

# Einfluss der Salzbelastung auf die aquatische Biozönose der Mosel

Mai 2011

Zusammenfassung des Berichtes des Labors LIEBE, *Université Paul Verlaine-Metz, CNRS UMR 7146*, im Auftrag der IKSMS

Der Salzgehalt wird durch die Gesamtmenge aller im Wasser gelösten Mineralstoffe definiert. Der Salzgehalt der Mosel nimmt in Fließrichtung immer mehr zu, was entweder durch anthropogene Chlorideinträge (oder Einträge anderer Ionen/Salze) oder durch die natürliche Aufsalzung des Wassers verursacht wird. Eine im Auftrag der Internationalen Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (IKSMS) durchgeführte Literaturstudie hatte zum Ziel, die verfügbaren Kenntnisse im Zusammenhang mit den Auswirkungen von Chloriden auf die Physiologie der Lebewesen und auf die aquatische Biozönose zusammenzufassen.

## SALZGEHALT (SALINITÄT) DER MOSEL

Der natürliche Salzgehalt der Mosel hängt mit besonderen geologischen Verhältnissen zusammen, und ein Nebenfluss wie die Seille trägt stark mineralisiertes Wasser ein. Aber ein Großteil des in der Mosel gemessenen Salzgehalts ist heute anthropogenen Ursprungs. Im Bereich des Oberlaufs markiert der Zusammenfluss mit der Meurthe einen Längsbruch bei der Mineralisierung des Wassers (Abb. 1).

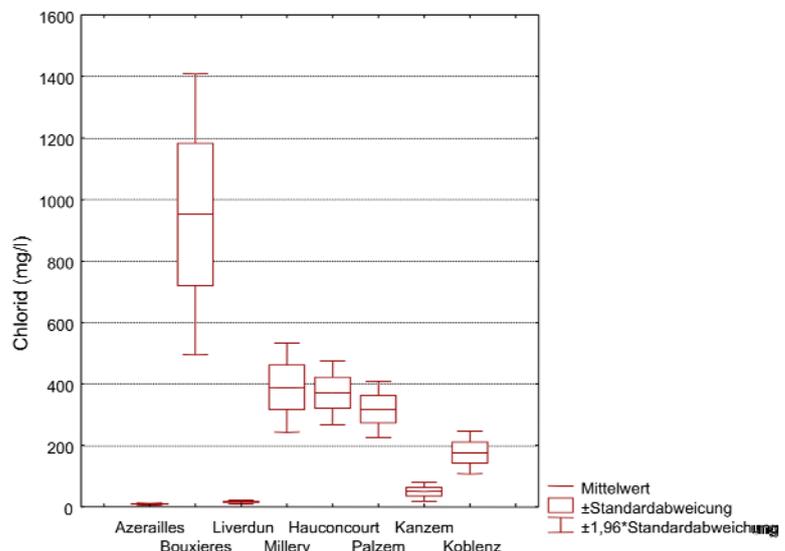
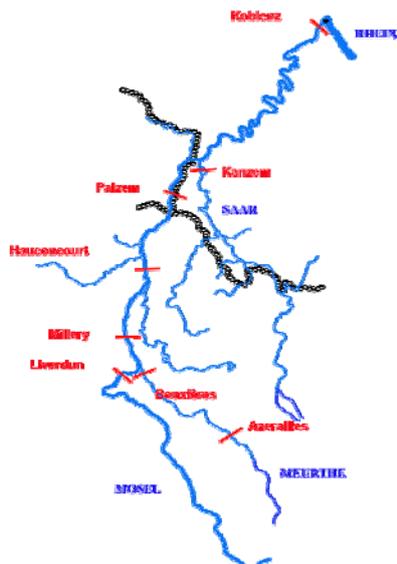


Abbildung 1: Chloridkonzentrationen ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), gemessen im Jahr 2008 anhand monatlicher Daten an zwei Messstellen der Meurthe (Azérailles, Bouxières), an fünf Messstellen der Mosel (Hauconcourt, Liverdun, Millery, Palzem, Koblenz) und einer Messstelle der Saar (Kanzen). Die dargestellten Extremwerte sind die eines 95% Konfidenzintervalls.

