

Daten zur Leitfähigkeit des Innwassers im Jahrgang: Staubereich Egglfing-Obernberg von Juni 1983 bis Juli 1985

von JOSEF H. REICHHOLF

1. Allgemeines

Mit der "Leitfähigkeit" wird auf einfache, direkte Weise über die Änderung des Widerstandes gemessen, wie viele elektrisch geladene und gelöste Teilchen (Ionen) im Wasser vorhanden sind. Misst man die elektrische Leitfähigkeit des Wassers so kann man viel rascher als durch das langwierige Eindampfen der Probe den Gesamtgehalt an gelösten Mineralstoffen feststellen und über grobe Zuordnung zu "Leit-

fähigkeitskategorien" die "Belastung" des Wassers abschätzen. Die Leitfähigkeit wird in Mikrosiemens pro Zentimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$) gemessen und für direkte Vergleichszwecke auf 25°C normiert. Meistens reicht aber die aktuelle Leitfähigkeit; zumal wenn die zugehörige Wassertemperatur mit erhoben worden ist.

Ganz grob lassen sich folgende "Kategorien" bilden:

Destilliertes Wasser	weniger als 3 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Regenwasser/Schneewasser	10 - 100
Sehr schwach mineralisiertes Grund- und Oberflächenwasser (wenig bis unbelastet)	50 - 200
Schwach mineralisiertes Wasser/saubere Tafelquellwässer (primär Kohlensäure gelöst)	200 - 500
Kohlensäurehaltiges und belastetes Wasser oder echte Mineralwässer	über 500

(HÜTTER 1992, ergänzt vom Verf.)

In der Freilandpraxis der Wasseruntersuchung, bei der es nicht um Mineralwässer geht, gibt die Leitfähigkeit ein rasches, zuverlässiges aber komplexes Maß für die allgemeine Belastung des Wassers mit Ionen. Insbesondere im Fließwasser weitab von Mineralquellen und ohne besondere Möglichkeiten der Anreicherung von Kohlensäure liefert die Leitfähigkeit einen recht brauchbaren quantitativen Wert für die Belastung des Wassers mit Fremdionen, wie etwa Nitrat, Nitrit, Ammonium oder Chlorid aus der landwirtschaftlichen Düngung, Abwasser oder der Oberflächengewässerbelastung mit Streusalz.

Erhöhte Werte der Leitfähigkeit verweisen auf die Notwendigkeit einer genaueren Analyse der beteiligten Ionen, während entsprechender Rückgang die Qualitätsverbesserung insgesamt gut signalisiert. Es ist daher überraschend, in welchem geringem Umfang die so einfache Methode der Leitfähigkeitsmessung von Oberflächengewässern, insbesondere von Fließgewässern, die durch Verwirbelung recht gleichmäßige Lösungs- und Verteilungsverhältnisse erzeugen, bisher Anwendung findet. So fehlt "Leitfähigkeit" als Stichwort selbst in recht modernen Lehr- und Arbeitsbüchern, wie bei

BREHM & MEIJERING (1996) oder bei LAMPERT & SOMMER (1993).

Dabei lassen sich aus dem Freilandeinsatz von Leitfähigkeitsmessungen nicht nur schnell und einfach Messwerte bekommen, sondern die Befunde eröffnen die Möglichkeit auf gezielte Nachforschungen, wann immer es sich anhand der Messwerte "lohnt". Zudem ermöglichen sie die Formulierung von überprüfbaren Arbeitshypothesen zu den Ursachen der Gewässerbelastungen mit gelösten Stoffen.

Anhand des Einsatzes bei ökologischen Untersuchungen an den Stauseen am unteren Inn (REICHHOLF 2001) und bei den Forschungen an der Verockerung von Altwässern im niederbayerischen Inntal (REICHHOLF-RIEHM 1995) zeigte sich die Nützlichkeit von Leitfähigkeitsmessungen. Hier sollen nun die Daten für eine komplette Zweijahres-Reihe von Ende Juni 1983 bis Anfang Juli 1985 für den Hauptstrom des unteren Inns im Bereich der Staustufe Eggfling-Obernberg ausgewertet und "interpretiert" werden. Die Daten lassen sich direkt mit den im selben Zeitraum, vor allem im Jahreslauf von 1983 erhobenen Messungen zur Wassertemperatur (REICHHOLF 2001) vergleichen. Sie ergänzen diese.

