

Aus dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, München

GEWÄSSERBESCHAFFENHEIT UND -GÜTE DER DONAU IN BAYERN

E. BACH

1. Das Bayerische Donaugebiet

Die Donau durchfließt Bayern von West nach Ost auf 387 km Länge. Zwei Drittel des bayerischen Staatsgebietes liegen im Donaueinzugsgebiet, zwei Drittel der Bevölkerung wohnen dort. Damit ist im bayerischen Donaugebiet in etwa die gleiche Bevölkerungsdichte wie in Nordbayern gegeben. Und dennoch besteht für die Wasserwirtschaft ein wesentlicher Unterschied. Im Donaugebiet sind die Niederschläge höher. Die Wasserführung der Donau, die beim Eintritt nach Bayern in Ulm noch der eines Mittelgebirgsflusses entspricht, erfährt durch die wasserreichen Zuflüsse aus dem Alpen- und Voralpengebiet bis zur österreichischen Grenze eine gewaltige Zunahme. Dieser Wasserreichtum der Donau ist die Ursache dafür, daß bei annähernd gleicher Besiedlungsdichte im ganzen bayerischen Staatsgebiet rechnerisch für jeden Einwohner des bayerischen Donaugebietes rund viermal bis fünfmal (bei Niedrigwasser) soviel Wasser zur Nutzung bereitsteht wie für den Einwohner des Maingebietes. Eine geringe Milderung dieser Benachteiligung soll künftig die Überleitung von 15 m³/s Donauwasser in das Maingebiet bewirken. Für die Donau ist dieser Wasserentzug unbedeutend.

Man könnte nun annehmen, daß technische Gewässerschutzmaßnahmen überwiegend im abflußschwachen Maingebiet

ausgeführt wurden und die Abwasserreinigung im Donaugebiet zurückliegt. Tatsächlich war ein Schwerpunkt der bisherigen Gewässerschutzarbeit die Entlastung der nordbayerischen Gewässer, aber auch im Donaugebiet wurden mit der Sanierung der oberbayerischen Seen und mit großräumigen Abwasserzusammenfassungen in stärker industrialisierten Gebieten und in städtischen Verflechtungsräumen frühzeitig große Anstrengungen unternommen. Die Statistik zeigt heute nur mehr geringe Unterschiede zwischen Donau- und Maingebiet:

Abb. 1:

Abwasserentsorgung in Bayern und im bayerischen Donaugebiet

Stand 31. 12. 83	Bayern	Donaugebiet
Bevölkerung	100 %	66 %
Anschlußgrad an		
Kanalisation	85 %	80 %
Kläranlagen	81 %	76 %
Abwasseranfall (TWA)		
davon Haushalt/Klein- gewerbe	67 %	70 %
Industrie/Gewerbe	33 %	30 %

Abb. 2:

Anzahl der Kläranlagen von Kommunen und Zweckverbänden
in Bayern und im bayerischen Donaugebiet

Kläranlagen von Kommunen und Zweckverbänden	Anzahl	Ausbaugröße in Mio E+EGW
1960 in Bayern	250	5
1986 in Bayern	3 000	25
davon Anlagen > 1 000 E+EGW		
in Bayern	1 500	24
im Donaugebiet	1 000	16

2. Die Überwachung des Gewässerzustandes

2.1 Rückblick

In Bayern werden die Fließgewässer und damit auch die Donau von der staatlichen Wasserwirtschaftsverwaltung seit 1964 systematisch überwacht. Damals lag der Schwerpunkt naturgemäß beim Aufzeigen von Gewässerverschmutzungen. Die Personalknappheit begünstigte die biologischen Verfahren. So konnte mit der Gewässergütekarte 1968/69 für Bayern bereits eine erste Dokumentation der biologischen Gewässeruntersuchungen vorgelegt werden, der sich in zweijährigem Abstand weitere Karten anschlossen. Die biologische Beurteilung wurde von Anbeginn an durch physikalisch-chemische Untersuchungen ergänzt. Aus der Erkenntnis, daß vor-

wiegend bei niedrigen Abflüssen gewonnene chemische "Gütedaten" zwar die augenblickliche Verschmutzungssituation kennzeichnen, sich jedoch nicht in Form von Zeitreihen darstellen und auswerten lassen, ist der "Gütepegel" entstanden. So liegen auch für die Donau seit 1966 für mehrere Probenahmestellen Zeitreihen der wichtigsten physikalisch-chemischen Meßgrößen vor. Nachteilig ist, daß die Probenahmen in den verschiedenen Regierungsbezirken noch nicht vereinheitlicht waren und man zum Teil nach einigen Jahren Meßstellen wechselte. Mit der Ausweitung der technischen Gewässeraufsicht in Bayern 1978/79 wurde auch die Fließgewässerüberwachung neu geordnet. Seit 1981 erfolgen die Untersuchungen nach dem Überwachungsprogramm Gewässergüte.

