© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Wasser und Abwasser Band 35 (1991) 11 30

Aus dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, München

DONAUWASSERQUALITÄT IN LANGZEITDARSTELLUNG

E. BACH

1. Einleitung

Gezielte Gewässerschutzpolitik setzt eine Überwachung der Gewässer voraus, die über eine wiederholte Zustandsbeschreibung längerfristige Veränderungen aufzeigen kann. Um in einer Zeit besonderer Ängste und Vorbehalte gegen die Technik das Vertrauen einer in Umweltbelangen empfindlich reagierenden Öffentlichkeit zu gewinnen, ist die Offenlegung des Datenmaterials erforderlich. Umweltdaten sollten daher in geeigneter Form veröffentlicht werden.

Wasserbeschaffenheit ist ein komplexer Begriff und kann sich aus einem ganzen Bündel von Einzelmeßgrößen zusammensetzen. Wegen des vielschichtigen Wirkungsgefüges und der zahlreichen Einflußfaktoren unterliegt sie insbesondere bei Fließgewässern ständigen Schwankungen. Die physikalisch-chemische Analyse von Wasserproben kann daher nur Aufschluß über die Wasserinhaltsstoffe zum Zeitpunkt der Probenahme geben (Momentaufnahme). Wenn die Chemie ein zeitlich geschlossenes Bild dieser Inhaltsstoffe liefern soll, sind viele Messungen im Jahresverlauf notwendig und erst länger-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

fristig können trendartige Veränderungen von wiederkehrenden Schwankungen unterschieden werden.

Je umfangreicher die Anzahl der ermittelten Einzelmeßwerte, desto unüberschaubarer wird der Informationsgehalt des Gemessenen. Für Anwender und öffentlichkeitsarbeit unumgänglich ist daher die Datenverdichtung und Umsetzung möglichst einfache Grafiken.

2. Das Landesnetz Fließgewässerbeschaffenheit Bayern

In Bayern wird seit nunmehr zehn Jahren ein Landesnetz von derzeit 114 Hauptmeßstellen mit der umrissenen Zielsetzung untersucht. 24 Wasserwirtschaftsämter analysieren in ihren Labors alle zwei Wochen Wasserproben auf die üblichen Meßgrößen (Grundmeßprogramm Chemie) und für ausgewählte Hauptmeßstellen in Ergänzung hierzu regelmäßig auch auf Schwermetalle, organische Einzelstoffe und radioaktive Stoffe. Der Abfluß wird entweder an den Hauptmeßstellen bestimmt oder von benachbarten Abflußpegeln rechnerisch abgeleitet. An mehreren Hauptmeßstellen reichen die Meßreihen für die Beschaffenheitsgrößen bis in das Jahr 1966 zurück.

Die Meßergebnisse werden meßstellenweise aufbereitet und in verdichteter Form im Jahrbuch "Gewässerbeschaffenheit in Bayern Gewässerkundliche Daten" veröffentlicht. Ergänzend zum Jahrbuch sollen übersichtliche Grafiken den Langzeitverlauf der einzelnen Meßgrößen und wichtiger sonstiger Kenngrößen bei geringem laufenden Aufwand jeweils aktuell darstellen. Dazu wurde ein Computer-Grafikprogramm entwickelt, das unmittelbar auf die Daten der Datenbank Wasserwirtschaft des Landesamtes für Wasserwirtschaft zugreift. Das Ergebnis sind spezielle Langzeitdarstellungen von Beschaffenheit, Transport, Abfluß und Güteindex, die am

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Laserdrucker erzeugt werden. Sie sollen am Beispiel der Donau vorgestellt werden.

3. Langzeitdarstellung der Unterschreitungsdauer

Die einfachste Form der Langzeitdarstellung ist die Zeitreihe, bei der Meßwerte oder Kenngrößen in zeitlicher Abfolge in ihrer Größe dargestellt werden. Informationsverdichtung steigert die Übersichtlichkeit (Abb.1); bei einer Mittelung über größere Zeitabschnitte gehen dabei allerdings Informationen über die wahren Größen der Einzelereignisse verloren.

Bei der langfristigen Überwachung der Wasserbeschaffenheit können in aller Regel wegen des hohen Aufwandes für Probenahme und Analytik keine täglichen Messungen erfolgen. Gängige Praxis ist die regelmäßige Probenahme alle zwei oder vier Wochen, bzw. alle Monate mit jährlich 26 oder 13, bzw. 12 Meßwerten je Meßgröße. Dabei kann es durchaus vorkommen, daß aus irgendwelchen Gründen Einzelbestimmungen oder sogar komplette Probenahmen ausfallen. Im Gegensatz zur Abflußermittlung existiert im Zusammenhang mit der Wasserbeschaffenheit auch das bekannte Ausreißerproblem. Ausreißer beeinträchtigen das Bild der Langzeitdarstellung und müssen eliminierrt werden. Für die Errechnung der sogenannten Perzentilwerte als charakteristische Hauptzahlen eines Kalenderjahres sind aus mathematisch-statistischen Gründen mindestens etwa 15 Meßergebnisse erforderlich. Auch darauf ist die generelle Empfehlung der 14tägigen Probenahme mit jährlich 26 Meßergebnisse zurückzuführen.

