

Schlussbericht über die biologischen Untersuchungen 2005/06 in der Wyna

(ober- und unterhalb der ARA Mittleres Wynental)



Berichtverfasser: Aqua-Sana, Mai 2006



Aqua-Sana

Gewässerökologie und Fischereifragen

Dr. med. vet. Matthias Escher
Steinerenweg 84
3214 Ulmiz

Tel.: 031 751 17 13 N: 079 314 34 94
Fax: 031 751 18 22 E-Mail: escher@aquasana.ch
www.aqua-sana.ch

Schlussbericht über die biologischen Untersuchungen 2005/06 in der Wyna (ober- und unterhalb der ARA Mittleres Wynental)

Im Auftrag der Abteilung für Umwelt des Kantons Aargau, Sektion Boden und Wasser, im Departement Bau, Verkehr und Umwelt.

Einführung

Ausgangslage und Untersuchungsziel

Im Rahmen eines BUWAL Projektes, welches die Auswirkungen von gereinigten Abwässern aus Kläranlagen auf die Fischbestände (Artenzusammensetzung, Dichte und Altersstruktur), die Fischgesundheit und die Entwicklung von Bachforelleneiern abklärte, wurde 1997/98 auch die Wyna bei der ARA Mittleres Wynental untersucht. Dabei musste ein negativer Effekt der ARA auf den Forellenbestand, ein leicht negativer Effekt auf den Gesundheitszustand der Bachforellen und ein stark negativer Effekt auf die Entwicklung von Bachforelleneiern bis zum Augenpunktstadium festgestellt werden (Escher 1999).

Ausserdem konnte unterhalb der ARA in den Lebern von männlichen Forellen das Eidotterprotein Vitellogenin nachgewiesen werden, was auf die Einwirkung von endokrin wirksamen Substanzen hindeutet. Da es sich bei diesen Untersuchungen um eine Momentaufnahme gehandelt hat, stellte sich die Frage, ob die festgestellten Effekte persistieren oder ob sich die Situation im Bereich der ARA verändert hat. Um diese Frage zu klären, drängten sich eine Wiederholung und Vertiefung der Abklärungen im Bereich dieser ARA auf. Es wurden deshalb die in den Jahren 1997/98 durchgeführten Untersuchungen im Herbst 1999 (Abfischungen) bzw. Frühling 2000 („Early-life-stage“ Test) wiederholt und mit histologischen Organuntersuchungen der bei der Abfischung entnommenen Forellen erweitert. Ausserdem wurden den männlichen Fischen Blutproben für einen Vitellogeninnachweis entnommen (Aqua-Sana 2000 und 2001).

In den Folgejahren 2001 und 2002 wurde die ARA Mittleres Wynental ausgebaut und modernisiert und im Frühjahr 2003 konnten auch die Optimierungsarbeiten abgeschlossen werden.

Um auf fischereibiologischer Ebene den Erfolg der baulichen Massnahmen zu kontrollieren, erfolgte im Herbst/Winter 2005/06 eine Wiederholung der in den Vorjahren durchgeführten Untersuchungen und ein Vergleich mit den früheren Ergebnissen.

Die Untersuchungsergebnisse und daraus resultierenden Schlussfolgerungen sind im vorliegenden Bericht aufgeführt.



Abbildung 1: Elektroabfischung in der Wyna vom 12.10.2005.

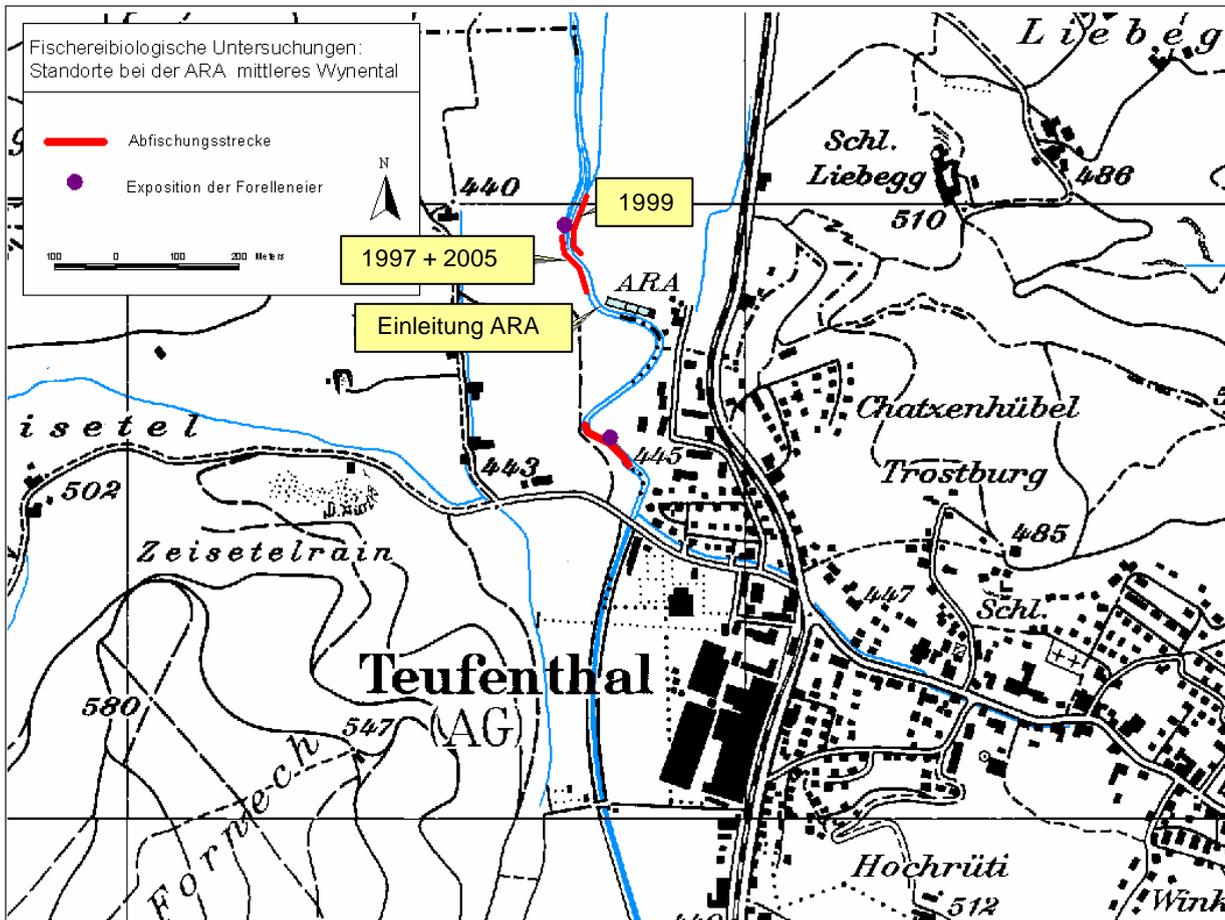
ARA Mittleres Wynental

Wyna als Vorfluter

Die ARA Mittleres Wynental, auch ARA Teufenthal genannt, befindet sich in der Hubelmatt bei Teufenthal (Gemeindegebiet Gränichen, Koord.: 650'825 / 242'850) und leitet das gereinigte Abwasser in die Wyna ab. Die Anlage wurde 1967 in Betrieb genommen und erfasst im Einzugsgebiet die Gemeinden Dürrenäsch (westlicher Teil), Oberkulm, Teufenthal und Unterkulm. Die Anlage ist hydraulisch und biologisch für 8'500 Einwohnergleichwerte dimensioniert und war im Jahresmittel 2005 mit 8'538 Einwohnergleichwerten (80%-Wert) ausgelastet. Obschon die Anlage von der anfallenden Menge Rohabwasser her betrachtet bis zum Ausbau 2001-2003 nicht überlastet war, war die damalige Reinigungsleistung ungenügend und die Einleitungsbedingungen gemäss Gewässerschutzverordnung konnten nicht eingehalten werden. Seit Herbst 2002 / Frühling 2003 ist die ARA aber nitrifizierend mit einer Teildenitrifikation und hat auch eine chemische Phosphatelimination. Der Abwasseranfall im Jahr 2005 betrug insgesamt 1'199'000m³ mit einem Klärschlammanfall von 4'565m³.

Die ARA erfüllte aufgrund ihrer Eigenkontrolle im Jahr 2005 alle Anforderungen: GUS 15 mg/l, BSB5 15 mg/l und 90% Abbau, Ammonium 2 mg/l N und 90% Abbau, Nitrit 0.2 mg/l N als Richtwert, Gesamt-P 0.8 mg/l und 80% Elimination. Die verschärften Einleitungsbedingungen der Abteilung für Umwelt vom 27. November 1991 bezüglich Nitrifikation waren bei Abwassertemperaturen von <10° C (Ammonium 3 mg/l N und Nitrit 0.2 mg/l N als Grenzwerte) nicht immer eingehalten. Es besteht eine Gasnutzung der anaeroben Schlammfäulung mit einem Blockheizkraftwerk. Der Anteil des gereinigten Abwassers aus der ARA Mittleres Wynental betrug in der Wyna im Mittel 1998 3.4 % und 1999 2.3 %. Dabei handelt es sich um Maximalwerte, da die Berechnung auf den Abflusswerten in der Wyna bei Unterkulm oberhalb Teufenthal beruht. Im Sommerhalbjahr können bei Niedrigwasser auch über längere Zeit deutlich höhere Abwasserkonzentrationen erreicht werden. Zum Beispiel lag der Abwasseranteil im August 1998 im Mittel bei 7 %. Die Wyna ist durch mehrere flussaufwärts gelegene ARAs und die Landwirtschaft bereits vorbelastet.

Lageplan



Fischbestand in der Wyna

In den abgefischten Gewässerabschnitten der Wyna dominieren oberhalb der ARA gewichtsmässig immer die Bachforellen (Tab. 3). Unterhalb der ARA überwogen in den Jahren 1997 und 1999 die Schmerlen. Gemessen an der Individuendichte waren bis 1999 die Schmerlen ober- und unterhalb der ARA am häufigsten (Aqua-Sana 2000). Im Jahr 2005 zeigte sich ein grundlegend anderes Bild: erstmals wurden auch Groppen gefangen und oberhalb der ARA waren diese sogar häufiger als die Schmerlen, welche stark abgenommen haben.



Abbildung 2: Schmerle (*Noemacheilus barbatulus*).

Groppen seien vor rund 10 Jahren im Oberlauf der Wyna ausgesetzt worden (pers. Mitteilung von Fischereiaufseher Rolf Acklin, FV Kt. AG). Das Hochwasser 2005, welches möglicherweise Groppen aus dem Oberlauf mitgebracht hat und die verbesserte Sohlenstruktur sind die vermuteten Hauptursachen für diese beobachtete Entwicklung.

Die bessere Sohlenstruktur beruht wahrscheinlich mehrheitlich auf dem erhöhten Geschiebetrieb während dem Hochwasser 2005, unterhalb der ARA wahrscheinlich auch auf dem starken Rückgang des Eintrags ungelöster Stoffe (GUS).



Abbildung 3: Groppe (*Cottus gobio* L.).

Rückgang der Bachforellenfänge

Die Angelfischer fingen im Fünfjahresmittel von 1986 bis 1990 in der Wyna von der Mündung des Gontischwilerbaches bis zur Einmündung in die Suhre (Fischenz Galegge) im Mittel pro Jahr 52 Bachforellen. Im Vergleich zur Periode von 2001 bis 2005 gingen die Bachforellenfänge um 52% auf 265 Stück zurück (vgl. Tab. 1 und Abb. 5).

