

Einfluß des Verdünnungswasser auf die akute Toxizität von Nickelsulfat bei Regenbogenforellen

I. BUTZ

1. Einleitung

Die Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft hat zusammen mit der Bundesanstalt für Wassergüte in Wien und dem Österreichischen Forschungszentrum Seibersdorf Toxizitätsversuche mit Nickelsulfat und dem örtlichen Trinkwasser als Verdünnungswasser an Regenbogenforellen durchgeführt. Die Versuchsdurchführung erfolgte nach der im Entwurf vorliegenden ÖNORM M 6263 (1), welche die "Bestimmung der akuten Toxizität von Wasserinhaltsstoffen gegenüber *Salmo gairdneri* Richardson" nach dem statischen Test betrifft. Die Versuche dienten der Einarbeitung in die genannte ÖNORM und der Überprüfung der Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Untersucher. Dieses Untersuchungsprogramm wurde von der Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft durch Hinzunahme weiterer in der ÖNORM angeführter Verdünnungswässer erweitert, um deren Einfluß auf die akute Toxizität von Nickelsulfat bei Regenbogenforellen zu überprüfen.

2. Grundlage des Tests

Grundlage der ÖNORM 6263 ist die Bestimmung der am Anfang des Tests vorhandenen Konzentration (Anfangskonzentration) eines Testgutes, welche 50 % der exponierten Fische innerhalb von 48 Stunden unter festgelegten Bedingungen tötet

(48 h-LC 50). Die chemische Stabilität des Nickelsulfates als Testgut rechtfertigt die Anwendung des statischen Kurzzeittests.

3. Material und Methodik

3.1. Testgut

Als Testgut wurde Nickelsulfat verwendet.

a) $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

Niccolum sulfuricum oxydulatum purissimum crystallinum
Fa. Apoka, Artikel Nr. 3181.

Dieses Testgut wurde aus der selben Charge von der Bundesanstalt für Wassergüte an die Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft und an das Österreichische Forschungszentrum Seibersdorf (ÖFZS) für den Ringtest übermittelt.

Testgut in Versuch A.

b) $\text{NiSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

Nickel-II-sulfat, M = 262,86 g/mol
Fa. Merck, Artikel Nr. 6227.

Testgut in den Versuchen B, C, D, E und F.

Nickelsulfat liegt als bläulichgrüne, tetragonale Kristalle vor, welche gut wasserlöslich sind. Das Testgut wurde unmittelbar vor Versuchsbeginn in die Aquarien eingewogen. Eine Messung des gelösten Testgutes in den Aquarien erfolgte nicht.

3.2. Testorganismen

Entsprechend der ÖNORM wurden als Testfische Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri* Richardson) der Länge 5 ± 1 cm

und einem Korpulenzfaktor von mindestens 0,8 herangezogen. Die Fische stammten aus der Fischzucht Kreuzstein am Mondsee und wurden mehrere Tage vor Versuchsbeginn im örtlichen Quellwasser der Versuchsanlage der Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft in einem Langstrombecken in fließendem Wasser bei 10°C gehältert. Zwei Tage vor Versuchsbeginn wurde die Fütterung mit Trockenfutter eingestellt. Einen Tag vor Versuchsbeginn erfolgte in einem belüfteten Aquarium die Anpassung der Fische an die Wassertemperatur von $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Am Ende des Versuches wurde die Länge und das Gewicht der Versuchsfische bestimmt.

3.3. Verdünnungswasser

Laut ÖNORM bestehen je nach Zielsetzung bei der Verwendung des Verdünnungswassers zwei Möglichkeiten:

a) Im Interesse einer raschen und einfachen Durchführbarkeit und im Hinblick darauf, daß die Fische mühelos gehältert werden können, kann reines, chlorfreies Trinkwasser örtlicher Herkunft verwendet werden.

b) Bei strengen Anforderungen an die Vergleichbarkeit muß synthetisches Verdünnungswasser hergestellt oder vorhandenes Wasser vorbehandelt werden. Dabei ist folgende Qualität einzuhalten:

Die Konzentration der Calciumionen muß $2,2 \pm 0,4$ mmol/l, die Konzentration der Magnesiumionen muß $0,5 \pm 0,1$ mmol/l betragen, wobei ein Molverhältnis Ca Mg von ca. 4 1 eingehalten werden soll. Die Säurekapazität $K_s 4,3$ (SBV) soll $0,7 - 0,9$ mmol/l und der pH-Wert $8 \pm 0,5$ (dieser pH-Wert stellt sich beim Belüften des Wassers von selbst ein) betragen.

