

Webinar: Amore für Moore

10.12.2020

Hydrologisches Monitoring im NP Hunsrück-Hochwald

Moorrenaturierung und Wasserrückhalt

Dr. Julian J. Zemke

Universität Koblenz-Landau

Inhalt

1. Einführung: Hydrologisches Monitoring im NP Hunsrück-Hochwald
2. Abflussprozesse im NP: Lange Zeitreihe
3. Wasserrückhalt: Jahresgänge
4. Ausblick: Wasserrückhalt Starkregen





I. Einführung

Hydrologisches Monitoring im NP Hunsrück-Hochwald

Einführung

Hydrologisches Monitoring im NP

- Die Abteilung Geographie der **Universität Koblenz-Landau** misst **seit 2015 Abflüsse im Nationalpark**
- Das **Untersuchungsgebiet** liegt am **Südhang des Erbeskopfes**
- Neben Grundlagenforschung: **Explizite Frage nach dem Einfluss von Wiedervernässungsmaßnahmen**



Einführung

Hydrologisches Monitoring im NP

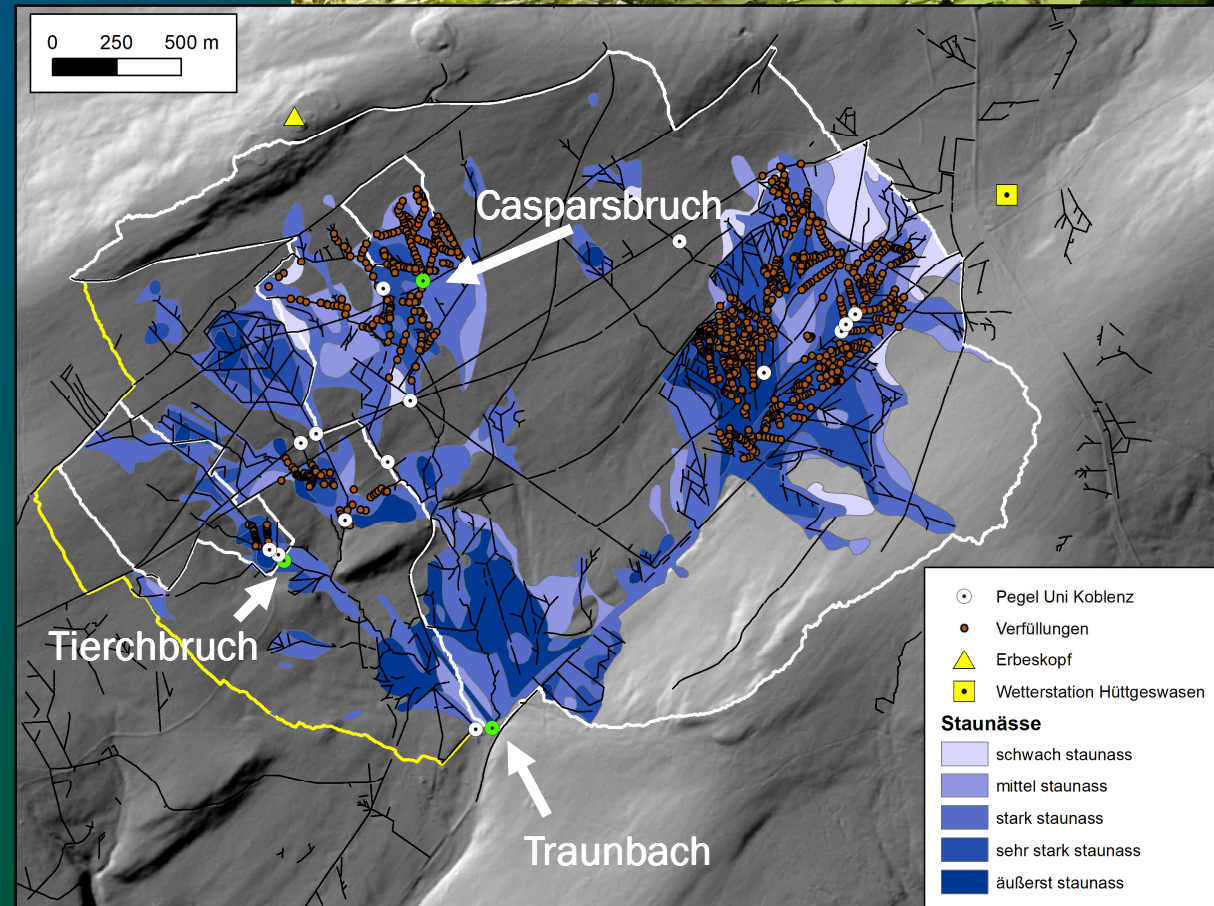
- Methodisch: **Installation** eines dichten **Pegelnetzwerks** in **Drainagegräben** und **natürlichen Gewässern**
- Gemessen wird der **Wasserstand** in **5 Min-Intervallen**
- Zusätzlich erfolgt(e) umfassende **Kartierung** des **Grabennetzwerks** und der **Böden**
- Hier vorgestellt: **3 Pegel als Auszug** von derzeit 19+ Pegeln



