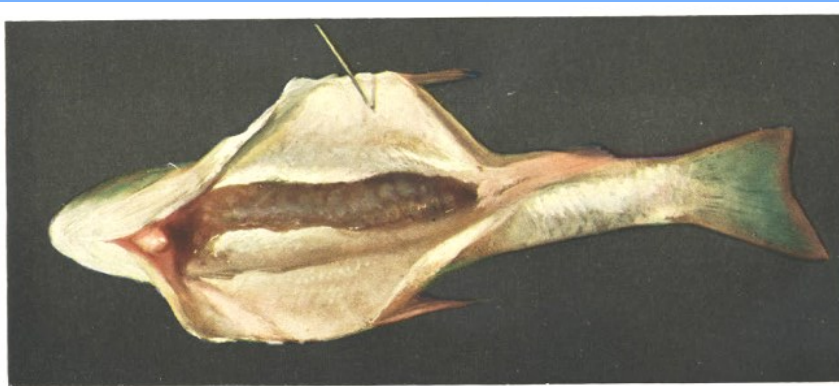


# PKD – einer Forellenseuche auf der Spur

Albert Ros

Timo Basen, Jan Baer & Alexander Brinker

- Was?  
Parasitenbefall der Nieren,  
der besonders bei jungen Salmoniden zur Nierenschäden führen kann



Regenbogenforelle. Amöbeninfektion der Niere.

#### Amöbeninfektion<sup>1</sup>.

(Vergl. Taf. XVI.)

Ein anderer Krankheitserreger, eine Amöbe, ist auf die Niere allein beschränkt, wo er massenhaft zu finden ist, schwere Gesundheitsstörungen und zuweilen enorme Verluste veranlaßt. Die bisher beobachteten Fälle betrafen Bach- und Regenbogenforelle; die Krankheit trat immer im Herbst auf. Stets handelte es sich um junge Fische, meist Jährlinge (also 1½jährige). Der Verlauf kann Wochen und Monate brauchen; schon in frühen Stadien sind die Fische sehr empfindlich, ertragen z. B. Transporte schlecht und gehen bei Sauerstoffknappheit auch im Teich leicht zugrunde. Sie sind auffallend hell gefärbt, haben einen stark aufgetriebenen Leib und etwas vortretende Augen, die besonders dunkel aussehen, als ob sie schwarz umrandet wären. Nach dem Tode findet man die Tiere oft in Erstickungsstellung, mit aufgerissenem Maul und gespreizten Kiemen (vergl. S. 307). Die Kiemen sind äußerst blaß: es besteht Anämie, daher das starke Sauerstoffbedürfnis. Ist die Krankheit vorgeschritten, so hören die Fische zu fressen auf; bei der Sektion findet man den Darm leer. Beim Öffnen fließt aus der Leibeshöhle Flüssigkeit heraus; die hervorgetretenen Augen sinken in ihre Höhlen zurück. Während die übrigen Organe nichts Krankhaftes zeigen, ist die Niere ganz auffällig verändert; manchmal in ihrer ganzen Länge, öfter nur stellenweise. Die Erkrankung scheint am Hinterende zu beginnen, doch kann es ausnahmsweise auch vorkommen, daß dies gesund ist und daß nur vordere Abschnitte betroffen sind, die Kopfniere ebensowohl wie die übrige Niere.

- Warum?  
Große Verluste für die Forellenindustrie (Regenbogenforelle)

UK: CEFAS schätzt die Kosten auf rund £2.5 Millionen Pfund / Jahr  
DE? Prof. Dr. Marianne Plehn 1924: Enorme Verlusten

Gesund



Nierenerkrankt



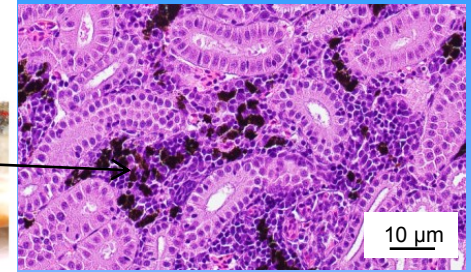
Makroskopisch:

- Nierenschwellung mit Knoten (Entzündungen)
- vergrößerte Milz (Immunreaktion), Haut Dunkelfarbig

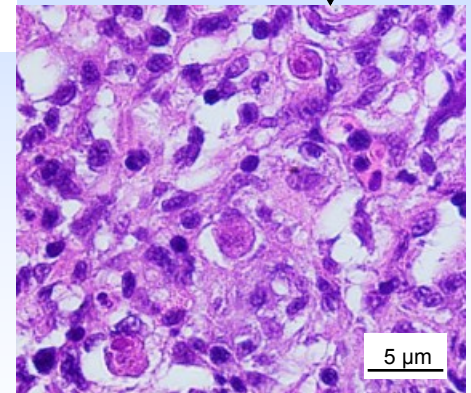
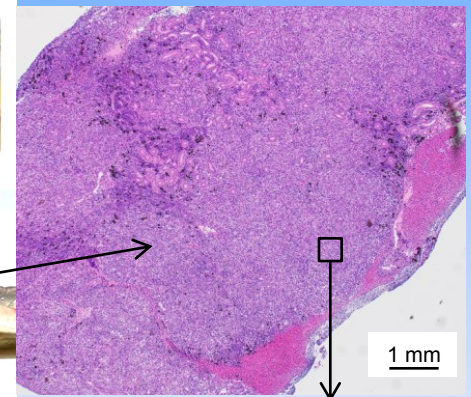
Krankheit:

- Fischen sind Apathisch
- Sauerstoffmangel durch Blutarmut

**Gesund**



**Nierenerkrankt**



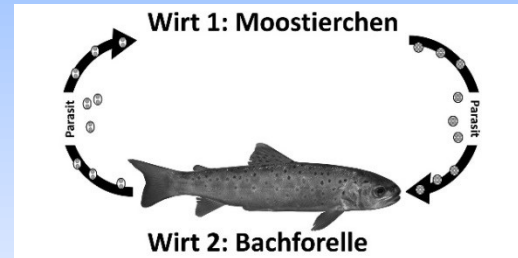
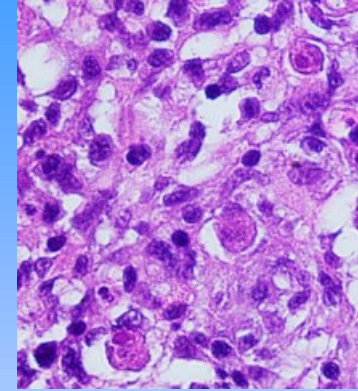
Detektion via Histologie (interstitielle Nephritis)

granulomatöse Entzündungen

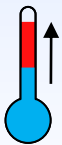
Nekrose: Gomeruli, Tubuli & Hämatopoetisches Gewebe

PKX Zellen = Parasit

- Erreger (PKX zellen):  
*Tetracapsuloides bryosalmonae* (Taxon: **Myxozoa** – Phylum: Cnidaria)
- Lebenszyklus mit zwei Wirten:
  - 1) Moostierchen (Metacoel *F. sultana* / *P. emarginata*) → Malacosporen
  - 2) Salmoniden (Kiemen → Nieren → Urin) → Myxosporen



- Krankheit = Temperaturabhängig



Starke makroskopische Nierenveränderungen  
(massive Infiltration von eosinophilen Immunzellen und Nekroseherden)  
Blutarmut

# 1) Verbreitung PKD in Baden-Württemberg



## Erste Fälle in Deutschland:

- Plehn 1924: Amöbeninfektionen in Regenbogen und Bachforellen → Verlusten
- Hoffmann und Dangschat 1981: Ausbrüche in Anlagen in Bayern
- Schlotfeldt 1983 in einer Anlage in Niedersachsen und Rheinland

## Erste Fälle in Baden-Württemberg:

- seit 2002 (E. Schneider, FIWI) in Bachforellen in Bachforellen:  
Wutach bei Stuhlingen
- 2003: Fischgesundheitsdienst des Regierungsbezirkes Tübingen  
(STUA Jahresbericht 2003) Aquakulturanlage?

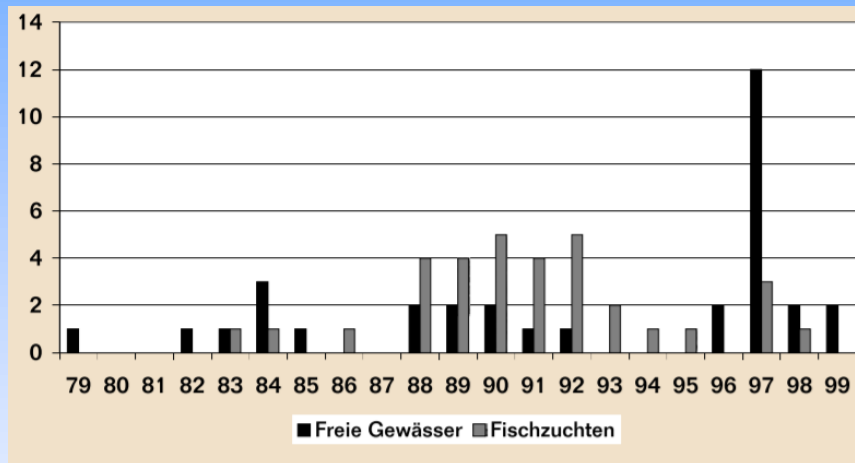
### Parasitäre Krankheiten:

Ichthyophthiriusbefall:	10
Costiabetfall:	9
durch Amöben verursachte Kiemenerkrankung: (AGD, amoebic gill disease)	2
Dactylogyrose bei Welsbrütlingen:	1
Proliferative Nierenerkrankung (PKD Proliferative Kidney-Disease):	2

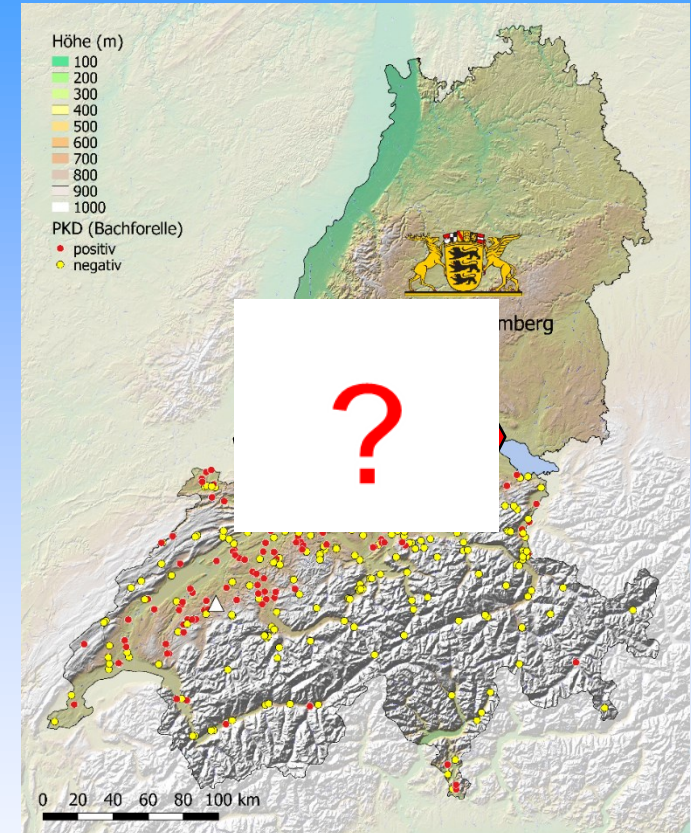
- seit 2015: FFS-CVUA Freiburg Untersuchungen Schwarzwald  
(Baer, Brinker und Bornstein)

## Seit 1999 Untersuchungen in CH

- Netzwerk Fischrückgang Schweiz (PKD Fischnetz Projekten)



- Ausbrüchen in Anlagen in 80er Jahren
- PKD weit verbreitet im Mittelland in Höhenlagen < 700m



PKD Befunde (BAFU.CH 2014)



PKD Projekt FFS Baden-Württemberg: 2016-2021

Landesbreite Erhebung:

Teilnahme an der landesweiten Elektrofischerei  
in Baden-Württemberg (WRRL, FFH,...)

