Biologische Auswirkungen des Kühlwassers aus dem Kraftwerk Voitsberg auf den Vorfluter Kainach

H. HEGER-BURSIK, W. RODINGER

Dieses Forschungsprojekt, das in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Wassergüte durchgeführt wird, wurde Anfang August 1974 in Angriff genommen und soll Mitte des Jahres 1976 abgeschlossen werden. Neben den biologischen Untersuchungen werden auch physikalische, chemische und bakteriologische ausgeführt; der Fischbestand wird mit Elektrofischfang erhoben. Wir möchten darauf hinweisen, daß dieser Artikel nur einen kurzgefaßten Zwischenbericht darstellt.

Das Dampfkraftwerk Voitsberg der Österreichischen Draukraftwerke AG. besteht aus zwei Anlagen, Voitsberg I und Voitsberg II, die in den Jahren 1938—41 bzw. 1956 in Betrieb genommen wurden. Sie liefern bei Vollast 60 bzw. 65 MW. Die Kühlung erfolgt mit drei Kühltürmen und Frischwasserkühlung im Mischbetrieb. Pumpen ermöglichen die teilweise Rückkühlung und Wiederverwendung von benütztem Kühlwasser.

Es hat sich als nicht sinnvoll erwiesen, die Untersuchungen weiter als bis zum Bereich der völligen Einmischung des Kühlwassers unterhalb des sogenannten Kasparwehres fortzusetzen, da die Stadtgemeinde Voitsberg bald flußabwärts die Abwässer praktisch ungeklärt einleitet. Noch weiter flußabwärts verändert die einmündende Teigitsch die Kainachtemperatur so stark, daß der Kühlwassereinfluß nicht mehr abzulesen ist.

Die mittlere Wasserführung der Kainach bei Voitsberg beträgt 3,15 m^3/sec. (FUCHS, SCHLATTE, SALIGER 1973). Für August 1974 errechneten wir aus Profil und Strömungsgeschwindigkeit 3 m^3/sec. für oberhalb und 3,5 m^3/sec. für unterhalb des Kühlwasserzuflusses, der selbst also 0,5 m^3/sec. beigetragen hatte. Im Februar 1975 war Q oberhalb nur 0,3 m^3/sec. und unterhalb 1 m^3/sec. Das Kühlwasser machte also mit 0,7 m^3/sec. mehr als $^2/_3$ der Gesamtwasserführung aus. Im April 1975 betrug Q oberhalb der Kühlwassereinleitung jedoch 7,1 m^3/sec. und unterhalb davon 8,9 m^3/sec.; das Kühlwasser brachte da 1,8 m^3/sec.

Temperatur und Sauerstoff:

Sowohl im August 1974 als auch im Februar 1975 trafen wir überdurchschnittlich hohe Lufttemperaturen an. Im August 1974 erreichte die Kainach schon oberhalb des Kraftwerkes 25° C und die Kühlwassertemperatur stieg bis 41° C (Abb. 1). Das erwärmte Kühlwasser war mit Sauerstoff gesättigt. Während der Hitzewelle betrugen die natürlichen Tagesschwankungen der Wassertemperatur bis zu 10° C; die Werte ober-