2.2 Das Meßstellennetz für Beschaffenheitsdaten der Fließgewässer

Die Überwachung hat die Aufgabe, die durch Benutzungen hervorgerufenen Veränderungen der Gewässer frühzeitig zu erkennen und Beweise für die Veränderungen wasserwirtschaftlicher Gegebenheiten zu sichern. Diese Aufgabenstellung erfordert im Gütebereich sowohl einleiterbezogene Messungen als auch die langfristige Beobachtung des Gewässerzustandes. Um bei der Informationsgewinnung eine den Erfordernissen angepaßte Handlungsweise zu ermöglichen, wurden drei Ebenen von Meßstellen definiert. Im Meßstellennetz 1. Ordnung, dem Landesnetz, werden langfristige Daten von überregionaler Bedeutung für eine landesweite Übersicht und zur Beurteilung zentraler wasserwirtschaftlicher Fragen nach einheitlichen Meßprogrammen gesammelt. Die derzeit 114 Hauptmeßstellen des Landesnetzes sind daher für eine Dauerbeobachtung festgelegt.

Wichtig ist, daß jede Hauptmeßstelle entweder mit einer Pegelstelle mit Abflußermittlung zusammenfällt oder doch der Abfluß von einer benachbarten Pegelstelle hergeleitet werden kann. Da die "Grundlast" der Datengewinnung über stichprobenhaft gewonnene Wasserproben erfolgt, ist keine besondere Ausstattung der Hauptmeßstellen erforderlich. Nur bei besonderen Anforderungen werden Hauptmeßstellen mit stationären Meß- und Probenahmeeinrichtungen ausgestattet. An der bayerischen Donautrecke befinden sich die folgenden 11 Hauptmeßstellen:

HMS F 704	Böfingter Halde	KW-UW	Fluß-km 2581,4
HMS F 707	Dillingen	Meßstation	Fluß-km 2538,3
HMS F 712	Schäfstall	Pegel	Fluß-km 2504,6
HMS F 101	Bittenbrunn	KW-UW	Fluß-km 2480,0
HMS F 201	Neustadt	Brücke B 299	Fluß-km 2432,5
HMS F 202	Kelheim	Pegel	Fluß-km 2414,8
HMS F 203	Bad Abbach	Lattenpegel	Fluß-km 2398,8
HMS F 314	Pfatter	Brücke	Fluß-km 2353,0
HMS F 206	Deggendorf	Brücke B 11	Fluß-km 2284,6
HMS F 212	Passau-Kachlet	KW-OW	Fluß-km 2231,0
HMS F 219	Jochenstein	Meßstation	Fluß-km 2203,8

Die Hauptmeßstellen F 707, F 212 und F 219 sind mit Meßstationen ausgestattet.

Das Meßstellennetz 2. Ordnung stellt gezielt Informationen für größere wasserwirtschaftliche Aufgaben in einzelnen Regionen oder auch Flußgebieten bereit und verdichtet gleichzeitig das Landesnetz. Die Meßprogramme dieser Regionalnetze sind den jeweiligen Aufgaben angepaßt, somit nicht einheitlich für ganz Bayern.

Die zahlreichen weiteren Meß- bzw. Probenahmestellen an den Fließgewässern mit ihren vor allem aus lokalen, betrieblichen oder administrativen Gründen vorgenommenen Gewässeruntersuchungen bilden das Meßstellennetz 3. Ordnung. Hierzu gehören auch einzelne Nutzungen überwachende automatische Meßstationen (Überwachungsstationen)

Die biologische Gewässerüberwachung erfolgt in zwei Genauigkeitsstufen. Eine biologische Kartierung mit dem Ziel einer alle 2 bis 3 Jahre zu erstellenden Gewässergütekarte Bayern setzt die 1968 begonnene Kartenserie fort. Ergänzend wurde an allen Hauptmeßstellen und an bedeutenden Gewässerstrecken mit einer möglichst vollständigen Bestandsaufnahme der vorhandenen Organismen begonnen.

2.3 Die Meßprogramme des Landesnetzes Fließgewässer

In den Meßprogrammen sind im einzelnen festgelegt die
Meßgrößen
Meß- und Probenahmeverfahren
zeitliche Abfolge der Messungen bzw. Probenahmen
Organisation der Datengewinnung.

Welche Meßgrößen und welche Anzahl von Meßwerten gehören nun zu einer Beschreibung des Gewässerzustandes? Wenn man sich vergegenwärtigt, daß der Zustand des Gewässers viel mehr ist als der des darin fließenden Wassers und zum Wasser im hydrologischen Sinne auch dessen Inhaltsstoffe zählen, die natürlichen sowohl wie auch die anthropogenen, wenn einem dazu bewußt ist, daß der Gehalt an Inhaltsstoffen mehr oder weniger großen Schwankungen unterworfen ist und dazu noch räumliche Verschiedenheiten auftreten, wird die Sache recht komplex. Man erkennt, daß eine

allumfassende Abbildung des gegebenen Gewässerzustandes kaum möglich und mit vertretbarem Aufwand sogar unmöglich ist. Aber diese ist auch gar nicht erforderlich. Der Gewässerzustand muß vielmehr entsprechend dem vorgegebenen Ziel des Untersuchungsprogrammes beschrieben werden. Für das Untersuchungsprogramm Landesnetz Fließgewässer lautet dieses Ziel "Erkennen längerfristiger Entwicklungen, Sammlung von Basisdaten als Planungs- bzw. Entscheidungsgrundlage" Dieses Datensammeln ist eine hydrologische Aufgabe, zu der die wasserwirtschaftliche Vorsorge verpflichtet. Basisdaten wichtiger Merkmale des Wasserkreislaufes sind erforderlich, um die Kenntnis der Gewässerbeschaffenheit zu vertiefen und die Grundlagen der Wasserwirtschaft zu erweitern. Diese Basisdaten werden an den Hauptmeßstellen in Form von Zeitreihen gewonnen. Sie müssen möglichst fehlerfrei und homogen sein. Dem Wunsch, möglichst viele Daten zu sammeln, steht die Forderung nach Beschränkung auf den unbedingt erforderlichen Umfang entgegen. Obwohl gewässerkundlich orientiert, ist das Untersuchungsziel im wesentlichen von den technischen Gewässerschutzaufgaben geprägt. Die untersuchten Meßgrößen lassen dies erkennen.