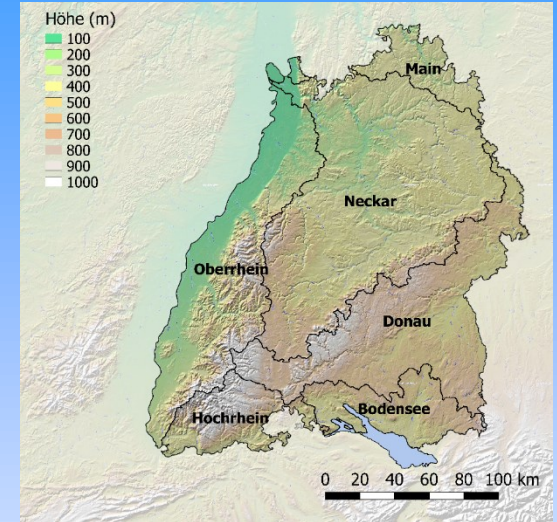
Vor Ort:

Makroskopische  
Bewertung von Nierenveränderungen und Probenahme



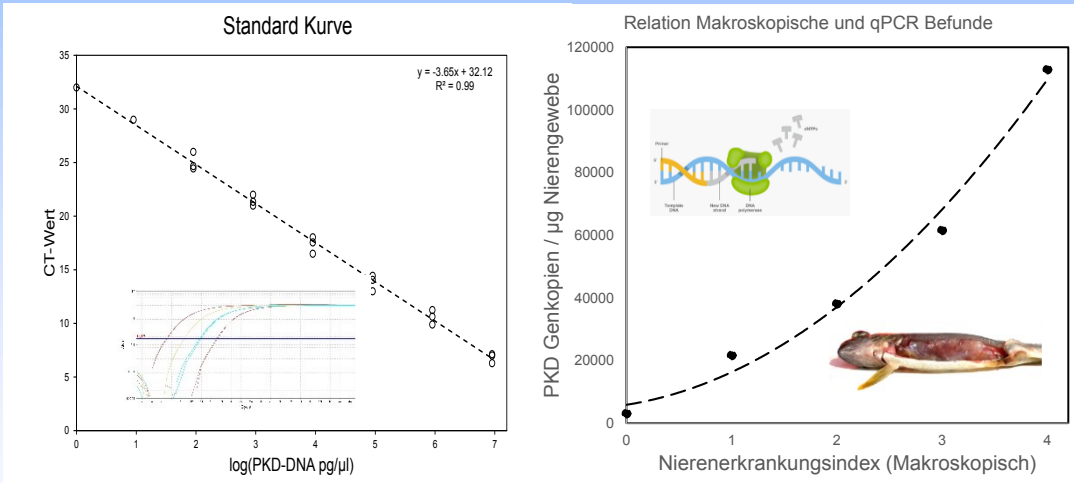
Im Labor:

Quantifizierung Parasiten-ADN mittels qPCR



# Molekulare Analyse von PKD

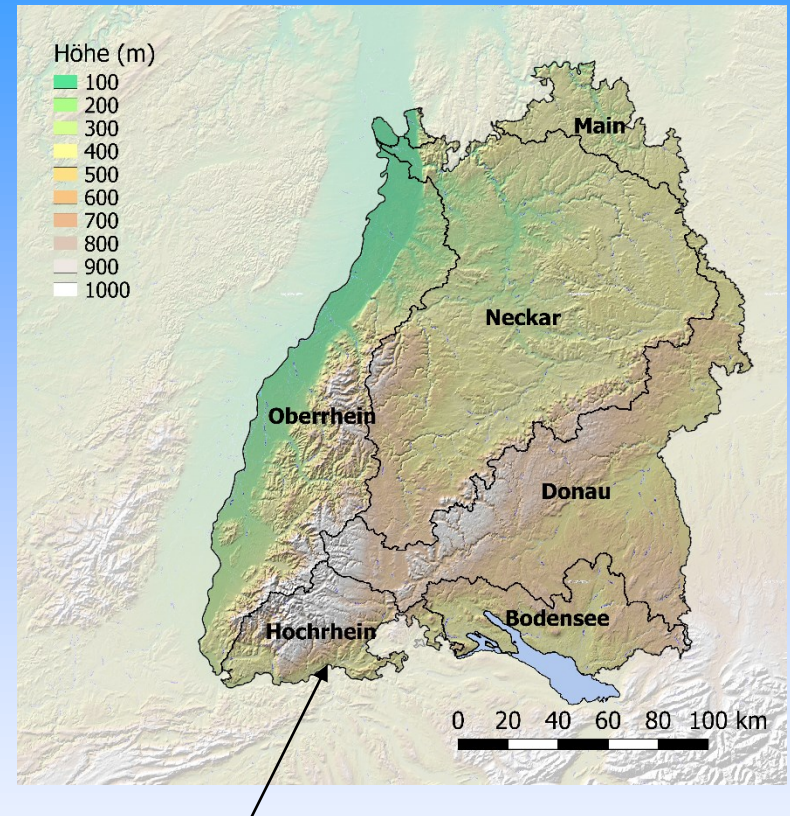
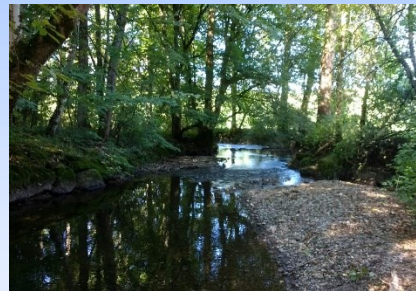
- Mechanische Zerstörung (Bead Ruptor)
- DNA-Extraktion mit Säule (PureLink)
- Bestimmung Menge der ADN (NanoDrop)
- Quantifizierung mit qPCR (QuantStudio 3)



Nierenerkrankungsindex	qPCR	
	negativ	positiv
0	172	25
1	3	5
2	0	12
3	0	38
4	0	20

- Schweizer Mittellandgewässer stehen in direktem Kontakt mit dem Rhein und Bodenseeregion.