2. Methode

Die Leitfähigkeitsmessungen wurden, jeweils mehrere pro Monat, mit einem WTW-Standard-Gerät mit Platin-Sonden am Rand oder direkt in der Hauptströmung des Inns etwa einen Kilometer flussaufwärts vom Kraftwerk Eggfling-Obernberg zumeist auf der österreichischen Uferseite bei Katzenberg, in einem kleineren Teil auch am Damm bayerischerseits gegenüber, vorgenommen. In die Auswertung einbezogen wurden 80 Messungen zwischen 25. Juni 1983 und 7. Juli 1985. Temperaturkorrekturen wurden nicht vorgenommen. Die Was-

sertemperatur des Inn schwankte in dieser Zeit zwischen minimal knapp über Null und maximal 17°C (vgl. die ausführliche Darstellung in REICHHOLF 2001). Alle Werte liegen daher erheblich unter dem Normwert von 25°C; sofern weitergehende Vergleiche angestellt werden sollten, müssten sie umgerechnet werden. Für die unmittelbare ökologische Situation am unteren Inn erschien das nicht nötig. Physiologisch wirksam ist die ionale Belastung des Wassers ohnehin bei den konkreten Wassertemperaturen und nicht bei einem hypothetischen Normwert!

3. Ergebnisse

Die Leitfähigkeit des Innwassers folgt einem ausgeprägten und charakteristischen Jahresgang mit einem klaren, stets wiederkehrenden (wie spätere Einzelmessungen belegen!) Minimum in den Monaten Mai bis Juli und einem Frühjahrsmaximum. Ein herbstliches Vormaximum liegt nicht wesentlich niedriger als der Höchstwert im März. Überraschender Weise kommt es aber während der eigentlichen Wintermonate von Dezember bis Februar in der Regel zu einem deutlichen Rückgang der durchschnittlichen Leitfähigkeit. Der Anstieg im September fällt auf der anderen Seite deutlich aus dem Rahmen eines "glatten" Kurvenverlaufes.

Abb. 1 zeigt die Verhältnisse anhand der Monatsmittel, wobei pro Monat durchschnittlich mehr als sechs Einzelmessungen für die Mittelwertbildung zur Verfügung standen. Die Abweichungen vom Mittel sind anhand der gesamten Streubreite der Daten mit angegeben. Auffällig ist dabei, wie stark die Werte insbesondere für den Monat Februar streuen; ein Befund, der zu diskutieren ist.

Insgesamt ergibt sich für den unteren Inn jedoch eine recht geringe durchschnittliche Leitfähigkeit von 203 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Jahresmittel und 175 für die Periode von Mai bis Juli. Von August bis April steigt die Leitfähigkeit über das Winterhalbjahr auf durchschnittlich 212