Abb. 3:

Meßprogramme im bayerischen Landesnetz für die Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer

Meßprogramme	F		1984
Grundmeßprogramm	Chemie	Ch	für alle Hauptmeßstellen
Grundprogramm	Biologie	Bio	
Meßprogramm	Schwermetalle	S	ergänzend für ausgewählte Hauptmeßstellen
	Radioaktivität	R	
	Organische Einzelverbindungen	O	
	Bakteriologie	Bak	

Die einzelnen Meßprogramme umfassen jeweils zusammengehörende Meßgrößen (Abb. 3), die Meßfrequenzen sind für die einzelnen Meßprogramme verschieden (Abb. 4) Um das gesamte Untersuchungsprogramm flexibel abwickeln zu können, enthalten die einzelnen Meßprogramme obligatorisch zu bestimmende Meßgrößen (Abb. 5) An einzelnen Hauptmeßstellen können weitere Meßgrößen sinnvoll sein; diese sind dann regelmäßig zu bestimmen. Abgerundet wird die Beschreibung der Gewässerbeschaffenheit durch Sedimentuntersuchungen und durch die Untersuchung von biologischem Material.

Abb. 4:

Meßfrequenzen im bayerischen Landesnetz für die Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer

Art der Messung		Meßfrequenz im Kalenderjahr
Stichproben	Ch	26
	Bio	1
	S	26
	O	12 und 4
	Bak	4
Mischproben	R	4
Mischproben verschiedener Parameter		26 14-Tages-Proben bzw. 24-Stunden-Proben
Kontinuierliche Messung von WT, O ₂ , pH, LF sowie Trübung und meteorologischen Parametern		

Die Meßergebnisse des Landesnetzes werden zentral im Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft aufbereitet und teilweise zu Hauptwerten verarbeitet. Für das Grundmeßprogramm Chemie erfolgt eine routinemäßige Auswertung nach dem Chemischen Index (CI). Die Ergebnisse des Landesnetzes seit 1981 werden in einem gewässerkundlichen Jahrbuch veröffentlicht.

Abb. 5:

Meßgrößen im bayerischen Landesnetz für die Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer

Meßgrößen

Ch	Bio	S	R	O	Bak
WT	Biologische	As	Tritium	CHCl ₃	Gesamtcoliforme
O ₂	Gewässeranalyse	Cd	Ges.-α	CCl ₄	Fäkalcoliforme
pH		Cr	Rest-β	C ₂ HCl ₃	Fäkalstrep-tokokken
LF		Cu	K	C ₂ Cl ₄	Salmonellen
BSB ₅		Fe		C ₂ H ₃ Cl ₃	Koloniezahl
NH ₄ -N		Hg			
NO ₃ -N		Mn			
oPO ₄ -P		Ni			
Berechnung des Chem.Index CI	Berechnung des Saprobien-Index SI	Pb			
		Zn			

Ges.-P roh

TOC

KMnO₄-O₂

Cl

Abfiltr.

Stoffe

3. Gewässerbeschaffenheit

3.1 Abflußcharakteristik

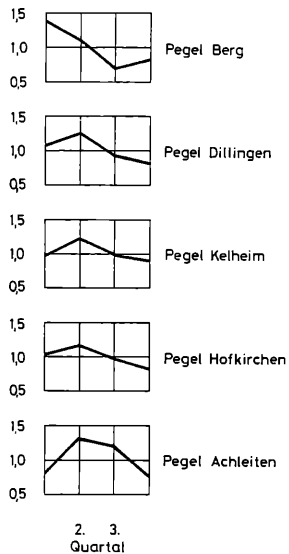
Tab. 1:

Abflüsse von Donaupegeln in m³/s

Donaupegel	A _{EO} in km ²	Jahresreihe	MNQ	MQ	MHQ
Berg	4 037	1930/84	12,1	37,8	194
Dillingen	11 315	1924/84	65,4	160	682
Kelheim	22 950	1924/84	143	329	1 120
Hofkirchen	47 496	1901/84	297	638	1 800
Achleiten	76 653	1901/84	601	1 420	4 100

Ein charakteristisches Merkmal eines Flusses ist die Abflußverteilung im Jahresgang. In Abb. 6 sind für die in Tab. 1 aufgeführten Donaupegel die den jeweiligen Jahresreihen zugeordneten Verhältnisswerte MQ_{Quartal} MQ_{Jahr} dargestellt. Man kann aus dieser vereinfachten Darstellung gut den Wandel des Mittelgebirgsflusses Donau mit seinem ausgeprägten Wintermaximum (Pegel Berg) durch den Einfluß der Iller ansehen. Bedingt durch die Schneereten-tion und eine andere Niederschlagsverteilung besitzen die Zuflüsse aus den Alpen, hier vor allem Iller, Lech, Isar, Inn, ein deutliches Sommermaximum, was sich auf die Donau entsprechend auswirkt. Unterhalb von Passau setzt sich der alpinotype Charakter des Inn sogar völlig durch, so daß die Donau hier ebenfalls ein ausgeprägtes Sommermaximum und ein Winterminimum aufweist (Pegel Achleiten)