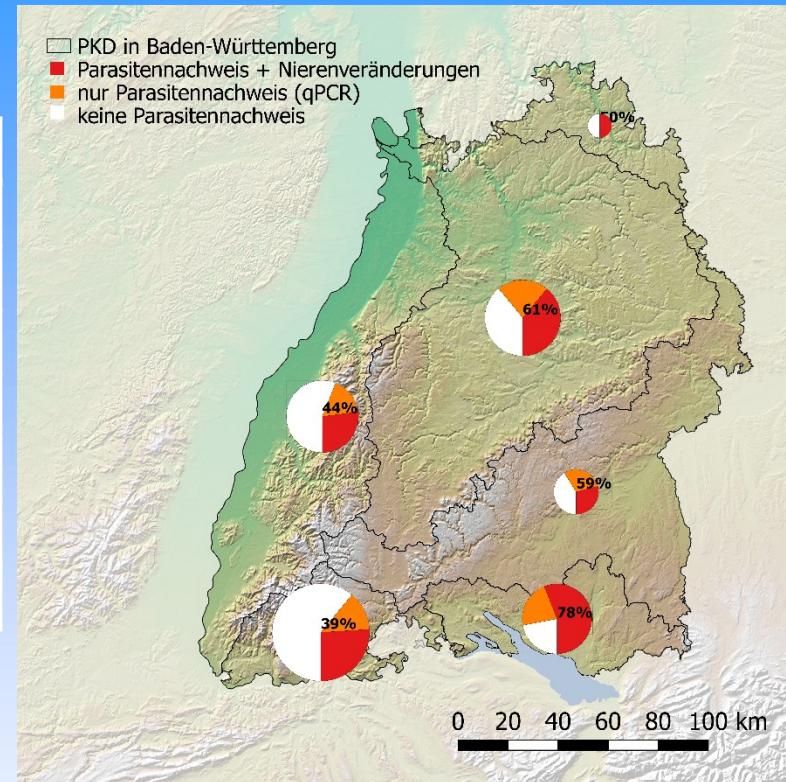
→ Parasiten nur im Rhein und Bodensee Regionen?



Wutach: Untersuchungen zur PKD in Äschen und Bachforellen seit 2002 (E. Schneider, FIWI)

## 1. "PKD" ist weit verbreitet in Baden-Württemberg 2016-2017

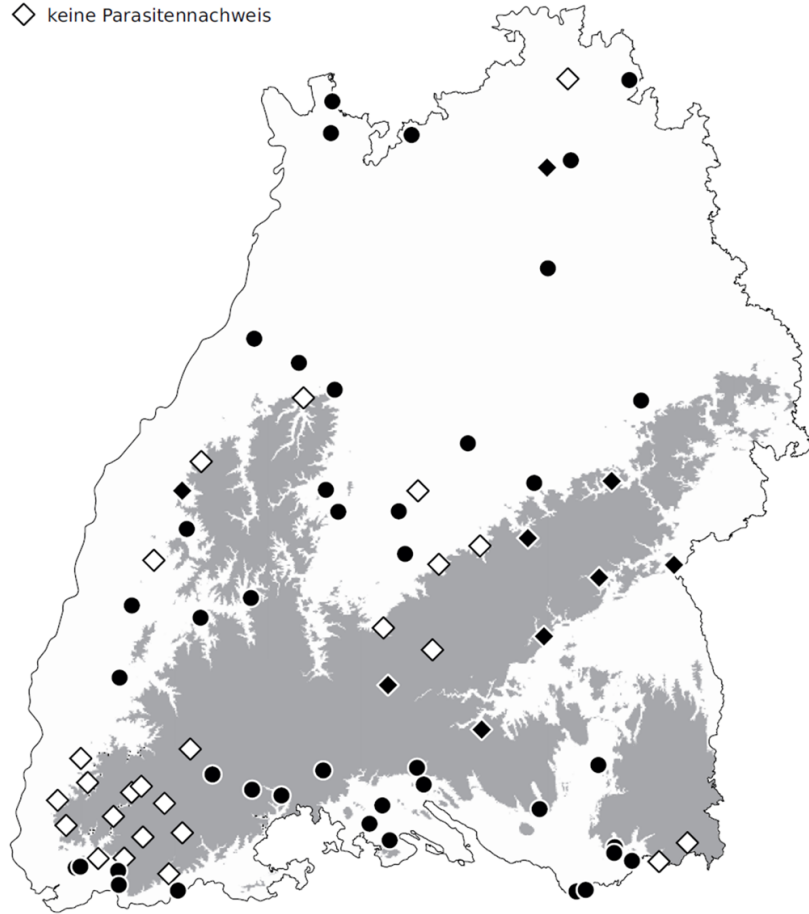
Wasserkörper	Parasitenbefund	Probestellen
Bodensee	78%	17
Hochrhein	39%	33
Oberrhein	44%	18
Neckar	61%	20
Main	50%	2
Donau	59%	7
<b>Summe</b>	<b>53%</b>	<b>97</b>



## PKD in B-W

Erhebung 2016-2017

- Parasitennachweis und Nierenveränderungen
- ◆ Parasitennachweis ohne makroskopische Nierenveränderungen
- ◇ keine Parasitennachweis



**Abbildung 3:** PKD-Erhebung 2016-2017 in juvenilen Bachforellen in Baden-Württemberg. Graue Flächen kennzeichnen Höhenlagen über 600 m.

