

Gase in der Fischzucht – Zusammenhänge und Wissensstand

Fischereiforschungsstelle Langenargen

Mark.Schumann@lazbw.bwl.de

Relevante Gase und Größen

O₂

CO₂

N₂/Gesamtgasdruck

Wie kommen Gase ins Wasser?

Gasaustausch mit der Atmosphäre: Gleichgewicht

Tab.1.2-6: Löslichkeit der Luftbestandteile bei 20° C in Wasser.

Gas	K_H (20°C) mol/(m ³ ×Pa)	Anteil in Luft	Konz. im Wasser		Anteil in der in Wasser gelösten Luft
		Vol %	mol/m ³	g/m ³	Vol %
N ₂	0,691×10 ⁻⁵	78,03	0,539	15,09	64,3
O ₂	1,366×10 ⁻⁵	20,99	0,287	9,18	34,3
CO ₂	38,66×10 ⁻⁵	0,03	0,012	0,51	1,4

Wie kommen Gase ins Wasser?

Verschiedene biogene Prozesse :

- Photosynthese ($O_2 \uparrow$, $CO_2 \downarrow$)
- Atmung ($CO_2 \uparrow$)
- Mikrobielle Abbauprozesse ($CO_2 \uparrow$)
- Denitrifikation ($N_2 \uparrow$)

Anthropogene Prozesse: Belüftung

- Fischzucht
- Wasserkraft-Turbinen
- etc.

Löslichkeit von Gasen im Wasser

Abhängig von:

Temperatur

- Je höher die Temperatur, desto weniger Gas löst sich

Löslichkeit von Gasen im Wasser

Abhängig von:

Druck

- Je höher der Druck, desto mehr Gas löst sich
- Beispiel: tiefe Seen (Methan, CO₂)
- Beispiel: Bier

Kohlenstoffdioxid - CO₂

Quellen:

- **Atmosphäre**
 - Oberflächengewässer: 0,5 - 1 mg/L
- **Mikrobielle Abbauprozesse**
 - Grundwasser: bis 100 mg/L und mehr
- **Atmung**
 - Respiratorischer Quotient (RQ): CO₂/O₂:0,8
 - 1 mg O₂ werden 0,96 - 1,38 mg CO₂ ausgeschieden (Besatzdichte und Wasseraustauschrate)

CO₂ – Überschuss

Direkte Auswirkungen auf Atmung

- Hohe CO₂-Konz. im Wasser reduziert Ausscheidung über Kiemen:
 - Erhöhter CO₂ im Blut → respiratorische Azidose (Übersäuerung)
 - Reduzierte O₂- Bindung an Hämoglobin (Root-Effekt)
 - Ausfällung von Ca- oder Mg- Salzen in der Niere (Nephrokalzinose)

Indirekte Auswirkungen

Absenkung des pH-Werts

Kritische CO₂ - Konzentrationen

Häufig genannter Richtwert bei 15-20 mg/L für Salmoniden

Überblick ausgewählter Studien: Auswirkungen auf Wachstum rot (keine erhöhte Mortalität)

CO ₂ -Stufen (mg/L)							Art	Dauer	Studie
1,7	7	15	21	27	30		Lachs	76	Fivelstad et al. 2018
5		12	19	26	33	40		84	Mota et al. 2019
2,9	10	15		25				47	Khan et al. 2018
	9		20					384	Good et al. 2018
	8			24			RBF	160	Good et al. 2010
			22		34,5	48,7		84	Danely et al. 2005
					30	49		90	Hafs et al. 2012

Kritische CO₂ - Konzentrationen

Aber:

- Lebenszyklus (Brut, Setzling empfindlicher)
 - 10-15 mg/L
- Anpassung möglich
 - Hinweise für Adaption bei Salmoniden
- Dauer der Exposition
 - Transport, etc.
- Anästhetische Wirkung ab 60-80 mg/L?
 - (200-500 mg/L laut Literatur)

CO₂ – Mangel

Effiziente Belüftung: > 1 mg/L CO₂

- Respiratorische Alkalose
 - Probleme bei Ammoniakausscheidung
 - Kiemenentzündungen

Direkte Auswirkungen:

Anstieg des pH-Wertes

Maßnahmen

- Verrieselung (Tropfkörper, Gitter, etc.)
- oberflächennahe Belüftung (Spitzen)

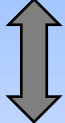
Gesamtgasdruck

Komponente	Volumenanteil %	Partialdruck in				
		hPa (mbar)	kPa	mmHg (Torr)	bar	atm
<u>Luft</u>	100,00	1013,25	101,325	759,96	1,01325	1,00000
<u>Stickstoff</u>	78,090	791,25	79,13	593,45	0,79125	0,78090
<u>Sauerstoff</u>	20,950	212,28	21,23	159,21	0,21228	0,20950
<u>Argon</u>	0,927	9,39	0,939	7,04	0,00939	0,00927
<u>Kohlenstoffdioxid</u>	0,039	0,39	0,039	0,293	0,00039	0,00039

Übersättigung?

