Zeitschrift: Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Baselland

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Baselland

Band: 18 (1948-1949)

Artikel: Die Oberflächengewässer, Grundwasservorkommen und Abwässer des untern Birstales

Autor: Schmassmann, Hansjörg / Schmassmann, Walter / Wylemann, Ernst

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

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-676754

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

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

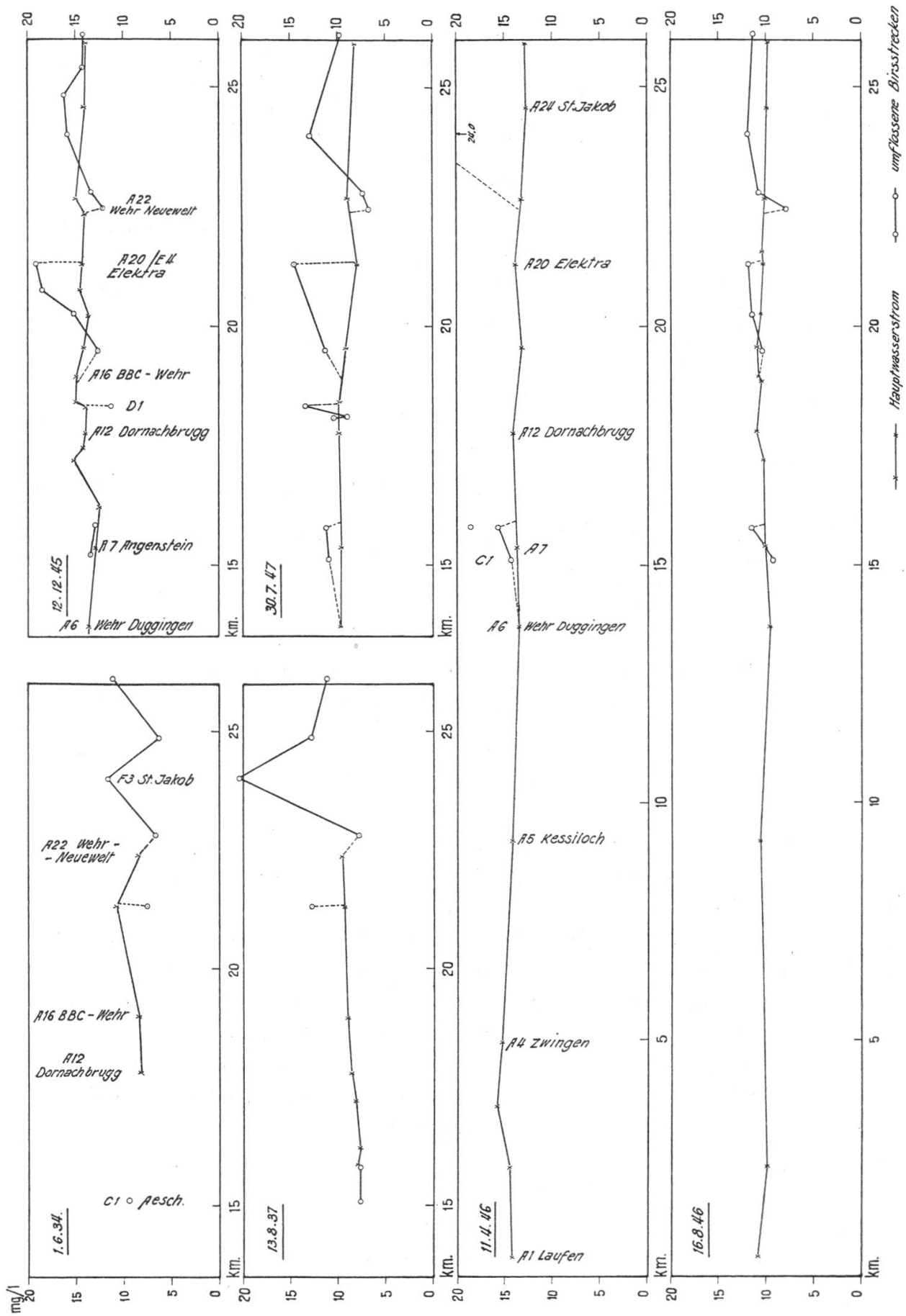

Abbildung 144. Längsprofile der Sauerstoff-Konzentration

den Tagesquerschnitten bei A 7 (Kanal) und noch ausgeprägter in denjenigen bei C 1 (umflossene Birsstrecke) zu erkennen:

Untersuchungs-Serie	11./12. 4. 1946		15./16. 8. 1946	
Station	A 7	C 1	A 7	C 1
Zeit der Konzentrations-Extremwerte				
Maximum	1300	1230	1500	1230
Minimum	2400	0230	2400	0030
Konzentrations-Extrem- und Mittelwerte in mg/l				
Maximum	14,3	14,5	10,7	11,1
Minimum	11,8	11,3	8,9	7,8
Mittel	12,75	12,83	9,54	9,63
Amplitude	2,5	3,2	1,8	3,3
Sättigungs-Indices				
Maximum	131	135	114	118
Minimum	101	96	91	78

Die grössere Amplitude der Sauerstoff-Sättigungskonzentration in der umflossenen Birsstrecke ist nicht nur eine Folge gesteigerter Assimilationstätigkeit, sondern eine solche gesteigerter Lebenstätigkeit überhaupt. Die Bedeutung der Dissimilationsvorgänge geht deutlich aus der

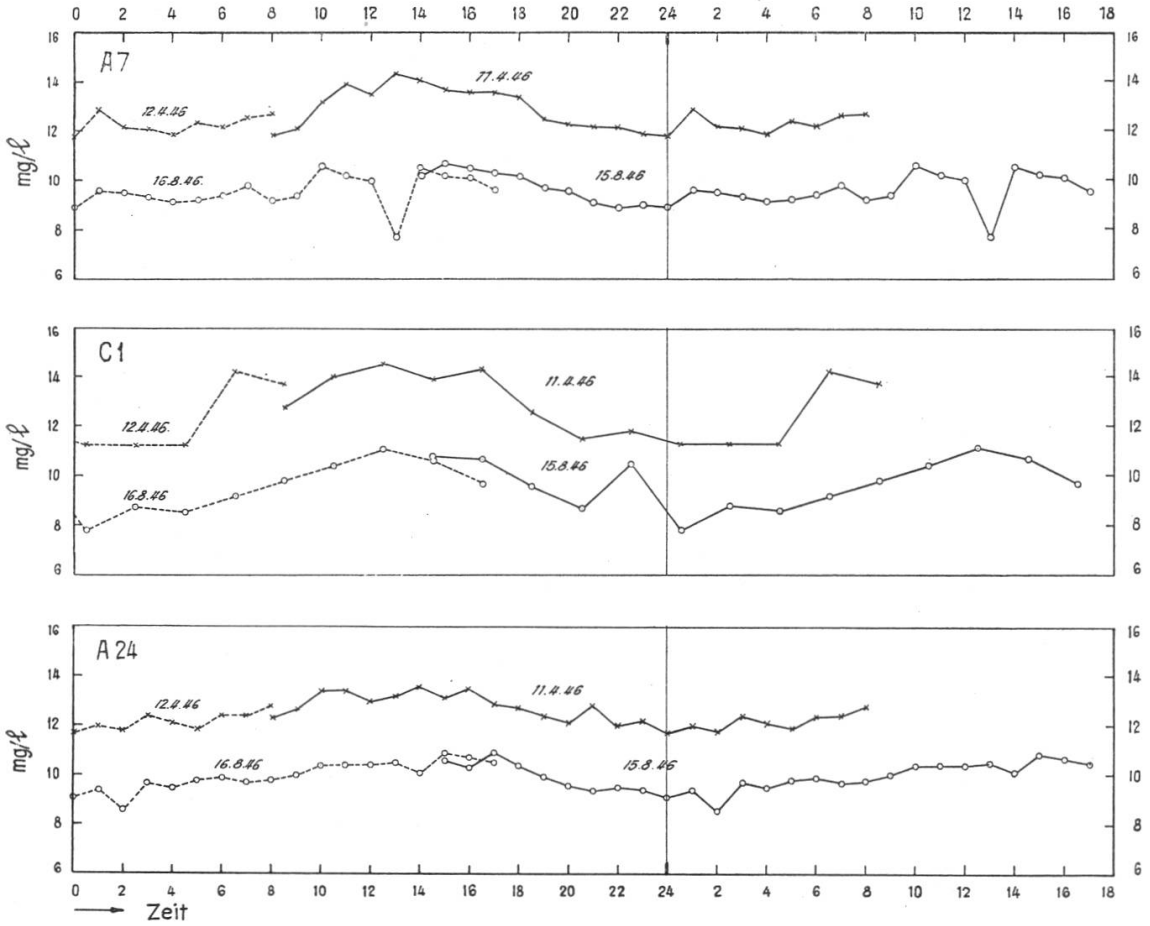

Abbildung 145. Täglicher Gang der Sauerstoff-Konzentration bei A 7, C 1 und A 24

starken Abnahme der Sauerstoff-Konzentration in der Nacht hervor. Diese vermochten in der umflossenen Birsstrecke Defizite von 4 bzw. 22% zu erzeugen, während gleichzeitig im Kanal noch ein Sauerstoffüberschuss bzw. ein geringeres Defizit bestand. Die mittlere Konzentration hielt sich dementsprechend in der umflossenen Birsstrecke (C 1) trotz der gesteigerten Assimilationstätigkeit in der Grössenordnung derjenigen des Kanals (A 7).