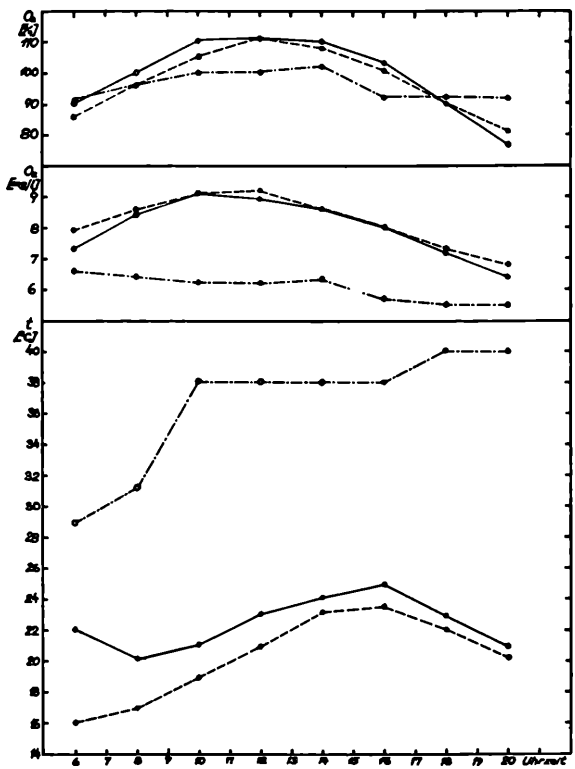

Abbildung 1

Temperatur, O_2-Gehalt, O_2-Sättigung der Kainach oberhalb (----) bzw. unterhalb (—) der Kühlwassereinleitung beim DKW Voitsberg, sowie des Kühlwassers (-·-·-·-) am 19. 8. 1974

halb des Kraftwerkes bewegten sich zwischen 15 und 25° C, im Bereich der Kühlwassereinmischung zwischen 20 und 29° C.

Im Februar 1975 standen uns bereits Schreiber für eine kontinuierliche Aufzeichnung der Temperatur- und der O_2-Werte zur Verfügung. Im Ent-

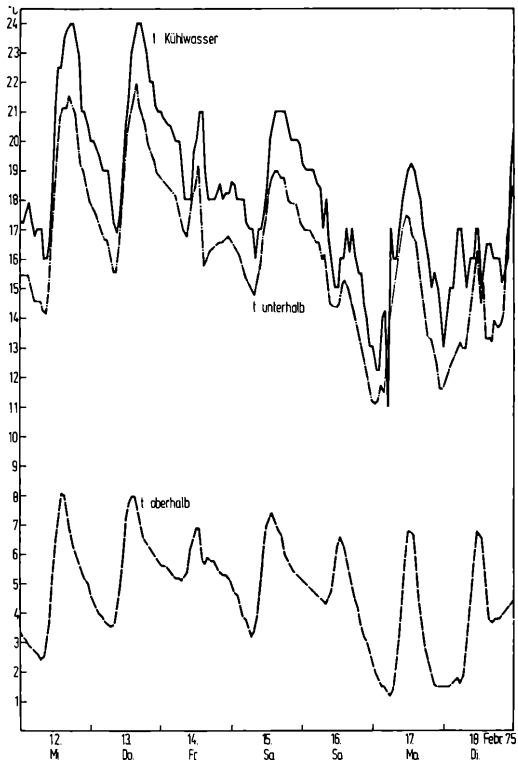

Abbildung 2

Temperatur der Kainach oberhalb und unterhalb des DKW Voitsberg

nahmezeitraum schwankten die Temperaturen der Kainach oberhalb der Kühlwasserrückleitung zwischen 1,2 und 8,1° C, die unterhalb bei völliger Durchmischung zwischen 11,1 und 21,6° C. (Abb. 2). Laut Werksangabe betrug die höchste Kühlwassertemperatur 24° C; die Maxima wurden

meist um 17 Uhr verzeichnet. In der Kainach waren die Temperaturen zwischen 12 und 14 Uhr am höchsten. Der Temperaturunterschied zwischen der Kainach oberhalb und unterhalb der Kühlwassereinleitung betrug im Durchschnitt zwischen 10 und 14° C.

