

# EVALUATION VON WIEDERVERNÄSSUNGS- MASSNAHMEN

*... in Hangmooren des Nationalparks Hunsrück-Hochwald:  
Veranschaulichung am Beispiel zweier Einzugsgebiete unter  
Betrachtung von Jahregängen und Einzelereignissen*

24

*In der vorliegenden Studie werden die Auswirkungen von Grabenverschlüssen auf die Abflussdynamik eines stark staunassen und drainierten Einzugsgebiets beurteilt. Hierfür erfolgt ein einfacher, deskriptiv-statistischer Ansatz, der die Abflusskoeffizienten (RC) auf Monatsbasis für die Abflussjahre 2016, 2017 und 2018 betrachtet. Verglichen werden dabei zwei Einzugsgebiete in Hangmooren („Brüchern“), dem Casparsbruch (Verfüllungen mit Erdplomben) und dem Tierchbruch (Verfüllungen mit Staustufen). Beurteilt wird die RC-Änderung sowohl vor dem Hintergrund der Grabenverschlüsse als auch vor dem Hintergrundwert des Traunbachs, dem Gesamtgebietsvorfluter. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass im Teileinzugsgebiet Casparsbruch eine messbar höhere Wasserführung im Nachgang der Verfüllungen erzielt werden konnte. Nach einer feststellbaren Transformationsphase, in welcher durch die Verplombung des instrumentierten Grabens nur wenig Abfluss messbar war, erzielte die Wiedervernässungsmaßnahme bereits im zweiten Jahr nach Grabenverschluss deutlich höhere und stabilere Wasserführungen. Diese Tendenz war im Tierchbruch nicht vergleichbar ausgeprägt erkennbar, wenngleich auch hier eine höhere Wasserführung zu beobachten war. Ob dies an unterschiedlichen Verschlussmethoden liegt, und ob sich langfristig ähnlich gut feststellbare Erfolge wie im Casparsbruch einstellen, müssen längerfristige Messungen zeigen.*

## 1. Einführung

Hangmoore und stark staunasse Standorte stellen ein natürliches Landschaftselement des Nationalparks Hunsrück-Hochwald dar (Trappe & Kneisel 2019, Scholtes 2002, Ruthsatz 1999, Reichert 1975, Hofmann 1957). Aufgrund hoher Jahresniederschläge und niedriger Temperaturen verbleibt ein vergleichsweise hoher Anteil des Niederschlags im Boden und wird entweder dem Grundwasserspeicher oder dem oberflächennahen Bodenwasserspeicher zugeführt.

Zwar weist der als Grundgestein prädominante Taunusquarzit viele Kluftgänge auf, durch die Wasser vergleichsweise schnell in den Grundwasserspeicher gelangen kann, aber aufliegende periglaziale Fließdecken aus dem späten Pleistozän bilden an vielen Stellen aufgrund ihrer feinen Bodentextur Aquitarde und Aquifugen aus – Schichten, durch die das Bodenwasser nur noch schlecht perkolieren kann. An diesen Stellen kommt es zum Aufstau des Wassers und zur Bildung von Feuchtwäldern bis hin zu vermoorten und/oder anmoorigen Standorten (vgl. Reichert 1975, Steingötter 2005, König et al. 2015). Verstärkt wird dieser Effekt zusätzlich durch die Topographie, da sich in

Tiefenlinien und oberhalb von geologischen Hindernissen – im konkreten Fall quer zum Hang verlaufende Falten-scheitel des Grundgesteins – ein zusätzlicher Wasserstau einstellen kann. Die räumlich recht heterogene Verteilung der staunassen Bereiche inmitten der terrestrischen, also „trockenen“ Standorte ist das Resultat dieser Bildungsbedingungen (vgl. Kapitel 2.1).

Im 19. Jahrhundert bestand das Ziel, staunasse Standorte für eine forstwirtschaftliche Nutzung zu erschließen. Wechsel in den Baumgesellschaften zeichnen anhand alter Forsteinrichtungsdaten den Wandel von Weichhölzern hin zu Fichtenbeständen nach (Burggraaff & Schultheiß 2016, Schultheiß 2019). Hierfür musste jedoch eine Dränung der Flächen erreicht werden, um den Bodenwasserspeicher zu entleeren und einen schnellen Abfluss nach Niederschlägen zu gewährleisten. Zu diesem Zweck entstand ein engmaschiges Netz von Drainage- und Wegseitengräben. Hierdurch wurden die ursprünglichen Standorteigenschaften derart geändert, dass es zu einem markanten Wechsel der Ökosysteme kam – teils gewollt (Anpflanzung der Fichte), teils als indirekte Konsequenz der Eingriffe.