Bei diesen Voraussetzungen liefert die Darstellung mit Hilfe jährlicher Unterschreitungsdauerlinien ein einfaches Bild, in dem keine Information unterdrückt wird und die

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Probenahmeintervalle den Bildaufbau nicht wesentlich beeinträchtigen. Dargestellt werden dabei keine Einzelwerte, sondern definierten Bruchteilen des Kalenderjahres zugeordnete Werte, die sich aus der Dauerlinie ergeben. Als solche Bruchteile haben wir 5, 25, 50, 75 und 95% gewählt und bewußt 0% (Minimum) und 100% (Maximum) entfallen lassen. Die Langzeitdarstellung zeigt dann für Wasserbeschaffenheit, Transport von Inhaltsstoffen, Abfluß und Güteindex CI die in jedem Jahr aufgrund erfolgter Messungen festgestellten zahlenmäßigen Größen, die für die definierten Bruchteile des Kalenderjahres erreicht oder unterschritten worden sind.

In Abb. 2 ist die Dauerlinie 1983 für die 26 Werte des Chemischen Index CI an der Hauptmeßstelle F 219 Donau/Jochenstein dargestellt. Sie entsteht durch Umordnung der Werte in aufsteigender Reihenfolge (Tab.1). Dabei wird jedem Wert ein Zeitintervall zugeordnet, das sich aus 50% des der Probenahme vorangehenden Probenahmeintervalls und 50% des nachfolgenden Intervalls zusammensetzt. Durch Aufsummierung der Zeitintervalle und Zuordnung der Kennwerte entsteht die Dauerlinie, auf der sich alle 26 Kennwerte wiederfinden und die unabhängig von der Anzahl der jährlichen Probenahmeereignisse ein volles Kalenderjahr überspannt.

Aus der Dauerlinie werden nun die einer Unterschreitung von 5, 25, 50,75 und 95% des Jahres zugeordneten Werte herausgegriffen und für jedes Jahr übereinander auf einer Ordinate aufgetragen (Abb.3). Der durch Schraffur hervorgehobene Kernbereich zwischen 25% und 75% bildet den jährlich aufgrund der Messungen an insgesamt ca. 180 Tagen gegebenen Zustand ab (Abb.4-9). Er läßt in seiner jährlichen Abfolge

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

die Variabilität und insgesamt langfristige Änderungen gut erkennen. Ein Vorteil dieser Darstellung ist auch, daß bei in 14tägigen Zeitintervallen erfolgten Messungen eingeschobene Zwischenmessungen die Jahresdauerlinie in den meisten Fällen nur geringfügig verändern und seltene Extremzustände ebenso wie Ausreißer in die Bereiche unter 5% und über 95% fallen, die in der Darstellung unberücksichtigt bleiben.

4. Langzeitdarstellungen für Donaumeßstellen

4.1. Meßstellen

Von den elf bayerischen Hauptmeßstellen an der Donau wurden beispielhaft die beiden Meßstellen F 201 Neustadt, Fluß-km 2432,5 (zwischen Ingolstadt und Einmündung der Altmühl in Kelheim) und F 219 Jochenstein, Fluß-km 2203,8 (deutsch-österreichische Grenze) ausgewählt.

4.2. Wasserbeschaffenheit

Unter Wasserbeschaffenheit werden die "durch physikalische, chemische und biologische Kenngrößen sowie beschreibende Begriffe wertneutral angegebenen Eigenschaften des Wassers" verstanden (DIN 4049, Teil 2, Hydrologie Begriffe der Gewässerbeschaffenheit, April 1990). Kenngrößen für die Wasserinhaltsstoffe sind Massenkonzentrationen, von denen hier beispielhaft die Langzeitverläufe für die wichtigen Pflanzennährstoffe gelöstes Phosphat und Nitrat,als o-PO_4-P bzw. NO_3-N dargestellt, ausgewählt wurden (Abb.4 und 6).

Gelöstes Phosphat stammt überwiegend aus Abwassereinleitungen und führt in den wasserreicheren Flüssen Südbayerns im Vergleich zu Nordbayern nur zu geringen Konzentrationen, die jedoch auch in der Donau bis Ende der 70er Jahre stetig angestiegen sind. Allerdings waren während der 70er Jahre

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

mehrere abflußschwache Jahre zu verzeichnen (Abb.8). Die 80er Jahre begannen mit abflußreicheren Jahren, so daß der Konzentrationsverlauf allein die immer wieder gestellte Frage nach der Wirkung der 1980 von der Bundesregierung erlassenen Phosphathöchstmengenverordnung nicht befriedigend beantworten konnte. Diese Verordnung sah eine zweistufige Reduktion der Phosphate in Wasch- und Reinigungsmitteln zum 01.10.1981 und zum 01.01.1984 vor und sollte eine Verminderung der Phosphorfracht der Gewässer in der Bundesrepublik Deutschland um rund 25% bringen. Eine weitere Verminderung erhoffte man sich ab 1986 durch verstärkte Phosphorentfernung in den Kläranlagen.

Beim Nitrat ist in der bayerischen Donau wie in vielen anderen Flüssen auch seit Beginn der Messungen in den 60er Jahren eine deutlich ansteigende Tendenz der Konzentrationen zu erkennen (Abb.6). Die Ursachen hierfür sind insbesondere in der Intensivierung der mineralischen und organischen Düngung landwirtschaftlicher Flächen sowie im Umbruch von Dauergrünlandflächen, zu einem Anteil aber auch in der zunehmenden Nitrifikationsleistung vieler Kläranlagen zu suchen. Gegenläufig zum Nitrat sind die unerwünschten Ammoniumkonzentrationen seit Mitte der 70er Jahre stetig im Abnehmen begriffen.