Anleitungen für die Vorbehandlung von natürlichem Wasser

und die Herstellung von synthetischem Wasser sind im deutschen Normwerk (DIN) zu finden und wurden unter anderen Anleitungen im Anhang der ÖNORM aufgenommen.

Die Vorschrift DIN 38 412 Teil 15, Juni 1982 (Fischtest) für die Herstellung der Lösungen, mit denen man entweder natürliches Wasser vorbehandeln oder synthetisches Verdünnungswasser herstellen kann, lautet:

Lösung a: Calciumchlorid-Lösung, $c = 0,5 \text{ mol/l}$

109,55 g Calciumchlorid-6-hydrat, $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, rein, krist., werden mit deionisiertem Wasser auf 1 Liter aufgefüllt.

1 ml Lösung enthält 0,5 mmol/l Calcium-Ionen.

Lösung b: Magnesiumsulfat-Lösung, $c = 0,5 \text{ mol/l}$

123,25 g Magnesiumsulfat-7-hydrat, $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, rein, krist., werden mit deionisiertem Wasser auf 1 Liter aufgefüllt.

1 ml Lösung enthält 0,5 mmol/l Magnesium-Ionen.

Lösung c: Natriumhydrogencarbonat-Lösung, $c = 0,1 \text{ mol/l}$

8,401 g Natriumhydrogencarbonat, NaHCO_3 , reinst, werden mit deionisiertem Wasser auf 1 Liter aufgefüllt.

1 ml Lösung erhöht bei Zugabe zu 1 Liter Wasser dessen Säurekapazität $K_{\text{S } 4,3}$ (SBV) um 0,1 mmol/l.

Lösung d: Salzsäure, $c (\text{HCl}) = 1 \text{ mol/l}$

1 ml dieser Lösung verringert bei Zugabe zu 1 Liter Wasser dessen Säurekapazität $K_{\text{S } 4,3}$ (SBV) um 1 mmol/l.

Lösung e: Natronlauge, $c (\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$

Das Verdünnungswasser muß bis zur Sättigung an gelöstem Sauerstoff und bis zur Stabilisierung des pH-Wertes vor

Versuchsbeginn belüftet werden.

Folgende Verdünnungswässer wurden für die Überprüfung der akuten Toxizität von Nickelsulfat an Regenbogenforellen verwendet, welche ca. 15 Stunden lang vor Versuchsbeginn belüftet wurden:

A Leitungswasser der Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft in Scharfling

B Quellwasser in Scharfling

C Quellwasser lt. ÖNORM vorbehandelt

<u>Herstellung in den Versuchen:</u>	<u>C 1</u>	<u>C 2</u>
Quellwasser in l	10	10
DIN-Lösung a in ml	22,4	22,4
DIN-Lösung d in ml -	24,0	18,5
entsprechend dem SBV von	3,20	2,65

D Quellwasser SBV lt. ÖNORM korrigiert

<u>Herstellung in den Versuchen:</u>	<u>D 1</u>	<u>D 2</u>
Quellwasser in l	10	10
DIN-Lösung d in ml -	21,7	24,0
entsprechend dem SBV von	2,97	3,20

E Quellwasser SBV mit Deionat auf ÖNORM korrigiert

<u>Herstellung in den Versuchen:</u>	<u>E 1</u>	<u>E 2</u>
Quellwasser in l	2,83	2,90
Deionat in l -	7,17	7,10
entsprechend dem SBV von	2,82	2,75