Es gilt dabei zu beachten, dass auch der Bachforellenbesatz in der Wyna stark reduziert wurde (Abb. 6). Der Rückgang der Bachforellenfänge der Angelfischer korreliert gut mit dem Rückgang der Anzahl besetzten Bachforellen. Zur Vergleichbarkeit wurden dazu die verschiedenen Altersklassen in sog. Brütlingseinheiten umgerechnet und 3 Jahre zeitversetzt mit den Anglerfängen korreliert (vgl. Abb. 7). Es bestehen allerdings berechnete Zweifel, ob dieser Zusammenhang tatsächlich ursächlich begründet ist, da in anderen Fliessgewässern trotz konstantem oder sogar gesteigertem Besatz ebenfalls ein Rückgang der Fänge festgestellt werden musste. Trotzdem kann ein Einfluss der geänderten Besatzwirtschaft auf die Fänge nicht ausgeschlossen werden.

Ebenfalls muss berücksichtigt werden, dass in Pachtgewässern aufgrund des geringeren und stärker schwankenden Befischungsdrukkes im Vergleich zu Patentgewässern, die Fangzahlen nur als beschränkt bestandesrepräsentativ angesehen werden können.

Tabelle 1: Vergleich der Angelfischerfänge von Bachforellen (BF) und Regenbogenforellen (RB) in 5 Jahresmittelwerten.

Mittelwert	BF	Diff. %	RB	Diff. %	Beide	Diff. %
1986-90	552		71		623	
1991-95	392	-29.0	45	-35.7	408	-34.4
1996-00	297	-24.2	9	-80.2	282	-31.0
2001-05	265	-10.8	2	-83.3	255	-9.3
Vergleich 1986-90 mit 2001-05		-52.0		-97.9		-59.0



Abbildung 4: Bachforelle (*Salmo trutta fario* L.).

Abbildung 5: Forellenfänge der Angelfischer (Bach- und Regenbogenforellen) von 1985 bis 2005 in der Wyna von der Mündung des Gontischwilerbaches bis zur Einmündung in die Suhre (Fischsz Galegge).

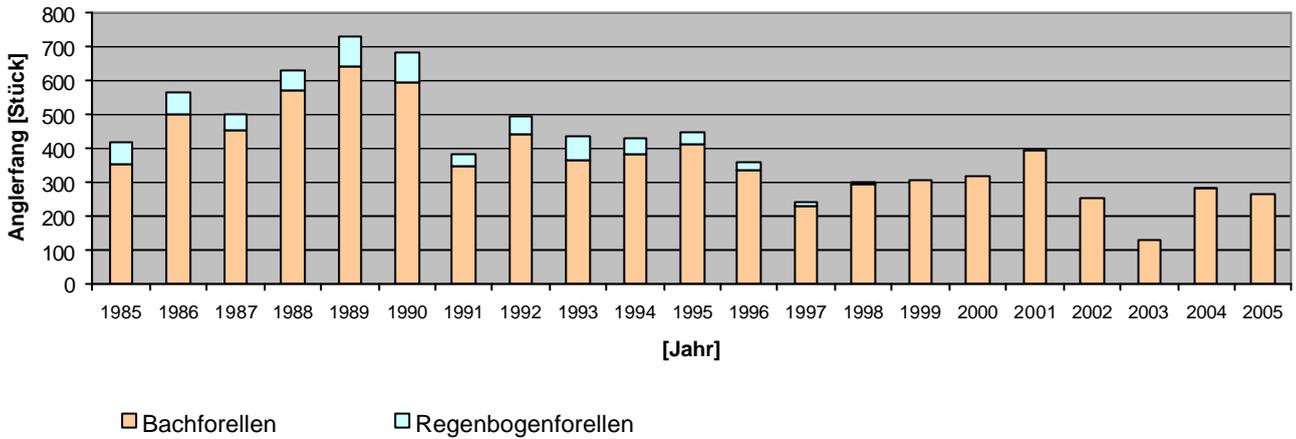


Abbildung 6: Fischbesatz in der Wyna (z.T. Seitenbäche) von 1983 bis 2005 von der Mündung des Gontischwilerbaches bis zur Einmündung in die Suhre (Fischsz Galegge).

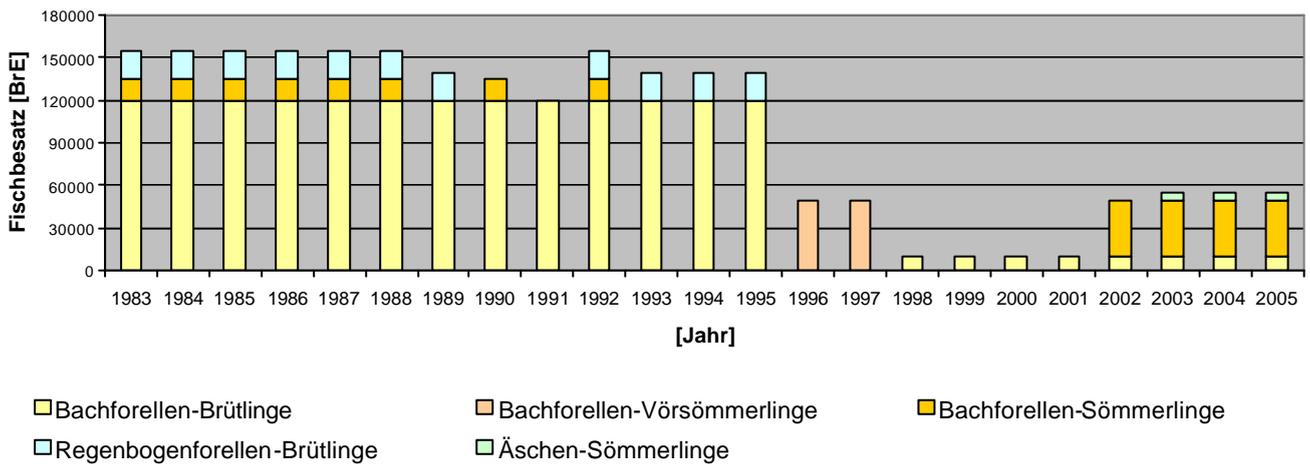
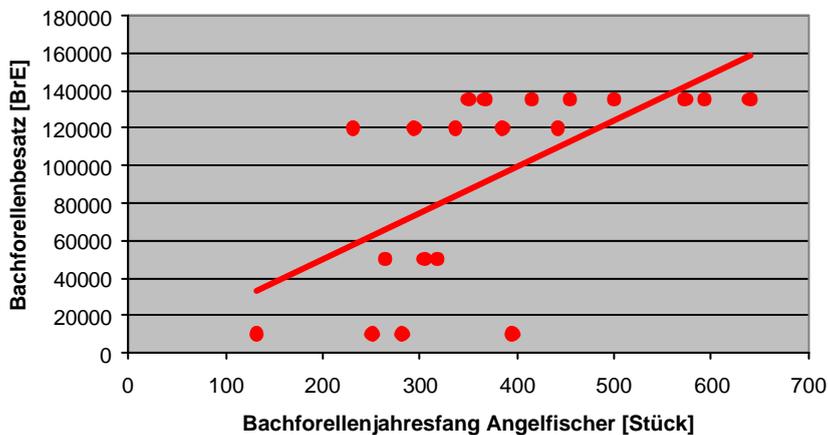


Abbildung 7: Zusammenhang zwischen dem Bachforellenbesatz in Brütlingseinheiten (BrE) (Umrechnung: 1 Vorsömmerling: 5 BrE, 1 Sömmerling: 10 BrE und 3 Jahre zeitversetzt) und der Anzahl gefangener Bachforellen von 1986-2005.



Bachforellenbestand unterhalb der ARA massiv zugenommen

Die Bachforellenbiomasse liegt oberhalb der ARA im 2005 zwischen den 1997 und 1999 gefundenen Werten (Tab. 3). Unterhalb der ARA hat die Biomasse aber im Vergleich zu den früheren Erhebungen mit rund +200% massiv zugenommen und liegt jetzt erstmals in der gleichen Grössenordnung wie oberhalb der ARA.

Wie bereits 1999 fällt in der Altersstruktur das fast vollständige Fehlen der Forellen mit einer Länge bis 15 cm auf (Sömmerlingsjahrgang). Die wahrscheinlichste Erklärung für diesen unnatürlichen Populationsaufbau ist nach wie vor die 1999 erstmals festgestellte Nierenerkrankung PKD, welche in erster Linie Jungfische trifft. Sie wurde ober- und unterhalb der ARA festgestellt (Aqua-Sana 2000).



Abbildung 8: Die gefangenen Fische werden alle narkotisiert, gemessen und gewogen.

Regenbogenforelle praktisch verschwunden

In der Zeitperiode von 1986 bis 1990 fingen die Angelfischer in der Wyna von der Mündung des Gontschwilerbaches bis zur Einmündung in die Suhr (Fischenz Galegge) im Mittel pro Jahr 71 Regenbogenforellen. In der gleich langen Periode von 2001 bis 2005 fiel der mittlere Jahresfang um 98 % auf noch gerade 2 Stück (Abb. 5).

Dies deckt sich mit den Resultaten der Bestandeserhebungen in den elektrischen Abfischungen, da 1999 und 2005 im Unterschied zu 1997 keine Regenbogenforellen mehr gefangen wurden. Bis 1995 waren jährlich 20'000

Regenbogenforellenbrütlinge in die Wyna eingesetzt worden (vgl. Abb. 6). Es ist offensichtlich, dass die Regenbogenforelle sich in der Wyna nicht vermehrt und mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung auf den Besatzstop, welcher aufgrund des neuen Bundesgesetzes über die Fischerei vollzogen wurde, aus der Wyna verschwunden ist.

Schmerlenbestand im Bereich der ARA

Bei den Schmerlen war die Biomasse unterhalb der ARA 1997 mit 95.6 kg/ha rund 5-mal und 1999 mit 100.1 kg/ha rund 3-mal grösser als oberhalb (Aqua-Sana 2000). Auffallend ist aber dann die enorme Abnahme zur Erhebung im 2005: zwar ist die Biomasse unterhalb der ARA immer noch knapp 5-mal höher als oberhalb; doch hat sie mit 20.4 kg/ha im Vergleich zu den früheren Erhebungen sehr stark abgenommen.

Bei dieser starken Abnahme der Schmerlen unterhalb der ARA, ist sicher die starke Zunahme der Anzahl Prädatoren (Bachforellen) unterhalb der ARA mit zu berücksichtigen. Ein positiver Einfluss der ARA auf den Schmerlenbestand durch ein höheres Futterangebot (Düngeeffekt der ARA Mittleres Wynental (Lubini et al. 1996)) scheint jetzt aber aufgrund der ober- und unterhalb der ARA vergleichbaren Forellendichte und der unterhalb der ARA nach wie vor höheren Schmerlendichte wahrscheinlich.

Bewertung der Bestandserhebungen

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass der im Rahmen der Untersuchungen von 1997 und 1999 festgestellte negative Einfluss des gereinigten Abwassers auf den Forellenbestand 2005 nicht mehr festzustellen ist. Nach wie vor scheint sich aber die Nierenerkrankung (PKD) negativ auf die Forellenpopulation auszuwirken.

Die Tatsache, dass der Forellenbestand unterhalb der ARA so deutlich zugenommen hat und sich die Altersstruktur zum Standort oberhalb der ARA nicht mehr unterscheidet, ist natürlich sehr erfreulich und lässt darauf schliessen, dass sich der Ausbau der ARA Mittleres Wynental zumindest lokal positiv ausgewirkt hat.

Tabelle 2: Vergleich der Anzahl der im Rahmen der quantitativen Elektroabfischungen ober- und unterhalb der ARA Mittleres Wynental gefangenen Fische.