4.3. Transport von Inhaltstoffen

Aus der im Labor ermittelten Massenkonzentration eines Wasserinhaltsstoffes läßt sich bei bekanntem Abfluß die sekundlich transportierte Masse dieses Stoffes als Produkt beider Größen errechnen. Bei mehrtägigen und mehrwöchigen Probenahmeintervallen wird für den Abfluß meist dessen Tagesmittelwert herangezogen. Im Falle der 14täglichen Probenahme ergeben sich 26 Transportwerte (Dimension g/s),

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

aus denen eine Jahresdauerlinie konstruiert werden kann (analog Tab.1 und Abb.2). Die Fläche zwischen Dauerlinie und Abszissenachse entspricht bei dieser Darstellung der Jahresfracht (Dimension g), an deren wahre Größe man sich um so mehr annähert, je mehr über das Jahr verteilte Einzelwerte vorliegen. Dabei darf jedoch nicht vergessen werden, daß auch die Abflußwerte mit Unsicherheiten behaftet sind.

Langzeitdarstellungen für Transportwerte von Wasserinhaltsstoffen ermöglichen eine Aussage zu den Fragen nach Frachtreduzierung in den Fließgewässern. So ist Abb.5 zu entnehmen, daß beim gelösten Phosphat in Jochenstein gegen Ende der 80er Jahre die Jahresfracht der 60er Jahre wieder erreicht war, bei einer Frachtverminderung von 1981 bis 1986 um ein rundes Drittel. Das Ziel der Phosphathöchstmengenverordnung ist erreicht worden. Deutlich zeichnen sich auch die Erfolge der abwassertechnischen Maßnahmen seit 1986 auf Kläranlagen in den Langzeitdarstellungen ab.

Eindeutig zeigt die Darstellung für den Nitrat-Transportverlauf in Jochenstein (Abb.7) den schon seit 15 Jahren an den Konzentrationen bemerkten Anstieg. Im Vergleich zu dem bis Mitte der 70er Jahr vorhandenen Zustand wurde in den 80er Jahren die Verdoppelung der Nitratfracht erreicht.

4.4. Abfluß

Für die Darstellung des Abflußverlaufes für Jochenstein (Abb.8) wurden die Abflußtagesmittel des Pegels Achleiten verwendet. Übersichtlicher als aus der Darstellung des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuches (Abb.1) lassen sich aus dem aus Jahresdauerlinien konstruierten Bild abflußarme und abflußreiche Jahre erkennen. Für die Interpretation des Verlaufs von Konzentrationen und Transportwerten

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

ist diese Darstellung unentbehrlich. So kann dem Verlauf der Transportwerte (Abb.5 und 7) schon durch Betrachtung entnommen werden, daß die Nitratjahresfracht in abflußreichen Jahren vorübergehend stark ansteigt (1970, 1974/75, 1987), während der Phosphattransport das Abflußbild nur sehr gedämpft widerspiegelt, aber auch, daß der Nitrattransport seit Anfang der 80er Jahre ein Niveau erreicht hat, auf dem er nur noch abflußabhängig schwankt, jedoch nicht mehr weiter zuzunehmen scheint. Die Bilder untermauern die Erkenntnis, daß Nitrat überwiegend aus diffusen, Phosphat aber aus punktförmigen Quellen stammt.

4.5. Wassergüteindex CI (Chemischer Index)

Der Chemische Index CI ist ein Maß für die "allgemeine Wassergüte" in Form einer dimensionslosen Zahl zwischen 0 und 100, mit 0 für die schlechteste und 100 für die beste "allgemeine Wassergüte".

Im Chemischen Index CI sind acht Kenngrößen der Wasserbeschaffenheit verknüpft: Sauerstoffsättigung, Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, BSB_5, Ammonium, Nitrat und gelöstes Phosphat. Es werden damit solche Wasserinhaltsstoffe und physikalische Eigenschaften des Wassers angesprochen und bewertet, die auch beim saubersten natürlichen Quellbach anzutreffen sind.

Bei den nach Tab.1 und Abb.2 auf der Jahresdauerlinie angeordneten CI-Werten stellt die Fläche zwischen Dauerlinie und Gütepotentialwert CI 100 gleichsam das "Eignungsdefizit an allgemeiner Wassergüte" dar. Aus den Jahresdauerlinien aufeinander folgender Jahre erhält man als Langzeitdarstellung das "Gütebild".

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Das Gütebild für Jochenstein Abb.9) zeigt bis 1972 einen gleichmäßigen Abfall an "allgemeiner Wassergüte", der sich wegen des hohen Abflusses der Donau jedoch in Grenzen hält. Nachfolgend steigt die Wassergüte trotz zunehmender Phosphat- und Nitratbefrachtung (Abb.5 und 7) wieder an, was auf die in dieser Zeit erfolgten gewaltigen Anstrengungen im technischen Gewässerschutz zurückzuführen ist. Der Anstieg setzt sich auch während der abflußschwächeren Jahre 1984/86 fort und wird derzeit durch die Phosphorverminderungsmaßnahmen auf Kläranlagen weiter begünstigt.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

5. Zusammenfassung

Regelmäßige Gewässergüteüberwachung ist Voraussetzung für eine gezielte Gewässerschutzpolitik. Um die Zustimmung einer breiten Öffentlichkeit zu erreichen, müssen Umweltdaten in geeigneter Form veröffentlicht werden. Hierfür bietet sich die grafische Darstellung an. Es interessieren der Langzeitverlauf von Wasserbeschaffenheit und Wassergüte sowie der Befrachtung mit Inhaltsstoffen als Entscheidungsgrundlage für neue Maßnahmen und zur Erfolgskontrolle über die getätigten Investitionen.

