

Die organischen Substanzen in der Birs und den von ihr abzweigenden Kanälen

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Baselland**

Band (Jahr): **18 (1948-1949)**

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

stoffführung des Flusses schwankt zwischen praktisch Null (Niederwasser) und etwa 528 mg/l (Hochwasser vom 14. 6. 1946). Die mittlere Schwebestoffführung dürfte in der Grössenordnung der Konzentration an gelösten mineralischen Bestandteilen (ca. 228 mg/l) liegen und die mechanische Abtragung einen der chemischen entsprechenden Wert erreichen. Der gesamte mittlere jährliche Abtrag des Einzugsgebietes der Birs kann demnach zu etwa 0,1 mm/Jahr oder zu 1 cm in 100 Jahren geschätzt werden. Dieser Wert entspricht annähernd der mittleren Abtragung des humiden Gebietes der Erde, der nach KALLE 0,085 mm/Jahr beträgt, während er im Hochgebirge wesentlich grösser ist (Rhone = 0,288 mm, Arve = 0,21 mm, Reuss = 0,24 mm; nach UETRECHT).

Was jedoch das Einzugsgebiet der Birs deutlich vom mittleren Verhalten der humiden Gebiete unterscheidet, ist der Anteil von chemischer und mechanischer Abtragung. Das Verhältnis zwischen gelöstem und suspendiertem Material beträgt etwa:

Birs	ca. 1 : 1
Rhone (Porte-du-Scex)	1 : 3,3
Humide Gebiete (Mittel)	1 : 5,5

In dem durch die Birs erfolgenden Stofftransport kommt somit deutlich der Verwitterungscharakter des Kalkgebirges zum Ausdruck.

Dass die Birs bei Hochwasser bedeutende Mengen an organischen Stoffen führt, geht aus dem hohen Kaliumpermanganatverbrauch hervor. Es dürfte sich hierbei wohl zur Hauptsache um beim mechanischen Abtrag weggeschwemmte organische Substanzen (Humus) handeln, die wohl eine hohe chemische Oxydierbarkeit besitzen, deren Biochemischer Sauerstoffbedarf aber gering ist.

L. Die organischen Substanzen in der Birs und den von ihr abzweigenden Kanälen

I. Die Gewässer oberhalb Angenstein

Änderungen im Längsprofil

Wie aus den am 11. 4. 1946 und 16. 8. 1946 ausgeführten Bestimmungen des Biochemischen Sauerstoffbedarfs und des Kaliumpermanganatverbrauchs hervorgeht, findet im allgemeinen und gesamthaft betrachtet zwischen der Lützelmündung (A 1) und Duggingen (A 6) eine Zunahme der Konzentration oxydierbarer organischer Substanzen statt. Dies ist nicht weiter erstaunlich, wenn man bedenkt, dass die Birs auf

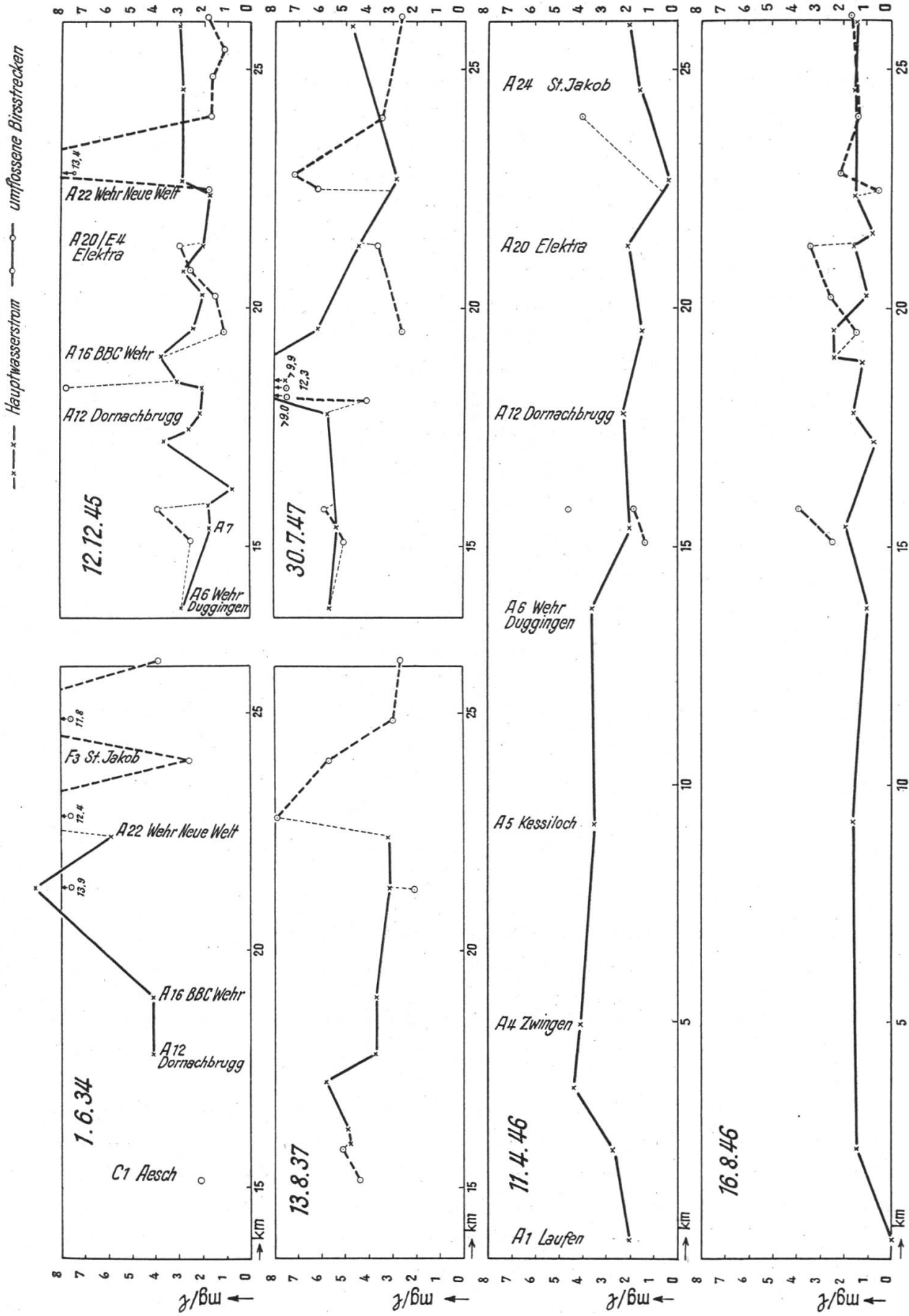


Abbildung 134. Längsprofile des Biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB₅) (I. 6. 34.: aus BSB₂ berechnet)

dieser Strecke die Abwässer von drei grösseren Ortschaften und von drei Papierfabriken aufzunehmen hat. Immerhin ist die Zunahme der Belastung mit organischen Substanzen nicht so gross, wie sie auf Grund der erfolgenden Zufuhr organischer Stoffe anzunehmen wäre. Dies weist auf ein bemerkenswertes Selbstreinigungsvermögen dieser Gewässerstrecke hin.

Die Kanalstrecke zwischen den Stationen A 6 und A 7, welche keine zusätzlichen Verunreinigungen erhält, zeigte im Längsprofil des 11. 4. 1946 eine deutliche Abnahme des BSB₅. Dass diese Verminderung des BSB₅ nicht zufällig ist, geht daraus hervor, dass von oberhalb Zwingen (A 3) bis Duggingen (A 6) BSB₅-Werte zwischen 3,5 und 4,4 mg/l festgestellt wurden, während wir bei A 7 im ganzen Tagesquerschnitt keinen solch hohen Wert beobachtet hatten. Da die Fliesszeit zwischen A 6 und A 7 weniger als eine Stunde beträgt, kommen für einen Vergleich die bei A 6 um 1605 und die bei A 7 um 1600 und 1700 gefassten Proben in Frage. Aus diesem Vergleich ergibt sich zwischen A 6 und A 7 eine Abnahme des BSB₅ von etwa 1,4 bis 1,6 mg/l. – Auch in den Längsprofilen vom 12. 12. 1945 und vom 30. 7. 1947 sehen wir zwischen A 6 und A 7 eine Abnahme des BSB₅.

Anfall organischer Substanzen bei Angenstein

Aus den Tagesquerschnitten bei A 7 und C 1 lässt sich der durch die im Hauptwasserstrom und in der umflossenen Birsstrecke anfallenden organischen Stoffe bedingte Biochemische Sauerstoffbedarf ermitteln. Näherungswerte dieses Stoffanfalls können wir auch aus den in Längsprofilen erhobenen Einzelproben schätzen.