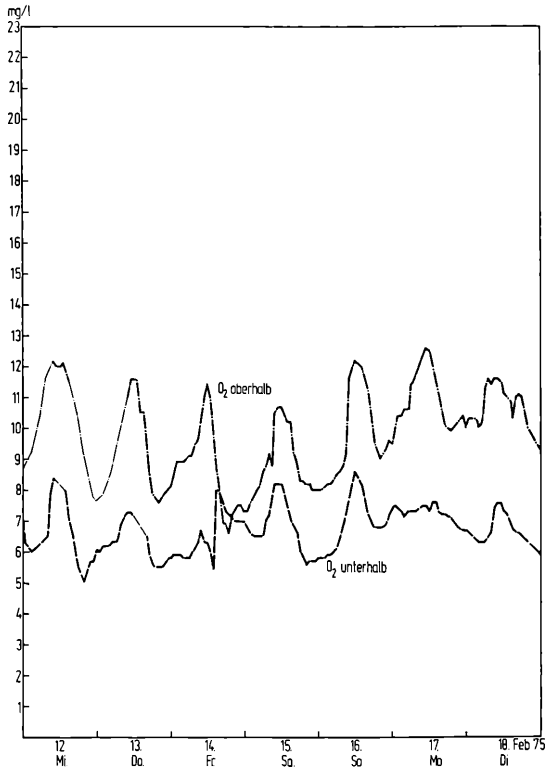

Abbildung 3

O_2-Gehalt der Kainach oberhalb und unterhalb des DKW Voitsberg

Im Februar 1975 zeigte sich ein deutlicherer Unterschied zwischen den O_2-Gehalten und O_2-Sättigungen oberhalb und unterhalb als im August 1974 (Abb. 3, 4). Der Jahreszeit entsprechend war der biogene Sauerstoff-

eintrag durch Algen sehr gering. In den Nächten fielen die Werte der Sauerstoffsättigung unter 70%.

Der Sauerstoffgehalt des Kaltwassers schwankte zwischen 6,6 und 12,6 mg/l, wobei die Maxima meist schon vor 12 Uhr erreicht wurden. In

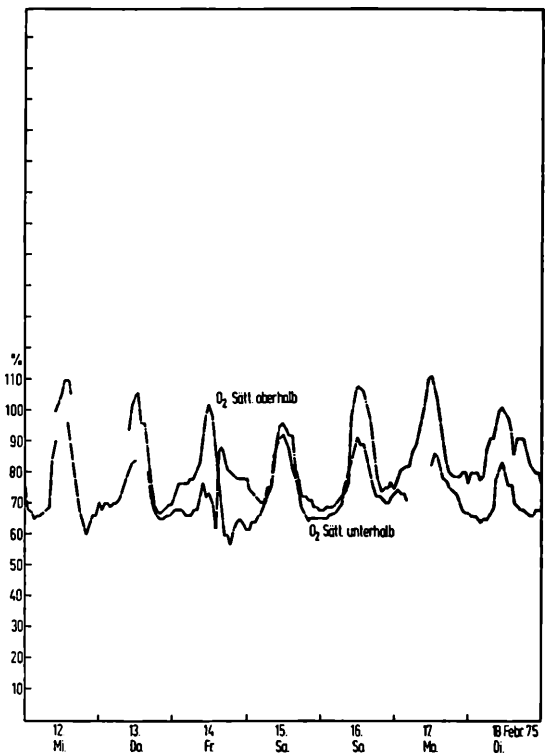

Abbildung 4

O_2-Sättigung der Kainach oberhalb und unterhalb des DKW Voitsberg

der erwärmten Kainach wurden Werte zwischen 5,0 und 8,6 mg O_2/l gemessen; hier traten die Maxima erst ab 12 Uhr auf.

Abb. 5 und 6 zeigen die Temperatur und den O_2-Gehalt der Kainach oberhalb und unterhalb der Kühlwassereinleitung an Hand der Mittel-

