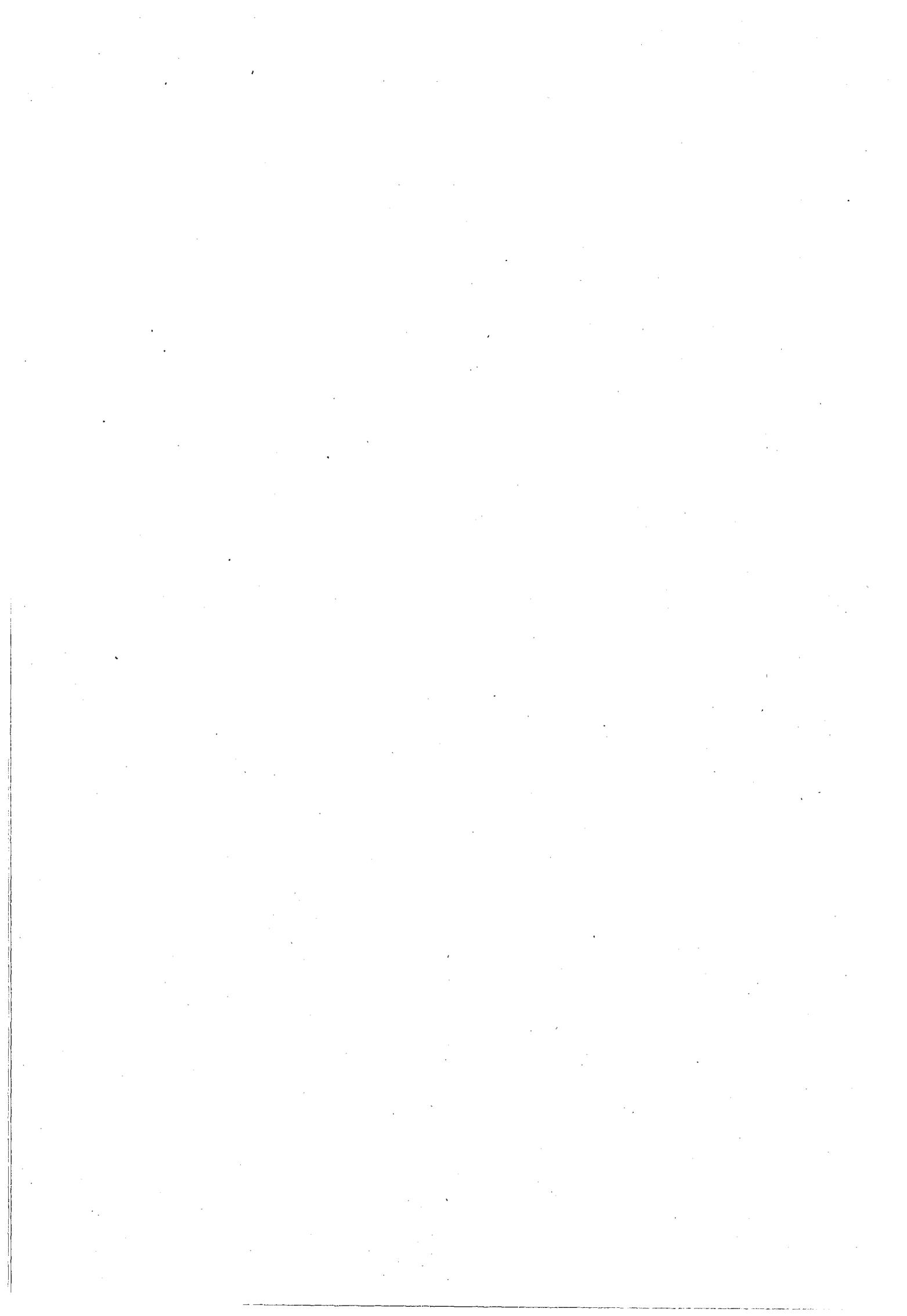


Bericht Nr. 11

**Die Berechnung von Frachten  
gelöster Phosphor- und Stickstoff-  
verbindungen aus Konzentrations-  
messungen in Bodenseezuflüssen**

Bearbeiter: G. Wagner

Staatliches Institut für Seenforschung und Seenbewirtschaftung  
in Langenargen



# Vorwort

Für die Ermittlung der Belastung des Bodensees mit eutrophierenden und sauerstoffzehrenden Verbindungen und für die Beurteilung der Wirksamkeit der in seinem Einzugsgebiet eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen werden von der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee die Zuflüsse des Sees und die direkten Einleitungen überwacht. Der Katalog der zu untersuchenden Stoffkomponenten sowie die Methodik selbst werden dabei den aktuellen Gegebenheiten angepaßt. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf den Phosphor- und Stickstoffkomponenten und der organischen Substanz. Dabei wird eine möglichst weitgehende Vergleichbarkeit der Untersuchungen untereinander angestrebt.

Nach den umfangreichen Untersuchungen im Jahre 1961 liegen nun die Ergebnisse einer weiteren Untersuchung der Zuflüsse aus den Jahren 1967/68 vor, welche speziell gelöste Phosphor- und Stickstoffverbindungen erfaßte. Von einer Berechnung der direkten Abwassereinleitungen, wie sie 1961 durchgeführt und erst wieder für 1971/72 geplant ist, wurde abgesehen. Die Ergebnisse sind u. a. zum wesentlichen Teil mit den Erhebungen 1961 und vollständig mit Ergebnissen der 1971 begonnenen Untersuchungen vergleichbar.

Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee hat auf ihrer 17. Tagung am 4. und 5. November 1971 die Veröffentlichungen der Ergebnisse der Zuflußuntersuchungen 1967/68 als Bericht Nr. 11 der Kommission beschlossen.

## 1. Einleitung

1967/68 wurden vom Staatlichen Institut für Seenforschung und Seenbewirtschaftung, Langenargen, aus den bedeutendsten Bodenseezuflüssen bei unterschiedlichen Wasserführungen an 16 bis 18 Terminen Schöpfproben entnommen und auf den Gehalt an gelösten Stickstoff- und Phosphorverbindungen untersucht. Ziel der Untersuchungen war, mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitung folgende Fakten zu errechnen: Monatliche Frachten je Fluß und je Komponente (Jahresgang), Jahresfracht je Fluß und je Komponente, monatliche Gesamtfrachten je Komponente (Jahresgang), jährliche Gesamtfracht je Komponente sowie die Konzentrationsverhältnisse. Diese Erhebungen liefern Grundlagen für die Beurteilung des Stoffhaushaltes des Bodensees und des Effektes, den die Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet haben.

Mit der Untersuchung der genannten Verbindungen sind die wichtigsten der für die bisherige Entwicklung des Bodensees verantwortlichen chemischen Faktoren erfaßt. Auf die Messung der Schwebstoffkonzentrationen und -komponenten in den Flüssen wurde zunächst verzichtet, da bei ihrer Untersuchung auf besondere hydrologische Verhältnisse Rücksicht genommen werden muß. Zur Untersuchung der Schwebstoffe läuft eine eigene Forschungsarbeit.

Dank gilt an dieser Stelle allen Fachkollegen, von denen wir zahlreiche Anregungen erhielten, ganz besonders jedoch Herrn Dr. H. Bernhardt, Wahnbachtalsperrenverband Siegburg, und seinen Mitarbeitern, sowie den Herren Dr. G. Neumann und Dr. K.-H. Steinbach, Institut für experimentelle Biologie in Heiligenberg, welche durch Vergleichsrechnungen und intensive Diskussionen zur objektiven Beurteilung des Problems beitrugen, ferner Herrn G. Friedrich, Rechenzentrum ZF Friedrichshafen, Herrn B. Stieler, Staatliches Institut für Seenforschung in Langenargen, und Herrn J. ten Wolde, Wageningen, für die zahlreichen zusätzlichen Berechnungen.

## 2. Methodik

Proben wurden aus der Argen (Hängebrücke Langenargen), der Leiblach und dem Leiblach-Kanal (jeweils Eisenbahnbrücke), der Bregenzer Ach, der Dornbirner Ach und dem Neuen Rhein (jeweils Brücke der Bundesstraße Richtung Schweiz), dem Alten Rhein (Zollanlage), der Goldach, Steinach und Arboner Ach (jeweils Uferstraßenbrücke), der Stockacher Aach (Straßenbrücke zwischen Bodman und Ludwigshafen), der Seefelder Aach, dem Grenzbach und der Rotach jeweils Brücke der Bundesstraße 31) sowie der Schussen (Eisenbahnbrücke) entnommen (siehe Abb. 1 und Tab. 1). Die Entnahme erstreckte sich über 19 Monate und fand zunächst regelmäßig einmal im Monat statt, später nur noch bei Abflüssen, welche über Mittelwasserführung lagen, um möglichst verschiedene hydrologische Situationen zu erfassen. Die verhältnismäßig geringe Anzahl von Hochwasserproben führte in einigen Fällen zu einer Beobachtungslücke zwischen dem mittleren Hochwasserbereich und dem extremen Hochwasser am 22. 9. 1968. Lücken solcher Art können bei späteren Untersuchungen durch einen verbesserten Entnahmeturnus vermieden werden. Mit der Aufbereitung der vormittags entnommenen Proben wurde spätestens 7 Stunden nach Entnahme aus dem ersten Fluß begonnen. Die jüngste Probe war nie älter als 2 Stunden. Nach Filtration der Proben durch Membranfilter (Sartorius SM 11 306) wurden die Konzentrationen folgender Verbindungen analysiert:

Ammonium: NESSLER-Reagenz unter vorherigem Zusatz von Seignettesalzlösung (ZIMMERMANN 1954)

Nitrit: Diazo-Reaktion (Deutsche Einheitsverfahren)

Nitrat: Natriumsalizylat (Deutsche Einheitsverfahren)

Gelöster, organisch gebundener Stickstoff: KJELDAHL-Stickstoff im Filtrat (NESSLER-Reagenz) minus Ammoniumstickstoff

Orthophosphat: Ammoniummolybdat-Ascorbinsäure-Methode nach VOGLER (1965/66)

Restliche gelöste Phosphorverbindungen = gelöster Restphosphor: Phosphor im Filtrat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Aufschluß, VOGLER-Methode) minus Orthophosphatphosphor.

