiefenschnitt (Abb. 1) lässt sich hydrologisch über „Abflussprozesse“ beschreiben [2]. Im besten Fall versickert das über den Bodenspeicher (Feldkapazität) hinausgehende Wasser in das Grundwasser. Dafür ist eine gute hydrogeologische Durchlässigkeit entscheidend (z.B. Sandstein). Dieser Abflussprozess wird als Grundwasserabfluss bezeichnet.

Liegt eine schlechte Durchlässigkeit der Gesteine vor (z.B. Metamorphit, Tonstein), kann es in ebener Lage zu Staunässe kommen. Bei Hanglage fließt das Wasser im besser leitenden Boden als Zwischenabfluss talwärts. Für eine gute Wasserleitfähigkeit der Waldböden ist eine luftige Lagerung notwendig. Alte Wurzelkanäle, Regenwurm-, oder Maulwurfgänge fördern die Wasserleitfähigkeit des Bodens

[2]. Hangabgrabungen, z.B. an Forststraßen, können den Zwischenabfluss wieder zu Tage treten lassen [3].

Ist der Zustrom größer als die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens, wird ein Großteil des Wassers erst gar nicht aufgenommen, sondern fließt als Oberflächenabfluss ab [2]. Grund kann eine Verdichtung oder Versiegelung von Bodenporen sein. Auf ausgetrockneten Böden kann zudem Hydrophobie, bzw. bei nassen Verhältnissen eine Wassersättigung, die Wasseraufnahme verhindern und Oberflächenabfluss hervorrufen.

Die Vertikale

Das Gelände entscheidet, ob sich die Wasserabflüsse gleichmäßig über die Fläche verteilen, oder in Senken und Tälern zusammenfließen. In diesen Geländeformen erhöhter Wasserkonzentration steigt die Wahrscheinlichkeit für eine Sättigung des Bodens und damit für Oberflächenabfluss [2]. Ist das Einzugsgebiet des Tals besonders groß tritt auch dauerhaft Oberflächenabfluss, in Form von Fließgewässern, auf. Andererseits fließt Wasser

Schneller ÜBERBLICK

- » Wasserrückhalt und Schwammwirkung des Waldes verstehen und interpretieren
- » Welche Faktoren bestimmen den Wald-Wasserhaushalt
- » Oberflächenabfluss als Haupt-Erosionsursache verhindern lernen

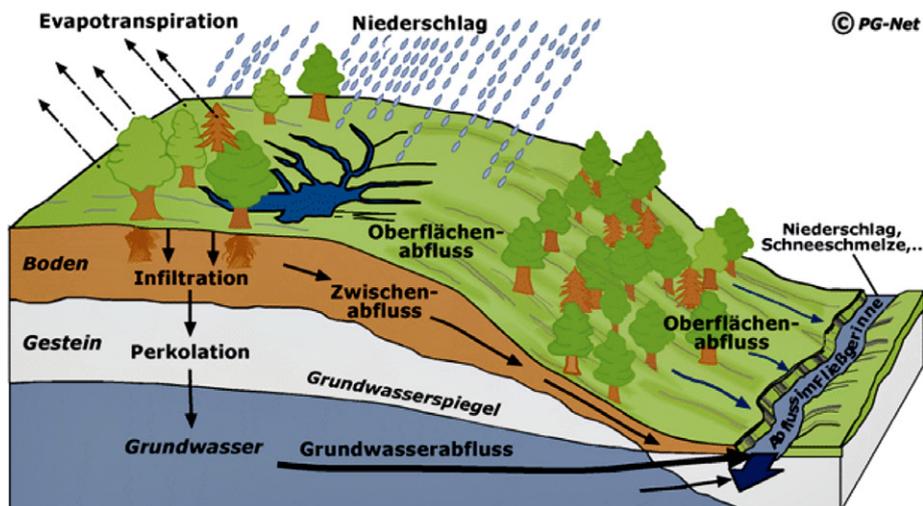


Abb. 1: Schematische Darstellung der Abflussprozesse

[4] Wendland et al. (2010) nach [5] Ahmert (2009)



von Kuppen ab, weshalb dort die Gefahr für Oberflächenabfluss durch Sättigung geringer ist. „Grundsätzlich gilt: Je länger und hydraulisch rauer der Fließweg, desto langsamer der Abfluss und desto geringer der Scheitel einer Abflusswelle.“ [6]

Die Zeit

Die Zeit bzw. Niederschlagsintensität spielen eine entscheidende Rolle. Die Transpiration und der Niederschlag schwanken im Jahresverlauf, was sich im Jahresverlauf der Bodenfeuchte widerspiegelt [7]. In Folge ist die Bodenfeuchte im mitteleuropäischen Raum im Winter am höchsten und im Spätsommer am niedrigsten. Niedrige Bodenfeuchte setzt die Bäume unter Trockenstress. Wenn der Wasserspeicher des Bodens aufgefüllt ist, kann hingegen Oberflächenabfluss aufgrund von Sättigung auftreten.