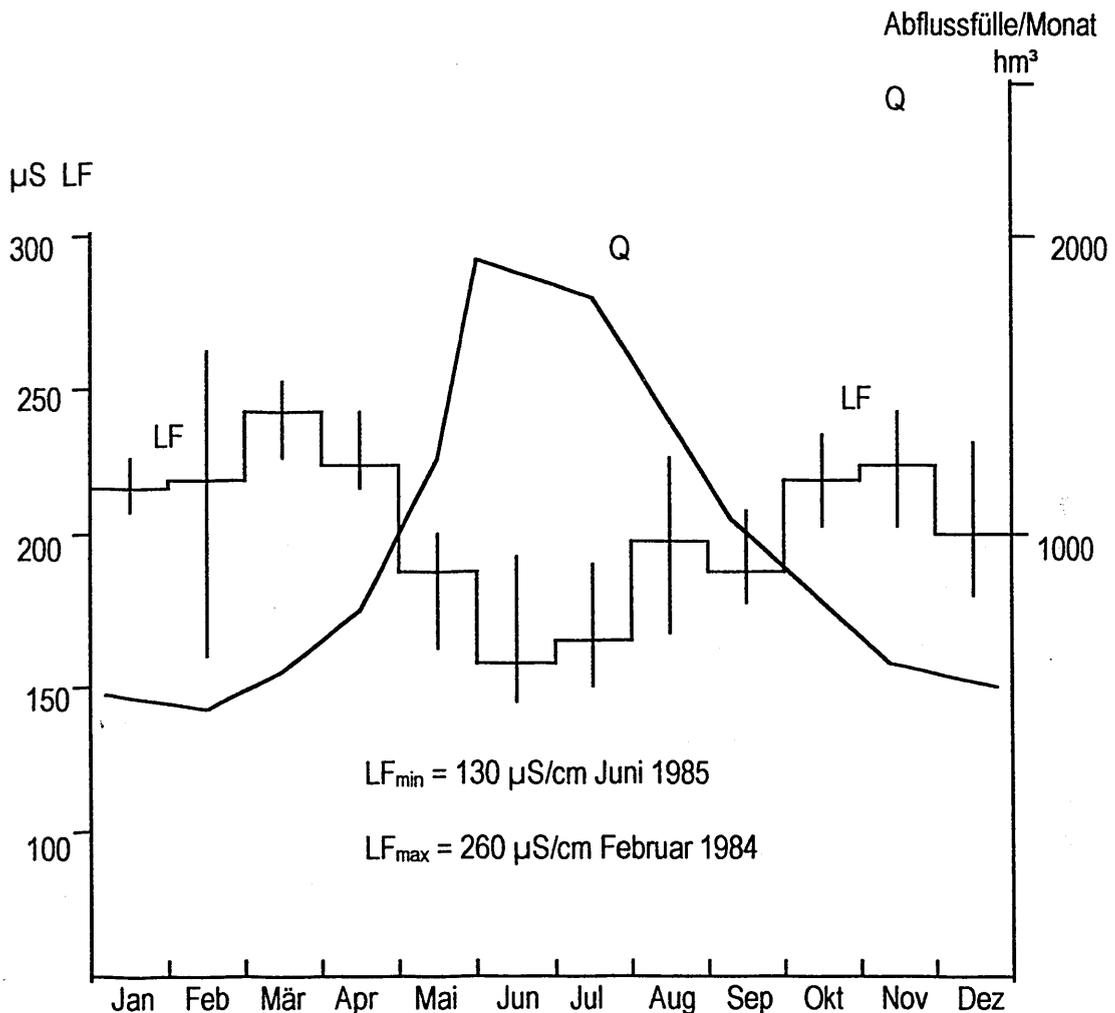
Mikrosiemens an.

Ihr Verlauf korreliert klar negativ mit der Wasserführung: Ist diese hoch, wie während der Sommermonate, so sinkt die Leitfähigkeit stark ab. Geht die Wasserführung im August/September wieder zurück, nimmt sie zu und erreicht aber nicht bei den absoluten Minima der Wasserführung die Höchstwerte, sondern davor im (Spät)Herbst und wieder im Vorfrühling (Februar/März). Der "Verdünnungseffekt" der Wassermenge bei einer in etwa konstanten Belastung mit Ionen scheidet daher als alleinige Interpretation der beiden gegenläufigen Kurven aus. Es muss ein weiterer Effekt mit hinzu kommen.

Wie bedeutungsvoll die Verdünnung tatsächlich ist, zeigen einzelne Messwerte aus anderen Jahren bei Hochwasser (über 3000 m^3/s). Dann sinkt die Leitfähigkeit auf etwa 100 Mikrosiemens, was dem oberen Grenzbereich von Regen- und Schneewasser entspricht!

Der Inn ist also gerade dann, wenn er Hochwasser führt, am geringsten belastet. Seine Leitfähigkeit erreicht Höchstwerte bei vergleichsweise niedrigen Wassertemperaturen im Spätherbst und Vorfrühling, was zwangsläufig bedeutet, dass in dieser Zeit verstärkt Ionen dem Fluss zugeführt werden. Worum kann es sich dabei handeln?