Mit der Einrichtung des Nationalparks ging der Wunsch nach Renaturierung dieser inzwischen teils stark degra-

dierten Standorte einher. So führt die Stiftung Natur und Umwelt des Landes Rheinland-Pfalz (SNU RLP) im Rahmen des EU-LIFE-Projekts „Hangmoore im Hochwald“ Grabenverschlüsse durch, um die entwässernden Strukturen zu deaktivieren und einen erneuten Rückstau des Wassers zu induzieren. Dabei wird auf zwei unterschiedliche Verfahren zurückgegriffen: (1) Grabenverschluss mit Plomben; hier werden mittels Maschineneinsatz Verfüllungen aus Mineralboden in die Gräben gefüllt. (2) Verfüllung nach Zuger Methode (vgl. Staubli 2004); hierbei erfolgt eine Verfüllung per Hand unter Verwendung von Hackschnitzeln und dem händischen Eintreiben von Holzdämmen.

Die angestrebten Effekte der Grabenverfüllung gehen dabei über die Änderung des Bodenwasserhaushalts hinaus; durch den Aufstau kommt es zu anaeroben Verhältnissen im Boden, der Stoffabbau organischer Materie wird gemindert. Hierdurch kann es potentiell zur Akkumulation organischer Materie kommen. Wenngleich eine Moorrenaturierung aufgrund der niedrigen Wachstumsgeschwindigkeit von Torfmoosen allenfalls langfristig zu erwarten ist, kommt es im Erfolgsfall doch zu einer vergleichsweise schnellen Änderung des Bodenwasserregimes, die förderlich für die Reetablierung potentiell natürlicher Flora und Fauna sein kann.

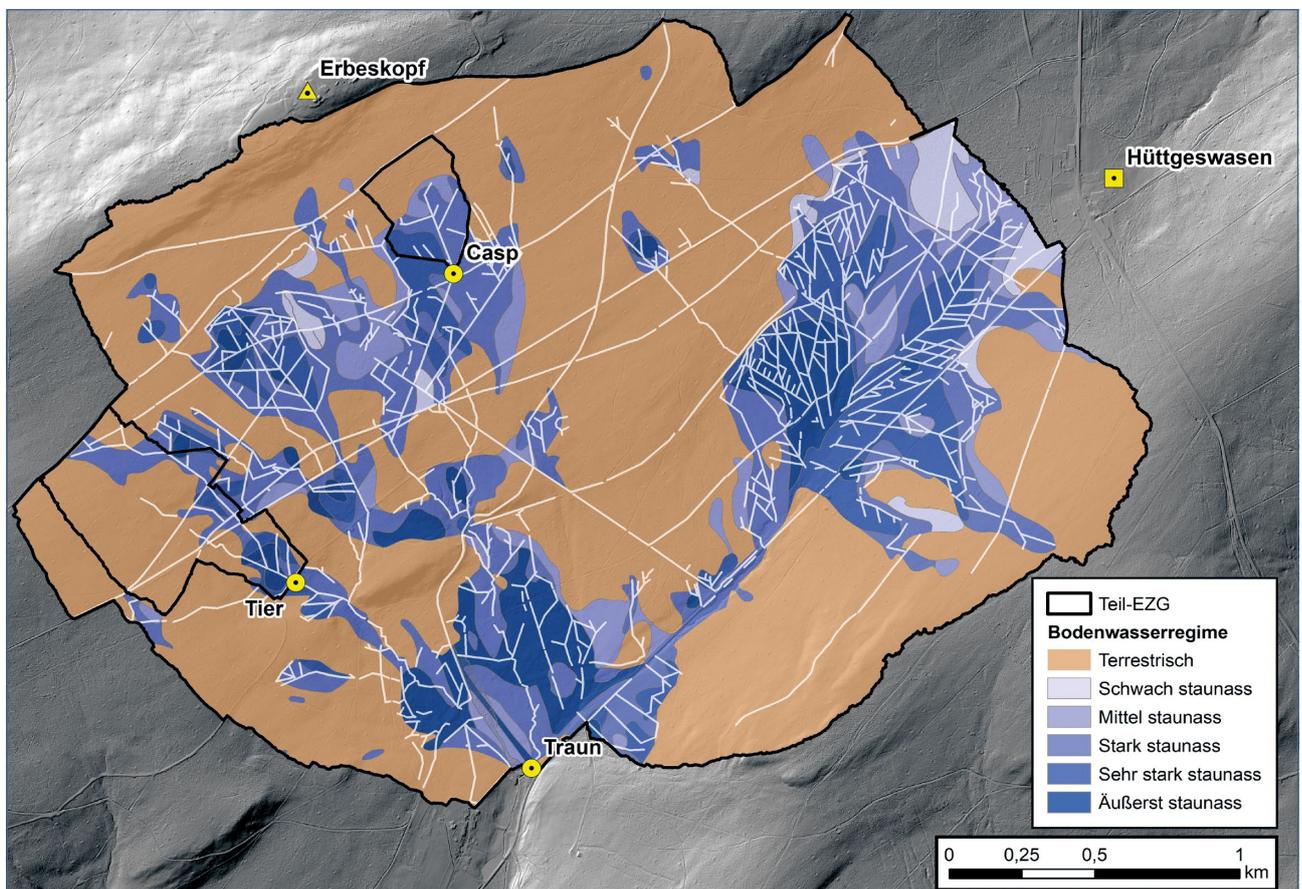
Die Abteilung Geographie der Universität Koblenz-Landau führt im Nationalpark seit 2015 ein umfassendes Monitoring der Hangmoore und staunassen Standorte am Südhang des Erbeskopfes durch. Ziel ist es, sowohl den Status quo der Abflussdynamik im Gebiet zu beurteilen als auch eine Evaluation der durchgeführten Wiedervernässungsmaßnahmen zu gewährleisten. Hierzu erfolgen kontinuierliche Abflussmessungen in 15 kleinen Teileinzugsgebieten (0,1 – 5,5 km<sup>2</sup>).

