



BEDEUTUNG INTAKTER WÄLDER FÜR DEN GEWÄSSERSCHUTZ:

WASSERBEZOGENE ÖKOSYSTEMDIENSTLEISTUNGEN DES WALDES

von Dr. EVA V. MÜLLER



- Einführung in Wald & Wasser

- Wasserbezogene Ökosystemleistungen (ÖSL)



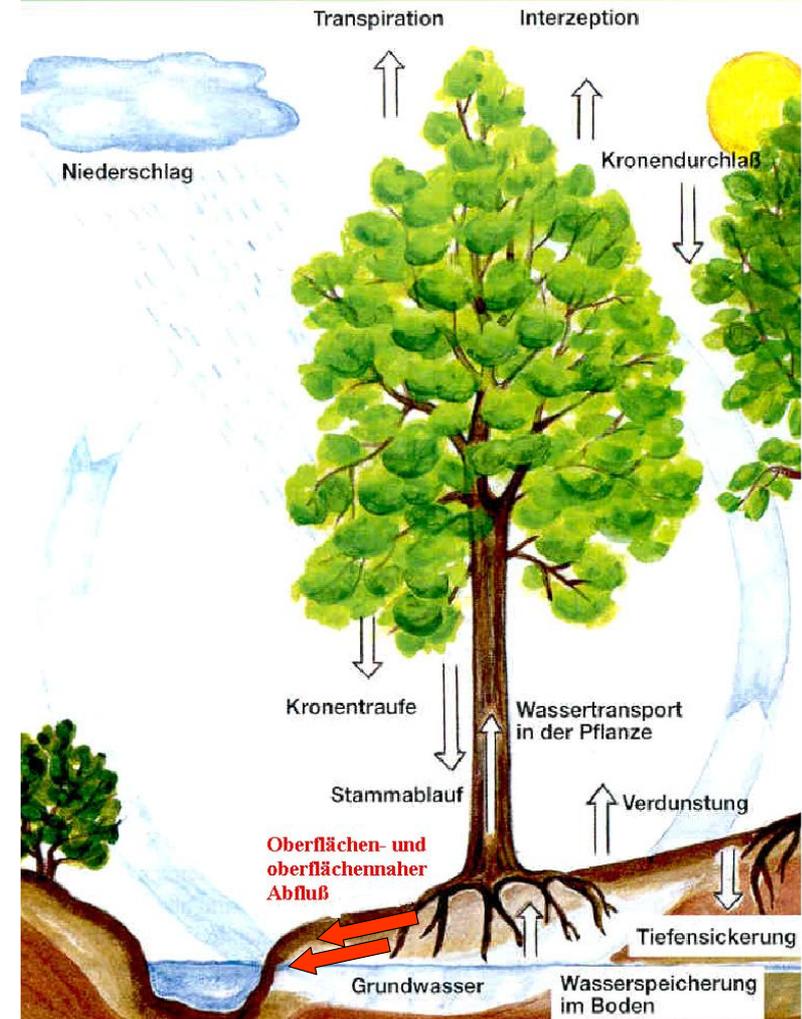
- Einflussfaktoren der ÖSL



- Praktische Maßnahme zur Verbesserung der ÖSL

- **Kronendach:** Niederschlag wird in Zeit, Menge und Aufprallenergie zurückgehalten (Abfluss, Interzeption, Evaporation)
- **Boden:** Verzögertes Eintragswasser trifft auf günstige Bedingungen für Infiltration, Versickerung, Wasserspeicherung (Humus)
- **Oberflächenabfluss wird reduziert**
- **Grundwasserneubildung wird gefördert**

Wasserkreislauf im Wald



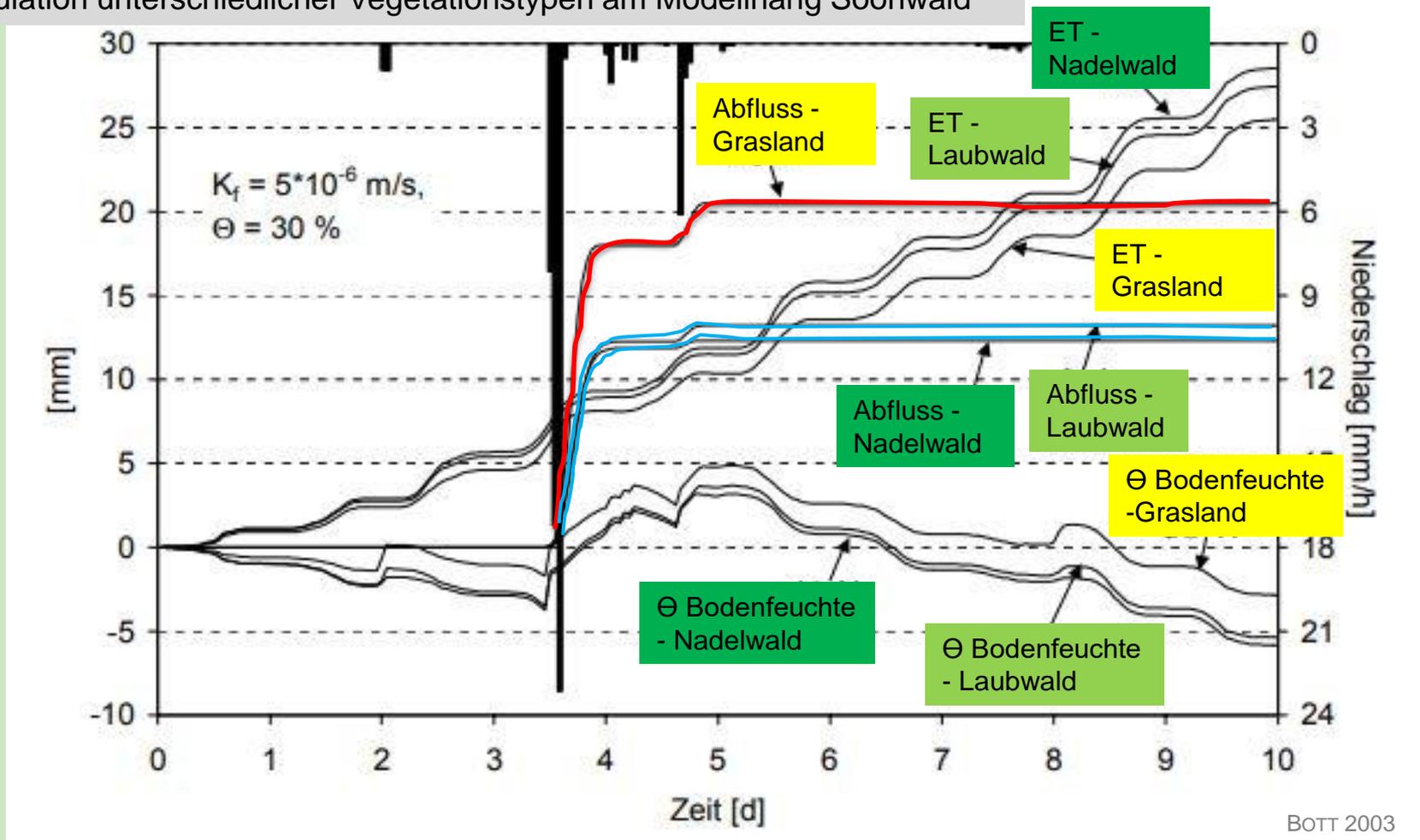
PD Dr. habil. Gebhard Schüler, Forstliche Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz



EINFÜHRUNG: WALD UND WASSER



Simulation unterschiedlicher Vegetationstypen am Modellhang Soonwald





WASSERBEZOGENE ÖSDL DES WALDES



Interessensgruppe

Lokale Bevölkerung

Touristen

Politiker

Wasser-versorger

Holz-produktion

Forschung

Nutzen

Sauberes Trinkwasser

Biodiversität/
genetischer Pool

Saubere Luft

Gesundheit/
Sicherheit

Nahrungs-mittel

Landschaft

Monetäre Werte

V E R S O R G E N D

ÖSDL

Grundwasserneubildung

Hochwasserschutz

Eutrophierungs-schutz

Luftqualität/Klima-regulierung

Holz-Produktion und Nutzung

R E G U L I E R E N D

Zwischen-komponenten

Wasser-reinigung

Regulierung
Wasserkreislauf

Regulierung
Nährstoff-kreislauf

Lebensraum

CO₂-
Bindung

Primär-
produktion

Kühlungs-
wirkung

Indikatoren

Wasserspeicherung und
Wasserrückhalt

Nährstoffgehalte

Bodenfunktionen

Biodiversität

Bestandesstruktur

(MÜLLER 2023, modifiziert nach SCHRÖDER et al. 2012)