Zur einfachen grafischen Zusammenfassung der unvermeidlichen Datenflut wurde ein Computer-Grafikprogramm entwickelt, das unmittelbar auf die Datenbank Wasserwirtschaft des Landesamtes für Wasserwirtschaft zugreift. Das Ergebnis sind Langzeitdarstellungen von Beschaffenheit, Transport, Abfluß und Güteindex, die am Laserdrucker erzeugt werden. Grundlage für die Darstellung sind Jahresdauerlinien (Tab.1, Abb.2). Bestimmten Bruchteilen des Jahres zugeordnete Werte werden auf der Dauerlinie abgegriffen und übereinander auf einer das Jahr charakterisierenden Ordinate aufgetragen (Abb.3). Es können so beliebig viele Jahre auf engem Raum dargestellt werden.

Die Grafiken werden für die beiden Donau-Hauptmeßstellen F 201 Neustadt (zwischen Ingolstadt und Einmündung der Altmühl in Kelheim) und F 219 Jochenstein (deutsch-österreichische Grenze) vorgestellt (Abb.4-9). Der Überwachungszeitraum beträgt 25 Jahre (1966-1990) für Jochenstein.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

SUMMARY

Danube Water Quality Long-Term Graphs

Water quality monitoring is a prerequisite for a goal-oriented water-protection policy. To gain the acceptance of the general public, environmental data have to be published in a suitable form. An appropriate presentation format for this purpose is the graph. Besides, long-term graphs of water quality characteristics including concentrations and loads of constituents serve as a data base for operational water-management procedures and as references for the effectiveness of investment-policies.

To summarize the vast amount of data in simple graphs, a computer programme was developed and connected to the water-management data bank of the Landesamt für Wasserwirtschaft. The results are long-term depictions of water quality, transport of constitutents, discharge and the quality index. The graphs are produced by means of a laser printer. The basic elements for the graphs are annual curves. Values of the durations curve pertinent to certain percentages of the year are plotted vertically one above the other, the ordinate representing one year. Therefore, any number of years may be depicted on a small scale.

The graphs are presented for the two Danube main observation sites F 201 Neustadt (between Ingolstadt and the confluence of the Danube with the Altmühl at Kelheim) and F 219 Jochenstein (German-Austrian border). The monitoring time period is 25 years for Jochenstein.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 1: Monatsmittel, Jahresmittel und langjähriges Mittel der Abflüsse am Pegel Donau/Achleiten

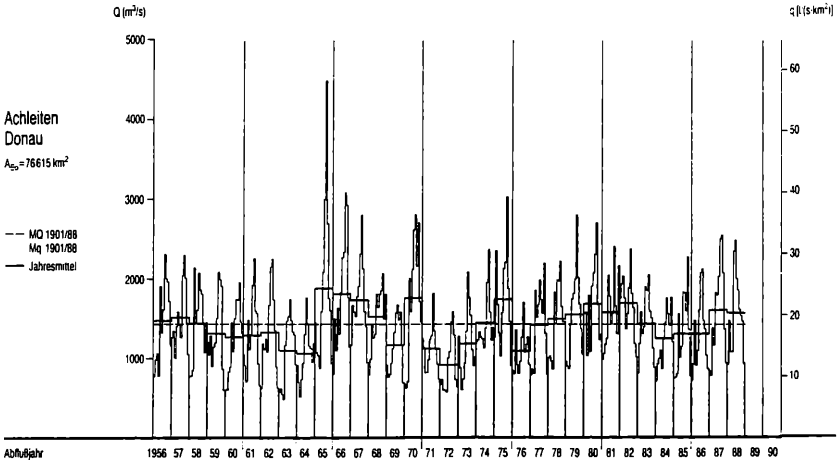
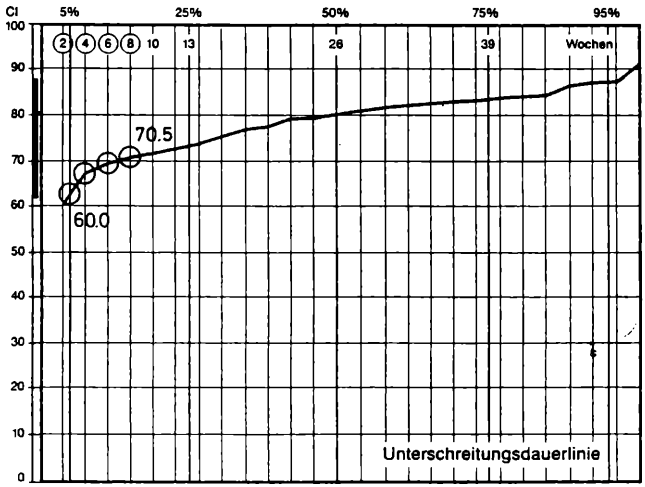


Abb. 2: CI-Dauerlinie 1983 für die Donau an der HMS F 219 Donau/Jochenstein



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tab. 1: CI-Werte 1983 für die HMS F 219 Donau/Jochenstein

	CI
5. 1.83	69.7
20. 1.83	82.4
2. 2.83	79.2
16. 2.83	75.0
2. 3.83	60.0
16. 3.83	67.1
30. 3.83	81.8
13. 4.83	77.2
27. 4.83	80.0
11. 5.83	70.5
25. 5.83	85.9
8. 6.83	73.5
22. 6.83	90.0
6. 7.83	80.9
20. 7.83	83.4
3. 8.83	83.3
17. 8.83	86.5
31. 8.83	81.3
14. 9.83	86.5
28. 9.83	82.0
12.10.83	84.0
26.10.83	82.6
9.11.83	79.7
23.11.83	77.5
7.12.83	72.3
21.12.83	71.7