F Synthetisches Verdünnungswasser lt. DIN 38 412, Teil 15, Juni 1982

<u>Herstellung in den Versuchen:</u>	<u>F 1</u>	<u>F 2</u>
Deionat in l	10	
DIN-Lösung a in ml	40	
DIN-Lösung b in ml	10	
DIN-Lösung c in ml	80	

Die chemischen Eigenschaften der verwendeten Verdünnungswässer am Anfang und am Ende der Versuche in den Kontrollaquarien sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

3.4. Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden in Vollglasaquarien durchgeführt (Länge x Breite x Höhe = 35 cm x 22 cm x 26 cm), welche mit je 10 Liter Verdünnungswasser gefüllt wurden. Die Wassertiefe in den Aquarien betrug ca. 15 cm. Nach ca. 15stündiger Belüftung wurde das Testgut Nickelsulfat in den entsprechenden Konzentrationen und nach einer weiteren halben Stunde je Aquarium 10 Versuchsfische zugesetzt. Für jede Testserie wurde ein Aquarium mit Verdünnungswasser ohne Testgut als Kontrollprobe parallel geführt. Während der Versuche wurden die Aquarien abgedeckt.

Die Belüftung der Aquarien erfolgte mit Preßluft über Keramikausströmer. In der ÖNORM wird empfohlen, 20 ml pro Minute und Liter Wasser in feinen Blasen einzubringen, damit eine Sauerstoffkonzentration von mindestens 6 mg/l während des gesamten Versuches sichergestellt ist. Der Luftdurchsatz betrug in den Versuchen 500 - 600 ml/min, wodurch eine Sauerstoffkonzentration von über 8,5 mg/l aufrecht erhalten werden konnte.

Die in der ÖNORM geforderte Wassertemperatur von 15 ± 1 °C entsprach zumeist der Raumtemperatur im Labor. Bei höheren Lufttemperaturen wurde ein Wasserbad mit regulierbarem Wasserdurchfluß zur Temperaturregelung eingesetzt.

Während des Versuches wurde das Verhalten der Fische beobachtet. Die toten Fische wurden registriert und aus den Aquarien entfernt. Zu Beginn der Versuche (unmittelbar

vor dem Fischbesatz) und am Ende der Versuche (nach 48 Stunden) wurden pH-Wert, Leitfähigkeit, SBV und stichprobenartig Sauerstoff- und Ammoniumgehalt gemessen. Am Ende der Versuche wurde die Länge und das Gewicht der Fische gemessen.

Die Toxizität des Nickelsulfates wurde für sechs verschiedene Verdünnungswässer A - F in je zwei Parallelversuchen ermittelt.

3.5. Auswertung

Für die Bestimmung der 48 h-LC 50 und ihrer 95 % Vertrauensgrenzen wurde die Methode nach Thompson (1947) und die Maximum Likelihood Methode (D.R.COX, 1970) angewandt.

4. Ergebnisse

4.1. Verhalten der Fische

Die Anwesenheit von Nickelsulfat im Wasser führte zu einer erhöhten Schleimbildung an Haut und Kiemen der Versuchsfische. In den Aquarien mit Fischausfällen führte das Nickelsulfat nach einer Einwirkungszeit von mindestens 24 Stunden zu Gleichgewichtsstörungen. Die Fische trieben senkrecht, in Rückenlage oder Seitenlage im Wasser, unterbrochen von kurz anhaltenden, unkoordinierten Schwimmbewegungen.

4.2. Ringtest

Die Toxizität von Nickelsulfat (NiSO_4) an Regenbogenforellen mit dem örtlichen Leitungswasser als Verdünnungswasser war an der Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft

bedeutend höher als jene, welche an der Bundesanstalt für Wassergüte in Wien und am Österreichischen Forschungszentrum in Seibersdorf (ÖFZS) erhalten wurde (Tab. 2).