In ihrem Unterlauf ist die Meurthe das Aufnahmegewässer der Salzeinleitungen (genauer gesagt der Calciumchlorideinleitungen,  $\text{CaCl}_2$ ) aus der lothringischen Salzindustrie (Sodawerke). Dadurch erhöht sich die mittlere Leitfähigkeit der Mosel nach der Meurthemündung (3230  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und 951,8 mg/l Chlorid) von 383  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (17,2 mg/l Chlorid) auf 1578  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (389,3 mg/l Chlorid). Nach der Meurthemündung vervierfacht sich also der Gesamtsalzgehalt der Mosel, aber die Chloridkonzentrationen steigen auf das 22-fache. Im weiteren Verlauf der Mosel tragen die Wässer aus dem lothringischen Eisenerzbecken nicht zu vernachlässigende Mengen an Sulfat ein (119,4 mg/l in Palzem gegenüber 77,3 mg/l in Hauconcourt – Monatsmittel des Jahres 2008). Der Salzgehalt der Saar, der hauptsächlich auf Sulfat zurückzuführen ist, ist vergleichsweise geringer als der der Mosel, weshalb die Gesamtsalinität in Koblenz durch Verdünnungseffekte geringer ist, auch wenn die mittlere monatliche Chloridkonzentration 2008 immer noch 177 mg/l beträgt und die mittlere monatliche Sulfatkonzentration 82 mg/l. Daraus folgt vor allem, dass die allgemeine Erhöhung des Salzgehalts nicht allein auf Chloridionen zurückzuführen ist.

Zeitliche Analysen des betrachteten Jahrzehnts (1998-2008) zeigen interannuelle Schwankungen, die an den deutschen Messstellen stärker ausgeprägt sind als an den französischen. Es wurden nicht zu vernachlässigende interannuelle Schwankungen beobachtet, wobei die Jahre 2000 und 2001 die geringsten mittleren Salzgehalte aufweisen und die Jahre 2004, 2005 und 2006 die höchsten. Diese Schwankungen folgen recht deutlich der Hydrologie, mit einem im Durchschnitt höheren Salzgehalt in trockeneren Jahren und einem niedrigeren Salzgehalt in abflussreicheren Jahren.

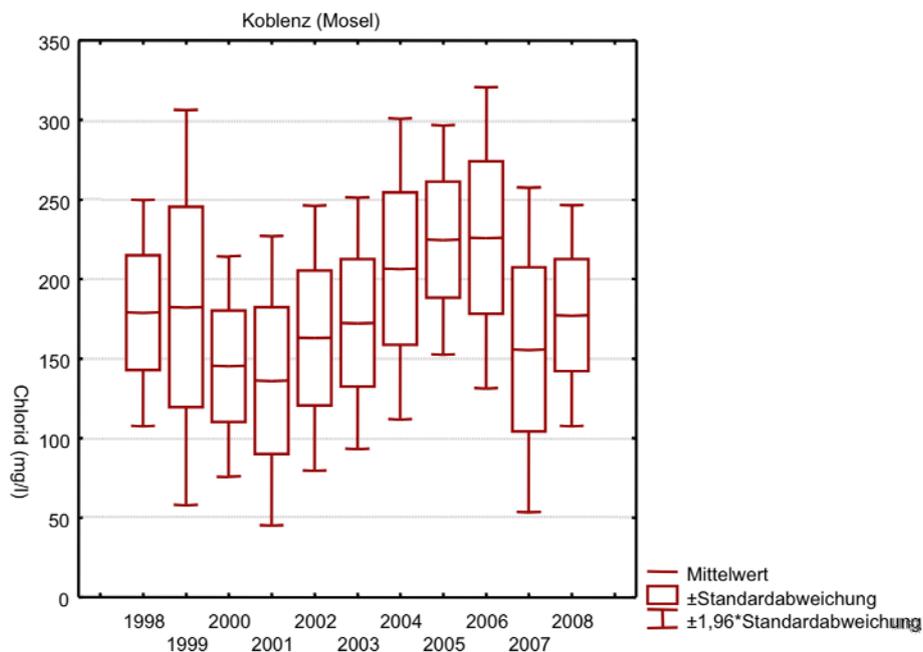


Abbildung 2: Jährliche Entwicklung der Chloridkonzentrationen ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ); monatliche Messungen in Koblenz/Mosel von 1998-2008 Die dargestellten Extremwerte sind die eines 95% Konfidenzintervalls.

## AUSWIRKUNGEN AUF LEBEWESEN UND BIOZÖNOSEN

Ein vergleichsweise niedriger Salzgehalt von je nach Autor 1 bis 2 g/l könnte einen Schwellenwert darstellen, ab dem die Biozönosen bereits signifikant beeinträchtigt werden. Ab 3 g/l sind die Folgen der Aufsalzung für Wirbellose, Algen und Makrophyten gravierend. Zwischen Millery und Palzem weist die Mosel einen Gesamtsalzgehalt von etwa 1 g/l auf, während die untere Meurthe 2,2 g/l erreicht<sup>1</sup>. Mit steigendem Salzgehalt gehen meist Artenreichtum und Abundanz zurück. Zwar wird häufig ein Grenzwert von 1 g/l erwähnt, es darf jedoch nicht übersehen werden, dass die vorhandenen Kenntnisse aus Studien an unteren Flussläufen resultieren, wo die Salzeinträge bereits vorhanden, im Allgemeinen hoch und oft älteren Datums sind.