Einflussfaktoren der ÖSL



- **Wasserrückhalt**

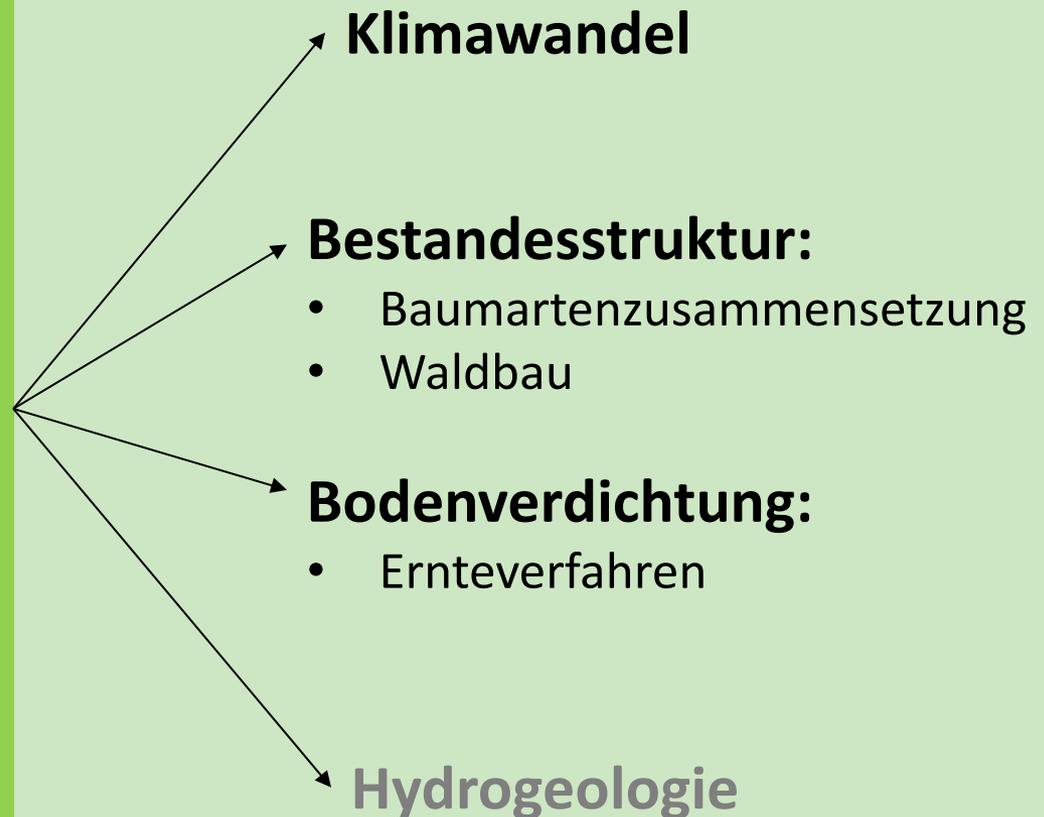
- ↳ Verzögerte Abflussprozesse

- **Wasserreinigung**

- ↳ Filter-Puffer-Transformer-Funktionen des Bodens

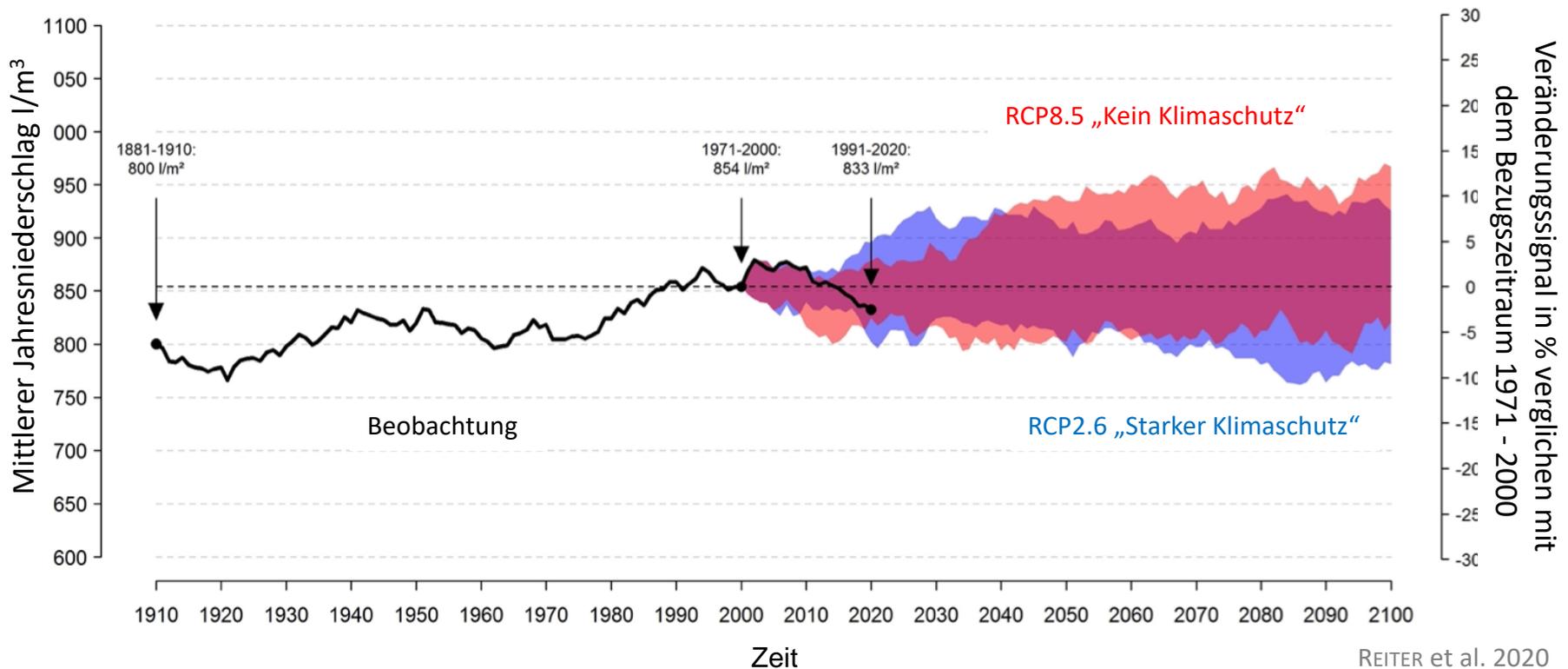
- **Grundwasserneubildung**

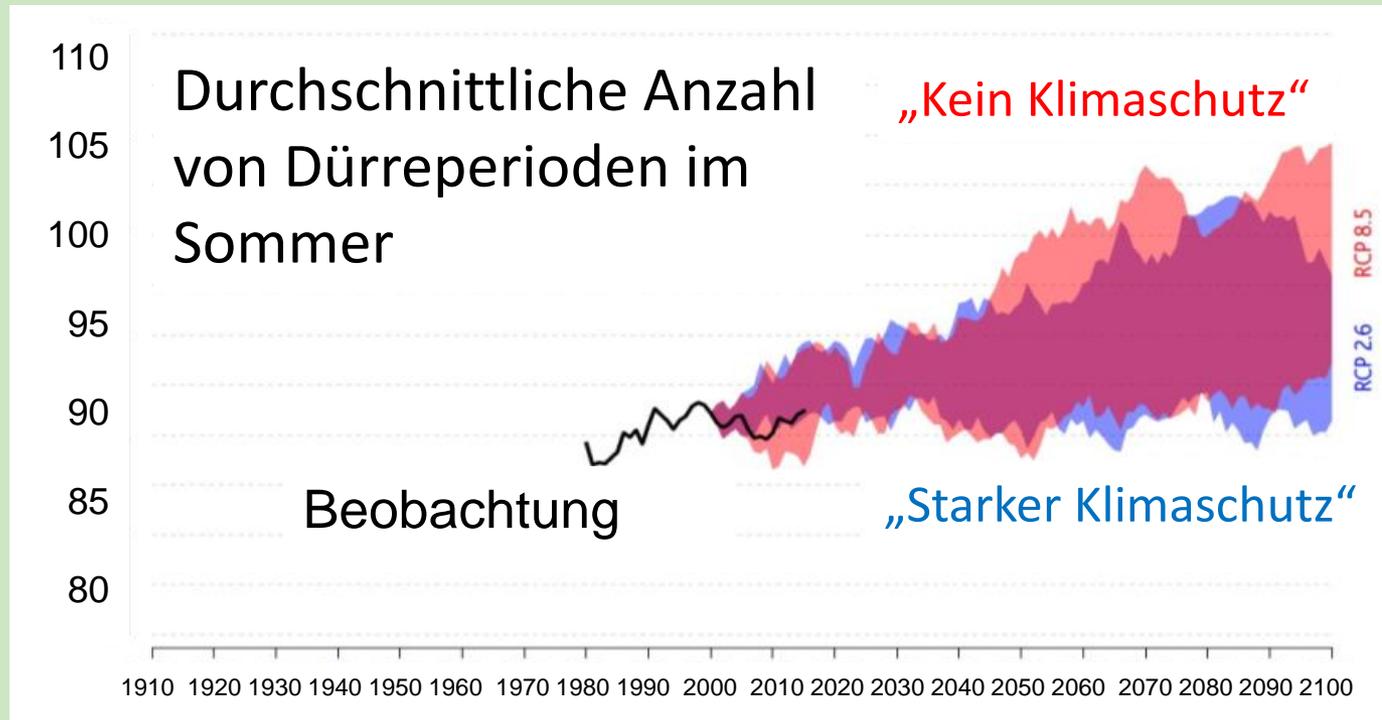
- ↳ Tiefenversickerung





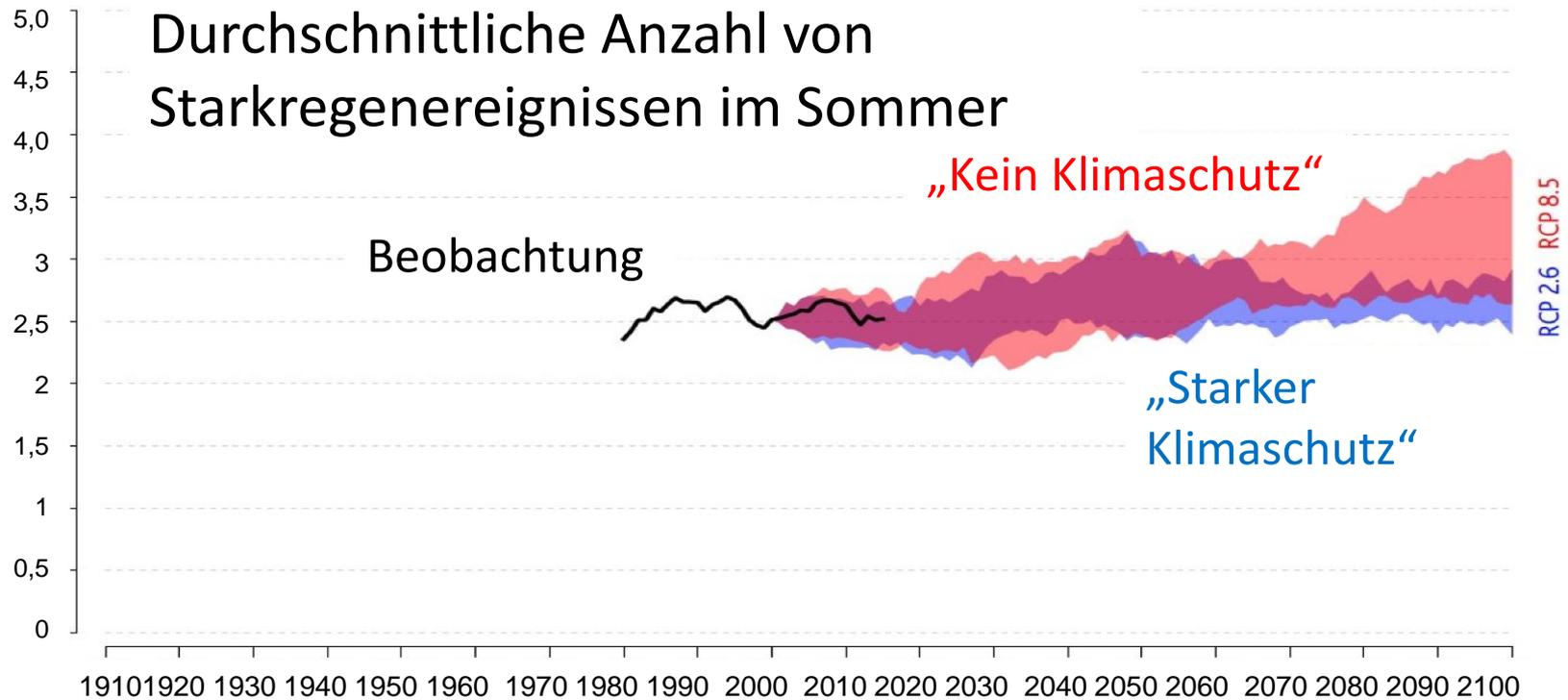
Zukünftige Entwicklung des durchschnittlichen jährlichen Niederschlags Im Naturraum Haardt bis Ende des Jahrhunderts





Trockenperioden:

- stark ausgetrocknete, hydrophobe Böden
- schlechtere Infiltration
- Erhöhung Oberflächenabfluss und Erosionsrisiko und die
- Erhöhte Gefahr von Sturzfluten



Starkregen-Ereignisse:

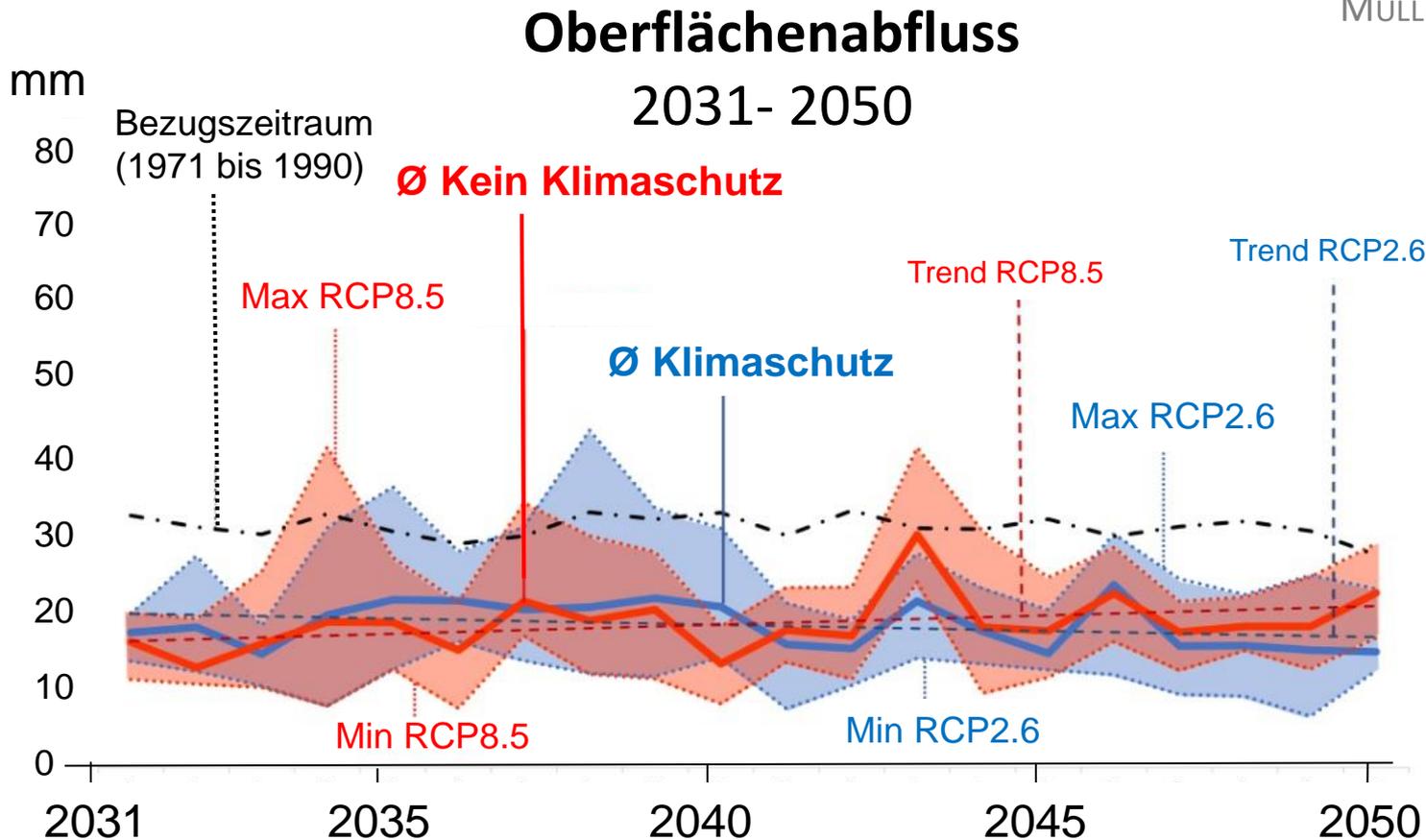
- Erhöhtes Risiko für Sturzfluten und Überschwemmungen