CI	Wo.	Σ
60.0	2	2
67.1	2	4
69.7	2	6
70.5	2	8

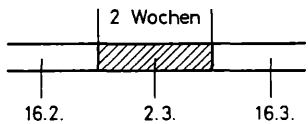


Abb. 3: Ermittlung der Werte für 5, 25, 50, 75 und 95% Unterschreitungsdauer in einem Kalenderjahr (CI 1983 für HMS F 219 Donau/Jochenstein)

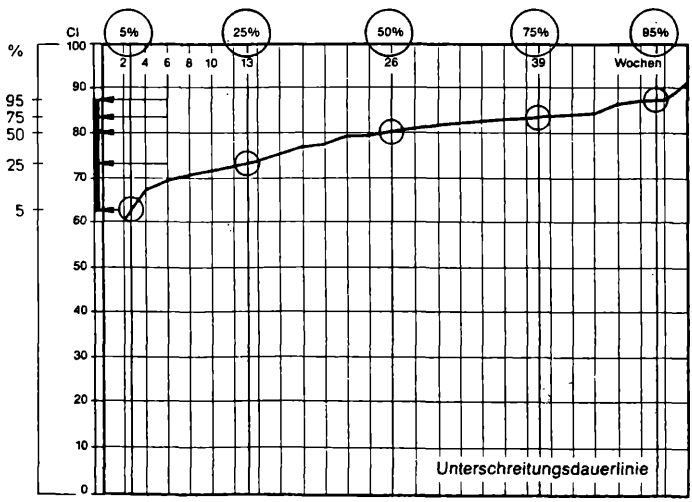
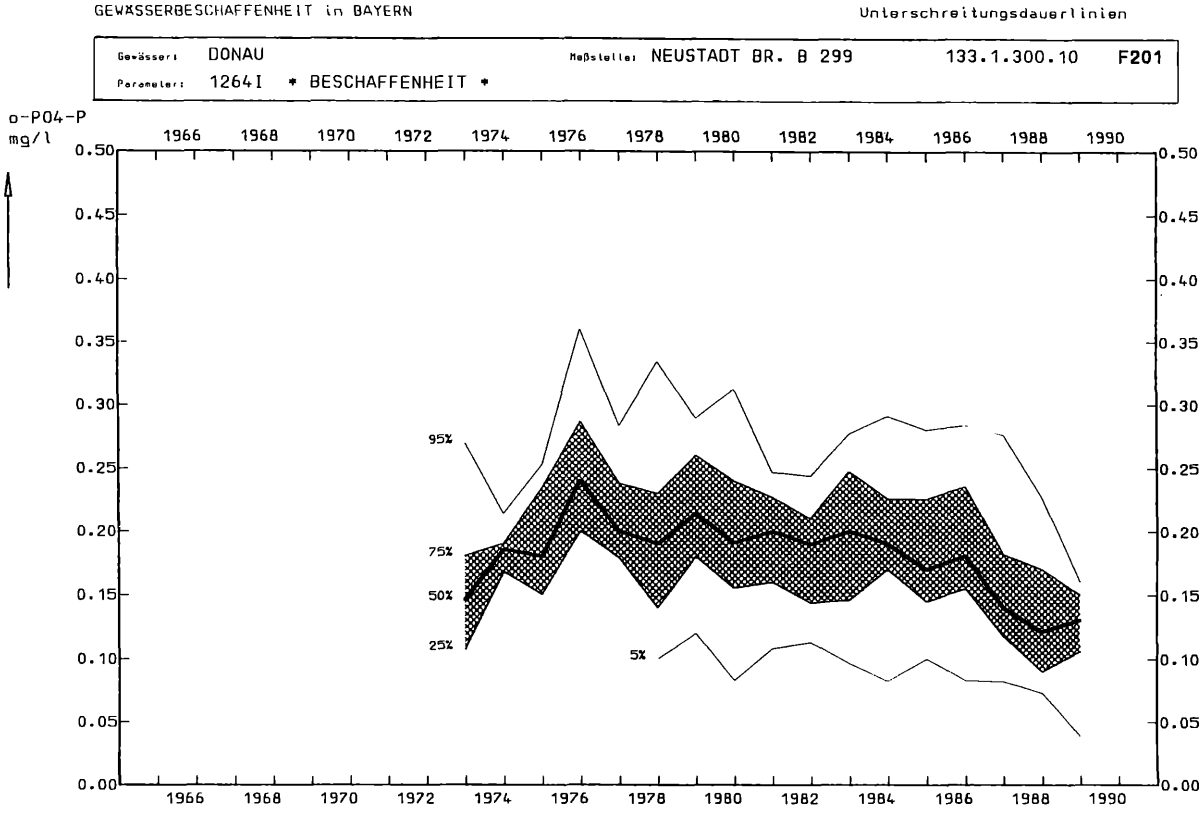
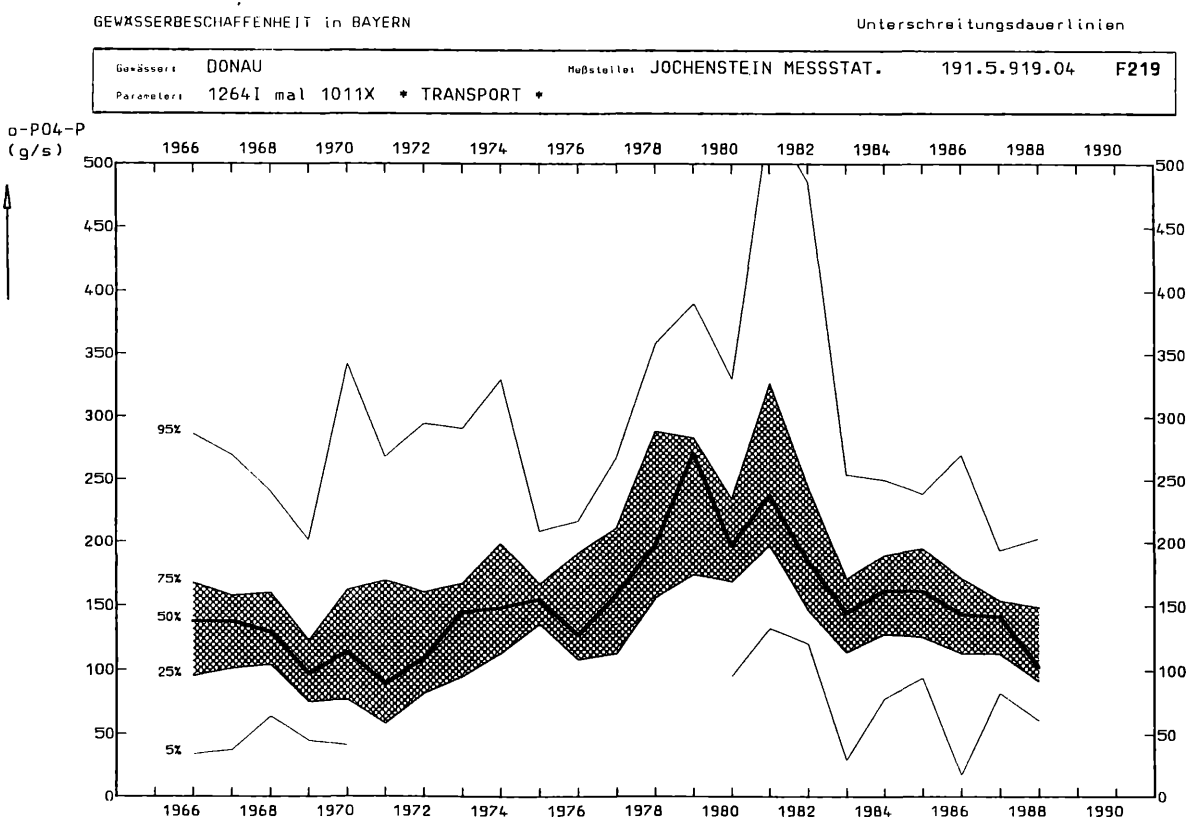