RUNDBRIEF DER FISCHEREIFORSCHUNGSSTELLE, DES  
FISCHGESUNDHEITSDIENSTES UND DER FISCHEREIBEHÖRDEN  
DES LANDES BADEN-WÜRTTEMBERG

AQUAKULTUR-  
UND  
FISCHEREIINFORMATIONEN

AUF AUF

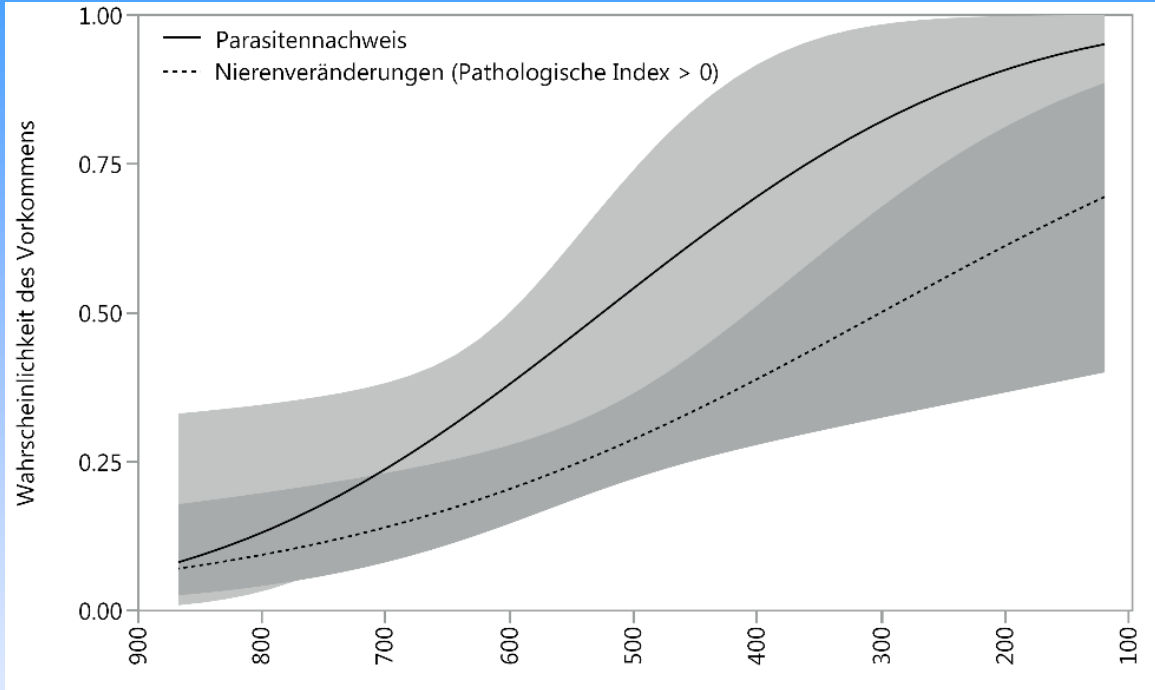
Heft 1  
2018



Baden-Württemberg

## 2) Korreliert PKD mit Variationen in Wassertemperatur und Höhenlage in Baden-Württemberg?





Zusammenhang von Höhenlage (ü.NN) und der Wahrscheinlichkeit (0=niedrig - 1=hoch) von Parasitennachweis (durchgezogene Linie) und Nierenveränderungen (gepunktete Linie) in Bachforellen. Grauschattierungen um die Linien reflektieren die Konfidenzintervalle.

Höher =

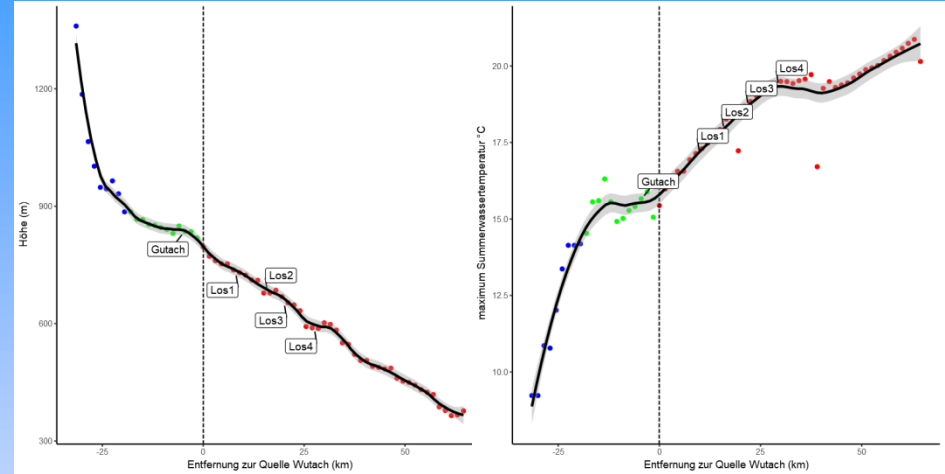
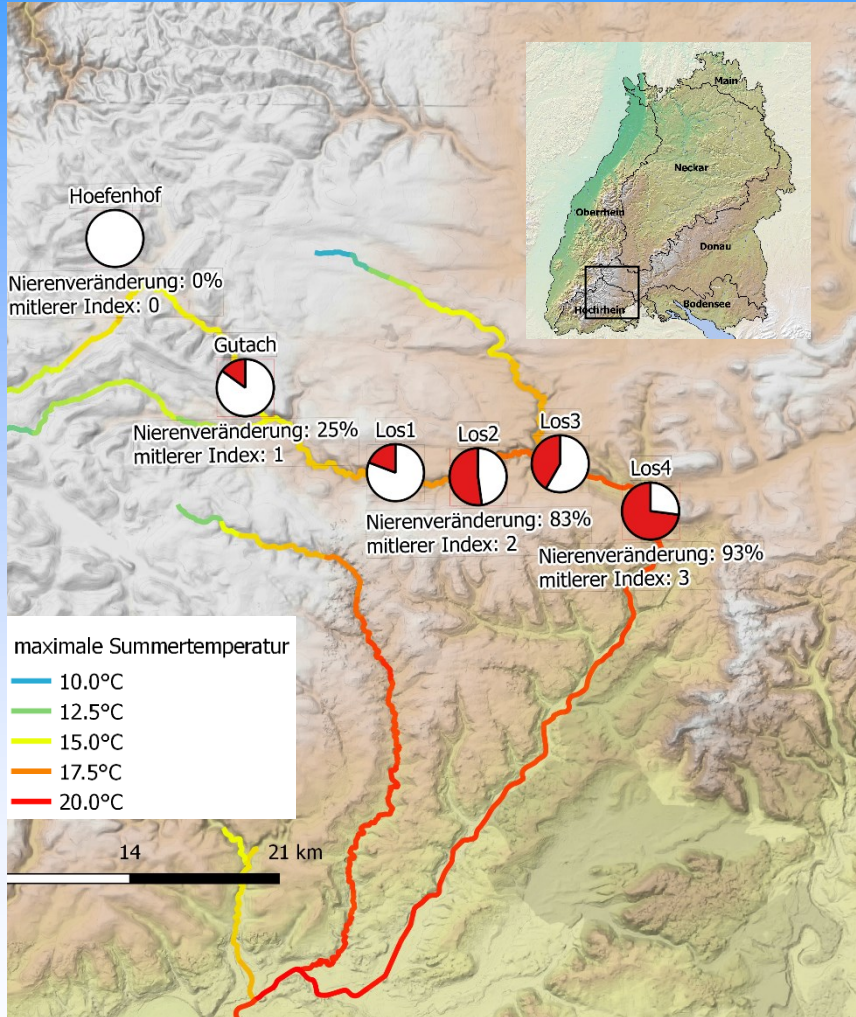
→ Kalter