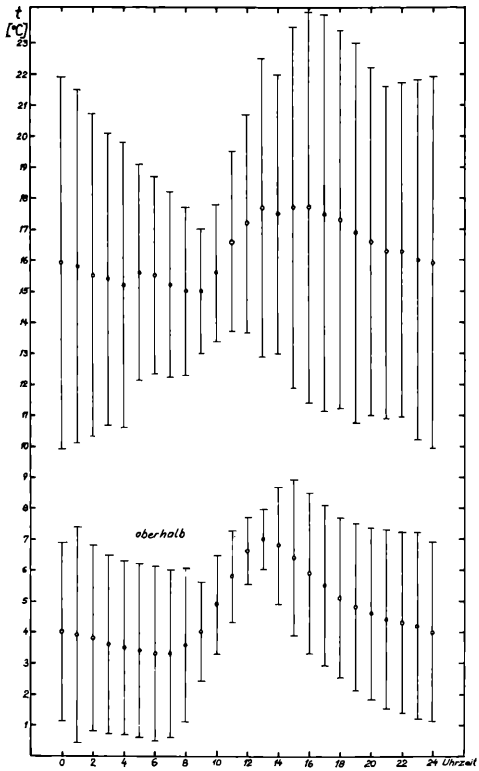

Abbildung 5

Temperatur der Kainach (Mittelwert und doppelte zweiseitige Standardabweichung) oberhalb und unterhalb des DKW Voitsberg vom 11. 2. bis 19. 2. 1975

werte und der doppelten zweiseitigen Standardabweichung. Der vormittägige Temperaturanstieg des Frischwassers unterliegt auch bei verschiedenen Wetterbedingungen nur kleineren Schwankungen. Die Temperatur- und O_2-Werte des Mischwassers steigen und fallen mehrmals am Tag, bedingt durch den Kraftwerksbetrieb. Die statistischen Schwankungsbereiche der O_2-Gehalte oberhalb und unterhalb überschneiden sich.

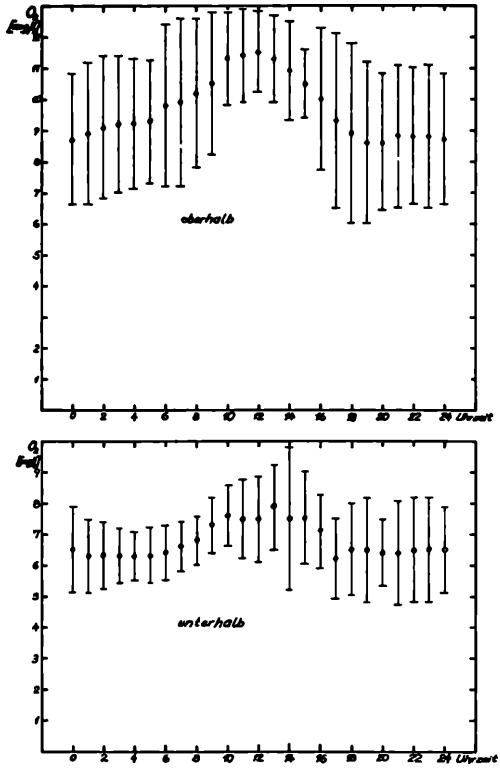

Abbildung 6

O_2-Gehalt der Kainach (Mittelwert und doppelte zweiseitige Standardabweichung) oberhalb und unterhalb des DKW Voitsberg vom 11. 2. bis 19. 2. 1975

Chemismus:

Im August 1974 und im Februar 1975 wurden chemische Stichproben entnommen und bestimmt:

pH	um 8
GH	um 10° dH
NO_3	9 —50 mg/l

NO_2	0,1 — 0,7 mg/l
NH_4	0,18— 1,5 mg/l
PO_4	0,1 — 0,9 mg/l
Cl	um 10 mg/l
$KMnO_4$-Verbr.	4 —15 mg/l

Bakteriologie:

Die Stadt Köflach übergibt ihre Abwässer praktisch ungeklärt dem Gradener Bach, der dann zum Großteil die chemische und hygienische Belastung der Kainach verursacht. Um Einblick in die Reduzentenverhältnisse zu gewinnen, wurde Escherichia coli kultiviert und der BSB_5 ermittelt.