EINFLUSSFAKTOR KLIMA: OBERFLÄCHENABFLUSS



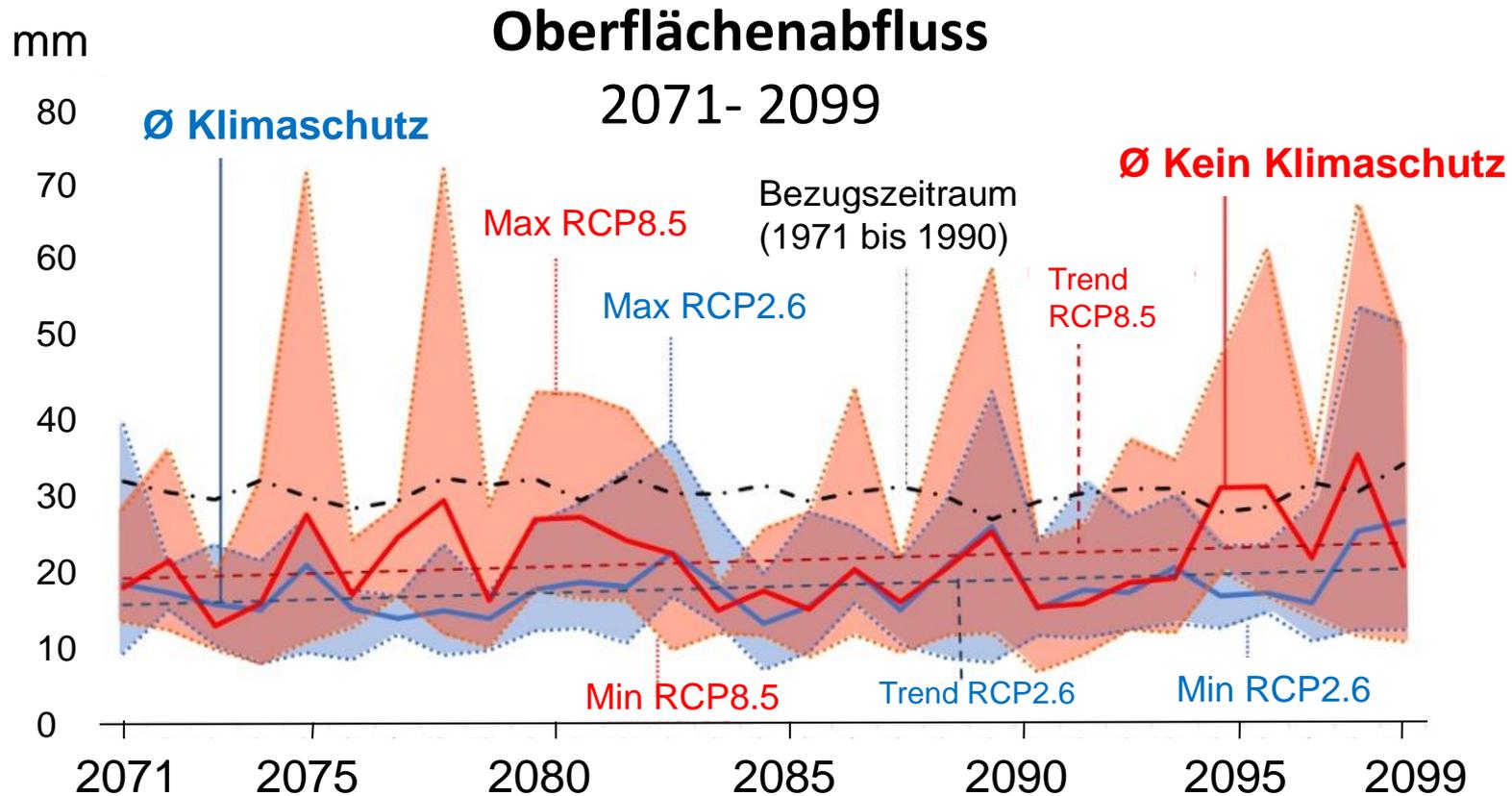
MÜLLER 2023



Insgesamt geringerer OB Abfluss als im Bezugszeitraum durch weniger Niederschlag, größere Dynamik



EINFLUSSFAKTOR KLIMA: OBERFLÄCHENABFLUSS

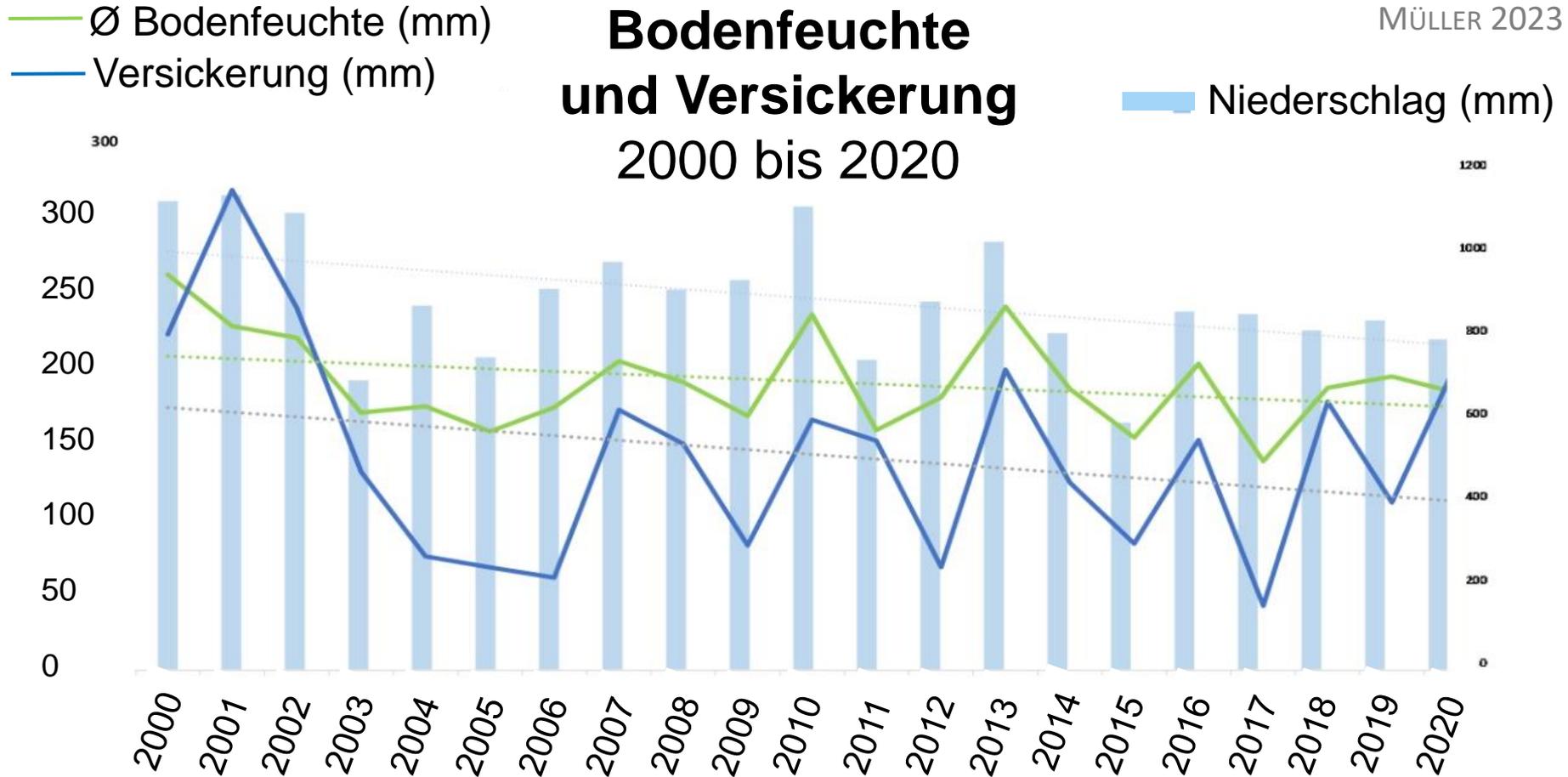


MÜLLER 2023

Zunehmende Intensivierung von Abflussspitzen durch Starkregen und/oder Sättigungsabfluss



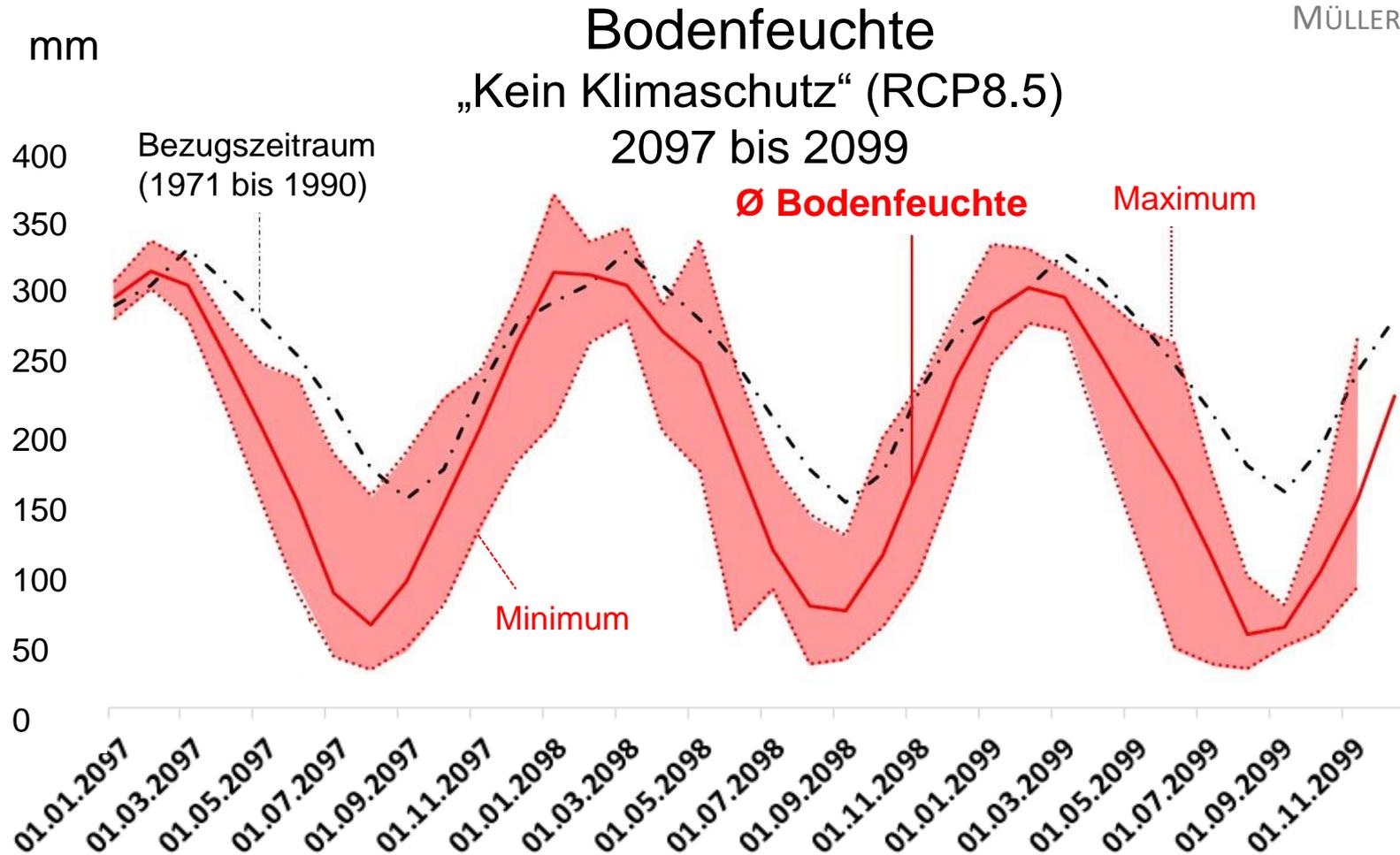
MÜLLER 2023



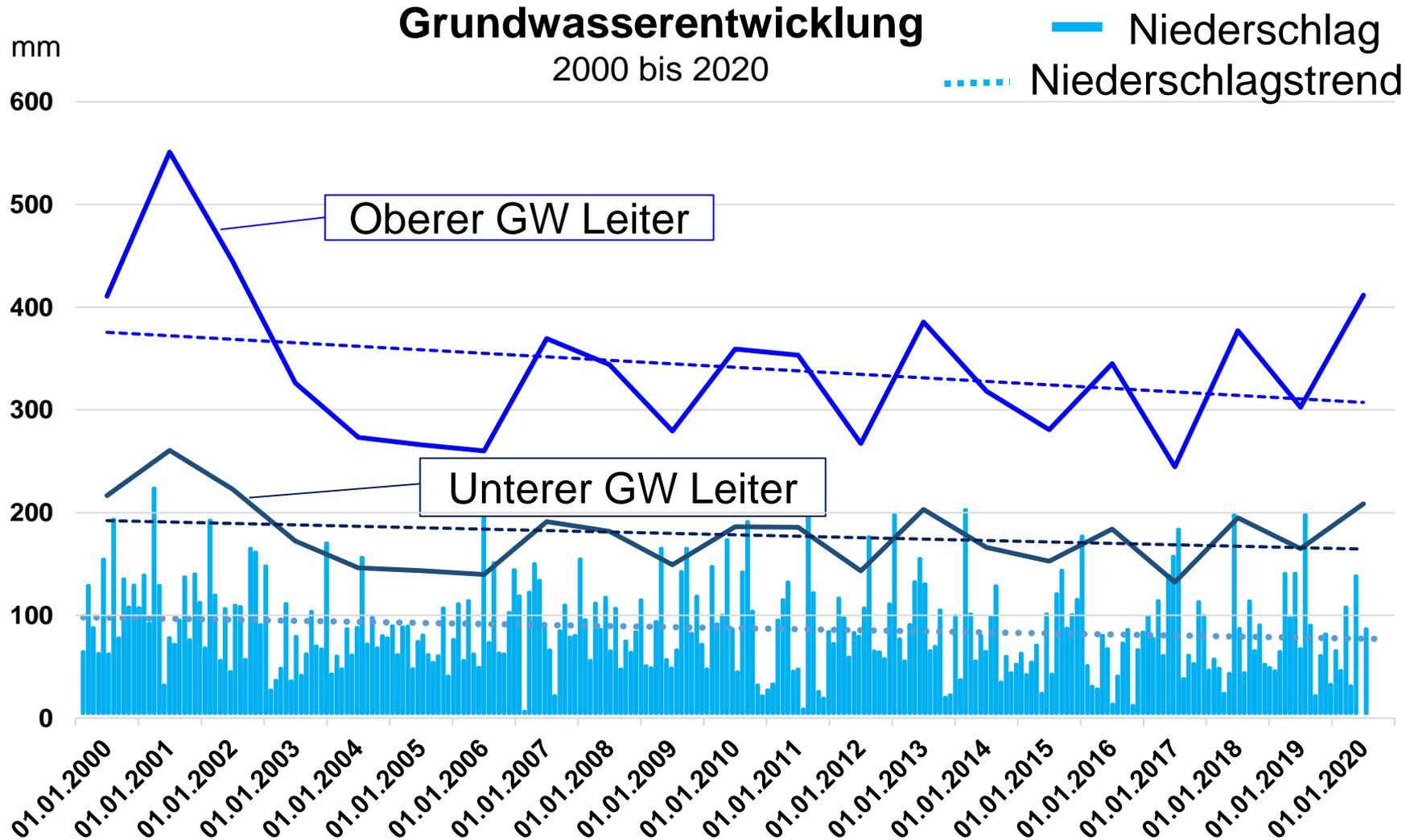
Seit 2000 kontinuierlicher Rückgang Bodenfeuchte und Versickerung