Abb. 6:
Abflußverteilung der Donau im Jahresgang



Abflußverteilung der Donau im Jahresgang

3.2 Grundmeßprogramm Chemie

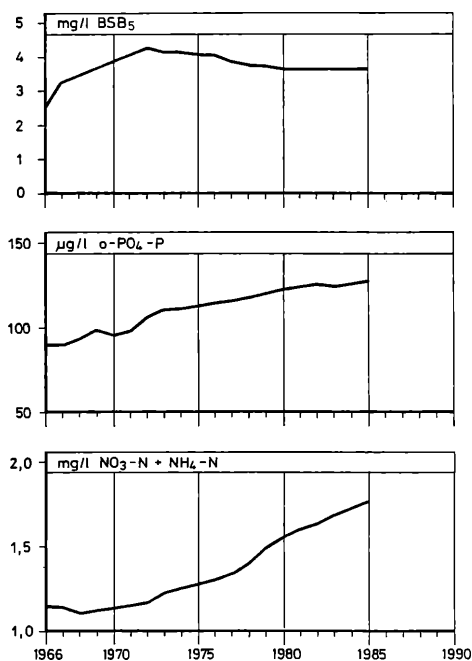
Die mittlere Jahrestemperatur der Donau in Bayern schwankt zwischen 9 und etwa 11,5° C; am wärmsten ist das Wasser vor der Einmündung des Inn. In der langfristigen Betrachtung ist in den 60er Jahren ein Anstieg der mittleren Wassertemperatur um rund 1° C erfolgt, Ausdruck der Nachkriegsentwicklung wasserwirtschaftlicher Nutzungen im Donauebiet.

Der pH-Wert des Donauwassers schwankt auf der gesamten bayerischen Strecke um einen Mittelwert von 8,0. In Jochenstein ist im Laufe der Jahre seit Beginn der Messungen vor 20 Jahren eine Erhöhung um 0,1 festzustellen.

Die Jahresmittel der elektrischen Leitfähigkeit steigen von der Iller- bis zur Lechmündung an (1985 von rund 400 auf 490 $\mu\text{S}/\text{cm}$), flachen sich bis Passau um rund 10 % ab und fallen in Jochenstein durch den Einfluß des abflußstarken Inn auf Mittelwerte um 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ähnlich bewegen sich die Chloridwerte zwischen 20 und 30 mg/l mit einer deutlichen Absenkung durch den Inn auf Werte zwischen 10 und 20 mg/l in Jochenstein.

Der Sauerstoffhaushalt des Flusses ist lediglich unterhalb von Ulm von der Primärbelastung geprägt. Dort treffen die Abwasserbelastungen aus dem württembergischen Gebiet auf die Abwasserfracht des Großraumes Ulm/Neu-Ulm. Dennoch wurde dort im heißen Sommer 1983 eine Sauerstoffkonzentration von 6,5 mg/l und eine Sauerstoffsättigung von 70 % nicht unterschritten. Übersättigungen treten hingegen auf der gesamten Strecke bis Passau auf, am stärksten unterhalb von Ingolstadt und vor der Isarmündung. Diese Auswirkungen des Phytoplanktons werden durch den fortschreitenden Bau von Kraftwerksstufen mit den ausgedehnten Stauhaltungen weiter begünstigt. Doch ist die Phytoplanktonentwicklung als Folge der Nährstoffbelastung gegenwärtig noch als maßvoll zu bezeichnen.

Abb. 7:
Fortschreitende Mittel der Konzentrationen an der
HMS F 219 Donau/Jochenstein



Fortschreitende Mittel der Konzentrationen
an der HMS F 219 Donau / Jochenstein

Die Nährstoffkonzentrationen sind in der Donau wie in zahlreichen anderen Fließgewässern noch im Ansteigen begriffen. Abb. 7 zeigt diese Tendenz mit einer Darstellung der seit 1966 fortschreitenden Mittel aus den Jahresmittelwerten für Stickstoff und gelösten Phosphor (so repräsentiert die Ordinate für 1975 einen Zeitraum von 10 Jahren, die Ordinate für 1985 einen Zeitraum von 20 Jahren, jeweils seit 1966). Das N/P-Verhältnis schwankt zwischen 15 und 20 mit Nitratkonzentrationen derzeit um 3,0 bis 3,5 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ (in Jochenstein bis 2,5 mg/l), mit Ammoniumwerten auf der gesamten Strecke im Jahresmittel um 0,12 bis 0,20 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ und mit Werten für den gelösten Phosphor um 0,20 mg/l P mit einer Erniedrigung in Jochenstein auf rund 0,14 mg/l P. In Jochenstein hat sich der Nitratgehalt seit Beginn der Messungen von damals um 1 mg/l in 20 Jahren auf jetzt über 2 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ mehr als verdoppelt.

Für den BSB₅ zeigt Abb. 7 die Anfang der 70er Jahre erfolgte Trendumkehr. Im Längsschnitt steigen seit etwa 1980 die Konzentrationen als Summenwirkung aus Einleitungen, Selbstreinigung, Sekundärbelastung und Verdünnung von 2 bis 3 mg/l bei Ulm auf etwas über 4 mg/l an mit einem Rückgang auf unter 4 mg/l in Jochenstein.