Im August 1974 wurden in der Kainach oberhalb der Kühlwassereinleitung 33.000 Coli-Kolonien gezählt, im Kühlwasser selbst konnten nur 10 gefunden werden. Da das Kühlwasser damals laut Werksangabe im Kondensator 45° C erreichte, dürfte diese Temperatur mittelbar oder unmittelbar die Dezimierung bewirkt haben.

Im Februar 1975 erreichte die Kondensatoraustrittstemperatur des Kühlwassers nur 26° C und es war kein vergleichbarer Effekt zu beobachten. Den 31.000 Coli-Kolonien im Kaltwasser standen damals im Kühlwasser bei der Einmündung 24.000 gegenüber.

Der BSB_5-Wert zeigte die gleiche Tendenz: im August 1974 betrug er im Kaltwasser 19 mg/l und im Mischwasser 8 mg/l; im Kühlwasser selbst war er 0. Im Februar 1975 machte er oberhalb 34 mg/l und unterhalb 33 mg/l aus; im Kühlwasser betrug er 30 mg/l.

Algenflora:

Im August 1974 war die Alge *Cladophora glomerata*, die die bekannten langen grünen festgewachsenen Zotten und Zöpfe bildet, die häufigste Art in der Kainach oberhalb und unterhalb der Kühlwassereinleitung. Im noch nicht eingemischten Warmwasser fehlte sie allerdings. Dort fanden sich nur Diatomeen, nämlich Nitzschien, die auch den Kühlwasserkanal besiedelten. Die *Cladophora* war von einer anderen reichen Diatomeenflora besiedelt, in der *Cocconeis pediculus* vorherrschte.

Im Februar 1975 jedoch waren deutliche Unterschiede zwischen oberhalb und unterhalb der Kühlwassereinleitung zu beobachten. *Hydrurus foetidus*, eine kaltstenotherme Art, war nie unterhalb zu finden. Die Blaualge *Phormidium autumnale* folgte dem Kühlwasser auch unterhalb der Ein-

leitung und war noch 1 km flußabwärts am linken Ufer in deutlich sichtbaren Mengen anzutreffen. *Cladophora glomerata*, die im Sommer die große Biomasse ausmachte, war nur in Restbeständen vorhanden. Diese waren von den Diatomeen *Melosira varians*
Diatoma vulgare
Ceratoneis arcus
Synedra ulna
Cymbella ventricosa
Nitzschia spp. u. v. a. begleitet.

Die im Kühlwasser vorkommende Algenflora war im Feber weitaus vielfältiger als im August. Neben *Sphaerotilus dichotomus*, der der Größenverhältnisse wegen hier mit erfaßt wird, wurden die Grünalgen *Cladophora glomerata* und *Ulothrix cf.tenerrima* gefunden, die Blaualge *Phormidium autumnale* und häufig die Kieselalge *Diatoma vulgare*.

Sphaerotilus dichotomus war auch oberhalb des Kühlwassers anzutreffen, und zwar häufiger als unterhalb. *Closterium acerosum* wurde wie im August unterhalb der Kühlwassereinleitung gefunden.

Im August 1974 war die Kainach ober- und unterhalb in die Güteklasse II—III (β-α mesosaprob) einzustufen, im Februar 1975 war sie oberhalb β-mesosaprob und unterhalb der Kühlwassereinleitung β-α mesosaprob.

Zoobenthos:

Während die Aufwuchsalgen nur qualitativ bestimmt werden können, werden die Proben der Bodenfauna auch quantitativ aufgearbeitet. Die Probenentnahme erfolgt oberhalb und unterhalb der Kühlwassereinleitung an verschiedenen Stellen im Fluß; die Ergebnisse werden dann statistisch ausgewertet.

Es zeigte sich, daß im August 1974 durch die Kühlwassereinleitung weder ein qualitativer noch ein quantitativer Unterschied in der Makroorganismenbesiedlung hervorgerufen worden war. Die zusätzliche Aufheizung des an sich schon warmen Kainachwassers dürfte auf die vorhandenen Ephemeropteren-, Chironomiden- und Oligochaetenarten*) keinen nachteiligen Einfluß ausgeübt haben.