Einige Besonderheiten zeigt die Ganglinie der Sauerstoff-Konzentration bei A 7 vom 15./16. 8. 1946. Wie im April sank die Konzentration während des Nachmittags und Abends bis Mitternacht auf den kleinsten Wert. Während jedoch am 11./12.4.1946 der Sauerstoffgehalt dauernd höher als der theoretische Sättigungswert war, bestand in der Nacht vom 15./16. 8. 1946 und in den frühen Morgenstunden des 16. 8. 1946 (2100 bis 0900 h) ein Defizit. Etwa um 1000 h des 16. 8. 1946 begann sich der Himmel zu bedecken. Die Folge davon war eine verminderte Assimilationstätigkeit, was sich in einer allmählichen Abnahme der Sauerstoff-Konzentration zwischen 1000 h und 1200 h äusserte. Sprunghaft verminderte sich schliesslich der Sauerstoffgehalt zwischen 1200 und 1300 h, um dann aber bis 1400 h trotz fehlender Besonnung wieder

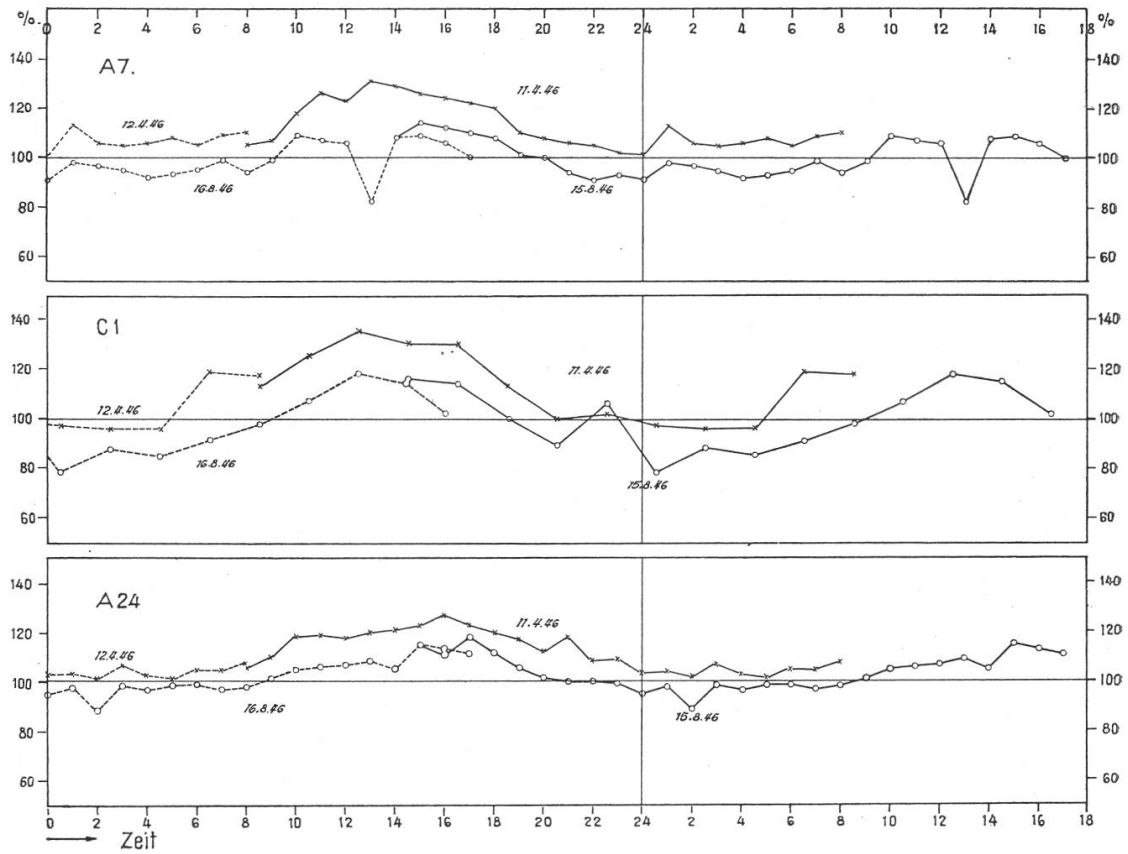

Abbildung 146. Täglicher Gang des Sauerstoff-Index bei A 7, C 1 und A 24

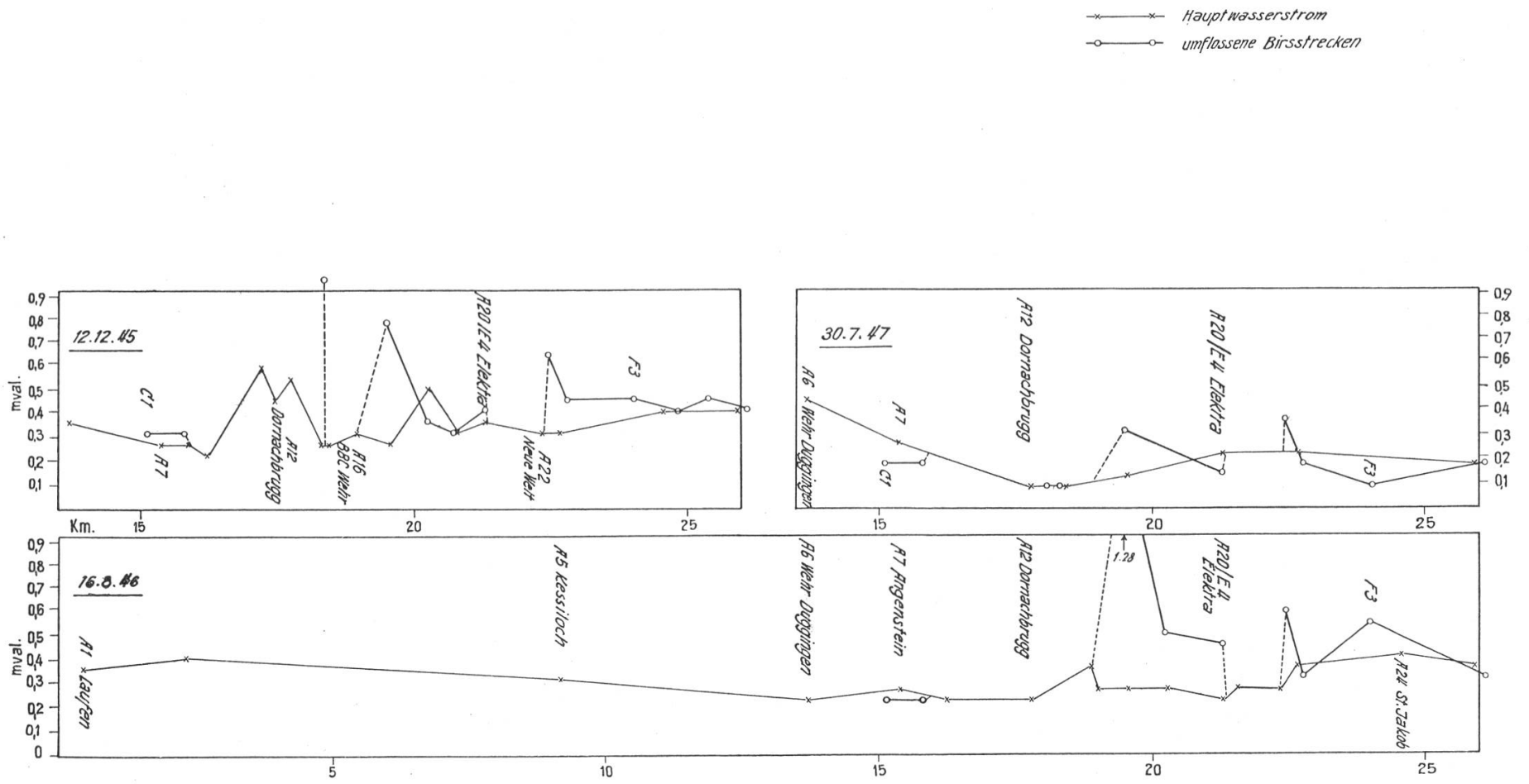

Abbildung 147. Längsprofile der Kohlensäure-Konzentration

ebenso sprunghaft anzusteigen. Es scheint, dass es sich bei dieser Erscheinung um eine Folge des um diese Zeit erfolgten Wetterumschlages handelte. SIERP (1939, S. 248) weist z. B. darauf hin, dass plötzliche Schwankungen des Barometerstandes, wie sie bei Gewittern usw. auftreten, schon oft den Sauerstoffgehalt von Gewässern so weit herabgesetzt haben, dass Fischsterben auftreten konnten. Ähnliche Erfahrungen haben wir auch bei in der Ergolz und im Birsig vorgekommenen Fischsterben gemacht.