Die Empfindlichkeit der einzelnen biologischen Gruppen variiert, je nachdem, ob sie marine Vorfahren haben oder ob sie einer im Laufe von Generationen selektierten Geschlechterfolge entstammen. Die biologischen Kompartimente, die einer Aufsalzung des Süßwassers gegenüber am tolerantesten wären, wären adulte Fische, gefolgt von den Makroinvertebraten. Weniger tolerant wären Süßwasseralgen, Wasserpflanzen und Mikroinvertebraten. Kieselalgen sind besonders empfindlich für die Mineralisierung des Wassers und reagieren offenbar bereits auf geringe Erhöhungen des Salzgehaltes ( $\geq 0,1$  g/l). Die Süßwasservertreter dieser Gruppen vertragen selten Konzentrationen von mehr als 3 g/l, was gemeinhin als Grenze zwischen Süß- und Brackwasser anerkannt wird.

Es gibt zwar potenzielle Indikatoren für eine Erhöhung des Salzgehalts, diese ergeben sich aber aus einer fallweisen gutachterlichen Betrachtung der am Fluss erhobenen Daten, da es entweder keine standardisierten Methoden gibt oder diese schwer anwendbar sind. Die am weitesten entwickelten Methoden basieren auf einer Analyse der Kieselalpengemeinschaften. Bei den Tieren sind die Makroinvertebraten die empfindlichste Gruppe.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Unterhalb der Einleitungen aus den Sodawerken überschreitet der Salzgehalt der Mosel 1 g/l; das entspricht dem Schwellenwert, ab dem Auswirkungen auf die Biozönosen beobachtet werden. Die Aufsalzung der Mosel weist mindestens zwei besondere Eigenarten auf: Erstens ist die Erhöhung des Gesamtsalzgehalts nicht ausschließlich den Chloridionen zuzuschreiben, auch wenn diese einen hohen Anteil daran haben. Zweitens hängt der Salzgehalt kaum vom jahreszeitlich schwankenden Abfluss ab, denn die anthropogenen Salzeinträge werden gesteuert. Wenn sich die gesetzlichen Vorgaben für die Kaliindustrie auf Grenzwerte für Chlorid oder für die Gesamtsalinität stützen, erscheint es aus ökologischer Sicht wichtig, Grenzwerte für Elemente wie Kalium oder Magnesium festzulegen. Die toxische Wirkung dieser Ionen auf die Fauna ist bedeutender als ihr Anteil an der Gesamtsalinität. Zum Schutz des aquatischen Lebens müssen die Chlorideinleitungen beschränkt werden;

---

<sup>1</sup> Der Gesamtsalzgehalt wird anhand der Leitfähigkeit geschätzt: Salzgehalt (mg/l) = 0,68 Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

dies reicht aber nicht aus, sondern das gesamte Ionenspektrum muss berücksichtigt werden.

Folglich erscheint es interessant, die vorliegende Arbeit mit zwei Schwerpunkten fortzusetzen: Ein erster Schwerpunkt wäre eine jährliche Analyse der zeitlichen Entwicklung der Salinität und ihrer Komponenten entlang der Mosel, ausgehend von den physikalisch-chemischen Datenerhebungen. Dadurch würde besser verständlich, welche Faktoren die Variabilität dieses Parameters beeinflussen. Der zweite Schwerpunkt würde sich eher auf die Auswirkung des Salzgehalts auf die Biozöosen beziehen, dazu sollten insbesondere die Überwachungsdaten herangezogen werden, die sich auf die Kieselalpengemeinschaften beziehen, und die Toxizität sollte untersucht werden. Die Kieselalpengemeinschaften könnten frühzeitig die Auswirkungen einer veränderten Wassermineralisierung signalisieren. Da das Ionenspektrum der Mosel einzigartig ist, könnte eine ergänzende Untersuchung der toxischen Auswirkungen dieser einzelnen Ionen zum besseren Verständnis dessen beitragen, wie die Biozöosen je nach Art der anthropogenen Salzquelle beeinflusst werden. Für diesen Ansatz stellen die Wirbellosen das geeignetste Kompartiment dar.