Fischart	N_e [Stück]						N_h [Stück / ha]						N_D [Stück]					
	O ₀₅	O ₉₉	O ₉₇	U ₀₅	U ₉₉	U ₉₇	O ₀₅	O ₉₉	O ₉₇	U ₀₅	U ₉₉	U ₉₇	O ₀₅	O ₉₉	O ₉₇	U ₀₅	U ₉₉	U ₉₇
Bachforelle	87	99	140	91	33	24	1'383	1'574	1'946	1'192	432	314		99	148		34	26
Groppe	242	0	0	146	0	0	3'848	0	0	1'913	0	0	<i>Anzahl Arten</i>					
Regenbogenforelle	0	0	27	0	0	0	0	0	375	0	0	0						
Schmerle	33	693	130	648	2'345	1'119	525	11'019	1'807	8'489	30'719	14'659	O ₀₅	O ₉₉	O ₉₇	U ₀₅	U ₉₉	U ₉₇
Alle Arten	362	792	297	885	2'378	1'143	5'756	12'593	4'128	11'594	31'151	14'973	3	2	3	3	2	2

N_e: Anzahl Fische effektiv gefangen

N_h: Anzahl Fische hochgerechnet auf eine Hektare produktive Wasserfläche

N_D: Anzahl Forellen nach De Lury extrapoliert

O: Standort oberhalb ARA, (**O₀₅**: Abfischung vom 12.10.2005, **O₉₉**: Abfischung vom 29.09.1999, **O₉₇**: Abfischung vom 15.10.97)

U: Standort unterhalb ARA, (**U₀₅**: Abfischung vom 12.10.2005, **U₉₉**: Abfischung vom 29.09.1999, **U₉₇**: Abfischung vom 15.10.97)

Tabelle 3: Vergleich der Häufigkeit und Biomasse der im Rahmen der quantitativen Elektroabfischungen ober- und unterhalb der ARA Mittleres Wynental gefangenen Fische.

Fischart	px [Anteil / Art]						S_G [g]						G_h [kg / ha]					
	O ₀₅	O ₉₉	O ₉₇	U ₀₅	U ₉₉	U ₉₇	O ₀₅	O ₉₉	O ₉₇	U ₀₅	U ₉₉	U ₉₇	O ₀₅	O ₉₉	O ₉₇	U ₀₅	U ₉₉	U ₉₇
Bachforelle	0.240	0.125	0.471	0.103	0.014	0.021	132	152	82	150	160	151	182.6	239.3	159.6	178.8	69.1	47.7
Groppe	0.669	0.000	0.000	0.165	0.000	0.000	4.2	-	-	7.9	-	-	16.2			15.1		
Regenbogenforelle	0.000	0.000	0.091	0.000	0.000	0.000	-	-	117	-	-	-	0.0	0.0	43.9	0.0	0.0	0.0
Schmerle	0.091	0.875	0.438	0.732	0.986	0.979	8.1	3.0	9.5	2.4	3	6.5	4.3	37.0	17.5	20.4	100.1	95.6
Alle Arten	1	1	1	1	1	1							203.1	276.3	221.0	214.3	169.2	143.0

px: Anteil in der Biozönose

S_G: Mittleres Gewicht pro Fisch in g

G_h: Fischbiomasse in kg / Hektare produktive Wasserfläche

O: Standort oberhalb ARA, (**O₀₅**: Abfischung vom 12.10.2005, **O₉₉**: Abfischung vom 29.09.1999, **O₉₇**: Abfischung vom 15.10.97)

U: Standort unterhalb ARA, (**U₀₅**: Abfischung vom 12.10.2005, **U₉₉**: Abfischung vom 29.09.1999, **U₉₇**: Abfischung vom 15.10.97)

Tabelle 4: Vergleich der Grössenstruktur der Bachforellenpopulationen ober- und unterhalb der ARA Mittleres Wynental.

G.k.	n						p					
	O ₀₅	O ₉₉	O ₉₇	U ₀₅	U ₉₉	U ₉₇	O ₀₅	O ₉₉	O ₉₇	U ₀₅	U ₉₉	U ₉₇
0-4.9	0	0	0	0	0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
5-9.9	8	3	18	11	1	4	0.09	0.03	0.13	0.12	0.03	0.17
10-14.9	6	1	26	2	0	7	0.07	0.00	0.19	0.02	0.00	0.29
15-19.9	13	37	60	9	7	6	0.15	0.36	0.43	0.10	0.21	0.25
20-24.9	36	28	28	33	15	3	0.41	0.28	0.20	0.36	0.46	0.13
25-29.9	20	22	6	27	5	3	0.23	0.22	0.04	0.30	0.15	0.13
30-	4	8	2	9	5	0	0.05	0.08	0.01	0.10	0.15	0.00
TOTAL	87	99	140	91	33	24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

G.k.: Grössenklasse [cm]

n: Anzahl Forellen

p: Anteil am Bestand der Bachforellen

Fischgesundheit

Die Fischgesundheit wurde nur bei den Bachforellen erfasst:

Keine veränderte Eierstöcke mehr gefunden

1997 wurden bei 2 von 3 und 1999 bei 3 von 8 erwachsenen Bachforellenweibchen unterhalb der ARA degenerative Veränderungen in den Eierstöcken festgestellt (Aqua-Sana 2000). Derartige Veränderungen waren oberhalb der ARA 1997 bei den 4 untersuchten Weibchen nicht erkennbar und 1999 oberhalb nur bei einem von 11 Weibchen. Im Jahr 2005 waren die Eierstöcke der 2 von ober- und der 2 von unterhalb der ARA gefangenen Bachforellenweibchen unauffällig (Abb. 9). Das mittlere relative Gewicht der Eierstöcke (GSI) der Weibchen ist 2005 wiederum wie schon 1997 und 1999 unterhalb der ARA etwas kleiner als oberhalb (vgl. Tab. 6). Dies könnte theoretisch zwar mit der Einwirkung von hormonaktiven Substanzen (Analoge von männlichen Geschlechtshormonen, bzw. Inhibitoren von weiblichen Geschlechtshormonen) in Zusammenhang stehen. Eine Interpretation muss aber aufgrund der äusserst kleinen Stichproben und der Möglichkeit der freien Fischwanderung sehr vorsichtig erfolgen.



Abbildung 9: Leicht ässymmetrische, aber ansonsten normal entwickelte Eierstöcke einer weiblichen Bachforelle aus der Abfischung 2005.

Geringere Induktion von Vitellogenin

1997 und 1999 wurde bei verschiedenen Bachforellenmännchen von unterhalb der ARA erhöhte Vitellogeningehalte nachgewiesen, was auf den Eintrag endokrin wirksamer Substanzen über das gereinigte Abwasser hindeutete (Dietrich & Heussner 2000, Aqua-Sana 2001).

2005 waren von 4 adulten Männchen und 5 juvenilen Bachforellen unterhalb der ARA nur bei einem juvenilen Männchen (T03, vgl. Tab. 5) eine leichte Vitellogenininduktion feststellbar (indirekter Vitellogeninnachweis mittels RNA). Oberhalb der ARA war ein adultes Männchen knapp verdächtig (T11).

Die Situation scheint sich somit gegenüber den Probenahmen 1997 und 1999 verbessert zu haben; doch muss auch hier das Resultat aufgrund der kleinen Stichprobengrößen vorsichtig interpretiert werden.

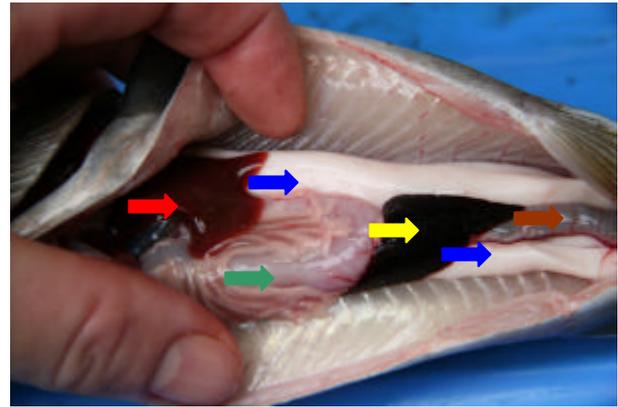


Abbildung 10: Eröffnete Bauchhöhle eines Bachforellenmännchens mit Leber (rot), Magen mit Pylorusanhängen (grün), Milz (gelb), Enddarm (braun) und Hoden (blau).

Möglichweise hat sich aber der Eintrag von hormonaktiven Stoffen durch die ARA Mittleres Wynental wesentlich verringert.

Tabelle 5: Resultate der Vitellogeninuntersuchung 2005 in der nationalen Fischuntersuchungsstelle (FUS) der Universität Bern. V: Verhältnis pg Vitellogenin mRNA / 10 ng total RNA, w: weiblich (Kontrolle), m: männlich, j: juvenil, a: adult, Vitellogenin induziert, verdächtig

Code		V	w/m	j/a
Unterhalb ARA	T01	0.5	m	a
	T02	1779.2	w	a
	T03	239.5	m	j
	T04	1.9	m	a
	T05	1.0	?	j
	T06	0.1	m	a
	T07	1.2	m	a
	T08	0.3	?	j
	T09	4.3	?	j
	T10	1497.1	w	a
Oberhalb ARA	T11	27.3	m	a
	T12	2.5	m	a
	T13	8.3	?	j
	T14	2.9	?	j
	T15	1.9	m	a
	T16	8.7	m	j
	T17	7034.1	w	a
	T18	2.3	m	a
	T19	2.1	m	a
	T20	3718.3	w	a

Proliferative Nierenerkrankung (PKD)

1999 wurde erstmals ober- und unterhalb der ARA Mittleres Wynental bei je 2 Forellen die proliferative Nierenerkrankung (PKD) (Abb. 11 + 12) festgestellt (Aqua-Sana 2000). 2005 wurde die Krankheit erneut bei 3 Forellen unter- und 2 Forellen oberhalb der ARA gefunden.

Der Einfluss dieser Krankheit auf die Bachforellenpopulation in der Wyna ist gross (vgl. Absatz: 'Bachforellenbestand unterhalb der ARA massiv zugenommen').

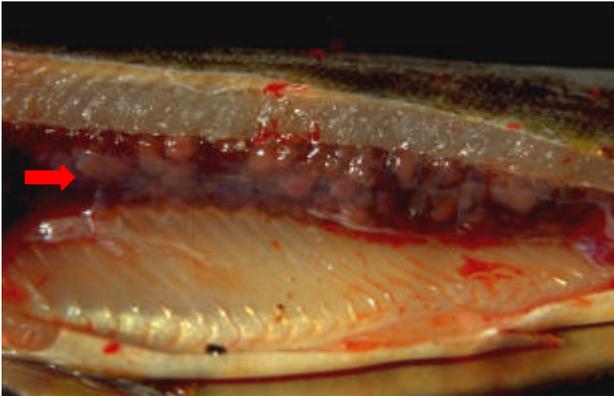


Abbildung 11: Von PKD befallene Niere (➡) einer Bachforelle, mit typisch speckigem Aussehen.



Abbildung 12: Von PKD befallene Niere (➡) im Vergleich zu einer normalen Niere (➡).

