

**Klimaänderung:  
Haben die Gewässer im Nordwestschweizer Jura in  
Zukunft noch genügend Wasser?  
(Trockenheit und Niedrigwasser)**

Dr. Peter Lüscher  
Hydrologe und ehemaliger Lehrer und Rektor am Gymnasium Bäumlhof

Referat AWO 28. März 2023

**nach meiner Pensionierung habe ich die Hydrologie neu entdeckt:**

- Idee: Dissertation mit neuesten Daten und Methoden aktualisieren....  
«Diss mit GIS» (**G**eographische **I**nformation**S**ysteme)



- Vorlesungen Uni Basel, FHNW
- Hydrologie – Tagungen



- Entwicklung der Hydrologie im Jura  
(viele neue Messstellen)
- Riesige Datenmengen online verfügbar



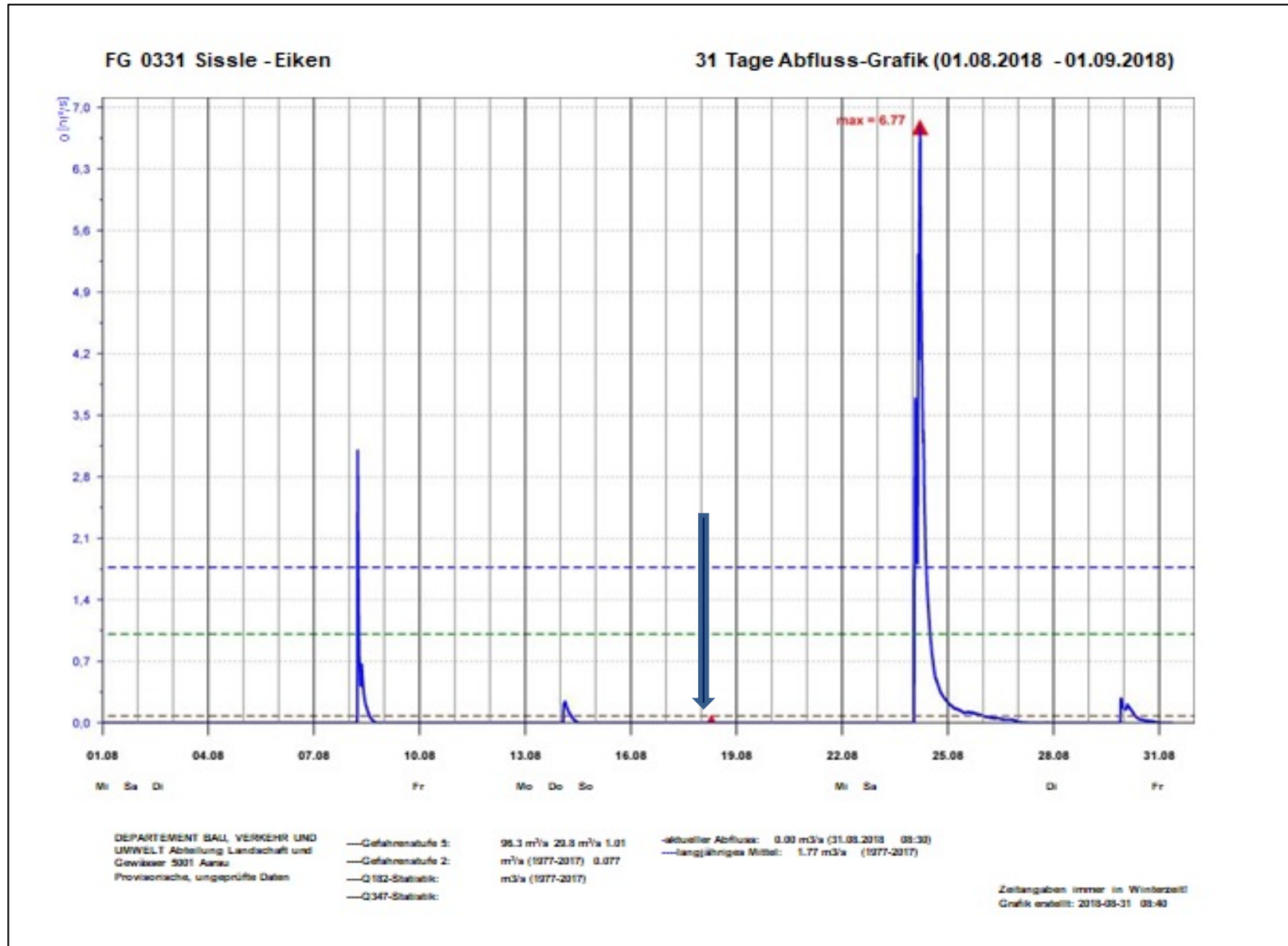
- Gebiet selber wählen (Projektstudien Lüsseltal, Birstal, NW-CH-Jura)
- Eigene hydrologische Fragestellung: Schwerpunkt?

Schockerlebnis August 2018: Kein Tropfen Wasser mehr in der Sissle.  
Hinter der Brücke: Kasten der Messstation.



➡ **Niedrigwasser «mein Thema»**

# Ein extremes Beispiel: Sissle im August 2018





## **Gliederung meines Referats:**

- 1) Das Thema ist aktuell**
- 2) Abflussmessungen gestern und heute ?**
- 3) Wie werden Niedrigwasser gemessen und beschrieben?**
- 4) Welches ist das Untersuchungsgebiet?**
- 5) Hydrologische Veränderung: sind Tendenzen und Trends heute erkennbar?**

**Einschub: Marchbach und Birsig als Sonderfall!**

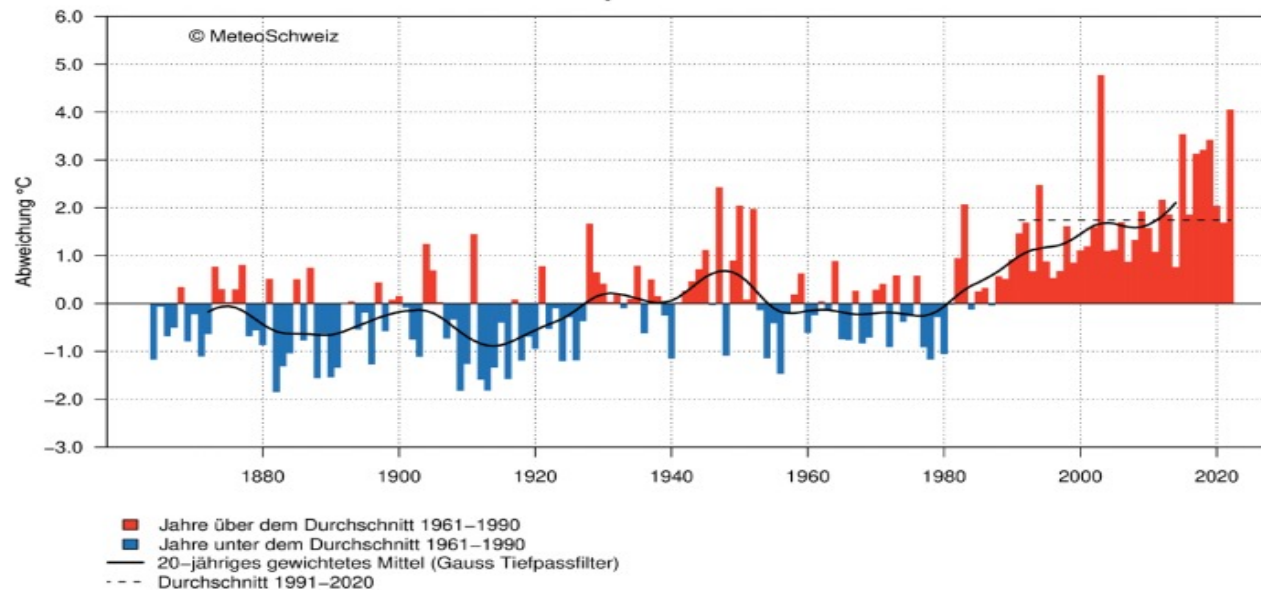
- 6) Klimawandel im Nordwestschweizer Jura? (Zukunft)**
- 7) Wie trockenheitsanfällig sind die 40 Einzugsgebiete im NW-CH-Jura?**
- 8) Welches sind die Folgen für den Nordwestschweizer Jura?**
- 9) Welche Lösungsansätze zur Verminderung der Niedrigwasser- Anfälligkeit im NW-CH-Jura gibt es?**

**Fragen**

# 1. Das Thema ist aktuell: Rekord-Sommer 2022

## Der Sommer 2022 im Vergleich zur Norm 1961–1990

Gemäss Vorgabe der Welt-Meteorologie-Organisation (WMO) verwendet MeteoSchweiz für die Darstellung der langjährigen Klimaentwicklung nach wie vor die Norm 1961–1990.



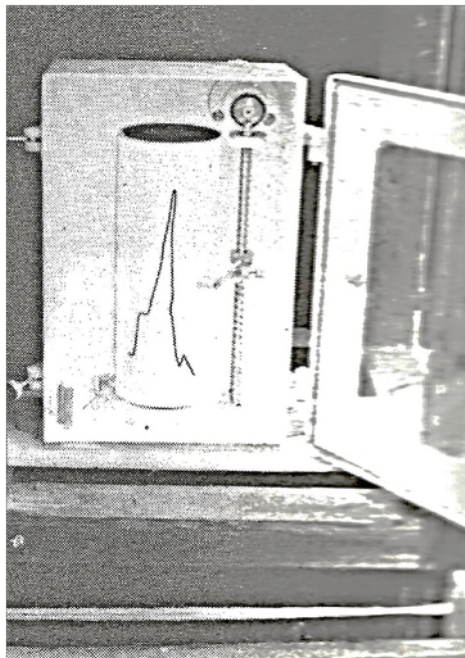
- zweitwärmster Sommer seit Messbeginn (nach 2003 dem Jahrhundertssommer) und sehr trocken
- 4°C zu warm (gegenüber Normperiode)
- Schweizer Gletscher schmelzen so stark wie noch nie! (dreimal mehr als in normalen Jahren)