→ Naher zum Quelle

→ Mehr Variation in Fließgeschwindigkeit



## PKD in Gutach und obere Wutach:



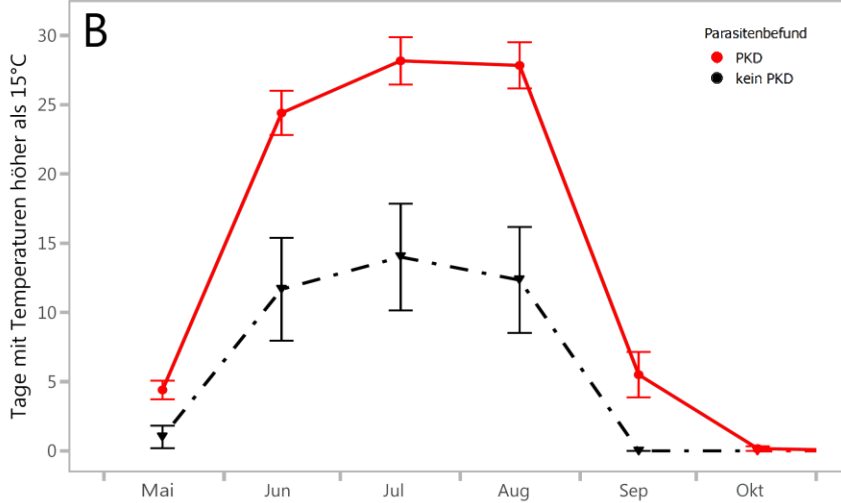
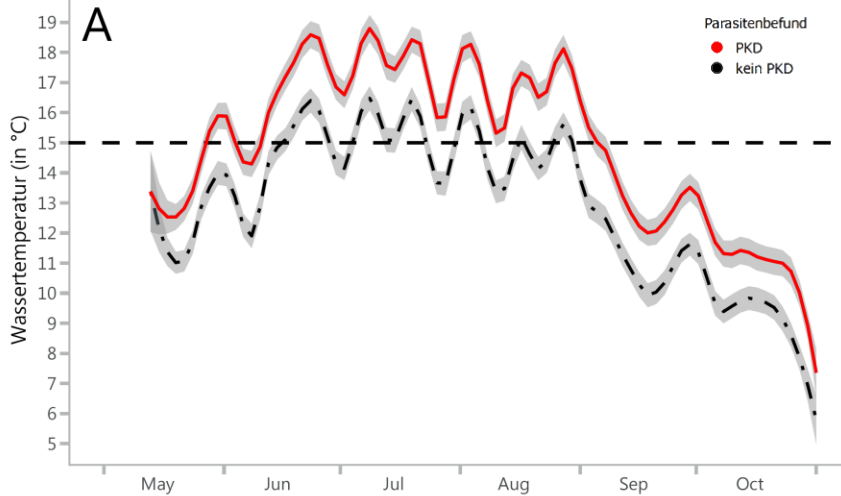
Probestelle	Juli Proben	September Proben
Gutach	P = 15%	P = 75%; N = 25%; I = 1
Los1	P = 19%	
Los2	P = 52%	P = 83%; N = 100%; I = 2
Los3	P = 42%	
Los4	P = 73%	P = 93%; N = 100%; I = 3