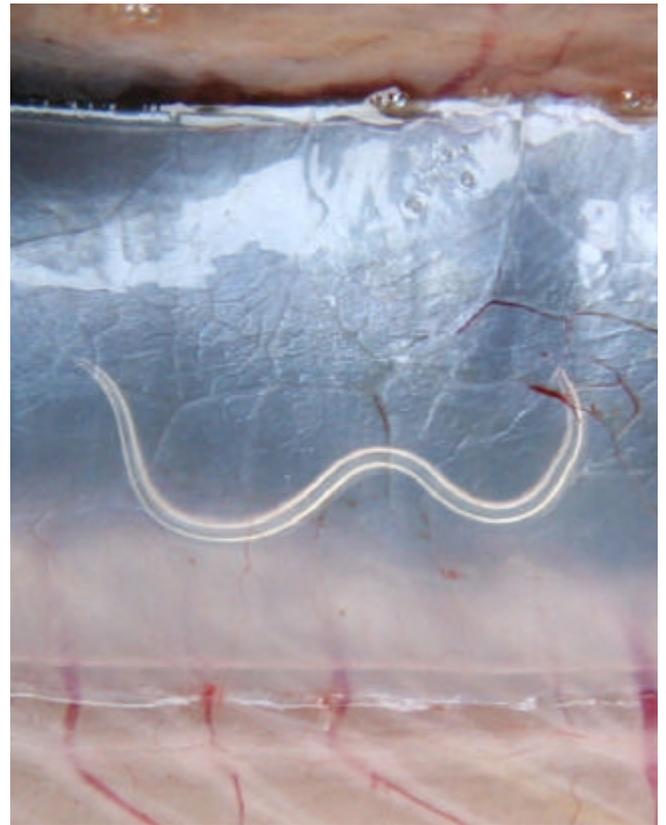


Abbildung 13: Schwimmblasennematode (*Cystidicola* spp.). Ein adultes Bachforellenmännchen von unterhalb – und 3 adulte Männchen und 1 adultes Weibchen von oberhalb der ARA waren befallen – dieser Parasitenbefall hat keine wesentlichen Auswirkungen auf die Gesundheit resp. die Population.

Tabelle 6: Anzahl untersuchte Bachforellen mit Angaben zum Geschlecht, Leberveränderungen, PKD, Kondition, GSI und HSI.

	O ₀₅		O ₉₉		O ₉₇		U ₀₅		U ₉₉		U ₉₇	
Anz. untersuchte Bachforellen	10		21		9		10		20		9	
Anz. adulte Rogner	2		11		4		2		8		3	
Anz. adulte Milchner	5		9		5		4		5		1	
Leberveränderungen	ja											
PKD ₁	ja		ja		nein		ja		ja		nein	
	M	sd										
Konditionsfaktor	1.03	0.06	1.07	0.04	1.06	0.08	0.98	0.09	1.05	0.06	1.05	0.05
GSI Rogner ₂	11.2	2.29	10.8	3.23	11.1	2.13	7.8	3.67	8.3	2.98	9.1	5.04
GSI Milchner ₂	6.3	1.2	5.5	1.22	6.7	1.11	5.2	2.91	6.1	1.95	5.0	
HSI Rogner ₃	2.2	0.30	1.9	0.21	2.2	0.45	1.9	0.18	2.0	0.13	1.9	0.23
HSI Milchner ₃	1.3	0.22	1.1	0.17	1.2	0.24	1.4	0.05	1.2	0.08	1.6	

O: Standort oberhalb ARA (Abfischungsdaten O₀₅: 12.10.2005, O₉₉: 21.09.1999, O₉₇: 15.10.97)

U: Standort unterhalb ARA (Abfischungsdaten U₀₅: 12.10.2005, U₉₉: 21.09.1999, U₉₇: 15.10.97)

1. PKD: proliferative Nierenerkrankung

2. GSI: Gonadosomatischer Index

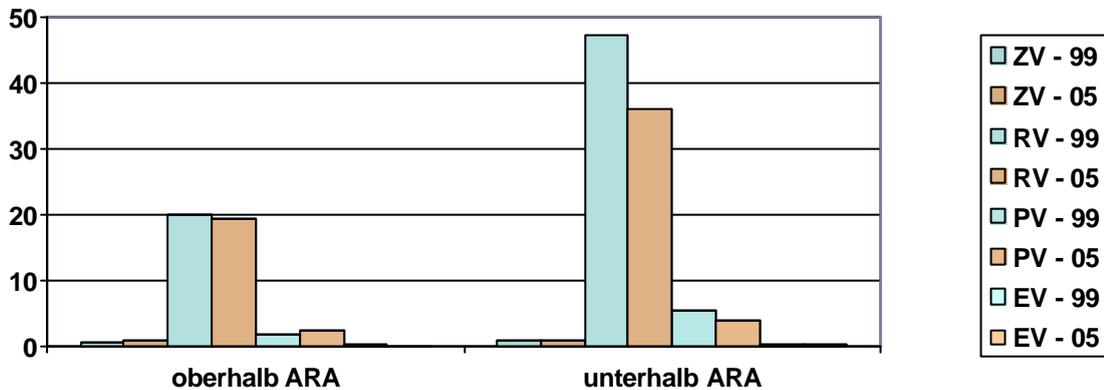
3. HSI: Hepatosomatischer Index

Organschädigungen

1999 wurden bei den in der Wyna histologisch untersuchten Bachforellen Organschäden festgestellt, welche nicht zum Krankheitsbild der PKD gehören (Aqua-Sana 2000). Die Veränderungen waren unterhalb der ARA in allen Organen deutlich grösser als oberhalb. Am ausgeprägtesten waren sie in den Kiemen und die stärkste prozentuale Zunahme der Schäden war in der Niere festzustellen. 2005 sind die unterhalb der ARA vorgefundenen Schädigungen deutlich zurückgegangen (Abb. 14). Besonders in den Kiemen haben die Schäden abgenommen und sind jetzt auf gleichem Niveau wie die

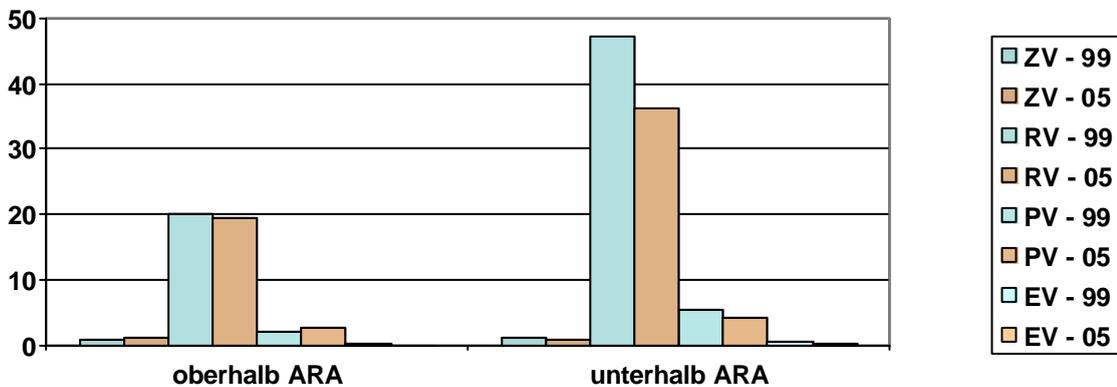
Nierenveränderungen. Die Kiemen reagieren besonders auf zu hohe Ammoniakbelastungen (Epithelschwellung und Nekrosen). Deshalb könnte die Verbesserung des Kiemengesundheitszustandes durchaus die logische Folge geringerer Ammoniakbelastungen darstellen, auf welche ja aufgrund der tieferen Ammoniummesswerte geschlossen werden kann (Abb. 21). Dies ist sehr erfreulich und passt zu der vorgefundenen Erholung im Forellenbestand. Allerdings ist immer noch ein markanter Unterschied zwischen dem Grad der Organschädigungen ober- und unterhalb der ARA feststellbar (Abb. 14 + 15).

Abbildung 14: Mittelwerte der histologischen Organindices der untersuchten Fische von oberhalb (1999 + 2005, n=8) und unterhalb der ARA (1999 n=8, 2005 n=7). Herkunft der Fische aus Abfischungen vom 21.09.1999 und 12.10.2005.



KI = Kiemenindex; LI = Leberindex; NI = Nierenindex; TI = Totalindex

Abbildung 15: Mittelwerte der histologischen Indices nach Art der gefundenen Veränderungen der untersuchten Fische von oberhalb (1999 + 2005, n=8) und unterhalb der ARA (1999 n=8, 2005 n=7). Herkunft der Fische aus Abfischungen vom 21.09.1999 und 12.10.2005.



ZV = Zirkulatorische Veränderungen; RV = Regressive Veränderungen; PV = Progressive Veränderungen; EV = Entzündliche Veränderungen.

Keine gesicherte Aussage zur Entgiftungsaktivität

1999 war das mittlere relative Gewicht der Leber (HSI) bei den männlichen Bachforellen unterhalb der ARA erhöht (Aqua-Sana 2000). 2005 ist dies immer noch der Fall.

Die Leber gilt als das wichtigste Entgiftungsorgan beim Fisch. Beim Anfall grosser Mengen von Giftstoffen im Körper kann das Lebergewebe mit einer Proliferation reagieren, welche durch ein höheres relatives Lebergewicht messbar wird. Bei den Weibchen kommt es vor der Laichzeit durch die Synthese des Eidotterproteins Vitellogenin natürlicherweise zu einer signifikanten Lebervergrößerung; deshalb sind sie für Vergleiche der HSI weniger geeignet.

Da 2005 die Konditionsindizes der Forellenmännchen oberhalb der ARA im Mittel 9.4% höher sind, kann eine nahrungsbedingte Verfettung und Gewichtszunahme der Lebern nicht ausgeschlossen werden. Deshalb kann 2005 trotz den relativen Gewichtszunahmen der Lebern unterhalb der ARA nicht mehr mit Sicherheit auf eine erhöhte Entgiftungsaktivität der Bachforellen geschlossen werden.

Entwicklung des Gesundheitszustandes

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass der Gesundheitszustand der Bachforellen 2005 sich im Vergleich zu 1999 deutlich verbessert hat. Insbesondere die histologischen Untersuchungen zeigen einen deutlichen Rückgang der Organschäden auf. Optimistisch erscheint auch die geringere Anzahl von Bachforellenmännchen mit Vitellogenininduktion. Leider kommt nach wie vor die Nierenkrankheit PKD vor, welche mit einer starken Beeinträchtigung des Gesundheitszustandes, in der Regel begleitet von einer erhöhten Sterblichkeit, einhergeht (Hederick et al. 1993).

Nach wie vor unerwartet starke Beeinträchtigung der Bachforelleneier-Entwicklung

In der Wyna war im Winter 2005/06, wie schon 1998 die Entwicklung der Bachforelleneier oberhalb gut und unterhalb war gar keine Eientwicklung mehr möglich (Tab. 8). Im Winter 2000 war die Eientwicklung oberhalb sehr gut und unterhalb mittelmässig (Aqua-Sana 2000). Die weniger deutliche Beeinträchtigung der Eientwicklung im Jahr 2000 im Vergleich zu 1998 und 2006 wurde auf die überdurchschnittliche Wasserführung der Wyna im Januar/Februar 2000 und der daraus resultierenden Verdünnung des Abwassers resp. Verringerung der Schadstoffkonzentrationen zurückgeführt.

Dass bei der Eientwicklung im Winter 2005/06 im Unterschied zum Fischbestand und dem Gesundheitszustand der Bachforellen nach dem Ausbau der ARA überhaupt keine Verbesserung feststellbar ist, erstaunt und deutet zumindest temporär auf nach wie vor hohe Schadstoffausstösse oder ungenügende Sauerstoffversorgung.

Rein optisch ist 2005/06 die Sohlenstruktur unterhalb der ARA deutlich besser geworden, beispielsweise sind kaum Eisensulfidflecken mehr sichtbar. Dies liess erwarten, dass auch die Eientwicklung wieder besser funktioniert.

Es sollte in weiteren Versuchen abgeklärt werden, ob diese hohe Eiermortalität sich wiederholt und ob eine Beziehung zum Abstand der Einleitung des gereinigten Abwassers besteht, resp. wie weit Wynaabwärts dieser negative Effekt bestehen bleibt.