Innerhalb dieser Studie wird anhand zweier beispielhafter Einzugsgebiete (EZG) aufgezeigt, ob ein Effekt der Grabenverschlüsse auf die Abflussdynamik zu erkennen ist, insbesondere in den Sommermonaten Mai bis August. Ebenso soll diskutiert werden, ob es eine zu bevorzugende Methode des Grabenverschlusses gibt.

## 2. Methodik

**2.1 Untersuchungsgebiet:** Das gesamte Untersuchungsgebiet erstreckt sich auf einer Fläche von 7,4 km<sup>2</sup> am Südhang des Erbeskopfes (Abbildung 1).

Aus den insgesamt 15 Messstellen werden für diese Studie die EZG (Casp)arsbruch, (Tier)chbruch und (Traun)bach



**Abbildung 1:** Untersuchungsgebiet am Südhang des Erbeskopfes. Weiße Linien zeigen das Netzwerk der Drainagegräben.

betrachtet. Letzterer ist der natürliche Vorfluter und wird als Referenz für die kleineren EZG genutzt.

Diese wurden im Spätsommer/Herbst 2016 verfüllt. Im Casparsbruch kamen Erdplomben zum Einsatz, im Tierchbruch wurde nach Zuger Methode verfüllt. Die EZG ähneln sich in ihrem Anteil von staunasser Fläche und der Dichte der Entwässerungsgräben (Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Grundlegende Einzugsgebietseigenschaften der Pegel Casparsbruch und Tierchbruch.

Art	Casparsbruch	Tierchbruch
Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	0,11	0,33
Staunasse Fläche [%]	36	30
Grabennetzdichte [km·km <sup>-2</sup> ]	11,8	11,6

**2.2 Abflussjahr & Klimadaten:** Für hydrologische Untersuchungen ist die Verwendung des Abflussjahres (AJ) nach DIN 4049 (DIN ISO 4049-1 1992) sinnvoll. Hierbei erfolgt im Vergleich zum Kalenderjahr eine Verschiebung um zwei Monate, da das Abflussjahr vom 01. November bis 31. Oktober festgelegt ist. Hintergrund der Verschiebung ist, dass innerhalb deutscher bzw. mitteleuropäischer Einzugsgebiete die Wasserreserven gegen Ende Oktober ihren Minimalstand erreicht haben. Mit verstärkt einsetzenden Niederschlägen ab November bei gleichzeitiger reduzierter Evaporation durch niedrige Temperaturen beginnt die Speicherfüllung. Auch werden mögliche Niederschläge in Form von Schnee und Eis berücksichtigt, die mitunter in November und Dezember fallen, aber erst durch einsetzende Schmelze im folgenden Kalenderjahr abflusswirksam werden.

Der Verlauf des Abflussjahres strukturiert daher auch die betrachteten Klimadatenätze. Als Eingangsdaten wurden zwei Klimastationen verwendet; zum einen die Station Deuselbach, betrieben vom Deutschen Wetterdienst (DWD), zum anderen die Station Hüttgeswasen, betrieben vom Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum des Landes Rheinland-Pfalz (DLR RLP). Letztere ist für die Zusammenhänge zwischen Klima und Hydrologie deutlich relevanter, da sie weniger als 1 km vom Untersuchungsgebiet entfernt liegt (vgl. Abbildung 1). Daher wird bei der Interpretation und Darstellung der Abflussganglinien durchweg diese Station verwendet. Eine Einordnung der betrachteten Abflussjahre in ein langjähriges, klimatisches Mittel ist jedoch nicht möglich, da die Station erst seit 2011 kontinuierliche Daten speichert. Hierfür wird in Konsequenz auf die seit 1986 messende Station in Deuselbach zurückgegriffen. Sie ist zwar weiter entfernt (12 km NW) und niedriger gelegen, eignet sich aber dafür für die Beurteilung des regionalen

Klimas im Vergleich zum langjährigen Mittel.