	13. 8. 1937 ²⁹⁾	12. 12. 1945 ²⁹⁾	11./12. 4. 1946 ²⁸⁾	15./16. 8. 1946 ²⁸⁾	30. 7. 1947 ²⁹⁾
BSB ₅ in mg/l			Tag		
Hauptwasserstrom (A 7/8)	4,8	1,75	2,34	1,84	5,4
Birs (C 1)	4,4	2,1	2,19	1,68	5,1
BSB ₅ in kg/Tag ³⁰⁾					
Hauptwasserstrom (A 7/8)	1 290	900	1 070	620	930
Birs (C 1)	110	130	110	60	90
Total	1 400	1 030	1 180	680	1 020
Einwohnergleichwerte . . .	26 000	19 000	22 000	13 000	19 000

²⁸⁾ Tagesmittel (Tagesquerschnitte).

²⁹⁾ Einzelproben (Längsprofile).

³⁰⁾ Die Abflussmengen wurden auf Grund der Werte von Münchenstein wie folgt geschätzt:

	13. 8. 1937	12. 12. 1945	11./12. 4. 1946	15./16. 8. 1946	30. 7. 1947
			m ³ /Tag		
A 7/8	268 000	518 000	458 000	337 000	175 000
C 1	26 000	60 000	52 000	35 000	18 000

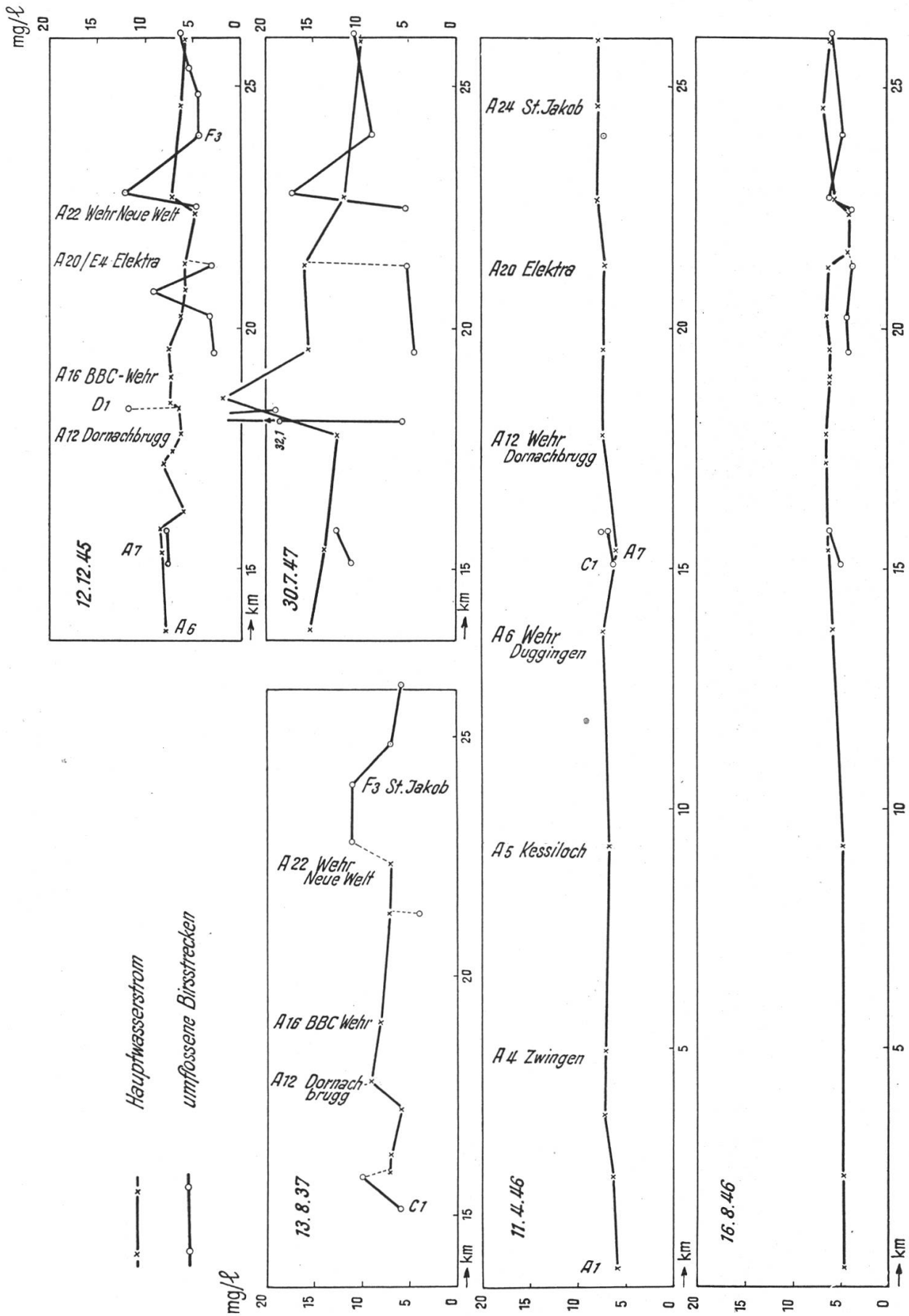


Abbildung 135. Längsprofile des Kaliumpermanganat-Verbrauchs

Nach den Werten der Tagesquerschnitte wirken sich die an der bernisch-basellandschaftlichen Kantonsgrenze bei Angenstein im Kanal (Hauptwasserstrom) und in der umflossenen Birsstrecke anfallenden organischen Substanzen so aus, wie wenn dort die Abwässer einer Stadt von 13 000 bis 22 000 Einwohnern eingeleitet würden. Wenn man bedenkt, dass die zwischen Angenstein und der Mündung des St. Alban-Teiches in den Rhein angeschlossenen Kanalisationen zusätzlich die Abwässer von einer geringeren Einwohnerzahl, nämlich 11 500 Personen, dem Hauptwasserstrom zuführen, so ist deutlich ersichtlich, welche beträchtliche Verunreinigung der durch den Kanton Baselland fließende Unterlauf der Birs aus deren bernischem und solothurnischem Einzugsgebiet zu übernehmen hat.

Würde im Vorfluter oberhalb Angenstein keine Selbstreinigung stattfinden, so wäre ein Anfall von rund 50 000 Einwohnergleichwerten zu erwarten. Durch die Selbstreinigung findet somit ein Abbau auf etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ des ursprünglichen Anfalls an organischen Substanzen statt.

Tägliche Schwankungen

Die tägliche Ganglinie der Einzelwerte des BSB_5 bei A 7 gibt ein wenig klares Bild der zeitlichen Verteilung des Anfalls biochemisch oxydierbarer organischer Stoffe. Wir bilden deshalb aus je drei Werten sogenannte übergreifende Mittel. In der Ganglinie dieser übergreifenden Mittel sind nun deutlich je zwei Maxima und zwei Minima des BSB_5 zu erkennen; diese erscheinen jedoch an beiden Untersuchungstagen zeitlich verschoben. Am 16. 8. 1946 stieg der BSB von 6–11 Uhr morgens steil an, um dann ebenso steil wieder abzufallen. Im Tagesquerschnitt vom 11./12. 4. 1946 war dieses Maximum ebenfalls zu erkennen, es war aber viel breiter und dauerte bis in den Nachmittag an. Ein zweites Maximum trat im August am späten Abend (etwa 1800–2000), im April dagegen erst vor Mitternacht auf. Man sieht jedenfalls, dass der tägliche Gang des Anfalls biochemisch oxydierbarer Substanzen je nach den in der oberhalb der Probefassungsstelle gelegenen Abbaubedingungen und je nach den Abflussmengen sehr verschieden sein kann. Bemerkenswert ist auch, dass das absolute Konzentrations-Maximum im August trotz des kleineren Mittelwertes grösser war als im April.