Bei extremen Niederschlagsmengen in kurzer Zeit wird die Aufnahmefähigkeit bester Waldböden überfordert. Die Beregnung eines Sandbodens (geringe Hangneigung) verursachte in einer Untersuchung kaum Oberflächenabfluss bei 30 bzw. 60 l/h Beregnung. Bei 90 l/h stieg der Oberflächenabfluss auf ca. 15 %, bei 120 l/h auf 55 % der Niederschlagssumme an [8]. Solche Starkniederschläge lassen sich auch im Bodenfeuchtemonitoring nachvollziehen. Die Bodenfeuchte der nahe Ruhla gelegenen Waldmessstation „Hohe Sonne“ erreichte beispielsweise am 4. Juni 2021 100 % [9]. Am gleichen Tag wurde der Ort Mosbach in Folge von ca. 90 mm Starkregen innerhalb weniger Stunden durch eine Sturzflut überschwemmt.

Einfluss des Wasserrückhalts

Zentrales Ziel des Wasserrückhalts ist die Minderung von Oberflächenabfluss [10]. Dieser verursacht einerseits Erosionsschäden. Andererseits fließt er schneller als Zwischen- und Grundwasserabfluss ins Tal [6] [11]. Damit wird er zum Hauptverursacher von Sturzfluten [12].

Die Niederschlagsintensität als Hauptfaktor lässt sich schwer beeinflussen.

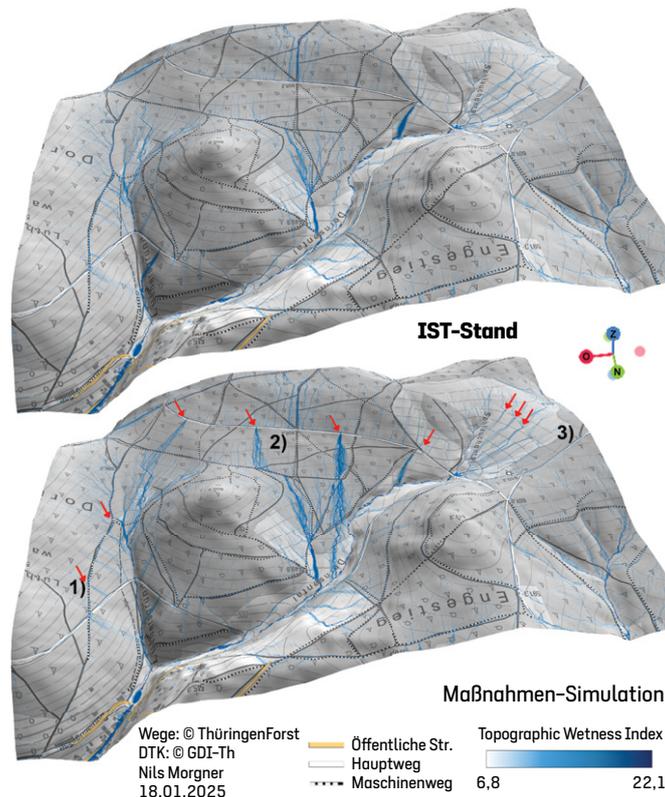


Abb. 2: Geländebedingter Wasserfluss im Luthersgrund und Schlauchental bei Ruhla (Gebiet 1.800 x 1.300 m). Maßnahmensimulation: 1) Querabschläge. 2) Durchlässe. 3) Grabenverschluss.