4.3. Einfluß des Verdünnungswassers auf die Toxizität des NiSO₄

Durch die starke Belüftung des karbonatreichen (SBV 2,5 - 3,6 mmol/l) Leitungs-(A) und Quellwassers (B) stieg der pH-Wert in den Versuchsaquarien auf 8,4 - 8,5. Die Korrektur des Quellwassers auf die in der ÖNORM angeführten chemischen Eigenschaften (C) durch Zugabe von Calciumchlorid und Salzsäure (Kap.3.3.) führte zu einer Verdoppelung der Leitfähigkeit und zu einem Anstieg der Gesamthärte bei einer Verminderung der Karbonathärte. Bei dem geringen Karbonatgehalt des Verdünnungswassers (SBV 0,78 - 0,83 mmol/l) stellte sich durch die Belüftung ein pH-Wert von 7,62 - 7,76 ein (Tab. 1). Diese Veränderung des Wasserchemismus bewirkte im korrigierten Quellwasser (C) eine Abnahme der Toxizität des Nickelsulfates um ca. die Hälfte gegenüber jener im unbehandelten Quellwasser (B). Die Mortalität der Fische setzte beim unbehandelten Quellwasser (B) bei 40 - 50 mg/l NiSO₄ ein und beim korrigierten Quellwasser (C) erst bei 100 - 120 mg/l NiSO₄ (Abb. 1).

Das Quellwasser, dessen Karbonatgehalt durch Salzsäurezugabe auf den lt. ÖNORM geforderten Wert eingestellt wurde (D) und das synthetische Verdünnungswasser (F) hatten ähnlich hohe Meßwerte an SBV (0,80 - 0,84 mmol/l) und pH (7,60 - 7,76). Das synthetische Verdünnungswasser (F) besaß eine höhere Gesamthärte und Leitfähigkeit (Tab. 1). Beide Verdünnungswässer bewirkten eine gleich hohe Toxizität des Nickelsulfates an den Regenbogenforellen. Die

Mortalität setzte bei Konzentrationen von 70 - 80 mg/l NiSO_4 ein.

Das Quellwasser, dessen Karbonatgehalt durch Zugabe von Deionat auf den lt. ÖNORM geforderten Wert eingestellt wurde (E), wodurch gleichzeitig die Gesamthärte und Leitfähigkeit stark abnahm (Tab. 1), bewirkte bei dem sich einstellenden pH-Wert von 7,5 eine ebenso hohe Toxizität des Nickelsulfates wie das unbehandelte Quellwasser. Die Mortalität der Fische setzte bei 30 - 40 mg/l NiSO_4 ein.

5. Diskussion und Zusammenfassung

Bei den vorliegenden Versuchen lag die Toxizitätsgrenze des Nickelsulfates (48 h-LC 0) zwischen 30 - 100 mg/l NiSO_4 bzw. 11 - 38 mg/l Ni. Die 48 h-LC 50 lag zwischen 63 - 172 mg/l NiSO_4 bzw. 23 - 63 mg/l Ni.

SCHWEIGER (1956) gibt für Regenbogenforellen eine Schädlichkeitsgrenze von 25 - 30 mg/l Ni an (Versuche mit Nickelchlorid) und JUNG (1973) eine Schädlichkeitsgrenze für Fische von 1,8 - 55 mg/l Ni. MOORE u.a. (1983) erhalten für ausgewachsene Fische eine 48 - 96 h-LC 50 von 5 - 100 mg/l Ni.

Die in der ÖNORM angeführten Verdünnungswässer wirkten sich auf die Toxizität des Nickelsulfates bei Regenbogenforellen recht unterschiedlich aus. Bei der in der ÖNORM geforderten Karbonathärte von $K_{s\ 4,3}$ 0,7 - 0,9 mmol/l, bei welcher sich ein Gleichgewichts-pH von 7,5 - 7,8 einstellte, bewirkte eine hohe Gesamthärte eine Abnahme der Toxizität des Nickelsulfates (C, D, F). Eine Abnahme der Gesamthärte von 2,6 - 2,9 mmol/l (C, Tab. 1) auf 0,46 mmol/l (E) erhöhte die Toxizität des Nickelsulfates um das 2,6fache.