Auffallend ist ferner der Unterschied der Ganglinie von BSB und Kaliumpermanganatverbrauch, was zeigt, dass die zeitlichen Schwankungen des Anfalls biochemisch oxydierbarer und rein chemisch oxydierbarer Substanzen nicht zusammenfallen. Dies dürfte damit zu-

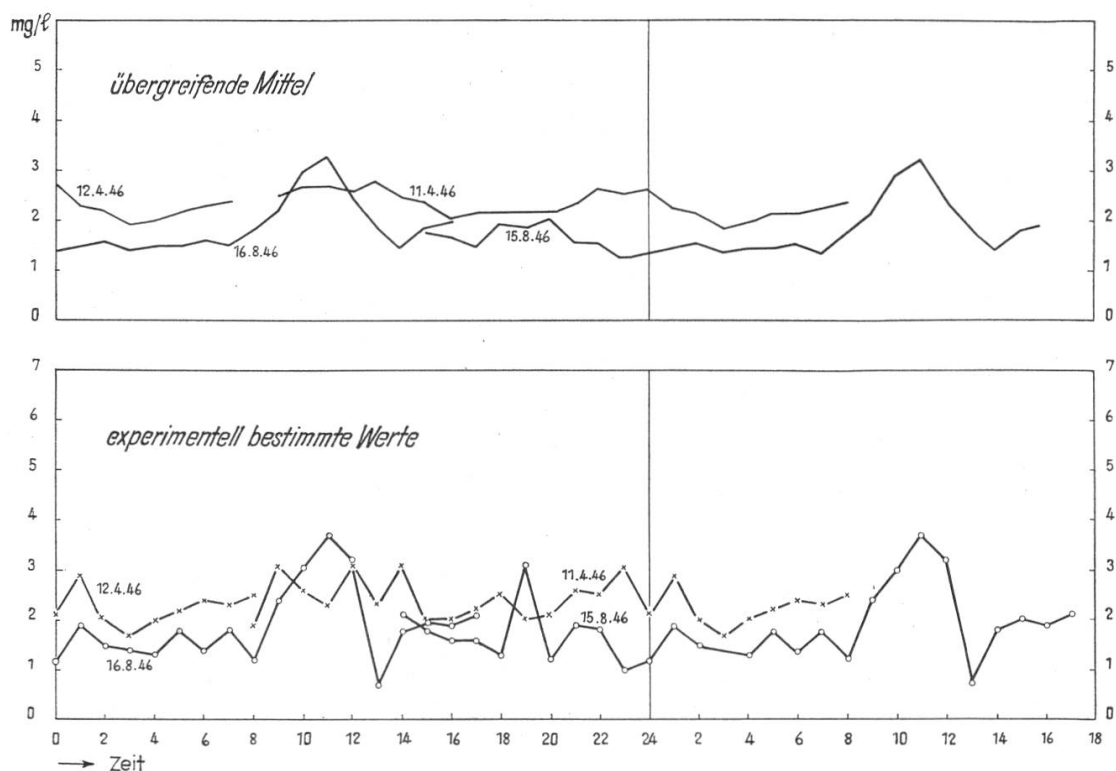


Abbildung 136. Täglicher Gang des Biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB₅) bei A 7

sammenhängen, dass die vorhandene organische Verunreinigung nicht das Ergebnis der Verunreinigung eines einheitlichen Abwassers ist; sie stellt offenbar das Produkt der Einleitung von mindestens zwei Abwässern, welche ein verschiedenes Verhältnis zwischen biochemischem und rein chemischem Sauerstoffbedarf besitzen, dar. Als Beispiel sei hier noch auf die ausgeprägte Spitze der Ganglinie des KMnO_4 -Verbrauchs

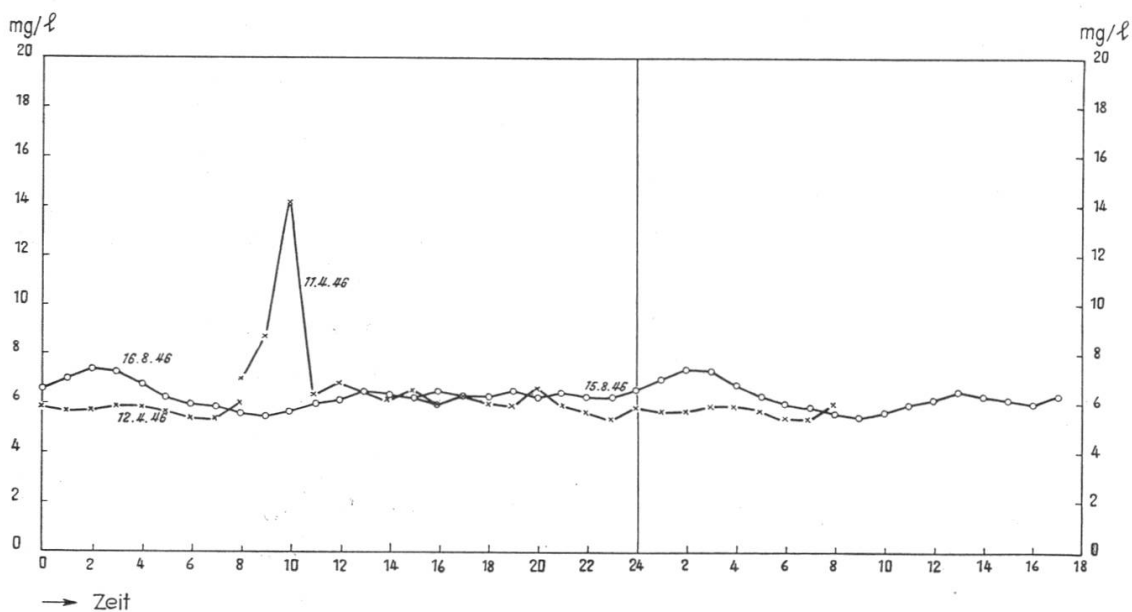


Abbildung 137. Täglicher Gang des Kaliumpermanganat-Verbrauchs bei A 7

vom 11. 4. 1946 um 1000 verwiesen, welche in der BSB₅-Ganglinie kein Äquivalent besitzt.

Bei C 1, in der umflossenen Birsstrecke, besitzt die tägliche Ganglinie des BSB₅ einen ganz anderen Verlauf, was insofern nicht erstaunlich ist, als die Fliesszeit zwischen dem Wehr, wo sich Kanal und Birs trennen, und A 7 weniger als eine Stunde, zwischen Wehr und C 1 dagegen mehrere Stunden beträgt. Bei C 1 tritt deshalb eine Verzögerung des Anfalls organischer Substanzen ein, was zusammen mit den täglichen Schwankungen der Abbaubedingungen den abweichenden Verlauf der Ganglinie des BSB₅ erklären lässt.

Der mittlere BSB₅ der umflossenen Birsstrecke war an beiden Tagen, an denen Tagesquerschnitte durchgeführt wurden, niedriger als derjenige des Kanals. Dies muss z. T. auf die längere und günstigere Selbstreinigungsmöglichkeit und z. T. auf die Beimischung von nicht oder wenig verunreinigtem Grundwasser zurückgeführt werden.

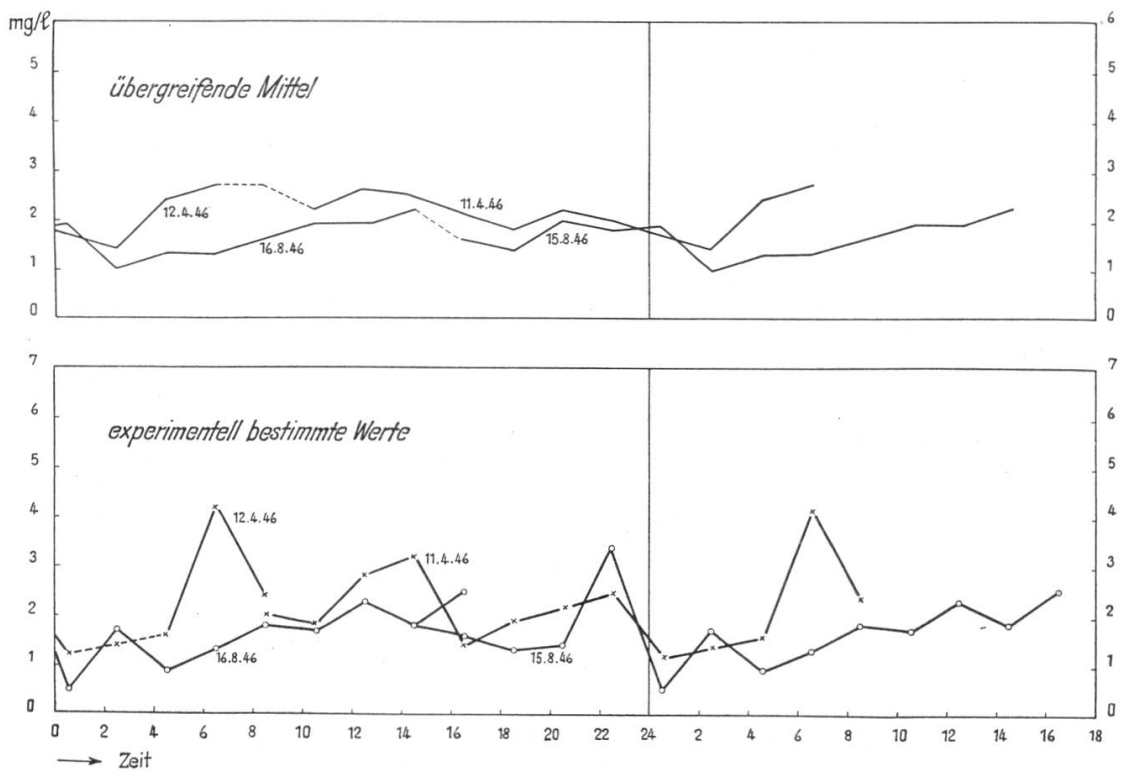


Abbildung 138. Täglicher Gang des Biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB₅) bei C 1