Abb. 4: Langzeitverlauf o-PO_4-P-Konzentration 1973-1989
HMS F 201 Donau/Neustadt



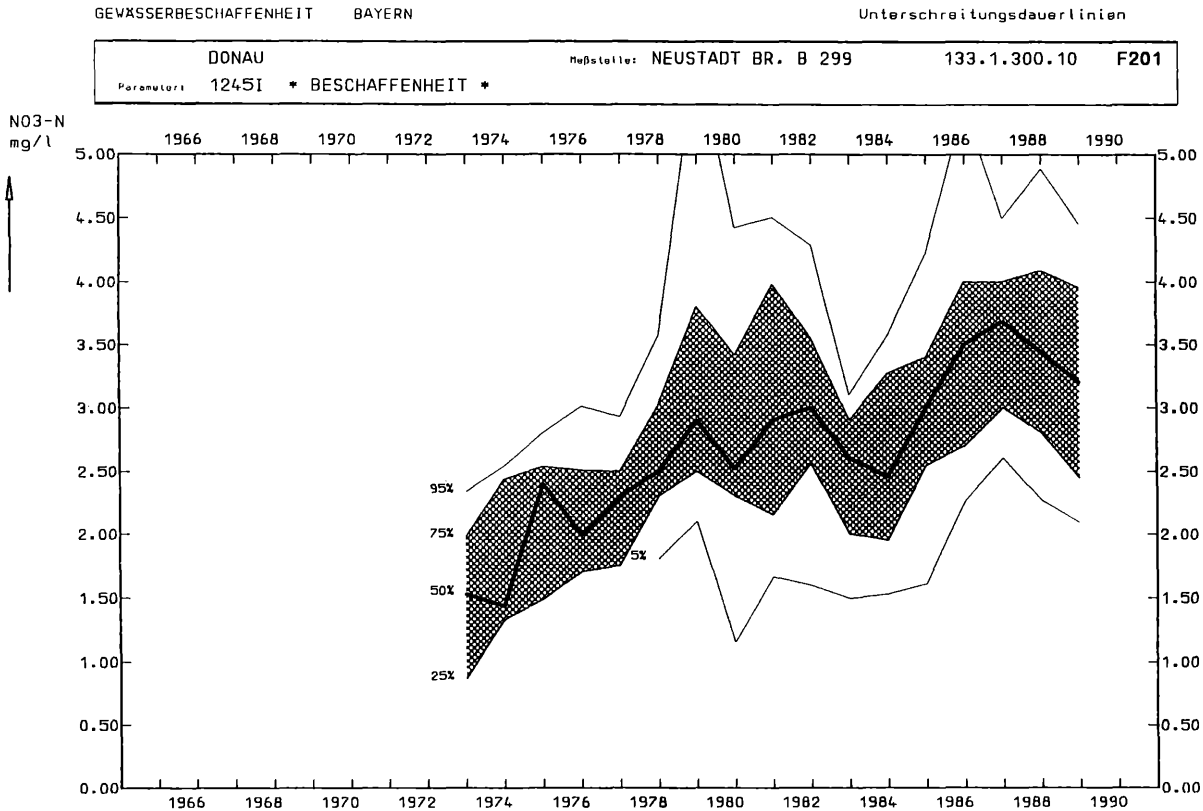
© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 5: Langzeitverlauf o-PO_4-P-Transport 1966-1989
HMS F 219 Donau/Jochenstein