BROWN (1968) stellte fest, daß mit der Erhöhung der Gesamthärte von 10 auf 200 mg/l CaCO_3 die Toxizität des Nickels um den Faktor 5 abnahm. MOORE u.a. (1983) führen die Abnahme der Toxizität des Nickels im Meerwasser auf die Konkurrenzwirkung der Kationen zurück.

Bei der Verwendung des örtlichen Leitungswassers als Verdünnungswasser haben Karbonatgehalt, Stoffwechselaktivität der Fische und Stärke der Belüftung einen entscheidenden Einfluß auf den sich einstellenden pH-Wert und damit auf die Toxizität des Testgutes Nickelsulfat. Die starke Belüftung von 500 - 600 ml/min in den Versuchen hatte pH-Werte von über 8 während der gesamten Versuchsdauer zur Folge. Die lt. ÖNORM empfohlene Belüftung von 200 ml/min, die in den Versuchen der Bundesanstalt für Wassergüte und des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf angewandt wurde, führte zu einer Abnahme des pH-Wertes auf 7,6 während des Versuches. Die Karbonathärte betrug 3,9 mmol/l, die Gesamthärte 4,0 mmol/l.

Die höhere Gesamthärte und der niedrigere pH-Wert des Leitungswassers als Verdünnungswasser in den Versuchen der Bundesanstalt für Wassergüte und des ÖFZS haben zu einer geringeren Toxizität des Nickelsulfates an Regenbogenforellen geführt als das Leitungswasser in den Versuchen der Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft. Neben der Gesamthärte nimmt der pH-Wert Einfluß auf die Toxizität des Nickelsulfates (Abb.2). Für die Vergleichbarkeit von Toxizitätsversuchen ist synthetischem Verdünnungswasser der Vorzug zu geben. Außerdem ist zu achten, daß der pH-Wert sich während des Versuches so wenig wie möglich ändert (METZNER, 1983).

Die gewissenhafte Betreuung und die chemischen Analysen der Wasserproben verdanke ich Herrn Ing R. TRUZKA. Für die statistische Auswertung der Ergebnisse gilt mein Dank Herrn Doz. Dr. H. WINKLER vom Limnologischen Institut der Österr. Akademie der Wissenschaften in Mondsee und Herrn Dr. W. KRONER von der Bundesanstalt für Wassergüte in Wien.

Tab 1: Chemische Eigenschaften der verwendeten Verdünnungswässer am Anfang (a) und am Ende (e) des Versuches in der Kontrollprobe

Wasser		Ca ⁺⁺ mmol/l	Mg ⁺⁺ mmol/l	Ca	Mg	SBV mmol/l	Cl' mg/l	Ltf. µS/cm	pH
A 1	a	1,26	0,68	1,9	1	3,60	3	299	8,40
	e					3,63		304	8,28
A 2	a	1,26	0,68	1,9	1	3,58	3	293	8,50
	e					3,61		298	8,43
B 1	a	1,12	0,56	2,0	1	2,85	0	257	
	e					2,89		262	8,10
B 2	a	1,32	0,66	2,0	1	3,37	0	284	
	e					3,41		289	8,42
C 1	a	2,36	0,62	3,8	1	0,83	164	598	7,76
	e					0,38		602	7,82
C 2	a	2,14	0,51	4,2	1	0,78	145	548	7,62
	e					0,83		554	7,76
D 1	a	1,15	0,57	2,0	1	0,82	77	325	7,68
	e					0,85		328	7,65
D 2	a	1,24	0,62	2,0	1	0,80	85	340	7,60
	e					0,83		345	7,76
E 1	a	0,31	0,15	2,1	1	0,81	0	78	7,50
	e					0,86		83	7,48
E 2	a	0,31	0,15	2,1	1	0,81	0	79	7,54
	e					0,86		86	7,59
F 1	a	2,00	0,52	3,8	1	0,84	142	570	7,76
	e					0,90		575	7,70
F 2	a	2,00	0,52	3,8	1	0,84	142	565	7,70
	e					0,90		570	7,63