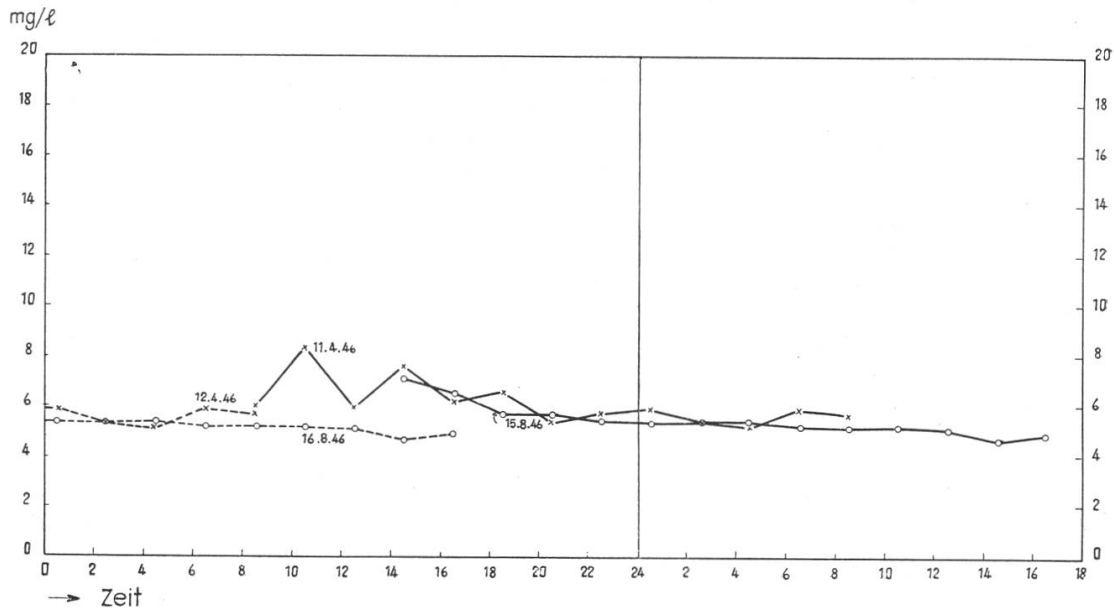


Abbildung 139. Täglicher Gang des Kaliumpermanganat-Verbrauchs bei C 1

2. Der Hauptwasserstrom von Angenstein bis zum Rhein

Änderungen im Längsprofil

Unterhalb Aesch wird der Hauptwasserstrom durch verschiedene Abwasserzuleitungen weiter verunreinigt. Die Verteilung der BSB₅-Werte im Längsprofil zeigt jedoch, dass die einzelnen Werte z. T. durch örtliche und zeitliche Besonderheiten stark beeinflusst sind. Zum Beispiel dürfte bei der linksufrig erfolgten Probefassung A 14 vom 20. 7. 1947 die Durchmischung noch sehr unvollständig gewesen und durch die Probe noch zur Hauptsache das der umflossenen Birsstrecke entstammende Wasser erfasst worden sein. Andererseits hatte am 16. 8. 1946 die am gleichen Ufer wie die Mündung des Reinacher Dorfbaches und nur 65 m flussabwärts derselben gelegene Station A 15 sogar einen niedrigeren BSB₅-Wert als A 12, während sowohl die am andern Ufer gelegene A 16 sowie der Kanal (A 17) am selben Tage Werte besaßen, die gegenüber denjenigen von A 12 deutlich erhöht waren. Es scheint somit, dass die Abwasserfahne des Reinacher Baches nicht dem linken Ufer entlang streicht, sondern von dem abzweigenden Kanal angezogen wird.

Diese Verhältnisse bedingen, dass wir uns auf eine Darstellung des allgemeinen Charakters der Gewässerstrecke beschränken müssen:

Zwischen der Wasserrückgabe des Angensteiner Kanals und Dornachbrugg heben sich – generell gesehen – die Wirkungen von zusätzlichen Abwasserzuflüssen und Selbstreinigungsvorgängen ungefähr auf.

Durch die Einmündung der umflossenen Birsstrecke von Dornachbrugg und des Reinacher Dorfbaches erfährt der BSB₅ bei A 16 an ein-

zelenen Tagen eine Erhöhung (12. 12. 1945, 16. 8. 1946); an anderen bleibt er trotz der stattfindenden Verunreinigungen konstant (1. 6. 1934, 13. 8. 1937).

Gesamthaft betrachtet, findet, soweit erkannt werden kann, zwischen der Abwassereinleitungsgruppe von Dornachbrugg/Reinach und derjenigen des Arlesheimer Dorfbaches und von Münchenstein II eine Selbstreinigung statt, welche jedoch aus oben erwähnten Gründen auch nicht annähernd quantitativ erfasst werden kann. Sie ist durch die Abnahme des BSB_5 zwischen A 16 einerseits und A 17 und A 18 andererseits am 12. 12. 1945, zwischen A 12 und A 17 am 11. 4. 1946 und A 17 und A 18 am 16. 8. 1946 angedeutet.

Die Selbstreinigung bedingt, dass der BSB_5 an einzelnen Untersuchungstagen zwischen Wehr und Wasserrückgabe des Kanals abnahm, obwohl auf dieser Strecke unterhalb A 18 weitere bedeutende Verunreinigungen erfolgen. Besonders auffallend ist die Abnahme zwischen A 17 und A 20 am 30. 7. 1947; diese gute Selbstreinigung wurde z. T. dadurch ermöglicht, dass der Arlesheimer Dorfbach an diesem Tage vom Pächter des Weidenhofes zu Bewässerungszwecken vollständig leerpumpt und diese Verunreinigung dadurch dem Vorfluter entzogen worden war.

Zusammenfassend erkennen wir jedenfalls in den BSB_5 -Längsprofilen der verschiedenen Untersuchungstage, dass der Verunreinigungsgrad der Birs (Hauptwasserstrom) unterhalb Angenstein entweder verringert wird oder aber doch nicht in dem Masse eine Vergrößerung erfährt, wie sie bei fehlender Selbstreinigung aus der zusätzlich stattfindenden Verunreinigung zu erwarten wäre.

Tägliche Schwankungen

Aus der Darstellung der Ganglinie der übergreifenden BSB_5 -Mittel (Abbildung 140) ist die tägliche Schwankung der biochemisch oxydierbaren Substanzen bei St. Jakob (A 24) an den beiden Tagesquerschnitt-Untersuchungstagen ersichtlich. Ein sehr ausgeprägtes Maximum war vor allem am Nachmittag des 15. 8. 1946 vorhanden. Da in den vorangehenden Stunden bei A 7 noch keine Beobachtungen ausgeführt wurden, lässt sich nicht direkt entscheiden, ob die dieses Maximum verursachende Verunreinigung von oberhalb oder von unterhalb Angenstein stammt; betrachten wir aber bei A 7 die Kurve des nachfolgenden Tages, so stellen wir dort etwa zwischen 0900 und 1300 ebenfalls ein ausserordentliches Maximum fest, dessen Spitze um 1100 beobachtet

wurde. Da die mittlere Fliesszeit zwischen A 7 und A 24 etwa 7 bis 8 Stunden beträgt und die Untersuchungen bei A 24 um 1700 abgebrochen wurden, konnte das Erscheinen dieser Spitze bei A 24 nicht mehr festgestellt werden. Immerhin sind die am 15. 8. 1946 bei A 24 und die am 16. 8. 1946 bei A 7 beobachteten Maxima so auffällig, dass wir vorläufig als Arbeitshypothese annehmen wollen, sie hätten ihre Ursache in einer zur gleichen Tageszeit stattgefundenen Verunreinigung, deren genauer Zeitpunkt der Einleitung und deren Ausmass an den beiden Tagen etwas verschieden sein mag. Betrachten wir nun die Kurven der übergreifenden BSB₅-Mittel, so stellen wir für diese Maxima zwischen A 7 und A 24 eine Phasendifferenz von ca. 7 Stunden fest. Da diese Differenz der mittleren Fliesszeit entspricht, kommt unserer Annahme, die das bedeutende BSB₅-Maximum bei A 24 verursachende Verunreinigung finde oberhalb Angenstein statt, eine grosse Wahrscheinlichkeit zu.