Die ungünstigsten Sauerstoffsättigungsverhältnisse waren am relativ sonnenarmen 13. 8. 1937 angetroffen worden; am Morgen dieses Tages bestand bei A 8 ein Defizit von 17%. Als wesentlich günstiger erwies sich in dieser Beziehung trotz höheren Konzentrationen an oxydierbaren organischen Substanzen der sonnige 30. 7. 1947.

b) Kohlensäure

Um den täglichen Gang der Kohlensäure-Konzentration gut überblicken zu können, wenden wir vorteilhaft die Darstellung der Ganglinie der übergreifenden Mittel an. Man sieht aus dieser Darstellung, dass der tägliche Gang bei der Station A 7 sowohl am 11./12. 4. 1946 als auch am 15./16. 8. 46 zwei ausgeprägte Maxima besass. Der Verlauf der Linie gibt einen wertvollen Einblick in die Wechselwirkung von Dissimilations- und Assimilationsvorgängen. Verhältnismässig niedere Kohlensäure-Werte traten zunächst während des Tages auf, da ein grosser Teil der bei den biochemischen Oxydationsvorgängen gebildeten freien Kohlensäure durch Assimilationsvorgänge aufgebraucht wird. Mit der gegen Abend abnehmenden Intensität der Assimilationsvorgänge nahm auch die Kohlensäurekonzentration wieder zu. Der Anstieg erfolgte etwa bis 2100; dann sank die Konzentration offenbar als Folge der verminderten Zufuhr dissimilierbarer organischer Substanzen ab. Der Morgen scheint dann durch starke Dissimilationsvorgänge gekennzeichnet zu sein, deren Endprodukt, die freie Kohlensäure, wegen der zu dieser Zeit geringen Assimilationsvorgänge nicht oder nur unvollständig aufgebraucht wurde. Erst im Laufe des Vormittags trat wieder — verbunden mit einer Erniedrigung der Kohlensäure-Konzentration — ein gewisses Gleichgewicht zwischen Dissimilations- und Assimilationsvorgängen ein.

Von den im Kanal (A 7) festgestellten Konzentrations-Maxima trat in der umflossenen Birsstrecke (C 1) nur noch das abendliche in den beiden Tagesquerschnitten deutlich in Erscheinung. Es war durch

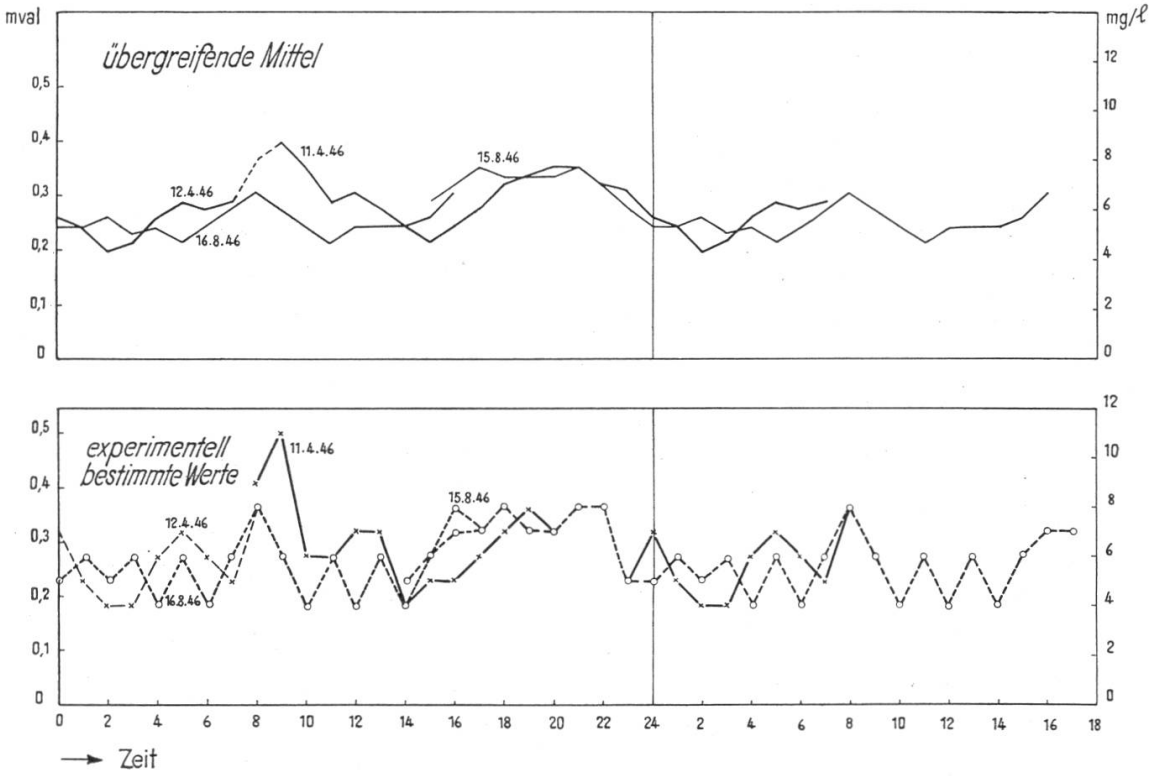

Abbildung 148. Täglicher Gang der Kohlensäure-Konzentration bei A 7

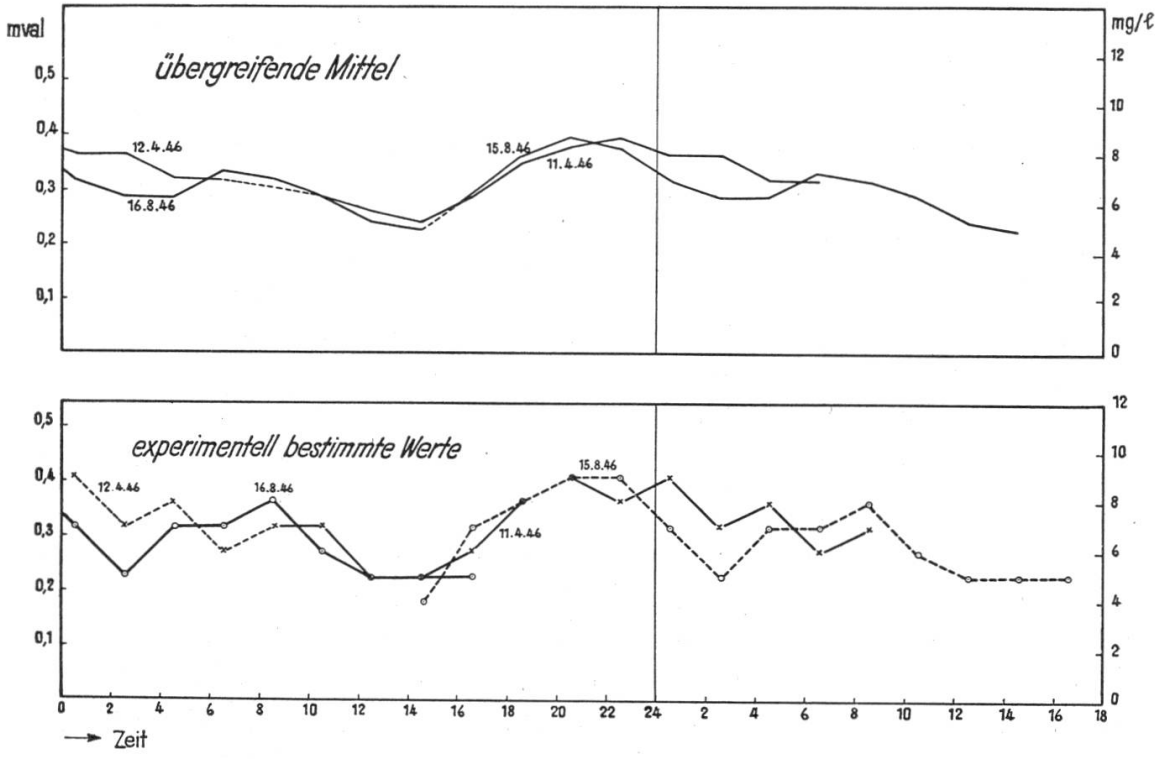

Abbildung 149. Täglicher Gang der Kohlensäure-Konzentration bei C 1

die Abnahme der Assimilationsvorgänge bei gleichzeitigem Andauern der Dissimilationsprozesse bedingt. Das Maximum des frühen Morgens war nicht (12. 4. 1946) oder nur wenig ausgeprägt (16. 8. 1946) vorhanden. Für seine Entstehung waren die Bedingungen in der Birs offenbar deshalb nicht vorhanden, weil die Verunreinigungswelle des Morgens im Gegensatz zur Probefassungsstelle A 7 erst in einem Zeitpunkt eintrat, in dem die beim Abbau der organischen Stoffe entstehende freie Kohlensäure bereits durch Assimilationsprozesse aufgebraucht wurde.