Einführung

Hydrologisches Monitoring im NP

- **Casparsbruch:**
 - EZG: 0,1 km² (36% Feuchtgebiet)
 - 11,8 m/ha Gräben
 - Erdplomben in 2016
- **Tierchbruch:**
 - EZG: 0,3 km² (30 % Feuchtgebiet)
 - 11,6 m/ha Gräben
 - Spundwände/Hackschnitzel in 2016
- **Traunbach:**
 - EZG 5,5 km² (39% Feuchtgebiet)
 - 11,3 m/ha Gräben
 - Vorfluter des Gebiets





2. Abflussprozesse im NP: Lange Zeitreihe

Hydrologisches Monitoring im NP Hunsrück-Hochwald

Abflussprozesse im NP

Grabenverschlüsse und 3 Phasen-Modell

- Grundsätzlich wurde ein **3-Phasiges Modell** als erwartetes Muster **einer erfolgreichen Wiedervernässung postuliert**
- Dieses gliedert sich wie folgt:
- **(1) Prä-Phase:**
 - **Hohe Abflüsse** durch schnelle **Wasserableitung**
 - **Enge** und **hohe Abflussspitzen** bei Niederschlägen
 - **Schnelle Speicherleerung** durch Drainage



Abflussprozesse im NP

Grabenverschlüsse und 3 Phasen-Modell

- (2) Transition-Phase:
 - **Niedrige/keine messbaren Abflüsse**, da instrumentierter Graben verschlossen ist
- (3) Post-Phase
 - **Kontinuierlich ansteigende Abflüsse**
 - Wasser sammelt sich nach wie vor in Tiefenlinien
 - Aber: **Böden** sind (hoffentlich) **gesättigt**
 - Daher **nehmen** sie **wenig/keinen Niederschlag auf**
 - **Hohe Abflüsse** sind dann **Zeichen** eines **bodenhydrologisch-gesunden Feuchtgebiets**



Abflussprozesse im NP

Grabenverschlüsse und 3 Phasen-Modell

- Dabei ist zu bedenken, dass unterschiedliche Methoden der Verfüllung unterschiedliche Auswirkungen haben können
- Postuliert für die drei vorgestellten Einzugsgebiete:
- **Casparsbruch**: Kleines Einzugsgebiet, Erdplombe → **Schnelle, deutliche Reaktion**
- **Tierchbruch**: Kleines Einzugsgebiet, Spundwände → **Evtl. langsamere, weniger deutlich Reaktion**
- **Traunbach**: Großes Einzugsgebiet, vom Pegel entfernte Verfüllungen → **Langsamere Reaktion, wenn überhaupt(?)**





3. Wasserrückhalt: Jahresgänge

Tiefergehende Analysen des Abflussgeschehens

Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- Abseits der rein quantitativen Methodik: Es ist **spannend** zu wissen, **ob Wiedervernässung Wasser** länger **im Gebiet hält**
- Eine Möglichkeit der Erfassung: **Abflusskoeffizient (RC)**
- Hierfür werden **Input** (Niederschlag) und **Output** (Abfluss) der jeweiligen Einzugsgebiete **verglichen**
- Grundgedanke: **Output / Input = relativer Anteil**



Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- Beispiel:
- In einem Monat fallen 75 mm ($\sim 1/m^2$) Niederschlag
- An einem Pegel werden im gleichen Zeitraum 25 mm Abfluss gemessen
- $RC = 25 / 75 = 0,33 = 33\%$
- Demnach: **33% des Niederschlags sind wieder als Abfluss aus dem Einzugsgebiet geflossen**
- **Wo ist der Rest!?**



Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- Im Grunde zwei Möglichkeiten:
- **Verlust** durch **Evapotranspiration** (Verdunstung)
- **Verbleiben** *im* **Einzugsgebiet** → Ergo: Im **Bodenkörper**
- Für den heutigen Abend vernachlässigen wir die Verdunstungsverluste
- Nur fürs Gesamtbild: Diese sind näherungsweise zu Bestimmen anhand Temperatur & Bewuchs



Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- Was können wir nun anhand der Pegelmessungen sehen?
- Nun – wir beginnen erst einmal mit **Abflussjahren** (AJ)
- Diese gehen **von November – Oktober**
- Grund: Wir erfassen einen **Zyklus von Speicherfüllung und –leerung**

		AJ 2016				AJ 2017				AJ 2018				AJ 2019			
		P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun
Speicherfüllung	Nov																
	Dez																
	Jan																
	Feb																
	Mär																
	Apr																
Speicherleerung	Mai																
	Jun																
	Jul																
	Aug																
	Sep																
	Okt																
	∅																
	Σ																

Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- Für jedes Abflussjahr werden nun die **monatlichen Niederschlagssummen (P)** und die errechneten **Abflusskoeffizienten (RC) in %** notiert
- Was ist nun zu erkennen?
- Nun – auf den ersten Blick: Viel zu viel! ;-)
- Deshalb: **Strukturiert heruntergebrochen...**