**2.3 Hydrometrie:** Für die Messung der Wasserstände wurden „Orpheus mini“ Pegel (Fa. OTT) verwendet, die kontinuierlich in 5-minütigen Intervallen die Pegelhöhe aufzeichnen. Durch die kurze Intervallzeit lassen sich neben den längerfristigen Verläufen auch kurzfristige Abflussspitzen erfassen, wie sie beispielsweise bei Starkregenereignissen auftreten. An Messstellen, die durchgehend oder periodisch nur geringe Abflussmengen aufwiesen, wie es auch im Casparsbruch der Fall ist, wurde zusätzlich ein Überlaufwehr gebaut, um einen durchweg ausreichenden Wasserstand zu gewährleisten.

**2.4 Datenanalyse:** Innerhalb dieser Studie erfolgt eine rein deskriptive Übersicht der gesammelten Daten, da weiterführende Studien (vgl. Kapitel 4) derzeit vor der Fertigstellung stehen. Ein erster Schritt ist die Darstellung der entsprechenden Hydrographen für den betrachteten Zeitraum (Feb 2016 – Aug 2018). Generell erfolgt die Darstellung der Abflussspende  $q$  [ $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$ ]. Da hierbei die Abflusshöhe durch die Einzugsgebietsgröße dividiert wird, ist ein Vergleich verschieden großer EZG möglich. Ein weiterer Kennwert ist der Abflusskoeffizient (RC). Bei diesem wird die gemessene Abflussmenge durch die im gleichen Zeitraum gefallene Niederschlagsmenge dividiert, so dass eine prozentuale Aussage getroffen werden kann, wie viel Wasserinput das EZG als Abfluss wieder verlässt.

Die Ganglinien von Casparsbruch und Tierchbruch werden vor dem Hintergrund des Pegels Traunbach, dem Vorfluter des Gesamtgebietes, gezeichnet, um eine Einordnung möglicher Änderungen durch Grabenverschlüsse aufzuzeigen.

Ferner werden drei unterschiedliche Stadien des Abflusses im Kontext der Wiedervernässungsmaßnahmen postuliert:

- (1) Prä-Phase: Keine Plomben/Dämme installiert, ein vollständig anthropogen beeinflusstes Abflussgeschehen ist zu beobachten. Steile Abflussspitzen bei Niederschlägen wechseln mitunter rapide mit Trockenphasen.
- (2) Übergangsphase: Ein starker Rückgang der messbaren Abflussmenge, bedingt durch verschlossene Gräben. Bodenwasserspeicher füllt sich.
- (3) Post-Phase: Wieder messbare Wasserführung in den instrumentierten Tiefenlinien. Mitunter höhere Abflüsse als in der Prä-Phase durch stetigen Nachfluss aus dem Bodenspeicher. In Trockenphasen länger stabile Wasserführung.

Von besonderem Interesse sind bei der Analyse die Sommermonate, da sie den größten Trockenstress für die Gebiete aufweisen. Die Wasserführung in diesen trockenen und heißen Monaten ist als limitierender Faktor für an staunässe angepasste Flora und Fauna anzunehmen.



## DER AUTOR

**Dr. Julian J. Zemke** ist derzeit Vertreter der Professur für Physische Geographie am Institut für Integrierte Natur-

wissenschaften der Universität Koblenz-Landau. Er arbeitet seit 2011 an Themen der Bodenkunde und Hydrologie mit den Schwerpunkten physikalischer Bodeneigenschaften, Abflussbildung und Boden-erosion in forstwirtschaftlich geprägten Untersuchungsgebieten.

## 3. Ergebnisse & Diskussion

**3.1 Klimadaten:** Im Vergleich zum langjährigen klimatischen Mittel zeigten alle betrachteten AJ erhöhte Durchschnittstemperaturen (Tabelle 2).

Besonders auffällig – und für die Abflussganglinien relevant (vgl. Kapitel 3.2) – war eine AJ-übergreifende Trockenphase, die, mit Unterbrechungen in November und Februar 2017, von Juli 2016 bis Juni 2017 andauerte. Erst mit einem durch Starkregen geprägten Juli 2017 kamen nennenswerte Niederschlagsinputs hinzu. Sowohl AJ 2016 als auch AJ 2018 waren im Vergleich zum langjährigen Mit-

tel nasser, wiesen jedoch jeweils einen Sommermonat auf, der durch häufige Starkregen deutlich vom langjährigen Mittel abwich (Juni 2016, Mai 2018).