MÜLLER 2023

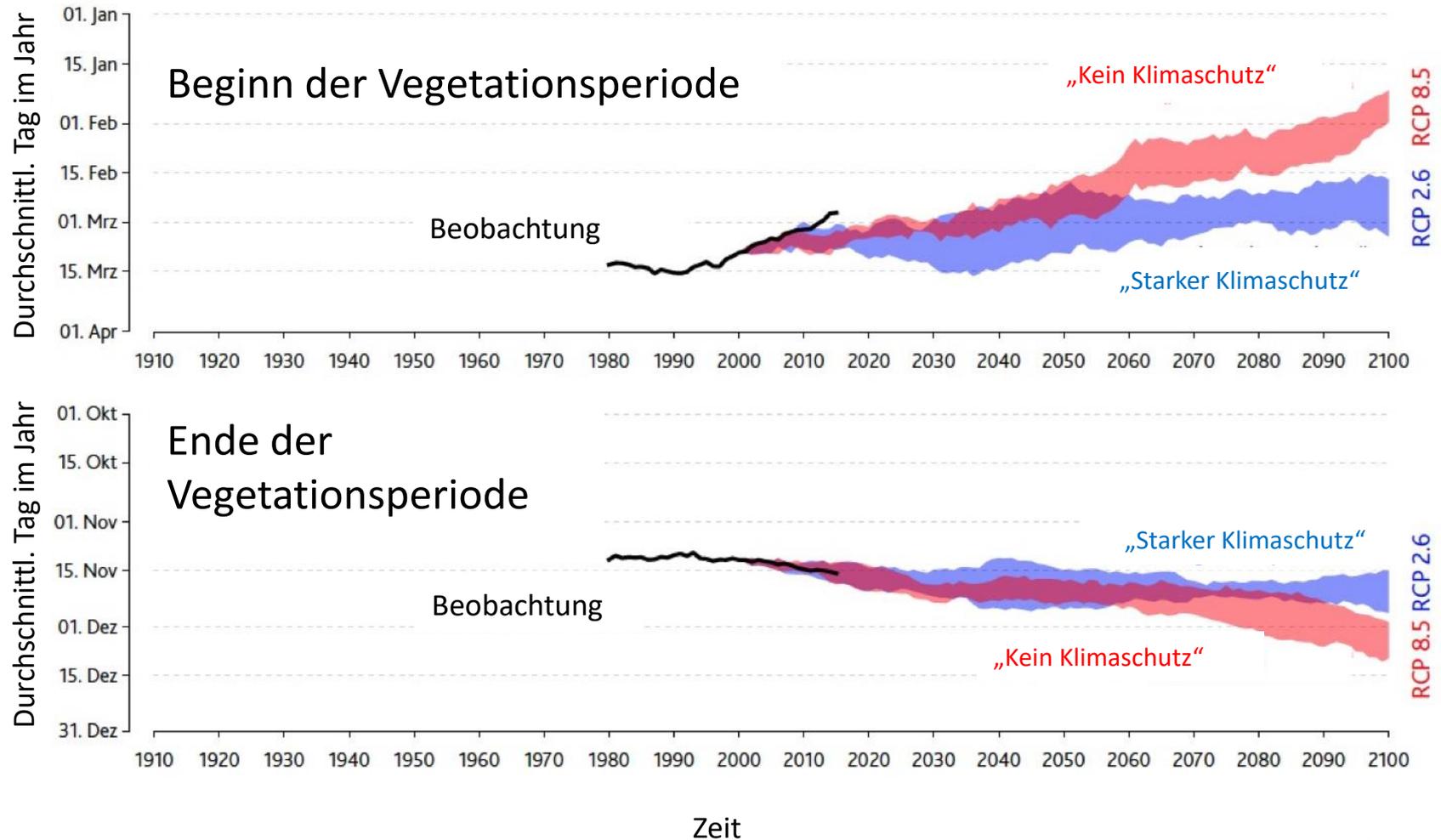


Trend verschärft sich zum Ende des Jahrhunderts zeitlich und mengenmäßig





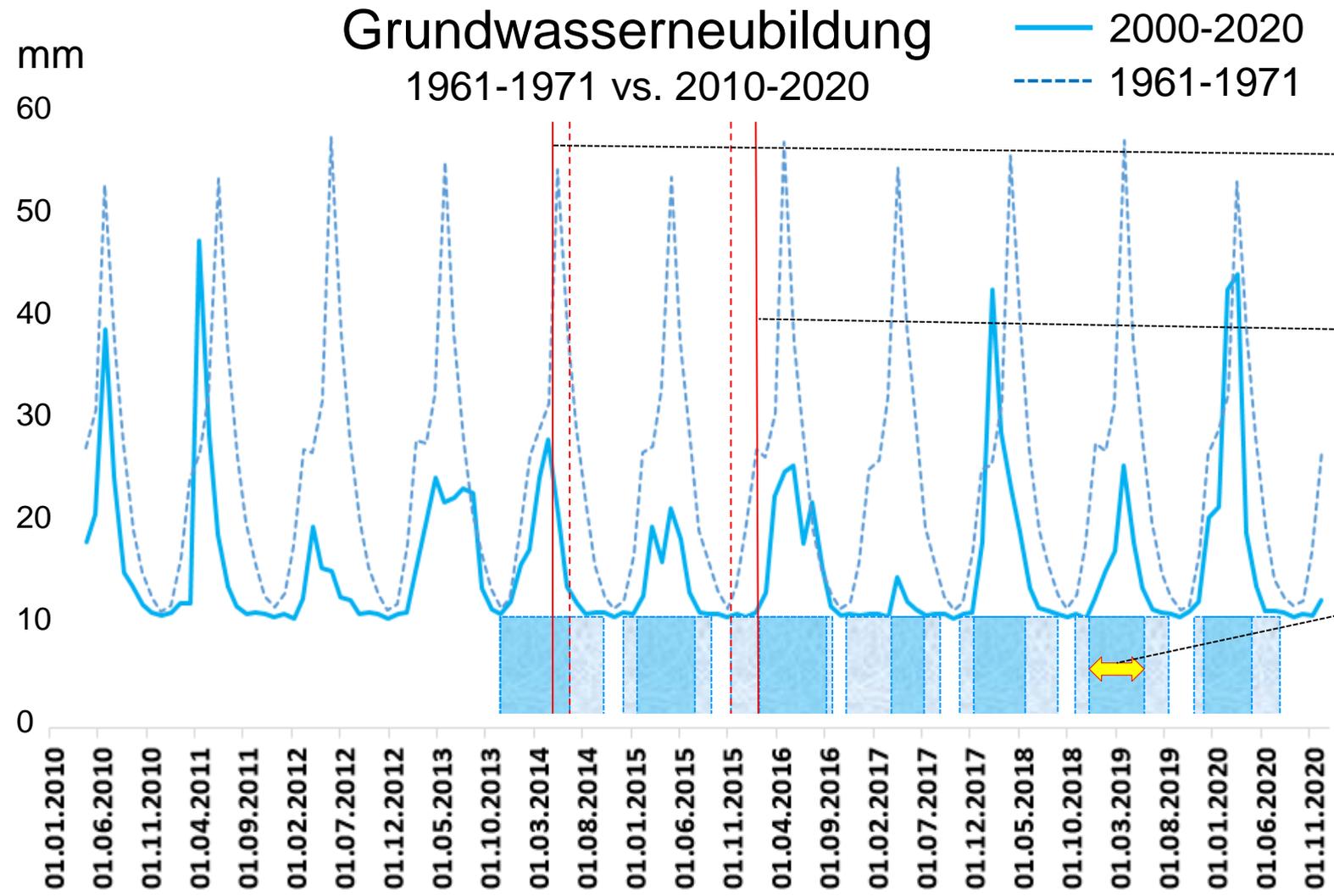
EINFLUSSFAKTOR KLIMA: VEGETATIONSPERIODE



REITER et al. 2020



EINFLUSSFAKTOR KLIMA: GRUNDWASSERSPENDE



Vorzeitiger Beginn der Vegetationsperiode

Späteres Einsetzen der Tiefensickerung

Verkürzte Phase der Wiederauffüllung

MÜLLER 2023



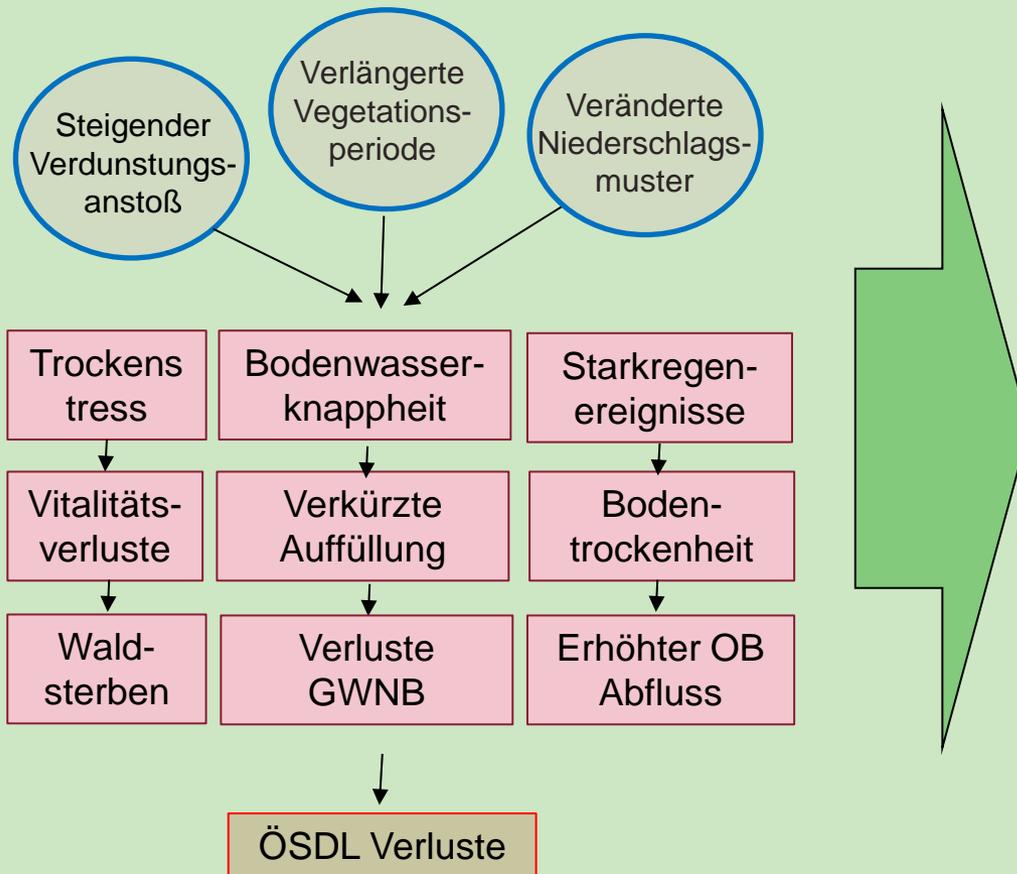
EINFLUSSFAKTOR KLIMA: ZUKUNFTSPROJEKTIONEN



Änderungssignale von Wasserhaushaltsgrößen in der rezenten Periode 2000-20 und in den Klimaszenarien 2031 - 2050 und 2071 - 2099

(Daten aus dem Biosphären-Reservat Pfälzerwald)

RCP2.6/RCP8.5							
[mm]	1961-1990	2000-2020		2031-2050		2071-2099	
	Bezugs- periode	Absolut- werte	% zur Bezugs- periode	Worst	Best	Worst	Best
				case	case	case	case
				% zur Bezugsperiode			
Niederschlag	1184.56	821.38	-30.66	-36.37	-3.77	-36.01	2.02
aktuelle ET	707.13	635.7	-10.10	-15.07	3.48	-31.70	4.11
Bodenfeuchte	246.08	164.17	-33.29	-34.52	-7.52	-38.50	-6,90
Grundwasser- Neubildung	285.7	177.6	-37.8	-39.45	-9.23	-41.18	2.07
Oberflächenabfluss	30	12.47	-58.43	-13.30	-62.18	28.90	-63.13



- **Anpassung der Baumartenzusammensetzung** (isohydr. Spezies, günstige Humusbildner)
- **Erhaltung des Waldinnenklimas** (Bestandesstruktur, insbesondere bei Schattbaumarten)
- **Verbesserung des Retentionspotenzials:**
 - Identifikation kritischer Areale der OB
 - Abflussgenese
 - Rückführung des Abflusses in die Bestände
 - Auentwicklung
- **Verbesserung hydrolog. Wirksamkeit:**
 - Kleinräumige vertikale Strukturen
 - zeitliche horizontale Strukturen
 - hoher Anteil dienender, nachwachsender Bäumen (Unter- und Mittelschicht)