2. Der Hauptwasserstrom von Angenstein bis zum Rhein

a) Sauerstoff

Zwischen der Wasserrückgabe des Kanals der Spinnerei Angenstein und dem Wehr von Dornachbrugg (A 12) nahm die Sauerstoffkonzentration trotz stattfindender Oxydationsvorgänge im allgemeinen zu. Besonders gross war die Zunahme am 12. 12. 1945, an welchem Tage sie wegen des im oberen Teilstück herrschenden Defizites zum Teil auf einer Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft bestanden haben dürfte. Dasselbe gilt auch für das Längsprofil des 13. 8. 1937. Im übrigen ist jedoch anzunehmen, dass die Zunahme zur Hauptsache auf der assimilatorischen Tätigkeit der Pflanzen beruht.

Im Längsprofil zwischen Dornachbrugg (A 12) und Elektra Birseck (A 20) fand am 1. 6. 1934, am 13. 8. 1937 und am 12. 12. 1945 eine Zunahme des Sauerstoffgehaltes statt, während am 11. 4. 1946, am 16. 8. 1946 und am 30. 7. 1947 auf der gleichen Strecke Abnahmen zu verzeichnen sind. Teilweise mögen jedoch für diesen Verlauf tageszeitliche Schwankungen verantwortlich sein, so dass eine Beurteilung schwierig ist.

Immerhin sei festgehalten, dass parallel mit den durch die BSB-Differenz zwischen A 17 und A 20 angedeuteten biochemischen Oxydationsvorgängen (Dissimilation) im BBC-Kanal am 30. 7. 1947 eine merkliche Abnahme der Sauerstoff-Konzentration stattfand, welche an diesem Tage bei A 20 sogar zu einem kleinen Defizit (8%) führte.

Die im St.-Albanteich bei St. Jakob (A 24) durchgeführten Tagesquerschnitte ergaben am 11./12. 4. 1946 eine mittlere Sauerstoffkonzentration von 12,60 mg O_2/l und am 15./16. 8. 1946 eine solche von 9,89 mg O_2/l. Am 11./12. 1946 war die mittlere Konzentration um 0,15 mg/l niedriger und am 15./16. 8. 1946 um 0,35 mg/l höher als bei A 7. Es trat also an diesen beiden Tagen auf der baselland-

schaftlichen Birsstrecke keine wesentliche Änderung des Sauerstoffgehaltes ein.

Wie im Angensteiner Kanal (A 7) so zeigte sich auch im St. Albanteich (A 24) ein deutlicher täglicher Gang der Sauerstoffkonzentration. Ebenso liessen sich die Veränderungen anlässlich des Wetterumschlages vom 16. 8. 1946 in ähnlicher Weise wie dort feststellen.

Am 11./12. 4. 1946 war der Hauptwasserstrom durchwegs mit Sauerstoff übersättigt; dagegen traten in der Nacht vom 15. auf den 16. 8. 1946 bis zu 11% betragende Defizite auf.

b) Kohlensäure

Durch die zwischen Angenstein und St. Jakob stattfindenden Dissimilationsvorgänge wird die Konzentration der freien Kohlensäure erhöht. Eine ganz wesentliche Erhöhung zeigt besonders ein Vergleich der mittleren Konzentrationswerte vom 11./12. 4. 1946; aber auch aus den Mittelwerten vom 15./16. 8. 1946 ergibt sich eine leichte Konzentrationszunahme zwischen Angenstein (A 7) und St. Jakob (A 24):

Untersuchungs-Serie	11./12. 4. 1946	15./16. 8. 1946
	Tagesmittel CO_2 mg/l	
Angensteiner Kanal (A 7)	6,4	6,0
Birs bei Aesch (C 1)	7,1	6,8
St. Alban-Teich bei St. Jakob (A 24) . .	16,0	8,5

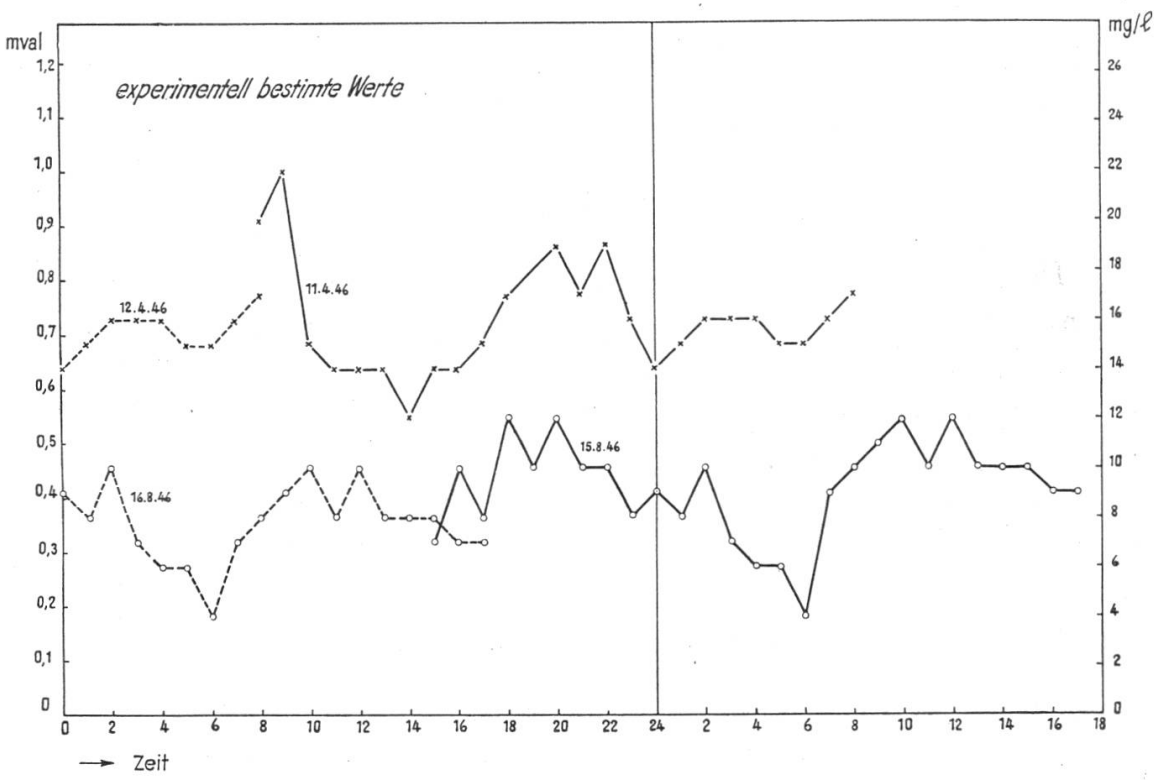

Abbildung 150. Täglicher Gang der Kohlensäure-Konzentration bei A 24

Der tägliche Gang der Konzentration an freier Kohlensäure ist im St. Alban-Teich (A 24) ähnlich demjenigen im Angensteiner Kanal (A 7). Er war durch je ein Maximum am Morgen (etwa 0800 h bis 1000 h) und am späten Abend (etwa 1800 h bis 2200 h) sowie durch je ein Minimum am Nachmittag (etwa 1200 h bis 1600 h) und in den Stunden nach Mitternacht gekennzeichnet. Betreffend die Erklärung dieses täglichen Ganges verweisen wir auf die bei der Besprechung der Tagesquerschnitte bei A 7 gemachten Erläuterungen.

In allen Proben der Hauptwasserstrom-Längsprofile vom 12. 12. 1945, 16. 8. 1946 und 30. 7. 1947 sowie in den Tagesquerschnitten vom 15./16. 8. 1946 bestand gegenüber dem theoretischen Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtszustand eine Kalkübersättigung. Ausser am 12. 12. 1945 war jedoch die negative Differenz zwischen Gleichgewichts-pH und experimentell bestimmtem pH nur gering, so dass das Ausmass der erwähnten Kalkübersättigung wahrscheinlich nur ein scheinbares ist und damit zusammenhängt, dass man bei der Berechnung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes mit der scheinbaren Dissoziationskonstanten der Kohlensäure rechnet, während die wirkliche Konstante im vorliegenden Falle grösser sein dürfte (vgl. H. Schmassmann 1947).