		AJ 2016				AJ 2017				AJ 2018				AJ 2019			
		P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun
Speicherfüllung	Nov	124	23	-	2	86	3	1	1	130	67	1	1	61	< 1	22	10
	Dez	54	138	-	6	8	31	9	6	175	79	3	3	204	144	26	24
	Jan	107	95	-	5	41	6	2	1	197	80	3	3	107	287	65	49
	Feb	131	149	4	5	80	11	2	3	21	450	8	8	70	502	156	106
	Mär	85	35	3	4	80	9	5	5	87	123	2	2	126	294	96	56
	Apr	75	14	4	4	11	45	9	5	35	262	3	2	73	173	92	26
Speicherleerung	Mai	96	22	2	2	36	9	2	1	87	113	1	< 1	111	186	85	26
	Jun	136	92	3	2	47	4	1	< 1	140	115	1	1	31	306	157	17
	Jul	36	34	4	1	135	1	1	< 1	77	260	1	< 1	30	2	91	15
	Aug	52	4	2	< 1	112	5	1	1	52	93	1	< 1	50	0	50	6
	Sep	16	1	4	1	90	26	1	1	64	0	1	< 1	60	0	38	-
	Okt	66	1	1	< 1	71	86	1	1	30	< 1	2	1	127	10	16	-
	Ø	81	51	3	3	66	20	3	2	91	137	2	2	87	159	75	30
	Σ	977	-	-	-	796	-	-	-	1095	-	-	-	1049	-	-	-

Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- Wir erkennen **trockene** und **nasse Jahre**
- Diese **beeinflussen** natürlich auch dynamisch die **Abflussmessungen**
- Davon ab lassen sich „typische“ RCs der Pegel ablesen, beeinflusst durch Niederschlagssummen und Zeitpunkt im Jahr
- Bei genauem Blick aber...

		AJ 2016				AJ 2017				AJ 2018				AJ 2019			
		P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun
Speicherfüllung	Nov	124	23	-	2	86	3	1	1	130	67	1	1	61	< 1	22	10
	Dez	54	138	-	6	8	31	9	6	175	79	3	3	204	144	26	24
	Jan	107	95	-	5	41	6	2	1	197	80	3	3	107	287	65	49
	Feb	131	149	4	5	80	11	2	3	21	450	8	8	70	502	156	106
	Mär	85	35	3	4	80	9	5	5	87	123	2	2	126	294	96	56
	Apr	75	14	4	4	11	45	9	5	35	262	3	2	73	173	92	26
Speicherleerung	Mai	96	22	2	2	36	9	2	1	87	113	1	< 1	111	186	85	26
	Jun	136	92	3	2	47	4	1	< 1	140	115	1	1	31	306	157	17
	Jul	36	34	4	1	135	1	1	< 1	77	260	1	< 1	30	2	91	15
	Aug	52	4	2	< 1	112	5	1	1	52	93	1	< 1	50	0	50	6
	Sep	16	1	4	1	90	26	1	1	64	0	1	< 1	60	0	38	-
	Okt	66	1	1	< 1	71	86	1	1	30	< 1	2	1	127	10	16	-
	Ø	81	51	3	3	66	20	3	2	91	137	2	2	87	159	75	30
	Σ	977	-	-	-	796	-	-	-	1095	-	-	-	1049	-	-	-

Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- ...erkennen wir **Monate mit > 100 % RC**
- Das ist gleichbedeutend mit „in diesem Monat ist mehr Wasser durch den Pegel gegangen, als an Niederschlag gefallen ist“
- **Klingt unmöglich? Nun – nicht ganz!**
- Warum z.B. in **Dez 2015 & Feb 2016?**

		AJ 2016				AJ 2017				AJ 2018				AJ 2019			
		P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun
Speicherfüllung	Nov	124	23	-	2	86	3	1	1	130	67	1	1	61	< 1	22	10
	Dez	54	138	-	6	8	31	9	6	175	79	3	3	204	144	26	24
	Jan	107	95	-	5	41	6	2	1	197	80	3	3	107	287	65	49
	Feb	131	149	4	5	80	11	2	3	21	450	8	8	70	502	156	106
	Mär	85	35	3	4	80	9	5	5	87	123	2	2	126	294	96	56
	Apr	75	14	4	4	11	45	9	5	35	262	3	2	73	173	92	26
Speicherleerung	Mai	96	22	2	2	36	9	2	1	87	113	1	< 1	111	186	85	26
	Jun	136	92	3	2	47	4	1	< 1	140	115	1	1	31	306	157	17
	Jul	36	34	4	1	135	1	1	< 1	77	260	1	< 1	30	2	91	15
	Aug	52	4	2	< 1	112	5	1	1	52	93	1	< 1	50	0	50	6
	Sep	16	1	4	1	90	26	1	1	64	0	1	< 1	60	0	38	-
	Okt	66	1	1	< 1	71	86	1	1	30	< 1	2	1	127	10	16	-
	Ø	81	51	3	3	66	20	3	2	91	137	2	2	87	159	75	30
	Σ	977	-	-	-	796	-	-	-	1095	-	-	-	1049	-	-	-

Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- Dieser Fall ist einfach zu erklären: **Schneesmelze!**
- **Niederschlag** fiel jeweils ***vor* Dez & Feb**, und blieb als Schnee im Gebiet, **ohne abflusswirksam zu sein**
- **Bei steigenden Temperaturen:** Gleichzeitige **Freisetzung** des Niederschlags als Wasser
- → Ergo: Mitunter mehr Abfluss, als zusätzlich ***im*** Monat gefallen ist