Alle Messungen wurden mit ELKO II ausgeführt.

Für die weitere Bearbeitung der Analysendaten wurde über Regressionsrechnung (Methode der kleinsten Summe der Fehlerquadrate, vergl. LINDER 1960, Kap. Regression und Korrelation) zunächst ein mathematischer Ausdruck für die Beziehung zwischen Abfluß (x) und Konzentration (y) je Fluß und je Komponente aufgestellt. Als allgemeine Form wurde unter Beachtung der Erfahrungen von DVIHALLY (1963), BERNHARDT (1969), MANCZAK (1969), WAGNER (1969) und UNGER (1971) vorläufig folgende Gleichung gewählt:

$$y = a + \frac{b}{x} + c \cdot x$$

(a, b und c: Regressionskoeffizienten)

Diese Formel erlaubt noch nicht die optimale Wiedergabe der Vorgänge im Fluß. Im Staatlichen Institut für Seenforschung und Seenbewirtschaftung, Langenargen, laufen deshalb weiterhin mathematische Tests zur Verbesserung der Formel. Die bisherigen Tests haben aber gezeigt, daß die Unterschiede in den schließlich errechneten Jahresfrachten gelöster Verbindungen bei Verwendung verschiedener Polynome nicht ins Gewicht fallen. Über diese Testarbeiten sowie über die statistische Untersuchung der erhaltenen Ergebnisse wird an anderer Stelle berichtet. In diesem Bericht soll nur darauf hingewiesen werden, daß in 33 von insgesamt 72 Fällen die Irrtumswahrscheinlichkeit bei den erhaltenen Formeln < 10 % und davon in 26 Fällen < 5 % ist. Die Irrtumswahrscheinlichkeit nimmt zu in der Reihenfolge: Orthophosphat, Ammonium, gelöster Restphosphor, Nitrat, Nitrit und gelöster, organisch gebundener Stickstoff.

Bei Vorliegen der Regressionsgleichung je Fluß und je Komponente lassen sich durch Einsetzen von täglichen Abflußwerten\*) in die Gleichung die zugehörigen täglichen Konzentrationen und somit die Tagesfrachten ermitteln. Durch Summierung der Tagesfrachten ergeben sich die Monatsfrachten bzw. die Jahresfracht je Fluß und je Komponente. In einigen Fällen aufgetretene negative Werte wurden wie 0 behandelt. Diese Art der Auswertung von Zuflußdaten ermöglicht die Berechnung der Gewässerbelastung innerhalb Jahresfrist bei geringem personellen, technischen und zeitlichen Aufwand und unter Umgehung des Konservierungsproblems.

Im folgenden sind die Ergebnisse in Tabellen zusammengefaßt. Die Daten sind ohne Rundung verarbeitet und die Ergebnisse so wiedergegeben, wie sie die Maschine errechnete. Erst von Tab. 8 an sind gerundete Werte verwendet.

### 3. Ergebnisse

- a) Analysendaten je Fluß und je Komponente (Tab. 1);
- b) Regressionskoeffizienten in der Gleichung für die Beziehung zwischen Abflußmenge und Konzentration je Fluß und je Komponente; allgemeine Form der vorläufig verwendeten Gleichung:  $y = a + \frac{b}{x} + c \cdot x$  (Tab. 2);
- c) Monatliche Abflußmengen und Frachten je Komponente und je Fluß, Jahresabfluß und Jahresfracht je Komponente und je Fluß, monatliche Gesamtabflüsse und Gesamtfrachten je Komponente sowie Gesamtjahresabfluß und Gesamtjahresfracht je Komponente (Tab. 3);
- d) Monatliche Gesamtabflüsse und Gesamtfrachten je Komponente (Tab. 4);
- e) Jahresabfluß und Jahresfracht je Fluß und je Komponente (Tab. 5);
- f) Durchschnittliche Konzentrationen der monatlichen Totalfrachten je Komponente (Tab. 6);
- g) Jahresdurchschnittliche Konzentration je Fluß und je Komponente sowie Standardabweichung (Tab. 7).

### 4. Diskussion

Aus den Vorzeichen der Regressionskoeffizienten (Tab. 2) in den gefundenen Gleichungen für die Beziehung zwischen Abflußmengen und Konzentrationen lassen sich gewisse Verhaltensweisen der untersuchten Komponenten ablesen.

Ist b positiv, so liegt eine Konzentrationsverdünnung bei zunehmender Wasserführung im Niedrigwasserbereich vor, und die betreffenden Komponenten dürften überwiegend

\*) Die zur Auswertung der Daten benötigten täglichen Abflußwerte der untersuchten Flüsse wurden von folgenden Ämtern zur Verfügung gestellt: Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft in Bern, Landeswasserbauamt Bregenz, Wasserwirtschaftsamt Konstanz, Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung Baden-Württemberg in Karlsruhe, Wasserwirtschaftsamt Ravensburg. Die Abflüsse von Grenzbach und Arboner Ach werden nicht regelmäßig gemessen. Für den Grenzbach wurden daher täglich durchschnittlich  $0,5 \text{ m}^3/\text{sec}$ , für die Arboner Ach  $0,2 \text{ m}^3/\text{sec}$  angenommen. Der Abfluß im Leiblach-Kanal wurde mit  $1 \text{ m}^3/\text{sec}$  eingesetzt. Die Abflüsse der Dornbirner Ach (Pegel Hoher Steg) wurden mit 1,5 vervielfacht, um den unterhalb einmündenden Lustenauer Kanal entsprechend seinem Einzugsgebiet zu berücksichtigen.

aus häuslichen oder industriellen Abwässern stammen (Ammonium, Nitrit, Orthophosphat, gelöster Restphosphor).

Ist b negativ, überwiegt mit zunehmender Wasserführung die Abtragung aus ländlichen Arealen (Nitrat und gelöster, organisch gebundener Stickstoff).

Ist c positiv, steigt die Konzentration bei zunehmendem Abfluß im Hochwasserbereich und deutet auf Erosionsvorgänge (Ammonium, Orthophosphat, gelöster Restphosphor).

Ist c negativ, so ist neben Konzentrationsverdünnung auch an Erschöpfung zu denken.

Dieses vereinfachte Bild wird kompliziert dadurch, daß sich Stoffwechselprozesse und Erosionsprozesse im Flußlauf selbst auf die Konzentrationen auswirken und somit auch in die Bilanz eingehen.

Die monatlichen Frachten je Fluß und je Komponente, die zugehörige Jahresfracht, die monatliche Gesamtfracht aller Flüsse je Komponente und die zugehörige Jahresfracht sowie die Konzentrationsverhältnisse ergeben sich aus den Tabellen 3–7. Hohe Konzentrationen und damit Belastungsschwerpunkte bringen die kleinen Zuflüsse, unter denen Schussen und Steinach besonders auffallen. Die großen Zuflüsse bringen ihre Frachten in niedrigen Konzentrationen ein. Da sich die Belastung des Bodensees aus der Gesamtfracht aller Einleitungen ableitet, tragen auch sie zur Belastung bei, besonders dann, wenn es sich um große Frachten handelt (Neuer Rhein, Bregenzer Ach, Argen).

Ein Vergleich der monatlichen Frachten läßt einen deutlichen Jahresgang erkennen. Große Frachten mit relativ geringen Konzentrationen fallen in die Hochwasserperiode von April bis Juli, geringere Frachten mit hohen Konzentrationen in die Niedrigwasserperiode von August bis März. Zwischen den Flachland- und den alpinen Zuflüssen bestehen dabei zeitliche Unterschiede, die auf die Schneeschmelze in den Alpen zurückzuführen sind. Die Zeiten mit hohen Konzentrationen im Zufluß fallen jedoch in die Zirkulationsperiode des Sees, die Zeiten mit geringen Konzentrationen im Zufluß in dessen Stagnationsperiode. Dieses Verhalten trägt zur Akkumulation von Stoffen im See bei (vgl. KLIFFMÜLLER 1969).

Die Vergleichbarkeit zu früheren Untersuchungen ist nur in geringem Umfang gegeben. Zurückzuführen ist dies auf die unterschiedlichen Zielsetzungen bei den einzelnen Untersuchungen, welche Unterschiede in der Methodik, im Untersuchungsprogramm und in der Entnahmefolge der Proben mit sich brachten. In den Tabellen 8–10 sind die Daten zusammengestellt, zwischen denen Vergleiche möglich sind. Die Zunahme der Belastung des Bodensees durch anorganische Stickstoffverbindungen und besonders durch Orthophosphat ist dabei unverkennbar.

## 5. Zusammenfassung

1967/68 gelangten rund 13 000 t Stickstoff und rund 580 t Phosphor in gelösten Verbindungen aus den Flüssen in den Bodensee. Die größten Frachten lieferten die größten Flüsse; die höchsten Konzentrationen traten in den kleineren Flüssen auf.

Gelöste Stickstoffverbindungen stammten im wesentlichen aus ländlichen Arealen (Erosion, Düngung), die gelösten Phosphorverbindungen überwiegend aus Abwässern.