Tabelle 8: Resultate „Early-life-stage“ Test.

		O ₀₆	O ₀₀	O ₉₈	U ₀₆	U ₀₀	U ₉₈
Anzahl ausgewertete Eikammern		4	2	4	4	4	4
Anteil geäugter Eier [%]	M	82	91	70	0	59	0
	sd	5.9	1.4	13	0	2.8	0

O: Standort oberhalb ARA:

O₀₆: Eierexposition 15.12.05 – 27.02.06 (75 Tage)

O₀₀: Eierexposition 07.01 – 27.02.06 (52 Tage)

O₉₈: Eierexposition 12.02 – 30.03.98 (46 Tage)

U: Standort unterhalb ARA:

U₀₆: Eierexposition 15.12.05 – 27.02.06 (75 Tage)

U₀₀: Eierexposition 07.01 – 21.02.00 (52 Tage)

U₉₈: Eierexposition 12.02 – 30.03.98 (46 Tage)

M: Mittelwert

sd: Standardabweichung

Referenz / Kontrolle: Die Eier für den Test im Jahr 2005/06 stammen von der Fischzucht Nadler von einem einzigen Bachforellenweibchen. Zur Kontrolle wurden von dieser Bachforelle 1000 Eier separat erbrütet und die Anzahl toter Eier ausgezählt. Am 25. Januar waren die Eier bereits geäugt. Der Prozentsatz geäugter Eier betrug in der Fischzucht 94.5 % (55 Tote auf 1'000 Eier).

Wasserqualität

Eintrag von ungelösten Stoffen (GUS) rückläufig

Gemäss Anforderungen in der Gewässerschutzverordnung darf in ARAs mit weniger als 10'000 Einwohnern die Abflusskonzentration der gesamten ungelösten Stoffen (GUS) nicht über 20 mg/l liegen. Dieser Wert wurde bis in den Winter 2001/02 regelmässig überschritten. Der Eintrag grosser Mengen ungelöster Stoffe führt nach Ablagerung auf der Gewässersohle zu Sauerstoffzehrung und fördert die Kolmation der Kieselsohle. Beides verringert die Erfolgchance der natürlichen Fortpflanzung von Kieslaichern, zu denen auch Bachforelle und Groppe gehören.

Seit dem 19.02.2002 wurde aber keine einzige Überschreitung dieses Grenzwertes mehr gemessen. Mit Sicherheit ist dies mit ein Grund, weshalb die Gewässersohle unterhalb der ARA Mittleres Wynental zwischenzeitlich rein optisch betrachtet, sich viel natürlicher und unbelasteter präsentiert als noch 1999/2000. Die deutliche Reduktion des GUS-Eintrags unterstützt die Entwicklung der Bachforellen- und Gropfenpopulation, während dem die Schmerlen, wahrscheinlich vom früheren Eintrag profitieren konnten.

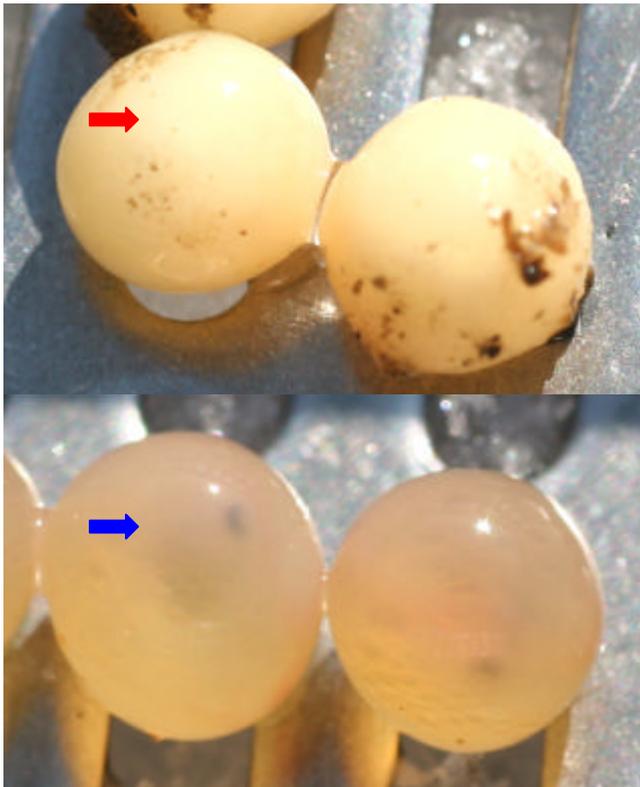
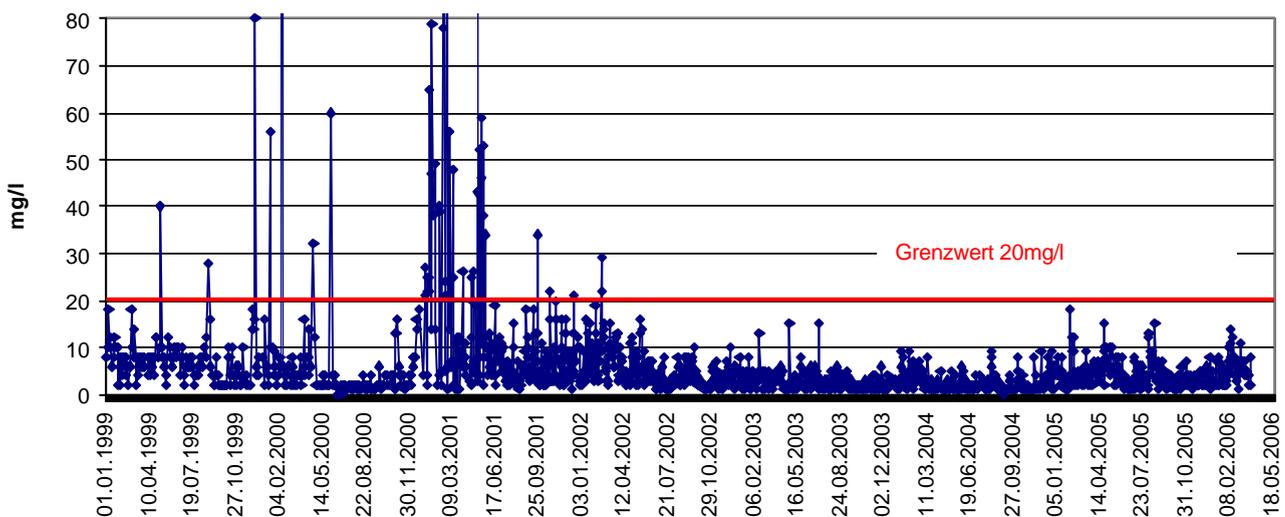


Abbildung 17: Bachforelleneier von unterhalb der ARA Mittleres Wynental (➔) sind zu 100% eingegangen, oberhalb normal entwickelt (➔ : Augenpunktstadium).

Abbildung 18: Konzentrationen der Gesamten ungelöste Stoffe (GUS) im Ablauf der Abwasserreinigungsanlage Mittleres Wynental von 1999 bis April 2006.



Biochemischer Sauerstoffbedarf im Abwasser in Ordnung, in der Wyna periodisch zu hoch

Für Abwasser aus ARAs mit weniger als 10'000 Einwohnern darf der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB₅) nicht über 20 mg/l O₂ liegen (GSchV 1998). Dieser Wert wurde bis in den Herbst 2002 regelmässig überschritten (vgl. Abb. 19). Seit dem 9. Oktober 2002 kam es im Abwasser

zu keinen Überschreitungen des Grenzwertes mehr, was eine sehr erfreuliche Tatsache darstellt.

In der Wyna (Messstelle Suhr), kann allerdings der Grenzwert für Fließgewässer nach Gewässerschutzverordnung von 3 mg O₂/l nach wie vor nicht immer eingehalten werden (vgl. Abb. 20).

Abbildung 19: Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅) im Ablauf der Abwasserreinigungsanlage Mittleres Wynental von 1999 bis April 2006.

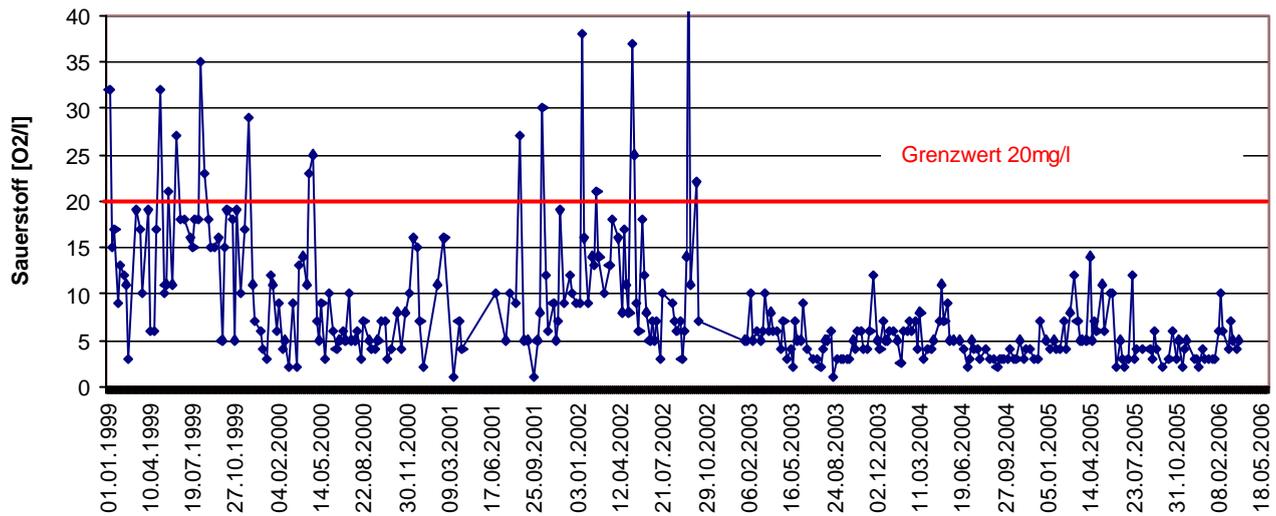
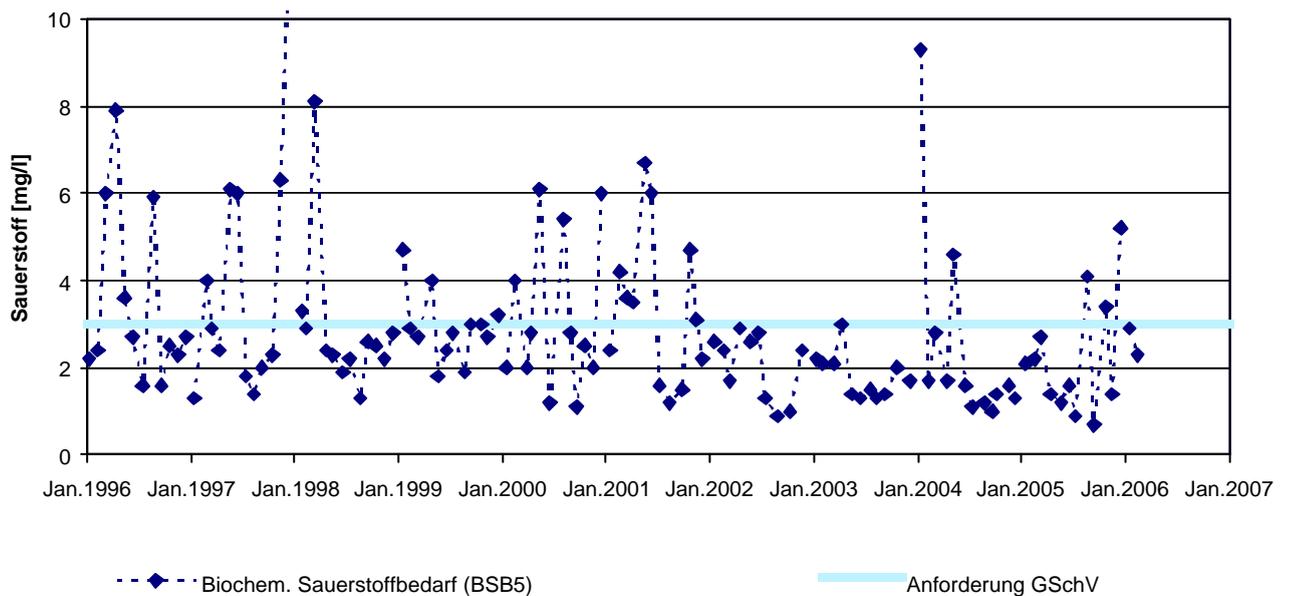


Abbildung 20: Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB₅) in der Wyna (Messstelle Suhr).