		AJ 2016				AJ 2017				AJ 2018				AJ 2019			
		P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun
Speicherfüllung	Nov	124	23	-	2	86	3	1	1	130	67	1	1	61	< 1	22	10
	Dez	54	138	-	6	8	31	9	6	175	79	3	3	204	144	26	24
	Jan	107	95	-	5	41	6	2	1	197	80	3	3	107	287	65	49
	Feb	131	149	4	5	80	11	2	3	21	450	8	8	70	502	156	106
	Mär	85	35	3	4	80	9	5	5	87	123	2	2	126	294	96	56
	Apr	75	14	4	4	11	45	9	5	35	262	3	2	73	173	92	26
Speicherleerung	Mai	96	22	2	2	36	9	2	1	87	113	1	< 1	111	186	85	26
	Jun	136	92	3	2	47	4	1	< 1	140	115	1	1	31	306	157	17
	Jul	36	34	4	1	135	1	1	< 1	77	260	1	< 1	30	2	91	15
	Aug	52	4	2	< 1	112	5	1	1	52	93	1	< 1	50	0	50	6
	Sep	16	1	4	1	90	26	1	1	64	0	1	< 1	60	0	38	-
	Okt	66	1	1	< 1	71	86	1	1	30	< 1	2	1	127	10	16	-
	Ø	81	51	3	3	66	20	3	2	91	137	2	2	87	159	75	30
	Σ	977	-	-	-	796	-	-	-	1095	-	-	-	1049	-	-	-

Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- RC > 100% können auch dann auftreten, wenn Niederschläge zum Ende eines Monats fallen
- Bei verzögerten Durchlaufzeiten des Wassers wird Niederschlag direkt im Monat gemessen, der resultierende Abfluss aber evtl. erst im Folgemonat
- Das alles erklärt aber nicht die AJ 2018 und 2019 im Casparsbruch

		AJ 2016				AJ 2017				AJ 2018				AJ 2019			
		P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun
Speicherfüllung	Nov	124	23	-	2	86	3	1	1	130	67	1	1	61	< 1	22	10
	Dez	54	138	-	6	8	31	9	6	175	79	3	3	204	144	26	24
	Jan	107	95	-	5	41	6	2	1	197	80	3	3	107	287	65	49
	Feb	131	149	4	5	80	11	2	3	21	450	8	8	70	502	156	106
	Mär	85	35	3	4	80	9	5	5	87	123	2	2	126	294	96	56
	Apr	75	14	4	4	11	45	9	5	35	262	3	2	73	173	92	26
Speicherleerung	Mai	96	22	2	2	36	9	2	1	87	113	1	< 1	111	186	85	26
	Jun	136	92	3	2	47	4	1	< 1	140	115	1	1	31	306	157	17
	Jul	36	34	4	1	135	1	1	< 1	77	260	1	< 1	30	2	91	15
	Aug	52	4	2	< 1	112	5	1	1	52	93	1	< 1	50	0	50	6
	Sep	16	1	4	1	90	26	1	1	64	0	1	< 1	60	0	38	-
	Okt	66	1	1	< 1	71	86	1	1	30	< 1	2	1	127	10	16	-
	Ø	81	51	3	3	66	20	3	2	91	137	2	2	87	159	75	30
	Σ	977	-	-	-	796	-	-	-	1095	-	-	-	1049	-	-	-

Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- Hier haben wir **andauernde Phasen von RC > 100%**
- D.h. Wasser passiert den Pegel, dass vor (sehr) langer Zeit in den Speicher gelangt sein muss
- Der **3-Phasen-Hypothese folgend**: Der **Bodenkörper** ist **voll** und bleibt es auch über lange Zeiträume
- Besonders **hohe RC** in **Monaten** mit **geringen Niederschlägen beweisen** zudem **Pufferwirkung** des Bodenwassers

		AJ 2016				AJ 2017				AJ 2018				AJ 2019			
		P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun
Speicherfüllung	Nov	124	23	-	2	86	3	1	1	130	67	1	1	61	< 1	22	10
	Dez	54	138	-	6	8	31	9	6	175	79	3	3	204	144	26	24
	Jan	107	95	-	5	41	6	2	1	197	80	3	3	107	287	65	49
	Feb	131	149	4	5	80	11	2	3	21	450	8	8	70	502	156	106
	Mär	85	35	3	4	80	9	5	5	87	123	2	2	126	294	96	56
	Apr	75	14	4	4	11	45	9	5	35	262	3	2	73	173	92	26
Speicherleerung	Mai	96	22	2	2	36	9	2	1	87	113	1	< 1	111	186	85	26
	Jun	136	92	3	2	47	4	1	< 1	140	115	1	1	31	306	157	17
	Jul	36	34	4	1	135	1	1	< 1	77	260	1	< 1	30	2	91	15
	Aug	52	4	2	< 1	112	5	1	1	52	93	1	< 1	50	0	50	6
	Sep	16	1	4	1	90	26	1	1	64	0	1	< 1	60	0	38	-
	Okt	66	1	1	< 1	71	86	1	1	30	< 1	2	1	127	10	16	-
	Ø	81	51	3	3	66	20	3	2	91	137	2	2	87	159	75	30
	Σ	977	-	-	-	796	-	-	-	1095	-	-	-	1049	-	-	-

Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

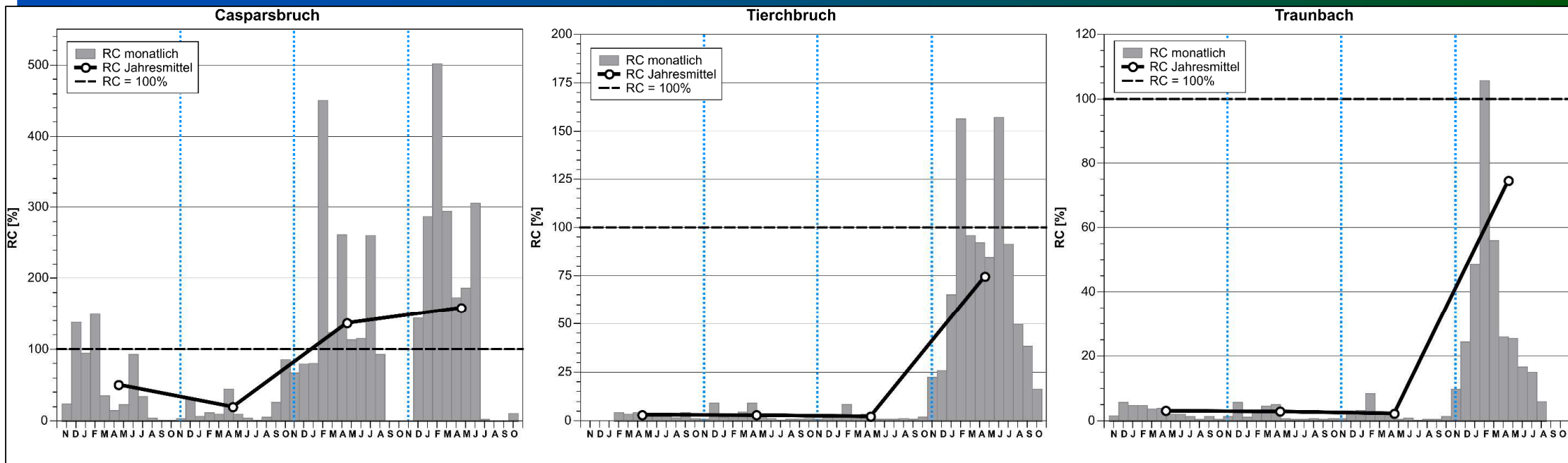
- Ebenfalls interessant: **Tierbruch** beginnt **ähnliche Tendenzen** zu zeigen
- Dies dürfte – aufgrund der durchweg hohen Werte – ein **sicheres Indiz** für **veränderte Abflussprozesse** sein
- Und: Ein Blick auf den **Traunbach** zeigt: Die **Maßnahmen** beginnen sogar „im **Großen**“ zu wirken
- Die Grabenverschlüsse von NP und SNU umfassen weit mehr Hangmoore als Caspars- und Tierbruch, die hier exemplarisch stehen

		AJ 2016				AJ 2017				AJ 2018				AJ 2019			
		P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun	P [mm]	RC Casp	RC Tier	RC Traun
Speicherfüllung	Nov	124	23	-	2	86	3	1	1	130	67	1	1	61	< 1	22	10
	Dez	54	138	-	6	8	31	9	6	175	79	3	3	204	144	26	24
	Jan	107	95	-	5	41	6	2	1	197	80	3	3	107	287	65	49
	Feb	131	149	4	5	80	11	2	3	21	450	8	8	70	502	156	106
	Mär	85	35	3	4	80	9	5	5	87	123	2	2	126	294	96	56
	Apr	75	14	4	4	11	45	9	5	35	262	3	2	73	173	92	26
Speicherleerung	Mai	96	22	2	2	36	9	2	1	87	113	1	< 1	111	186	85	26
	Jun	136	92	3	2	47	4	1	< 1	140	115	1	1	31	306	157	17
	Jul	36	34	4	1	135	1	1	< 1	77	260	1	< 1	30	2	91	15
	Aug	52	4	2	< 1	112	5	1	1	52	93	1	< 1	50	0	50	6
	Sep	16	1	4	1	90	26	1	1	64	0	1	< 1	60	0	38	-
	Okt	66	1	1	< 1	71	86	1	1	30	< 1	2	1	127	10	16	-
	Ø	81	51	3	3	66	20	3	2	91	137	2	2	87	159	75	30
	Σ	977	-	-	-	796	-	-	-	1095	-	-	-	1049	-	-	-

Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

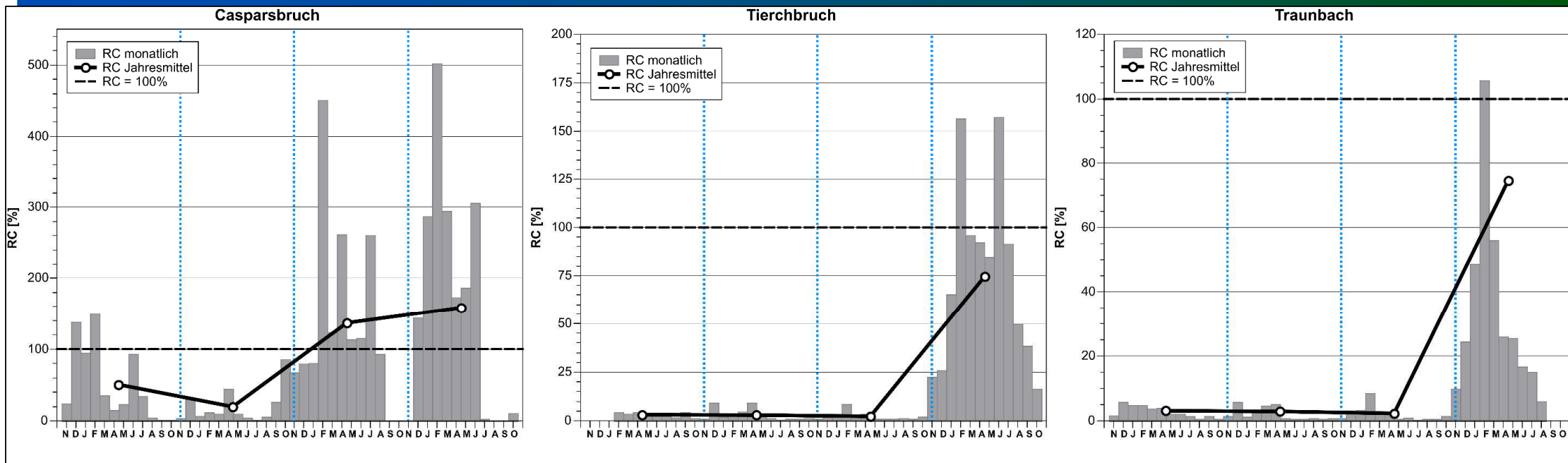
- Spätestens im AJ 2019 begann ein spannender Wechsel der RCs
- Graphisch lässt sich dies gut veranschaulichen
- Caspar:
 - Zu Beginn: Hohe RC, da Drainage schnell viel Wasser abführt
 - Zum Ende: Hohe RC, da Boden voll ist und Niederschlag direkt abführt
- Tierch & Traun:
 - Seit AJ 2019 merklich(!) höhere RC
 - Hoffnung: „Überspringen“ der Transition-Phase durch sanftere (Tierchbruch) oder indirektere (Traunbach) Maßnahmen



Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

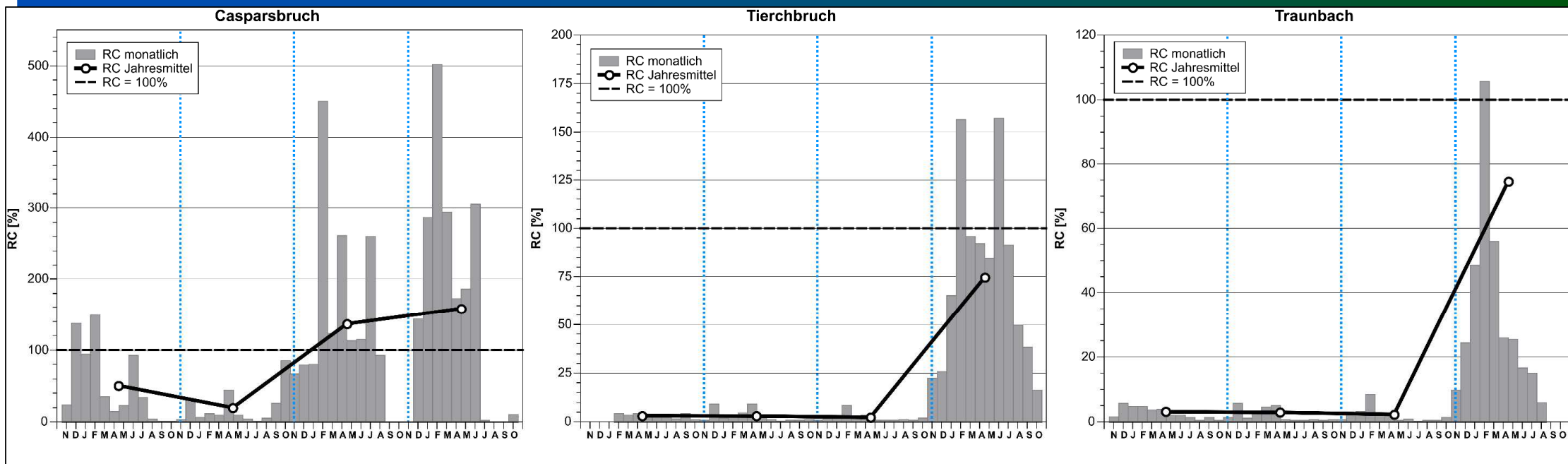
- Warum „Hoffnung“?
- Nun – basierend auf den Werten ist ein **Kausalzusammenhang Renaturierung \leftrightarrow Abflussprozesse wahrscheinlich**
- Aber – Und so objektiv muss Wissenschaft sein – wir hatten in **AJ 2018 und 2019 Niederschlagssummen > 1.000 mm**



Wasserrückhalt

Das Konzept des Abflusskoeffizienten

- **Spannend** wird es in **trockenen Jahren**
- Dann **wird sich zeigen**, ob der **beobachtete Effekt nachhaltig** ist
- Daher die „**schamlose Werbung**“: **Mut zur langfristigen Förderung von Monitoringprojekten beweisen!**
- Übliche Projektlaufzeiten von 3-5 Jahren können allenfalls einen kleinen Ausschnitt zeigen





4. Ausblick: Wasserrückhalt Starkregen

Intakte Hangmoore als dezentraler Wasserrückhalt?

Starkregen & Hangmoore

Eine Komponente des Wasserrückhalts?