Umgekehrt waren die Werte der experimentell bestimmten freien Kohlensäure bei der Station A 24 am 11./12. 4. 1946 durchwegs höher als die dem theoretischen Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht zugehörige Kohlensäure. Es wäre also das Vorhandensein aggressiver Kohlensäure zu vermuten; dagegen spricht die im täglichen Gang der Hydrokarbonatkonzentration deutlich zum Ausdruck kommende Enthärtung. Auch die Ermittlung der Aggressivität nach dem Verfahren von Strohecker (Vergleich von Gleichgewichts-pH und experimentell bestimmtem pH) lässt keine aggressiven Wässer erwarten. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass man bei der Berechnung unabhängig von dem wechselnden Wert der Dissoziationskonstante der Kohlensäure ist und dürfte deshalb die wirklichen Verhältnisse besser wiedergeben als der Vergleich von experimentell bestimmter und sog. zugehöriger Kohlensäure.

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

Der Sauerstoffgehalt erfuhr zwischen C 1 und C 3 (bzw. C 2) mit Ausnahme des 12. 12. 1945 und des 13. 8. 1937 eine Zunahme. Bei C 1 wurden in den vollständigen Tagesquerschnitten des 11./12. 4. 1946 und des 15./16. 8. 1946 keine so hohen Sauerstoffkonzentrationswerte erreicht wie bei den Einzelproben der Stationen C 3 und C 2.

Die Konzentration an freier Kohlensäure blieb an den Tagen, an denen dieser Bestandteil bestimmt wurde, konstant.

4. Die vom Kanal der Spinnerei Arlesheim umflossene Birsstrecke

Obwohl die vom Kanal der Spinnerei Arlesheim umflossene Birsstrecke stark mit oxydierbaren organischen Stoffen belastet ist, war der Sauerstoffgehalt am 30. 7. 1947 bei allen Probefassungsstellen grösser

als der theoretische Sättigungswert. Die Einleitung der Abwässer zwischen D 1 und D 2 machte sich zwar in einer gewissen Erniedrigung des Sauerstoffgehaltes bemerkbar, ohne dass dadurch aber der Sättigungswert unterschritten worden wäre. Zwischen D 2 und D 3 fand indessen an diesem Tage eine so starke Assimilationstätigkeit statt, dass trotz daneben verlaufender Dissimilationsvorgänge der Sauerstoffgehalt bei D 3 einen 172% der Sättigung betragenden Wert erreichte. Es ist dies die höchste am 30. 7. 1947 beobachtete Übersättigung!

Am 12. 12. 1945 war dagegen bei verminderter Assimilationstätigkeit ein Defizit von 10%, d. h. das grösste an diesem Tage beobachtete, vorhanden. Dies mag zeigen, welchen extremen Schwankungen die hydrochemischen Verhältnisse auf der hier besprochenen Birsstrecke unterworfen sind.

Je nach dem Überwiegen assimilatorischer oder dissimilatorischer Vorgänge schwankt ganz entsprechend auch der Gehalt an freier Kohlensäure. Er betrug am 30. 7. 1947 nur ein Zehntel des am 12. 12. 1945 beobachteten Wertes. Immerhin ist der pH-Wert am 30. 7. 1947 im Vergleich zum theoretisch berechneten aussergewöhnlich stark erniedrigt, was auf eine starke Dissoziation der vorhandenen Kohlensäure hinzuweisen scheint.

Die in der vom Kanal der Spinnerei Arlesheim umflossenen Birsstrecke festgestellten Veränderungen der Konzentrationen an Sauerstoff, freier Kohlensäure, Hydrokarbonat-Ionen und biochemisch oxydierbaren organischen Substanzen zeigen deutlich, dass durch die düngende Wirkung der zwischen D 1 und D 2 eingeleiteten Abwässer nicht nur die Dissimilationsvorgänge sondern auch die Assimilationsvorgänge wesentlich gesteigert werden.

Wie aus der Abnahme des Ammoniakgehaltes hervorgeht, verlaufen neben diesem Sauerstoff-Kohlenstoff-Stoffwechsel auch Nitrifikationsvorgänge, welche jedoch offenbar durch den Nitratbedarf der Pflanzen kompensiert werden.

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

Durch die Assimilationsvorgänge findet eine bedeutende Zunahme der Sauerstoffkonzentration statt. Bei den Grundwasseraufstössen hatten wir am 18. 7. 1945 Sauerstoffdefizite von 32 bzw. 69% der theoretischen Sättigung festgestellt, während das Birswasser schon bei E 1 an allen drei Untersuchungsdaten Übersättigungen aufwies.

Der Gehalt an freier Kohlensäure betrug am 18. 7. 1945 bei den Grundwasseraufstössen 31 bzw. 40 mg/l; bei E 1 wurden dagegen nur noch Werte von 7 bis 28 mg/l festgestellt. Flussabwärts erfuhr die Kohlensäurekonzentration eine weitere beträchtliche Verminderung.

Aus der Abnahme der Konzentration an Hydrokarbonat und freier Kohlensäure erhalten wir einen Wert für die gesamte Assimilationstätigkeit zwischen E 1 und E 4, welchen wir mit der Zunahme der Sauerstoff-Konzentration vergleichen können:

	12. 12. 1945	16. 8. 1946	30. 7. 1947
$\triangle$ CO_2 total mmol . . .	—0,48	—0,56	—0,39
$\triangle$ O_2 mmol . . .	+0,20	+0,04	+0,10

Da der respiratorische Quotient der Lebewesen in der Nähe von 1 liegt, sollte die Zunahme des Sauerstoffs theoretisch gleich gross sein wie die Abnahme der Kohlensäure. In Wirklichkeit ist jedoch durchwegs weniger Sauerstoff vorhanden als auf Grund der durch die Assimilationsvorgänge bedingten Abnahme der Kohlensäure zu schliessen ist. Dies zeigt, dass offenbar bei den vorliegenden Übersättigungsverhältnissen der grösste Teil des entstandenen Sauerstoffs an die Atmosphäre abgegeben wird.

6. Die vom St. Alban-Teich umflossene Birsstrecke

Die Sauerstoffkonzentration des Wassers der vom St. Alban-Teich umflossenen Birsstrecke war allgemein durch eine starke Abhängigkeit von der Assimilationstätigkeit der Pflanzen charakterisiert. Die tägliche Ganglinie zeichnete sich durch ihren auffallend regelmässigen Verlauf aus. Sie stieg mit Beginn des Tages steil an und erreichte ihr Maximum zwischen 1230 und 1530, um dann fast ebenso steil abzufallen. Der kleinste Wert wurde zwischen 2130 und 2330 erreicht. Dann stieg die Ganglinie mit dem Nachlassen der Zufuhr sauerstoffzehrender Substanzen allmählich wieder an.

Durch die Wechselwirkungen des Sauerstoff-Kohlensäure-Haushaltes entstand am sonnenreichen 11./12. 4. 1946 eine tägliche Amplitude von 19,2 mg/l Sauerstoff; der grösste Wert war mit 26,7 mg/l rund 3½mal grösser als der kleinste (7,5 mg/l)! Weniger extrem waren die Verhältnisse im Tagesquerschnitt des 15./16. 8. 1946; die tägliche Amplitude betrug immerhin noch 7,7 mg/l, wobei der maximale Wert mehr als doppelt so gross war als der minimale.

Am 11. 4. 1946 hatte das Wasser bei F 3 um 1430 einen 284% des theoretischen Sättigungswertes entsprechenden Sauerstoffgehalt, während es um 2230 nur noch zu 65% gesättigt war! In beiden Tagesquer-