Verdünnungswässer:

- A Leitungswasser unbehandelt
- B Quellwasser unbehandelt
- C Quellwasser lt. ÖNORM vorbehandelt
- D Quellwasser SBV lt. ÖNORM mit HCl korrigiert
- E Quellwasser SBV lt. ÖNORM mit Deionat korrigiert
- F Synthetisches Verdünnungswasser lt. DIN

Tab. 2: Ergebnisse des Ringtests

Untersuchungsstelle Bearbeiter	48 h-LC 50 mg/l NiSO ₄	95 % Vertrauensgr. mg/l NiSO ₄
BA f. Wassergüte W. RODINGER	266	243 - 292
ÖFZS N. BORNATOVICZ (1983)	263	227 - 306
BA f. Fischerei- wirtschaft I. BUTZ	63	58 - 69

Tab. 3: Toxizität von NiSO₄ in den verschiedenen Verdünnungswässern an Regenbogenforellen (Maximum Likelihood Methode)

Verdünnungswasser	48 h-LC 50 mg/l NiSO ₄	95 % Vertrauensgr. mg/l NiSO ₄
A	63	55 - 85
B	73	63 - 110
C	172	137 - 199
D	142	116 - 122
E	66	52 - 110
F	130	108 - 197

Abb. 1: Mortalität von Regenbogenforellen (20 Stück = 100 %) in Abhängigkeit von der Konzentration an Nickelsulfat (NiSO_4) und der Art des Verdünnungswassers

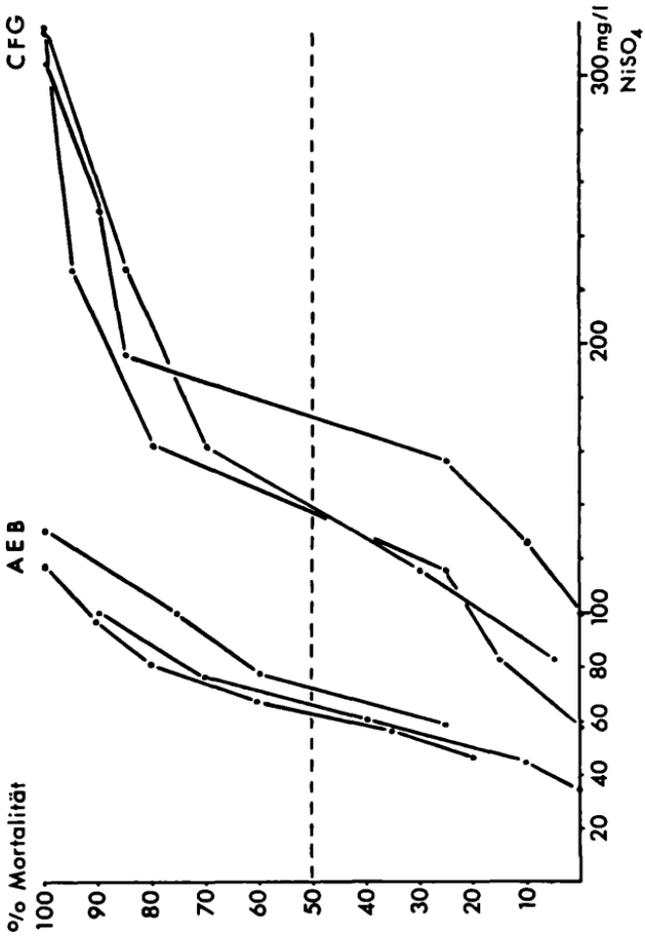
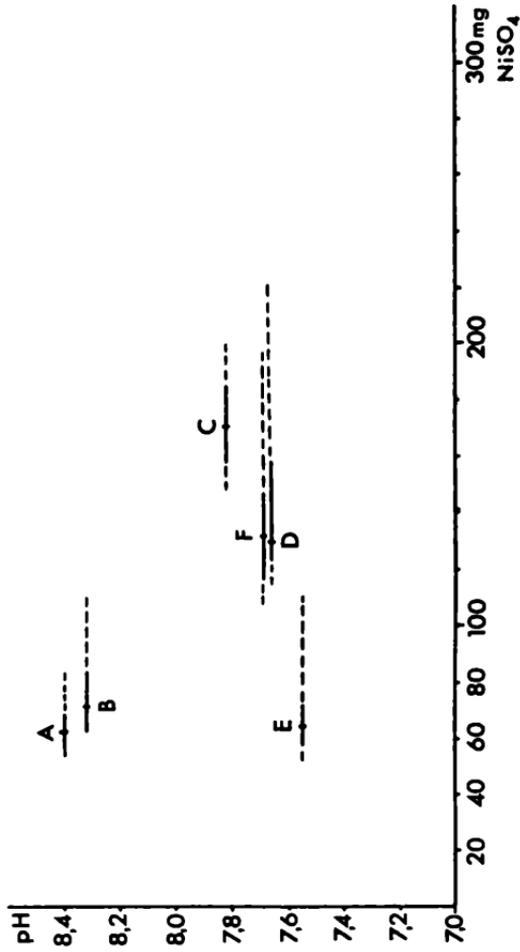