## 2. Abflussmessungen gestern und heute ?

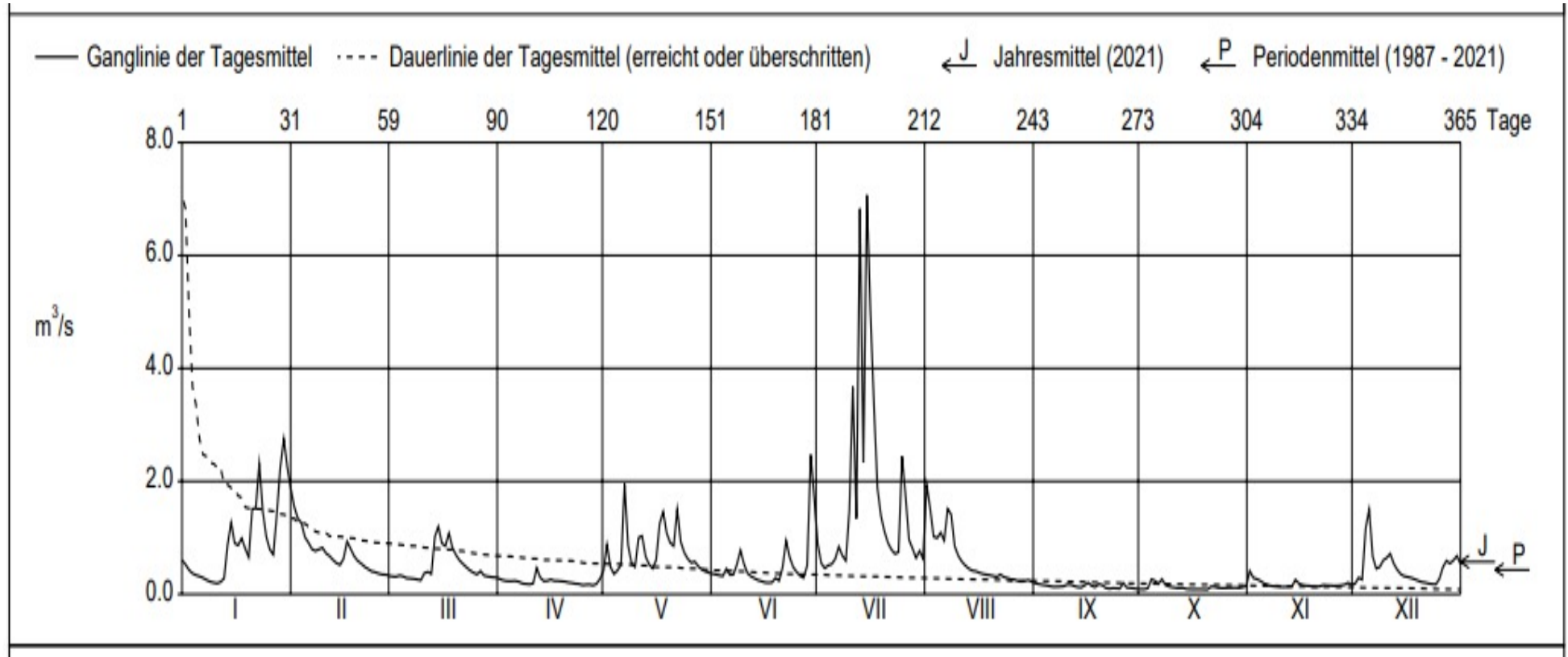




# Einschub : Abflussmessstationen Birsig und Marchbach Oberwil



## Birsig Oberwil 2021: Tagesmittel



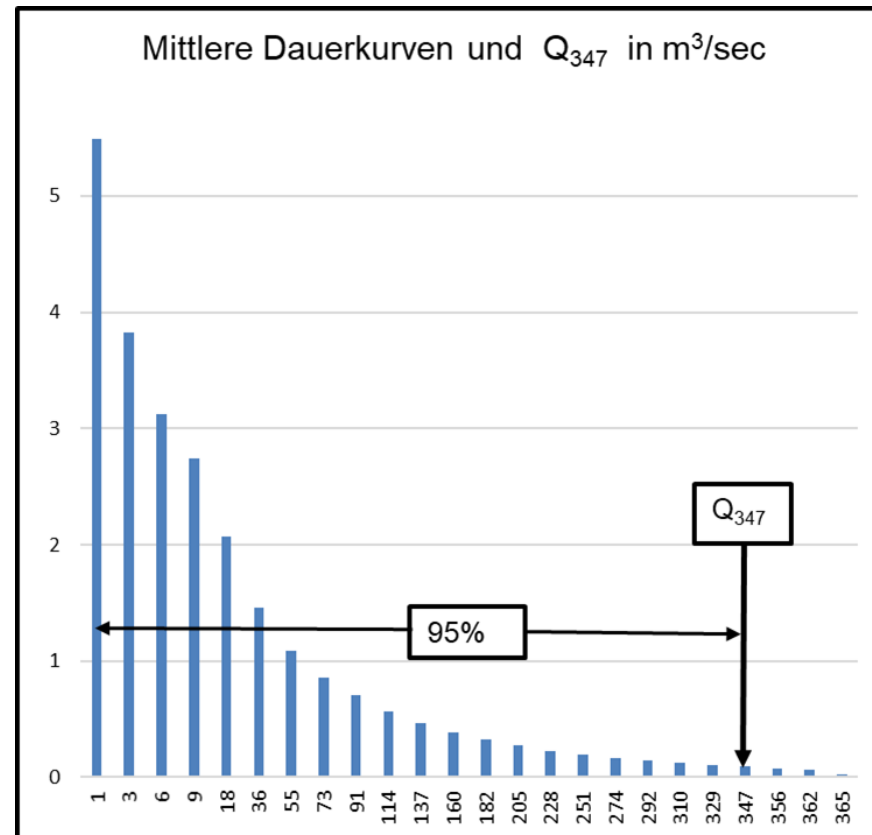


### 3. Wie werden Niedrigwasser gemessen und beschrieben?

$Q_{347}$  [m<sup>3</sup>/sec]:

Tagesmittelabfluss, der an 347 Tagen des Jahres (entspricht 95% aller Tage) erreicht oder überschritten wird.

Diese Grösse wird in der Schweiz für die Bestimmung der Mindestrestwassermenge verwendet.