Abb. 1: Jahresgang der Leitfähigkeit (Mikrosiemens/cm) des Innwassers in der Hauptströmung im Bereich des Stausees Egglfing-Obernberg (n = 80 Messungen von Ende Juni 1983 bis Anfang Juli 1985) und durchschnittliche monatliche Wassermenge am Pegel Rosenheim (Q). Leitfähigkeit mit monatlicher Streubreite.



4. Diskussion

Während der Verdünnungseffekt der hohen Wasserführung in den Sommermonaten klar ist, spiegelt die Leitfähigkeit in den übrigen Monaten nicht einfach eine allgemeine Grundbelastung des Flusses wider. Würden die Zuleitungen von gelösten Stoffen in Ionenform hauptsächlich aus häuslichem Abwasser kommen, so sollte die Leitfähigkeit im Herbst, Winter und Frühling in etwa auf

demselben Niveau bleiben, da das Abwasser kontinuierlich anfällt. So starke Schwankungen, wie im Februar, lassen sich schwerlich mit Fluktuationen in der Menge häuslicher Abwässer in Verbindung bringen. Auch die Auswaschung von Mineraldünger sollte kontinuierlicher verlaufen und nicht so stark schwankende Werte im Februar/März verursachen, wenn im Haupteinzugsgebiet

des Inns größtenteils der Boden noch gefroren ist oder unmittelbar in der Zeit davor, im Hochwinter, gefroren war.

Somit deuten Fluktuationen und Verlauf der Leitfähigkeitsänderungen auf eine andere Quelle hin: Mehrmals im Jahr wird ziemlich plötzlich in großem Umfang von der Landwirtschaft Gülle auf die Fluren gefahren. Das findet ganz besonders ausgeprägt im Vorfrühling von Mitte/Ende Februar bis Anfang April, dann wieder nach der Haupterntezeit im September und im Spätherbst statt. In genau diesen Phasen des Jahreslaufes schwanken die Leitfähigkeitswerte sehr stark und erreichen die Monatsmittel Höchstwerte. Tatsächlich stinkt in dieser Zeit der Inn mitunter richtiggehend, weil im Nahbereich wieder in großem Umfang Gülle ausgebracht worden ist, die in den Inn zum Teil oberflächlich abfließt oder über die kleinen Wiesenbäche eingetragen wird. Dass deren Leitfähigkeit dann über 700 Mikrosiemens ansteigt und die Analysen sehr hohe Nitrat-/Nitrit- und Ammonium-Werte zeigen, deckt sich damit.

Es ist somit anzunehmen, dass ein wesentlicher Teil der Belastung des Innwassers mit gelösten Stoffen (Ionen) aus der Landwirtschaft stammt, denn gerade dann, wenn der Inn bei hoher Wasserführung besonders "trübe" ist oder, wie von Mai bis Anfang August, die so genannte Gletschermilch führt, geht die Leitfähigkeit stark zurück. Es sind nicht die gelösten Bodenminerale, welche die Ionen liefern, sondern zusätzlich eingeflossene! Die "Gletschermilch" verhält sich weitestgehend inert. Sie macht den Inn scheinbar schmutzig, aber nicht wirklich,

denn die feinen Schwebstoffe sedimentieren und lassen das Wasser klar und rein werden. Wahrscheinlich nehmen sie auch einen Teil der Ionen-Belastung auf und puffern diese ab. Fehlt die Gletschermilch in der Klarwasserphase des Inns, wird die Abwasserbelastung entsprechend stark wirksam. Die Leitfähigkeit steigt dann stark an obwohl die Wassertemperatur abgesunken ist.