P: Parasitenbefund

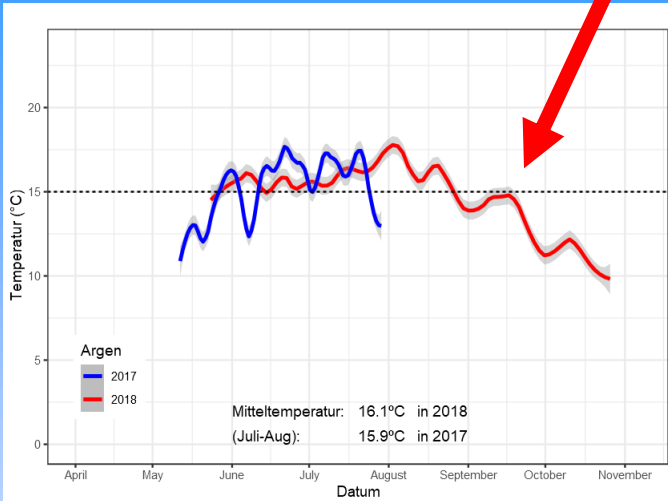
N: Nierenveränderungen (Juli: 0-4%)

I: maximaler Index Nierenveränderungen

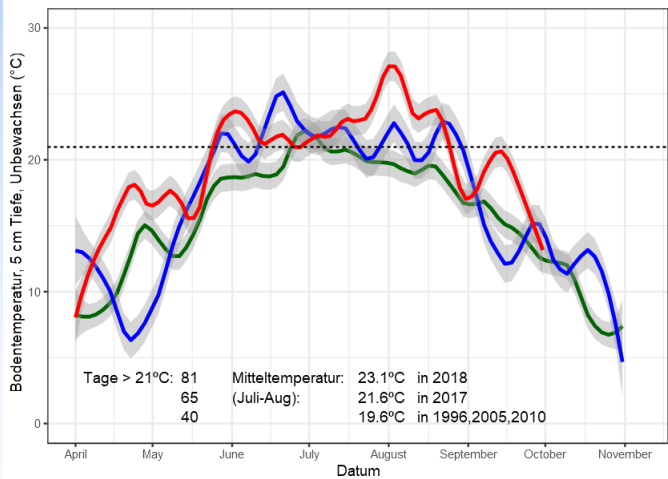


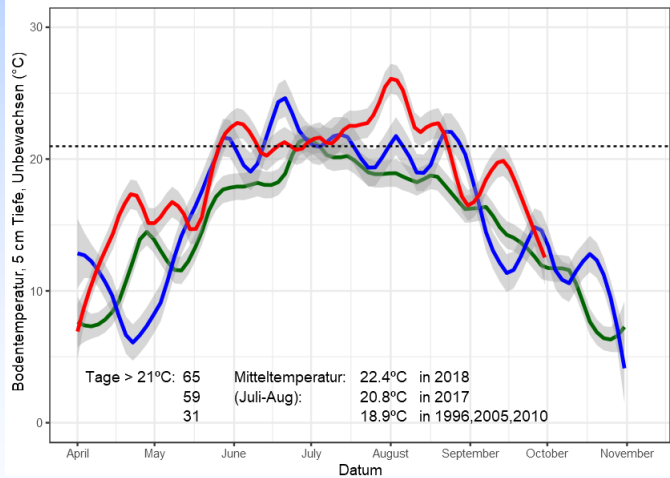
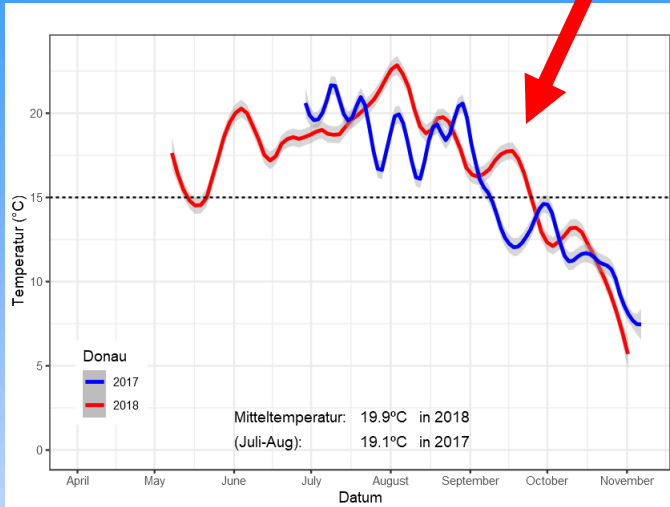


Saisonale Entwicklung der Wassertemperaturen in sechs Flüssen mit Parasitennachweis (schwarze Linie) und sechs Flüssen ohne (unterbrochene Linie) Parasitennachweis in 2017: A. tägliche Mittelwerte; B. Tage mit Wassertemperaturen, die im Mittelwert über 15°C lagen.



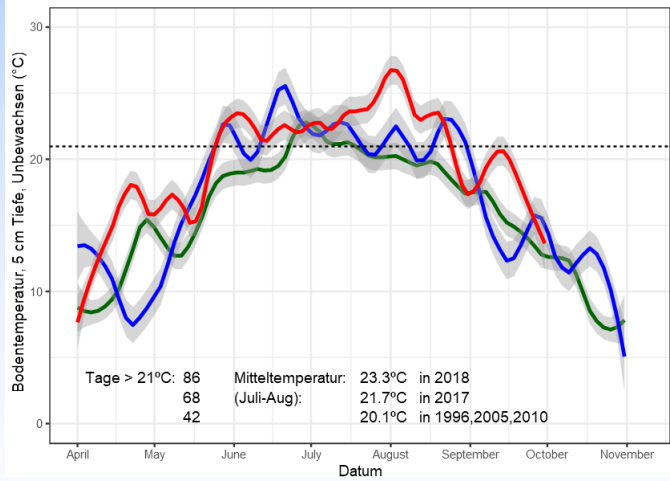
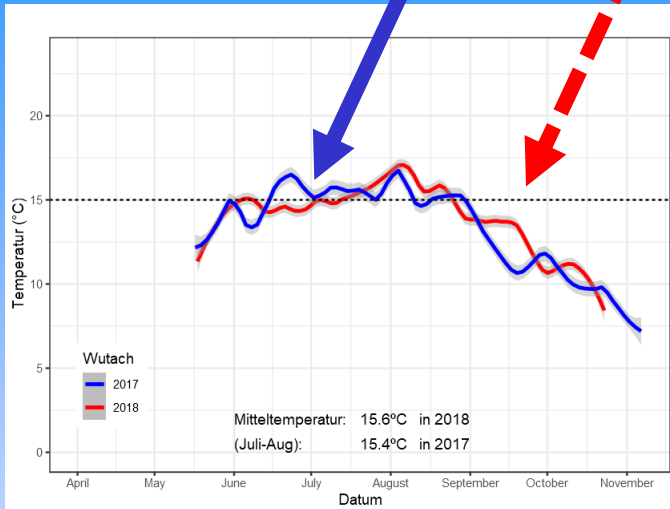
PKD (Nieren)			
	2016	2017	2018
positiv	0	1	6
negativ	4	5	4
	<b>0%</b>	<b>17%</b>	<b>60%</b>