EINFLUSSFAKTOR BESTANDESSTRUKTUR



Laubbäume



- Günstige Streu
- Laubabwurf
- Natürliche Vorkommen

Mischwald



- Ökologisch stabil
- Ökonomisch tragfähig
- Hohe Plastizität und Anpassungsfähigkeit

Nadelbäume



- Saure Streu
- Winterl. Transpiration
- Selten natürl. Vorkommen
- Ökonomisch



© G. SCHÜLER

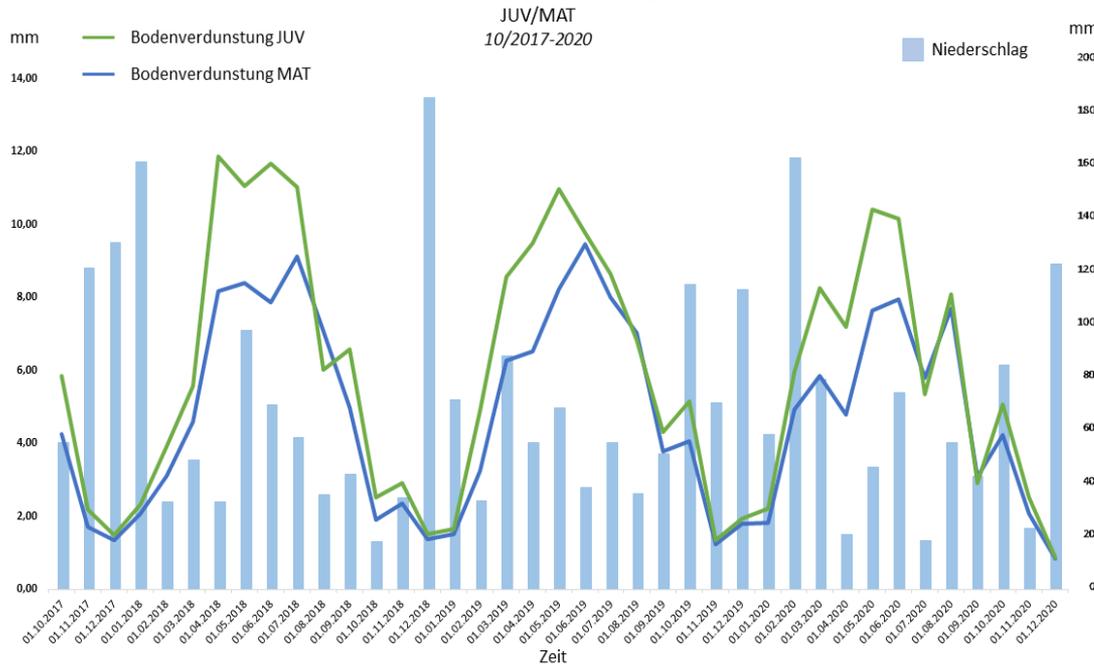
Gut strukturierte,
ökologisch stabile
naturnahe
Mischbestände und
Vorausverjüngung
können den
Oberflächenabfluss
vermindern und
verzögern



EINFLUSSFAKTOR BESTANDESSTRUKTUR



Bodenverdunstung-Niederschlags-Dynamik

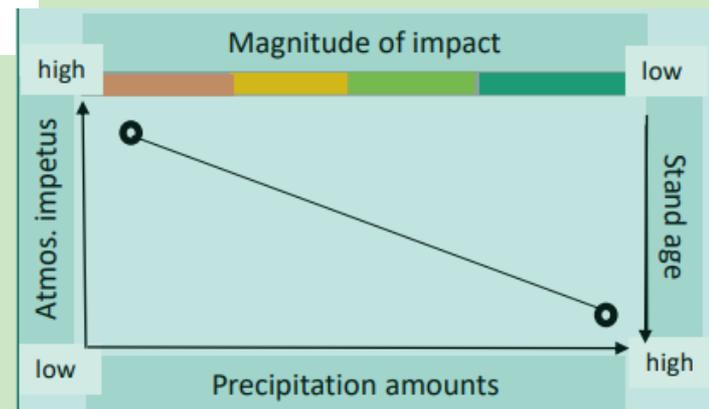


MÜLLER 2023

Geringe

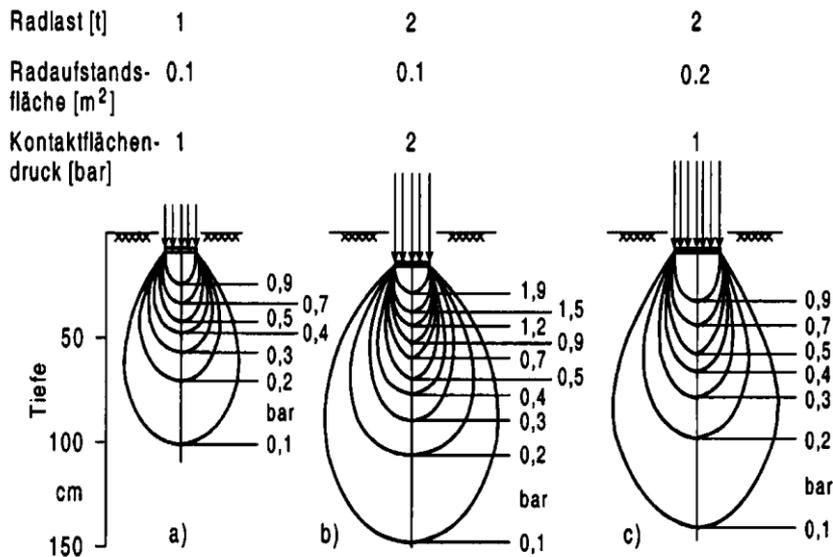
Kronenüberschirmung:

- Höhere Aufprallenergie Regentropfen (Erosion)
- Höhere Bodenverdunstung
- Höherer OB-Abfluss
- Höhere **quantitative** GW Neubildung





EINFLUSSFAKTOR BODENVERDICHUNG



REICHARDT 2002

- **Negative Veränderungen der Bodenfunktionen: Lagerungsdichte, Porenvolumen, Wasser- und Luftleitfähigkeit, Infiltrationsrate, Eindringwiderstand**

(HORN et al. 1995; DEHNER et al. 2015; FRÜND & AVERDIEK 2016)

- **Negative Folgen für biologische Aktivität, Wasser- und Nährstoffhaushalt**

(BOTTINELLI et al. 2014; SCHÖNAUER et al. 2021; ZENNER et al. 2007; SCHJØNNING et al. 2016)

- **Einbußen in der Wachssleistung**

(SCHÖNAUER et al. 2021; ZENNER et al. 2007; NAWAZ et al. 2012; HARTGE 1976, EHLERS 1982, HILDEBRAND 1983 in REICHARDT 2002)



Oberflächenabfluss

Wegenetz
2001-2010
Tägliche Werte

Niederschlag
mm

— Verdichtet
— Unverdichtet

mm

7

6

5

4

3

2

1

0

242 %
Zuwachs

133 %
Zuwachs

45

40

35

30

25

20

15

10

0



01.01.2001

01.01.2002

01.01.2003

01.01.2004

01.01.2005

01.01.2006

01.01.2007

01.01.2008

01.01.2009

01.01.2010

MÜLLER 2023



EINFLUSSFAKTOR INFRASTRUKTUR



Gesamtabfluss

Wegenetz

2001-2010

Tägliche Werte

Niederschlag (mm)

— Verdichtet

— Unverdichtet

m³/s

20

18

16

14

12

10

8

6

4

2

0

110 %
Zuwachs

80 %
Zuwachs

45

40

35

30

25

20

15

10

0

01.01.2001

01.01.2002

01.01.2003

01.01.2004

01.01.2005

01.01.2006

01.01.2007

01.01.2008

01.01.2009

01.01.2010

MÜLLER 2023



Das Waldwegenetz im Biosphärenreservat Pfälzerwald (versiegelt 10,87 % der Gesamtfläche)

Wasserhaushaltsparameter	Änderung in % Bezug zur Waldfläche
Oberflächenabfluss	+36,2 %
Beitrag in den Vorfluter	+12,3 %
Grundwasserneubildung oberes Grundwasser-Stockwerk	-2,0 %
Grundwasserneubildung tieferes Grundwasser-Stockwerk	-1,7 %



Rückegassennetz

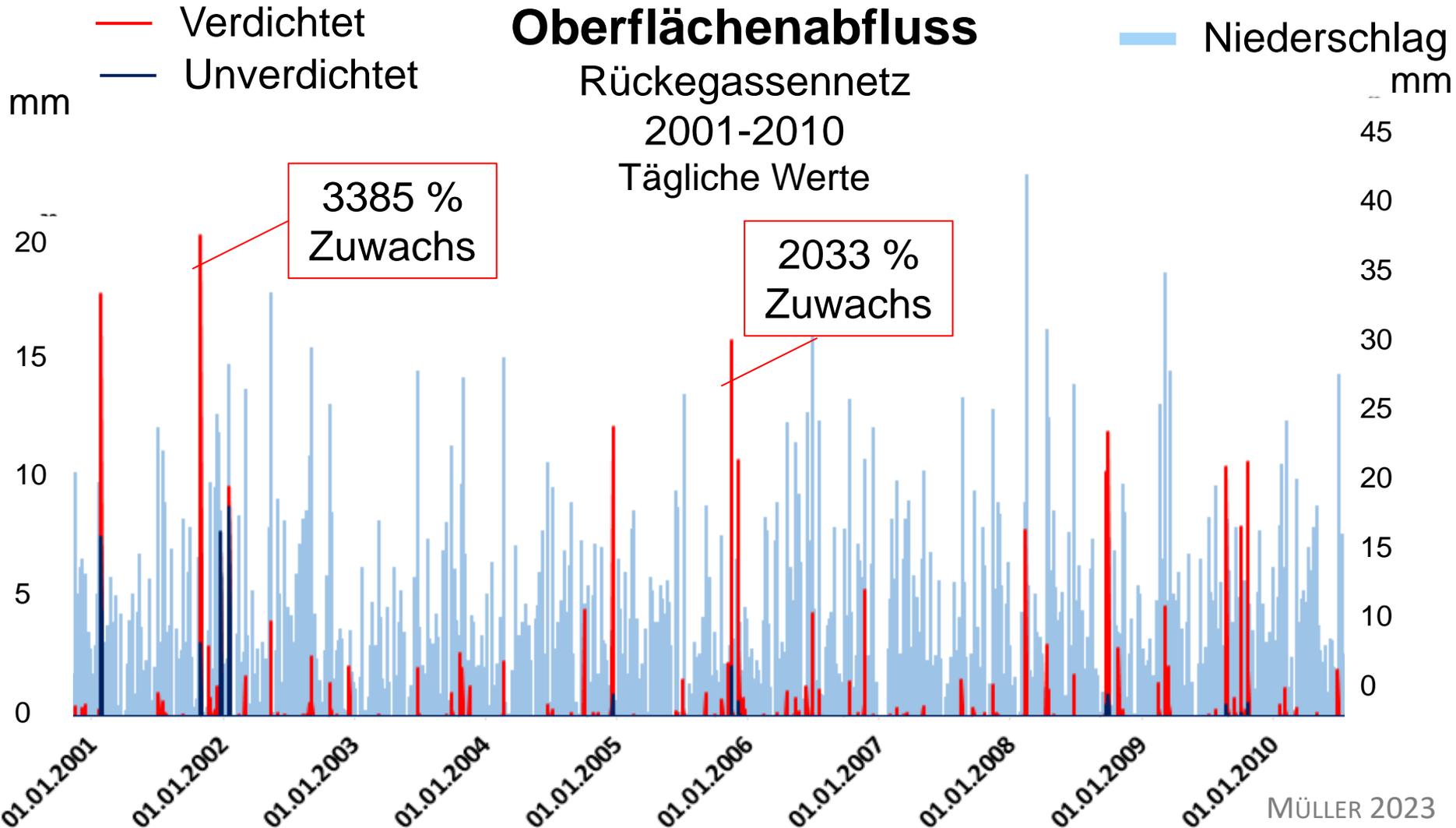
Bodenverdichtung von ... auf ...