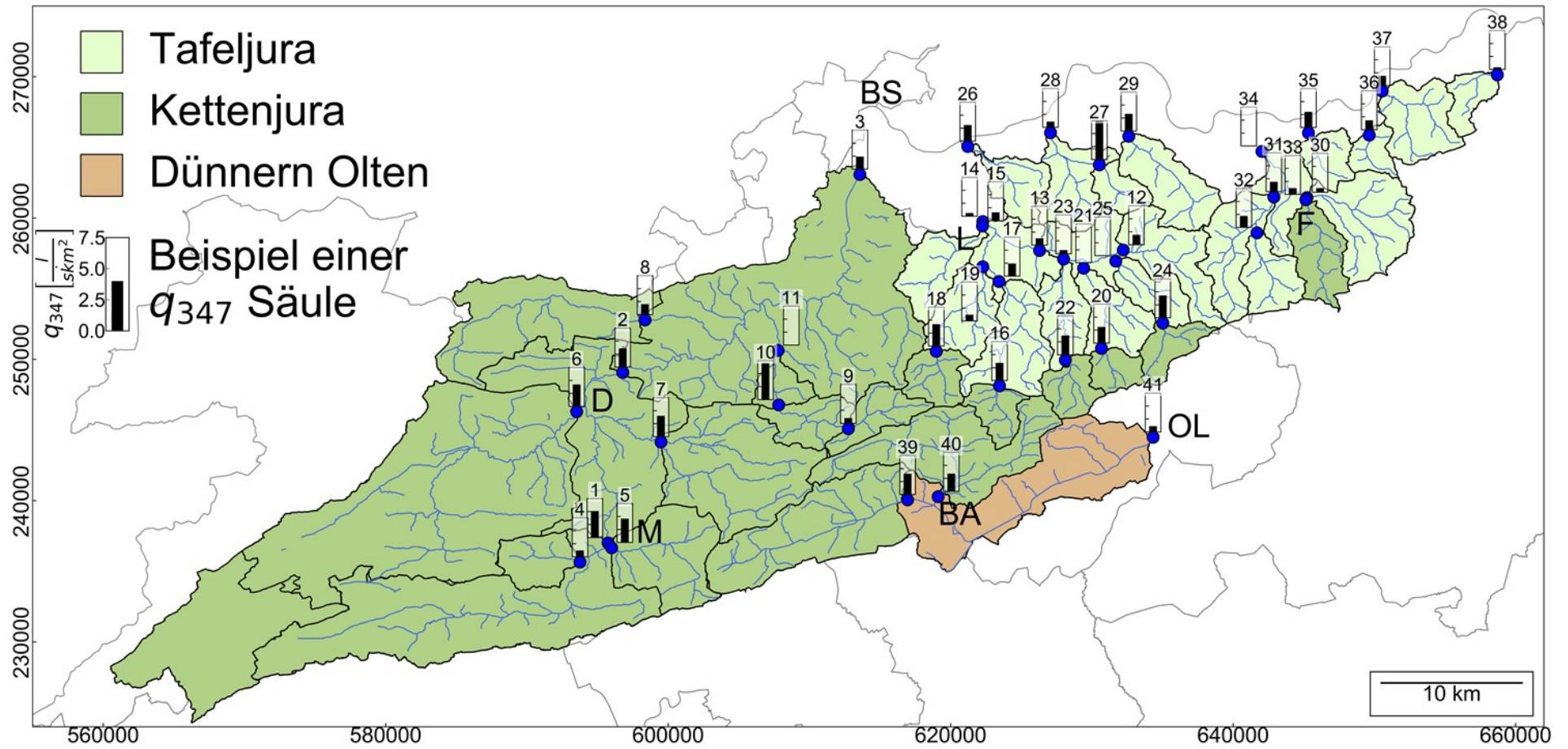


## 4. Welches ist das Untersuchungsgebiet?

### Steckbrief des Untersuchungsgebiet NW-CH-Jura:

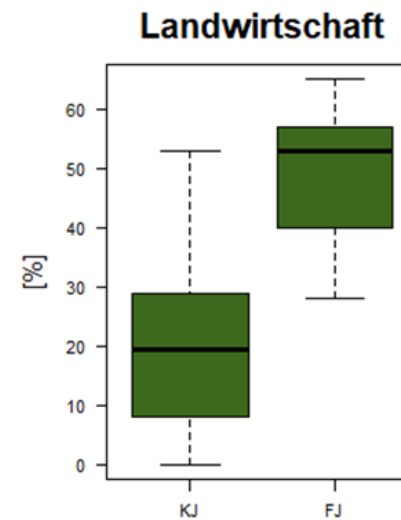
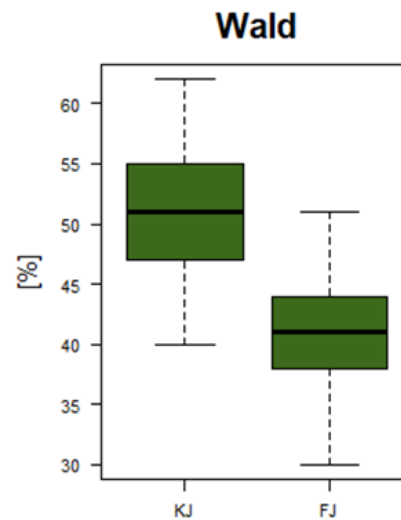
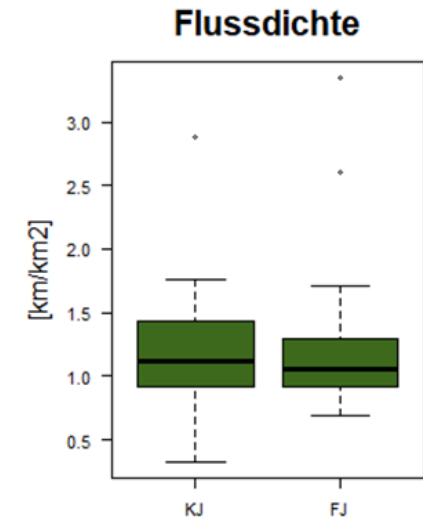
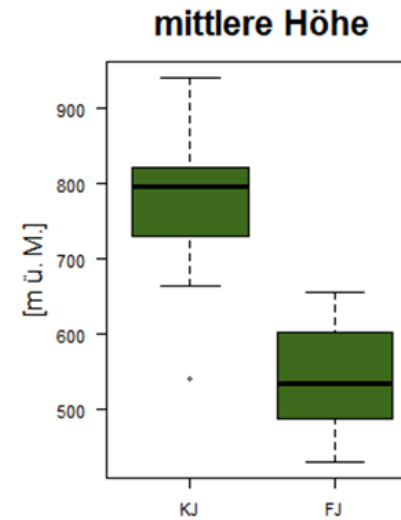
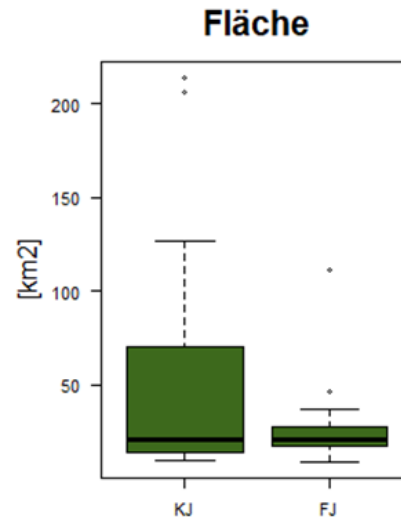
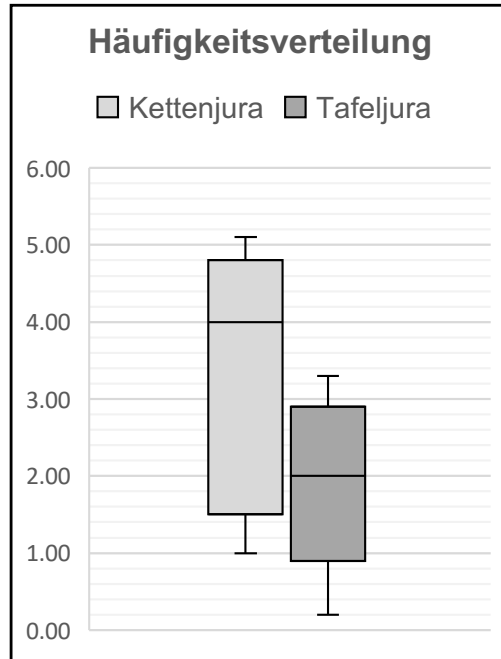
- **Grösse:** 1750 km<sup>2</sup> (ca. Kanton Zürich)
- Die grossen Einzugsgebiete der **Flüsse Birs, Ergolz und Sissle** mit ihren wichtigsten Nebenflüssen, die Bäche im Baselbieter und Aargauer Jura, die zum Rhein (im N) und zur Aare (im E) hin entwässern, sowie Dünnern und Augstbach bis Balsthal.
- **41 gemessenen Einzugs- oder Teileinzugsgebieten** (Ober-, Mittel- oder Unterlauf)
- **Unterschied Ketten- und Tafeljura? Wurde erstmals untersucht!**

# Das Untersuchungsgebiet im Ketten- und Tafeljura

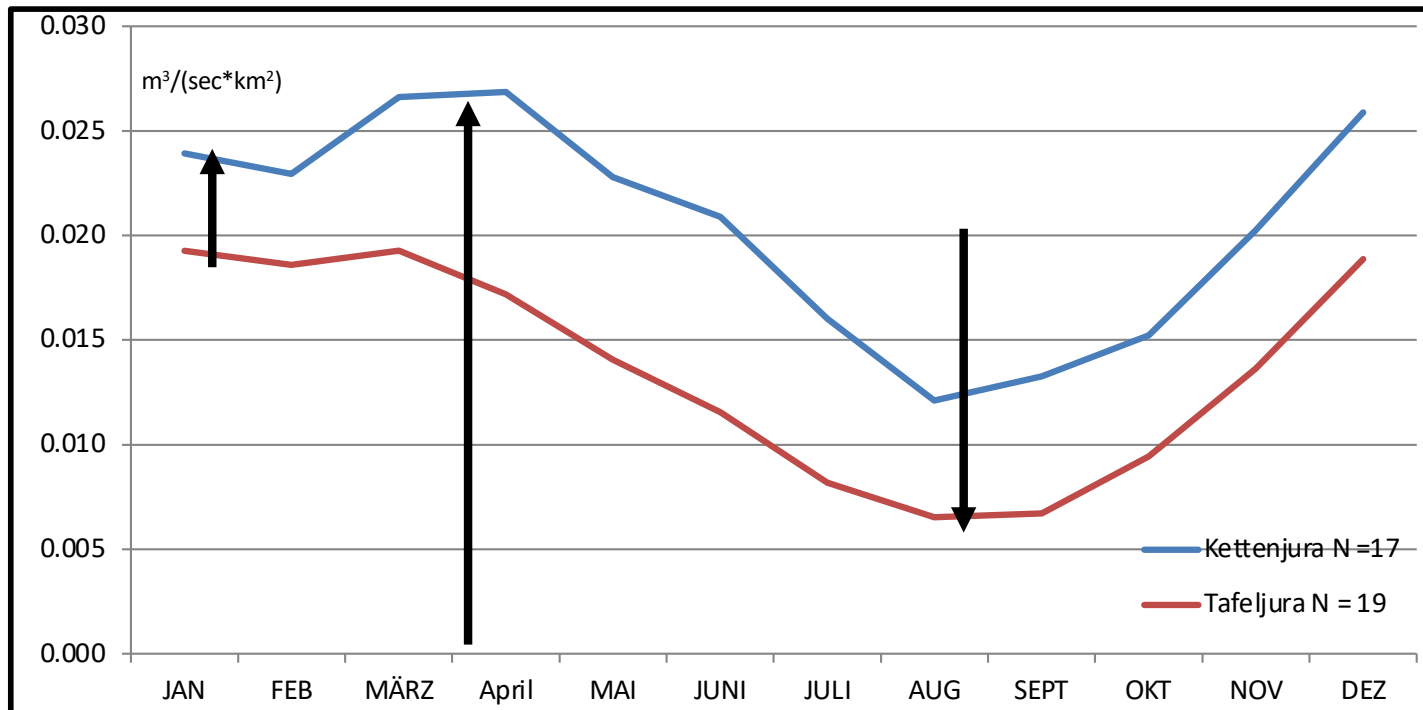


Die 41 Einzugs- und Teileinzugsgebiete mit den Messstellen und den Säulen mit  $q_{347}$ -Werten

# Verteilung wichtiger Gebietskenngrößen im Ketten- und Tafeljura



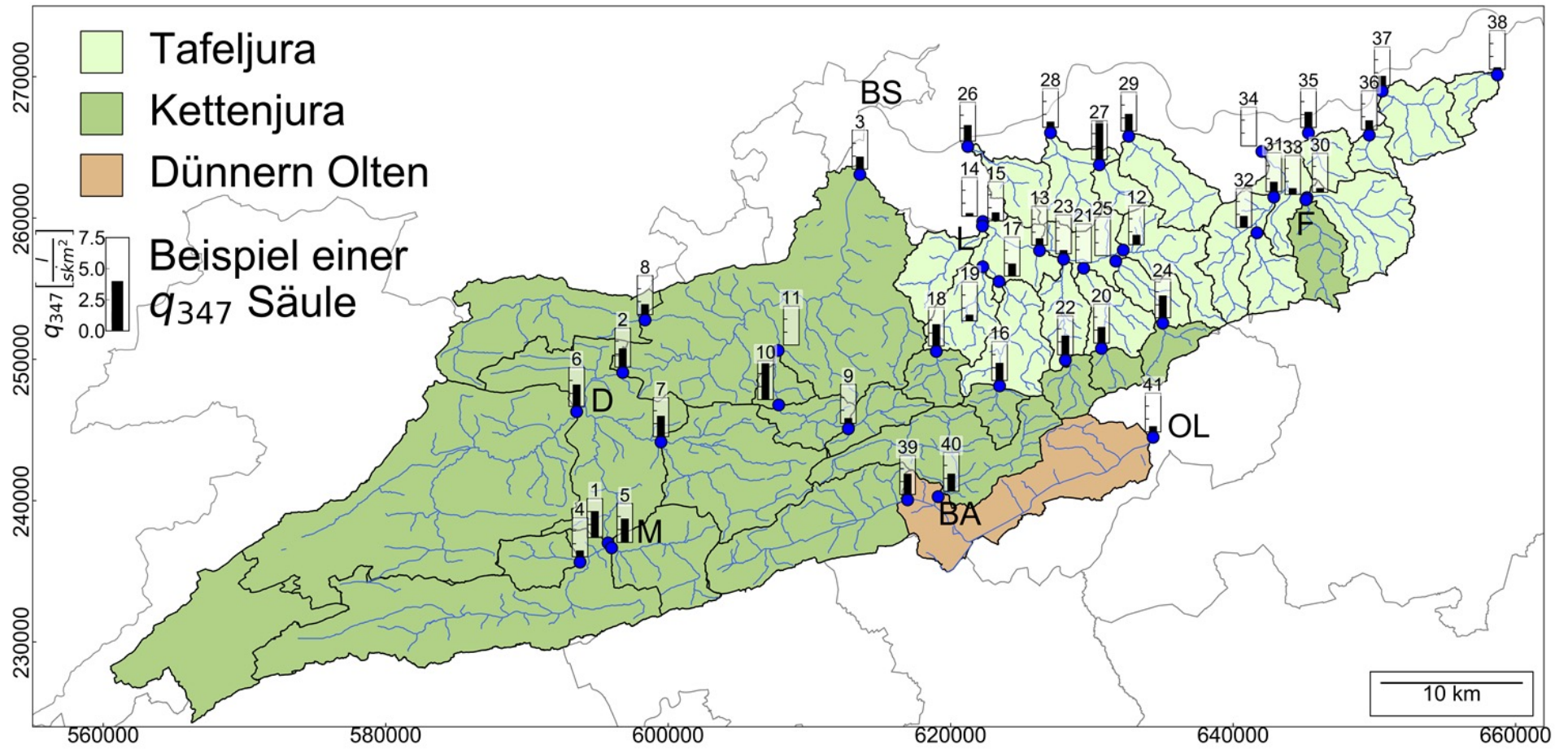
## Vergleich der Abflusspenden $m_q$ im Tafel- und Kettenjura