Summer der Partialdrücke im Wasser höher als in der Atmosphäre

Gesamtgasdruck

1 mg/l N₂  5 % Gesamtgasdruck

Gründe für Gesamtgasübersättigung

Biogene

- Photosynthese tagsüber in Oberflächengewässern
- Denitrifikation

Thermische Ursache

- schnelles Erhitzen von Wasser (Faustregel: 5-7 % je 3 °C)

Mechanische Ursachen

- Druckbedingt (Staudruck, Tiefensättigung)

Gründe für Gesamtgasübersättigung

Kombination

- Photosynthese + Erwärmung
- Belüftung von kaltem Wasser vor Erwärmung

Gasblasenkrankheit

Übersättigung bewirkt austreiben von Gasblasen im

Wasser/Fisch

→ Gasblasenkrankheit

Gasblasenkrankheit

Krankheitsbild:

- Bläschen auf Haut, Flossen, Auge, Kiemen
 - äußere Verletzungen
- Bläschen in Blutgefäßen und Organen
 - Platzen von Gefäßen, Blutergüsse, Überdehnung der Schwimmblase, etc.
- andere: hervortretende Augen, etc.

Gasblasenkrankheit

- CO_2 spielt keine Rolle bei Gasblasenkrankheit
- O_2 allein selten verantwortlich (300-500 % ohne neg. Auswirkungen dokumentiert) aber dokumentiert
- N_2 und Gesamtgassättigung im Fokus:

Hinweise auf geringere Auswirkungen bei hohem Sauerstoffanteil

Gasblasenkrankheit

Kritische Werte:

110 % EPA etc.

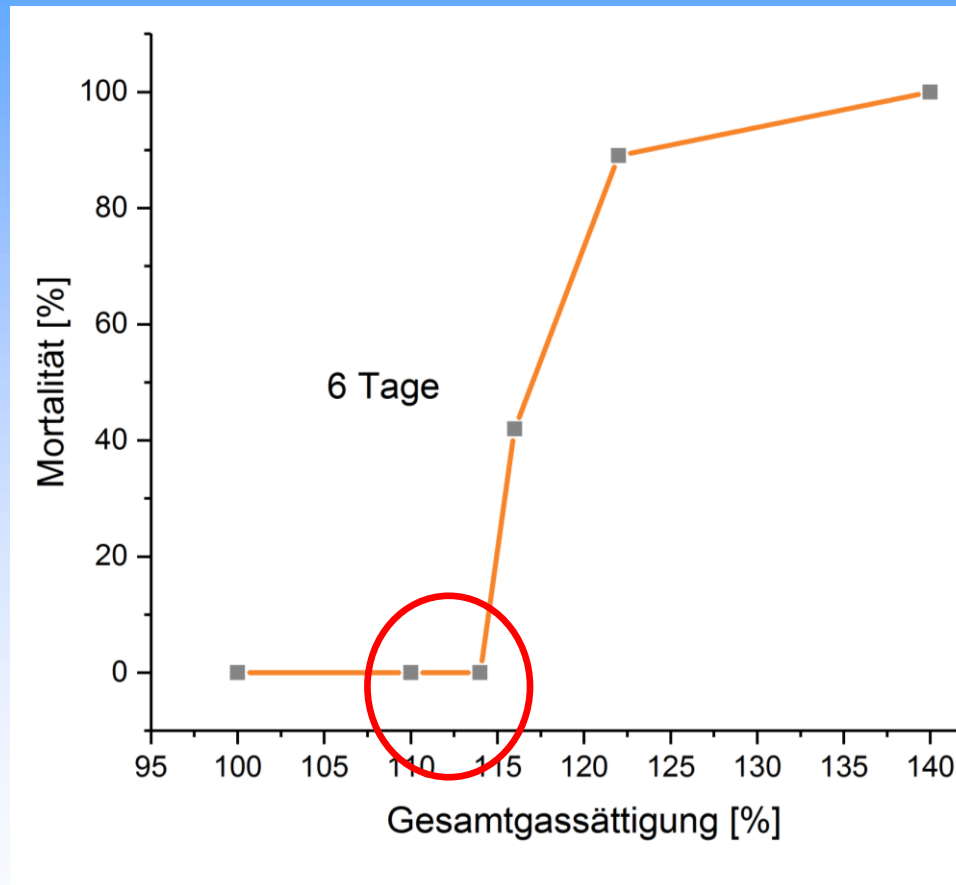
110 % TGP, 103% Nitrogen (Ebeling)

105 % Timmons und Ebeling (RAS)