Abb. 2: 48 h-LC 50 und ihre 95 % Vertrauensgrenzen von Nickelsulfat (NiSO_4) in Abhängigkeit von der Art des Verdünnungswassers und dem pH-Wert

— Methode nach Thompson (1947)

--- Maximum Likelihood Methode (D.-R. COX, 1970)



Literatur

- BORNATOVICZ, N. (1983): Bestimmung der akuten Toxizität von NiSO_4 an Regenbogenforellen.-Österr. Forschungszentrum Seibersdorf, Bericht No. 4213, 1-21.
- BROWN, V.M. (1968): The calculation of the acute toxicity of mixtures of poisons to rainbow trout.- Water Research 2, 723-733.
- COX, D.R. (1970): The Analysis of Binary Data.- Chapman and Hall, London.
- DIN 38412: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Testverfahren mit Wasserorganismen; Bestimmung der Wirkung von Wasserinhaltsstoffen auf Fische, Fischtest (L 15).
- JUNG, D.D. (1973): Wirkungskonzentration (gesundheits-)schädigender bzw. toxischer Stoffe in Wasser für niedrigere Wasserorganismen sowie kalt- und warmblütige Wirbeltiere einschließlich des Menschen bei oraler Aufnahme des Wassers oder Kontakt mit dem Wasser.- Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen.
- METZNER, G (1983): pH-Stabilisierung für den Fischtest.- Gewässerschutz-Wasser-Abwasser No.63,31-47.
- MOORE, J.W., RAMAMOORTHY, S. (1983): Heavy Metals in Natural Waters, applied Monitoring and Impact Assessment.-Springer Verlag.
- ÖNORM M 6263: Testverfahren mit Wasserorganismen, Bestimmung der akuten Toxizität von Wasserinhaltsstoffen gegenüber *Salmo gairdneri* Richardson (Regenbogenforelle). Teil 1: statischer Test. Österr. Normungsinstitut Wien, in Ausarbeitung.
- SCHWEIGER, G. (1956): Die toxikologische Einwirkung von Schwermetallsalzen auf Fische und Fischnährtiere. Diss.Naturw.Fakultät München. (Zitiert im Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie von H. LIEBMANN 1960).
- THOMPSON, W.A. (1947): Use of moving averages and interpolation to estimate median-effective dose.- Bacteriological Reviews 11, 115-145.
- Anschrift der Verfasserin: Rat Dr. Ilse BUTZ, Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft, A-5310 Mondsee - S c h a r f l i n g

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [1984](#)

Autor(en)/Author(s): Butz Ilse

Artikel/Article: [Einfluß des Verdünnungswasser auf die akute Toxizität von Nickelsulfat bei Regenbogenforellen 41-56](#)