	<1,45 g/cm ³ -> >1,65 g/cm ³	<1,45 g/cm ³ -> >1,65 g/cm ³
Bodenart	Wasserleitende Makro- und Mesoporen >50 µm bis >0,2 µm (pF 0,8 bis 4,2)	Mikroporen < 0,2 µm (pF >4,2)
S	38 % -> 28 %	7 % -> 5 %
IS	37 % -> 26 %	9 % -> 7 %
sU	32 % -> 24 %	15 % -> 12 %
L	21 % -> 12 %	28 % -> 23 %

- Abhängig von der Bodenart
- Lehmige Standort sind besonders anfällig für Bodenverdichtung



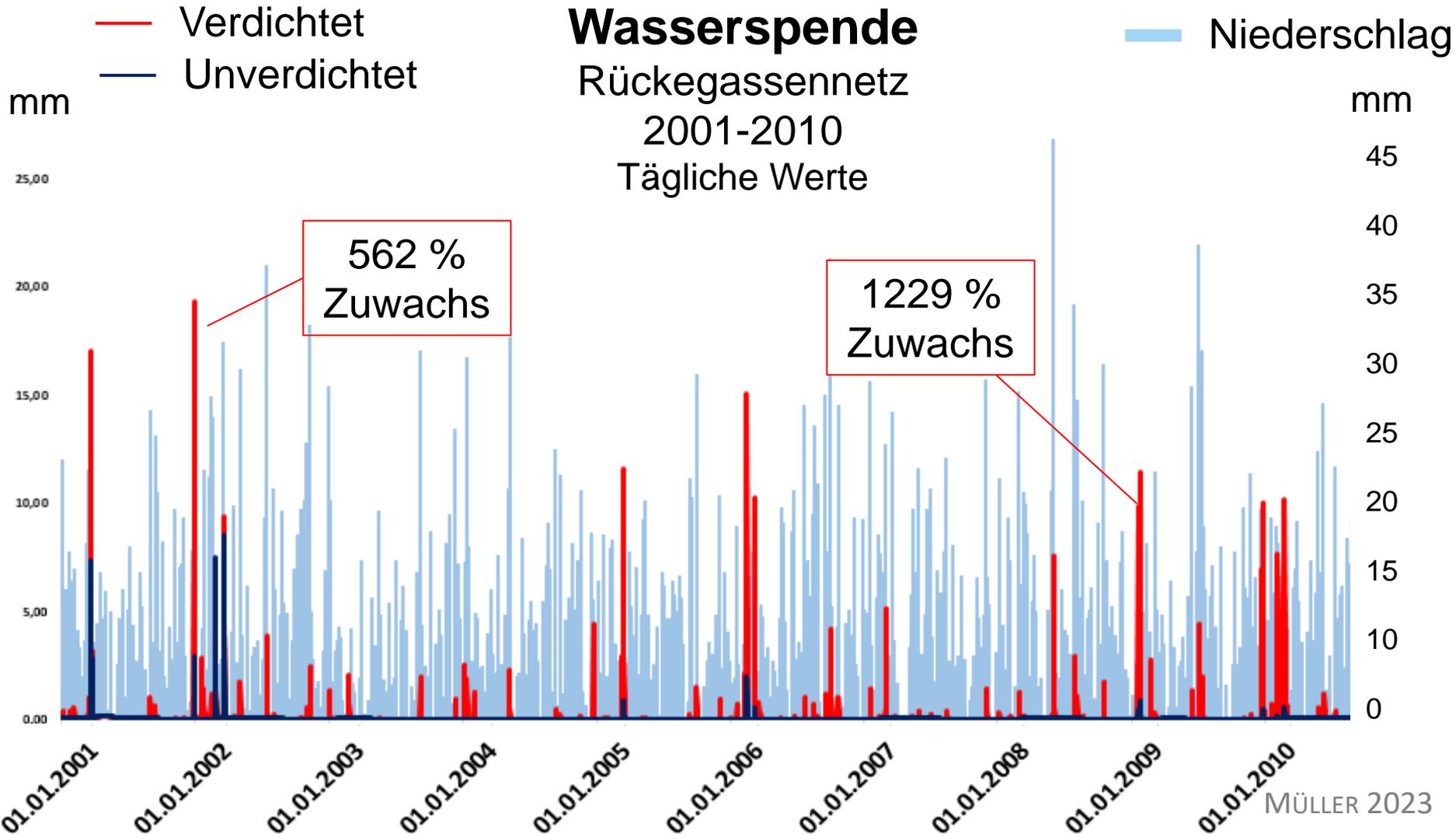
RÜCKEGASSENNETZ: BODENKLASSE L



MÜLLER 2023



RÜCKEGASSENNETZ: BODENKLASSE L





Maßnahmen des Wasserrückhalts



BESEITIGUNG LIENFÖRMIGER STRUKTUREN

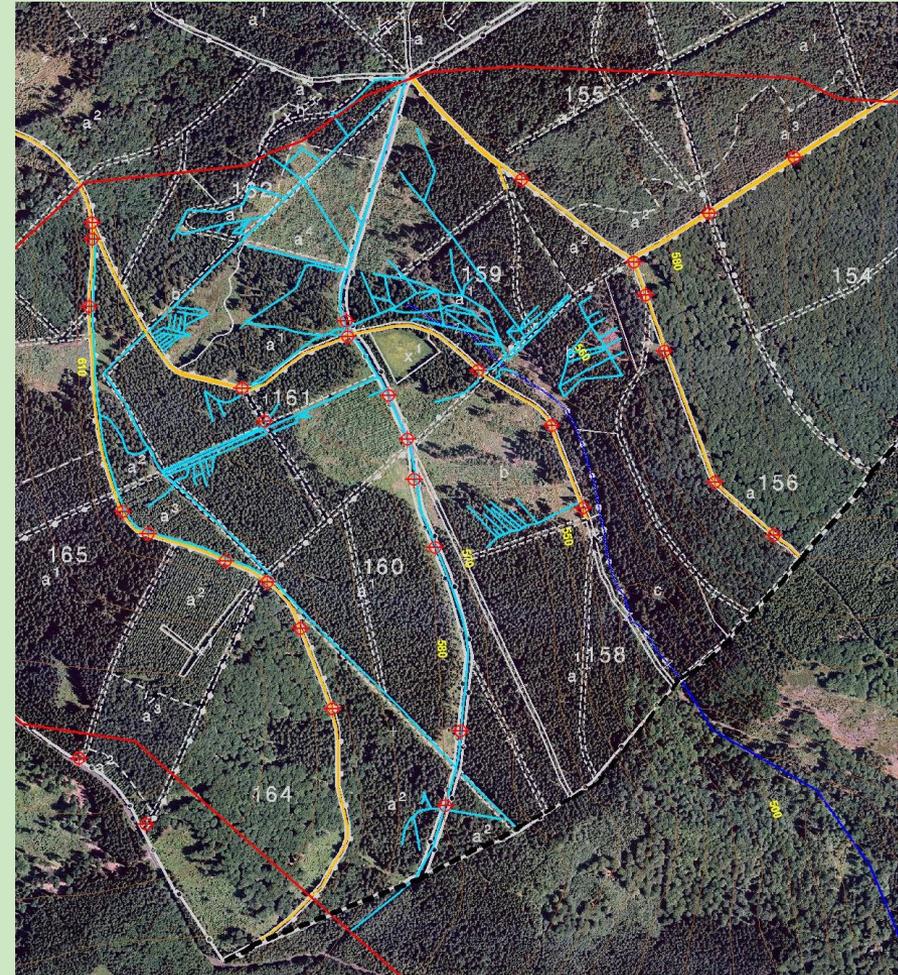


Rheinland-Pfalz

Neben weiteren Hot Spots der Abflusstehung sind **Linienstrukturen** besonders kritisch im Hinblick auf die Beschleunigung des Oberflächen- Abflusses, das sind die Spuren schwerer Maschinen, Wege, Rückegassen, Gräben, Dolen ...

Entwässerungssysteme im Testgebiet Holzbach

-  Wegegräben
-  Drainagegräben
-  Gewässer





Drainagegräben nach Möglichkeit verfüllen, um Wasser im Wald zu halten und auf der Fläche reinfiltrieren zu lassen. Wo sinnvoll aber die Gräben nutzen, um ggf. Wasser auf besonders trockene Bestände zu bringen (Remodellierung der Gräben)



Draingrabennetz Soonwald, RLP, 2023



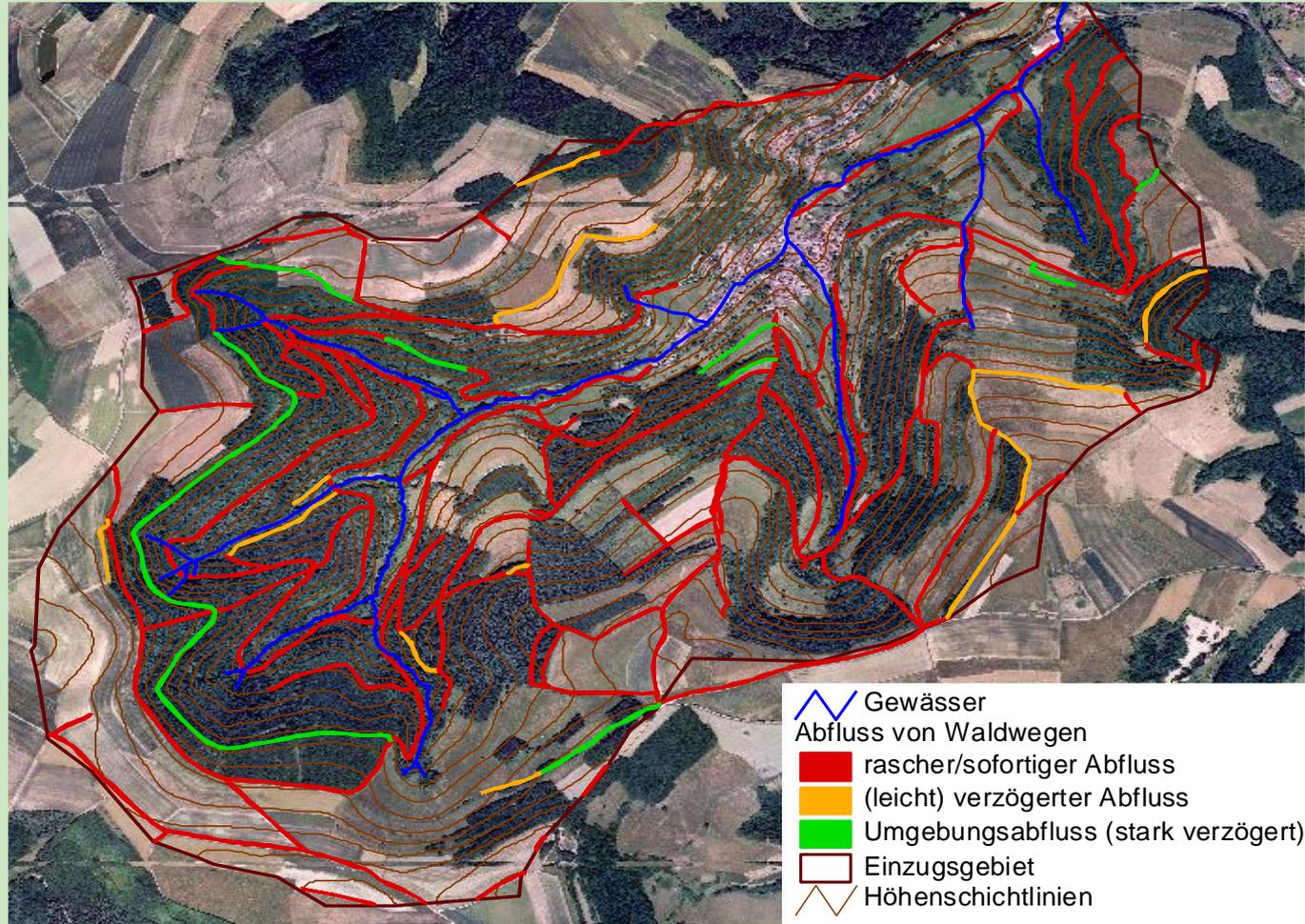
VERSCHLUSS VON DRAINGRÄBEN



Der Verschluss von Entwässerungsgräben stellt in der Regel **keinen Genehmigungstatbestand** dar. Bei wie zuvor genannten Grenzfällen, kann dies von den Behörden anders beurteilt werden. **Eine enge Abstimmung mit den unteren Forst-, Naturschutz- und Wasserbehörden im Planungsprozess ist in jedem Falle opportun.** Dies auch vor dem Hintergrund der möglichen Anerkennung als Kompensationsmaßnahme nach BNatSchG oder forstrechtlichen Ausgleichs.



Ergebnis einer Wegeinventur:





MAßNAHMEN WEGENETZ

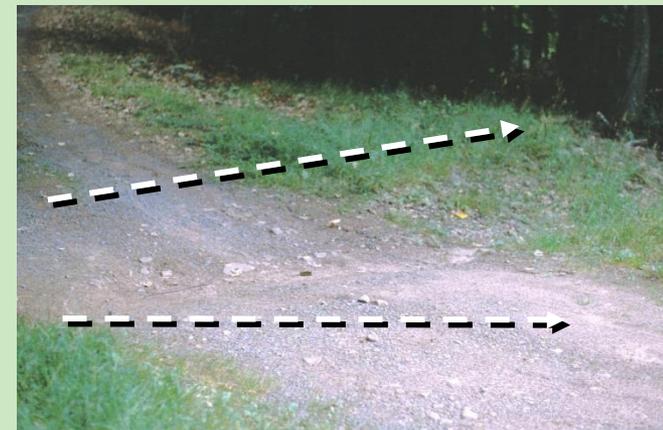


Das Wegeprofil sollte - auch bei Gefälle - eine **breitflächige Entwässerung in den angrenzenden Wald** ermöglichen – keine trapezförmigen Wegebegleitgräben.

Grundsätzlich müssen die Wegenetzdichte hinsichtlich ihrer Notwendigkeit beurteilt und ggf. nicht benötigte Wege auch zurückgebaut werden.



Versickerungs- und Verdunstungsmulden können auf weniger durchlässigen Böden überschüssiges Wasser aufnehmen.





REDUKTION VON DIREKTEM ABFLUSS



Wasserableitungen durch Rohrdurchlässe (Dolen) konzentrieren Wasser in linearen Abflüssen (mit Tiefenerosion).



Daher sollten so viele Durchlässe einen Wegekörper queren, dass sich in bergseitigen Gräben kein Wasser ansammelt.



Hydrologisch sinnvoller (und preisgünstig) sind **Rigolen**, die das Wasser hangabwärts im Wald versickern lassen. Hangparallele Wege, die den Interflow abschneiden, können auch komplett als „Rigole“ ausgebaut werden.





© G. Schüler

Auf **Rückegassen** -> Spurgleise beseitigen. Am Hang auch auf Rückegassen diagonale Wasserrückleitungsmulden in den Wald anlegen, um Oberflächenabfluss und Erosion zu vermeiden. Stillgelegte Rückegassen sollen ebenfalls mit solchen Mulden versehen werden.