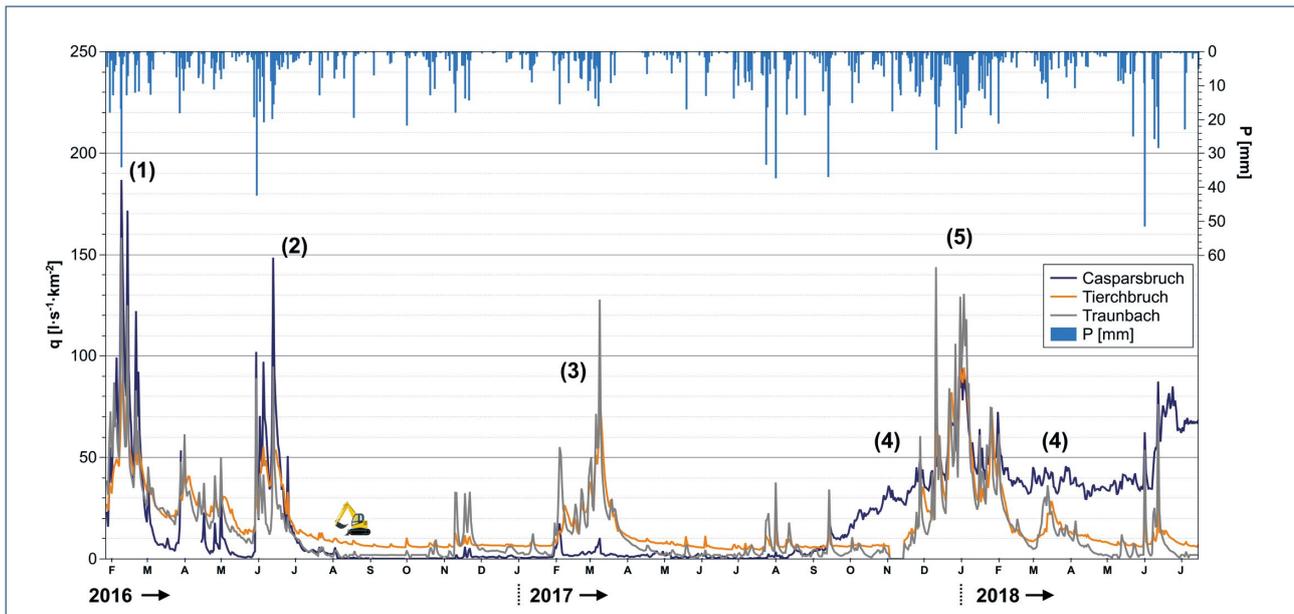
**3.2 Abflussdynamik:** Abbildung 2 zeigt die Abflussganglinien der Pegel Casparsbruch, Tierchbruch und Traunbach, hinzu kommen die täglichen Niederschlagshöhen an der Klimastation Hüttgeswasen.

Besonders anhand der Abflussganglinie des Casparsbruchs lassen sich die Auswirkungen der Grabenverschlüsse stichhaltig darstellen: Vor den Maßnahmen ist im Februar 2016 das Abflussmaximum des AJ zu sehen (1). Dies rückbestätigt die angenommene Ausgangslage, dass innerhalb des Winterhalbjahrs die Füllung des Bodenwasserspeichers stattfindet. Bereits innerhalb des März 2016 fallen die Abflusspenden deutlich ab, wenngleich Tierchbruch und Traunbach höhere Abflusspenden zeigen. Dies legt den Schluss nahe, dass der Casparsbruch stärker drainiert wird als die beiden Vergleichs-EZG. Generell zeigt sich ein nur gering ausgeprägter, nachhaltiger Wasserrückhalt für alle betrachteten Pegel. Im Sommer 2016 (2) folgen dann erneut Abflussspitzen, die auf singulären, sommerlichen Starkregen basieren. Ab August ist der Gebietsspeicher EZG-übergreifend geleert. In diesem Zeitraum erfolgte der Grabenverschluss (Symbol Bagger).

Das trockene Winterhalbjahr in AJ 2017 schlägt sich in generell deutlich geringeren Abflussspenden im gesamten AJ nieder. Auffällig ist aber, dass der Pegel Casparsbruch nicht mehr in gleichem Maße ansteigt wie Tierchbruch

**Tabelle 2:** Mittlere Monatstemperatur und monatliche Niederschlagshöhe der Wetterstation Deuselbach. Die Zahlen in Klammern zeigen die Abweichung vom langjährigen Mittel (1986-2019). Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst, 2020.