Ein ähnliches Bild zeigt der chemische Sauerstoffverbrauch nach der Kaliumpermanganat-Methode bis Passau. Hier zeichnet sich ein geringfügiger Anstieg der zwischen 3 und 5 mg/l $\text{KMnO}_4\text{-O}_2$ verlaufenden Jahresmittelwerte durch die Industrie-einleitungen im Raum Kelheim ab. Im Gegensatz zum BSB₅ bewirkt der Inn in Jochenstein beim Kaliumpermanganat-Verbrauch einen weiteren Anstieg, Ausdruck des bis zur Donau reichenden Einflusses der durch Industrieabwässer verunreinigten Salzach.

3.3 Meßprogramm Schwermetalle

Die regelmäßige Schwermetallbestimmung aus unfiltrierten Wasserproben erfolgt seit 1982 an fünf Donauhauptmeßstellen. Dabei wurden noch keine Gehalte festgestellt, die im Hinblick auf die Trinkwassergewinnung als toxikologisch bedenklich gelten. Da die Metalle überwiegend an Schwebstoffe gebunden sind, treten abflußabhängige Schwankungen auf. Über den Längsschnitt betrachtet fanden sich in den letzten Jahren die höchsten Schwermetallgehalte unterhalb von Ulm. Im weiteren Verlauf nahmen die 90-Perzentil-Werte der Konzentrationen bei Cadmium und Quecksilber auf Werte unter 1 µg/l, bei Blei, Chrom und Nickel auf unter 5 µg/l und bei Kupfer auf unter 10 µg/l ab. Für Zink lagen die 90-Perzentil-Werte in der Größenordnung von 50 µg/l, in Jochenstein mit 20 µg/l merklich darunter.

Neben dem Wasser wird auch das Sediment auf Schwermetalle untersucht. Jedoch sind die Ergebnisse wegen der noch nicht vereinheitlichten Probenahme bis jetzt nur bedingt miteinander vergleichbar. Im Unterschied zu den Schwermetallgehalten im Wasser zeichnen sich im Donaulängsschnitt aber eher ausgeglichene Metallgehalte ab. Künftig soll versucht werden, über die Gewinnung von Sinkstoffen eine bessere zeitliche Zuordnung metallbedingter Gewässerbelastung aufzuzeigen.

In den 70er Jahren von der Technischen Universität München über mehrere Jahre vorgenommene Untersuchungen zeigten für die Flußstrecke unterhalb Ulm nach einem Höhepunkt in den Jahren 1972/73 ein Zurückgehen der Schwermetallkonzentrationen in den Folgejahren. Auch für die Schwermetallfrachten wurde trotz steigender Jahresabflüsse ein deutlicher Rückgang festgestellt. Die ermittelte Schwermetallbelastung von Wasser und Sediment konnte damals insgesamt

als gering eingestuft werden. Die Tendenz zur weiteren Verbesserung hat sich bis in die Gegenwart fortgesetzt.

3.4 Meßprogramm Radioaktivität

In den letzten Jahren lagen die Aktivitätskonzentrationen im Bereich der natürlichen Grundbelastung, ähnlich wie 1960 nach dem Abklingen der Auswirkungen der Atombombenversuchsserie von 1957/58 und vor deren Wiederaufnahme 1961:

Gesamt-Alpha-Aktivität im Mittel unter 1 pCi/l (0,037 Bq/l)

Gesamt-Beta-Aktivität im Mittel unter 4 pCi/l (0,148 Bq/l)

Der Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986 ließ die Gesamt-Beta-Aktivität im Wasser kurzfristig sehr stark ansteigen. Nachhaltiger ist der Anstieg im Sediment, wofür derzeit im wesentlichen Caesium verantwortlich ist. So wurde in rezenten Sedimenten unterhalb Ulm für Cs-137 im 3. Quartal 1986 mit rund 50 pCi/g TS (1,88 Bq/g TS) noch das 400fache der Vorjahrskonzentration gemessen. Die Spitzenbelastung im Mai 1986 dürfte um den Faktor 100 über diesem Wert gelegen haben.

3.5 Meßprogramm Organische Einzelverbindungen

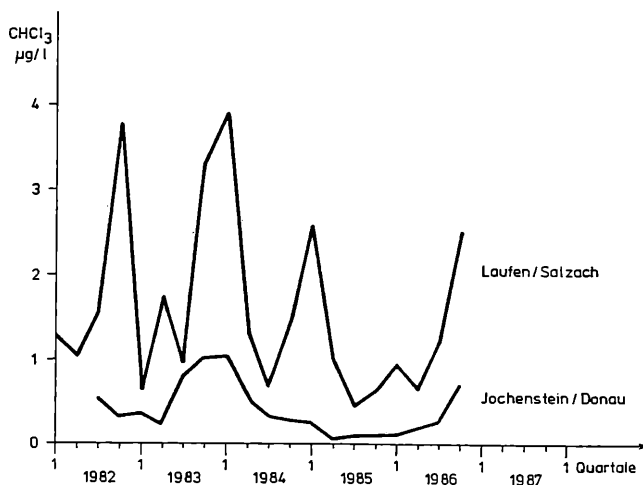
Seit 1982 werden an der Donau leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe regelmäßig an den Hauptmeßstellen Böfinger Halde und Jochenstein bestimmt. Bei den als Lösungsmitteln verwendeten Verbindungen Tri- und Tetrachlorethen ("Tri" und "Per") liegen die 50-Perzentil-Werte der Konzentrationen in der Größenordnung 0,5 µg/l, es zeigt sich ein deutlich abnehmender Trend. Ähnlich ist der Verlauf beim Tetrachlormethan, bei dem sich die 50-Perzentil-Werte der Konzentrationen auf 0,01 µg/l vermindert haben. Für