Die zwischenzeitlich so gut wie vollständige Erfassung der häuslichen Abwässer durch moderne Kläranlagen hat an dieser Lage nichts grundlegend geändert. Denn erstens verbleibt ein Teil der Ionen im geklärten, dem Inn zugeleiteten Abwasser, aber zweitens (und noch wichtiger) wird das Abwasser aus der Nutztierhaltung nach wie vor gänzlich ungeklärt ausgebracht. Der Menge nach übersteigt es im Einzugsbereich des Inn das von Menschen stammende Abwasser um ein Mehrfaches.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass die modernen Kläranlagen nur für den organischen Teil des Abwassers (organischer Detritus) einen nachhaltigen Reinigungseffekt erzielen, nicht aber für die Belastung von Grund- und Oberflächenwasser mit ional gelösten Stoffen und diese Reinigungswirkung an die Fließgewässer "weitergeben". In der Leitfähigkeit kommt diese flächenwirksame Belastung sehr klar und deutlich zum Ausdruck. Ihre ökologischen Folgewirkungen sind noch kaum untersucht. Die mit der Strömung abdriftenden Algenplaggen im Frühjahr sind lediglich äußerlich sichtbare Auswirkung des überreichen Angebotes von Pflanzennährstoffen im Flusswasser.

Zusammenfassung

In zwei kompletten Jahresreihen wurden von Ende Juni 1983 bis Anfang Juli 1985 insgesamt 80 Leitfähigkeitsmessungen des Innwassers im Staubereich Egglfing-Obern-

berg vorgenommen. Die Messwerte ergaben einen ausgeprägten Jahresgang mit Minimum im Juni (durchschnittlich 168 Mikrosiemens/cm) und stark erhöhten Werten im

Spätherbst (knapp 220 μS) und Vorfrühling (März: 238 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Ende Februar traten Höchstwerte bis 260 μS auf, während das Juniminimum auf 130 μS abgesunken war.

Die Leitfähigkeit verläuft generell gegenläufig zur Wasserführung am unteren Inn (Abb.1), aber die Maxima im Herbst und Frühling sowie die starken Schwankungen in

dieser Zeit, die kurzfristig auftreten können, verweisen auf zusätzliche externe Quellen von Ionen, die über die allgemeine Belastung hinaus gehen. Es wird angenommen, dass sie mit der Ausbringung von Gülle zusammen hängen und dass die Hauptmenge der Ionenbelastung des Innwassers aus der Landwirtschaft stammt.

Summary

Data on the Conductivity of the Water of the River Inn in the Course of the Year in the Eggfing-Obernberg Impoundment for the Period from June 1983 to July 1985

In two complete series of the annual change in conductivity a total of 80 measurements have been made from the end of June 1983 to the beginning of July in 1985. The series show a marked seasonal change with high levels above 200 Microsiemens per centimetre during the low water discharge period from late summer to spring and low values (average 175 $\mu\text{S}/\text{cm}$) in the summer months

with high discharge (cf. fig. 1). But the high values and their fluctuations in early spring as well as in late autumn may have been caused by liquid manure brought out into the fields and meadows at these times of the year by livestock agriculture. Agriculture in general is considered to be the most important source of dissolved matter which is measured by conductivity.

Literatur

- BREHM, J. & M.P.D. MEIJERING (1996): Fließgewässerkunde. - Biologische Arbeitsbücher, Quelle & Meyer, Wiesbaden.
- HÜTTER, L.A. (1992): Wasser und Wasseruntersuchung. - Salle u. Sauerländer, Frankfurt/M.
- LAMPERT, W. & U. SOMMER (1993): Limnöökologie. - Thieme, Stuttgart.
- REICHHOLF, J.H. (2001): Der Inn - ein sommerkalter Fluss. - Ökologische und klimatologische Aspekte seiner Wassertemperatur. Mitt.Zool.Ges.Braunau 8:1-19.
- REICHHOLF-RIEHM, H. (1995): Die Verockerung von Altwässern am unteren Inn - Ursachen und ökologische Folgen. Ber. A N L 19:189 - 204.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Josef H. Reichholf
Zoologische Staatssammlung
Münchhausenstr. 21
81247 München

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Zoologischen Gesellschaft Braunau](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Reichholf Josef

Artikel/Article: [Daten zur Leitfähigkeit des Innwassers im Jahresgang: Staubereich Eggifing-Obernberg von Juni 1983 bis Juli 1985 21-26](#)