---

*) Ephemeroptera: *Baetis alpinus*
Baetis rhodani
Ephemerella ignita
Chironomidae: *Diamesa* sp.
Endochironomus sp.
Oligochaeta: *Eiseniella tetraedra*
Herpobdella octoculata
Nais elinguis
Tubifex tubifex

Im Februar 1975 jedoch, als durch das Kühlwasser ein Temperatursprung um 10—14° C hervorgerufen wurde, trat sowohl bezüglich der vorkommenden Arten**) als auch der Individuenzahlen ein wesentlicher Unterschied auf. Ephemeropteren und Plecopteren wichen im Mischwasser weitgehend zurück und Gastropoden traten auf. An Hand der Trockengewichte wurde ermittelt, daß im Bereich oberhalb der Kühlwassermündung etwa 6mal so viel Biomasse vorhanden war wie im Mischwasserbereich.

Fische:

Die Ermittlung des Fischbestandes in der Kainach wurde durch Elektrofischen im September 1974 und im April 1975 durchgeführt. Anzahl, Länge und Gewicht der Fische wurden festgehalten und mit Hilfe statistischer Methoden Aussagen über die Form und Größe der Populationen getroffen.

Am stärksten waren Cypriniden (*Leuciscus cephalus*
Barbus barbus
Gobio uranoscopus
Carassius carassius)
in der Kainach vertreten, aber auch Salmoniden (*Salmo trutta*
Salmo gairdneri
Thymallus thymallus)
kamen vereinzelt vor.

Im September 1974 befanden sich im Kaltwasser oberhalb der Kühlwassermündung etwa 3mal so viele Fische wie im Warmwasser. Im April 1975 tendierten die Fische eher ins Mischwasser; es wurden dort 5mal so viele Cypriniden gefangen wie im Kaltwasser.

**) Ephemeroptera: *Baetis alpinus*
Baetis rhodani
Ecdyonurus venosus
Epeorus assimilis
Rhithrogena semicolorata
Plecoptera: *Perla marginata*
Dinocras cephalotes
Gastropoda: *Ancylus fluviatilis*
Gyraulus sp.
Limnea sp.
Physa fontinalis

Literatur

FUCHS, J., SCHLATTE, H., SALIGER, H. (1973): Die thermische Belastung der Mur und Kainach durch die kalorischen Kraftwerke der Österreichischen Draukraftwerke. — Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung 25: 68—126.

DISKUSSION

OTTENDORFER: Wir hatten hier die Möglichkeit, ein natürliches Gewässer zu studieren, in einer Situation, die sich im Labor nicht darstellen läßt. Es war uns aber bei der Planung schon klar, daß man nicht einfach die Ergebnisse an der Kainach mit einem der Wasserführung entsprechenden Faktor auf andere Fließgewässer übertragen kann.

ERTL: Wo haben Sie die Fische her, bzw. die Befischung durchgeführt? Aufwärts der Kühlwassereinleitung, in der Restwassermenge oder aufwärts der Wehranlagen?

RODINGER: Es wurde die Strecke bis 300 m oberhalb der Kühlwassereinleitung befischt, also noch unterhalb der Wehre.

HUMPESCH: 1. Auf wieviele Untersuchungen im Untersuchungszeitraum stützen sich Ihre biologischen Aussagen? Das Entwicklungsbild der Organismen zeigt sich erst bei einer höheren Entnahmefrequenz.

2. Im August 1974 finden Sie oberhalb und unterhalb des Kühlwassereinflusses keine quantitativen Unterschiede im Probenspektrum — trifft diese Aussage auch bei der quantitativen Erfassung der Entwicklungsstadien der Arten zu, also heißt das, daß auch das Entwicklungsbild oberhalb und unterhalb des Kühlwassereinflusses keine Unterschiede aufweist?