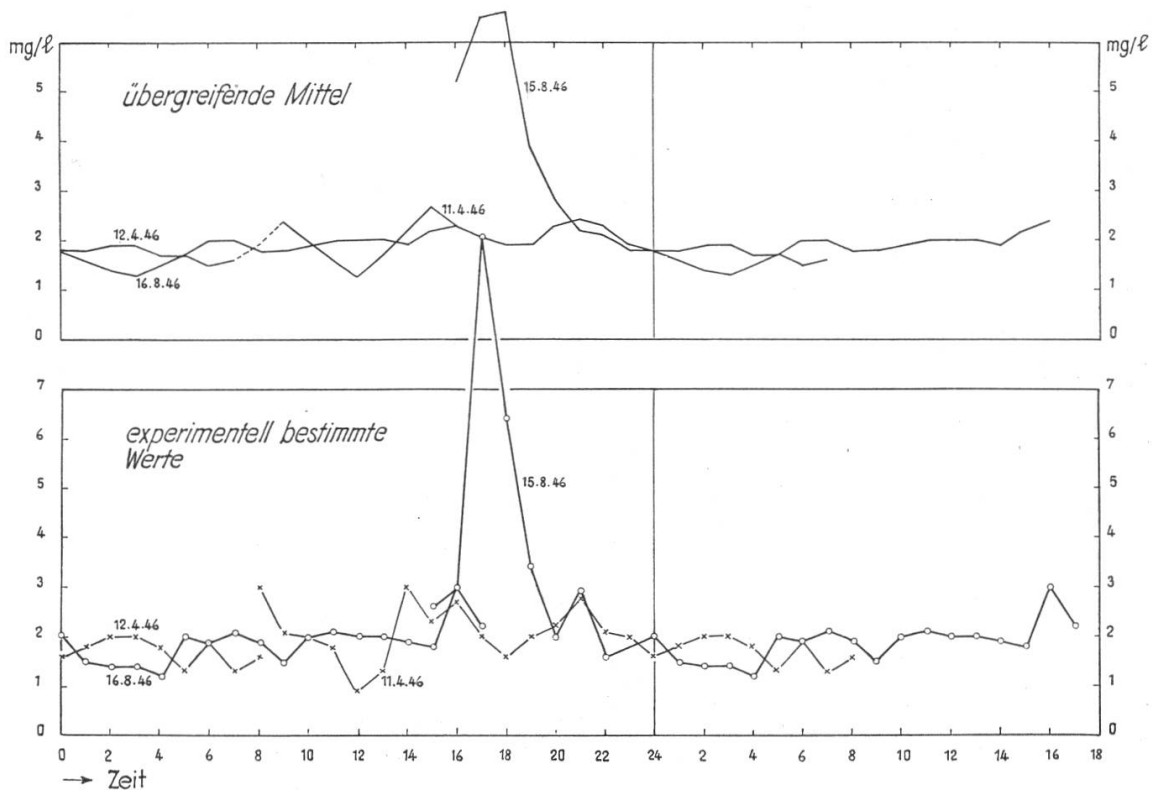


Abbildung 140. Täglicher Gang des Biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB₅) bei A 24

Bestätigt wird schliesslich diese Annahme, wenn wir die Verhältnisse am 11. 4. 1946 betrachten: Das bei A 7 um Mittag beobachtete breite Maximum erschien bei A 24 am späten Abend: die Spitzen der Kurve der übergreifenden Mittel zeigen eine Phasendifferenz von etwa 8 Stunden.

Die übrigen Schwankungen der BSB₅ bei A 24 können nicht sicher mit solchen bei A 7 verglichen werden. Zum Teil dürften sie eben ihre

Ursache in Verunreinigungen, welche zwischen A 7 und A 24 stattfinden, haben. Besonders gilt dies für die am 11. 4. 1946 etwa zwischen 1400 und 1600 beobachtete Spitze. Eigentümlich erscheint allerdings das sehr frühe Auftreten der Morgenspitze des 16. 8. 1946. In den Einzelwerten des BSB_5 zeigt sich ein plötzlicher Anstieg zwischen 0400 und 0500. Vielleicht handelt es sich hier um das Eintreffen der Verunreinigung, welche die Station A 7 vor Mitternacht passiert hat.

Wie bei Station A 7 zeigt sich auch bei Station A 24 keine Beziehung zwischen dem täglichen Gang des BSB_5 und demjenigen des Kaliumpermanganatverbrauchs. In den Ganglinien vom 11. 4. 1946 treten einige ausgeprägte Spitzen auf, welche vermutlich auf in kurzer Zeit erfolgte Verunreinigungen mit rein chemisch oxydierbaren Substanzen beruhen.

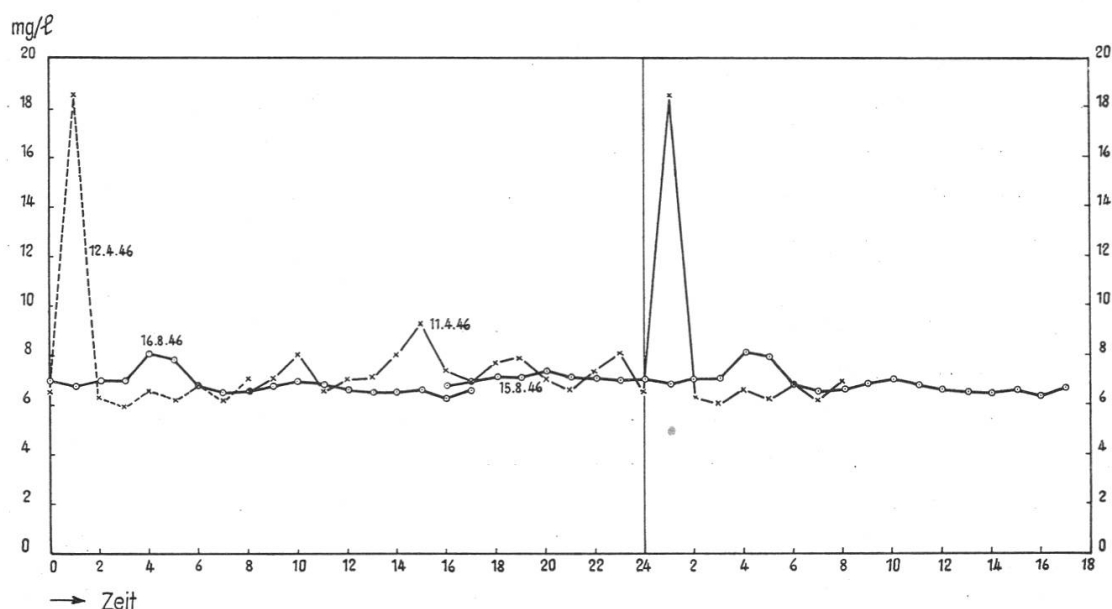


Abbildung 141. Täglicher Gang des Kaliumpermanganat-Verbrauchs bei A 24

Anfall organischer Substanzen bei St. Jakob im Vergleich zum Anfall bei Angenstein

Die Änderung des Anfalls biochemisch oxydierbarer organischer Substanzen zwischen Angenstein (A 7 und C 1) und St. Jakob (A 24) lässt sich aus den Tagesquerschnitten ermitteln.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die BSB_5 -Mittelwerte des 15./16. 8. 1946 durch die bereits erwähnten Maxima stark beeinflusst sind. Die das Maximum im Tagesquerschnitt von A 24 verursachende Verunreinigung des 15. 8. 1946 hat jedoch auf Grund der festgestellten Werte ein etwas grösseres Ausmass besessen als die Verunreinigung des 16. 8. 1946, die im Tagesmittel von A 7 zum Ausdruck kommt. Der

Mittelwert des BSB₅ von A 7 ist somit nicht streng mit demjenigen von A 24 vergleichbar. Wir führen deshalb nachfolgend die Berechnung der am 15./16. 8. 1946 stattgefundenen Veränderung biochemisch oxydierbarer organischer Substanzen sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung der störenden Maxima³¹⁾ aus.