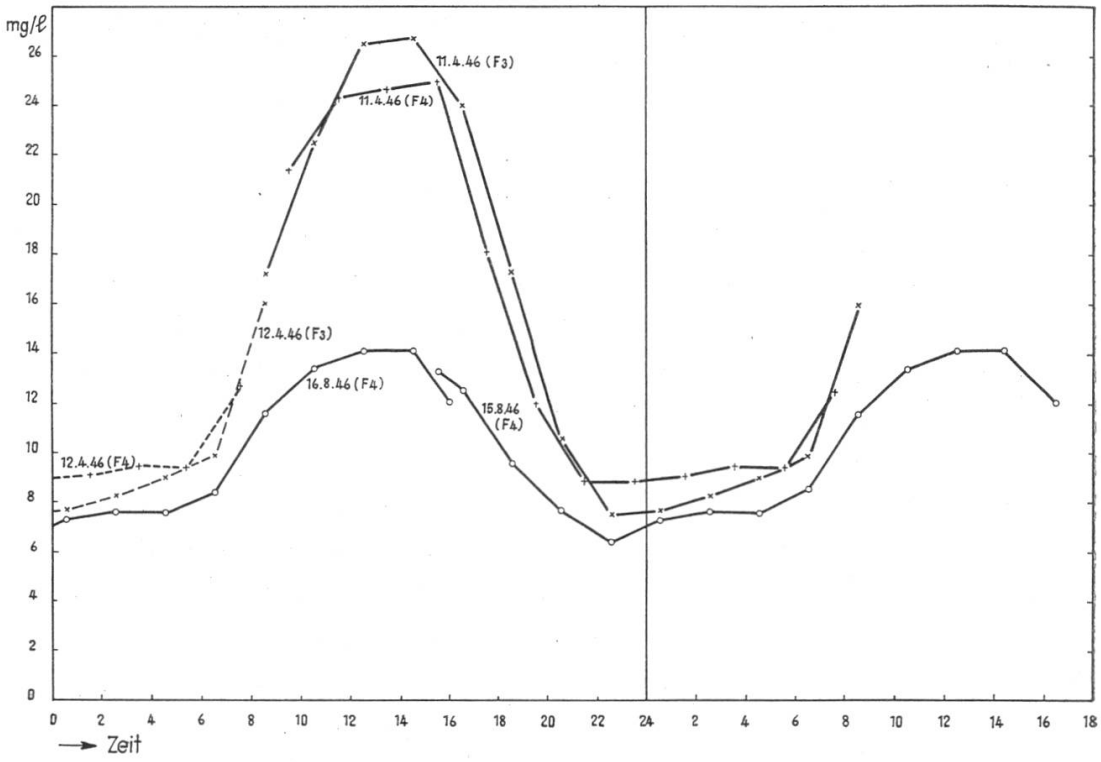

Abbildung 151. Täglicher Gang der Sauerstoff-Konzentration bei F 3 und F 4

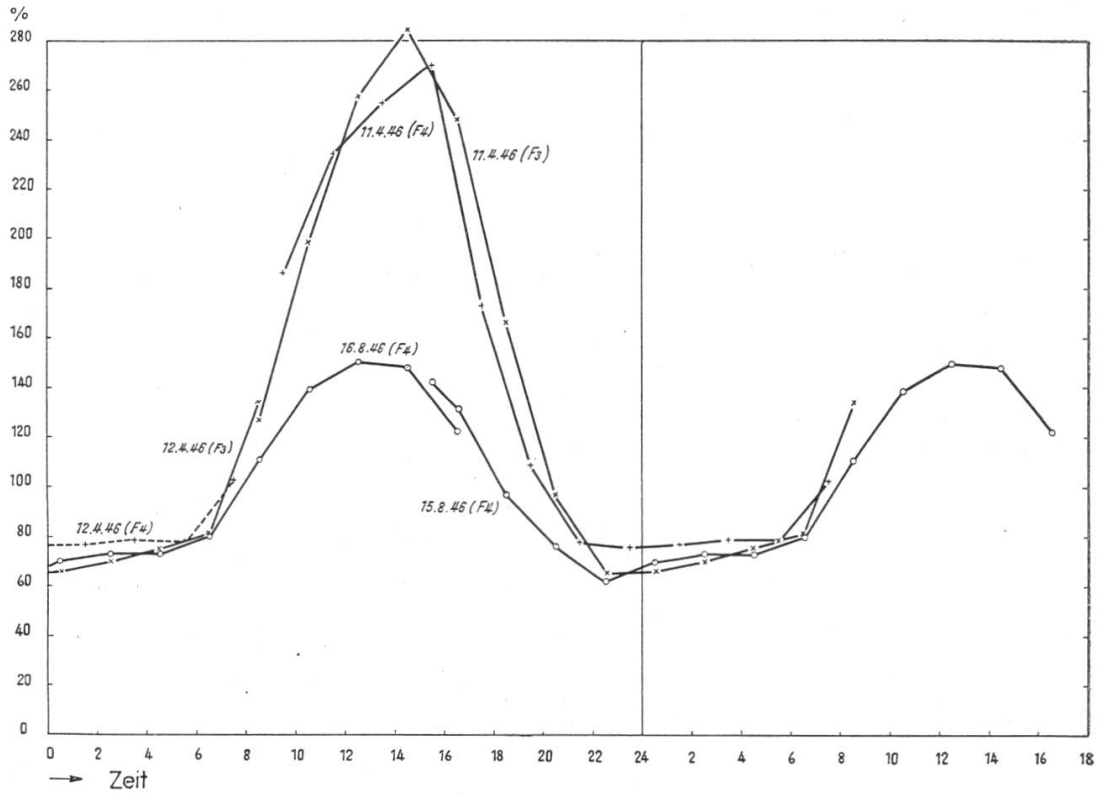

Abbildung 152. Täglicher Gang der Sauerstoff-Index bei F 3 und F 4

schnitten bestand während des Tages ein Sauerstoffüberschuss und während der Nacht ein Sauerstoffdefizit.

Die Ursache des nächtlichen Defizites liegt wohl im wesentlichen darin, dass die den Hauptanteil des Abflusses bildenden Grundwasseraustritte an Sauerstoff untersättigt sind. Anlässlich der Aufnahme des Grundwasserfeldes vom 19. 7. 1945 waren bei den 5 Beobachtungsstellen links der Birs Sättigungswerte von durchschnittlich 75%, bei den 4 Probefassungsstellen rechts der Birs solche von durchschnittlich 66% vorhanden. Am 27. 8. 1945 betrug der entsprechende Wert rechts der Birs 74%. Man kann demnach annehmen, dass die in den frühen Morgenstunden in der Birs festgestellten Werte von 75% (F 3, 12. 4. 1946, 0430), 78% (F 4, 12. 4. 1946, 0530) und 73% (F 4, 16. 8. 1946, 0430) ungefähr denjenigen des Grundwassers entsprechen, während die noch niedereren, in den Stunden vor Mitternacht auftretenden Werte auf zusätzliche biochemische Abbauvorgänge zurückzuführen sind.

Eine den Sauerstoffgehalt des Grundwassers übersteigende Konzentration konnte erst mit dem Anbruch des Tages beobachtet werden. Die tägliche Ganglinie zeigte deutlich die aussergewöhnliche Intensität der die Konzentrationssteigerung verursachenden Assimilationsvorgänge. Wie aus den Einzelroben des Längsprofils vom 12. 12. 1945 hervorgeht, ist die Aktivität dieser sauerstoffproduzierenden Tätigkeit der Pflanzen selbst im Winter noch verhältnismässig gross.

Den Tagesquerschnitten entnehmen wir folgende mittlere Konzentrationen:

	11./12. 4. 1946			15./16. 8. 1946
	F 3	F 4	F 3/4	F 4
Tagesmittel O_2 mg/l . .	15,6	15,3	15,4	10,0

Die Konzentration der freien Kohlensäure bei den Stationen F 3 und F 4 war wie diejenige des Sauerstoffs beträchtlichen täglichen Schwankungen unterworfen. Besonders deutlich kam der tägliche Gang in den Tagesquerschnitten vom 11./12. 4. 1946 zum Ausdruck. Er war vorwiegend durch die Assimilationstätigkeit der Pflanzen bedingt, welche das während des Tages auftretende Minimum hervorriefen.

Einen anderen Verlauf zeigte die tägliche Ganglinie vom 15./16. 8. 1946. Sie hatte ihr Minimum schon um 0830 morgens, stieg dann mit einem Unterbruch bis 1800 an und fiel bereits während der Nacht wieder ab. Man erhält den Eindruck, es habe sich bei ihr um die Resultante von Assimilations- und Respirationsvorgängen gehandelt.

Da der respiratorische Quotient der Lebewesen ungefähr = 1 ist, sollte theoretisch die jeweilige Abnahme der Kohlensäure-Konzentration