Grundsatzanweisung RLP:

Waldböden dürfen mit schweren Forstmaschinen zur Holzernte und zum Vorliefern von Holz nur auf festen Linien (Maschinenwege und Rückegassen -> befahrene Fläche max. 13,5 % = 30 m Abstand, Regelabstand = 40 m) fahren, um eine flächige Bodenverdichtung zu vermeiden. Dabei ist die neueste bodenschonende Technik einzusetzen.



ERHALTUNG DER TECHNISCHEN BEFAHRBARKEIT



Die technische Befahrbarkeit ist nicht mehr gegeben:

- bei **Bodenstrukturveränderungen (!) mit plastischem Fließen**
- bei **stehendem Wasser in der Fahrspur (!)**
- bei **Erosion (!)**
- bei **Beeinträchtigung der Waldästhetik (!)**

Erosion – und damit Oberflächenabfluss - muss grundsätzlich auch unabhängig von Holzerntemaßnahmen entgegengewirkt werden !

Landesforsten Rheinland-Pfalz 2018



Auf Rückegassen sind **Spurgleise zu beseitigen** und im hängigen Gelände sind **diagonale Wasserrückleitungsmulden in den Wald** anzulegen, z.B. mit dem Polterschild eines Forstschleppers oder mit gesonderten Maßnahmen nach der Holzbringung.



**Bei Maschineneinsatz
müssen Bodenschäden
auch in Rückegassen
vermieden werden.**

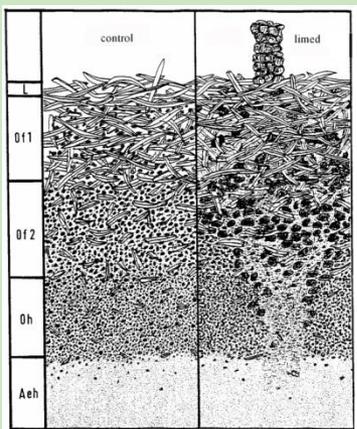
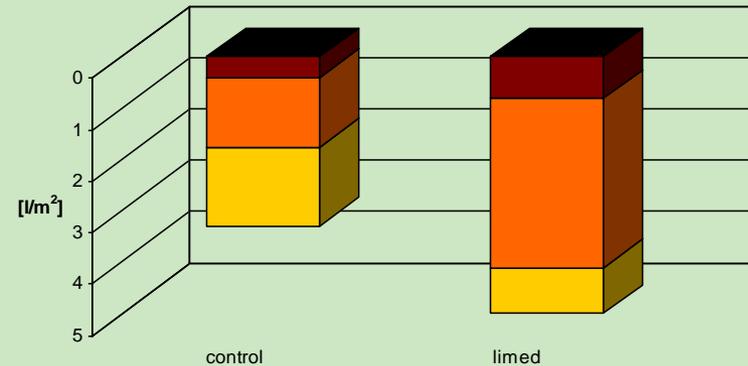
**... alternative Holzernte- und
Rücketechniken** (z.B. motor-manuelle
Holzaufarbeitung und Seilkräne)
verhindern Bodenschäden und beugen
linienhaftem Oberflächenabfluss vor.

Landesforsten Rheinland-Pfalz 2018





Die Kalkung versauerter Waldböden fördert die biologische Aktivität



Feinwurzelvolumen (Kiefer/Buche) ohne Bodenschutzkalkung und 8 Jahre nach der Kalkung

Die Wasserspeicherkapazität der Böden vergrößert sich so um mehrere l / m² durch ein intensiveres Feinwurzelwachstum
Durch die Aktivität der Makrofauna vergrößert sich die Versickerungsrate um das 4- bis 10-fache gegenüber ungekalkten Böden



Keyline Design oder „Kaiser-Wannen“:

Um Oberflächenabfluss entlang der Höhenschichtlinien in Versickerungsgräben zu bewegen und zu verteilen, können sie je nach Platzverhältnissen wegebegleitend oder auch in Kombination mit Rigolen talseitig angelegt werden. Das Wasser wird breitflächig in der Wanne verteilt und kann von dort reinfiltrieren. Bei Überlauf ergießt sich das Wasser in den dahinter liegenden Bestand.



„Kaiser-Wanne“, entwickelt im Soonwald von L. BERGER



WASSER RÜCKHALT IN DER LANDSCHAFT



Für den Hochwasserschutz können **künstliche Kleinretentionsräume** in Form von Rückhaltebecken angelegt werden. Das Wasser wird vom Weg weggeleitet und durch einen Damm in der Landschaft gestaut. Inwieweit sich daraus auch ein Vorteil für die Biodiversität ergibt, wird noch geprüft.

Eine größere Anzahl hintereinandergeschalteter Rückhaltebecken bricht auch bei geringem Einstauvolumen den ungebremsten Abfluss einer Hochwasserspitzenwelle.



Renaturierung von Waldmooren:

Die Wiedervernässung speichert Wasser in der Landschaft und mildert Abflussspitzen

Dazu können mit „Bretterdämmen“ Entwässerungsgräben verschlossen werden, um die Standorte wiederzuvernässen und die Wiederbesiedlung mit Torfmoosen zu fördern.



© G. Schüler



Stammbarrieren

In engeren Kerbtälern, die von Waldwegen gekreuzt werden, sollen Stammbarriere vor dem Wegekörper mit Dolendurchlass höhere Abflusswellen bremsen. Die Durchgängigkeit des Fließgewässers wird gewährleistet, indem am Gewässergrund Raum für den Grundabfluss gelassen wird.

Eine solche Durchflussreduzierung durch Dolen bricht und verzögert Hochwasserspitzen, insbesondere wenn sie kaskadenartig angelegt werden



© G. SCHÜLER



MAßNAHMEN ZUR VERBESSERUNG DER ÖSDL



Bachauen: Natürliche Überflutungsareale = Retentionsräume

Natürliche Bachauen nehmen
Oberflächenwasser aus Sturzfluten und
Hochwasserwellen in der gesamten Fläche auf
und brechen damit Spitzen-Hochwasserwellen.



Wo möglich, soll die Struktur von
© G. SCHÜLER
Waldbächen und Bachauen durch den Einbau
von Querbuhnen aus Weidenruten
verbessert werden. Dies sollte sich jedoch
auf extensive Eingriffe beschränken, um einer
Eigendynamik der Gewässer nicht
vorzugreifen.

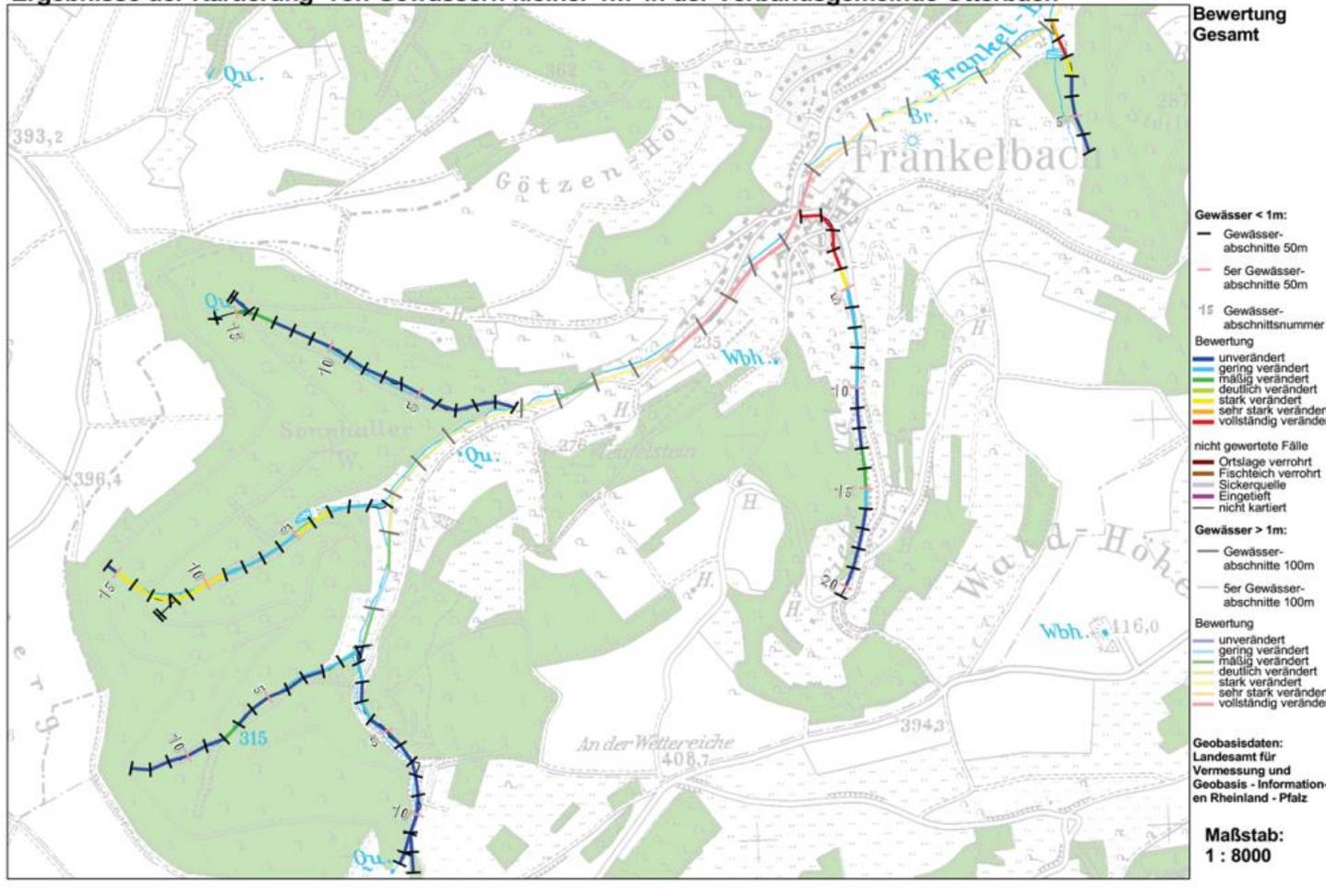
© G. SCHÜLER



UFERBEREICHE



Ergebnisse der Kartierung von Gewässern kleiner 1m in der Verbandsgemeinde Otterbach



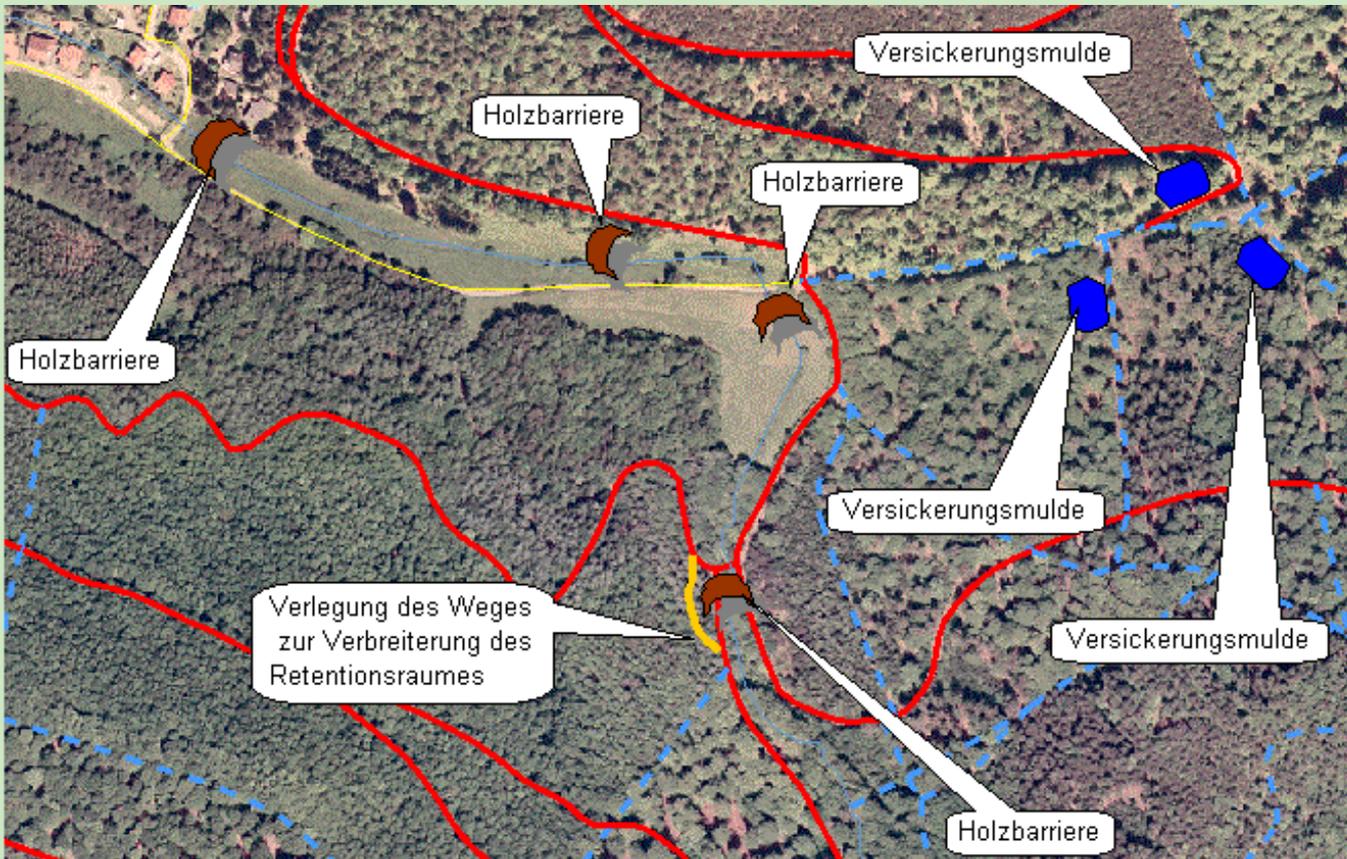
Gewässer im Wald und deren Uferbereiche müssen im Hinblick auf die Fähigkeit zur Wasserretention bewertet werden.