Die jahreszeitlich bedingt unterschiedlichen Niederschlagsmengen führten zu einem Jahresgang der Frachten und der Konzentrationen. Dadurch fielen hohe Konzentrationen, aber niedrige Abflußmengen in den Flüssen in die Vollzirkulationsperiode des Sees, große Abflußmengen mit niedrigeren Konzentrationen in die Stagnationsperiode.

Alle Vergleiche mit früheren Untersuchungsergebnissen zeigen, daß die Zufuhr von gelösten Stickstoff- und Phosphorverbindungen zum Bodensee bis 1967/68 zugenommen hat.

## Literatur

1. *BERNHARDT, H., SUCH, W., und WILHELMS, A. (1969):* Untersuchungen über die Nährstofffrachten aus vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten mit ländlicher Besiedlung. – Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie 16: 60–118
2. *DEUTSCHE EINHEITSVERFAHREN* zur Wasseruntersuchung. Verlag Chemie, Weinheim, Loseblattsammlung
3. *DVIHALLY, T. Zs. (1963):* Angaben zur Wertung der chemischen Verhältnisse des Donauwassers (ung.). – Hidrológiai Közlemény 3: 268–271
4. *INTERNAT. GEWÄSSERSCHUTZKOMMISSION FÜR DEN BODENSEE (1967):* Untersuchungen zur Feststellung der Ursachen für die Verschmutzung des Bodensees. – Bericht 6 der Internat. Gewässerschutzkommission für den Bodensee: 8 S. + Tabellen
5. *KLETT, M. (1965):* Die boden- und gesteinsbürtigen Stofffrachten von Oberflächengewässern. – Arbeiten der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim 35: 1–135
6. *KLIFFMÜLLER, R. (1960):* Beiträge zum Stoffhaushalt des Bodensees (Obersee) I. – Internat. Revue ges. Hydrobiol. 45: 359–380
7. *KLIFFMÜLLER, R. (1969):* Beiträge zum Stoffhaushalt des Bodensees (Obersee) II. – Archiv f. Hydrobiologie Suppl. 35: 309–371
8. *LINDER, A. (1960):* Statistische Methoden. – Birkhäuser Verlag Basel/Stuttgart: 484 S.
9. *MÄRKI, E. (1968):* Die Verunreinigung des Rheins von seinen Quellflüssen bis zum Bodensee. – Bericht im Auftrag des Schweizerischen Rheinverbandes, 43 S.
10. *MANCZAK, H. (1969):* Über die Auswertung von Gewässergüteuntersuchungen. – Vom Wasser 35: 237–265
11. *NÜMANN, W. (1967):* Der Chemismus eines Flusses vor und nach Beseitigung von Zelluloseabwässern durch eine Verbrennungsanlage sowie nach vollständiger Stilllegung des Werkes, dargestellt am Bodenseezufluß Argen. – Vom Wasser 34: 235–260
12. *NÜMANN, W. (1968):* Das Verhalten von organischer Fracht, Phosphor- und Stickstoffverbindungen in einem Flußablauf nach Eintrag durch häusliche und industrielle Abwässer sowie durch landwirtschaftliche Düngung (Bodenseezufluß Schussen). – Arch. f. Hydrobiol. 64: 377–399
13. *UNGER, U. (1971):* Berechnung von Stofffrachten in Flüssen durch wenige Einzelanalysen im Vergleich zu kontinuierlichen einjährigen chemischen Untersuchungen, gezeigt am Beispiel des Bodenseezuflusses Argen (1967/68). – Schweiz. Zeitschr. f. Hydrol. 32: 453–474
14. *UNGER, U. (in Vorbereitung):* Chemische Untersuchung der Schussen (tägl. Sammelproben). –
15. *VOGLER, P. (1965/66):* Beiträge zur Phosphatanalytik in der Limnologie. – Fortschritte der Wasserchemie 2: 110–119 und 4: 211–225
16. *VOSS, W. (1963):* Der Beitrag des Waschmittel-Phosphors zur Eutrophierung des Bodensees. – Gas- und Wasserfach 104: 397–399
17. *WAGNER, G. (1967):* Beiträge zum Sauerstoff-, Stickstoff- und Phosphorhaushalt des Bodensees. – Arch. f. Hydrobiol. 63: 86–103
18. *WAGNER, G. (1969):* Kenngleichungen zur Ermittlung der Belastung von Flüssen mit Phosphor- und Stickstoffverbindungen. – GWF 110: 93–96
19. *WIESER, E., u. LINK, P. (1971):* Ein Beitrag zur Frage der Eutrophierung des Bodensees durch den Alpenrhein. – Schweizerische Zeitschrift f. Hydrologie 32: 439–452
20. *ZIMMERMANN, M. (1954):* Photometrische Metall- und Wasseranalysen. – Wissenschaftliche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Loseblattsammlung

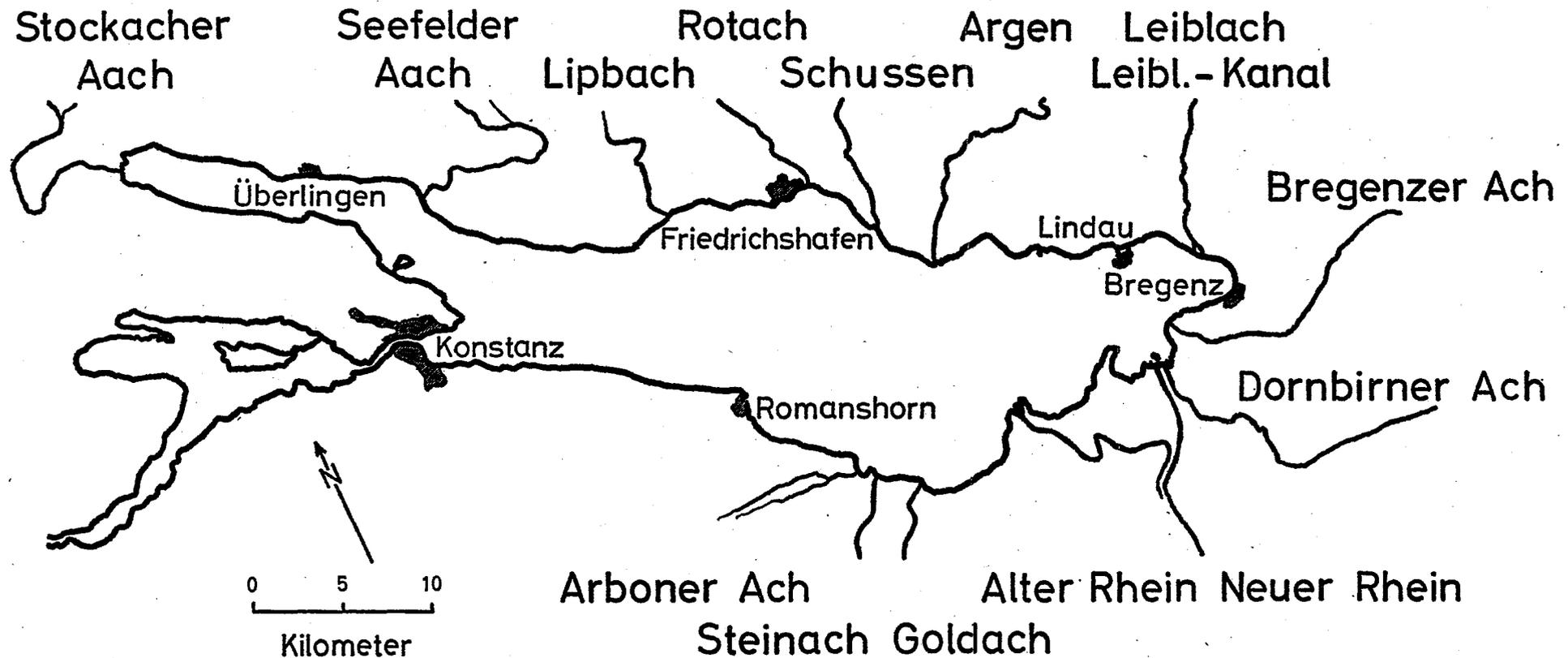


Abbildung 1

Lage der untersuchten Flußmündungen am Bodensee-Obersee

# **Tabelle 1**

**Analysendaten je Fluß und je Komponente**

## ARGEN

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	16,00	52	8	1310	508	22	3
18. 4. 67	7,00	6	21	1080	534	32	21
9. 5. 67	14,05	4	10	1120	480	42	22
13. 6. 67	31,10	29	14	1545	383	49	19
11. 7. 67	9,65	23	15	1338	539	58	24
11. 8. 67	14,90	31	16	926	232	39	14
14. 9. 67	22,10	0	10	1192	329	40	7
10. 10. 67	7,90	135	13	946	159	42	16
14. 11. 67	6,60	46	11	1152	287	53	0
12. 12. 67	8,40	232	10	1625	44	65	12
8. 1. 68	26,00	122	12	1690	557	50	17
12. 2. 68	15,45	101	14	1918	692	36	13
29. 4. 68	21,60	2	15	1093	541	43	20
13. 5. 68	37,00	123	20	977	290	77	24
18. 7. 68	38,00	92	23	955	386	96	32
15. 8. 68	57,00	40	11	847	510	76	61
5. 9. 68	21,00	103	19	1250	410	83	26
22. 9. 68	280,00	153	7	832	368	114	34

## LEIBLACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	3,20	116	12	1590	504	58	7
18. 4. 67	0,30	25	11	1290	395	18	4
9. 5. 67	0,60	26	6	1060	544	46	22
13. 6. 67	4,00	184	19	1379	189	90	24
11. 7. 67	0,10	21	20	1522	417	42	12
11. 8. 67	1,05	100	10	1120	255	54	18
14. 9. 67	4,40	0	11	1171	338	62	9
10. 10. 67	0,20	33	13	1052	440	76	17
14. 11. 67	0,65	26	10	1120	290	93	0
12. 12. 67	0,60	241	8	1538	144	112	10
8. 1. 68	5,10	169	12	1570	427	46	19
12. 2. 68	3,50	206	14	1718	648	51	18
29. 4. 68	1,20	100	20	1115	369	90	38
13. 5. 68	4,60	147	15	1111	283	105	22
18. 7. 68	8,00	200	33	1060	273	99	30
15. 8. 68	8,30	124	16	897	333	83	56
22. 9. 68	42,60	123	6	715	267	113	33

## LEIBLACH-KANAL

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	1,00	171	14	1450	559	70	0
18. 4. 67		147	15	950	373	168	12
9. 5. 67		28	15	1250	647	98	28
11. 7. 67		48	40	1797	491	115	25
11. 8. 67		76	27	1008	397	79	17
14. 9. 67		212	14	818	608	272	26
12. 12. 67		512	2	1188	890	203	56
8. 1. 68		1640	16	1495	0	128	36
12. 2. 68		2057	43	908	1513	404	0
29. 4. 68		76	21	1140	397	113	78
13. 5. 68		246	15	1049	412	134	55
18. 7. 68		327	32	1278	529	168	78
15. 8. 68		329	22	913	286	150	84
22. 9. 68		4593	12	525	1736	4716	2407

## BREGENZER ACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	97,40	23	2	540	377	8	8
18. 4. 67	115,00	2	3	470	298	4	18
9. 5. 67	105,00	0	2	450	394	6	9
13. 6. 67	59,00	0	3	567	267	20	3
11. 7. 67	43,30	0	3	302	426	9	16
11. 8. 67	117,00	57	4	430	259	24	11
14. 9. 67	40,50	0	3	372	386	15	11
10. 10. 67	15,20	36	3	400	2039	14	4
14. 11. 67	22,90	9	3	433	201	15	0
12. 12. 67	13,80	196	4	729	32	33	12
8. 1. 68	23,90	100	7	760	320	29	8
12. 2. 68	14,80	91	10	778	719	38	9
29. 4. 68	109,00	14	4	488	148	8	16
13. 5. 68	109,00	14	3	420	122	11	14
18. 7. 68	257,00	139	11	385	220	24	17
15. 8. 68	231,00	7	0	279	270	23	37
22. 9. 68	205,00	72	2	305	331	100	7

## DORNBIRNER ACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	12,20	333	8	500	390	30	4
18. 4. 67	11,90	160	9	460	390	66	4
9. 5. 67	10,20	172	17	500	958	66	16
13. 6. 67	6,80	306	14	903	544	56	46
11. 7. 67	3,70	452	43	427	896	136	64
11. 8. 67	16,80	725	57	427	442	259	66
14. 9. 67	7,10	279	20	607	496	80	18
10. 10. 67	2,50	1515	111	342	650	291	115
14. 11. 67	3,40	1452	102	314	688	236	19
8. 1. 68	4,90	462	17	915	291	25	2
12. 2. 68	5,70	495	16	903	688	23	14
29. 4. 68	11,40	160	12	520	335	50	38
13. 5. 68	15,80	173	9	605	165	18	12
18. 7. 68	86,60	206	21	567	211	20	13
15. 8. 68	26,90	57	8	366	330	32	32
22. 9. 68	48,30	121	9	462	186	141	0

## NEUER RHEIN

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	226	276	10	700	284	13	11
18. 4. 67	344	55	5	550	335	9	0
9. 5. 67	334	130	16	590	410	8	8
13. 6. 67	388	37	5	562	209	16	0
11. 7. 67	546	234	4	260	340	5	10
11. 8. 67	633	97	5	291	271	11	17
14. 9. 67	347	59	5	320	291	6	6
10. 10. 67	185	78	8	400	159	18	0
14. 11. 67	127	142	9	438	235	26	4
12. 12. 67	138	242	6	434	0	21	12
8. 1. 68	120	399	10	663	398	22	4
12. 2. 68	122	711	11	650	529	22	3
29. 4. 68	376	19	5	543	200	7	12
13. 5. 68	478	25	3	505	72	0	10
18. 7. 68	445	68	9	338	107	4	10
15. 8. 68	428	46	5	360	293	8	27
22. 9. 68	303	78	6	405	110	14	18

## ALTER RHEIN

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	18,60	219	9	880	401	27	4
18. 4. 67	14,50	220	14	640	270	52	57
9. 5. 67	15,20	197	11	730	433	25	20
13. 6. 67	18,90	245	13	1016	242	57	19
11. 7. 67	17,40	225	0	436	442	66	28
11. 8. 67	21,60	221	15	556	160	46	8
14. 9. 67	20,80	244	15	725	338	30	5
10. 10. 67	10,40	466	21	608	126	62	24
14. 11. 67	7,54	644	18	682	254	78	8
12. 12. 67	7,31	840	11	772	0	52	20
8. 1. 68	14,30	365	15	1380	454	29	10
12. 2. 68	14,40	396	15	1320	642	26	1
29. 4. 68	17,10	104	11	713	268	44	11
13. 5. 68	18,10	241	14	782	101	70	13
18. 7. 68	27,90	309	23	772	199	67	18
15. 8. 68	25,00	228	14	1100	414	37	51
22. 9. 68	35,50	182	11	962	190	79	0

## GOLDACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	2,72	135	11	1740	745	106	20
18. 4. 67	0,82	136	19	1250	284	199	19
9. 5. 67	1,08	452	11	1420	398	145	53
13. 6. 67	2,11	78	10	1768	207	77	17
11. 7. 67	0,44	158	53	1647	452	362	131
11. 8. 67	1,04	458	29	1578	284	164	18
14. 9. 67	2,17	68	9	1375	387	77	7
10. 10. 67	0,61	151	34	1528	331	270	84
14. 11. 67	0,28	245	36	1935	378	405	82
12. 12. 67	1,03	639	13	2125	129	411	107
8. 1. 68	1,52	315	11	1858	561	118	25
12. 2. 68	1,25	285	13	2118	674	139	33
29. 4. 68	1,19	124	23	1430	362	144	56
13. 5. 68	1,98	177	17	1385	323	132	30
18. 7. 68	3,97	220	27	975	244	114	34
15. 8. 68	3,40	139	13	1134	415	85	43
22. 9. 68	10,50	98	10	1152	204	143	0

STEINACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	1,97	2037	118	2630	293	640	40
18. 4. 67	0,45	7840	441	2960	560	4506	914
9. 5. 67	0,48	3820	321	3000	60	2060	647
13. 6. 67	0,72	1112	115	2230	418	568	184
11. 7. 67	0,54	215	66	487	455	188	129
11. 8. 67	0,60	3725	831	2990	0	2900	625
14. 9. 67	0,93	1435	195	1942	885	628	287
10. 10. 67	0,47	4600	1538	2560	0	4860	1050
14. 11. 67	0,33	7870	1042	6800	0	7370	900
12. 12. 67	0,35	15510	206	872	0	3340	2580
8. 1. 68	1,25	1970	61	2850	474	604	76
12. 2. 68	1,07	2662	141	3785	820	1004	237
29. 4. 68	0,88	2640	347	4025	360	1676	152
13. 5. 68	1,21	772	221	3745	495	920	185
18. 7. 68	1,47	1550	712	3225	0	1648	256
15. 8. 68	1,73	589	243	2385	272	718	0
22. 9. 68	6,48	478	84	2058	499	400	147

ARBONER ACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	0,20	607	25	2630	473	194	104
18. 4. 67		2960	64	1100	580	678	306
9. 5. 67		1860	60	1350	620	575	355
11. 7. 67		14	27	330	560	51	42
11. 8. 67		2125	262	1063	195	578	0
14. 9. 67		823	46	1548	484	120	32
10. 10. 67		837	66	705	391	276	127
14. 11. 67		3190	71	562	95	1079	81
12. 12. 67		4230	39	1205	70	891	314
8. 1. 68		1595	29	2850	315	229	216
12. 2. 68		1441	34	2380	727	274	109
29. 4. 68		1628	90	1205	1175	534	130
13. 5. 68		1445	86	1777	220	457	175
18. 7. 68		2400	111	737	270	830	220
15. 8. 68		570	45	1780	390	259	95
22. 9. 68		319	20	1958	430	276	112

## STOCKACHER AACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	2,36	284	30	2650	342	79	0
18. 4. 67	1,59	150	37	2630	500	98	42
9. 5. 67	1,26	168	45	2680	592	125	53
13. 6. 67	1,87	214	52	2755	423	112	27
11. 7. 67	1,26	209	96	2570	414	187	47
11. 8. 67	1,08	265	151	2580	370	238	58
14. 9. 67	1,33	246	59	2355	503	136	18
10. 10. 67	1,02	211	78	2560	184	238	45
14. 11. 67	1,08	271	65	2540	211	230	58
12. 12. 67	1,14	538	17	2480	0	178	66
8. 1. 68	2,59	334	20	2513	498	82	0
12. 2. 68	2,05	281	27	2655	705	74	14
29. 4. 68	2,05	283	55	2368	348	128	33
13. 5. 68	1,80	284	64	2515	243	130	20
18. 7. 68	1,40	261	102	2555	217	192	45
15. 8. 68	2,92	291	77	1923	694	142	105
22. 9. 68	15,50	183	29	1928	360	106	59

## SEEFELDER AACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	4,04	114	15	2180	436	46	51
18. 4. 67	2,84	195	26	2140	395	84	38
9. 5. 67	2,40	147	27	1980	633	64	0
13. 6. 67	4,19	196	35	2345	344	68	23
11. 7. 67	1,66	142	49	2055	635	96	23
11. 8. 67	1,96	123	53	2050	289	102	17
14. 9. 67	3,17	206	31	1892	363	72	10
10. 10. 67	1,86	132	35	1791	271	101	32
14. 11. 67	1,66	77	25	1988	357	99	16
12. 12. 67	1,56	346	17	2110	101	102	21
8. 1. 68	5,23	262	19	2725	395	72	15
12. 2. 68	4,19	194	18	2618	783	52	18
29. 4. 68	3,17	207	33	1938	332	79	41
13. 5. 68	2,64	272	44	1710	232	103	28
18. 7. 68	1,56	195	63	1703	283	187	16
15. 8. 68	3,34	220	47	1478	350	82	123
22. 9. 68	44,60	196	21	2238	386	131	46

## GRENZBACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	0,50	616	29	1950	424	170	12
18. 4. 67		1820	111	2400	40	1232	36
9. 5. 67		1370	126	2290	420	760	130
13. 6. 67		561	71	2295	294	192	44
11. 7. 67		5340	254	1063	220	1720	365
11. 8. 67		6460	78	407	1070	2155	0
14. 9. 67		795	80	1993	326	188	16
10. 10. 67		1080	10	1108	148	511	63
14. 11. 67		8100	75	175	0	3790	0
12. 12. 67		5670	68	978	0	1495	385
8. 1. 68		963	40	3050	399	209	187
12. 2. 68		559	30	2793	799	126	30
29. 4. 68		683	127	1760	1980	742	156
13. 5. 68		2075	119	1113	205	798	145
18. 7. 68		7980	164	440	650	3080	397
15. 8. 68		1067	158	1235	121	678	73
22. 9. 68		222	21	1762	474	196	12

## ROTACH

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	3,20	174	16	2480	506	63	17
18. 4. 67	1,00	210	27	1540	320	104	56
9. 5. 67	1,00	239	29	1770	641	125	53
13. 6. 67	2,80	255	36	2570	385	109	74
11. 7. 67	0,75	306	30	1639	598	163	43
11. 8. 67	0,95	222	35	1365	497	147	44
10. 10. 67	0,75	653	43	1528	337	279	83
14. 11. 67	0,55	825	25	1358	445	307	137
12. 12. 67	0,60	987	22	1825	513	248	148
8. 1. 68	5,00	296	24	3050	514	115	103
12. 2. 68	3,05	284	21	3093	723	84	141
29. 4. 68	1,75	293	44	2393	601	170	187
13. 5. 68	1,05	402	45	1610	352	226	257
18. 7. 68	0,70	765	134	1435	493	373	256
15. 8. 68	2,90	249	56	1554	455	149	130
5. 9. 68	6,30	205	28	2470	329	90	26
22. 9. 68	45,00	262	21	2395	281	201	73

## SCHUSSEN

Tag	Abfluß m³/sec	Ammonium mg N/m³	Nitrit mg N/m³	Nitrat mg N/m³	gel. org. N mg N/m³	o-Phosphat mg P/m³	gel. Rest-P mg P/m³
11. 3. 67	19,00	344	33	2480	516	85	8
18. 4. 67	8,00	684	194	1830	1016	231	39
9. 5. 67	10,00	434	84	1830	596	151	97
13. 6. 67	16,50	244	49	2420	414	79	37
11. 7. 67	5,90	871	199	1278	741	438	113
11. 8. 67	6,90	1312	82	320	401	576	86
14. 9. 67	12,40	452	60	1725	315	98	44
10. 10. 67	5,90	722	86	552	228	469	87
14. 11. 67	4,90	1451	82	440	429	652	100
8. 1. 68	20,40	600	34	3075	661	155	103
12. 2. 68	13,70	413	31	3093	954	92	47
29. 4. 68	9,00	417	65	1968	569	187	48
13. 5. 68	7,80	572	77	1465	366	270	91
18. 7. 68	4,30	1358	108	605	172	392	198
15. 8. 68	20,90	271	79	1526	433	158	122
5. 9. 68	15,30	392	73	1980	266	134	55
22. 9. 68	150,00	316	28	2408	315	160	52



## Tabelle 2

Regressionskoeffizienten in der Gleichung für die Beziehung zwischen Abflußmenge und Konzentration je Fluß und je Komponente; allgemeine Form der vorläufig verwendeten

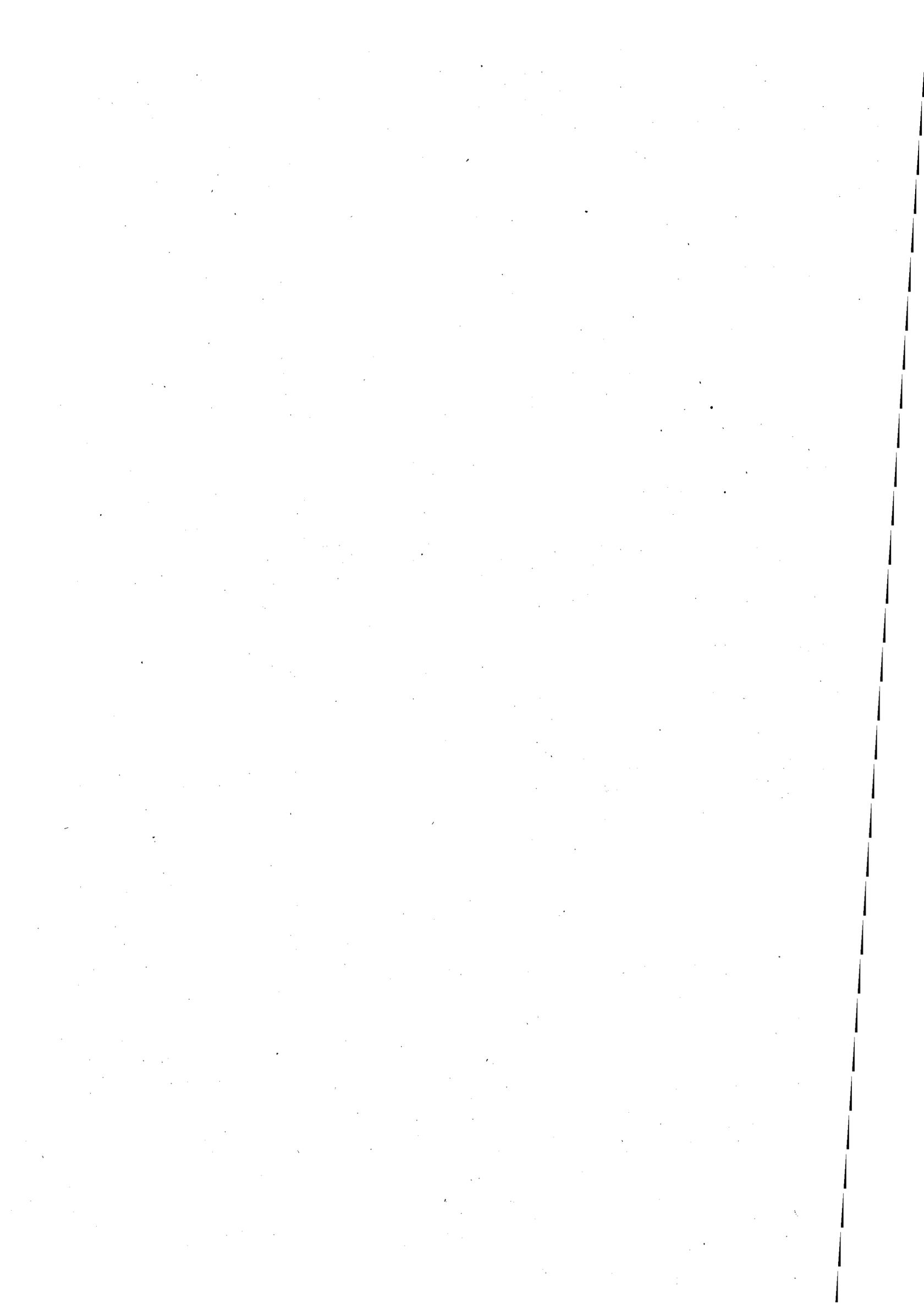
$$\text{Gleichung: } y = a + \frac{b}{x} + c \cdot x.$$

$$y = a + \frac{b}{x} + c \cdot x$$

	a	b	c
<b>ARGEN</b>			
Ammonium-N	41,1821	251,8442	0,397910
Nitrit-N	16,3052	- 20,5438	- 0,031521
Nitrat-N	1305,5218	- 417,9945	- 1,900696
org. gel. N	507,8435	- 1314,8672	- 0,509737
o-Phosphat-P	55,3768	- 102,5800	0,225064
gel. Rest-P	27,3859	- 128,7640	0,040581
<b>LEIBLACH</b>			
Ammonium-N	129,9896	- 14,4442	0,198431
Nitrit-N	14,2741	0,0912	- 0,102934
Nitrat-N	1301,4288	4,4960	- 13,761878
org. gel. N	361,9733	6,0127	- 2,244113
o-Phosphat-P	72,4659	- 2,9847	0,971898
gel. Rest-P	19,4914	- 1,1867	0,445580
<b>BREGENZER ACH</b>			
Ammonium-N	- 82,3163	2685,9871	0,645461
Nitrit-N	0,3763	77,8182	0,017460
Nitrat-N	452,9569	2732,2793	- 0,477099
org. gel. N	89,6413	10155,3791	0,616722
o-Phosphat-P	- 12,1294	572,9111	0,217870
gel. Rest-P	4,1250	37,5465	0,072165
<b>DORNBIRNER ACH</b>			
Ammonium-N	- 148,6569	3819,5705	4,142387
Nitrit-N	- 18,0279	290,4035	0,472583
Nitrat-N	640,4347	- 387,2058	- 2,138833
org. gel. N	401,4827	956,9799	- 3,085090
o-Phosphat-P	7,3224	555,0930	0,744212
gel. Rest-P	1,0797	185,2289	0,155734
<b>NEUER RHEIN</b>			
Ammonium-N	- 462,6590	94957,0801	0,725603
Nitrit-N	11,2963	- 73,2494	- 0,011731
Nitrat-N	804,3263	- 20122,5580	- 0,772266
org. gel. N	13,3470	31193,8215	0,337046
o-Phosphat-P	- 0,1759	2893,6233	0,002465
gel. Rest-P	1,5335	107,7720	0,021391
<b>ALTER RHEIN</b>			
Ammonium-N	- 492,0489	8358,5753	14,391559
Nitrit-N	4,6913	68,8941	0,240893
Nitrat-N	898,3347	- 1185,4553	0,411222
org. gel. N	1014,6078	- 5532,6454	- 20,161191
o-Phosphat-P	- 49,4914	695,9096	2,993735
gel. Rest-P	42,0259	- 155,5760	- 0,800599