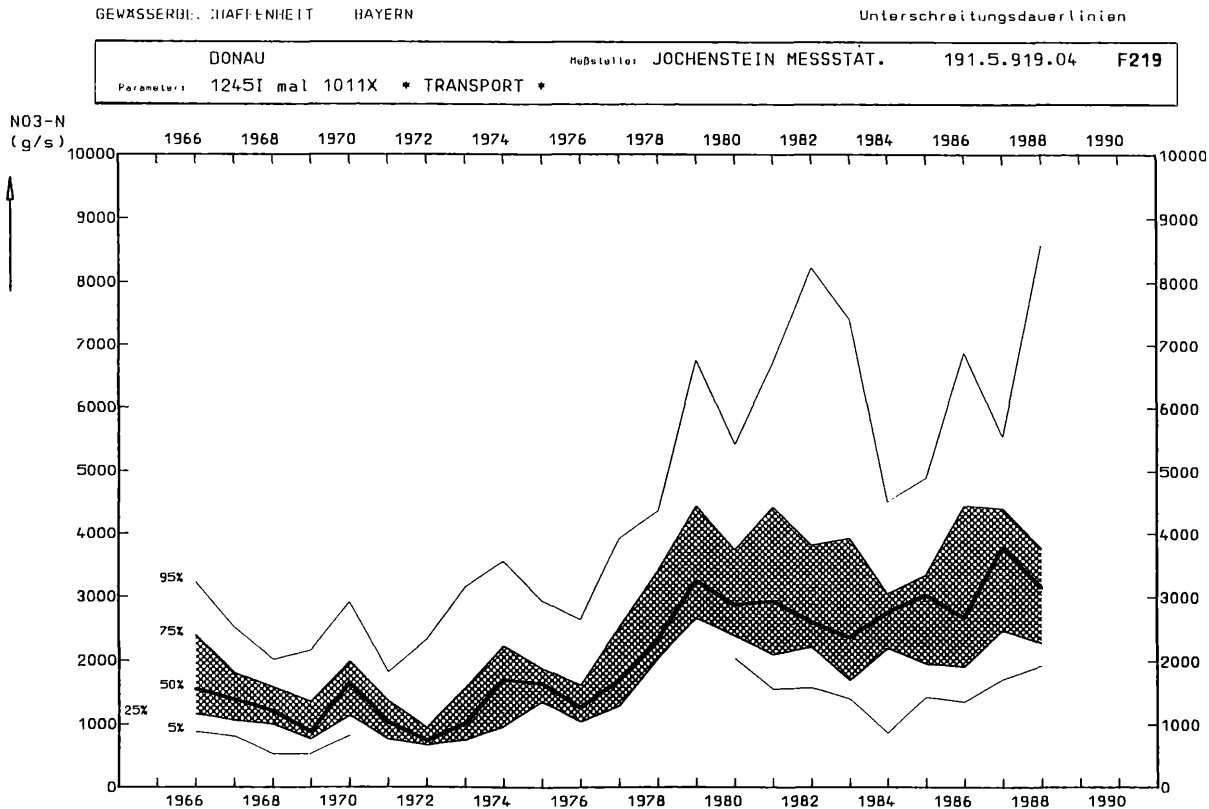
© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 6: Langzeitverlauf NO_3-N-Konzentration 1973-1989
HMS F 201 Donau/Neustadt



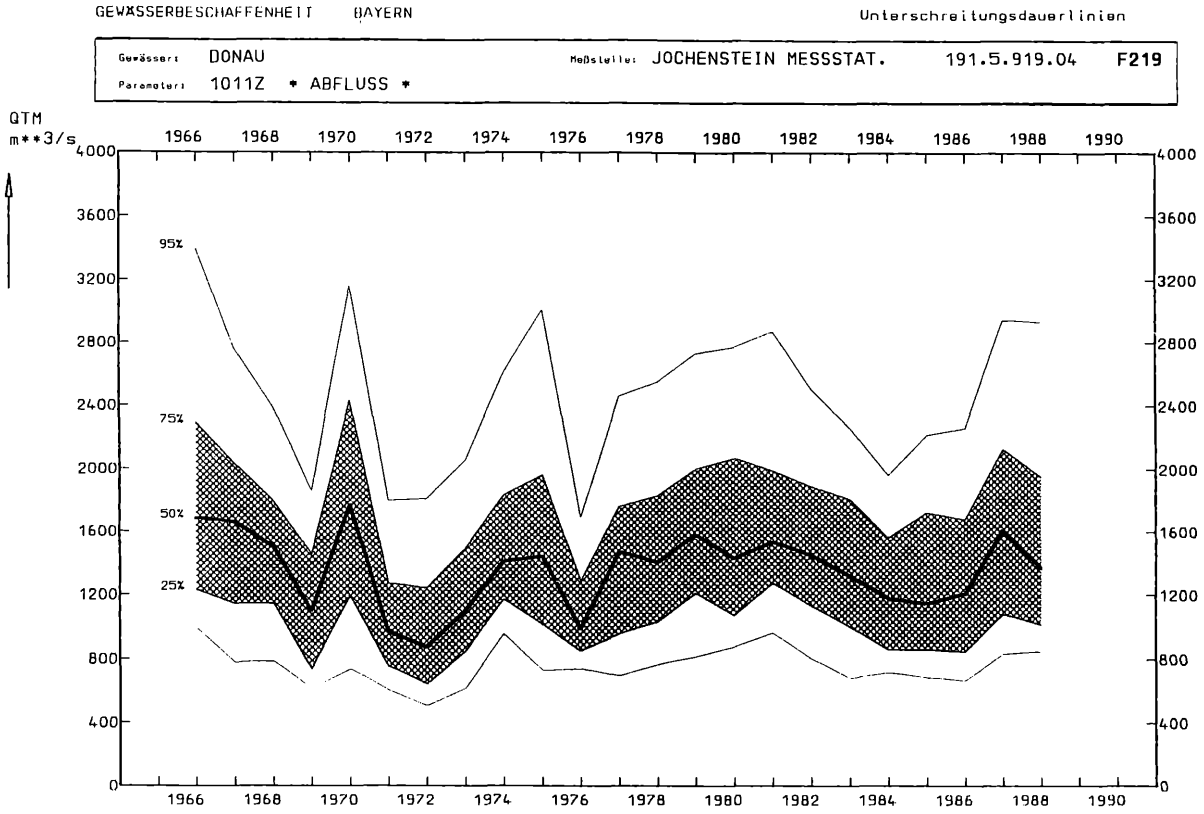
© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 7: Langzeitverlauf NO_3-N-Transport 1966-1989
HMS F 219 Donau/Jochenstein