Chloroform schwanken die gleichen Werte in Böffinger Halde um $0,5 \mu\text{g/l}$, in Jochenstein liegen sie tiefer, wobei sich dort noch der Einfluß aus der Salzach abzeichnet (Abb.8)

Die schwerflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffe lagen mit Ausnahme gelegentlicher Spuren von Lindan durchwegs unter der Nachweisgrenze von $0,02 \mu\text{g/l}$.

Abb. 8:

Quartalsmittelwerte der CHCl_3 -Konzentrationen



Quartalsmittelwerte der CHCl_3 -Konzentrationen

3.6 Meßprogramm Bakteriologie

Ebenfalls an den beiden Hauptmeßstellen Böffinger Halde und Jochenstein werden seit 1982 Wasserproben bakteriologisch untersucht. Dabei bewegten sich die Koloniezahlen in Böffinger Halde um 3 000 - 4 000 Keime je ml, in Jochenstein um 3 000, die Zahl der Gesamtcoliformen lag an den beiden Meßstellen unter 500 bzw. 300, die der Fäkalcoliformen unter 50 bzw. 25 je ml. Salmonellen mußten an beiden Meßstellen bisher nur selten registriert werden.

4. Gewässergüte

4.1 Allgemeines

Die Begriffe Gewässergüte und Wassergüte werden im deutschen Sprachraum noch sehr unterschiedlich verwendet (BACH, 1980; BACH, 1984; BACH, 1986 FLECKSEDER, 1985) Es ist zu hoffen, daß die im Gelbdruck nun vorliegende DIN 4049 Teil 102, Begriffe der Gewässerbeschaffenheit, hier ihren Beitrag zur Klärung der Sprachverwirrung leistet. Danach bedeuten:

Gewässerzustand	Gesamtheit aller dem Gewässer innewohnenden Eigenschaften
Gewässerbeschaffenheit	Durch physikalische, chemische und biologische Parameter sowie beschreibende Begriffe wertneutral angegebene Eigenschaften eines Gewässers
Gewässergüte	Nutzungsbezogen bewertete Gewässerbeschaffenheit.

Nur auf den das Gewässerbett erfüllenden Wasserkörper beziehen sich die Wasserbeschaffenheit und die Wassergüte.

Im Sinne der neuen Norm wird z.B. bei der biologischen Gewässeranalyse der Gewässerzustand teilabgebildet als biologische Gewässerbeschaffenheit. Die Berechnung des Saprobien-Index ist eine nutzungsbezogene Bewertung der biologischen Beschaffenheitsdaten mit dem Ergebnis "Gewässergüte", allerdings nicht einer umfassenden Gewässergüte, sondern nur eines Teilaspektes entsprechend dem gewählten Bewertungsschema. Dieses wurde von LIEBMANN bei seiner "Münchener-Methode" noch so verstanden, daß man als Gewässergüte ein "allgemeines Qualitätsmerkmal einer Gewässerstrecke im Hinblick auf die Gewässernutzung im umfassendsten Sinn des Wortes" erhielt (HAMM, 1968)

Der von mir entwickelte Chemische Index (MEISRIEMLER, MÜLLER, 1985; BACH, 1986) bewertet acht physikalisch-chemische Meßgrößen der Wasserbeschaffenheit. Er ist demnach ein Wassergüteindex.

Zum Abschluß soll ein Bild des Gewässerzustandes der Donau mit den Ergebnissen der biologischen Beurteilung und mit Hilfe des Chemischen Index gezeichnet werden.

4.2 Biologische Beurteilung

Seit 1968/69 wird in etwa zweijährigem Abstand eine Gewässergütekarte von Bayern herausgegeben. Danach weisen heute über 60 % der bayerischen Flußstrecke die Güteklasse II auf, Güteklasse III hat nur eine kurze Fließstrecke von knapp 10 km unterhalb der Kelheimer Industrie-einleitungen, anschließend bis zur Isarmündung folgt ein durchgehender Abschnitt mit Güteklasse II III. Diese Beurteilung erfährt auch ein 20 km langer Abschnitt im Bereich von Ulm. Erfolge im technischen Gewässerschutz

sind an den Gütekarten seit etwa 1972 insbesondere für die Strecke von Kelheim bis unterhalb Regensburg abzu-
lesen. 1972 bewirkten die Kelheimer Industrie-einleitungen auf kurzer Strecke noch Güteklasse III IV, der sich auf 120 km Länge bis über Regensburg zur Isarmündung eine Strecke mit Güteklasse III anschloß. Erst ab der Inn-mündung war Güteklasse II erreicht.