$$y = a + \frac{b}{x} + c \cdot x$$

	a	b	c
<b>GOLDACH</b>			
Ammonium-N	288,9438	-12,3670	-23,050700
Nitrit-N	9,5618	10,5328	0,129519
Nitrat-N	1600,8794	73,5449	-55,284988
org. gel. N	442,0549	-25,7160	-19,871211
o-Phosphat-P	68,6485	109,2533	3,939139
gel. Rest-P	27,5825	24,1237	-2,861232
<b>STEINACH</b>			
Ammonium-N	-3118,1419	4182,2033	563,356835
Nitrit-N	77,5249	226,2545	-2,300575
Nitrat-N	2727,8870	161,7581	-81,198728
org. gel. N	622,4410	-185,4938	-26,436016
o-Phosphat-P	-1369,2705	2165,0607	263,604844
gel. Rest-P	-631,4956	701,2268	113,253742
<b>STOCKACHER AACH</b>			
Ammonium-N	297,5330	-27,2348	-6,958408
Nitrit-N	8,7590	75,9261	1,054799
Nitrat-N	2493,7216	139,3130	-38,377634
org. gel. N	809,9115	-566,1536	-26,502335
o-Phosphat-P	-27,5562	244,7857	7,812621
gel. Rest-P	-2,9315	53,7401	3,928688
<b>SEEFELDER AACH</b>			
Ammonium-N	215,0446	-61,0007	-0,356810
Nitrit-N	18,4478	36,9139	0,028436
Nitrat-N	2409,6291	-881,0207	-2,787459
org. gel. N	542,3493	-356,6859	-3,311461
o-Phosphat-P	13,1391	165,6923	2,566592
gel. Rest-P	39,9723	-26,2344	0,114737
<b>ROTACH</b>			
Ammonium-N	55,5981	381,8884	4,929406
Nitrit-N	29,5838	10,7963	-0,216877
Nitrat-N	2714,2534	-837,1732	-5,785317
org. gel. N	517,5072	-27,9280	-5,429691
o-Phosphat-P	45,7982	137,5668	3,426353
gel. Rest-P	80,5811	34,5793	-0,282270
<b>SCHUSSEN</b>			
Ammonium-N	-60,3441	6097,0333	2,352313
Nitrit-N	35,6907	431,8704	-0,087703
Nitrat-N	3140,6376	-12615,3056	-4,315434
org. gel. N	678,9583	-1279,6492	-2,479651
o-Phosphat-P	-79,7673	2851,4454	1,485657
gel. Rest-P	18,8499	510,2146	0,234624



## **Tabelle 3**

Monatliche Abflußmengen und Frachten je Komponente und je Fluß, Jahresabfluß und Jahresfracht je Komponente und je Fluß, monatliche Gesamtabflüsse und Gesamtfrachten je Komponente sowie Gesamtjahresabfluß und Gesamtjahresfracht je Komponente

Abflüsse (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	1967:						1968:						Summe
	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Januar	Februar	März	April	Mai	
ARGEN	84 153	24 624	32 486	44 064	21 254	24 624	42 249	61 948	67 996	81 388	76 118	35 337	596 241
LEIBLACH	13 746	1 883	5 771	8 112	2 194	3 430	7 637	10 506	13 046	10 117	3 672	2 877	82 991
LEIBLACH-KANAL	2 592	2 678	2 678	2 592	2 678	2 592	2 678	2 678	2 506	2 678	2 592	2 678	31 600
BREGENZER ACH	254 361	120 960	113 702	100 569	55 555	79 142	62 208	78 192	73 872	115 948	275 616	224 899	1 555 024
DORNBIRNER ACH	31 881	12 441	14 428	22 550	6 739	8 812	12 268	11 059	16 329	16 329	23 500	18 230	194 566
NEUER RHEIN	1 454 025	1 536 105	982 195	747 360	456 796	352 080	331 603	324 950	344 044	408 240	831 600	1 115 856	8 884 854
ALTER RHEIN	52 790	45 705	41 299	45 446	25 056	22 464	27 561	40 348	41 817	39 312	42 768	41 472	466 038
GOLDACH	7 205	1 874	2 712	7 257	1 797	1 028	2 635	4 656	5 512	6 099	4 985	2 531	48 291
STEINACH	3 214	1 866	1 874	3 654	1 460	1 028	1 736	3 179	3 101	3 041	2 600	2 617	29 370
ARBONER ACH	518	536	536	518	536	518	536	536	501	536	518	536	6 300
STOCKACHER AACH	5 097	3 551	2 954	3 533	2 894	3 430	4 233	7 188	7 283	5 642	4 138	5 088	55 013
SEEFELDER AACH	12 147	5 616	4 717	7 551	5 330	5 443	6 566	13 253	12 078	8 596	5 728	5 546	92 571
GRENZBACH	1 296	1 339	1 339	1 296	1 339	1 296	1 339	1 339	1 253	1 339	1 296	1 339	15 800
ROTACH	9 547	2 427	1 892	4 389	1 710	2 168	3 974	11 024	8 484	4 829	2 350	2 108	54 902
SCHUSSEN	48 470	16 848	16 588	26 524	14 860	16 070	20 217	45 619	38 707	28 080	16 848	14 428	303 259
Summe	1 981 042	1 778 453	1 225 171	1 025 415	600 198	524 125	527 440	616 475	636 529	732 174	1 294 329	1 475 542	12 416 820

Ammonium-N (kg)	1967:						1968:						Summe
	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Januar	Februar	März	April	Mai	
ARGEN	5 692	1 786	2 206	3 015	1 625	1 774	3 225	3 980	4 348	5 265	4 774	2 350	40 040
LEIBLACH	1 781	207	717	1 034	247	409	970	1 342	1 680	1 288	441	336	10 452
LEIBLACH-KANAL	1 934	1 990	1 990	1 934	1 990	1 934	1 990	1 990	1 870	1 990	1 934	1 990	23 536
BREGENZER ACH	4 962	1 759	2 561	2 972	3 901	2 501	3 816	2 699	2 400	3 422	6 263	1 886	39 142
DORNBIRNER ACH	8 694	8 773	8 724	8 659	9 422	8 772	9 147	8 851	7 697	8 461	7 422	8 243	102 865
NEUER RHEIN	228 009	215 106	82 952	67 033	101 377	118 904	131 077	133 041	113 223	115 002	82 006	100 780	1 488 510
ALTER RHEIN	12 507	11 244	11 613	13 436	13 637	13 491	14 024	12 440	11 140	12 095	10 895	11 322	147 844
GOLDACH	1 065	467	639	920	446	253	553	1 035	1 209	1 283	1 152	627	9 649
STEINACH	5 090	6 282	6 384	5 508	7 255	7 903	7 017	4 331	3 268	3 957	4 525	5 858	67 378
ARBONER ACH	844	872	872	844	872	844	872	872	816	872	844	872	10 296
STOCKACHER													
AACH	1 367	947	783	943	766	915	1 126	1 901	1 936	1 517	1 112	1 352	14 665
SEEFELDER AACH	2 429	1 039	848	1 456	979	1 008	1 241	2 658	2 422	1 675	1 068	1 025	17 848
GRENZBACH	3 459	3 574	3 574	3 459	3 574	3 459	3 574	3 574	3 344	3 574	3 459	3 574	42 198
ROTACH	1 790	1 171	1 135	1 310	1 123	1 123	1 318	2 016	1 588	1 341	1 133	1 148	16 196
SCHUSSEN	15 798	15 576	15 588	15 224	15 629	15 090	15 687	16 060	14 453	15 354	15 056	15 647	185 162
Summe	295 421	270 793	140 586	127 747	162 843	178 380	195 637	196 790	171 394	177 096	142 084	157 010	2 215 781

Nitrit-N (kg)	1967:						1968:						Summe
	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Januar	Februar	März	April	Mai	
ARGEN	1 194	338	459	621	285	339	569	895	984	1 173	1 109	503	8 469
LEIBLACH	179	26	79	107	31	48	100	142	175	138	51	40	1 116
LEIBLACH-KANAL	53	55	55	53	55	53	55	55	52	55	53	55	649
BREGENZER ACH	809	376	379	355	263	287	278	290	270	408	900	650	5 265
DORNBIRNER ACH	581	598	590	587	678	614	641	608	496	558	444	531	6 926
NEUER RHEIN	5 666	6 301	6 323	5 558	4 020	3 210	3 062	3 004	3 145	3 614	5 637	6 545	56 085
ALTER RHEIN	707	588	538	628	361	332	400	539	549	520	551	535	6 248
GOLDACH	101	46	54	104	45	37	54	74	81	89	76	52	813
STEINACH	818	747	747	845	716	665	735	840	797	832	780	797	9 319
ARBONER ACH	34	36	36	34	36	34	36	36	33	36	34	36	421
STOCKACHER													
AACH	253	239	232	233	232	232	249	291	278	265	240	261	3 005
SEEFELDER AACH	321	202	186	235	197	196	220	345	317	258	201	201	2 879
GRENZBACH	119	123	123	119	123	119	123	123	115	123	119	123	1 452
ROTACH	298	100	84	154	79	91	143	338	271	169	96	90	1 913
SCHUSSEN	2 740	1 748	1 739	2 027	1 679	1 683	1 856	2 692	2 407	2 132	1 710	1 664	24 077
Summe	13 873	11 523	11 624	11 660	8 800	7 940	8 521	10 272	9 970	10 370	12 001	12 083	128 637