103 % Rapp und Baur

Gasblasenkrankheit

Mortalität von Regenbogenforellen nach 6 Tagen



Antcliffe et al. 2002

Gasblasenkrankheit

Tiefenabhängigkeit

Blahm et al. 1973, 1976: Forellen

- **N₂ - Sättigung: 112-129 %**

in 1m und 2,5m Tiefe

Mortalität

- **1m: 70-80 %**
- **2,5 m: 0-6%**

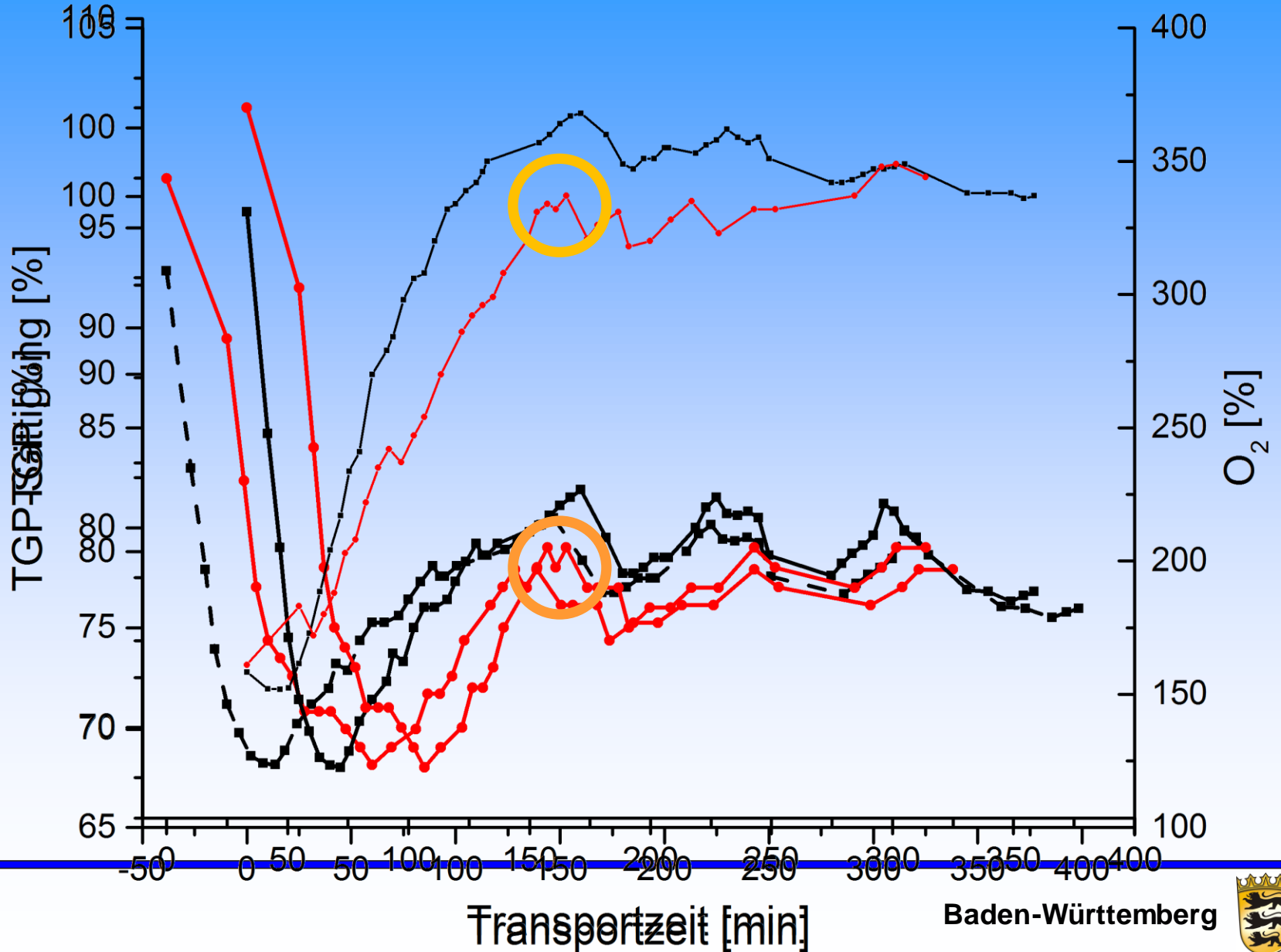
Gasblasenkrankheit

Entstehung:

- **Dauer der Übersättigung (Tag-Nacht vs. baulich bedingte Ursache** → längere Expositionszeit, höhere Chance der Ausbildung der Gasblasenkrankheit

Gasblasenkrankheit

Ausgasung von N_2 bei O_2 -Eintrag



Übersättigung

Konkrete Beispiele:

- schwarzes Zuführrohr (Sonneneinstrahlung)
- Tiefenbelüftung
- Lufteinzug in Rohre + Druck (Staudruck oder hydrostatisch)

- Transport von Fischen per Flugzeug/Helikopter
- Besatz von kaltem in warmes Wasser