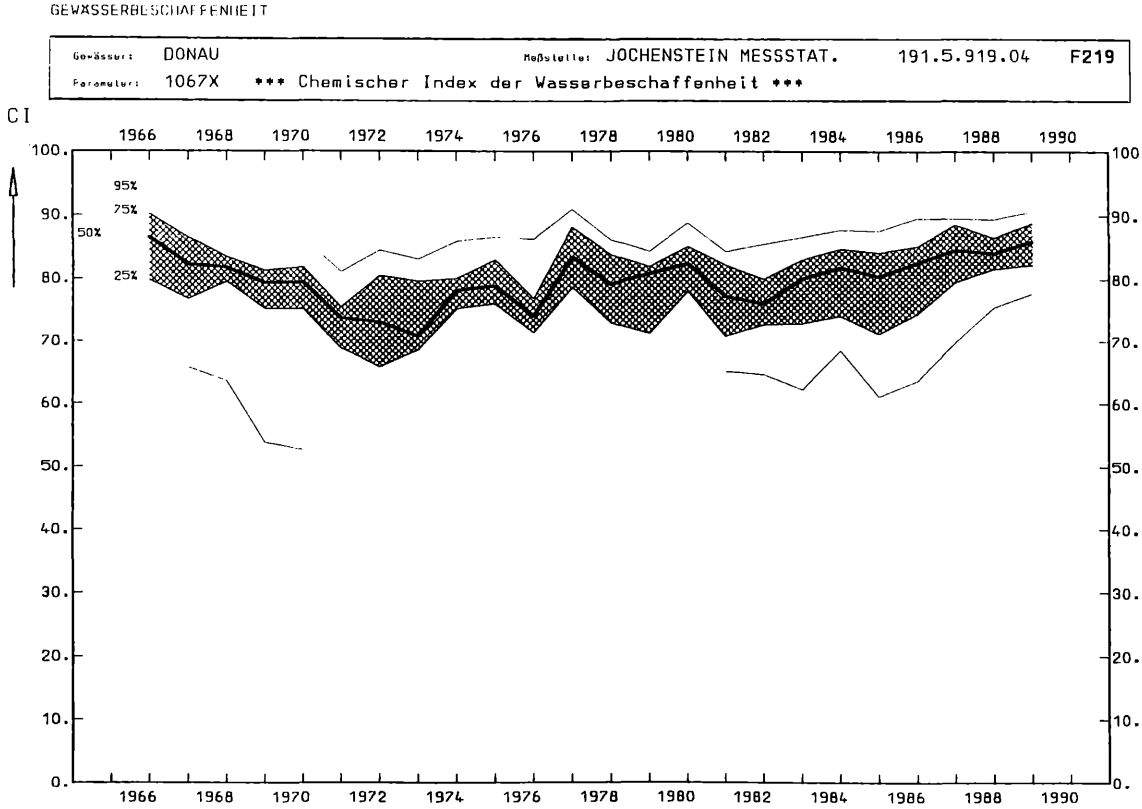
© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 8: Langzeitverlauf Abflußtagesmittel 1966-1987



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 9: Langzeitverlauf Chemischer Index 1966-1989
HMS F 219 Donau/Jochenstein



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Literatur

BACH,E. (1986): Der Chemische Index (CI).- Münchener Beiträge 40, 202-223.

(1987): Gewässerbeschaffenheit und -güte der Donau Bayern.- Wasser und Abwasser 31, 85-109.

BGBl I der Bundesrepublik Deutschland (1980): Verordnung über Höchstmengen für Phosphate in Wasch- und Reinigungsmitteln (Phosphathöchstmengenverordnung-PHöchstMengV) vom 04.Juni 1980, 664-665.

OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYER. STAATSMIN. DES INNEREN (1990): Flüsse und Seen in Bayern - Wasserbeschaffenheit, Gewässergüte.- Schrr. "Wasserwirtschaft in Bayern", H. 23.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Erwin BACH, Baudirektor im Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstr. 67, D-80636 München.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 1991

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

Artikel/Article: Donauwasserqualität in Langzeitdarstellung 11-30