Nitrat-N (kg)	1967:						1968:						Summe
	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Januar	Februar	März	April	Mai	
ARGEN	101 259	30 558	40 363	53 823	26 267	30 548	50 165	76 151	83 340	99 216	93 578	43 962	729 230
LEIBLACH	15 685	2 384	7 111	9 382	2 814	4 369	8 798	12 607	15 529	12 365	4 676	3 674	99 394
LEIBLACH-KANAL	2 918	3 015	3 015	2 918	3 015	2 918	3 015	3 015	2 821	3 015	2 918	3 015	35 598
BREGENZER ACH	108 298	58 765	55 326	49 465	31 535	41 411	34 207	41 300	39 012	55 570	115 670	99 426	729 985
DORNBIRNER ACH	17 589	6 728	7 873	12 348	3 178	4 546	6 437	5 908	9 201	9 080	13 522	10 264	106 674
NEUER RHEIN	420 651	466 979	434 863	371 565	251 376	193 067	180 717	176 551	189 613	221 729	381 904	457 578	3 746 593
ALTER RHEIN	44 831	38 208	34 198	38 157	19 435	17 189	21 732	33 354	34 903	32 398	35 640	34 347	384 392
GOLDACH	9 364	3 099	4 273	8 609	2 978	1 809	3 995	6 987	8 163	8 893	7 557	4 080	69 807
STEINACH	8 571	5 394	5 399	9 514	4 328	3 185	4 995	8 670	8 511	8 406	7 255	7 168	81 396
ARBONER ACH	754	779	779	754	779	754	779	779	729	779	754	779	9 198
STOCKACHER													
AACH	12 638	9 029	7 614	8 969	7 470	8 726	10 596	17 395	17 614	13 940	10 414	12 576	136 981
SEEFELDER AACH	26 798	11 138	8 984	15 839	10 455	10 797	13 405	29 354	26 728	18 276	11 481	10 973	194 228
GRENZBACH	2 008	2 075	2 075	2 008	2 075	2 008	2 075	2 075	1 941	2 075	2 008	2 075	24 498
ROTACH	23 427	4 331	2 884	9 653	2 394	3 701	8 457	27 235	20 743	10 808	4 193	3 469	121 295
SCHUSSEN	114 171	18 663	17 846	48 741	12 523	17 301	28 742	104 929	87 180	53 081	19 720	11 234	534 131
Summe	908 962	661 145	632 603	641 745	380 622	342 329	378 115	546 310	546 028	549 631	711 290	704 620	7 003 400

gel. org. N (kg)	1967:						1968:						Summe
	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Januar	Februar	März	April	Mai	
ARGEN	37311	8857	12727	18266	7175	8958	16895	26971	30061	36223	33984	14142	251570
LEIBLACH	4630	685	2038	2758	801	1239	2592	3643	4499	3545	1326	1044	28800
LEIBLACH-KANAL	1688	1745	1745	1688	1745	1688	1745	1745	1632	1745	1688	1745	20599
BREGENZER ACH	67219	42364	41909	39436	33403	35380	34442	36064	33740	43110	72039	59977	539083
DORNBIRNER ACH	12648	7266	7879	9961	5124	5882	6937	6806	8540	8628	11159	9343	100173
NEUER RHEIN	404330	415956	228134	168252	116767	102121	101986	101380	98764	112012	194436	266925	2311063
ALTER RHEIN	15722	15659	13709	12335	5604	4417	5862	12241	13473	12388	14658	14173	140241
GOLDACH	2269	724	1034	1991	691	377	945	1750	2068	2243	1916	989	16997
STEINACH	1319	622	621	1509	383	152	527	1340	1350	1291	1053	1000	11167
ARBONER ACH	230	237	237	230	237	230	237	237	222	237	230	237	2801
STOCKACHER													
AACH	2361	1222	788	1253	744	1180	1681	3681	3860	2722	1699	2268	23459
SEEFELDER AACH	5438	2049	1575	3084	1900	1986	2537	5969	5455	3613	2137	2014	37757
GRENZBACH	574	593	593	574	593	574	593	593	555	593	574	593	7002
ROTACH	4571	1166	896	2114	804	1035	1899	5211	4144	2369	1129	1006	26344
SCHUSSEN	26514	7734	7562	13614	6455	7323	9690	24928	21479	14879	7838	6170	154186
Summe	586824	506879	321447	277065	182426	172542	188568	232559	229842	245598	345866	381626	3671242

o-Phosphat-P (kg)	1967:						1968:						Summe
	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Januar	Februar	März	April	Mai	
ARGEN	5 284	1 144	1 634	2 484	944	1 158	2 523	3 582	4 027	4 933	4 507	1 806	34 026
LEIBLACH	1 144	134	439	664	154	248	626	829	1 041	782	266	206	6 533
LEIBLACH-KANAL	1 262	1 304	1 304	1 262	1 304	1 262	1 304	1 304	1 220	1 304	1 262	1 304	15 396
BREGENZER ACH	4 792	1 593	1 750	1 712	1 292	1 218	1 368	1 241	1 130	2 076	5 564	3 264	27 000
DORNBIRNER ACH	2 307	1 648	1 707	1 983	1 570	1 536	1 709	1 615	1 610	1 724	1 793	1 750	20 952
NEUER RHEIN	9 468	9 761	8 539	7 935	7 868	7 559	7 794	7 791	7 306	7 846	8 103	8 786	98 756
ALTER RHEIN	2 689	1 962	1 805	2 494	1 368	1 291	1 581	1 927	1 915	1 801	1 824	1 754	22 411
GOLDACH	946	428	497	1 009	422	355	503	659	712	787	669	478	7 465
STEINACH	3 209	3 664	3 713	3 445	4 083	4 329	3 990	2 860	2 328	2 682	2 890	3 533	40 726
ARBONER ACH	238	246	246	238	246	238	246	246	230	246	238	246	2 904
STOCKACHER													
AACH	582	598	600	578	600	578	606	641	595	593	574	614	7 159
SEEFELDER AACH	763	549	527	595	541	532	582	822	730	629	539	546	7 355
GRENZBACH	1 377	1 423	1 423	1 377	1 423	1 377	1 423	1 423	1 331	1 423	1 377	1 423	16 800
ROTACH	981	489	460	610	450	464	602	1 137	844	624	473	471	7 605
SCHUSSEN	5 369	6 459	6 477	5 920	6 575	6 271	6 389	5 566	5 012	5 851	6 217	6 605	72 711
Summe	40 411	31 402	31 121	32 306	28 840	28 416	31 246	31 643	30 031	33 301	36 296	32 786	387 799

gel. Rest-P (kg)	1967:							1968:					Summe
	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Januar	Februar	März	April	Mai	
ARGEN	2131	339	564	928	244	351	894	1428	1633	2010	1851	645	13018
LEIBLACH	336	36	122	193	41	67	183	236	298	220	72	55	1859
LEIBLACH-KANAL	537	555	555	537	555	537	555	555	519	555	537	555	6552
BREGENZER ACH	3264	1105	1098	991	472	653	552	640	594	1224	3692	2504	16789
DORNBIRNER ACH	647	524	535	583	510	496	537	518	502	538	543	542	6475
NEUER RHEIN	21806	22438	10138	6338	2710	1870	1686	1643	1813	2375	8058	12692	93567
ALTER RHEIN	879	872	787	722	437	380	452	727	768	731	822	806	8383
GOLDACH	143	111	125	138	109	89	115	158	168	177	168	125	1626
STEINACH	689	880	923	750	1088	1222	1055	522	350	432	571	793	9275
ARBONER ACH	78	80	80	78	80	78	162	80	75	80	78	80	947
STOCKACHER													
AACH	168	153	148	149	147	148	165	215	205	174	154	178	2004
SEEFELDER AACH	425	155	119	236	144	150	194	468	424	276	162	152	2905
GRENZBACH	156	162	162	156	162	156	162	162	151	162	156	162	1909
ROTACH	843	287	244	438	230	263	408	959	761	478	278	261	5450
SCHUSSEN	2527	1710	1705	1924	1666	1651	1805	2474	2158	1967	1666	1657	22910
Summe	34629	29407	17305	14161	8595	8111	8925	10785	10419	11399	18808	21207	193669

## **Tabelle 4**

Monatliche Gesamtabflüsse und Gesamtfrachten je Komponente

	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai
ABFLÜSSE (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	1981	1778	1225	1025	600	524	527	616	637	732	1294	1476
AMMONIUM-N (t)	295	271	141	128	163	178	196	197	171	177	142	157
NITRIT-N (t)	14	12	12	12	9	8	9	10	10	10	12	12
NITRAT-N (t)	909	661	633	642	381	342	378	546	546	550	711	704
GEL. ORG. N (t)	587	507	321	277	182	173	189	233	230	246	346	382
o-PHOSPHAT-P (t)	40	31	31	32	29	28	31	32	30	33	36	33
GEL. REST-P (t)	35	29	17	14	9	8	9	11	10	11	19	21