**Die Analyse des Untersuchungsraums zeigt: Ketten- und Tafeljura unterscheiden sich hydrogeographisch wesentlich.**

**Die Studie soll u.a. aufzeigen, ob diese Unterschiede auch bei den Niedrigwasserverhältnissen erkennbar sind.**

# Das Untersuchungsgebiet im Ketten- und Tafeljura

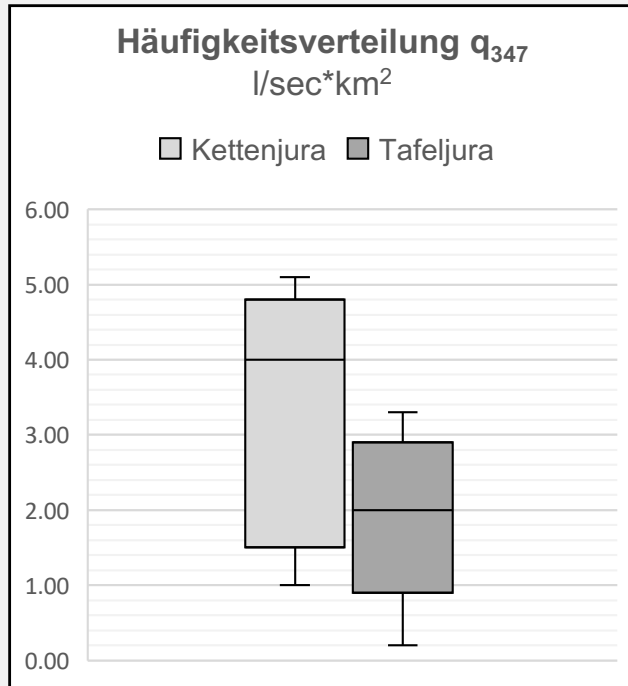


Die 41 Einzugs- und Teileinzugsgebiete mit den Messstellen und den Säulen mit  $q_{347}$ -Werten



## Häufigkeitsverteilung der $q_{347}$ -Werte im Ketten- und im Tafeljura

(Daten Bafu und Kant. Ämter)




	Minimum	1. Quartil	Median	3. Quartil	Maximum
<b>Kettenjura</b>	<b>1.0</b>	<b>1.5</b>	<b>4.0</b>	<b>4.5</b>	<b>5.1</b>
<b>Tafeljura</b>	<b>0.2</b>	<b>0.9</b>	<b>2.0</b>	<b>2.9</b>	<b>3.3</b>



Für die **Abschätzung der drei Stufen der Niedrigwasser-Sensitivität** werden im Folgenden das 1. Quartil und der Median der  $q_{347}$  als Grenzwerte für die Berechnung benutzt.

## Einschub: Marchbach und Birsig als Sonderfälle!

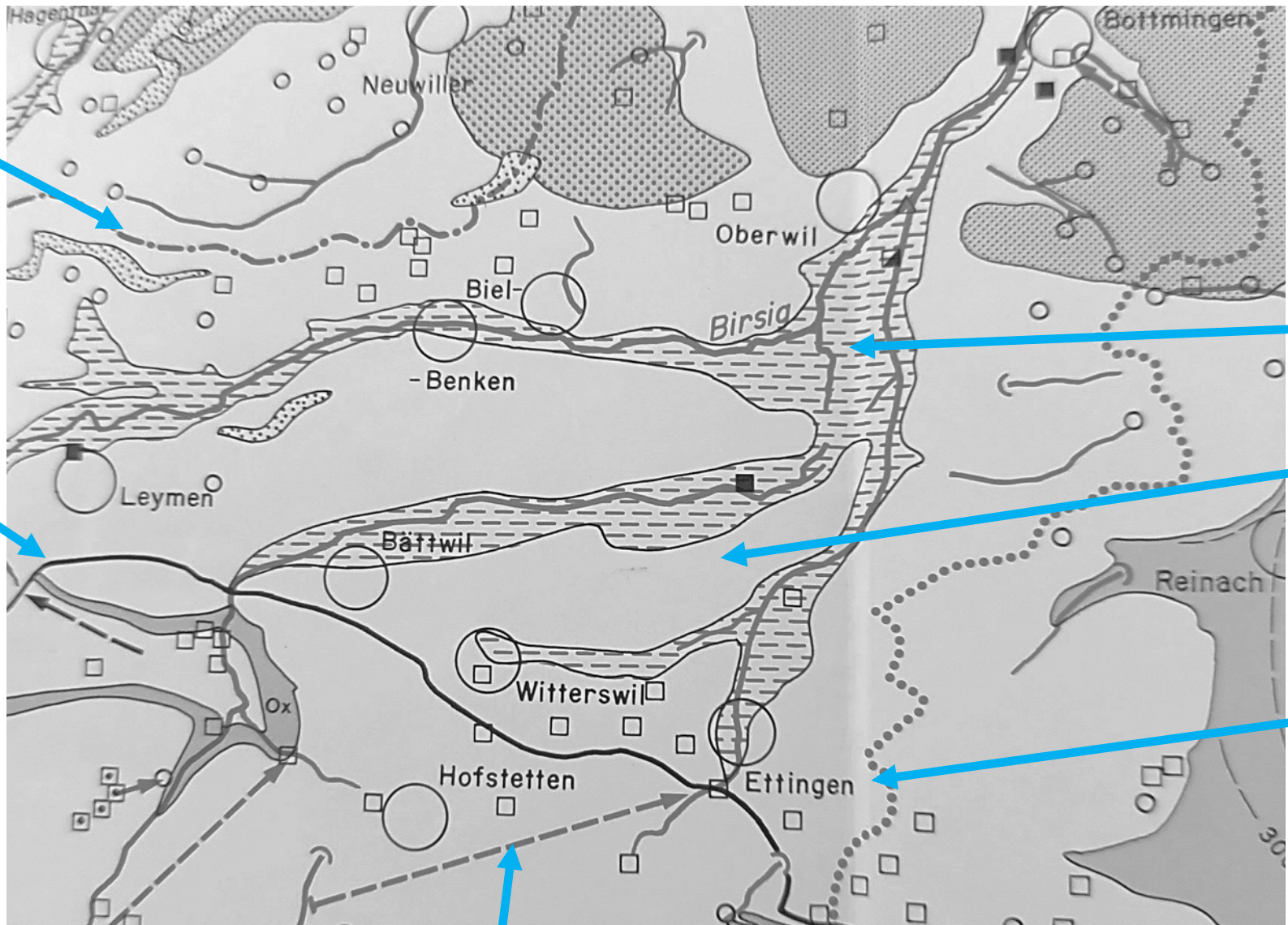
Die Kennziffer q347 von Marchbach und Birsig

	Marchbach Oberwil	Birsig Oberwil
q347	4 l/sec*km <sup>2</sup>	2 l/sec*km <sup>2</sup>
Trockene Bachabschnitte	keine	keine
Ausfischungen (gemäss Fischereiaufsicht)	keine	keine
		
Sensitivität (Gefährdung bezüglich Niedrigwasser)	kaum gefährdet	kaum gefährdet



Ursachen?

# A Hydrogeologie im Leimental



Hydrologie Blatt Arlesheim



## B Löss

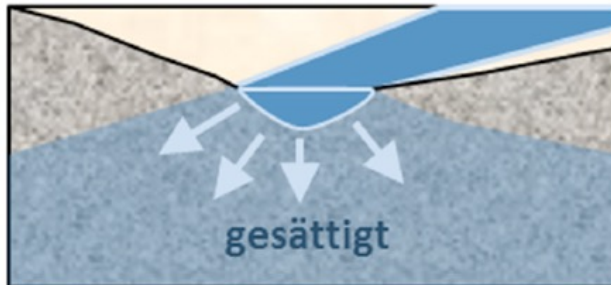
- Die mächtigsten Lössböden im Kanton Basel-Landschaft befinden sich **im Leimental (Leim, Lehm)**
- Lössböden sind aufgrund günstiger Porenverteilung **gute Wasserspeicher**
- Allerdings sind Lössböden anfällig für **Erosion**.



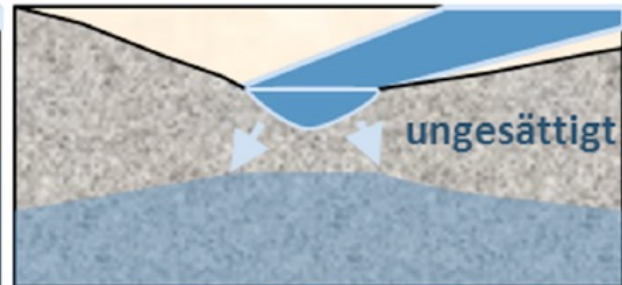
Profilaufnahme eines Waldbodens in Allschwil (2015) (Quelle: AUE)

## C Austausch von Flusswasser mit Grundwasser

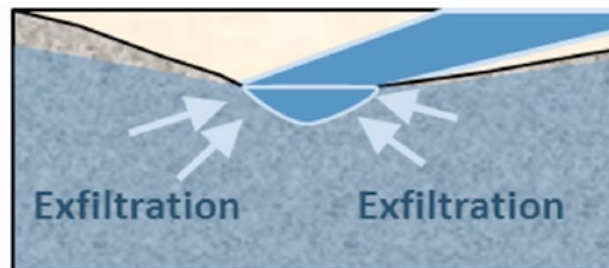
(A) Infiltration direkt in grundwassergesättigte Zone



(B) Infiltration über ungesättigte Zone



(C) Exfiltration



## D Ökomorphologie der Gewässer

Die Ökomorphologie beschreibt die Gestaltung des Lebensraum Bach (u.a. als Lebensraum für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen).