Stickstoffelimination in der ARA verbessert

Von 1998 bis 2000 wurden im Rahmen der kantonalen Kontrollen in 15 Proben aus dem Nachklärbecken die Summe des Ammonium- $(\text{NH}_4^+\text{-N})$ und Ammoniak-Stickstoffs $(\text{NH}_3\text{-N})$ bestimmt. Dabei betrug der Mittelwert 14.1 mg/l N und lag rund um den Faktor 7 über der in der Gewässerschutzverordnung festgelegten Anforderung von 2 mg/l N (GSchV 1998). Diese Anforderung gilt für Fließgewässer in denen Ammoniak nachteilige Auswirkungen hat, zu welchen die Wyna nach wie vor gehört. Seit 2003 wurde dieser Wert nur noch in wenigen Fällen und auch um weniger als den Faktor 2 überschritten

(vgl. Abb. 21). Diesbezüglich hat sich die Reinigungsleistung der ARA also deutlich verbessert.

Der Nitrit-N-Richtwert von 0.3 mg/l Nitrit-N in ARA-Abwasser in der Gewässerschutzverordnung wurde von 1997 bis 2000 in jeder Probenahme um ein Vielfaches überschritten. Der extremste Wert wurde im August 2000 mit 7.73 mg/l Nitrit-N erreicht. Hier hat sich die Situation ebenfalls sichtbar verbessert (vgl. Abb. 22); doch kommt es immer noch zu deutlichen Überschreitungen (z.B. 19.02.2006 1.24 mg/l). Ob dies in der Wyna auch zu toxischen Nitritkonzentrationen führte bleibt fraglich.

Abbildung 21: Ammonium-Stickstoff (NH4-N) [mg/l] im Ablauf der Abwasserreinigungsanlage Mittleres Wynental von 2003 bis April 2006.

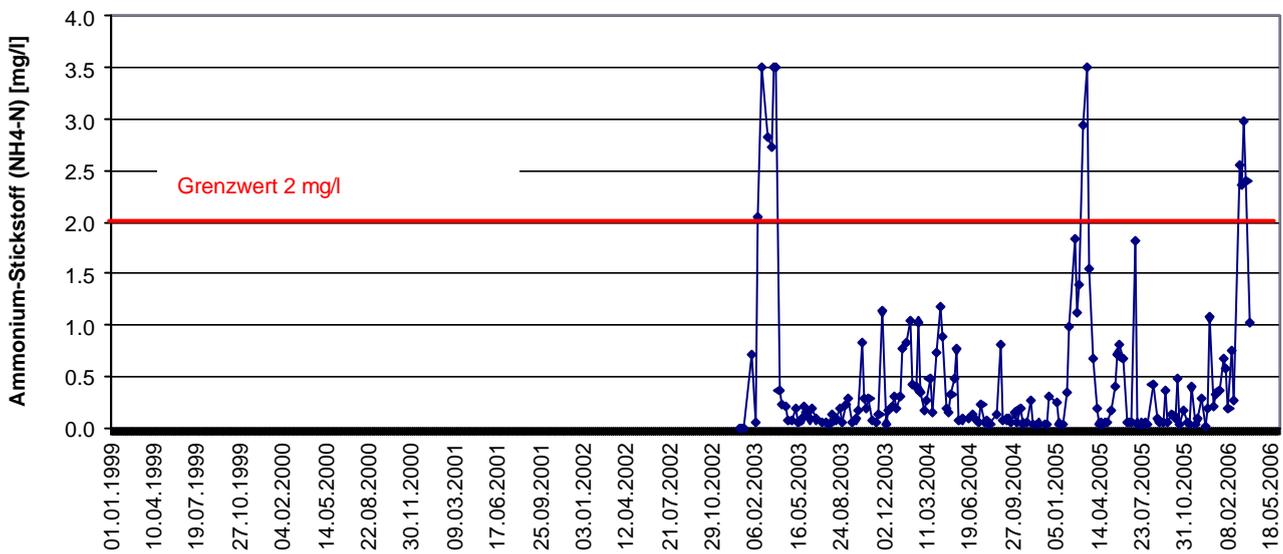
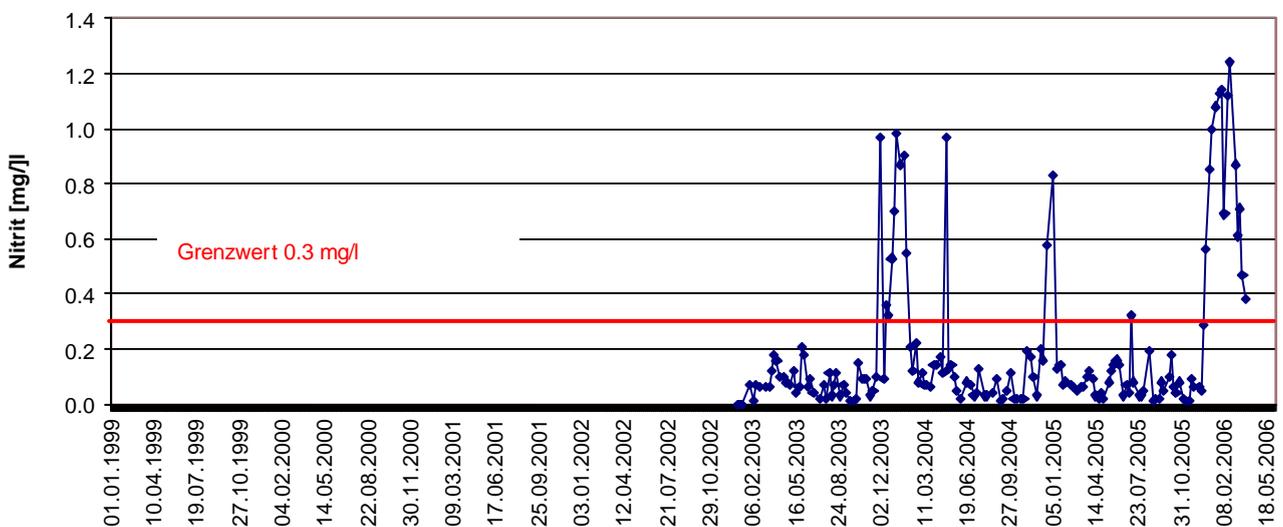


Abbildung 22: Nitrit [mg/l] im Ablauf der Abwasserreinigungsanlage Mittleres Wynental von 2003 bis April 2006.



Die Gründe für die trotz der eingebauten Nitrifikationsstufe hohen Nitritwerte im Abwasser im Winter 2005/06 werden in der lang andauernden Kälte gesehen, welche zu generell tiefen Abwassertemperaturen geführt haben. Dadurch verlief die Nitrifikation nicht mehr vollständig. Zwar wurde Ammonium noch weitgehend abgebaut, aber Nitrit blieb als Zwischenprodukt der Nitrifikation erhöht. Die ARA Mittleres Wynental kommt offensichtlich wie auch andere ARAs in gewissen Wintermonaten an die Leistungsgrenze bezüglich Nitrifikation.

Tabelle 9: Nitrit-Messwerte im ARA Ablauf und in der Wyna während Bachforellen-Eierexposition vom 15.12.2005 bis 27.02 2006.

	NO ₂ - N [mg/l]	
	ARA Ablauf	Wyna (Suhr)
13.12.2005		
14.12.2005	0.05	
16.12.2005		0.024
20.12.2005	0.29	
26.12.2005	0.56	
03.01.2006	0.85	
09.01.2006	1	
15.01.2006	1.08	
16.01.2006		0.026
26.01.2006	1.13	
01.02.2006	1.14	
07.02.2006	0.69	
13.02.2006	1.12	
14.02.2006		0.033
19.02.2006	1.24	

Kaum mehr toxische Ammoniakkonzentrationen in der Wyna

An der Messstelle Suhr wird einmal pro Monat eine Schöpf-Wasserprobe aus der Wyna analysiert. Die Anforderung an die Wasserqualität in Fließgewässern von 0.2 mg/l NH₄⁺-N und NH₃-N bei Temperaturen über 10°C respektive 0.4 mg/l bei Temperaturen unter 10°C wurde vor der ARA-Sanierung regelmässig überschritten (GSchV 1998). Die anhand der Wassertemperaturen und vorliegenden pH-Werte abgeschätzten Ammoniakkonzentrationen übertrafen toxische Konzentrationen mindestens um den Faktor 3. An den Tagen mit erhöhten NH₄⁺-N und NH₃-N-Werten lagen häufig auch zu hohe Nitritwerte vor. Freier Ammoniak (NH₃) kann ab 0.005 mg/l bei Forellen zu Schädigung des Kiemenepithels, Leber- und Nierenschäden, Schädigung der Blutzellen und Anämie führen (Lang et al. 1987, Baur & Rapp 1988).

Die Ammonium- / Ammoniakbelastung in der Wyna ist in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen (vgl. Abb. 23). Besonders gut sichtbar wird dies beim Vergleich der Mehrjahresmittelwerte vor und nach der ARA Mittleres Wynental Sanierung (Abb. 24).

Abbildung 23: Ammonium-N ([mg/l]) Jahresmittelwert und Maximalwert (der monatlichen Wasserprobe) bei der Messstelle Suhr in der Wyna von 1996 bis 2006.

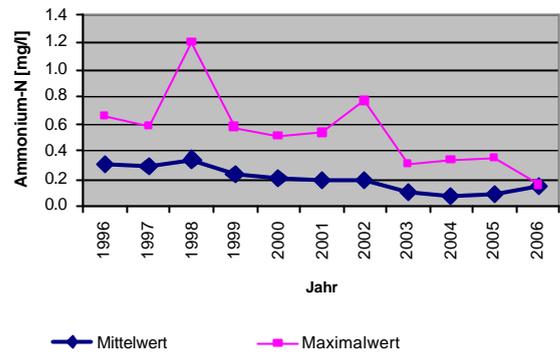
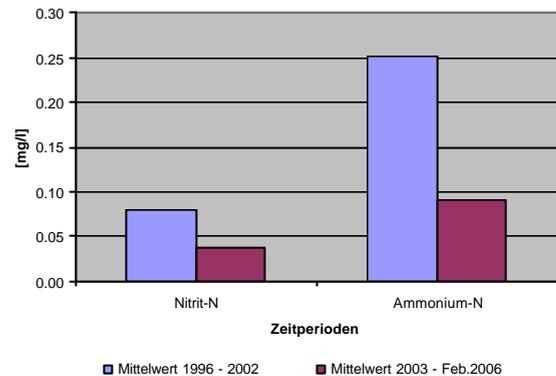


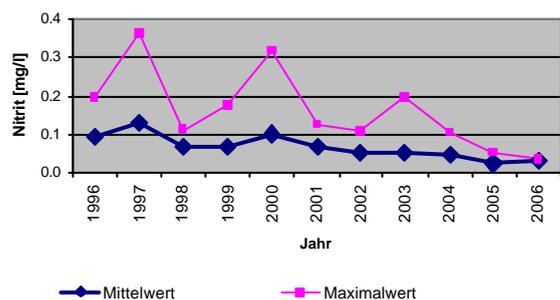
Abbildung 24: Vergleich der Nitrit-N und Ammonium-N ([mg/l]) Mehrjahresmittelwerte vor und nach der ARA Mittleres Wynental Sanierung.