- Ganz zu Beginn ist ein Mythos zu widerlegen: **Intakte Moore wirken *nicht* wie ein „Schwamm“**
- Sie neigen eher dazu, **viel Wasser bei Starkregen abzugeben**
- Warum? Nun – in einem **gesunden Moorkörper** ist der **Boden** meist **(nahezu) voll**
- **Hinzukommendes Wasser** wird daher recht **direkt weitergeleitet**



Starkregen & Hangmoore

Eine Komponente des Wasserrückhalts?

- Aber(!) – es gibt „schnell“ und „schnell“!
- **Durch Drainage: Schneller Oberflächenabfluss**
- **Ohne Drainage: Schneller Zwischenabfluss (Interflow)**
- **Letzterer passiert erst den Boden**
- **Dies kann den Durchlauf bremsen, und Abflussspitzen entschärfen**



Starkregen & Hangmoore

Eine Komponente des Wasserrückhalts?

- Gibt es nun **messbare Effekte durch Grabenverschluss?**
- Die Methodik ist etwas aufwändiger, aber: Wir können bestimmte **Sturmabflussparameter berechnen**
- Bewusst nur als Ausblick – gerne aber in der Diskussion erklärt



Starkregen & Hangmoore

Eine Komponente des Wasserrückhalts?

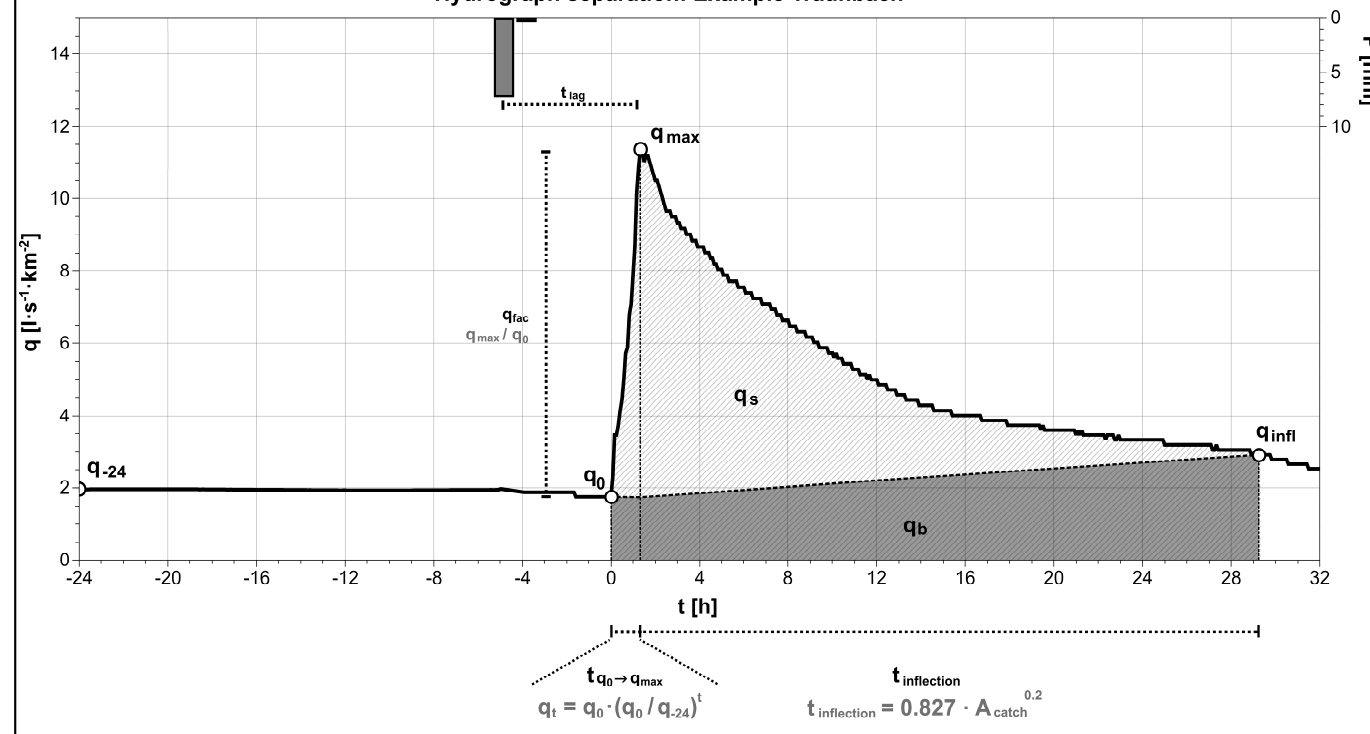
- **Zeitlich:**

- t_{lag} : Zeit zwischen Niederschlag und Abflussmaximum
- $t_{q_0 \rightarrow q_{max}}$: Zeit zwischen Beginn der Abflussspitze und deren Maximum

- **Hydrometrisch:**

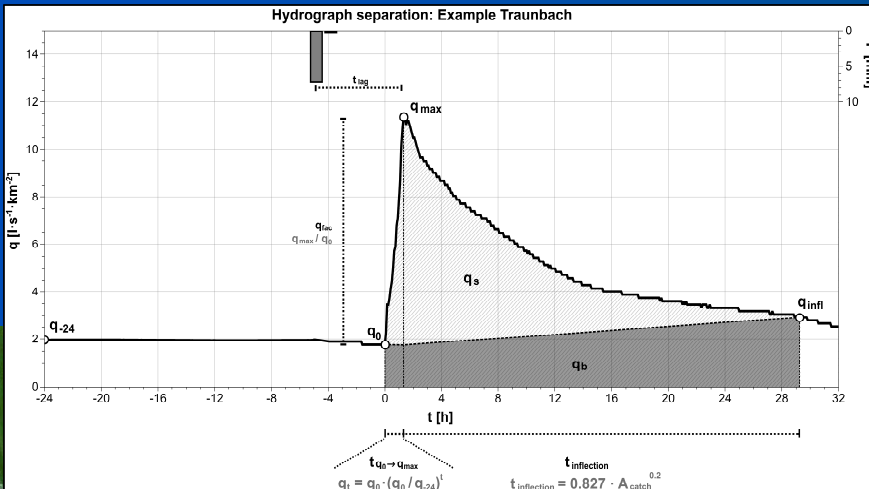
- q_{fac} : Faktor des Ansteigens von q_0 bis q_{max}
- q_s , bzw. RC q_s : Anteil des direkten, schnellen Abflusses

Hydrograph separation: Example Traunbach



Starkregen & Hangmoore

Eine Komponente des Wasserrückhalts?



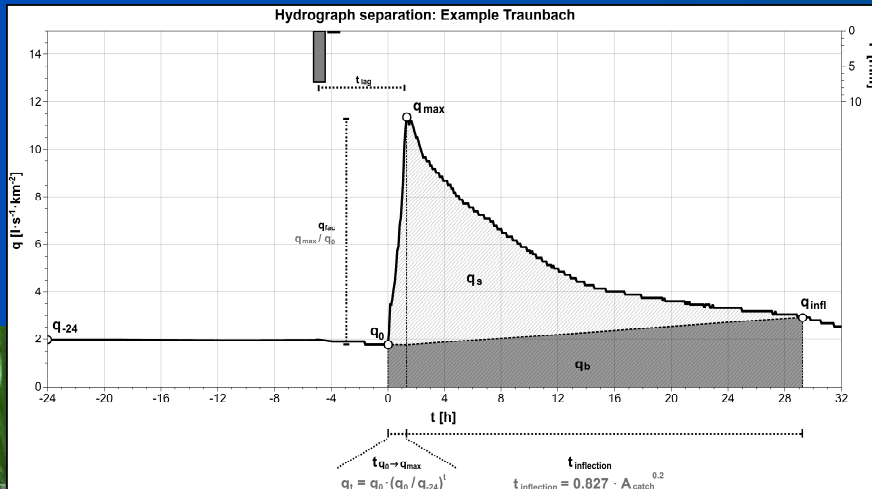
- Hier nur ein kleiner Überblick:
- **RC q_s** : Der Anteil des schnellen Abflusses wurde **deutlich verringert**
- **q_{fac}** : Der **relative Anstieg** des Abflusses wurde **deutlich verringert**
- **t_{lag}** : **Abflüsse** treten **schneller** ein
(Wasserrückhalt: **Nachteilig**; Renaturierung: **positives Signal**)
- **$t_{q0 \rightarrow q_{max}}$** : Die **Zeit vom Beginn** der Abflussspitze bis **zu** ihrem **Maximum** wurde **verlängert**



	AJ 2016				AJ 2019			
	\emptyset RC q_s	\emptyset q_{fac}	\emptyset t_{lag} [min]	\emptyset $t_{q0 \rightarrow q_{max}}$ [min]	\emptyset RC q_s	\emptyset q_{fac}	\emptyset t_{lag} [min]	\emptyset $t_{q0 \rightarrow q_{max}}$ [min]
Casparsbruch	14	34,9	295	277	8 (-43%)	2,0 (-94%)	274 (-7%)	350 (+26%)
Tierchbruch	3	3,0	275	224	3 (\pm 0%)	1,7 (-43%)	200 (-27%)	214 (-1%)
Traunbach	10	30,6	314	413	5 (-50%)	5,1 (-83%)	405 (+29%)	466 (+13%)

Starkregen & Hangmoore

Eine Komponente des Wasserrückhalts?



- Eine **umfassende Studie** zu diesem Themenkomplex ist **gerade eingereicht** worden
- Durchweg: **Ermutigende Signale** hinsichtlich des **dezentralen Hochwasserschutzes**
- Und: **Tiefe Statistik** (Multiple lineare Regression, Kovarianzanalyse) ermöglichte herauszuarbeiten, dass der **Einfluss der Verschlüsse** **signifikant** ist



	AJ 2016				AJ 2019			
	Ø RC q _s	Ø q _{fac}	Ø t _{lag} [min]	Ø t _{q0→qmax} [min]	Ø RC q _s	Ø q _{fac}	Ø t _{lag} [min]	Ø t _{q0→qmax} [min]
Casparsbruch	14	34,9	295	277	8 (-43%)	2,0 (-94%)	274 (-7%)	350 (+26%)
Tierchbruch	3	3,0	275	224	3 (± 0%)	1,7 (-43%)	200 (-27%)	214 (-1%)
Traunbach	10	30,6	314	413	5 (-50%)	5,1 (-83%)	405 (+29%)	466 (+13%)

VIELEN DANK!

Dr. J. J. Zemke

E-Mail

zemke@uni-koblenz.de