## **Tabelle 5**

**Jahresabfluß und Jahresfracht je Fluß und je Komponente**

	Abfluß 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Ammonium t N	Nitrit t N	Nitrat t N	gel. org. N t N	o-Phosphat t P	gel. Rest-P t P
ARGEN	596	40	8	729	252	34	13
LEIBLACH	83	10	1	99	29	7	2
LEIBLACH-KANAL	32	24	<1	36	21	15	7
BREGENZER ACH	1 555	39	5	730	539	27	17
DORNBIRNER ACH	195	103	7	107	100	21	6
NEUER RHEIN	8 885	1 489	56	3 747	2 311	99	94
ALTER RHEIN	466	148	6	384	140	22	8
GOLDACH	48	10	<1	70	17	7	2
STEINACH	29	67	9	81	11	41	9
ARBONER ACH	6	10	<1	9	3	3	<1
STOCKACHER							
AACH	55	15	3	137	23	7	2
SEEFELDER AACH	93	18	3	194	38	7	3
GRENZBACH	16	42	1	24	7	17	2
ROTACH	55	16	2	121	26	8	5
SCHUSSEN	303	185	24	534	154	73	23

## **Tabelle 6**

Durchschnittliche Konzentrationen der monatlichen Totalfrachten je Komponente

	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Jahr
AMMONIUM-N	149	152	115	125	271	340	371	319	269	242	110	106	178
NITRIT-N (mg/m <sup>3</sup> )	7	6	9	11	15	15	16	17	16	14	9	8	10
NITRAT-N (mg/m <sup>3</sup> )	459	372	516	626	634	653	717	886	858	751	550	478	564
GEL. ORG. N (mg/m <sup>3</sup> )	296	285	262	270	304	329	358	377	361	335	267	259	296
o-PHOSPHAT-P (mg/m <sup>3</sup> )	20	18	25	32	48	54	59	51	47	45	28	22	31
GEL. REST-P (mg/m <sup>3</sup> )	17	17	14	14	14	15	17	17	16	16	15	14	16

## **Tabelle 7**

Jahresdurchschnittliche Konzentration je Fluß und je Komponente  
sowie Standardabweichung

	Ammonium-N			Nitrit-N		
	mg/m <sup>3</sup>	s <sub>xy</sub>		mg/m <sup>3</sup>	s <sub>xy</sub>	
		mg/m <sup>3</sup>	%		mg/m <sup>3</sup>	%
ARGEN	67,2	64,7	96	14,2	4,5	32
LEIBLACH	126,	70,8	56	13,4	6,9	51
LEIBLACH-KANAL	745,	—	—	20,5	—	—
BREGENZER ACH	25,2	42,0	167	3,4	2,7	79
DORNBIRNER ACH	529,	260,	49	35,6	20,5	58
NEUER RHEIN	168,	126,	75	6,3	3,1	49
ALTER RHEIN	317,	74,3	23	13,4	5,3	40
GOLDACH	200,	160,	80	16,8	9,0	54
STEINACH	2294,	2517,	110	317,	387,	122,
ARBONER ACH	1634,	—	—	66,8	—	—
STOCKACHER AACH	267,	90,1	34	54,6	32,5	60
SEEFELDER AACH	193,	69,2	36	31,1	13,4	43
GRENZBACH	2671,	—	—	91,9	—	—
ROTACH	295,	165,	56	34,8	27,8	80
SCHUSSEN	611,	204,	33	79,4	43,2	54

	Nitrat-N			gel. org. N		
	mg/m <sup>3</sup>	s <sub>xy</sub>		mg/m <sup>3</sup>	s <sub>xy</sub>	
		mg/m <sup>3</sup>	%		mg/m <sup>3</sup>	%
ARGEN	1233,	308,	25	422,	163,	39
LEIBLACH	1198,	252,	21	347,	135,	39
LEIBLACH-KANAL	1127,	—	—	652,	—	—
BREGENZER ACH	469,	128,	27	347,	423,	122
DORNBIRNER ACH	548,	206,	38	515,	200,	39
NEUER RHEIN	422,	119,	28	260,	140,	54
ALTER RHEIN	825,	271,	33	301,	147,	49
GOLDACH	1445,	310,	21	352,	169,	48
STEINACH	2771,	1456,	52	380,	272,	71
ARBONER ACH	1460,	—	—	445,	—	—
STOCKACHER AACH	2490,	186,	7	426,	167,	39
SEEFELDER AACH	2098,	302,	14	408,	166,	41
GRENZBACH	1551,	—	—	443,	—	—
ROTACH	2209,	401,	18	480,	122,	25
SCHUSSEN	1761,	527,	30	508,	243,	48

	o-Phosphat-P			gel. Rest-P		
	mg/m <sup>3</sup>	S <sub>xy</sub>		mg/m <sup>3</sup>	S <sub>xy</sub>	
		mg/m <sup>3</sup>	‰		mg/m <sup>3</sup>	‰
ARGEN	57,1	18,5	32	21,8	12,1	56
LEIBLACH	78,7	25,9	33	22,4	13,2	59
LEIBLACH-KANAL	487,	–	–	207,	–	–
BREGENZER ACH	17,4	20,8	120	10,8	7,1	66
DORNBIRNER ACH	108,	79,9	74	33,3	26,7	80
NEUER RHEIN	11,1	3,8	34	10,5	7,0	67
ALTER RHEIN	48,1	16,3	34	18,0	16,8	93
GOLDACH	155,	70,1	45	33,7	28,5	85
STEINACH	1386,	1260,	91	316,	411,	130
ARBONER ACH	461,	–	–	150,	–	–
STOCKACHER AACH	130,	32,2	25	36,4	26,0	71
SEEFELDER AACH	79,4	22,7	29	31,4	28,6	91
GRENZBACH	1063,	–	–	121,	–	–
ROTACH	139,	56,9	41	99,3	75,2	76
SCHUSSEN	240,	103,	43	75,5	37,0	49



## Tabelle 8

Die Zufuhr von gelösten Stickstoff- und Phosphorverbindungen zum Bodensee-Obersee  
aus seinen Zuflüssen;

Vergleich der Untersuchungsergebnisse 1958/59, 1961 und 1967/68 (t/Jahr)

	Ammonium-N		Nitrit-N		Nitrat-N			o-Phosphat-P		
	1961	1967	1961	1967	1958	1961	1967	1958	1961	1967
	/68	/68	/68	/68	/59	/68	/68	/59	/68	/68
ARGEN	52	40	4	8	180	380	730	2	4	34
LEIBLACH	3	10	0	1	77	14	99	2	0	7
LEIBLACH-KANAL	-	24	-	1	17	29	36	3	-	15
BREGENZER ACH	-	39	-	5	510	580	730	6	-	27
DORNBIRNER ACH +										
LUSTENAUER KANAL	-	100	-	7	93	130	110	3	-	21
NEUER RHEIN	-	1500	-	56	2500	4200	3700	45	-	99
ALTER RHEIN	77	150	3	6	360	180	380	12	13	22
GOLDACH	6	10	1	1	25	27	70	2	5	7
STEINACH	130	67	8	9	29	71	81	19	49	41
ARBONER ACH	-	10	-	0	6	-	9	2	-	3
STOCKACHER AACH	12	15	3	3	120	130	140	3	4	7
SEEFELDER AACH	10	18	2	3	150	140	190	2	3	7
GRENZBACH	4	42	0	1	-	5	24	-	1	17
ROTACH	32	16	1	2	69	59	120	5	5	8
SCHÜSSEN	160	190	17	24	140	340	530	13	24	73
Literatur	(4)	-	(4)	-	(6)	(4)	-	(6)	(4)	-

## Tabelle 9

Die Frachten an gelösten Phosphor- und Stickstoff-Verbindungen einiger Bodenseezuflüsse;  
Vergleich aller bisherigen Berechnungen (t/Jahr)

	Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N	o-Phosphat-P	gel. Rest-P	Literatur
<b>ARGEN</b>						
1957	87	—	220	—	—	(11)
1958/59	—	—	180	2	—	(6)
1961	52	4	380	4	—	(4)
1962	6	—	210	13	—	(11)
1963	6	—	95	13	—	(11)
1967/68	50	—	900	31	19	(13)
1967/68	40	8	730	34	13	—
<b>NEUER RHEIN</b>						
1958/59	—	—	2500	45	—	(6)
1961	—	—	4200	—	—	(4)
1965	1100	43	2200	68	—	(9)
1965/66	—	—	—	49	52	(19)
1967/68	1500	56	3700	99	94	—
<b>STOCKACHER AACH</b>						
1958/59	—	—	120	3	—	(6)
1961	12	3	130	4	—	(4)
1960-63	—	—	110	<1	—	(5)
1967/68	15	3	140	7	2	—
<b>SCHUSSEN</b>						
1957	120	—	200	—	—	(12)
1958/59	—	—	140	13	—	(6)
1961	160	17	340	24	—	(4)
1961/62	—	—	—	25	—	(16)
1962	140	—	210	32	—	(12)
1967/68	190	24	530	73	23	—
1968/69	230	—	790	66	46	(14)

## Tabelle 10

Die Belastung des Bodensees mit gelösten Phosphor- und Stickstoffverbindungen  
durch seine Zuflüsse  
Vergleich der bisher vorliegenden Berechnungen (t/Jahr)

	1958/59	1961	1962/63	1967/68
Ammonium-N	-	-	2000	2200
Nitrit-N	-	-	110	130
Nitrat-N	4200	6300	5800	7000
o-Phosphat-P	120	-	260	390
Literatur	(6)	(4)	(17)	-