Zeigen sich bei den Flugzeiten der benthischen Insekten irgendwelche Unterschiede oberhalb und unterhalb des Kühlwassereinflusses?

RODINGER: zu 1: Eine Aufsammlung fand im Sommer und eine im Winter statt. Zu 2: Im Sommer konnten keine verschiedenen Entwicklungsstadien unterschieden werden. Im Winter kamen die Ephemeropteren sowieso nur oberhalb der Kühlwassereinleitung vor.

Die Flugzeiten wurden nicht untersucht.

LIEPOLT: Die Änderung der jahreszeitlichen Durchschnittstemperatur hat in jedem Falle einen Einfluß auf die Physiologie der Biozönosen, z. B. auf die Reifung der Geschlechtsprodukte und Laichzeit der Fische, auf die Flugzeit der aquatischen Insekten usw. Wurden oder werden Beobachtungen in dieser Hinsicht gemacht?

RODINGER: Im April 1975 wurden oberhalb und unterhalb der Kühlwassereinleitung gleichaltrige Jungfische beobachtet; eine Beeinflussung der Laichzeit der Mutterfische durch thermische Veränderung des Biotops dürfte in der vorangegangenen Laichperiode nicht erfolgt sein. Im September 1974 hingegen waren unterhalb der Einleitung keine Jungfische gefangen worden, oberhalb derselben aber war die Altersverteilung durchaus normal. Infolge der großen thermischen Belastung dürften damals die kleineren Fische zum Abwandern gezwungen worden sein.

Bei den Untersuchungen im August 1974 wurden bezüglich der Flugzeit der aquatischen Insekten keine Beobachtungen gemacht; im Februar 1975 wurden im

erwärmten Bereich des Flusses nur vereinzelt Plecopterenlarven gefunden, während im Kaltwasserbereich diese Insektenlarven sehr häufig gefangen werden konnten.

OTTENDORFER: Für solche Untersuchungen müßte ein Beobachter längere Zeit an Ort und Stelle tätig sein. Das ist bei dem begrenzten finanziellen Etat leider nicht möglich.

HEGER: Man könnte Werksmessungen für die Berechnung von Tagesgradsummen des Jahres heranziehen. Die sogenannte Frischwassertemperatur ist aber nicht mit der Temperatur der Kainach nach der Einmündung des Gradener Baches identisch. Eher könnten die Werte, die ein Temperaturmeßfühler seit Jänner 1975 unterhalb des Kasparwehres nach erfolgter Durchmischung aufzeichnet, für die erwärmte Strecke herangezogen werden.

ERTL: Es wird daher angeregt, die Kainachuntersuchungen auch aufwärts der Wehranlage der ÖDK durchzuführen und auch die Temperatur und den O_2-Gehalt dort zu messen.

HEGER: Im Sommer 1974 war die geschätzte Biomasse der makroskopischen Algen (Cladophora) oberhalb und unterhalb der Kühlwassereinleitung gleich. Oberhalb der Wehre gibt es viel krassere Unterschiede bezüglich des Substrates und der Strömungsgeschwindigkeit.

SCHIMUNEK: Verfolgen Ihre Untersuchungen einen wissenschaftlichen Zweck oder einen praktischen Zweck für das Kraftwerk Voitsberg. Glauben Sie, daß man die Erkenntnisse, die Sie an der Kainach gewinnen, direkt auf die Donau übertragen kann? — Ich glaube nicht.

HEGER: Unsere Untersuchungen haben mit dem Ausbau des Dampfkraftwerkes Voitsberg nichts zu tun. Wir wollen Erkenntnisse über die biologischen Auswirkungen thermischer Belastung auf Fließgewässer gewinnen. Die Kainach bot sich als Modellfall an, da die Umweltänderung hier in einem klar definierbaren Temperaturfaktor besteht.