	AJ 2016		AJ 2017		AJ 2018	
	Ø T [°C]	Σ P [mm]	Ø T [°C]	Σ P [mm]	Ø T [°C]	Σ P [mm]
<b>Nov</b>	7,3 (+2,6)	98 (+30)	4,3 (-0,4)	85 (+17)	4,5 (-0,2)	98 (+30)
<b>Dez</b>	7,1 (+5,4)	36 (-39)	2,1 (+0,4)	11 (-64)	1,9 (+0,2)	140 (+65)
<b>Jan</b>	2,2 (+1,5)	90 (+22)	-2,2 (-1,5)	41 (-27)	3,9 (+3,2)	153 (+85)
<b>Feb</b>	2,5 (+1,2)	113 (+50)	3,6 (+2,3)	73 (+10)	-2,2 (-3,5)	12 (-51)
<b>Mär</b>	3,1 (-1,6)	75 (+7)	7,7 (+3,0)	64 (-4)	2,9 (-1,8)	56 (-12)
<b>Apr</b>	6,9 (-1,2)	77 (+24)	7,1 (-1,0)	7 (-46)	12,1 (+4,0)	27 (-26)
<b>Mai</b>	12,3 (-0,2)	83 (+14)	14,2 (+1,7)	41 (-28)	14,8 (+2,3)	121 (+52)
<b>Jun</b>	15,4 (+0,2)	134 (+67)	17,9 (+2,7)	54 (-13)	16,6 (+1,4)	64 (-3)
<b>Jul</b>	17,6 (+/-0)	47 (-26)	18,0 (+0,4)	169 (+96)	20,1 (+2,5)	69 (-4)
<b>Aug</b>	17,8 (+0,7)	46 (-23)	17,1 (+/-0)	74 (+5)	18,7 (+1,6)	58 (-11)
<b>Sep</b>	16,7 (+3,3)	20 (-51)	11,9 (-1,5)	75 (+4)	14,6 (+1,2)	63 (-8)
<b>Okt</b>	7,9 (-1,5)	51 (-23)	10,8 (+2,4)	52 (-22)	11,1 (+2,7)	17 (-57)
<b>Ø</b>	9,7 (+0,8)	-	9,4 (+0,5)		9,9 (+1,0)	
<b>Σ</b>	-	870 (+78)		746 (-46)		878 (+86)



**Abbildung 2:** Hydrograph der Pegel Casparsbruch, Tierchbruch und Traunbach. Tägliche Niederschlagshöhen der Station Hüttgeswasen (DLR RLP 2020).

und Traunbach (3). Daher ist in diesem Zeitraum von der Übergangsphase auszugehen – die Abflusshöhen gehen generell zurück, weil Niederschlag nicht mehr (messbar) durch den instrumentierten Graben fließt, sondern vielmehr im Bodenspeicher zurückgehalten wird.

Diese Hypothese wird gestützt durch Phase (4), erkennbar ab Oktober/November 2017. Hier entfernt sich der Pegel Casparsbruch abermals von Tierchbruch und Traunbach, jedoch in positiver Richtung. Neben dem gleichzeitig stattfindenden Niederschlagsinput ist davon

auszugehen, dass die plötzliche Zunahme der Abflussspende durch einen weitestgehend gefüllten und daher „überlaufenden“ Bodenwasserspeicher zu erklären ist. Ein ähnlicher Effekt ist auch ab April 2018 zu sehen, hier nehmen die Abflussspenden nicht im gleichen Maße ab wie in Tierchbruch und Traunbach, sondern verbleiben auf stabilem und höheren Niveau. Auch spricht der Pegel im Casparsbruch während der winterlichen Speicherfüllung (5) wieder mit höheren Abflussspenden an.

Im Tierchbruch sind diese Effekte nicht so deutlich er-

**Tabelle 3:** Monatliche Abflusskoeffizienten (RC) der Pegel Casparsbruch, Tierchbruch und Traunbach für die Abflussjahre (AJ) 2016-2018.

	RC [%]								
	AJ 2016			AJ 2017			AJ 2018		
	Casp	Tier	Traun	Casp	Tier	Traun	Casp	Tier	Traun
<b>Nov</b>	23,3	-	1,7	3,4	0,9	1,4	67,3	0,8	0,7
<b>Dez</b>	137,8	-	5,6	30,7	9,0	5,7	79,1	3,1	3,0
<b>Jan</b>	94,6	-	4,8	5,7	1,8	1,1	79,8	3,0	3,2
<b>Feb</b>	149,3	4,2	4,8	11,4	2,4	2,9	449,8	8,4	8,3
<b>Mär</b>	35,1	3,4	3,6	9,4	4,5	4,5	123,0	2,1	2,1
<b>Apr</b>	13,9	4,2	3,8	44,5	9,0	5,0	261,5	3,3	1,8
<b>Mai</b>	22,4	2,4	2,1	9,1	2,2	0,7	113,4	0,9	0,4
<b>Jun</b>	92,4	3,0	2,0	4,2	1,3	0,4	115,3	0,9	0,9
<b>Jul</b>	33,5	3,5	1,4	1,0	0,5	0,4	259,7	0,9	0,3
<b>Aug</b>	3,7	1,7	0,4	5,3	0,7	0,6	93,0	1,2	0,4
<b>Sep</b>	1,1	4,2	1,3	25,5	0,8	0,5	0,0	0,9	0,4
<b>Okt</b>	0,6	1,1	0,4	85,8	1,1	0,6	0,1	1,9	1,3

kennbar. Dies kann an der anderen Verfüllungsmethode liegen, eine tiefere Analyse hierzu steht jedoch noch aus. Dennoch zeigt sich – in geringerem Maße – eine abgedämpfte Abnahme der Abflussspende in Trockenphasen (bspw. April / Mai 2018).

Die mittleren monatlichen Abflusskoeffizienten RC zeigen anschaulich, dass, auch vor dem Hintergrund des veränderlichen Niederschlagsinputs, eine messbare Änderung der Abflussdynamik in den fraglichen Zeiträumen stattgefunden hat.

Besonders auffällig bei der Berechnung von RC sind die Monate, in denen  $RC > 100\%$  ermittelt wurde, wie es in der anzunehmenden Post-Verfüllungsphase im Casparsbruch der Fall ist. Dies bedeutet, dass mehr Wasser aus dem Gebiet floss, als im gleichen Zeitraum an Niederschlagsinput angefallen ist. Daher muss dieses Wasser aus einem Vormonat stammen und verlangsamt die Messstelle passiert haben. Ein eindrucksvolles Beispiel hierfür ist Februar 2018, in dem 4,5-mal mehr Abfluss als Niederschlag gemessen wurde. Diese verzögerte Abgabe zeigt sich sogar sogar durchweg im Sommer, da selbst noch im August RC nahe 100 % gemessen wurden. Ist der Speicher jedoch einmal geleert – zu erkennen ab September 2018 –, nimmt die Abflussspende entsprechend schnell ab, resultierend in geringen

RC. Festzuhalten bleibt aber, dass eine nachhaltig hohe Wasserführung, die sogar über dem Niederschlagsinput liegt, erreicht werden konnte. Dies zeigt eine effektive Speicherfüllung durch das Verfüllen der Drainagegräben. Hervorzuheben ist, dass diese Tendenz besonders in den Sommermonaten zu beobachten ist, in denen gebietsweit von erhöhtem Trockenstress auszugehen ist.

**3.3 Grabenverfüllungen – Erdplombe oder Zuger Methode?** Die hier vorgestellten Ergebnisse beziehen sich einzig auf hydrometrische Erfassungen. Auf Basis dieser Datenlage muss der Verfüllung mittels Erdplombe ein Vorzug vor der aufwändigeren Zuger Methode gegeben werden. Im direkten Vergleich der beiden betrachteten Einzugsgebiete zeigte sich eine schnelle und gewünschte Veränderung der Abflussdynamik innerhalb von zwei Jahren nach Verfüllung.

Dennoch muss abseits der Hydrometrie hervorgehoben werden, dass die Verfüllung mittels Plomben mehrere methodeninhärente Nachteile aufweist, die im Zuge einer Beurteilung bedacht werden müssen, denn es wird Material für die Verfüllung benötigt.

Wird hierfür extern bezogener Mineralboden verwendet, weist dieser mitunter nicht die typischen Eigenschaften der staunassen, humusreichen Böden auf. Ein gering-



**Abbildung 3:** Wassergefüllte Hohlform nach Entnahme von Material für Erdplombe im Casparsbruch.

gerer Humusgehalt in Verbindung mit einem potentiell höheren pH-Wert des Bodens kann zum Eintrag von Nährstoffen in angrenzende Bereiche führen. Hierdurch können die angestrebten, typischen Hangmoor- und Feuchtwaldökosysteme in ihrer Reetablierung gestört werden, da sie auf nährstoffarmen und sauren Böden / Bodenwässern basieren. Wird hingegen in-situ-Material verwendet, welches in seiner bodenchemischen Zusammensetzung passend ist, entstehen an der Entnahmestelle Hohlformen, die sich wiederum mit Wasser füllen können. Diese Strukturen bieten zwar ein potentielles Habitat für Amphibien, neigen jedoch zur Eutrophierung (Abbildung 3).

Diese Nachteile umgeht die Zuger Methode: Es kommt zu keinem maschinellen Einsatz, sodass ein minimalinvasiver Ansatz gewählt wird (Abbildung 4). Zudem werden Materialien verwendet, die ohnehin bei den Renaturierungsmaßnahmen im Gebiet anfallen: Durch die Entnahme von Fichtenbeständen wird Häckselgut gewonnen, welches direkt verfüllt werden kann. Zwar setzt dieses Material ebenfalls Nährstoffe frei, doch liegen deren Konzentrationen – wengleich sie auch höher sind als im Falle der Erdplomben – in tolerierbaren Bereichen (Zemke et al. 2019).

Daher ist perspektivisch eine längerfristige und kontinuierliche Überwachung der Abflussprozesse vonnöten.

Nur so kann evaluiert werden, ob Verfüllungen nach Zuger Methode in längeren Zeiträumen mit den Erdplomben vergleichbare Ergebnisse erzielen, oder ob ihr Einfluss dauerhaft weniger messbar ist. In letzterem Fall müsste eine EZG-spezifische Wahl der Methode erfolgen, die Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfüllung abwägt.