MAßNAHMEN ZUR VERBESSERUNG DER ÖSDL



Rheinland-Pfalz



(SCHÜLER 2006)

Die größte Wirkung haben **viele verschiedene Einzelmaßnahmen**, beginnend nahe am Ort des Abflussgeschehens



ZUSAMMENFASSUNG





**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**

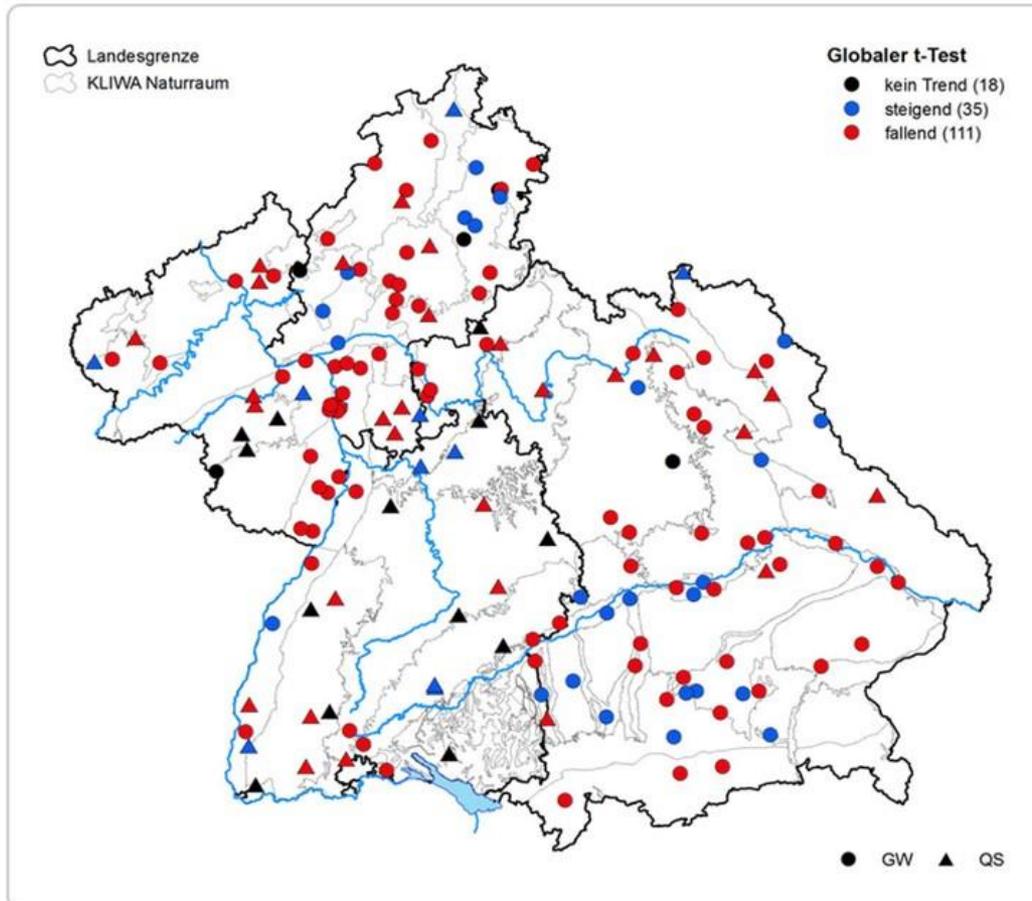
G.H.G.

© G. SCHÜLER



- BOTT, W. (2003):** *Prozessorientierte Modellierung des Wassertransports zur Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in bewaldeten Entstehungsgebieten.* Dissertation Universität Mainz, 124 S.
- GALLUS, M., LEY, M., SCHUBERT D., SEGATZ, E. & SCHÜLER G. (2007):** *Renaturierung von Hangbrüchern im Hunsrück zur Glättung von Abflussspitzen.* In Schüler et al. 2007, s.u. (S. 21-30)
- KLAES, B., STRUCK, J., SCHNEIDER, R. & SCHUELER, G. (2016):** *Middle-term effects after timber harvesting with heavy machinery on a fine-textured forest soil.* Eur J Forest Res. DOI 10.1007/s10342-016-0995-2
- LANDESFORSTEN RLP (2018):** *Handbuch Walderschließung*
- MA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2003):** *Ecosystems and their services.* A framework for assessment. Island Press.
- MA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005):** *Ecosystems & Human Well-being.* Synthesis Reports. Island Press.
- MÜLLER, E.V. (2023):** *Analysis of forest-specific ecosystem services with regard to water balance components: Runoff and groundwater in the forest.* Dissertation Universität Trier. Verfügbar: [Analysis of forest-specific Ecosystem Services with regard to water balance components: runoff and groundwater recharge in the forest \(rlp.de\)](#)
- REITER, P., SAUER, T., VOIGT, M., ZIMMER, M. (2020):** *Klimawandel in Rheinland-Pfalz. Themenheft Klimawandel – Entwicklungen in der Zukunft.*
- RYAN, J. G., MCALPINE, C. A. UND LUDWIG, J. A. (2010):** *Integrated vegetation designs for enhancing water retention and recycling in agroecosystems.* Landscape Ecology. 25, 2010, S. 1277–1288
- SARTOR, J. & KREITER, T. (2007):** *Hochwasserrückhalt durch naturnahe Waldwirtschaft und Kleinrückhalte.* In: Schueler et al. (2007) s.u. (S. 61-72).
- SCHRÖDER, C.; LUTHARDT, V.; JELTSCH, F. (2012):** *Development of a holistic evaluation method for ecosystem services of peatlands.* Contribution to the 14th International Peat Congress: Peatlands in Balance, June 3-8 2012, Stockholm, Sweden. Online available Theme I.5 Special session - Peatland ecosystem services N^o 196.
- SCHÜLER, G. (2006):** *Identification of flood-generating forest areas and forestry measures for water retention.* For.Snow Landsc. Res., 80, 1: 99-114.
- SCHÜLER, G., GELLWEILER, I. & SEELING, S. – EDS. (2007):** *Dezentraler Wasserrückhalt in der Landschaft durch vorbeugende Maßnahmen der Waldwirtschaft, der Landwirtschaft und im Siedlungswesen.* Mitt. A. d. Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 64, pp 337.
- SCHÜLER, G. (1999):** *Schwemmfächer im nördlichen Oberrheingraben als Waldstandorte – Die Bedeutung der Standortsfaktoren für Stabilität und Elastizität der Waldökosysteme unter besonderer Berücksichtigung des grundwassergeprägten Wasserhaushaltes am Beispiel des Speyerbach-Schwemmfächers.* Mitteilungen der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz, Nr. 16, pp186.

ANHANG: GRUNDWASSERMESSTÄNDE



KLIWA – KLIMAVERÄNDERUNGEN UND WASSERWIRTSCHAFT (2017): Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951-2015). Authors: BAUMEISTER, C., GUDERA, T., HERGESELL, M., KAMPF, J., KOPP, B., NEUMANN, J., SCHWEBLER, W., WINGERING, M. KLIWA-Report, Nr. 21



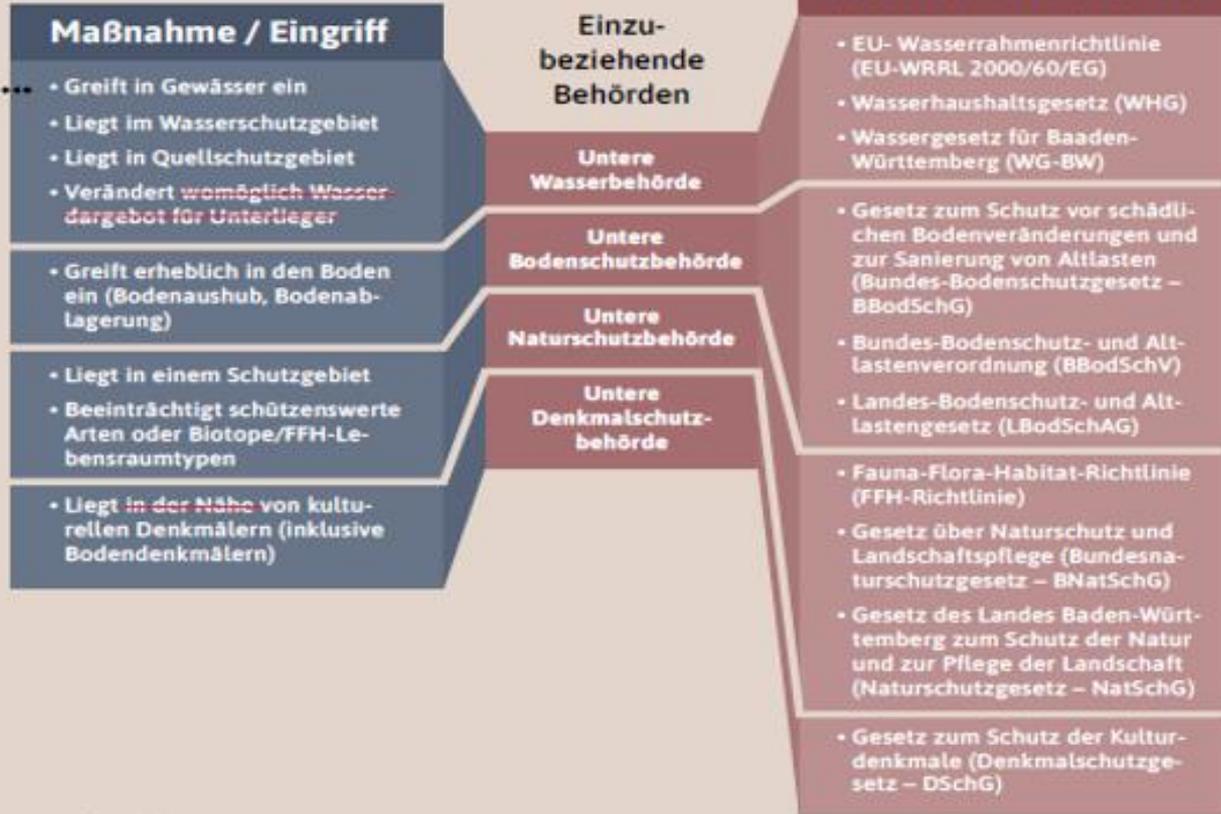
HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN ZUM RIGOLENBAU



- **Welches Material und welche Materialstärke nutzen Sie für die Rigole?**
 - Möglichst stabiles mineralisches Gestein in der Körnung mind 70, besser 100+ (z.B. 100-400), KEINE kornabgestufte Mischung
- **Wird eine feinere Deckschicht auf das Material der Rigole verwendet?**
 - Ja, wenn der Weg als Waldfahrstrasse genutzt werden soll
 - Nein, wenn es ein reiner Maschinenweg sein soll
- **Wie breit und tief muss eine Rigole im Wegebau gemacht werden?**
 - 3 – 5 m breit, besser mehr
 - Tief möglichst unter die periglazialen Lagen auf das anstehende Ausgangsgestein, damit der Interflow nicht gebremst wird
- **Gibt es Erkenntnisse ob sich die Rigole im Laufe der Zeit mit feinerem Material oder Organischem Material zusetzt?**
 - Wenn ausschließlich Grobschlag verwendet wird (Körnung 100+, z.B. 100-400) sollten sich die Poren nicht zusetzen und immer wieder vom Interflow freigespült werden
- **Wie schnell und wieviel Wasser versickert durch eine Rigole im Wegebau?**
 - Interflow sollte frei perkolieren können
- **Wie sind die Arbeitsschritte bei der Anlage einer neuen Rigole im Wegebau?**
 - Möglichst tief (Ausgangsgestein) auskoffern incl. bergseitige Auffangmöglichkeit für Oberflächenwasser und talseitiger sich verbreitender Ausfluss, Grobschlag fachgerecht einbringen, verdichten, Deckschicht aufbringen
- **Welche Maschinen werden ihrer Erfahrung nach zum Errichten einer Rigole genutzt?**
 - Forsttechnisch versierte Kollegen befragen
- **Muss z.B. die Rigole nach dem verfüllen des groben Wegebauaterials mit einer Walze verdichtet werden?**
 - ja
- **Was kostet eine Rigole ? (Einbau/Arbeitsstunden/Material)**
 - Forsttechnisch versierte Kollegen befragen
- **Wie ist der Zeitbedarf je Maschine?**
 - Forsttechnisch versierte Kollegen befragen
- **Was ist die Besonderheiten bei Anlage der Rigole (z.B. Einbettung in die Geländeform) - Trapezförmig?**
 - In das Gelände und an den Wegekörper einpassen, Tiefe (Mächtigkeit) orientiert sich an den Interflow führenden periglazialen Deckschichten und an der vorhandenen Mächtigkeit des existierenden Wegekörpers, seitliche Ausdehnung entsprechend der möglichen Menge des Interflows (welche Sperr- und Stauwirkung hat der Wegekörper im Gelände?)



Vollzugshilfe / Behördenzuständigkeit



GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Greife ich ins Gewässer ein?