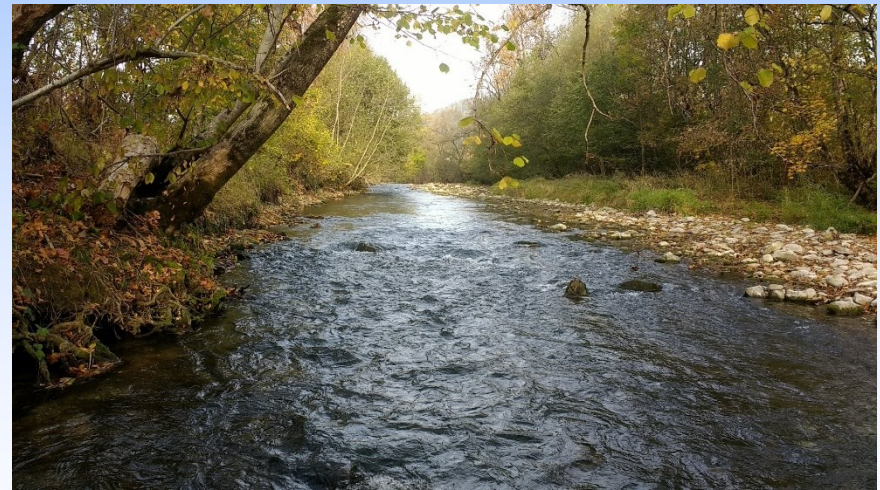


PKD (Nieren)		
Jahr	2017	2018
positiv	3	16
negativ	14	10
	<b>18%</b>	<b>62%</b>





PCR-PKD	2017	2018	Summe
Los1	71%	0%	16
Los2	82%	33%	14
Los3	100%	22%	12
<b>Total</b>	<b>81%</b>	<b>14%</b>	<b>42</b>



## PKD-Parasiten verbreitet und Auftretend

- Keine Meldepflicht in Deutschland (CH!, USA-NJ!)
- Es gibt keine genehmigten Präventions- oder Behandlungsprotokolle (Malachite green)
- Clifton-Hadley et al. (1986) *Aquaculture* 55: Quellwasser addieren um Teichtemperaturen niedrig zu behalten
- Longshaw et al. (2002), Ghittino et al. (2003): Exposition mit PKD-Sporen in Spätsommer (Wirkung?)
- Ghittino et al. (2003): Wasserbelüftung
- Mares et al. (2016) Behandlungsmethoden gegen Moostierchen Wachstum (Formaldehyd - \$\$)

## Kaltes Wasser (<15°C) wichtig

1. Hemmt Entwicklung Moostierchen (PKD Zyklus)
2. Hemmt Nierenveränderungen in infizierter Fische

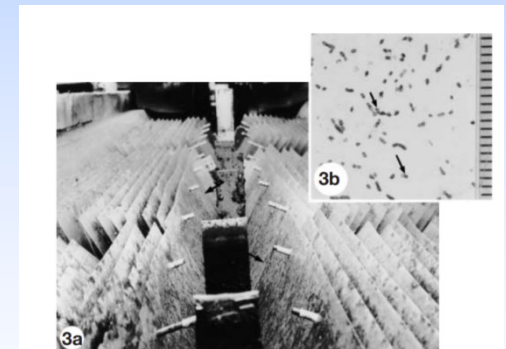
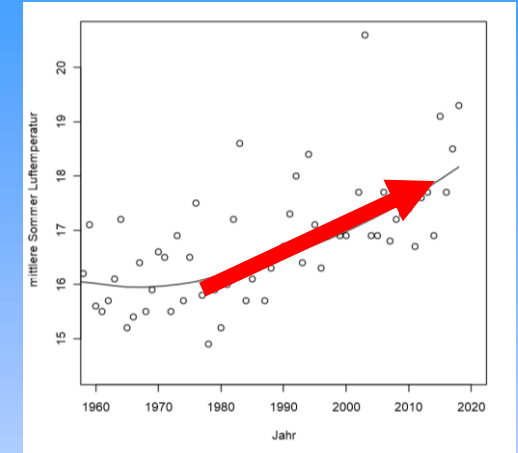


Fig. 3. (a) Fallowed settling tank of the PKD-infected recycled system showing upper side of inclined glassfibre trays (arrows); (b) sessoblasts adhering to lower surface of one tray (arrows). Scale bar intervals = 1 mm

Dank gilt:

Mitautoren: Timo Basen und Alexander Brinker



Pächter Gewässer B-W

CVUA Freiburg (Dr. Bornstein)

Ruben Teschner, Mirko Wolpert

WRRL-Befischungen

(Benjamin Schmieder, Karl Wurm,  
Joachim Thonhofer, Klaus Blasel, Roland Marthaler,  
Bernd Tombek)

FFS Langenargen: insb. HP Billmann, Barbara Jan Baer, und Julia Gaye-Siessegger

FIWI (Universität Bern – Dr. H. Schmidt Posthaus), Dr E. Schneider für Unterstützung