OTTENDORFER: Selbstverständlich ist der Ausgangspunkt dieser Untersuchungen nur ein Teil einer viel größeren und umfassenden Studie. Die Grundfrage ist, was geschehen wird, wenn man die Donau um einige Grade über ihre natürliche Temperatur erwärmt.

Diese Frage war Gegenstand eines IAEA-Symposiums in Oslo. Es gleicht zwar kein erhaltenes Ergebnis dem anderen, doch sind wertvolle Hinweise enthalten. Die thermische Studie der Donau wurde von Herrn Hofrat ECKEL gemacht und wird in einigen Monaten abgeschlossen sein. Aber es gibt noch andere Probleme, z. B. die Auswirkung des Lichtklimas — insbesondere der Unterschied Tag/Nacht bei gleichen Temperaturen; oder was geschieht, wenn plötzlich ein großes Kraftwerk gestoppt werden muß. Die Auswirkungen der dann entfallenden Aufwärmung würden noch wesentlich unangenehmer sein!

SCHIMUNEK: Man arbeitet doch heute schon allgemein mit internationalen Grenzwerten von 25° C und einer Erwärmung von 3° C. Ich nehme doch an, daß diese Werte auf dem Grund praktischer Erfahrung und wissenschaftlicher Erforschung beruhen. Oder sind das willkürlich in den Raum gestellte Zahlen?

OTTENDORFER: Nein. Die Temperaturerhöhung um 3° nach völliger Durchmischung ist eine seit Jahren anerkannte Größe, ebenso wie die Temperaturspanne von 10° C für die Kühlwasserrücknahme.

GRAF: Gibt es Vergleichsuntersuchungen in der Aufwärmstrecke bei Stillstand des Werkes, wenn plötzlich für längere Zeit das natürliche Temperaturniveau wieder erreicht wird?

RODINGER: Da das Dampfkraftwerk Voitsberg keine Grundlast fährt, ist nie mit gleichmäßiger Kühlwasserabgabe zu rechnen. Allerdings sind die Stehzeiten im Sommer häufiger und länger als im Winter.

KANN: Zur Beurteilung einer Biozönose sind mehrere ökologische Faktoren von Einfluß, sie wirken ineinander; es ist sehr schwer den Faktor Temperatur allein zu beurteilen. Langjährige Untersuchungen der ganzen Biozönose sind nötig. Da jedes Gewässer ein Individuum für sich ist, sind Vergleiche schwierig. Wenn es eine Grundlagenforschung sein soll, müssen alle Faktoren berücksichtigt werden.

OTTENDORFER: Sie haben jetzt etwas mehrmals erwähnt und zwar: dazu gehören Jahre! Ich glaube nicht, daß jemand hier glauben kann, daß diese Studie reine Grundlagenforschung ist. Ich würde diese Arbeit als angewandte Untersuchung mit Ausrichtung auf ein ganz bestimmtes Thema betrachten. Nun zum Problem Zeit: Wir stehen in diesem Falle unter Zeitdruck. Wir müssen folgendes in Kauf nehmen: Um das maximal Erreichbare rechtzeitig durchführen zu können, müssen die Anforderungen an die Präzision der wissenschaftlichen Aussage in entsprechendem Maß reduziert werden. Eine aufgrund jahrelanger Erfahrung erstellte Begutachtung liefert der Behörde eher eine brauchbare Entscheidungsgrundlage als eine bis ins letzte Detail ausgefeilte Grundlagenstudie, die erst mit mehrjähriger Verzögerung verfügbar wäre.

Anschriften der Verfasser: Dr. Herta HEGER-BURSIK, Wehrgasse 11a/7, A-1050 Wien, Dr. Wolfgang RODINGER, Bundesanstalt für Wassergüte, Schiffmühlenstraße 120, Postfach 7, A-1223 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: 1975

Autor(en)/Author(s): Heger-Bursik H., Rodinger W.

Artikel/Article: Biologische Auswirkungen des Kühlwassers aus dem Kraftwerk Voitsberg auf den Vorfluter Kainach 261-273