Einzelne Bachabschnitte lassen sich grob in 4 Zustandsklassen einteilen:

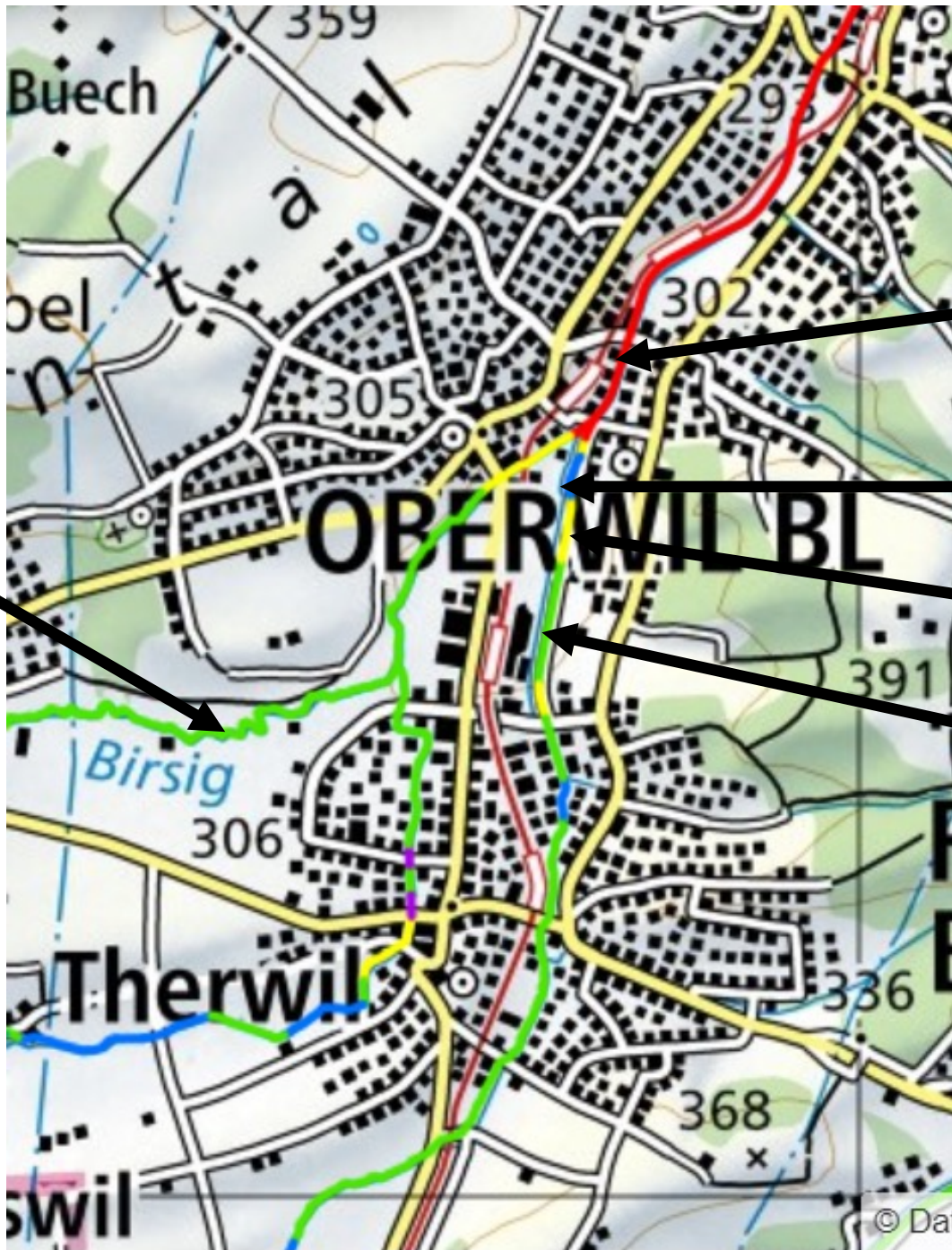
**Gewässer**

Lebensraum Gesamtbewertung

-  natürlich / naturnah
-  wenig beeinträchtigt
-  stark beeinträchtigt
-  künstlich / naturfremd
-  eingedolt
-  nicht erhoben



# Ökomorphologie an Marchbach und Birsig



## Gewässer

Lebensraum Gesamtbewertung

-  natürlich / naturnah
-  wenig beeinträchtigt
-  stark beeinträchtigt
-  künstlich / naturfremd
-  eingedolt
-  nicht erhoben



# Rot (Birsig, Brücke Bottmingerstrasse)





**blau: Marchbach, beim Hüslimattschulhaus)**



**gelb: Marchbach, selber Ort**





**grün (Marchbach, Brücke  
Hüslimattschulhaus, Turnplatz)**



**grün (Birsig, Entenwuhr)**





## Brisig (Entenwuhr): **Ufervegetation**



## 5. Hydrologische Veränderung in den letzten Jahrzehnten:

Welche Tendenzen oder Trends sind heute schon erkennbar?



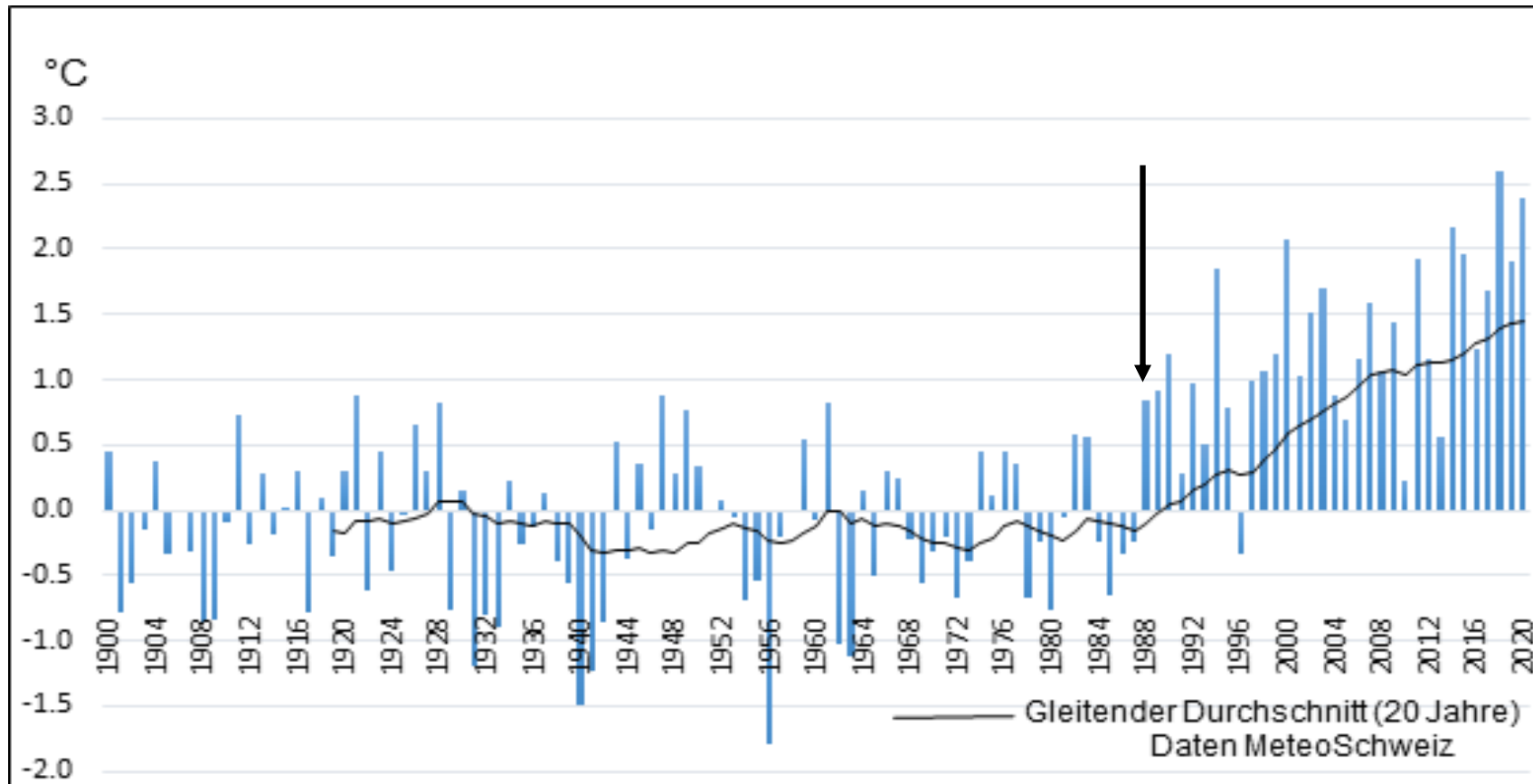
### **Jahresmitteltemperatur**

In der Schweiz hat die mittlere Jahrestemperatur seit Messbeginn um 1864 bereits um 2°C zugenommen (nach MeteoSchweiz).

Seit Beginn der 90er-Jahre werden überdurchschnittliche Temperaturen gemessen.



# Jahresmitteltemperatur Basel-Binningen 1900 – 2020: Abweichung vom langjährigen Durchschnitt (1961-1990)



## Trockenfallen einzelner Gewässerabschnitte

Für die 6 Trockenjahre seit 2000 wurde bei den Kantonalen Fischereiaufsichten das Trockenfallen einzelner Abschnitte der Bäche im Untersuchungsgebiet erhoben:

Trockenfallen einzelner Gewässerabschnitte pro Jahr: Anzahl Gewässer

Jahre	2003	2009	2011	2015	2017	2018	Total
Tafeljura	6	1	7	7	7	9	37
Kettenjura	3	0	1	1	3	5	13
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>50</b>



**Ausfischungen**



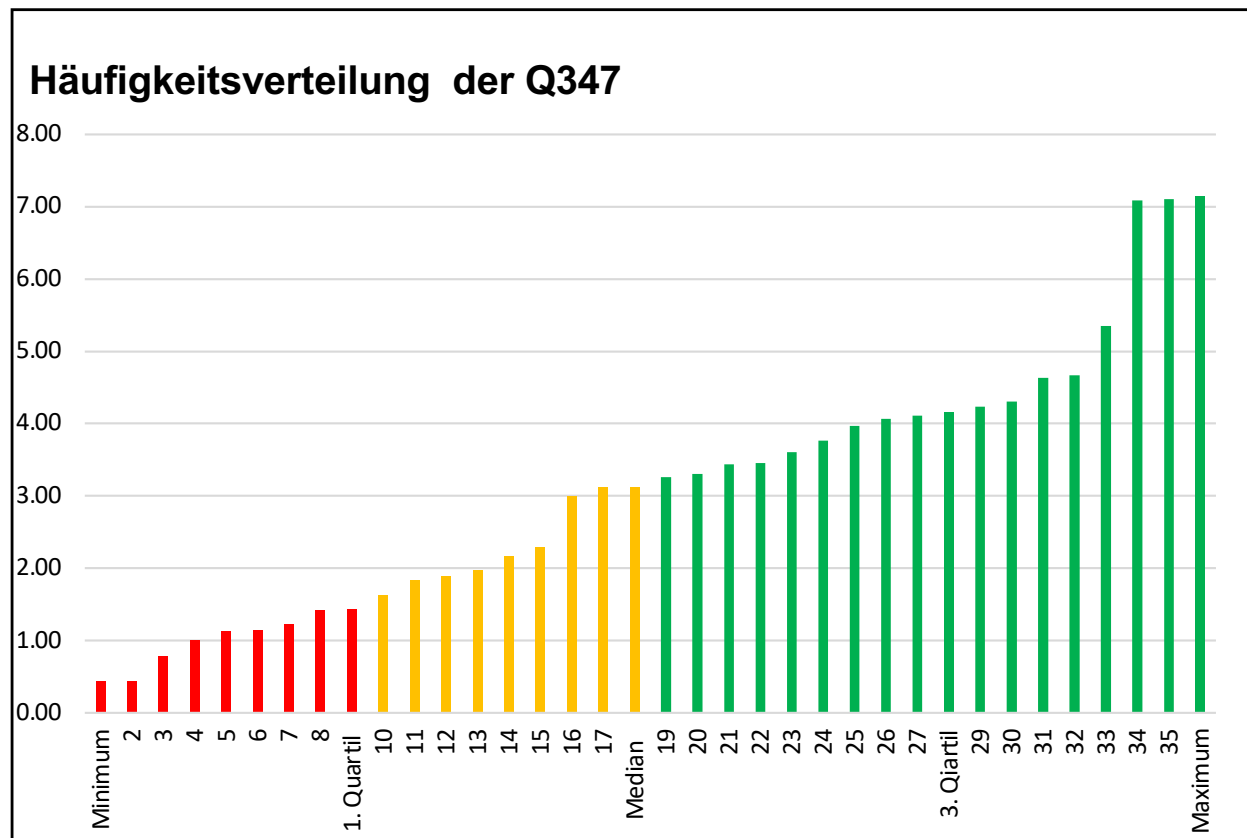
Gefahrenstufe für Fische (Äschen und Bachforellen):

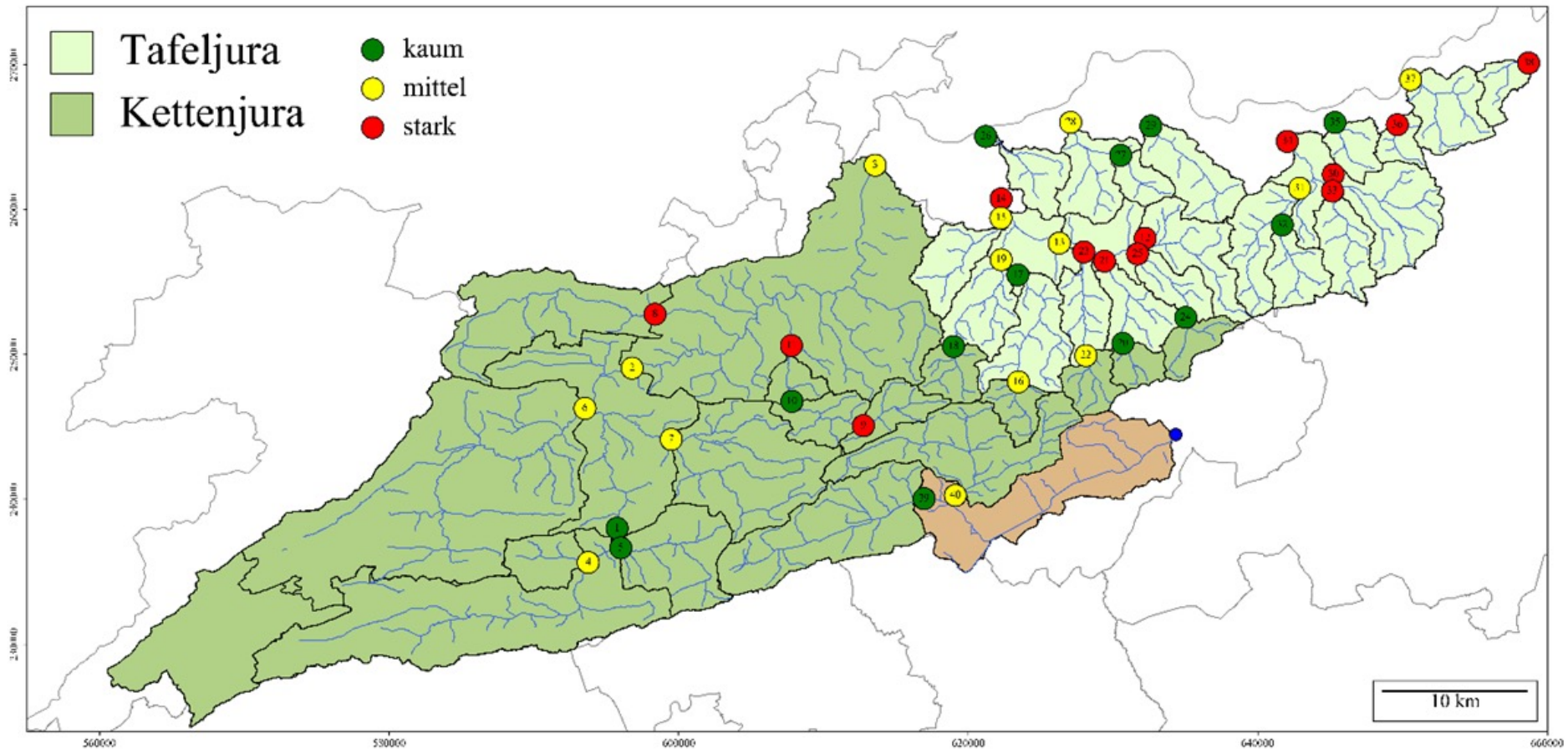
- 1)  $> 19^{\circ}\text{C}$  Nahrungsaufnahme eingestellt
- 2)  $> 23^{\circ}\text{C}$  kann tödlich sein

## Fazit: Welche Gebiete sind heute schon sensitiv bezüglich Niedrigwasser?

Nach der Analyse der beiden Niedrigwasser-Parametern q347 und des Trockenfallens einzelner Gewässerabschnitte, können die heute schon stark betroffene Gebiete ausgeschieden werden. Nach welchen Kriterien?

➔ Ampelsystem  
für KJ und TJ separat





- Im Kettenjura sind die kleineren Einzugsgebiete oder diejenigen am Oberlauf grösseren Bäche betroffen.
- Der Tafeljura ist heute schon stärker betroffen als der Kettenjura. Es sind dies vor allem die Unterläufe von Bächen oder die kleineren Einzugsgebiete im Baselbieter und im Aargauer Tafeljura..



## 6. Klimawandel im Nordwestschweizer Jura?

**Welche Tendenzen oder Trends lassen sich aus den zentralen Aussagen der Klimaszenarien CH2018 für die Niedrigwasser erwarten ?**

Es gibt u.a. zwei CH2018 - Emissionsszenarien:

RCP2.6: konsequenter Klimaschutz

**RCP8.5: kein Klimaschutz**

Dies für **2085 (ferne Zukunft)**.

### **Folgen für die Niederschläge:**

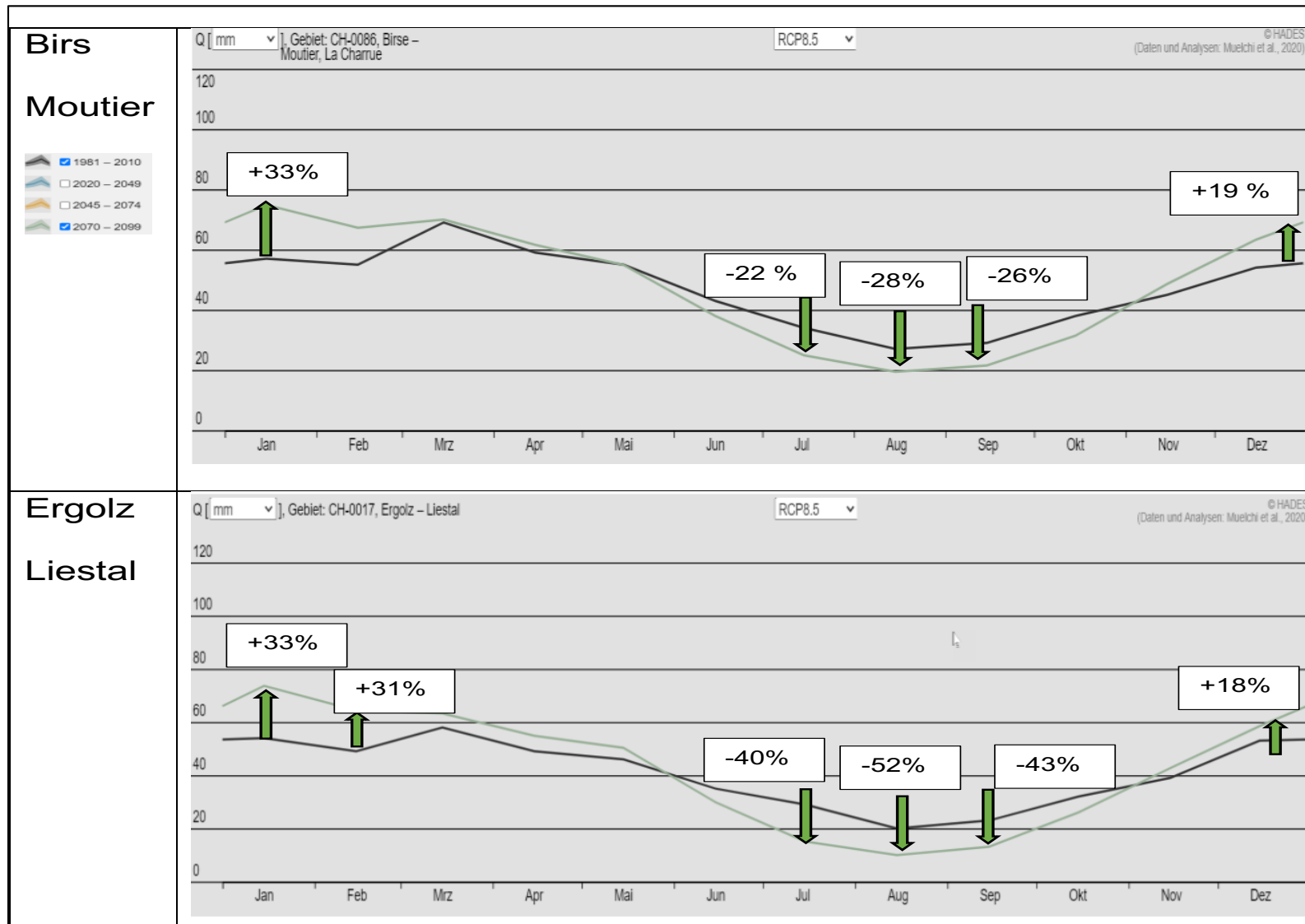
- Die erwartete Zunahme des Winterniederschlags und die Abnahme des Sommerniederschlags wird sich an allen Stationen einstellen.
- Im Jura ist im Sommer vermehrt mittlere und extreme Niederschläge auftreten .
- Die Verdunstung nimmt in allen Gebieten zuerst mässig, dann stark zu.

## Hydrologische Szenarien und die Abflussregimes

- Die durchschnittlichen Jahresabflüsse verändern sich infolge des Klimawandels nur geringfügig.
- Deutlich ändern werden sich die saisonalen Abflüsse
- Zunahme der Winterabflüsse (bis zu 33%)
- **Für die Niedrigwassersituation sind die Sommerabflüsse JAS jedoch wichtiger.**



# Die Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Abflüsse .

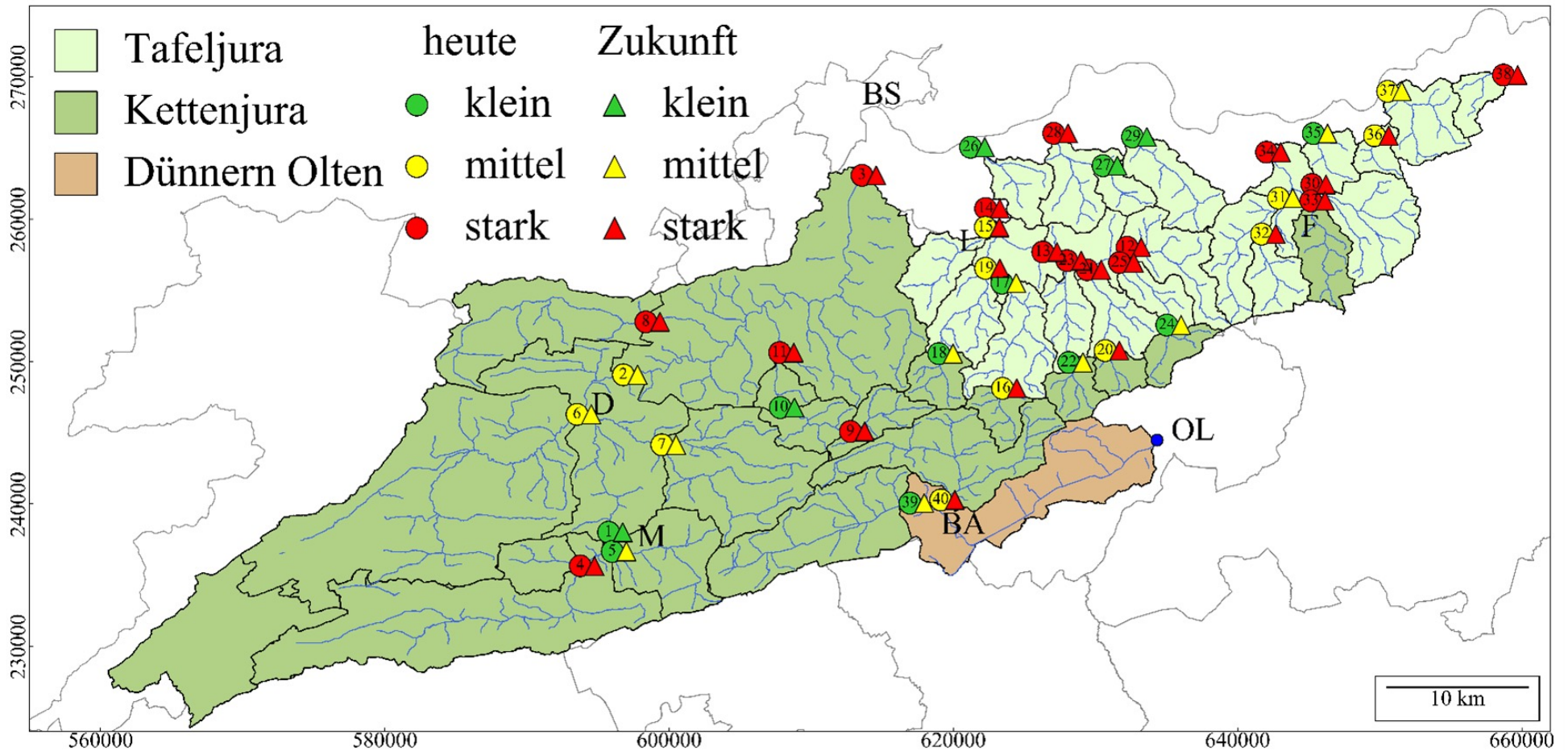


- Die beiden Kurven sind in den Sommermonaten bei der Ergolz deutlich tiefer als bei der Birs.
- Beim Tafeljurafluss ist die prognostizierte Abnahme im Sommer mit 52% deutlich stärker als im Kettenjura mit maximal 28%.

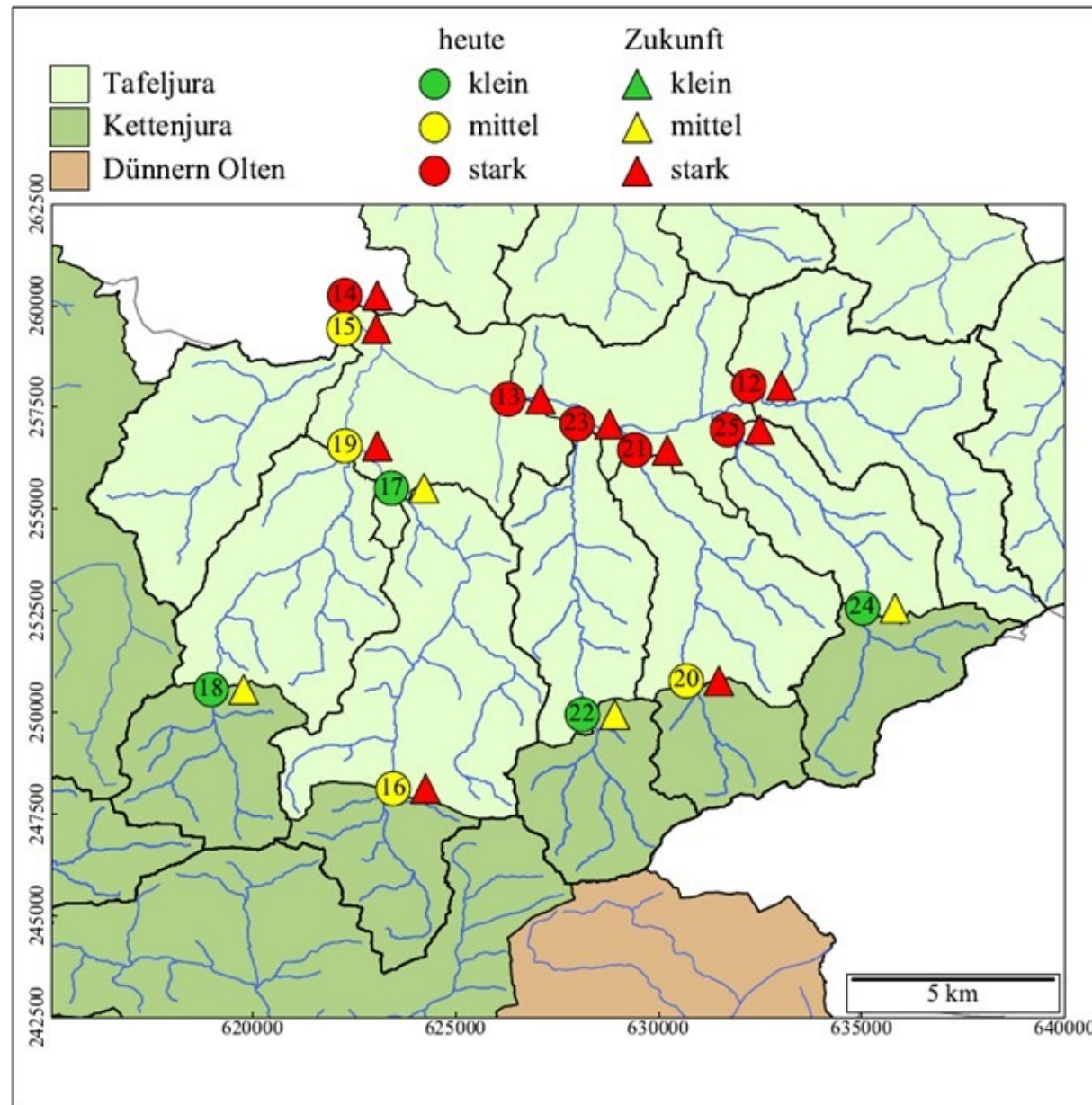
## Synthese:

### 7. Wie trockenheitsanfällig sind die 40 Einzugsgebiete im NW-CH-Jura?

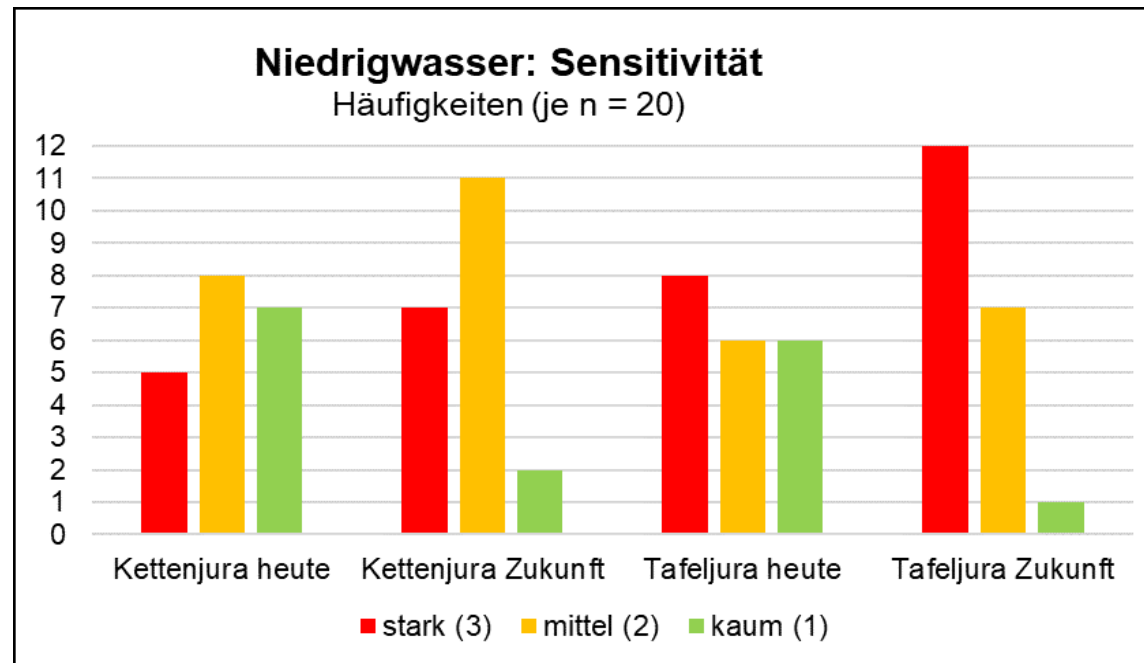
#### Niedrigwasser im NW-CH-Jura heute und in Zukunft



## Im Fokus : das Einzugsgebiet der Ergolz



## Statistik des Ampelsystems bezüglich Niedrigwassersensitivität



### Fazit:

- 13 der 40 Einzugsgebiete sind heute schon stark trockenheitsanfällig.
- In Zukunft könnten es 19 sein.
- Nur 3 der 40 Einzugsgebiete würden in Zukunft kaum gefährdet sein.
- Dies bedeutet, dass 92,5 % aller Einzugsgebiete mittel bis stark gefährdet sein könnten!



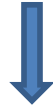
**8. Welches sind die Folgen und auch die Gefahren für die Gewässer im Nordwestschweizer Jura?**





## Gefahren, die durch langanhaltende Niedrigwasser entstehen:

- In Zukunft könnten also bis Ende des Jahrhunderts 37 der untersuchten 40 Einzugsgebiete der Flüsse wenig bis kaum Wasser führen.



- Dies führt zu häufigeren Niedrigwassern und austrocknenden Bachbetten.



- Dadurch wird die Gewässerökologie stark beeinträchtigt.

**Tiefere Grundwasserstände,  
vor allem im Sommer**



Verknappung des Wasserangebot

- für die Landwirtschaft
- für die Trinkwasserversorgung

**Lösungen?**



## 9. Lösungsansätze zur Verminderung der Niedrigwasser-Sensibilität im NW-CH-Jura

Es gibt verschiedene Lösungsansätze, die z.T. heute schon angewendet oder zumindest diskutiert werden:

### 9.1. Wassermanagement:

Es braucht - speziell im Tafeljura - ein Wassermanagement, welche diese gravierenden Folgen vermindert oder sogar verhindert:

- **Sorgsamer Umgang mit Wasser:** Sparaufrufe, Wasserentnahme - Verbote: 2015 und 2018 in den Nordwestschweizer Kantonen erfolgt.
- Regional bedeutende **Grund- und Trinkwasserquellen schützen** (Schutzzonen sind vielerorts bereits in Richtplänen ausgeschieden)
- Die **Wasserentnahme der Landwirtschaft** aus den Bächen soll in Trockenphasen mit Niedrigwasser verboten oder nur mit hohen Auflagen gestattet sein.

- **Umstellung der Landwirtschaft** auf Pflanzenarten mit geringerem Wasserverbrauch
- Eine **Wasserversorgungsplanung** soll regionale Wasserversorgungen vernetzen (Verbundsystem), speziell längs der Talachsen mit Wasseraustausch in beide Richtungen: speziell in Trockenzeiten sollen **die gereinigten Abwässer der unten liegenden Sammelkläranlagen in den Oberlauf der Bäche hochgepumpt werden**, um gravierende Niedrigwasser zu vermeiden.
- **Speicher errichten**, welche die vermehrten Winter- und Frühlingsabflüsse aufnehmen können.
- **Niedrigwasserprognosen**: das BAFU möchte in Zukunft hydrologische Vorhersagen für Niedrigwasser zuhanden der Bevölkerung und der Wirtschaft liefern. Diese können die Niedrigwasser nicht verhindern, können aber zur besseren Planung von Massnahmen beitragen.



## 9.2. Revitalisierung der Bäche







Revitalisierung verbauter Bäche und Flüsse, um den gegenseitigen Austausch Grundwasser – Flusswasser zu ermöglichen

Mit geringerem Anstieg der Wassertemperatur das Gewässerökosystem schützen (u.a. durch Beschattung).

Die gefährdeten Bäche sollen für die Fischpopulation durch Ausbaggern tiefe **Pools als Rückzugsgebiete** enthalten.



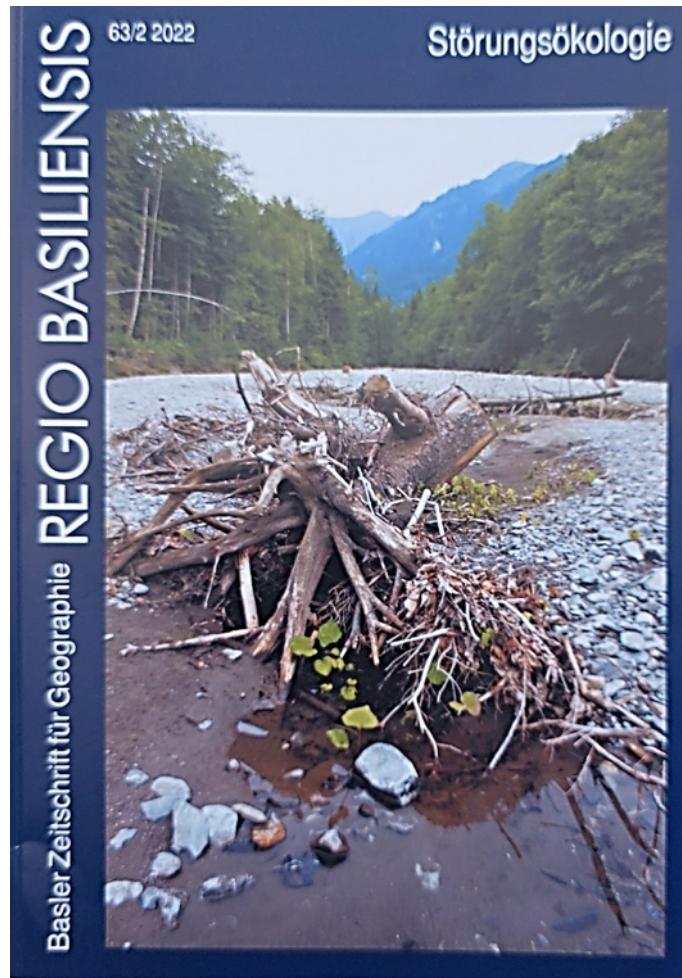
so? ...



... oder so !



# Publikation der Forschungsergebnisse:



REGIO BASILIENSIS 63/2 2022 S. 147-166

Fliessgewässer im Nordwestschweizer Jura in Zeiten der Trockenheit und des Klimawandels

Peter Lüscher, Rolf Weingartner, Daniela Pavia Santolamazza und Henning Lebrecht

*Zusammenfassung*  
Trockenheit und Niedrigwasser sind aus hydrologischer Sicht der Gewässer eine der grössten Herausforderungen in der Schweiz. In diesem Beitrag werden die Niedrigwasserverhältnisse im Nordwestschweizer Jura untersucht. Dabei steht die Frage der heutigen und zukünftigen Trockenheitsanfälligkeit im Mittelpunkt. Die Resultate belegen, dass signifikante Unterschiede zwischen Ketten- und Tafeljura bestehen, wobei die Fliessgewässer im Tafeljura insgesamt trockenheitsanfälliger sind. Gelingt es nicht, die Treibhausgasemissionen wirkungsvoll zu begrenzen, wird die Trockenheitsanfälligkeit gemäss dem Szenario ohne Massnahmen (RCP 8.5) bis Ende des Jahrhunderts deutlich zunehmen.

1 Einleitung

In den Jahren 2003, 2011, 2015 und 2018 erlebte die Schweiz überdurchschnittlich heisse und trockene Sommer. Gemäss den Klimaprojektionen für das 21. Jahrhundert wird die Wahrscheinlichkeit heisser und trockener Sommer weiter zunehmen (NCCS 2021). Die Auswirkungen solcher klimatischen Extreme sind vielfältig. Sie können zu grossen ökologischen und sozio-ökonomischen Auswirkungen führen.

SITUATION IM NORDWESTSCHWEIZER JURA, DER SICH IN DEN KETTEN- UND TAFELJURA GRENZT. ES WIRD ANGEZEIGT, WIE SICH DIE NIEDRIGWASSERSITUATION ZWISCHEN DIESEN BEIDEN GEBIETEN UNTERSCHIEDET UND WELCHE FLIESSGEWÄSSER VON DER TROCKENHEIT BESONDERS BETROFFEN SIND UND SEIN WERDEN.

Adresse des Autorenteam: Dr. Peter Lüscher, Schmiedengasse 50, CH-4104 Oberwil, E-Mail: luecher.pet@bluewin.ch

147



Ohne die Unterstützung vieler Personen wären diese Untersuchungen nicht möglich gewesen. Mein Dank geht deshalb an



Ko-Autor Prof. em. Dr. Rolf Weingartner  
Geographisches Institut der Universität  
Bern



Ko-Autorin Dr. Daniela Pavia-Santolamazza,  
FHNW Muttenz



Ko-Autor Prof. Dr. Henning Lebrecht,  
FHNW Muttenz

und an das Bundesamt für Umwelt BAFU, die hydrologischen Abteilungen der Kantone AG, BL, BE, JU und SO sowie MeteoSchweiz für die Datenlieferungen



«Wenn der Brunnen ausgetrocknet ist, erkennen wir den Wert des Wassers»  
(B. Franklin)

Heb sorg zum Wasser!

Was machst du?



**Danke für Ihr Interesse  
und Ihre Aufmerksamkeit**

**Fragen?**