4.3 Beurteilung mit dem Chemischen Index (CI)

Für die Hauptmeßstellen, bei denen durch die 14täglichen Wasserproben eine breite Datenbasis gewährleistet ist, werden CI-Jahresdauerlinien errechnet (Abb. 9). Dabei stellt die über der Dauerlinie gelegene Fläche bis zum Gütepotentialwert $CI = 100$ gleichsam das Eignungsdefizit an "allgemeiner Wassergüte" dar. Über die Dauerlinien

Abb. 9:

CI-Dauerlinie 1983 für die Donau an der HMS F 219
Donau/Jochenstein

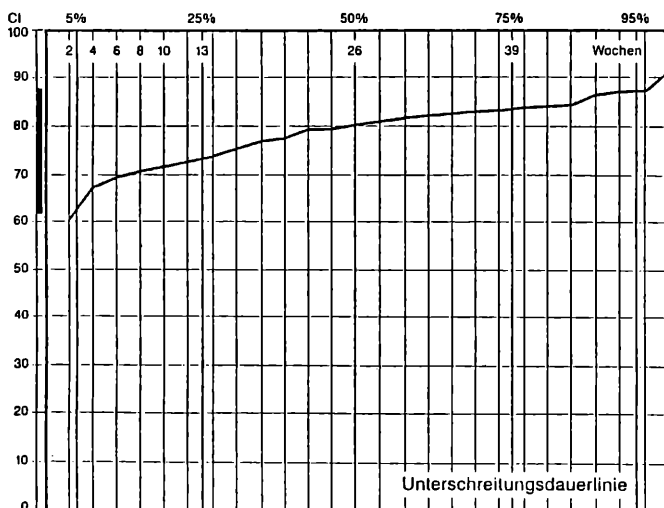
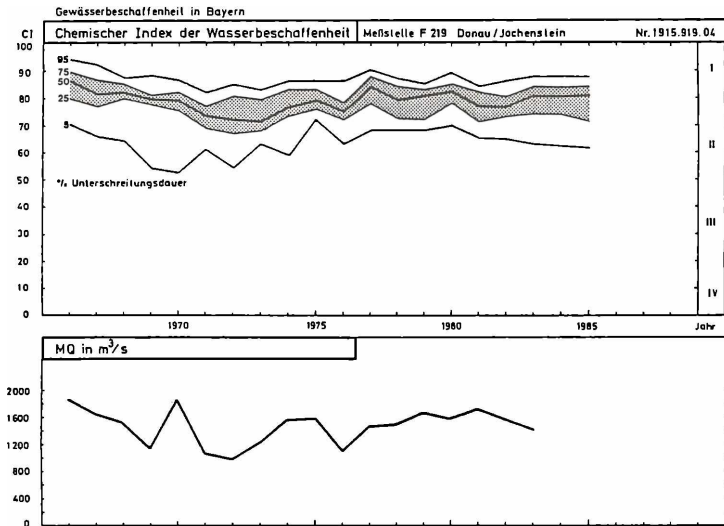


Abb. 10:
Gütebild der Donau in Jochenstein (1966 1985)



aufeinander folgender Jahre kommt man zum "Gütebild" (Abb. 10). Es werden aus den Dauerlinien jeweils die einer Unterschreitung von 5, 25, 50, 75 und 95 % des Kalenderjahres zugeordneten CI-Werte herausgegriffen und für jedes Jahr übereinander auf einer Ordinate aufgetragen. Unter jedem "Gütebild" versinnbildlicht der Verlauf des mittleren Abflusses MQ im Kalenderjahr die mittelfristigen Schwankungen im Abflußgeschehen. Es ist klar ersichtlich, daß die "allgemeine Wassergüte" wesentlich vom Abflußgeschehen mit geprägt wird.

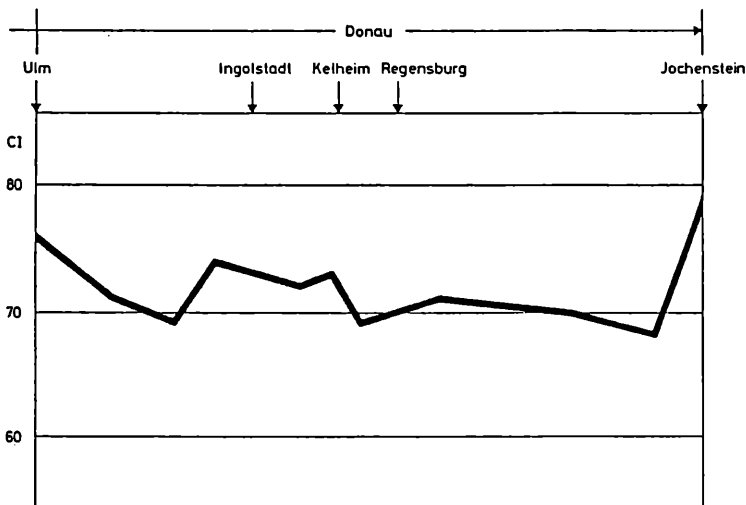
Die Gütepotentialskala mit dem Intervall (0,100) läßt sich in Anlehnung an die bekannte Skaleneinteilung für den Saprobienindex in 7 Stufen einteilen. Man erhält dann eine 7stufige chemische Wassergüteklassifizierung, die ergänzend neben der biologischen Gewässergüteklassifizierung steht.