Untersuchungs-Serie	11./12. 4. 1946	15./16. 8. 1946	15./16. 8. 1946 (ohne störende Maxima)
Mittlerer BSB ₅ im Hauptwasserstrom bei A 24 in mg/l.	1,95	2,34	1,87
Anfall an biochemisch oxydierbaren organischen Substanzen bei A 24 in kg BSB ₅ /Tag	1 050	910	730
in Einwohnergleichwerten:			
Bei St. Jakob (A 24).	19 500	16 900	13 500
Oberhalb Angenstein (A 7 und C 1)	22 000	13 000	11 200 ³²⁾
Veränderung	— 2 500	+ 3 900	+ 2 300

Obwohl zwischen Angenstein und St. Jakob die Einleitung der Abwässer von rund 11 500 Personen erfolgte, hatte der Biochemische Sauerstoffbedarf auf dieser Strecke am 15./16. 8. 1946 (ohne Berücksichtigung der störenden Maxima) nur eine Zunahme um rund 2 300 Einwohnergleichwerte und am 11./12. 4. 1946 sogar eine Abnahme um rund 2 500 Einwohnergleichwerte erfahren.

Rückblickend können wir an Hand der Längsprofile und aus dem Vergleich der Tagesquerschnitte nochmals feststellen, dass die Hauptquellen der Verunreinigung im Einzugsgebiet oberhalb Angenstein gelegen sind und dass der Hauptwasserstrom unterhalb Angenstein ein Selbstreinigungsvermögen besitzt, das die zusätzlichen Verunreinigungen weitgehend abzubauen vermöchte.

Der durchschnittliche Kaliumpermanganatverbrauch erfährt zwischen Aesch und St. Jakob eine leichte Zunahme, wie folgender Vergleich von Mittelwerten der Tagesquerschnitte zeigt:

	11./12. 4. 1946	15./16. 8. 1946
	mg/l KMnO ₄	
A 7	6,45	6,38
C 1	6,16	5,45
A 24	7,59	6,94

Wahre Oxydationskonstante

Da die von Aesch bis Münchenstein anfallenden Abwässer zum Teil schon vor ihrer Einleitung in den Hauptwasserstrom dem biochemischen

³¹⁾ Störende Maxima: bei A 7 von 0900 bis 1200, bei A 24 von 1600 bis 1900.

³²⁾ Tagesmittel des BSB₅ bei A 7 = 1,60 mg/l, Tagesanfall = 540 kg/Tag, Tagesanfall bei A 7 und C 1 = 600 kg/Tag.

Abbau unterworfen sind (z. B. umflossene Birsstrecke bei Dornachbrugg, Arlesheimer Dorfbach usw.), rechnen wir bei der Schätzung der wahren Oxydationskonstante des Hauptwasserstromes mit einem rund 9 500 Einwohnern entsprechenden zusätzlichen Anfall zwischen A 7 und A 24 (d. h. mit ca. 6 g BSB₅ pro Sekunde). Die Grundlage für die grössenordnungsmässige Berechnung der wahren Oxydationskonstante k' sind dann:

	11./12. 4. 1946 Tagesmittel	15./16. 8. 1946 Tagesmittel	15./16. 8. 1946 Tagesmittel ohne störende Maxima
BSB ₅ aus dem Einzugsgebiet oberhalb Angenstein g/sec	13,7	7,9	6,9
BSB ₅ durch zusätzliche Verunreinigung g/sec	6,0	6,0	6,0
BSB ₅ total g/sec	19,7	13,9	12,9
BSB ₅ total umgerechnet auf Abfluss bei A 24 mg/l = B ₍₁₎	3,15	3,09	2,87
BSB ₅ bei A 24 = B ₍₂₎	1,95	2,34	1,87
△ B	1,2	0,75	1,0
△ B: B ₍₁₎	0,38	0,24	0,35
Mittlere Fliesszeit der ursprünglichen Verunreinigung, Tage	0,32	0,32	0,32
Mittlere Fliesszeit der zusätzlichen Verunreinigung, Tage	0,14	0,14	0,14
Mittlere Fliesszeit der Gesamtverunreinigung Tage = T	0,27	0,24	0,24
$k' = \frac{-\log 1-a}{T}$	0,8	0,5	0,8

Die wahre Oxydationskonstante k' kann demnach sowohl am 11./12. 4. 1946 und am 15./16. 8. 1946 zu ungefähr k' = 0,8 geschätzt werden. Eine Temperaturabhängigkeit ist somit aus diesen Untersuchungen nicht zu erkennen.

Mit Hilfe obiger Grundlagen kann nun auch näherungsweise berechnet werden, welcher Anteil der gesamten Verunreinigung (biochemisch oxydierbare Substanzen) bei A 24 aus dem bernisch-solothurnischen Einzugsgebiet und welcher aus den Gemeinden Pfeffingen, Aesch, Reinach, Dornach, Arlesheim und Münchenstein stammt.

Für die Berechnung dient dabei die Beziehung $B_{(2)} = B_{(1)} 10^{-k'T}$

	mg/l 11.12. 4. 1946	mg/l 15./16. 8. 1946	% 11./12. 4. 1946	% 15./16. 8. 1946	% Mittel
Bei A 24 noch vorhandener BSB:					
aus Einzugsgebiet oberhalb Angenstein	1,22	0,85	63	45	54
aus Baselland und Dornach	0,73	1,02	37	55	46
Total	1,95	1,87	100	100	100

Der Anteil der im Einzugsgebiet oberhalb Angenstein stattfindenden Verunreinigungen beträgt auf Grund dieser

Werte etwa die Hälfte der bei A 24 vorhandenen Gesamtverunreinigung. In Wirklichkeit ist der Anteil jedoch noch grösser, da in diesen Zahlen die stossweise anfallenden Verunreinigungen, wie sie z. B. am 15./16. 8. 1946 ausgeprägt in Erscheinung traten, nicht berücksichtigt sind.

Zur Prüfung des Wertes für k' ziehen wir noch vergleichsweise die im Längsprofil vom 30. 7. 1947, bei extrem hoher Temperatur, beobachteten Verhältnisse bei. Da es sich bei den diesbezüglichen Beobachtungen nur um solche von Einzelproben handelt, kommt dem Vergleich natürlich nur orientierender Charakter zu. Der Anfall an biochemisch oxydierbaren Stoffen bei A 7 und C 1 entsprach einem BSB_5 von 11,8 g/sec. Den zusätzlichen Anfall schätzen wir, da an diesem Tag der Arlesheimer Dorfbach mit seinen rund 1500 Einwohnern als Verunreinigungsquelle wegfiel, zu 5,5 g/sec. Der theoretisch bei A 24 vorhandene BSB_5 würde sich dann wie folgt zusammensetzen:

Bei A 24 noch vorhandener BSB_5 :	mg/l	%
aus Einzugsgebiet oberhalb Angenstein . .	2,77	61
aus Baselland und Dornach	1,80	39
Total	4,57	100

In Wirklichkeit wurden bei den oberhalb und unterhalb A 24 liegenden Stationen³³⁾ A 20 und 25 BSB_5 -Werte von 4,5 bzw. 4,7 bestimmt, was grössenordnungsmässig mit dem theoretisch zu erwartenden Wert (4,57) übereinstimmt.

Unsere Betrachtung der Verhältnisse vom 30. 7. 1947 veranschaulicht deutlich, dass es nicht genügen würde, allein die Abwässer der Ortschaften zwischen Aesch und Münchenstein zu reinigen, um im Unterlauf des Hauptwasserstromes einen annehmbaren Reinheitsgrad zu erreichen.

Wie aus den im Längsprofil vom 12.12. 1945 beobachteten Verhältnissen hervorgeht, hat offenbar der Wert $k' = ca. 0,8$ keine Geltung bei Wassertemperaturen, die nahe dem Nullpunkt liegen.

Wir finden damit die von VIEHL auf Grund von Versuchen geäusserte Ansicht, dass der Einfluss der Temperatur auf den aeroben Abbau der organischen Substanz verhältnismässig gering ist und erst bei Temperaturen nahe dem Nullpunkt eine stärkere Verzögerung der Abbaugeschwindigkeit eintritt, durch Beobachtungen an einem natürlichen Gewässer bestätigt.

³³⁾ Bei A 24 wurde an diesem Tage keine Probe erhoben; der Wert von A 23 erscheint bei Betrachtung der ganzen Reihe als zufällig.

3. Die vom Kanal der Spinnerei Angenstein umflossene Birsstrecke von Aesch bis zur Wasserrückgabe des Kanals

Gesamthaft betrachtet ist die Belastung dieser Birsstrecke mit biochemisch oxydierbaren organischen Substanzen an ihrem unteren Ende (C 2 und C 3) meist grösser als an ihrem oberen Ende (C 1). Diese stärkere Verschmutzung äussert sich auch in flussabwärts zunehmenden Permanganatwerten und z. T. im Auftreten von grösseren Ammoniak-Konzentrationen.

Die Probefassung am untern Ende der Flusstrecke erfolgte zumeist am rechten Ufer. Lediglich am 11. 4. 1946 wurden sowohl linksufrig (C 2) als auch rechtsufrig (C 3) Proben gefasst. Die dabei festgestellte grosse Differenz zwischen den BSB₅-Werten der beiden Ufer zeigt, dass offenbar noch keine genügende Durchmischung der eingeleiteten Abwasser mit dem Birswasser stattgefunden hatte und dass die nur linksufrig gefassten Proben den Gesamtanfall an organischen Substanzen nicht vollständig erfassen. Für den zahlenmässigen Vergleich des Anfalls bei C 1 mit demjenigen bei C 2/3 können wir deshalb nur die Werte vom 11. 4. 1946 (Mittel der Proben bei C 2 und C 3) sowie denjenigen vom 30. 7. 1947, an welchem Tag die Probe dank der geringen Wasserführung etwa in der Flussmitte gefasst werden konnte, verwenden. — Die mittlere Fliesszeit zwischen C 1 und C 2/3 beträgt bei Niederwasser etwas über 3 Stunden. Die am 11. 4. 1946 um 1630 bei C 2/3 gefassten Proben sind demnach etwa mit den bei C 1 um 1230 und 1430 gefassten zu vergleichen.

Der BSB₅-Anfall der in die Birsstrecke zwischen C 1 und C 2 eingeleiteten Abwässer (1590 Personen) kann auf etwa 1 g pro Sekunde geschätzt werden. Für eine grössenordnungsmässige Berechnung der wahren Oxydationskonstante k' erhalten wir folgende Grundlagen. Die Fliesszeit T wird dabei für den 11. 4. 1946 auf Grund der Messungen vom 7. 11. 1946 zu etwa 0,13 Tagen angenommen und für den 30. 7. 1947 zu etwa 0,2 Tagen geschätzt.

	Tag	
	11. 4. 1946	30. 7. 1947
Abfluss geschätzt m ³ /sec	0,6	0,2
BSB ₅ bei C 1 mg/l	3,0	5,1
BSB ₅ zusätzlich mg/l	1,7	5,0
B ₍₁₎ (total)	4,7	10,1
B ₍₂₎ (C 2/3)	3,2	5,9
△ B	1,5	4,2
k'	1,3	1,2

Man sieht, dass die biochemische Oxydation etwas rascher als im Hauptwasserstrom erfolgen dürfte.

4. Die vom Kanal der Spinnerei Arlesheim umflossene Birsstrecke

Bei D 1 war der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB₅) am 30. 7. 1947 gegenüber dem Hauptwasserstrom um 1,7 mg/l von 5,8 auf 4,1 mg/l erniedrigt. Vom Wehr bis oberhalb der Kanalisationseinmündung fand

also eine gewisse Selbstreinigung statt. Die Abnahme des Kaliumpermanganatsverbrauchs betrug sogar mehr als die Hälfte des ursprünglichen Wertes. Die mittlere Fliesszeit zwischen dem Wehr und D 1 beträgt etwa 1 Tag. Die wahre Oxydationskonstante kann auf Grund dieser Werte zu ungefähr $k' = 0,15$ geschätzt werden.

Durch die Einleitung der Abwässer zwischen D 1 und D 2 wurde der Biochemische Sauerstoffbedarf am 30. 7. 1947 grösser als der im Wasser vorhandene Sauerstoff. Der Kaliumpermanganatverbrauch nahm um 26,3 mg/l zu. Nehmen wir einen Gesamtabfluss von $0,02\text{m}^3/\text{sec}$ (vgl. oben) an, so ergäbe sich ein Permanganatverbrauch von etwa 45 g/Einwohner + Tag. Dieser Wert entspricht tatsächlich der Grössenordnung nach dem nach unseren Abwasseruntersuchungen anzunehmenden. Der Biochemische Sauerstoffbedarf beträgt dementsprechend bei D 2 schätzungsweise $4,1 + 31 = \text{ca. } 35 \text{ mg/l}$ (Annahme 54 g/Einw. + Tag). Er beträgt nach Durchfliessen der Strecke zwischen D 2 und D 3 noch 12,3 mg/l. Verwendet man zu einer Berechnung diese Werte und schätzt die mittlere Fliesszeit zu 0,76 Tagen, so wird $k' = 0,6$. Trotz der stattfindenden Selbstreinigungsvorgänge blieb die Birs bis vor der Vereinigung mit dem Hauptwasserstrom sehr stark verunreinigt. Dies gilt auch für den 12. 12. 1945.

Die Verunreinigung äusserte sich auch am hohen Gehalt an Nitriten und Ammoniak, welche z. T. schon im zugeleiteten Abwasser vorhanden sind, z. T. beim weiteren Abbau der organischen Stoffe entstehen. Wir haben an allen andern Probefassungsstellen in der Birs und den von ihr abzweigenden Kanälen keine so hohen Nitrit- und Ammoniak-Konzentrationen wie bei D 2 und D 3 festgestellt. Dass die Nitrifikationsvorgänge im Sommer rascher verlaufen als im Winter zeigt die Abnahme der Ammoniak-Konzentration am 30. 7. 1947 zwischen D 2 und D 3 von 4,0 auf 1,5 mg/l, während sie am 12. 12. 1945 bei D 3 zehnmal grösser war. Wenn der Nitratgehalt trotzdem konstant blieb, so ist dies offenbar auf den Verbrauch dieses Stoffes durch die Vegetation zurückzuführen.

5. Die vom Kanal der Brown Boveri & Cie. umflossene Birsstrecke

Zwischen E 1 und E 2 führt eine Kanalisation die Abwässer von etwa 70 Personen (1944) zu. Obwohl diese Zufuhr nur eine geringe Verunreinigung erwarten lässt, beobachtet man in allen Längsprofilen zwischen E 1 einerseits und E 2, E 3 und E 4 andererseits eine Zunahme des Biochemischen Sauerstoffbedarfs. Diese eigentümlichen Verhältnisse sind schwierig mit Sicherheit zu beurteilen. Es liegt nahe, daran zu

denken, dass bei der vorhandenen intensiven Algenentwicklung absterbende Pflanzenteile die zusätzlichen biochemisch oxydierbaren Substanzen liefern oder dass es bei den Probeerhebungen eben nicht zu vermeiden war, dass mit dem Wasser auch lebende Algen und andere Vegetationselemente mitgefasst wurden, die dann im Versuch dem biochemischen Abbau unterworfen waren. So täuschen die BSB₅-Werte eine Verunreinigung vor, die dem ausgezeichneten allgemeinen Aspekt des Gewässers in keiner Weise entspricht.

6. Die vom St. Alban-Teich umflossene Birsstrecke

In den Tagesquerschnitten F 3 und F 4 stellten wir folgende mittlere Konzentrations- und Anfallwerte von biochemisch oxydierbaren Substanzen fest:

	11./12. 4. 1946			15./16. 8. 1946	
	F 3	F 4	Mittel	F 4	Mittel ³⁴⁾
Tagesmittel BSB ₅ mg/l . .	2,63	1,92	2,27	1,81	2,15
Abfluss geschätzt m ³ sec ⁻¹ .	—	—	0,3	—	0,3
Tagesmittel g/sec BSB ₅ .	—	—	0,68	—	0,64
Tagesanfall kg/Tag BSB ₅ .	—	—	59	—	56
Einwohnergleichwerte . . .	—	—	1090	—	1030

Bei einem Abwasseranfall von 1468 Personen und einer mittleren Fließzeit von 0,136 Tagen zwischen den Einleitungsstellen und F 3/4 würde die wahre Oxydationskonstante k' am 11./12. 4. 1946 den Wert 0,95 und am 15./16. 8. 1946 den Wert 1,05 besitzen. Diese Werte können besonders wegen des nur roh geschätzten Abflusses lediglich einen grössenordnungsmässigen Anhaltspunkt geben. Doch zeigen sie, dass die biochemische Oxydationsgeschwindigkeit im Mittel nicht wesentlich von derjenigen des Hauptwasserstromes abweichen dürfte.

Das in den Längprofilen zum Ausdruck kommende Ausmass der Abnahme des BSB₅ zwischen F 2 und F 3 war nur zum Teil auf biochemische Abbauvorgänge zurückzuführen. Die Ursache dieser Abnahme lag vor allem in der durch die Grundwasserzutritte stattfindenden Verdünnung.