Forstliches Management kann jedoch auf einen Starkregen vorbereiten und Oberflächenabfluss vermeiden bzw. bremsen:

- *Bodenverdichtung oder Versiegelung vermeiden*
- *Hanganschnitte vermeiden: dort wird Zwischenabfluss zu Oberflächenabfluss*
- *Lineare Entwässerungsstrukturen rückbauen*
- *Abfluss über die Fläche verteilen*
- *Kleinrückhalte anlegen*
- *Abflussbremsen anlegen*

Oberflächenabfluss sollte sich in seinen Fluss durch das Relief nicht sammeln, sondern breit verteilt über die Fläche laufen. So kann möglichst viel Bodenspeicher gefüllt werden, bevor Sättigungsflächenabfluss und Erosion entstehen. Ein gebündeltes Abfließen erhöht die Hochwasserschäden, da es auch gebündelt im Tal ankommt und sich seinen Weg sucht [11].

Umsetzung am Beispiel von Ruhla

Im Rahmen einer Masterarbeit wurde für die Bergstadt Ruhla im nordwestlichen Thüringer Wald die forsthydrologische Situation anhand von GIS-Modellen

dargestellt [13]. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über ca. 2.000 ha und entwässert in den städtischen Bach. Das reliefreiche Gebiet liegt auf 357 bis 987 m ü. NN und ist zu 78 % bewaldet. Der Fichtenanteil ist in den letzten 10 Jahren aufgrund von Kalamitäten von 59 % auf 23 % gesunken. Am Rande des Mittelgebirges gelegen, fällt im Jahreschnitt 987 mm Niederschlag. Die Durchschnittstemperatur liegt bei 7,6 °C (1991 bis 2020). Auf den meisten Waldstandorten kommen Granit und Glimmerschiefer mit einer niedrigen Wasserdurchlässigkeit vor. Sie bilden überwiegend basenarme Braunerden aus sandigem Lehm und einem pflanzenverfügbaren Wasserspeicher (nFK) von ca. 90 l/m².

Abflussprozesse

Zur Kartierung der Abflussprozesse wird ein Entscheidungsbaum [14] verwendet. Er ordnet jeder Fläche in Abhän-

gigkeit von Hangneigung, Hydrogeologie und Landnutzung einen dominanten Abflussprozess zu. Demnach dominiert um Ruhla auf 98 % der Fläche Zwischenabfluss. Auf 2 % wird Oberflächenabfluss ausgewiesen. Dabei handelt es sich größtenteils um ebene Flächen in der Stadt.

Geländebasierte Indizes

Oberflächenabfluss fließt entlang des Gefälles im Relief. Zur Darstellung der Fließwege wird der Topographic Wetness Index (TWI) verwendet. Blaue Farben stellen die Standorte mit der höchsten Neigung zur Wasseranreicherung dar. Die Berechnung erfolgt aus dem Digitalen Geländemodell (DGM 1 m). Die Auflösung ermöglicht es die Wirkung von Wegegräben darzustellen, allerdings müssen Durchlässe vorher in das Modell eingearbeitet werden.

Abgeleitete Maßnahmen

Auf den bewaldeten Hängen findet überwiegend Zwischenabfluss statt. Das Relief steuert in welchen Bahnen sich der Abfluss sammelt. Im dargestellten Landschaftsausschnitt (Abb. 2) wird der IST-Stand (oben) des Abflussgeschehens im Gelände mit dem TWI dargestellt. Dieser wurde bei einem Geländebegang überprüft. Unten zu sehen sind drei Maß-

Quelle: Nils Morgner



Foto: Nils Morgner

Abb. 3a: Erosion auf Maschinenweg.



Foto: Nils Morgner

Abb. 3b: Überspülung des Durchlasses.

nahmen, deren Umsetzung vor Ort sinnvoll erscheint und mit dem TWI simuliert werden. In Abb. 3 sind Bilder aus dem Geländebegang zu sehen.

1. Der Maschinenweg am Luthersgrund sammelt Oberflächen- und Zwischenabfluss aus dem Hang. Das Wasser fließt bei stärkeren Niederschlägen in den Fahrspuren und verursacht Erosion (Abb. 3a). Eine simulierte Maßnahme ist die Anlage von Querabschlägen. Dadurch kann das Wasser von der Fahrspur in den darunterliegenden Wald geführt werden.