Das Gütebild für die Hauptmeßstelle Jochenstein zeigt grob betrachtet eine von 1966 bis in die Gegenwart nahezu unveränderte "allgemeine Wassergüte". Bei genauerer Betrachtung ist jedoch eine bis etwa 1972 anhaltende allmähliche Verschlechterung erkennbar, die im folgenden Jahrzehnt durch die auch im bayerischen Donaugebiet erfolgten gewaltigen Anstrengungen im technischen Gewässerschutz rückgängig gemacht werden konnte. Das Gütebild läßt aber auch den nicht zu vernachlässigenden Einfluß des Abflußgeschehens auf die Güteentwicklung erkennen.

Einen Überblick über die "allgemeine Wassergüte" der bayerischen Donaustrecke im Jahr 1985 vermitteln die über dem Längsschnitt aufgetragenen CI-Jahresmittelwerte 1985 (Abb. 11). Der Längsschnitt zeigt in seinen Senken die Schwerpunkte noch zu bewältigender Aufgaben, aber auch den insgesamt bereits zufriedenstellenden Zustand der bayerischen Donaustrecke.

Abb. 11:

CI-Längsschnitt 1985 der bayerischen Donaustrecke



5. Zusammenfassung

Bayerns wichtigster Fluß ist die Donau. Zwei Drittel des bayerischen Staatsgebietes liegen im Donaueinzugsgebiet, zwei Drittel der bayerischen Bevölkerung wohnen dort.

Der Gewässerzustand der Donau wird seit über 20 Jahren von der staatlichen Wasserwirtschaftsverwaltung systematisch überwacht. 1979 wurde die Überwachung neu geordnet; sie erfolgt seit 1981 nach dem Überwachungsprogramm Gewässergüte. Dieses sieht eine regelmäßige Untersuchung des Gewässerzustandes der Donau an 11 Hauptmeßstellen nach verschiedenen Meßprogrammen vor. So werden Wasser- und Sedimentproben auf physikalische und chemische Meßgrößen analysiert und erfolgt eine bakteriologische Überwachung des Donauwassers sowie eine biologische Analyse des Gewässerzustandes. Drei der 11 Hauptmeßstellen sind mit automatischen Registrier- und Probenahmeeinrichtungen ausgestattet.

Die nach den verschiedenen Meßprogrammen gewonnenen Daten lassen ebenso wie auch die biologische Güteentwicklung und das mit dem Chemischen Index CI erarbeitete Gütebild insgesamt einen zufriedenstellenden Gewässerzustand erkennen. Grob betrachtet erscheint die "allgemeine Gewässergüte" in Jochenstein seit 1966 nahezu unverändert. Bei näherer Betrachtung ist jedoch bis 1972 eine allmähliche Verschlechterung erkennbar, die nachfolgend durch die auch im bayerischen Donaugebiet erfolgten gewaltigen Anstrengungen im technischen Gewässerschutz rückgängig gemacht werden konnten. Das Gütebild läßt aber auch den nicht zu vernachlässigenden Einfluß des Abflußgeschehens auf die Güteentwicklung erkennen.

SUMMARY

Danube River Quality in Bavaria

Bavaria's major river is the Danube. Two thirds of the Bavarian territory lie within the Danube catchment area, two thirds of the Bavarian population live there.

The river quality of the Danube has been monitored for more than 20 years by the Bavarian State water management administration. In 1979 the monitoring was harmonized, since 1981 it is performed in accordance with the Water Quality Surveillance and Monitoring Programme. This programme provides regular Danube river quality monitoring at 11 head monitoring sites after different measuring programmes comprising physical and chemical analyses of water and sediment samples, bacteriological analyses of water and biological assessment of the river biocenosis. Three of the 11 head monitoring sites are equipped with automatic monitoring and sampling facilities.

The data resulting from the respective measuring programmes present a satisfactory overall picture of the Danube river quality. So do the long-term presentations in terms of biological river classification and the Chemical Index CI. Long-term water quality at Jochenstein monitoring site roughly seems to be unchanged since 1966. On examination, the quality pattern reveals a gradual deterioration until 1972, followed by amendments in the course of the powerful technical water protection measures undertaken in the Bavarian catchment of the Danube. But the impacts of long-term changes in river flow on water quality must not be neglected.

Literatur

- BACH, E. (1980): Ein chemischer Index zur Überwachung der Wasserqualität von Fließgewässern.- DGM 24, 102-106.
- (1984): Begriffe und Aufgaben der qualitativen Hydrologie.- Wasser und Boden 36, 27-31.
- (1986): Der Chemische Index (CI).- Münchener Beiträge 40, 202-223.
- FLECKSEDER, H. (1985): Gewässerschutz im Wandel der Zeit.- Wien. Mitt. Bd. 61.
- HAMM, A. (1968): Nomogramm zur Ermittlung der Gewässergüteklassen von Fließgewässern.- WAF 1, 169-171.
- MEISRIEMLER, P., MÜLLER, G. (1985): Beurteilung der Güte von Fließgewässern - Kritische Überlegungen zur Terminologie und Methodik.- Öst Wasserw 37, 93-98.
- WUHRMANN, K. (1980): Aktuelle Ziele des Gewässerschutzes: Alter Wein aus neuen Schläuchen?- Münchener Beiträge 32, 9-23.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Erwin BACH, Baudirektor im Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstraße 67, D-8000 München 19.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [1987](#)

Autor(en)/Author(s): Bach E.

Artikel/Article: [Gewässerbeschaffenheit und -güte der Donau in Bayern 85-109](#)