Toxische Nitritkonzentrationen in der Wyna viel seltener geworden

Die Fisch-Toxizität von Nitrit wird in erster Linie durch die Cl⁻-Konzentration bestimmt. Unter der Annahme von Chloridkonzentrationen von 10 - 20mg/l wurde ein Grenzwert von 0.05 mg/l NO₂-N, bei Cl⁻-Konzentrationen von über 20 mg/l ein Grenzwert von 0.1 mg/l NO₂-N postuliert (Müller 1990).

Abbildung 25: Nitrit ([mg/l]) Jahresmittelwert und Maximalwert (der monatlichen Wasserprobe) bei der Messstelle Suhr in der Wyna von 1996 bis 2006.



Der NOEC (no-observerd-effect concentration) (Langzeit) für Regenbogenforellen wird abhängig vom Cl- Gehalt bei 0.03 – 0.5 mg/l bzw. bei 0.09 – 0.2 mg/l angegeben (Lewis & Morris 1986). Für die Entwicklung von Bachforelleneier wurden in der Literatur leider keine Nitritgrenzwerte gefunden. Allerdings wurde beim atlantischen Lachs eine extreme Nitrit Unempfindlichkeit von Eier und Embryonen nachgewiesen (Williams und Eddy 1989). Die Nitrit Sensibilität scheint mit dem Alter der Fische deutlich zuzunehmen (Meinelt et al. 1997). Es ist anzunehmen, dass dies für Bachforellen analog zutrifft.

Die Schöpf-Wasserproben aus der Wyna bei Suhr werden ebenfalls auf Nitrit untersucht. Dabei wurden die postulierten Grenzwerte Ende der 90er Jahre fast in der Hälfte der Probenahmen überschritten (Aqua-Sana 2001). Nitrit kann in diesen toxischen Konzentrationen zur Oxidation von Hämoglobin und damit zu Methämoglobin,

Sauerstoffarmut, Leber- und Kiemenschäden führen (Lewis and Morris 1986). In den Abb. 24 + 27 ist aber ersichtlich, wie sich die Situation in den vergangenen Jahren massiv verbessert hat.

Die Abwasserkonzentration in der Wyna während der Bachforelleneierexposition vom 15.12.2005 und 27.02.2006 berechnet aus dem mittleren Tagesabfluss in Suhr und dem Abwasserausstoss der ARA Mittleres Wynental beträgt im Mittel 4.4% (Minimum 1.9%, Maximum 7.9%).

Am 19.02.2006, als der höchste Nitritwert in dieser Zeitperiode im ARA-Abwasser gemessen wurde (1.24 mg/l, vgl. Tab. 9), betrug die Abwasserkonzentration 2.9%. Deshalb kann gefolgert werden, dass der Beitrag der ARA an diesem Tag zu einem Nitritanstieg von rund 0.036 mg/l in der Wyna führte und vielleicht ein Nitritwert von geschätzten 0.05mg/l erreicht wurde. Konzentrationen in dieser Größenordnung reichen nicht aus um Bachforelleneier abzutöten.

Abbildung 26: Ammonium-Stickstoff (NH4-N) [mg/l] in der Wyna (Messstelle Suhr) von 1996 bis April 2006.

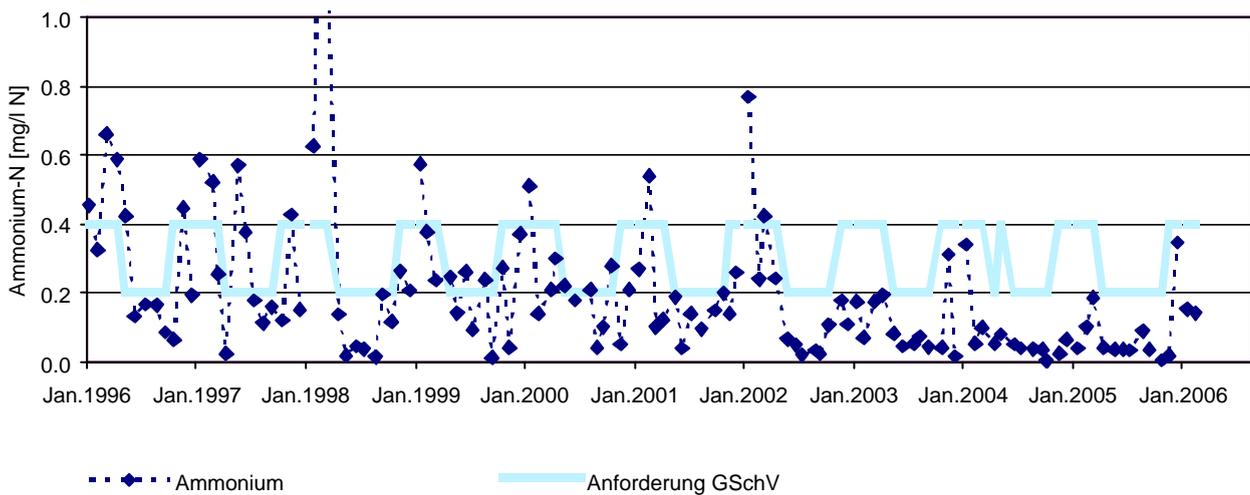
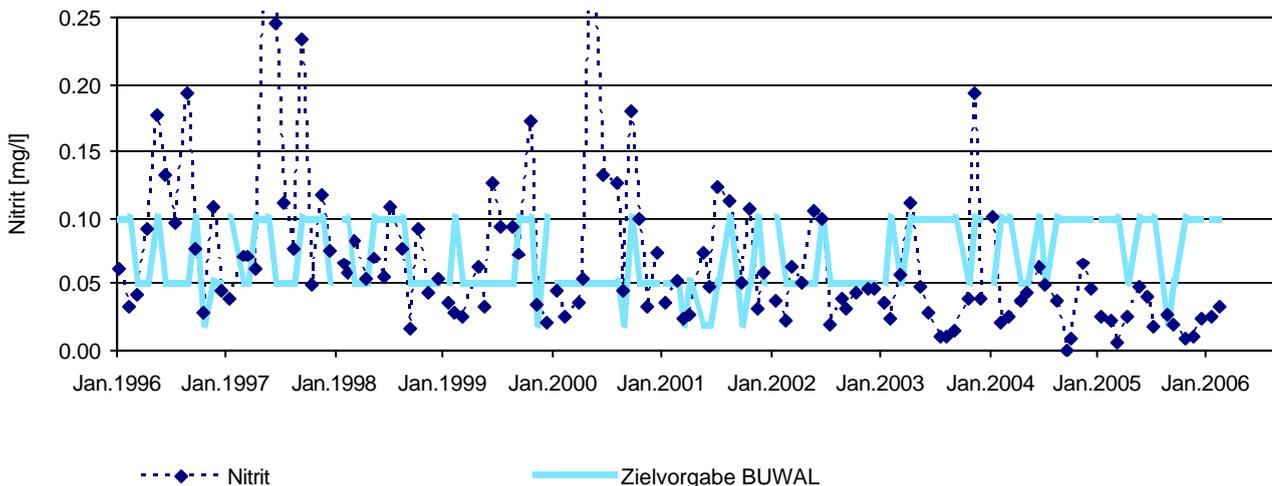


Abbildung 27: Nitrit [mg/l] in der Wyna (Messstelle Suhr) von 1996 bis April 2006.



Einfluss der ARA-Sanierung auf die Belastung der Wyna mit Stickstoffverbindungen

Die festgestellten hohen Belastungen mit Stickstoffverbindungen in der Wyna wurden nur zum Teil auf die ARA Mittleres Wynental zurückgeführt (Aqua-Sana 2001). Tatsächlich fällt in den Abbildungen 26 + 27 auf, dass der Rückgang der Ammonium-N und Nitritbelastung bei der Messstelle in Suhr bereits vor dem Abschluss der Sanierung im 2002 etwas zurückgegangen ist. Trotzdem fällt der weitere starke Rückgang des Nitrits nach Abschluss der Optimierungsarbeiten im Frühjahr 2003 auf.

Wieweit auch die Reinigungsleistungen der drei wynaufwärts gelegenen ARAs (ARA Gontenschwil, ARA Oberwynental, ARA Wynon) inzwischen verbessert werden konnten und evtl. auch einen Einfluss auf die geringere Wynabelastung haben entzieht sich den Kenntnissen des Autors.

Da die höchsten Ammonium- und Nitrit-Stickstoffkonzentrationen aber immer unterhalb der ARA Mittleres Wynental feststellbar waren (AG 1993, 1999 + 2000), ist der Zusammenhang der Sanierung mit der verbesserten Wasserqualität mit Sicherheit unbestritten.

Schwermetalle wahrscheinlich unproblematisch

Im Klärschlamm werden alljährlich die Schwermetalle Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb und Zn bestimmt. Aus diesen Messwerten kann anhand von Transferkoeffizienten (Kupper 2000, Chassot et al. 1999) die Konzentrationen im gereinigten Abwasser und damit die Belastung der Wyna berechnet werden. Alle Werte liegen unter den Anforderungen für die Einleitung in Gewässer und erreichen soweit bekannt keine fischtoxischen Konzentrationen (GSchV 1998, Dietrich et al. 1997). Im Jahr 2001 wurden die Konzentrationen der Schwermetalle Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb und Zn im Sediment der Wyna bestimmt. Die Belastung ist unbedenklich (AG 2005). Trotzdem können bei chronischer Exposition negative Auswirkungen auf die Fischpopulationen nicht ausgeschlossen werden.

Pestizide in der Wyna

Im Jahr 1996 wurden in der Wyna die Konzentrationen von 100 verschiedenen Pestiziden bestimmt. Im Jahr 2001 wurden an 6 verschiedenen Daten (April bis August) 76 verschiedene Pestizide untersucht. Bei sechs Pestiziden (Atrazin, DEET, Ethofumesate, Metamitron, Metolachlor und Isoproturon) wurde der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritten, davon bei Isoproturon massiv (AG 2005). Die 1996 gefundenen Werte sind gemäss Literaturangaben (Dietrich et al. 1997, Vittozzi & Angelis 1991) für Fische noch als unproblematisch zu betrachten. Es gilt in diesem Zusammenhang aber zu bedenken,

dass viele Pestizide bis heute nur in akuten und subakuten Expositionstests geprüft wurden. Die Relevanz der vorhandenen Literatur, um die Auswirkungen verschiedener Pestizide auf die Fischpopulationen im Freiland beurteilen zu können, ist deshalb häufig nicht gegeben.

Anforderungen an die Wasserqualität von Fliessgewässern nicht erreicht

Im Rahmen der periodischen Bestandaufnahme an grösseren Bächen wurde auch die Wyna mehrmals biologisch untersucht (Erfassung der Ökomorphologie, der wirbellosen Kleintiere, des pflanzlichen Bewuchses, der Kieselalgen und der Bakterienrasen (heterotropher Bewuchs), (AG 1993, 1999 + 2000, Lubini & Vincentini 1996 + 1998, Lubini et al. 1996, 1998 + 2005, Ambio 1998).