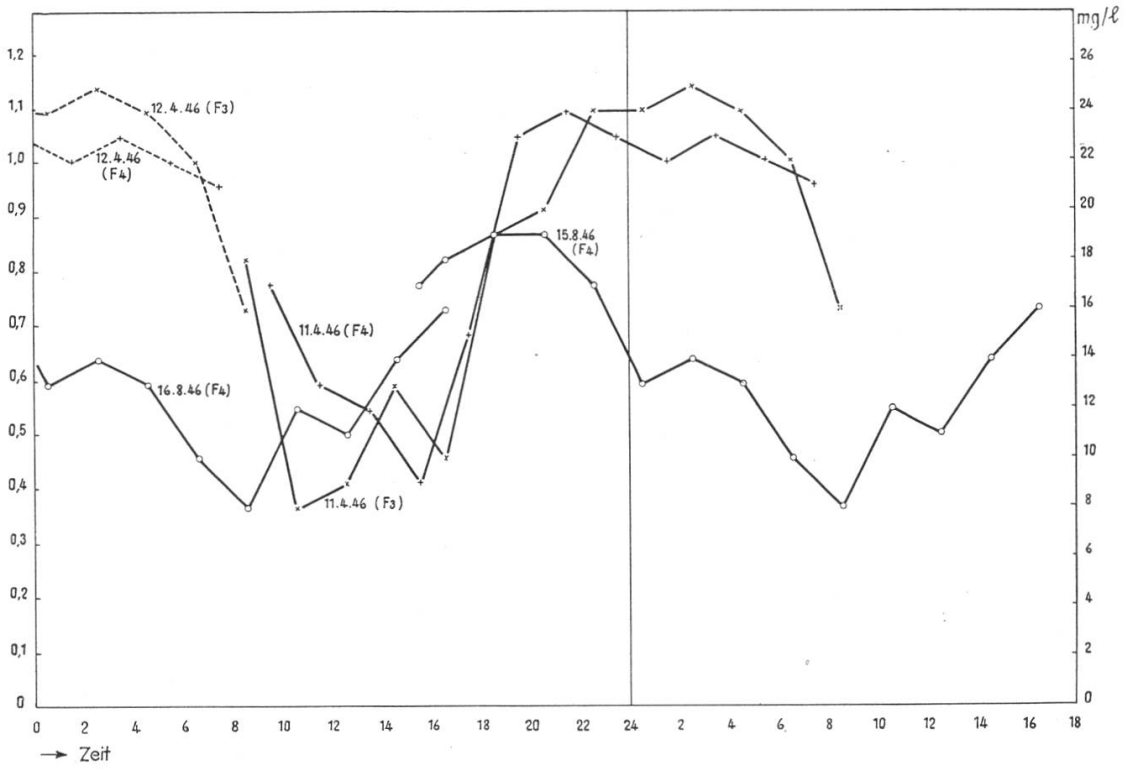

Abbildung 153. Täglicher Gang der Kohlensäure-Konzentration bei F 3 und F 4

(CO_2 + HCO_3) der Zunahme der Sauerstoff-Konzentration entsprechen. Um einen besseren Überblick über die diesbezüglichen Verhältnisse zu erhalten, haben wir die übergreifenden Mittel von je 3 zeitlich benachbarten Werten gebildet und diese als positive oder negative Differenz der Gesamtkohlensäure- bzw. Sauerstoff-Konzentration auf den der Zeit 0230 (bzw. 0130) entsprechenden Wert bezogen. Wählt man bei der Darstellung der Ganglinien dieser Differenzen als einheitlichen Masstab die Anzahl der Millimol des betreffenden Gases per Liter und trägt Sauerstoff- und Kohlensäurekonzentration in entgegengesetzter Ordinatenrichtung auf, so sollten sich bei strenger Anwendbarkeit des respiratorischen Quotienten auf die Beurteilung des biologischen Kohlenstoff-Sauerstoff-Haushaltes die beiden Ganglinien decken. Wie die Darstellungen auf Abbildung 154 zeigen, ist dies nicht der Fall; doch besitzen die Ganglinien der verglichenen Gas-Konzentration in allen drei Untersuchungsserien einen annähernd parallelen Verlauf. Dies bestätigt wenigstens, dass die Stoffwechselvorgänge den dominierenden Einfluss auf deren Verlauf ausüben. Die festgestellten Abweichungen sind z. T. darauf zurückzuführen, dass der Quotient der Atmung $CO_2 : O_2$ im allgemeinen etwas kleiner als 1 ist, wodurch bei Überwiegen der respiratorischen Vorgänge die Zunahme der Kohlensäure kleiner bleibt als die Abnahme des Sauerstoffs. Vor allem ist jedoch zu berücksichtigen, dass

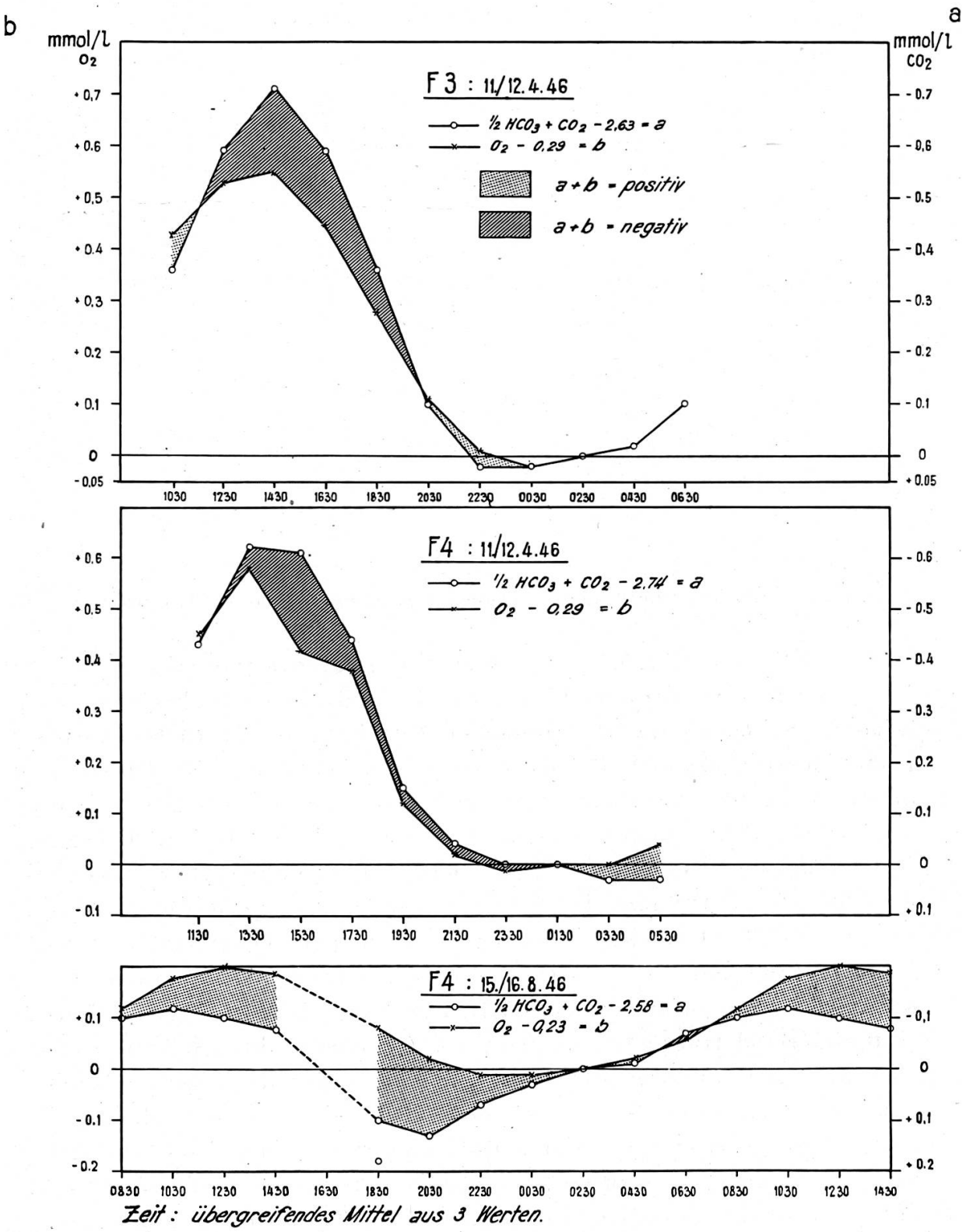

Abbildung 154. Täglicher Gang der Differenz der Gesamtkohlensäure- und der Sauerstoff-Konzentration gegenüber den betreffenden Werten um 0230 (bzw. 0130) bei F 3 und F 4

die Gaskonzentrationen nicht allein als Funktion des inneren Stoffkreislaufes aufgefasst werden können, sondern dass auch dem Gasaustausch mit der Atmosphäre eine wichtige Rolle zukommt. So dürfte z. B. bei der starken Übersättigung in den Nachmittagsstunden des 11. 4. 1946 eine Abgabe von Sauerstoff stattgefunden haben, was die auf den oberen beiden Darstellungen der Abbildung 154 zum Ausdruck kommenden Differenzen erklärt.

Wir sehen, dass durch die reiche Lebewelt der vom St. Alban-Teich umflossenen Birsstrecke aussergewöhnlich extreme hydrochemische Verhältnisse entstehen. Die durch unsere Tagesquerschnitte erfassten Schwankungen waren bei weitem noch nicht die grössten der in diesem Gewässer vorkommenden. Dies mögen folgende Analysenresultate einer am 27. 8. 1945 um 1455 bei F 3 erhobenen Probe veranschaulichen:

HCO_3'	= 1,95 mval	CO_2, frei	= nicht vorhanden
$Ca^{\cdot\cdot}$	= 2,4 mval		
$Mg^{\cdot\cdot}$	= 0,15 mval	O_2	= 25,9 mg/l

An diesem Tage wurde somit mehr als die Hälfte des Normalwertes der gesamten Kohlensäure durch die Assimilationsvorgänge aufgebraucht und eine entsprechende Menge Kalk biogen ausgefällt. Trotzdem wurde die schon bei geringem Kohlensäureverbrauch am 11. 4. 1946 festgestellte maximale Sauerstoff-Konzentration nicht überschritten. Dieser ist offenbar eine bestimmte obere Grenze gesetzt, die zwischen 26 und 27 mg/l liegen dürfte.