Das Grundwasser hat hier nur einen bescheidenen Biochemischen Sauerstoffbedarf. Zuverlässige Anhaltspunkte hierüber liefern vor allem die in Pumpwerken erhobenen Wasserproben; am 19. 7. 1945 wurden in den drei rechts der Birs gelegenen Grundwasserpumpwerken BSB₅-Werte zwischen 0,0 und 0,2 bestimmt. Der diesbezügliche Einfluss kommt auch in den gegenüber F 3 erniedrigten BSB₅-Werten der vom

³⁴⁾ Geschätzt unter der Annahme, dass das Mittel wie am 11./12. 4. 1946 ca. 118% des Wertes von F 4 betrage.

Grundwasser stärker beeinflussten Station F 4 beim Tagesquerschnitt vom 11./12. 4. 1946 zum Ausdruck.

Viel deutlicher als im Hauptwasserstrom war der tägliche Gang des BSB₅. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Verunreinigung an einer einzigen (bzw. zwei sehr nahe beieinanderliegenden) Einlaufstelle erfolgt. In der Ganglinie trat sowohl am 11./12. 4. 1946 als auch am 15./16. 8. 1946 ein ausgeprägtes Maximum während des Tages in Erscheinung.

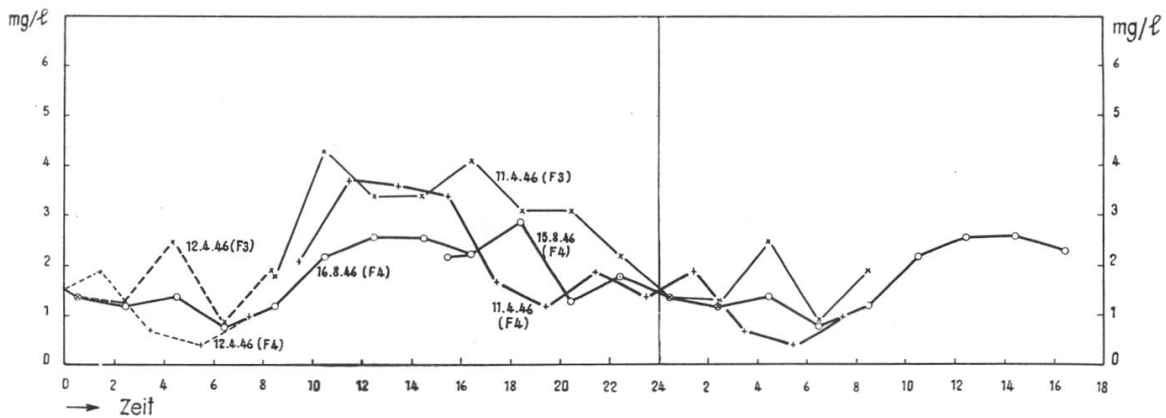


Abbildung 142. Täglicher Gang des Biochemischen Sauerstoffbedarfs bei F 3 und F 4

Auch der Kaliumpermanganatverbrauch besass im allgemeinen während des Tages höhere Werte als in der Nacht; doch war dieser Gang durch eine am 11./12. 4. 1946 um Mitternacht unvermittelt auftretende Spitze gestört. Der mittlere Kaliumpermanganatverbrauch betrug am 11./12. 4. 1946 6,98 (F 3) bzw. 6,41 (F 4) mg/l und am 15./16. 8. 1946 4,29 (F 4) mg/l.

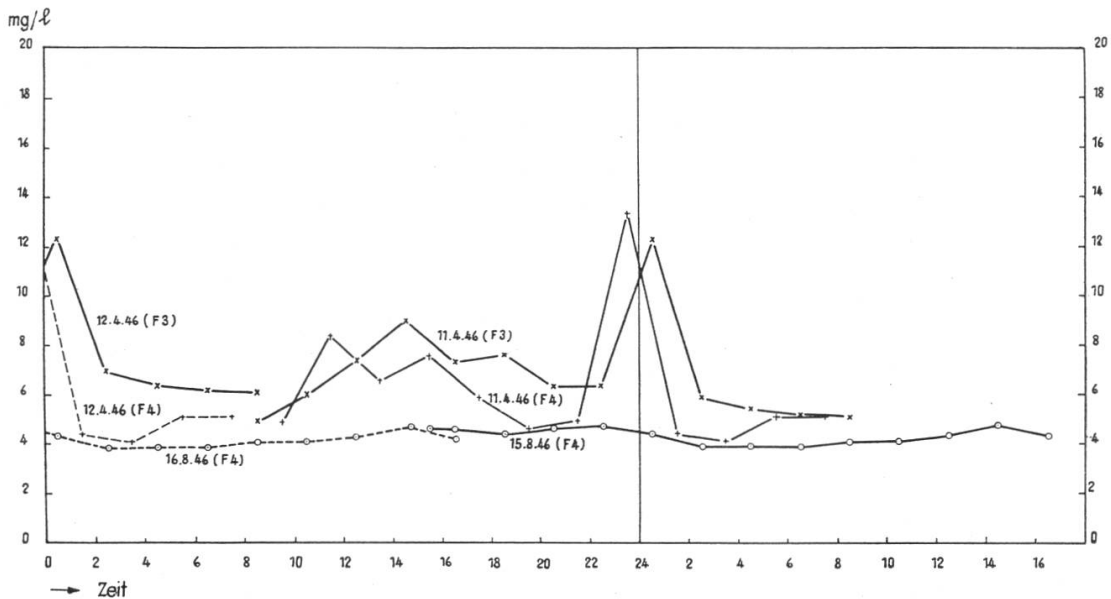


Abbildung 143. Täglicher Gang des Kaliumpermanganat-Verbrauchs bei F 3 und F 4

Auf der vom St. Alban-Teich umflossenen Birsstrecke haben sich die Verhältnisse im Laufe der Untersuchungsjahre dadurch verändert, dass die Kanalisationseinläufe von Muttenz und Freidorf aufgehoben wurden. Ihr Einfluss kommt deshalb lediglich noch im Längsprofil vom 1. 6. 1934 zur Geltung. Wir erkennen ihn z. B. im Anstieg des Biochemischen Sauerstoffbedarfs zwischen F 3 und F 5.

Der Zustand dieser Birsstrecke vor Aufhebung der Kanalisationseinläufe geht auch aus einer am 17. 8. 1921 vom Hygienischen Institut der Universität Basel durchgeführten Untersuchung hervor. Die untersuchte Birsstrecke liegt unterhalb unserer Probefassungsstationen F 3/F 4. Anlass zu den Untersuchungen gaben die im Kapitel A erwähnten Beschwerden betreffend die Einleitung der Kanalisation von Freidorf. Zur Charakterisierung der damaligen Verhältnisse entnehmen wir dem Protokoll des Hygienischen Institutes folgende Werte:

		Probefassungsstelle in der Birs		
		10 m oberhalb Kanalisation	30 m unterhalb Kanalisation	100 m unterhalb Kanalisation
Hydrokarbonate HCO_3'	mval	4,0	3,9	3,9
Chlorid Cl'	mg/l	7	7	7
Nitrat NO_3'	mg/l	22	22	22
Nitrit NO_2'		∅	∅	∅
Freies Ammoniak NH_4'	mg/l	0,04	0,10	0,04
Albuminoides Ammoniak	mg/l	0,07	0,14	0,08
Kaliumpermanganatverbrauch	mg/l	5,1	7,6	5,6
Abdampfrückstand	mg/l	315	330	330
Glühverlust	mg/l	60	70	70

M. Der Gasstoffwechsel in der Birs und den von ihr abzweigenden Kanälen

1. Die Gewässer oberhalb Angenstein

a) Sauerstoff

Von der Lützel­mündung (A 1) bis zum Wehr Duggingen (A 6) war die Sauerstoff-Konzentration bei allen während des Tages ausgeführten Längsprofil-Untersuchungen grösser als der theoretische Sättigungswert. Eine geringe, offenbar mit den Selbstreinigungsvorgängen in Zusammenhang stehende Konzentrationsabnahme war am 11. 4. 1946 unterhalb Zwingen zu verzeichnen. Zwischen den Probefassungsstellen A 6 (Wehr Duggingen) und A 7 (Kanal bei Aesch) war die Sauerstoff-Konzentration an den Nachmittagen des 11. 4. 1946, des 16. 8. 1946 und des 30. 7. 1947 praktisch konstant. Dagegen konnte am 12. 12. 1945 trotz der mit der flussabwärts ausgeführten Untersuchung gegen Mittag fortschreitenden Tageszeit zwischen A 6 und A 7 eine Abnahme der Sauerstoff-Konzentration beobachtet werden, die sogar zu einem kleinen Defizit führte.

Der durch die Assimilationstätigkeit der Pflanzen bedingte tägliche Gang der Sauerstoff-Konzentration war in