2005 erreichten die in der Wyna bei Suhr erhobenen biologischen Indikatoren mehrheitlich die ökologischen Ziele gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV, Anhang 1). Lediglich beim äusseren Aspekt wurden die Anforderungen an die Wasserqualität (GSchV 1998, Anhang 2) nicht ganz erreicht. Es wird aber darauf hingewiesen, dass die Bewertungen keinem Trend folgen, so waren nämlich die Bewertungen in den Jahren 1996 und 2003 schlecht. Und es wird auf stark schwankende Verhältnisse in der Wasserqualität geschlossen (Lubini et al. 2005). Sowohl 1996 wie auch 2003 wurden in der Wyna bei Suhr überdurchschnittlich hohe Nitrit-Maximalwerte gemessen (vgl. Abb. 25). Vielleicht stehen diese in einem Zusammenhang mit den festgestellten biologischen Defiziten. Letztlich bleiben die Ursachen für die festgestellten biologischen Defizite aber noch unklar.

Auswirkungen auf den Forellenbestand

Der festgestellte Rückgang der toxischen Nitrit- und Ammoniakkonzentrationen kann die deutliche Abnahme der festgestellten Organveränderungen und die Erholung der Bachforellenpopulationsdichte unterhalb der ARA erklären.

Immer noch unklar, ist die Bedeutung der Vitellogenininduktion, welche 2005 noch bei einem Bachforellmännchen festgestellt wurde. Da gesamtschweizerisch in keinem einzigen Fliessgewässer Probleme in der Fruchtbarkeit der Bachforellen bestehen, ist eigentlich nicht zu erwarten, dass sich ein solcher Effekt, solange er nicht weiter zunimmt, auf die Biologie oder die Population der Bachforellen auswirken wird.

Schlussfolgerungen

Die von der Abteilung für Umwelt des Kantons Aargau, Sektion Boden und Wasser in Auftrag gegebenen Nachfolgeuntersuchungen 2005/06 belegen eine deutliche Verringerung der negativen Auswirkungen des Abwassers der ARA Mittleres Wynental auf den Fischbestand und die Fischgesundheit.

Auch die Resultate der biologischen Überwachung der Gewässerqualität der Wyna und verschiedene chemisch-analytische Untersuchungen zeigen aktuell eine Verbesserung der Situation und den Erfolg der ARA-Sanierung zur Optimierung der Wasserqualität und Aufwertung des aquatischen Lebensraumes in der Wyna.

Nach wie vor unbefriedigend ist die Entwicklung von Bachforelleneiern unterhalb der ARA. Die Ursache für die schlechte Entwicklung bleibt unklar.

Stickstoff-Toxizität weiter reduzieren

Trotz den grossen messbaren Erfolgen in der Reduktion der Stickstoffbelastung der Wyna durch die Sanierung der ARA Mittleres Wynental stellen insbesondere die festgestellten Nitritspitzen ein grosses Problem für die Wasserqualität der Wyna und die aquatischen Fauna dar. Durch den Ausbau weiter oberliegender ARAs, inkl. Einbau von Nitrifikations- und Denitrifikationsstufen, sollte sich diese Situation zunehmend verbessern. Im Weiteren sollten selbstverständlich die Anstrengungen zur Reduktion des Stickstoffeintrags aus der Landwirtschaft im ländlichen Einzugsgebiet der Wyna im Kanton Luzern fortgesetzt werden.

Proliferative Nierenerkrankung (PKD)

Da die infektiöse Nierenerkrankung PKD in der Wyna wiederholt diagnostiziert wurde, sollte auch in Zukunft darauf geachtet werden, dass keine Forellen in andere nicht betroffene Gewässer versetzt werden. Die erfolgte Umstellung der Bachforelleneinsätze von Brütlingen resp. Vorsommerlingen auf Sommerlinge wird als sinnvoll erachtet (Abb. 6). Durch den Besatz im Herbst können die Besatzfische allenfalls eine Immunität gegen diese Krankheit aufbauen, womit die Sterblichkeit der Forellen herabgesetzt werden kann.

Fazit und Handlungsbedarf

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Investitionen in die ARA Mittleres Wynental, zu einer nachhaltigen Reduktion der Stickstoffbelastung in der Wyna geführt haben und sich der Gesundheitszustand der Bachforellen unterhalb der ARA deutlich verbesserte. Wahrscheinlich erholte sich auch aus diesen Gründen die Bachforellenbestandesdichte unterhalb der ARA auf ein annähernd „normales“ Niveau.

Nach wie vor wirkt sich aber die Grundbelastung der Wyna, aus den flussaufwärts liegenden ARAs, insbesondere der ARA Gontenschwil, und aus der Landwirtschaft negativ auf das aquatische Ökosystem aus. Eine Fortführung der laufenden Anstrengungen, insbesondere zur Reduktion der Stickstoffbelastung und Pestizide, wird als sehr sinnvoll und Ziel führend erachtet.

Kritisch erscheinen die in den Wintermonaten auftretenden Nitritspitzen aufgrund ungenügender resp. schlecht funktionierender Nitrifikation. Dieses Problem ist systembedingt und kann nicht einfach gelöst werden.

Aufgrund der hohen Mortalitäten bei der Exposition der Bachforelleneier unterhalb der ARA wird empfohlen, diese Versuche in der Wyna im Längsverlauf an verschiedenen Standorten (bis Suhr) zu wiederholen. Dies am besten in Kombination mit koordinierten Wasseranalysen im ARA Ablauf, ober- und an mehreren Standorten unterhalb der Abwassereinleitung.

Verdankungen:

Afu und Fischereiverwaltung des Kt. AG, Fischuntersuchungsstelle Bern, Fischzüchter A. Nadler.

Literatur:

- AG (1993): Bericht zum Zustand der aargauischen Fließgewässer, Untersuchung 1990/91, Abteilung Umweltschutz, Baudepartement, Kanton Aargau.
- AG (1999): Zustand der aargauischen Fließgewässer 1996/97, Bericht über die Wasserqualität, Abteilung Umweltschutz (Autoren A. Stöckli und M. Schmid), Baudepartement, Kanton Aargau, 31 S.
- AG (2000): Chemische und fischereibiologische Untersuchungen im Bereich der ARA Mittleres Wynental in Teufenthal (Autor Peter Rauch), Baudepartement, Kanton Aargau, 5 S.
- AG (2005): Baudepartement des Kantons Aargau, Abteilung für Umwelt (2005): Wasserqualität im Wynental, Zusammenfassung der Datenauswertungen – Stand 2004 (Autor M. Grenacher), 12 S.
- Ambio (1998): Kurzbericht, Gewässerqualität der Wyna im Bericht der ARA Mittleres Wynental: Zustand vor der Sanierung, im Auftrag der Abteilung Umweltschutz, Baudepartement des Kantons Aargau.
- Aqua-Sana (2000): Fischereibiologische Untersuchungen im Bereich der ARA Teufenthal, im Auftrag der Fischereiverwaltung des Kantons Aargau, unveröffentlicht, 15 S.
- Aqua-Sana (2001): Synthesebericht über die chemischen und biologischen Untersuchungen in den Vorflutern der ARA Mittleres Wynental (Kanton Aargau) und der ARA Eschenbach-Inwil (Kanton Luzern). Im Auftrag der Abteilungen Wald und Umweltschutz des Kantons Aargau sowie des Amtes für Umweltschutz des Kantons Luzern, 16 S.
- Baur, W. & J. Rapp (1988): Gesunde Fische, Paul Parey, Hamburg und Berlin, ISBN 3-490-27714-7, 238 S.
- Chassot, G. M., T. Kupper & J. D. Berset (1999): Erfassung des anthropogenen Stoffwechsels im Einzugsgebiet ausgewählter Abwasserreinigungsanlagen (SEA), Entwurf, Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, unveröffentlicht, 71 S.
- Dietrich, D., S. Knoll, T. Schmid & S. Rumpf (1997): Zusammenhang von Umweltschadstoffen und Schädigungen von Salmoniden im Liechtensteiner-, Werdenberger- und Rheintaler Binnenkanal, eine Literaturrecherche im Auftrag des Amtes für Umweltschutz des Fürstentums Liechtenstein und des Amtes für Umweltschutz des Kantons St. Gallen, 83 S.
- Dietrich, D.R. & A. Heussner (2000): Untersuchungsbericht zur Vitellogeninbestimmung im Blutserum von 20 Bachforellen ober- und unterhalb der ARA Teufenthal, 6 S.
- Escher, M. (1999): Einfluss von Abwassereinleitungen aus Kläranlagen auf Fischbestände und Bachforelleneier. Mitteilungen zur Fischerei Nr. 61, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 201 S.
- GSchV (1998): schweizerischen Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (Stand 28. März 2000), Innenministerium, 58 S.
- Hederick, R.P., D. Monge and P. de Kinkelin (1993): Proliferative kidney disease of salmonid fish, Annual review of fish diseases 3, S: 277-290.
- Jobling, S., D. Sheahan, J.A. Osborne, P. Matthiessen & J.P. Sumpter (1996): Inhibition of testicular growth in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to estrogenic alkylphenolic chemicals, Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 15, Nr. 2, S: 194-202.
- Kupper, T. (2000): Der Transfer von Schwermetallen vom Abwasser in den Klärschlamm unter besonderer Berücksichtigung von Nickel, eine Literaturübersicht, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, unveröffentlicht, 11 S.
- Lang, T. G. Peters, R. Hoffmann & E. Meyer (1987): Experimental investigations on the toxicity of ammonia: effects on ventilation frequency, growth, epidermal mucous cells, and gill structure of rainbow trout *Salmo gairdneri*, Diseases of aquatic organisms, 3, S: 159-165.
- Lewis, W. M. & D. P. Morris (1986): Toxicity of nitrite to fish: a review, Transactions of the American Fisheries Society, 115, S: 183-195.
- Lubini, V. & H. Vicentini (1996): Abklärungen zu einer möglichen ökotoxikologischen Beeinträchtigung der Wyna, im Auftrag der Abteilung Umweltschutz, Baudepartement des Kantons Aargau, 4 S.
- Lubini, V., H. Vicentini & AquaPlus (1996): Periodische Bestandsaufnahme an grösseren Bächen 1996, Wyna, Suhr, im Auftrag der Abteilung Umweltschutz, Baudepartement des Kantons Aargau.
- Lubini, V., H. Vicentini & AquaPlus (1998): Periodische Bestandsaufnahme an grösseren Bächen 1998, Wyna, Suhr, im Auftrag der Abteilung Umweltschutz, Baudepartement des Kantons Aargau.
- Lubini, V. & H. Vicentini (1998): Aareuzflüsse zwischen Aarau und Ruppertswil, Uerketal, Suhrental, Wynental und Seetal, Biologische Überwachung der Gewässergüte, im Auftrag der Abteilung Umweltschutz, Baudepartement des Kantons Aargau, 22 S.
- Lubini, V., H. Vicentini & AquaPlus (2005): Periodische Bestandsaufnahme an grösseren Bächen 2004, Wyna, Suhr, im Auftrag der Abteilung Umweltschutz, Baudepartement des Kantons Aargau.
- Meinelt, T., K. Schreckenbach, A. Stüber, C. Steinberg (1997): Fischtoxizität von Nitrit. Fischer & Teichwirt 10/1997. S.: 421-426.
- Müller, R. (1990): Stickstofftoxizität für Fische und herzuleitende Grenzwerte, EAWAG News 30, S: 33-36.
- Vittozzi, L. & G. D. Angelis (1991): A critical review of comparative acute toxicity data on freshwater fish, Aquatic Toxicology, 19, S: 167-204.
- Williams, E.M. & F. B. Eddy (1989): Effect of Nitrite on the Embryonic Development of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 1726-1729.