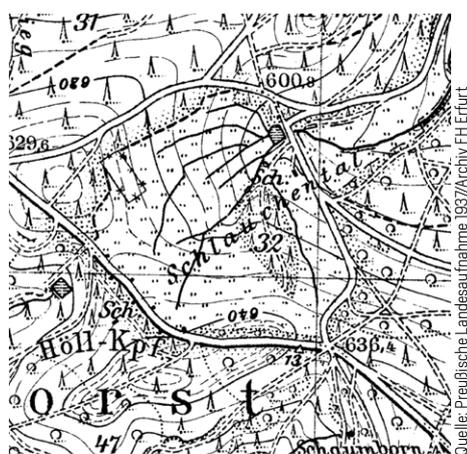
2. Der befestigte Abfuhrweg besitzt selbst eine geringe Neigung. Es fand sich erst nach ca. 1 km der erste Durchlass. Bei starken Niederschlägen wurde der Weg am Durchlass überspült (Abb. 3b). Die simulierte Maßnahme umfasst die Anlage von drei zusätzlichen Durchlässen. Der Effekt ist deutlich in Abb. 2 zu erkennen. Dadurch wird das Wasser besser in den darunterliegenden Wald verteilt.

3. Die Schlauchental-Wiese (Abb. 2, hellgrau) entwässert trichterförmig in den Koppelpart. Anhand geradliniger Strukturen im TWI wird klar, dass auf der Wiese künstlich in den Wasserfluss eingegriffen wurde. Aus einer Karte von 1937 (Abb. 3c) sind eingezeichnete Entwässerungsgräben zu erkennen, die auch heute vor Ort zu finden sind.

Aus dem Verlauf des TWI (Abb. 3d) ist zu vermuten, dass die alten Gräben weiterhin den Wasserfluss steuern. Simuliert wurde in Abb. 2 der punktuelle Einbau von Sperrbauwerken.

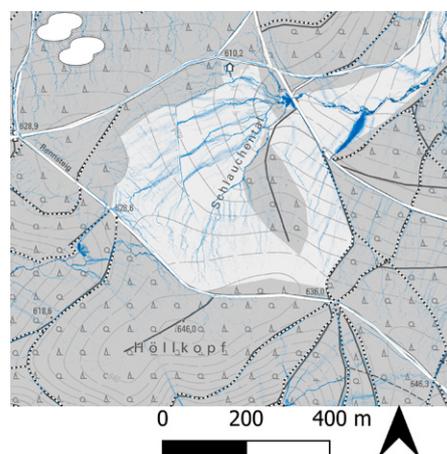
Literaturhinweise:

Download des Literaturverzeichnisses in der digitalen Ausgabe von AFZ-DerWald (<https://www.digitalmagazin.de/marken/afz-derwald>) sowie unter: www.forstpraxis.de/downloads



Quelle: Preußische Landesaufnahme 1937/Archiv FH Erfurt

Abb. 3c: Historische Entwässerungsgräben



Quelle: Nils Morgner

Abb. 3d: TWI Schlauchental (Topographic Wetness Index)

Fazit

Wasserrückhalt im Wald bedeutet nicht nur die Anlage von Rückhaltebecken. Die Wasserführung und Verteilung über das Gelände spielen eine entscheidende Rolle bei der Minderung von Dürre, Sturzfluten und Erosion. Geländebasierte Indizes wie der TWI ermöglichen einen Überblick über bevorzugte Abflusswege. Sie berücksichtigen jedoch nicht die Beschaffenheit von Böden, Geologie oder die Niederschlagsintensität. Die simulierten Maßnahmen haben bereits auf den ersten Blick unterschiedlich starke Auswirkungen auf den TWI. Zukünftig sind weitere Untersuchungen zur Validierung der Vorhersagegenauigkeit nötig. Die Ergebnisse der Simulation haben am Beispiel von Ruhla gezeigt, wie der TWI zum Erkennen von notwendigen Maßnahmen angewandt werden kann.

Die gleichmäßige Verteilung des Wasserabflusses soll dem Wasserspeicher auf möglichst großer Fläche zugutekommen und die zerstörerische Wirkung schneller Abflusslinien brechen. Einfache und kostengünstige Maßnahmen sind die Anlage

von Querabschlägen auf Maschinenwegen und Gassen, sowie die Instandhaltung oder Neuanlage von Durchlässen. Sollten historischen Entwässerungsgräben vorhanden sein, kann ein Rückbau geprüft werden.



Nils Morgner

Nils.Morgner@forst.thueringen.de,

studierte den Masterstudiengang „Management von Forstbetrieben“ an der FH Erfurt und hat seine Abschlussarbeit über den Wasserrückhalt in Ruhla (Th. Wald) geschrieben. Prof. Dr. Dirk Landgraf ist Inhaber der Professur für Nachwachsende Rohstoffe und Holzmarktlehre.

Gemeinsam mit Ansgar Pape, Leiter des Forstamtes Marksuhl, betreute er die Arbeit.