### IM ÜBERBLICK

- > Vor den Renaturierungsmaßnahmen zeigen die degradierten Hangmoore stark gestörte hydrologische Prozesse – wenig Wasserrückhalt und schnelle Speicherentleerung.
- > Das Verfüllen von Entwässerungsgräben zeigt eine messbare, positive Änderung hin zu einer naturnahen Abflussdynamik.
- > Die Verfüllung mittels Erdplombe scheint von Seiten der Hydrometrie am besten zu wirken, jedoch sind methodeninhärente Nachteile abzuwägen.



**Abbildung 4:** Verfüllung nach Zuger Methode im Tierchbruch. (Fotos: J. Zemke)

## 4. Fazit & Ausblick

Es konnte anhand einfacher deskriptiver Statistik aufgezeigt werden, dass durch Wiedervernässungsmaßnahmen eine Wiedervernässung von Einzugsgebieten erreicht werden konnte. Der Pegel Casparsbruch zeigt darüber hinaus im zweiten Jahr nach Grabenverschluss ein deutliches Ansteigen der mittleren Wasserführung und einen längeren Vorhalt des Gebietswasserspeichers, da es zu weniger rapiden und in ihrer Magnitude geringeren Abnahmen der Abflussspende kommt.

Zum Zeitpunkt dieses Beitrags befinden sich umfassende Studien zu Starkregenereignissen und erweiterten Zeitreihen kurz vor der Fertigstellung. In diesen werden nicht nur alle verfügbaren Pegel analysiert, es erfolgt vielmehr eine tiefere statistische Überprüfung der betrachteten Klimatelemente, der Einzugsgebietseigenschaften, der Durchführung von Wiedervernässungsmaßnahmen und den resultierenden Abflüssen nach Starkregenereignissen

– bis ins AJ 2019. Dabei werden sowohl der Ansatz einer multiplen linearen Regression als auch eine Kovarianzanalyse durchgeführt, um der möglichen wechselseitigen Beeinflussung verschiedener Faktoren Rechnung zu tragen.

## Danksagung

Die hydrologische und bodenkundliche Grundlagenforschung der Abteilung Geographie der Universität Koblenz-Landau, die innerhalb dieser Studie nur angerissen werden konnte, wäre ohne die Initiative und den Einsatz von Herrn Prof. Dieter König nicht möglich gewesen. Er initiierte den Austausch und die Planung der hier vorgestellten Forschung, aus denen eine inzwischen mehr als fünf Jahre andauernde, fruchtbare Kooperation zwischen Universität und Nationalpark gewachsen ist. Leider verstarb Herr Prof. König am 27.10.2018 – das verbliebene Team setzt die Forschung in seinem Sinne fort.

## Quellen

- Burggraaff, P.; & Schultheiß, J. (2016):** Die Kulturlandschaft im Nationalpark Hunsrück-Hochwald. Umweltjournal Rheinland-Pfalz, 59, 54-55.
- DIN ISO 4049-1 (1992):** Hydrologie; Grundbegriffe. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- Hofmann, D. (1957):** Die Brücher des Hochwaldes. Mitt. Forsteinrichtungsamt Kobl., 6, 1-30.
- König, D.; Egidi, H.; Herrmann, M.; Schultheiß, J.; Tempel, M.; Zemke, J. (2015):** Der Nationalpark Hunsrück-Hochwald – Naturräumliche Ausstattung und anthropogene Überprägung. Koblenzer Geographisches Kolloquium, 36-37, 6-42.
- Reichert, H. (1975):** Die Quellmoore (Brücher) des südwestlichen Hunsrücks. Beitr. Landespf. Rheinl. Pfalz, 3, 101-166.
- Ruthsatz, B. (1999):** Die Quellwässer von Hangmooren im Hunsrück (Rheinland-Pfalz). Chemismus und Einfluss auf Vegetation und Flora. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, 38, 1-41.
- Scholtes, M. (2002):** Die Brücher – Mittelgebirgsmoore im Hunsrück dargestellt am Beispiel des NSG „Hangbrücher bei Morbach“. Telma, 22, 63-106.
- Schultheiß, J. (2019):** Kulturlandschaft Nationalpark Hunsrück-Hochwald - Genese und Perspektiven. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg.
- Staubli, P. (2004):** Regeneration von Hochmooren im Kanton Zug. Naturforschende Gesellschaft, Zürich.
- Steingötter, K. (2005):** Geologie von Rheinland-Pfalz. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Trappe, J.; Kneisel, Ch. (2019):** Geophysical and Sedimentological Investigations of Peatlands for the Assessment of Lithology and Subsurface Water Pathways. In: Geosciences 9, 3, 118.
- Zemke, J.J.; Hahn, J.; Bastijans, J.-E.; Hagemann, J. (2019):** Beurteilung der Auswirkungen unterschiedlicher Methoden der Wiedervernässung von Hangmooren im Nationalpark Hunsrück-Hochwald auf Bodenhydrologie und Stoffmobilisierung. Präsentation auf der Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 2019, Bern.