Mit den geschilderten Stoffwechselvorgängen steht auch ein deutlicher täglicher Gang der Wasserstoff-Ionen-Konzentration in Zusammenhang, wie er z. B. im Hauptwasserstrom nicht ausgeprägt ist. Die niedrigsten pH-Werte, d. h. die höchsten Wasserstoff-Ionen-Konzentrationen, traten in der Nacht in Verbindung mit dem Kohlensäure-Maximum auf.

Die Verhältnisse in den Längsprofilen sind naturgemäss nur schwer zu überblicken, da die Werte – wie wir gesehen haben – eine starke Abhängigkeit von der Tageszeit zeigen. Das Sickerwasser des Wehres bei F 1 hatte in allen Untersuchungsserien ein Sauerstoffdefizit, welches in einzelnen Fällen auch noch bei F 2 vorhanden war. Erst auf der Strecke zwischen F 2 und F 3/4 machte sich tagsüber die Wirkung der Assimilationsvorgänge deutlich geltend. Unterhalb F 3 wirkte sich am 1. 6. 1934 noch die Einleitung der Abwässer von Freidorf als Erniedrigung der Sauerstoffkonzentration aus.

7. Die tägliche Periodizität der Milieufaktoren eines fliessenden Gewässers

Die täglichen Perioden der Sauerstoff- und der Kohlensäure-Konzentrationen haben ihre Hauptursachen in der Periodizität des Vorherrschens assimilatorischer oder dissimilatorischer Vorgänge. Ihr Gang ist deshalb einerseits von der täglichen Periodizität der Strahlungs- und der Temperaturverhältnisse und andererseits von der kulturbedingten Periodizität des Anfalls an biochemisch oxydierbaren organischen Substanzen beeinflusst. Die Art und das Ausmass der täglichen Perioden ist im wesentlichen vom Verschmutzungsgrad (Saprobität) des Gewässers abhängig. Dementsprechend können wir folgende Gewässertypen unterscheiden:

a) Polysaprobe Gewässer: Bei diesem Gewässertyp herrschen die dissimilatorischen dauernd gegenüber den assimilatorischen Vorgängen vor. Eine tägliche Periodizität der Gaskonzentrationen kann deshalb namentlich durch die tägliche Periodizität des kulturbedingten Anfalls an biochemisch oxydierbaren organischen Stoffen entstehen.

Der eine solche Periodizität aufweisende Gewässertypus ist durch den Unterlauf des Arlesheimer Dorfbaches vertreten (Untersuchungen vom 29./30. 9. 1948). Das Maximum des Biochemischen Sauerstoffbedarfs ist während des Tages vorhanden; mit ihm geht ein ebenfalls abwasserbedingtes Maximum der Elektrolytkonzentration parallel. Entsprechend zeigt das Gewässer während des Tages sein Sauerstoff-Konzentrationsminimum und sein Kohlensäure-Konzentrationsmaximum.

Zu diesem Gewässertyp gehört auch der Unterlauf der Ergolz. Nach Untersuchungen, die am 14. 10. 1931 in Augst ausgeführt worden waren, «reichte die Assimilationstätigkeit der Pflanzen infolge der grösseren Zufuhr von sauerstoffzehrenden Abwassern und offenbar auch wegen der Überdeckung der Pflanzen mit Sedimentationsschlamm nicht aus, um die Zehrung zu kompensieren oder gar zu übertreffen. Als Folge der starken Belastung ergab sich eine fast kontinuierliche Abnahme der Sauerstoffsättigung von 73,5% um 0700 auf 34,6% um 1800». (W. Schmassmann 1944, S. 78.)

Charakteristisch für diesen Gewässertyp sind auch die am 17./18. 11. 1932 im Unterlauf der Ergolz bei Niederschönthal unterhalb Liestal ausgeführten Untersuchungen. Die Verunreinigung ist hier während der Nacht wesentlich geringer als tagsüber. Entsprechend war in diesem

Tagesquerschnitt der Sauerstoffgehalt während der Nacht höher als während des Tages.

Abweichungen von der durch ein während des Tages vorhandenes Sauerstoff-Konzentrationsminimum und ein nächtliches Sauerstoff-Konzentrationsmaximum gekennzeichneten täglichen Periodizität können dann auftreten, wenn die Gewässersohle von Bodenschlamm bedeckt ist und während der Nacht in diesem Schlamm intensive Abbauprozesse stattfinden, wie wir dies im Arlesheimer Dorfbach (29./30. 9. 1948, Station 6) beobachtet haben. Durch die dabei freiwerdende Oxydationsenergie kann selbst die sonst im allgemeinen der täglichen Strahlungsperiodizität entsprechende tägliche Periode der Wassertemperatur erheblich beeinflusst werden.

b) Mesosaprobe Gewässer: Die täglichen Perioden der Sauerstoff- und der Kohlensäure-Konzentrationen haben ihre Hauptursache in der während des Tages vorherrschenden Assimilationstätigkeit der Pflanzen und in der während der Nacht vorherrschenden Atmung der Organismen. Der Einfluss der täglichen Periodizität des kulturbedingten Anfalls an biochemisch oxydierbaren organischen Stoffen konnte allerdings bei den von uns untersuchten und zu diesem Typus gehörenden Gewässern teilweise ebenfalls erkannt werden. Ferner wird der tägliche Gang der Sauerstoff- und Kohlensäure-Konzentrationen durch Austauschvorgänge mit der Atmosphäre modifiziert.

Dieser Gewässertypus ist während des Tages durch ein Sauerstoff-Konzentrationsmaximum sowie durch Minima der Konzentrationen an freier Kohlensäure und Hydrokarbonat-Ionen (und damit auch an Gesamt-Elektrolyten) gekennzeichnet. Während der Nacht treten die minimalen Sauerstoff-Konzentrationen und die maximalen Konzentrationen an freien Kohlensäure und an Hydrokarbonat-Ionen auf.

Der Hauptwasserstrom und die von Kanälen umflossenen Birsstrecken — soweit sie untersucht wurden — zeigen eine solche Periodizität. Ebenso gehört der Oberlauf der Ergolz (Untersuchungen in Sissach am 14. 10. 1931) diesem Typus an.

Naumann (1931, S. 661) hat darauf hingewiesen, dass die tägliche Periodizität des «CO_2-Standards» und des «O_2-Standards» besonders in eutrophen (d. h. nährstoffreichen) Gewässern scharf ausgeprägt sei. Dies ist jedoch nur bedingt richtig. So haben die Tagesquerschnitte im Hauptwasserstrom wie auch in der vom Angensteiner Kanal umflossenen Birsstrecke trotz ähnlichen Konzentrationen an Nährstoffen und an biochemisch oxydierbaren organischen Substanzen eine bedeutend weniger ausgeprägte Periodizität ergeben als die Tagesquerschnitte in

der vom St. Alban-Teich umflossenen Birsstrecke. Das Ausmass der täglichen Periodizität ist nicht nur vom Trophiezustand, sondern auch ganz erheblich von den morphometrischen Verhältnissen und der Trübung des Gewässers abhängig. In einem tiefen und trüben Gewässer (z. B. Kanäle) erfahren eben die sauerstoffproduzierenden Assmiliationsvorgänge eine starke Einschränkung. Das dadurch bedingte verminderte Wachstum der grünen Pflanzen verkleinert andererseits auch das Ausmass der Atmungsvorgänge während der Nacht. Ferner ist in einem tiefen und vegetationsarmen Gewässer die benetzte Fläche und damit die Besiedlungsmöglichkeit für die organische Stoffe oxydierenden Organismen viel geringer als in einem seichten Gewässer mit reichem Pflanzenwachstum.

c) Oligosaprobe Gewässer: Während die grünen Pflanzen in den mesosaproben Gewässern ihre höchste Produktion erreichen, sind sie in den oligosaproben Gewässern wieder spärlicher vorhanden. Infolge der dadurch bedingten geringen Assimilationstätigkeit und des bescheidenen und konstanten Anfalls an biochemisch oxydierbaren organischen Substanzen ist eine tägliche Periodizität der Sauerstoff- und Kohlensäure-Konzentrationen nicht vorhanden oder nur ganz schwach ausgeprägt.

Dieser Gewässertypus wird durch den Oberlauf des Arlesheimer Dorfbaches charakterisiert.

N. Biologische Untersuchungen in der Birs und den von ihr abzweigenden Kanälen

1. Ergebnisse einer systematischen Bestandesaufnahme

Eine systematische Bestandesaufnahme wurde am 21. 4. 1950 an drei Stellen im St. Alban-Teich und der von demselben umflossenen Birsstrecke durchgeführt. Die ausgewählten Probefassungsstellen waren am Untersuchungstage wie folgt charakterisiert: