
ENTWICKLUNG DER
WASSERBESCHAFFENHEIT
VON MOSEL UND SAAR

2000 - 2015

EVOLUTION DE LA
QUALITÉ DES EAUX DE LA
MOSELLE ET DE LA SARRE

Impressum / Achevé d'imprimer

HERAUSGEBER / EDITEUR:

IKSMS – Internationale Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar
CIPMS – Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre
Schillerarkaden 2, D-54329 Konz
Tel.: +49(0)6501-6070900
E-Mail : mail@iksms-cipms.org
<http://www.iksms-cipms.org>

REDAKTION / RÉDACTION:

DEMORTIER, Guillaume // ASSFELD, Daniel
BECHET, Dr. Tom // BESOZZI, Dr. Denis
BRESSION, Jean-Michel // EHLSCHIED, Dr. Thomas
FISCHER, Dr. Helmut // HAYBACH, Dr. Arne
PETERS, Martine // RECKINGER, Anne-Marie
WENDLING, Dr. Klaus // WESTERMANN, Fulgor

ÜBERSETZUNG / TRADUCTION:

BRÜNCKE, Sabine // SCHULMEYER, Stefanie

LAYOUT UND SATZ / CONCEPTION GRAPHIQUE:

IENCO, Maria // FELLER, Yvonne

ERSCHEINUNGSORT UND -DATUM / DATE ET LIEU DE PARUTION: Konz, 07/2018

Inhalt

Sommaire

Seite / page

1	Einleitung	Introduction	6
2	Chemisch-physikalische Qualität	Qualité physico-chimique	10
2.1	Organische Belastung und Nährstoffe	Pollution organique et nutriments	11
2.2	Wassertemperatur	Température de l'eau	22
2.3	Chlorid	Chlorures	24
2.3.1	Frachtbilanz im Zeitraum 2000 bis 2015	Bilan des flux sur la période 2000 à 2015	24
2.3.2	Zusammenfassung der Studie über den Einfluss der Salzbelastung auf die Mosel	Résumé de l'étude de l'impact biologique de la pollution saline de la Moselle	27
2.4	Metalle	Métaux	28
2.5	Pestizide	Pesticides	32
2.6	PAK	HAP	37
3	Biologische Qualität	Qualité biologique	46
3.1	Plankton	Plancton	47
3.2	Diatomeen	Diatomées	53
3.3	Makrozoobenthos	Macrozoobenthos	58
3.4	Fische	Poissons	68
3.5	Makrophyten	Macrophytes	77
4	Bewertung nach der WRRL	Evaluation au titre de la DCE	82
5	Qualität der Badegewässer	Qualité des eaux de baignade	86
6	Biota-Analysen	Analyses sur le biote	90
7	Radioaktivität	Radioactivité	92
8	Zusammenfassung	Résumé	94

1.

Einleitung

Introduction

Die Internationalen Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (IKSMS) haben gemeinsam die Struktur eines internationalen Messnetzes festgelegt, das einerseits 24 Stationen an den wichtigsten Gewässern des Einzugsgebiets von Mosel und Saar und andererseits 20 Stationen an kleineren Grenzgewässern umfasst, die örtlich von grenzüberschreitender Bedeutung sind (vgl. Karte 1).

Die IKSMS-Mitgliedstaaten und Bundesländer erheben physikalisch-chemische und biologische Überwachungsdaten im Rahmen ihrer jeweiligen Überwachungsprogramme und stellen einander die Daten zur Verfügung. So werden der Öffentlichkeit beispielsweise die chemischen Daten aller in den IKSMS vertretenen Staaten über das Wasserinformationssystem Rhein-Maas (SIERM) zur Verfügung gestellt. Hierbei handelt es sich um eine Fachplattform, die von der *Agence de l'eau Rhin Meuse* betrieben wird. Das SIERM kann über den direkten Link¹ erreicht werden und ist auch auf der Internetseite der IKSMS verlinkt.

Darüber hinaus haben sich die IKSMS auf ein Schema zur Datenvalorisierung verständigt, das auf zwei einander ergänzenden Säulen beruht:

- Erstellung jährlicher zusammenfassender Indikatoren, die auf der Internetseite der IKSMS veröffentlicht werden,
- Ausarbeitung einer kommentierten Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in größeren Abständen.

Der vorliegende Bericht ist die zweite veröffentlichte Zusammenfassung dieser Art und knüpft an die bis 2001 von den IKSMS veröffentlichten mehrjährigen Berichte an. Der Bericht ersetzt nicht die formelle und offizielle Berichterstattung an die Europäische Kommission im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)², zu welcher die Behörden verpflichtet sind. Gleichwohl verfolgt der vorliegende Bericht das Ziel, die Ergebnisse der Überwachung in

Les Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre (CIPMS) ont défini en commun l'ossature d'un réseau international basé sur 24 stations localisées sur les cours principaux du bassin Moselle-Sarre, mais également sur 20 stations situées sur des cours d'eau frontaliers de moindre importance mais présentant des enjeux locaux transfrontaliers (cf. carte 1).

Les Etats membres des CIPMS et les Länder procèdent, chacun pour ce qui le concerne, à la collecte des données de suivi physico-chimique et biologique dans le cadre de leurs programmes de surveillance respectifs et mettent ces résultats en commun pour une action de diffusion commune. Ainsi, les données chimiques de l'ensemble des Etats impliqués dans les CIPMS sont mises à la disposition du public via le Système d'Information sur l'Eau Rhin-Meuse (SIERM), plateforme technique gérée par l'*Agence de l'eau Rhin-Meuse*. Le SIERM est accessible soit directement via le lien¹, soit via le site Internet des CIPMS.

Les CIPMS ont par ailleurs convenu d'un schéma de valorisation de ces données selon deux axes complémentaires :

- la production d'indicateurs synthétiques annuels, diffusés sur le site des CIPMS,
- l'élaboration à intervalles plus espacés d'une synthèse interprétée des principaux résultats.

Le présent rapport constitue la seconde publication de cette synthèse sous cette forme et prend la suite des rapports pluriannuels publiés jusqu'en 2001 par les CIPMS. Sans se substituer aux opérations formelles et officielles de rapportage auxquelles les autorités doivent répondre vis-à-vis de la Commission européenne dans le cadre de la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau (DCE)², le présent rapport vise à apporter un éclairage particulier et complémentaire

¹ <http://rhin-meuse.eaufrance.fr/>

² Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

¹ <http://rhin-meuse.eaufrance.fr/>

² Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

besonderer Weise ergänzend zu verdeutlichen, wobei der Schwerpunkt auf folgenden Aspekten liegt:

- Vergleich der Situation am Ober- und Unterlauf,
- zeitliche Entwicklung der überwachten Aspekte,
- spezielle Stoffe, die eine besondere Herausforderung für das Einzugsgebiet von Mosel und Saar darstellen, die aber nicht in der Berichterstattung nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie berücksichtigt werden (z. B. Chloride).

Die betrachteten Aspekte stellen eine sinnvolle Ergänzung der Bewertung nach der WRRL (chemischer und ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potenzial) dar, wie sie von den zuständigen, am Ende dieses Berichts aufgeführten Behörden vorgenommen wird.

Daten, die im Untersuchungszeitraum 2011-2015 gesammelt wurden, bilden die Grundlage dieser Analyse. Sofern ältere Daten vorliegen, wird eine vergleichende Betrachtung durchgeführt.

sur les résultats de la surveillance en se focalisant notamment sur :

- des éléments de comparaison amont-aval entre les grands tronçons des cours d'eau,
- les évolutions dans le temps des éléments surveillés,
- des substances spécifiques représentant un enjeu particulier pour le bassin Moselle-Sarre mais non prises en compte dans le rapportage de la DCE (chlorures par exemple).

Les éléments d'analyse viennent compléter utilement les évaluations DCE (état chimique et écologique ou potentiel écologique) établies par les autorités compétentes et rassemblées en fin de rapport.

Ils sont basés sur les données collectées au cours de la période 2011-2015, mises en perspective avec des données plus anciennes lorsqu'elles sont disponibles.





Karte 1: Internationales Messnetz

Carte 1 : Réseau international de mesure



2.

Chemisch-
physikalische
Qualität

Qualité
physico-
chimique



2.1 Organische Belastung und Nährstoffe

Daten zu organischer Belastung liegen über lange Zeiträume vor. Dies macht ihre Betrachtung besonders interessant. Auch ehemalige Überwachungsstellen liefern noch relevante Daten. Die Betrachtung der Entwicklung seit 1990 bezieht sich daher nicht nur auf das derzeitige IKSMS-Überwachungsnetz, sondern auf eine umfangreichere Auswahl an Überwachungsstellen.

Nach dem französischen System zur Bewertung der Gewässergüte (SEQ)¹, das die IKSMS als gemeinsames vergleichendes Bewertungsinstrument gewählt haben, werden die Daten in Form von Gesamtindikatoren zwischen 0 und 100 aggregiert. Bei dieser Methode wird ein Gesamtgüteindex für jede Art der Belastung berechnet, aufgrund der jeweils repräsentativen Parameter. Unabhängig von der Art der betrachteten Belastung wird dieser Index in Prozent ausgedrückt; man erhält Werte zwischen 0 % für die schlechteste Situation und 100 % für die günstigste Situation.

Es ist zu betonen, dass es sich bei dieser Bewertung nicht um eine Zustandsklassifizierung im Sinne der WRRL handelt. Seit der Veröffentlichung im Jahre 2013 wurden ausgewählte ältere Daten mit Hilfe einer neuen Version des SEQ-Berechnungstools verarbeitet, um die Datenhomogenität zu verbessern. Dadurch können sich kleinere Abweichungen gegenüber den vorherigen Bewertungen ergeben, ohne dass sich etwas an der Gesamtbewertung ändert.

2.1 Pollution organique et nutriments

Les données pour les pollutions organiques sont disponibles sur de longues périodes, sur lesquelles il est particulièrement intéressant de les étudier. D'anciens sites de surveillance fournissent encore des données pertinentes. L'étude de ces évolutions depuis 1990 porte donc sur une sélection plus large que les seuls sites identifiés dans le réseau de surveillance CIPMS actuel.

Les données sont agrégées sous forme d'indicateurs globaux dans une gamme de 0 à 100 selon le système d'évaluation de la qualité (SEQ)¹ français et adopté par les CIPMS comme outil commun d'évaluation comparative. Cette méthode consiste à calculer un indice de qualité global pour chaque altération en s'appuyant sur les paramètres représentatifs de l'altération correspondante. Quelle que soit l'altération considérée, cet indice s'exprime en pourcentage et prend des valeurs comprises entre 0 % pour la situation la plus mauvaise et 100 % pour la situation la plus favorable.

Il y a lieu de souligner que cette évaluation n'est pas une classification de l'état au sens de la DCE.

Depuis la publication de 2013, les données anciennes ont été retraitées à l'aide d'une nouvelle version de l'outil de calcul SEQ, le tout sur la base d'une sélection affinée des données pour en améliorer l'homogénéité. Il peut en résulter des différences à la marge par rapport aux évaluations précédentes sans que le diagnostic global ne soit remis en cause.

	BLAU // BLEU	GRÜN // VERT	GELB // JAUNE	ORANGE	ROT // ROUGE
Gelöster Sauerstoff Oxygène dissous [mg/l]	8	6	4	3	
Gelöster Sauerstoff Oxygène dissous [%]	90	70	50	30	
BSB5 // DBO5 [mg O2/l]	3	6	10	25	
CSB // DCO [mg O2/l]	20	30	40	80	
COD // DOC [mg/l]	5	7	8	12	
NH4 [mg NH4/l]	0,5	1,5	2,8	4	
Kjeldahl-Stickstoff Azote Kjeldahl [mg O2/l]	1	2	4	6	
Index // Indice [100% – 0%]	80%	60%	40%	20%	

Tab. 1: Belastung durch oxidierbare Stoffe: Güteklassen und Indizes

Tabl. 1 : Pollution par les matières oxydables : classes de qualité et indices

¹ IKSMS (1999): Wasserqualität: Eine neue Bewertungsmethode, Trier.

¹ CIPMS (1999) : Qualité des eaux. Une nouvelle méthode d'évaluation, Trèves.

Für den vorliegenden Bericht werden vier Belastungsarten untersucht:

- organische und oxidierbare Stoffe (BSB, DOC und O₂),
- stickstoffhaltige Stoffe (außer Nitrat) (NH₄, NO₂),
- phosphorhaltige Stoffe (P_{ges} und PO₄),
- Nitrat.

Die Daten werden jeweils über einen Zeitraum von drei Jahren aggregiert; dadurch lassen sich die Entwicklungen augenscheinlich machen und gleichzeitig unerwünschte Effekte interannueller Schwankungen begrenzen. Für jede dieser Belastungsarten können für unterschiedliche Zeiträume Längsprofile (vom Gewässerober- zum -unterlauf) erstellt werden.

Pour le présent rapport, quatre types de pollution sont étudiés :

- les matières organiques et oxydables (DBO, COD et O₂),
- les matières azotées (hors nitrates) (NH₄, NO₂),
- les matières phosphorées (P_{tot} et PO₄),
- les nitrates.

Les données sont agrégées par périodes de trois années, ce qui permet de visualiser les évolutions en limitant les effets indésirables des fluctuations interannuelles. Pour chacun de ces types de pollution, il est possible de dresser les profils longitudinaux (d'amont en aval) pour différentes périodes.

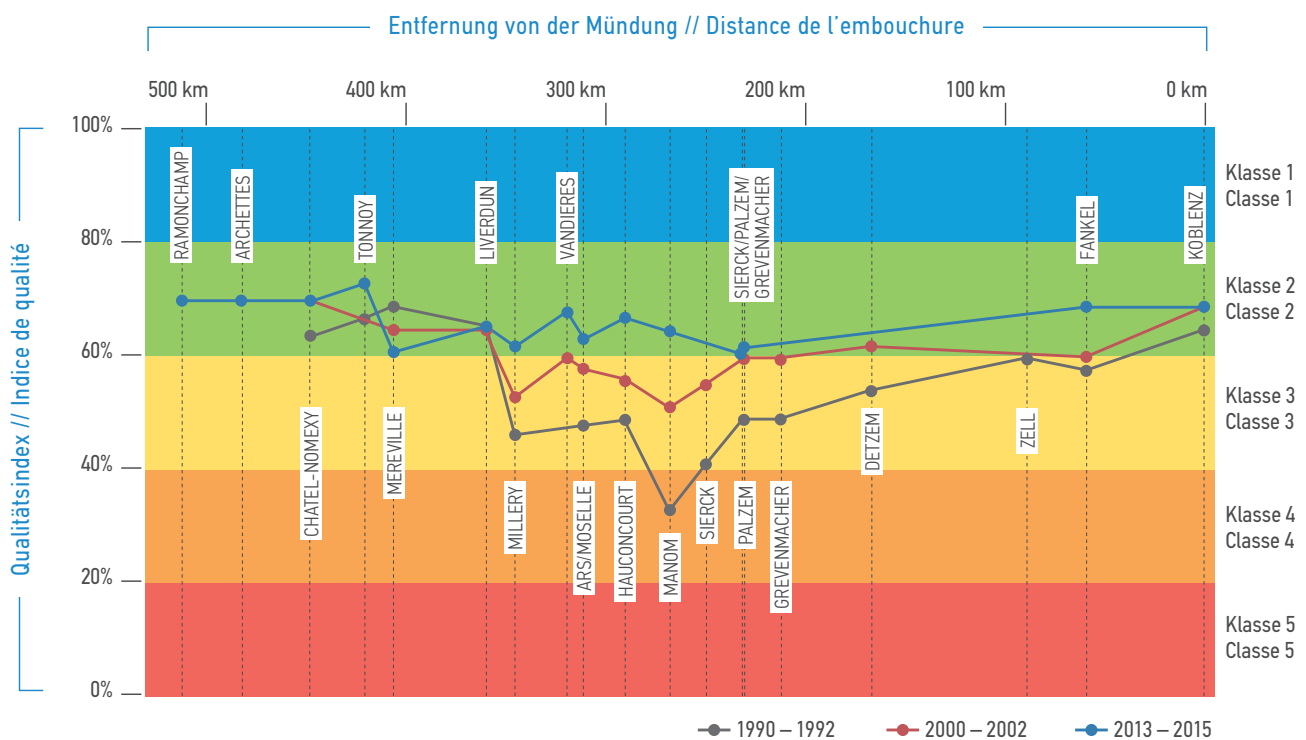


Abb. 1: Organische und oxidierbare Stoffe (Längsprofil der MOSEL)

Fig. 1 : Matières organiques et oxydables (profil en long de la MOSELLE)

Der im Vorgängerbericht¹ aufgezeigte Trend zur Verbesserung setzt sich deutlicher fort. So wird der gesamte Flusslauf der **Mosel** im Zeitraum 2013-2015 in die Qualitätsklasse „gut“ eingestuft – auch der Bereich unterhalb des Zusammenflusses mit der Meurthe ab Millery. Dieser Fortschritt resultiert aus

La tendance à l'amélioration mise en évidence dans le rapport précédent¹ se confirme et s'accroît encore. Ainsi, sur la période 2013-2015, la totalité du cours de la **Moselle** est en classe « bonne qualité », y compris en aval de la confluence de la Meurthe à partir de Millery. Cette progression est le résultat des

¹ IKSMS (2013): Entwicklung der Wasserbeschaffenheit von Mosel und Saar 1990-2000, Trier.

¹ CIPMS (2013) : Evolution de la qualité des eaux de la Moselle et de la Sarre 1990 et 2010, Trèves.

jahrelangen Anstrengungen und Investitionen zur Behandlung kommunaler und industrieller organischer Belastungen. Allerdings darf er andere, noch nicht ausreichend bewältigte Formen der Belastung nicht verschleiern. Dies gilt insbesondere für kommunale Einleitungen bei Niederschlag, deren vorübergehender Charakter mit den bestehenden Überwachungsinstrumenten schwer zu messen ist.

années d'efforts et d'investissements pour traiter les pollutions organiques urbaines et industrielles. Elle ne doit cependant pas occulter d'autres formes de pollutions encore insuffisamment maîtrisées. C'est notamment le cas des rejets urbains en temps de pluie dont le caractère transitoire est difficile à mesurer avec les dispositifs de surveillance existants.

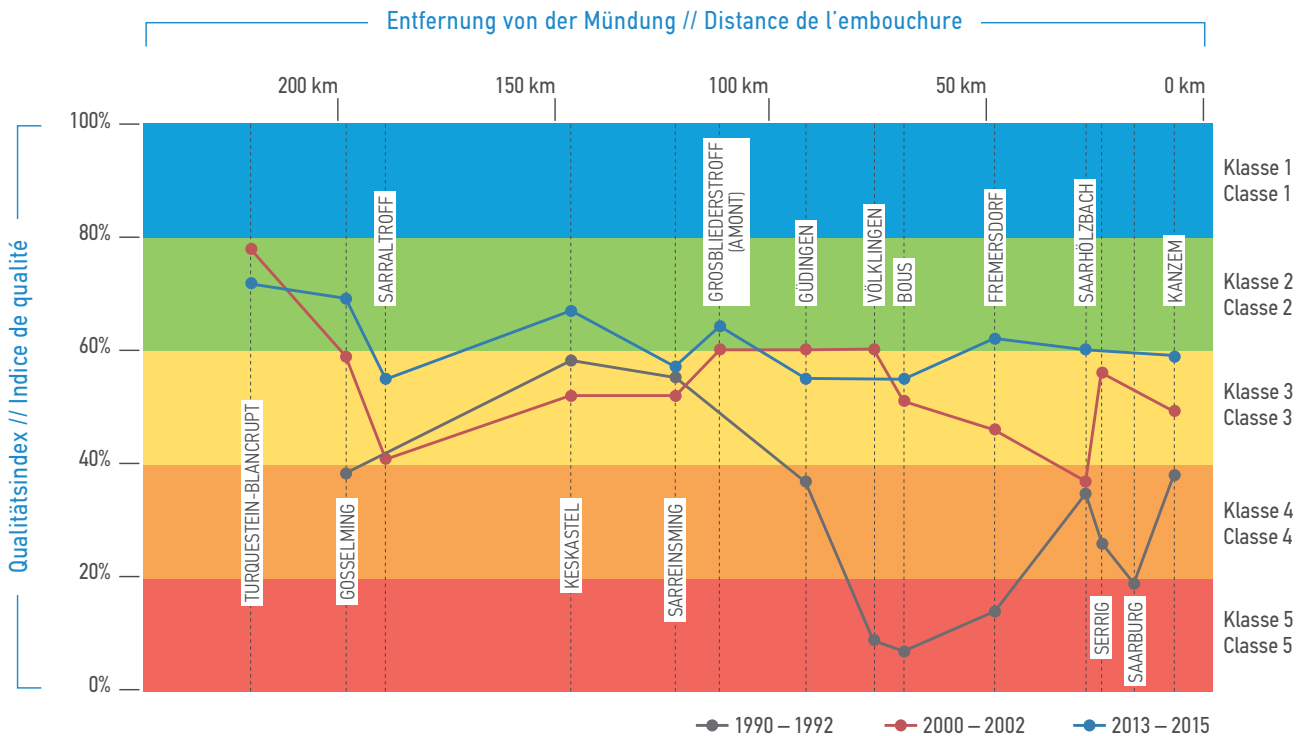


Abb. 2: Organische und oxidierbare Stoffe (Längsprofil der SAAR)

Fig. 2 : Matières organiques et oxydables (profil en long de la SARRE)

Im französischen Teil der **Saar** bestätigt sich die Verbesserung ab Sarraltroff, ohne dass aber die Stufe der „guten Qualität“ erreicht wird.

Im Längsprofil der Saar zeigen sich langfristig ebenfalls deutliche Verbesserungen, insbesondere im Unterlauf. Die in den 1990er Jahren verzeichneten Fortschritte im obersten deutschen Saarabschnitt scheinen sich zu festigen – die Kurve flacht ab Guding, ohne dass dies jedoch zu einer Abstufung führt. Unterhalb von Bous hat sich die Lage in den 2000er Jahren weiter verbessert, sodass die Saar hier fast eine „gute Qualität“ erreicht.

Le cours français de la **Sarre**, quant à lui, confirme l'amélioration à partir de Sarraltroff, sans toutefois atteindre le niveau « bonne qualité ».

Le profil en long de la Sarre présente également une amélioration notable sur le long terme, principalement sur son cours aval. Les progrès enregistrés durant la décennie 90 sur la première partie du cours allemand semblent consolidés, le fléchissement à partir de Guding étant trop faible pour conclure à une dégradation. En aval de Bous, l'amélioration s'est poursuivie durant la décennie 2000 pour conduire la Sarre presque au niveau « bonne qualité ».

Die Entwicklung der stickstoffhaltigen Stoffe im Längsverlauf der **Mosel** verläuft sehr ähnlich wie bei der organischen Belastung, mit dem Unterschied, dass bei ersterer der Einfluss der Meurthemündung deutlich sichtbar bleibt. Insbesondere wurde von 2000 bis 2002 zwischen Millery und Vandières eine deutliche Verschlechterung beobachtet. Im Zeitraum 2013-2015 scheint die Lage deutlich besser zu sein, ohne dass allerdings die Stufe der „guten Qualität“ erreicht wird. Ab Vandières bleibt die Lage bis Koblenz stabil; der Index liegt im Grenzbereich zwischen „guter“ und „mittlerer“ Qualität.

L'évolution longitudinale des matières azotées dans la **Moselle** suit d'assez près celle des matières organiques, à la différence près que l'impact de la confluence de la Meurthe reste nettement visible. En particulier, une dégradation nette avait été observée en 2000-2002 de Millery à Vandières. La situation semble nettement améliorée en 2013-2015, sans toutefois atteindre le niveau « bonne qualité ». A partir de Vandières, et ce jusqu'à Coblenz, la situation semble stable, à la limite entre qualité « bonne » et « moyenne ».

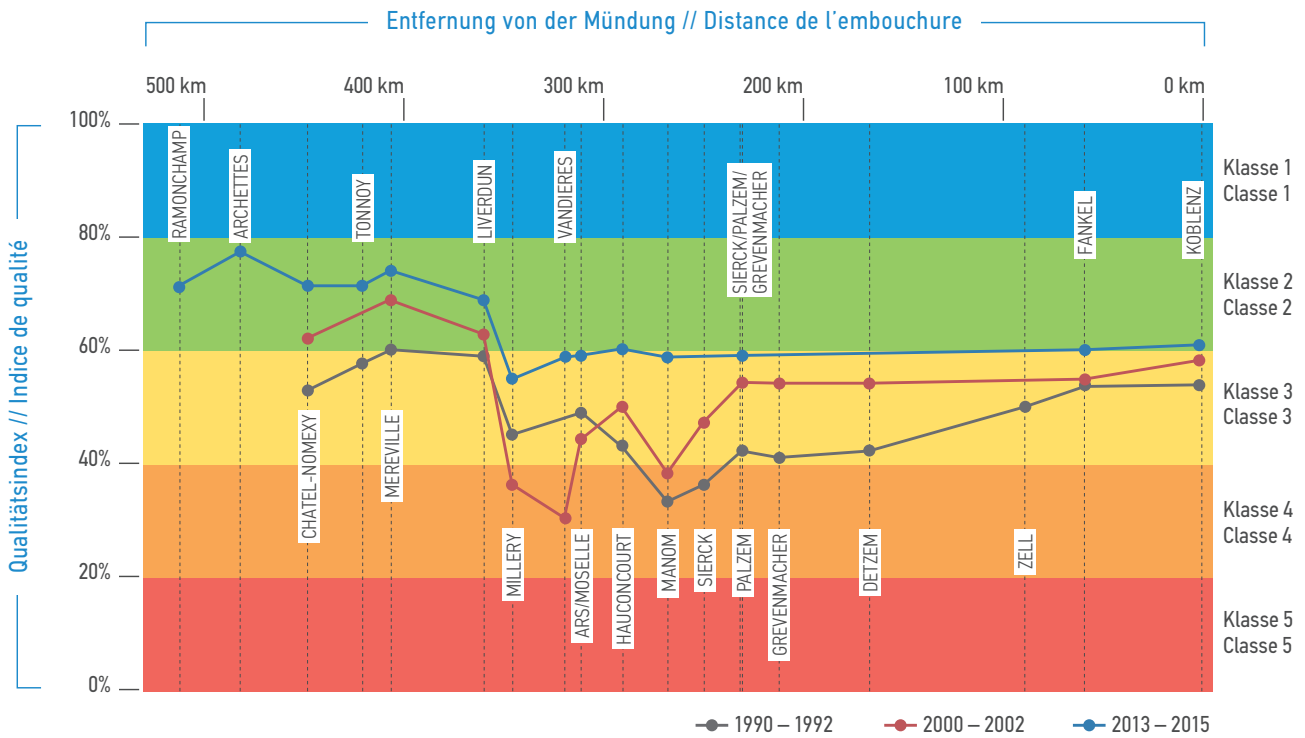


Abb. 3: Stickstoffhaltige Stoffe (außer Nitrat) (Längsprofil der MOSEL)

Fig. 3 : Matières azotées (hors nitrates) (profil en long de la MOSELLE)

Abgesehen von ihrem Oberlauf in den Vogesen, wo sie nur sehr geringen Belastungen ausgesetzt ist, weist die Saar überall eine „mittlere“ Qualität auf, kommt der „guten“ Qualität allerdings recht nahe. Hervorzuheben ist die spektakuläre Verbesserung seit den 1990er Jahren insbesondere im deutschen Teil der Saar. Bereits sehr deutlich im Zeitraum 2008-2010 (vgl. Vorgängerbericht), bestätigt sich diese Verbesserung nun erneut. Der Trend ist also konstant.

A l'exception du cours vosgien amont, ne subissant que de très faibles pressions, l'ensemble du cours de la Sarre est de qualité « moyenne », toutefois assez proche de la « bonne qualité ». Il faut cependant souligner sa nette amélioration depuis les années 1990, notamment sur son cours allemand. Cette progression avait été soulignée dans le rapport précédent pour la période 2008-2010 et se confirme ici, ce qui témoigne de sa stabilité.

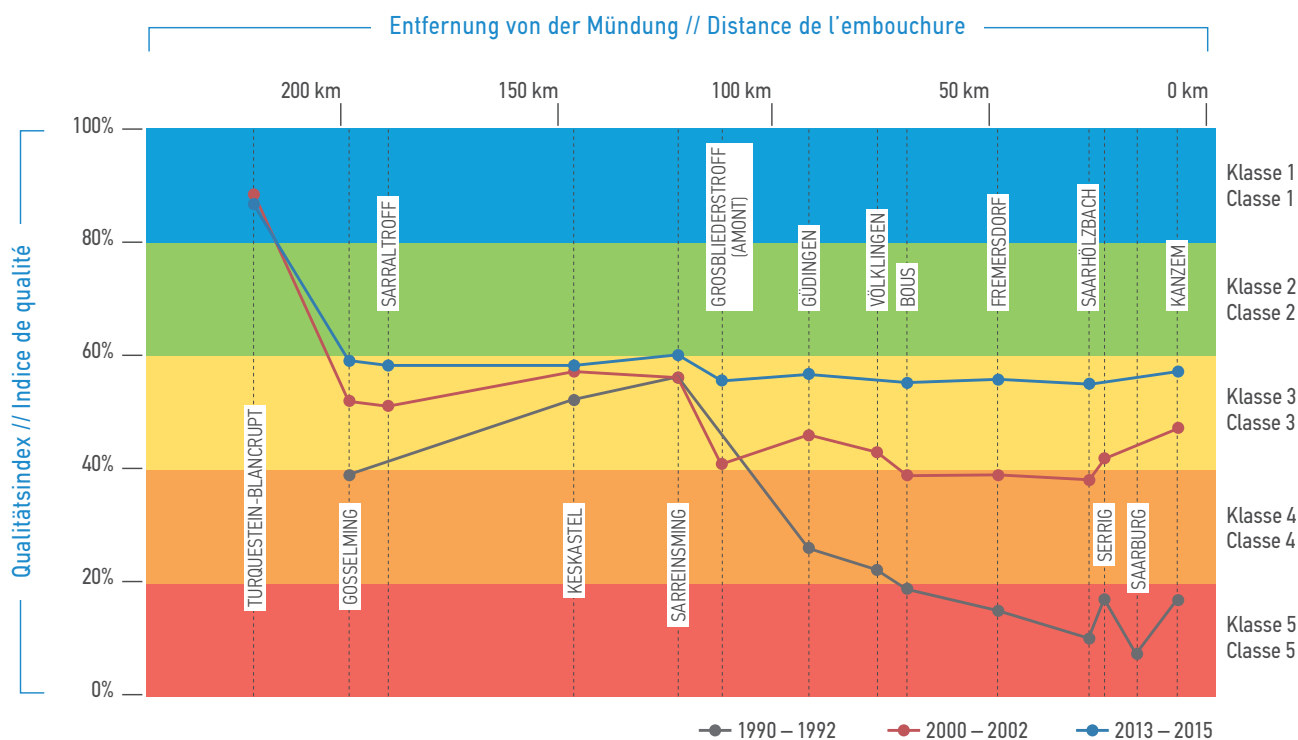


Abb. 4: Stickstoffhaltige Stoffe (außer Nitrat) (Längsprofil der SAAR)

Fig. 4 : Matières azotées (hors nitrates) (profil en long de la SARRE)

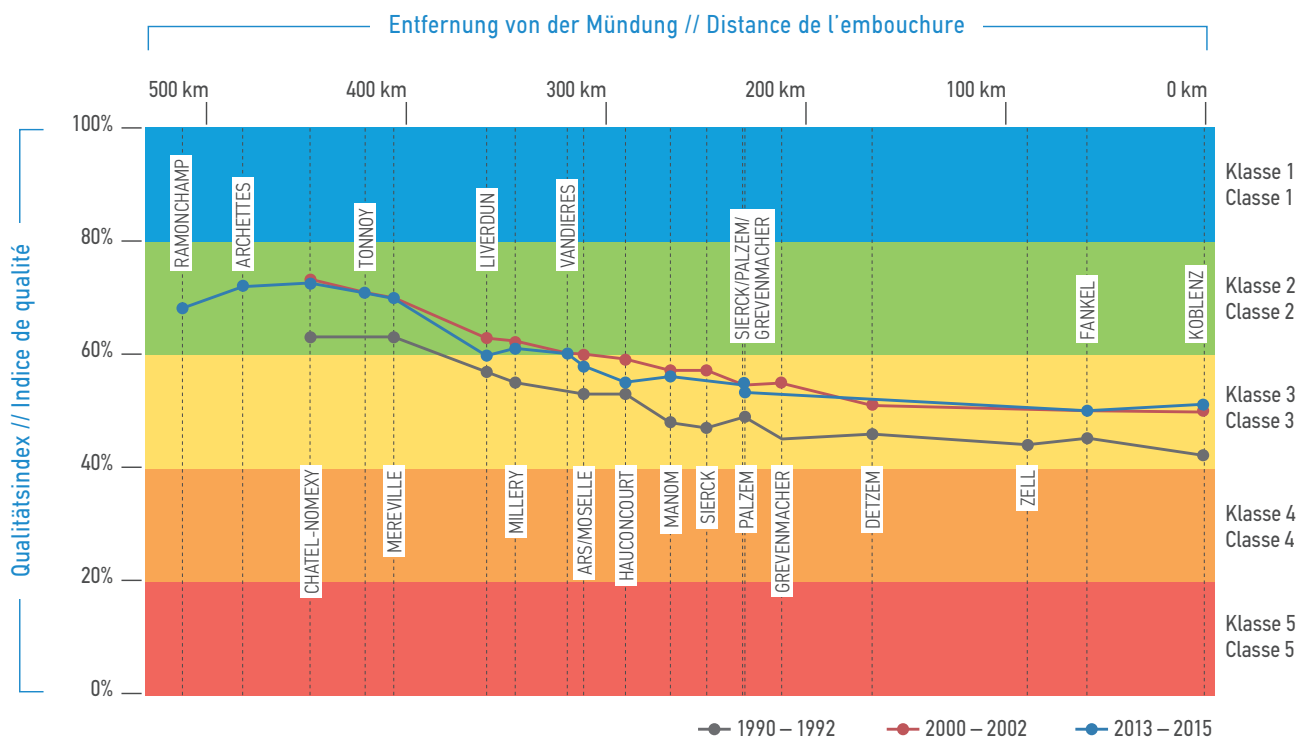


Abb. 5: Nitrat (Längsprofil der MOSEL)

Fig. 5 : Nitrates (profil en long de la MOSELLE)

Die Nitratbelastung steigt langsam aber stetig im gesamten Flusslauf der **Mosel** an und hat sich seit 2000-2002 nicht nennenswert verändert. Die 2008-2010 in der französischen Mosel festgestellte Verschlechterung wird auch 2013-2015 weiterhin beobachtet, allerdings in geringerem Ausmaß. Weiter flussabwärts (in Luxemburg und Deutschland) ist die Lage seit 2000 unverändert.

La contamination par les nitrates augmente doucement mais régulièrement tout au long du cours de la **Moselle**, sans évolution notable depuis 2000-2002. La dégradation observée sur tout le cours français en 2008-2010 est encore observable en 2013-2015, dans une moindre mesure toutefois. Sur son cours aval (Luxembourg et Allemagne), la situation est stable depuis 2000.

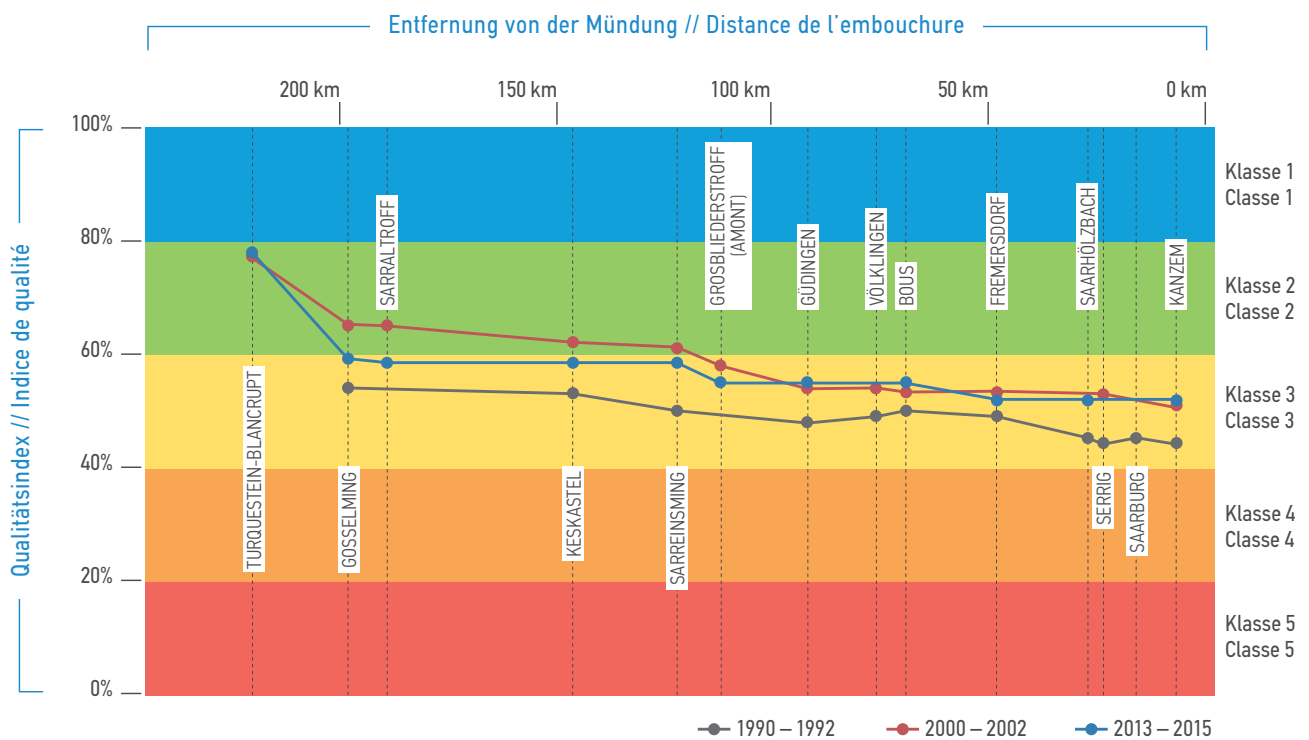


Abb. 6: Nitrat (Längsprofil der SAAR)

Fig. 6 : Nitrates (profil en long de la SARRE)

Die zeitliche und räumliche Entwicklung der Nitratbelastung der **Saar** gleicht der der Mosel: eine leichte und kontinuierliche Verschlechterung in Fließrichtung, eine Verschlechterung im französischen Gewässerabschnitt seit 2008, die auch 2015 nicht behoben wird, und ein Verbleiben im „mittleren“ Qualitätsbereich auf der deutschen Fließstrecke.

L'évolution dans le temps et l'espace de la contamination de la **Sarre** par les nitrates est très similaire à celle de la Moselle : une dégradation lente et continue d'amont en aval, une dégradation sur le cours français à partir de 2008, non résorbée en 2015 et une stagnation en qualité « moyenne » sur le cours allemand.

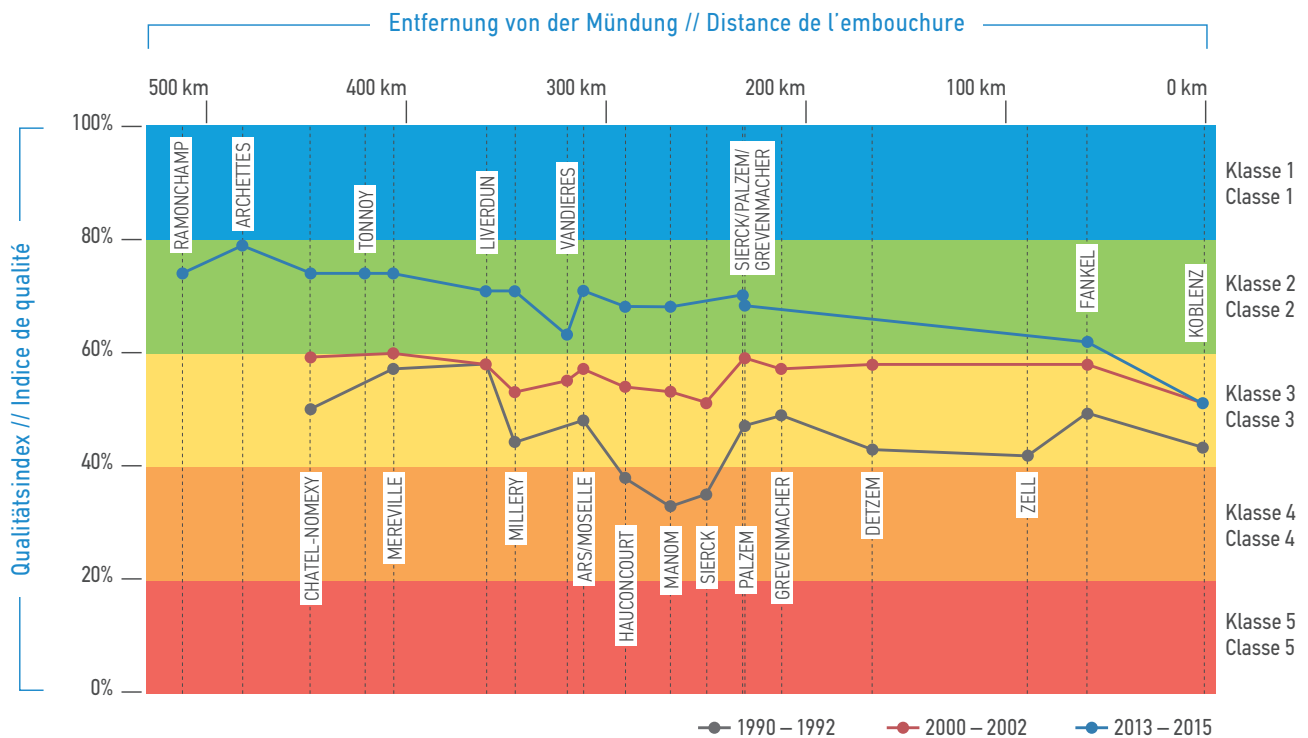


Abb. 7: Phosphorhaltige Stoffe (Längsprofil der MOSEL)

Fig. 7 : Matières phosphorées (profil en long de la MOSELLE)

Der ab den 2000er Jahren verzeichnete Aufwärtstrend in der französischen **Mosel** verstärkt sich im Zeitraum 2013-2015 noch, und der Fluss erreicht hier eine „gute Qualität“. Im weiteren Flusslauf, ab Grevenmacher, ist die Entwicklung weniger ausgeprägt; in Koblenz hat sich die Lage in den letzten 15 Jahren nicht verändert.

La nette embellie sur le cours français de la **Moselle**, observée dès les années 2000 s'accroît encore en 2013-2015 pour atteindre un niveau de « bonne qualité ». Sur le cours aval de la Moselle, après Grevenmacher, l'évolution est moins marquée, voire nulle depuis les 15 dernières années à Coblenz.

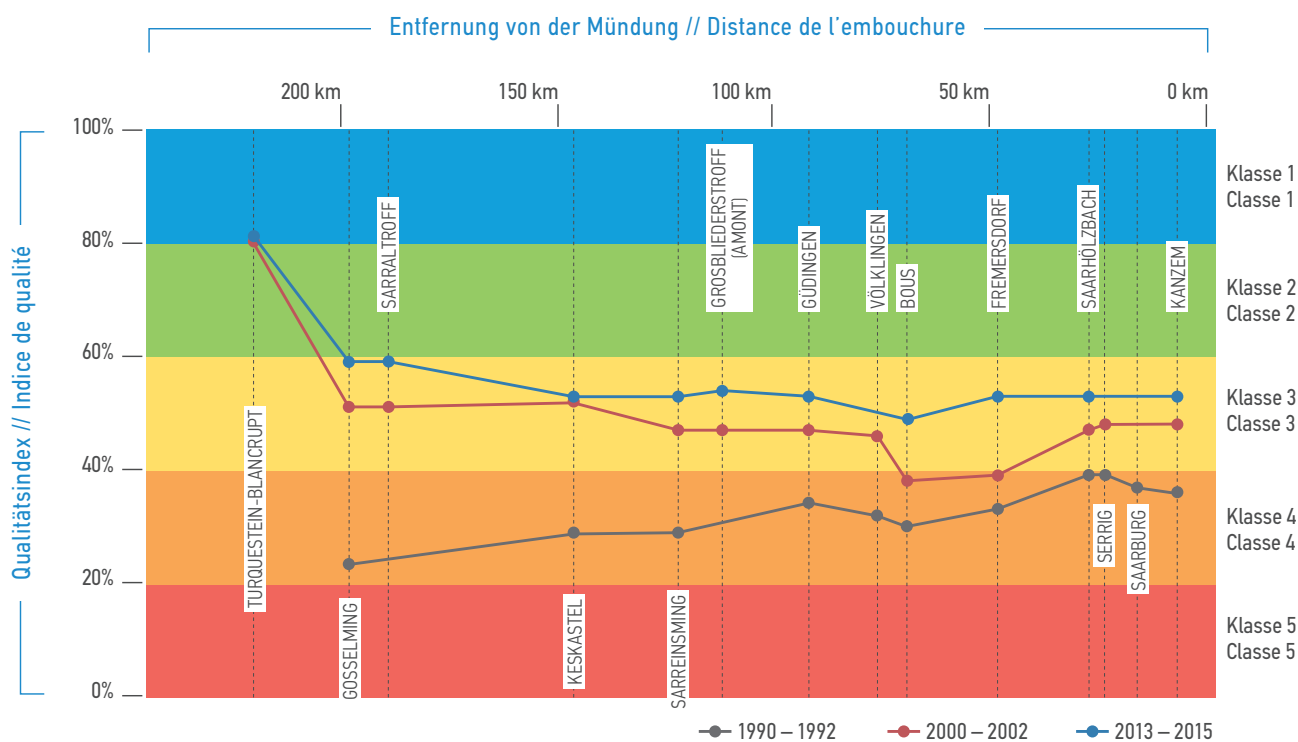


Abb. 8: Phosphorhaltige Stoffe (Längsprofil der SAAR)

Fig. 8 : Matières phosphorées (profil en long de la SARRE)

Die in den 1990er Jahren in der französischen **Saar** festgestellte Verbesserung hielt bis 2015 an, wenn auch deutlich weniger ausgeprägt. Unterhalb von Bous ist das Belastungsniveau in den letzten 15 Jahren hingegen deutlich gesunken. Insgesamt bleibt die derzeitige Belastung letztlich ziemlich konstant im „mittleren“ Qualitätsbereich.

L'amélioration observée dans les années 1990 sur le cours français de la **Sarre** s'est poursuivie jusqu'en 2015 mais dans une proportion nettement moindre. En revanche, en aval de Bous, le niveau de contamination a nettement diminué dans les 15 dernières années. Le niveau général actuel reste finalement assez constant et de qualité « moyenne ».

ZUSAMMENFASSUNG

Der zusammenfassende Index wird gebildet aus dem Mittelwert der Jahresindizes der 33 Messstationen des Mosel-Saar-Einzugsgebiets, für die langjährige Datenzeitreihen (über den gesamten Betrachtungszeitraum) vorliegen. Für die einzelnen Belastungsarten bestätigt er klar den Aufwärtstrend in den letzten 25 Jahren. Diese Art der Darstellung zeigt aber auch, wie stark die interannuellen Schwankungen sind.

SYNTHESE

L'indice synthétique est construit comme la moyenne des indices par année, sur les 33 stations du bassin Moselle-Sarre disposant de chroniques de données longues (sur toute la période). Pour les différents groupes de polluants, il confirme clairement la tendance à l'amélioration sur les 25 dernières années mais cette illustration souligne également l'importance des fluctuations interannuelles.

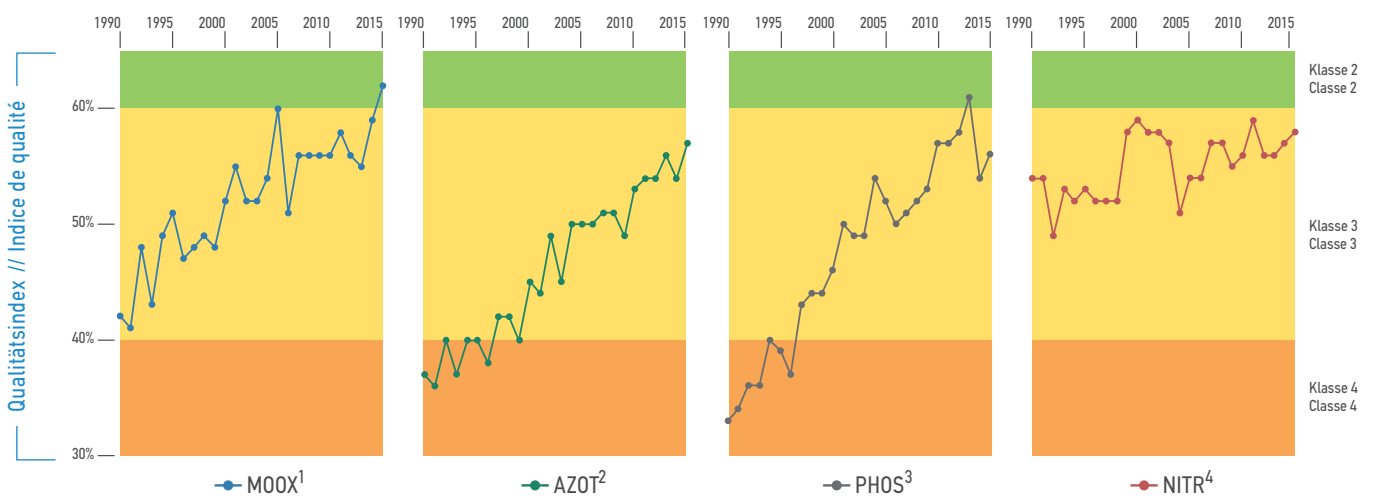


Abb. 9: Entwicklung des Mittelwertes der Jahresindizes an den 33 Messstellen des IKSMS-Messnetzes, die im Zeitraum 1990 – 2015 in Betrieb waren

Fig. 9 : Evolution de la moyenne des indices annuels de 33 stations du réseau de mesure des CIPMS en fonctionnement sur la période 1990 – 2015

¹ Organische und oxidierbare Stoffe
² Stickstoffhaltige Stoffe (außer Nitrat)
³ Phosphorhaltige Stoffe
⁴ Nitrat

¹ Matières organiques et oxydables
² Matières azotées (hors nitrates)
³ Matières phosphorées
⁴ Nitrates



2.2 Wassertemperatur

Die Wassertemperatur ist wegen ihrer wesentlichen Bedeutung für alle wasserlebenden Organismen eine wichtige Größe in der Gewässerkunde. Da die Geschwindigkeit biochemischer Prozesse temperaturabhängig ist, werden Lebensprozesse aller aquatischen Organismen durch die Wassertemperatur beeinflusst. Höhere Wassertemperaturen können die Wachstumsraten von Organismen beschleunigen, die Primärproduktion des Ökosystems stimulieren und die Einwanderung wärmeliebender Organismen fördern. Häufig beeinflussen bestimmte Temperaturschwellenwerte den Lebenszyklus von Organismen. Hohe Wassertemperaturen steigern auch die Rate der mikrobiellen Aktivität und können somit die Zersetzung organischen Materials beschleunigen, was wiederum zu niedrigeren Sauerstoffkonzentrationen führen kann. Neben solchen ökologischen Effekten ist auch die physikalische Löslichkeit von Gasen temperaturabhängig. Schließlich ist die wirtschaftliche Bedeutung der Wassertemperatur, z.B. für die Nutzung von Kühlwasser, nicht außer Acht zu lassen.

Die Wassertemperaturen der Mosel in Koblenz werden von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) kontinuierlich erfasst. Sie variierten im Untersuchungszeitraum zwischen 0 und 28°C (Abb. 10). Temperaturen von über 25°C als Tagesmittelwert wurden in 14 von 26 Sommern gemessen. Während also in etwa der Hälfte der Jahre die Marke von 25 °C nicht überschritten wird, treten in anderen Jahren zum Teil lang andauernde Perioden mit hohen Wassertemperaturen auf. Die meisten Überschreitungstage (36) gab es im Jahr 1994. Auch in den Jahren 2003 und 2006 war die sommerliche Wassertemperatur der Mosel mit 29 bzw. 28 Überschreitungstagen besonders hoch. Die höchsten Wassertemperaturen (als Tagesmittelwerte) betragen in den Sommern 2003, 2006 und 2010 bis zu 27,5 °C. Solche extrem hohen Wassertemperaturen können wegen ihrer physiologischen Auswirkungen für viele Fische und Wirbellose problematisch sein.

Im Winter war das Wasser der Mosel bei Koblenz kälter als das durch die Abwärme von Kraftwerken erwärmte Wasser des Rheins. In 8 von 26 Jahren lagen die kältesten Wintertemperaturen unter 1 °C. In den

2.2 Température de l'eau

En raison de son importance cruciale pour tous les organismes aquatiques, la température de l'eau constitue un paramètre important de l'hydrologie. Etant donné que la vitesse à laquelle se déroulent des processus biochimiques varie en fonction de la température de l'eau, celle-ci a un impact sur les cycles de vie de tous les organismes aquatiques. Des températures de l'eau plus élevées sont susceptibles d'accélérer les taux de croissance des organismes, de stimuler la production primaire de l'écosystème et de favoriser l'implantation d'organismes thermophiles. En règle générale, les valeurs seuils de température impactent le cycle de vie des organismes. Des températures de l'eau élevées font augmenter le taux d'activité microbienne et sont ainsi susceptibles d'accélérer la décomposition de matériaux organiques ce qui entraîne une réduction des concentrations en oxygène. Au-delà de tels effets écologiques, la solubilité physique des gaz varie également en fonction de la température. En fin de compte, il convient aussi de tenir compte de l'importance d'un point de vue économique de la température de l'eau p. ex. pour l'utilisation de l'eau de refroidissement.

La température de l'eau de la Moselle à Coblenz est suivie en continu par l'Institut fédéral d'hydrologie (Bundesanstalt für Gewässerkunde – BfG). Durant la période analysée, elle a varié entre 0 et 28 °C (fig. 10). Des températures supérieures à 25 °C en moyenne journalière ont été enregistrées au cours de 14 étés sur 26 au total. Alors que le seuil de 25 °C n'est donc pas franchi durant à peu près la moitié des années, les années restantes présentent des périodes parfois longues de températures de l'eau élevées. Le nombre de jours de dépassement était le plus élevé en 1994 (36). En été 2003 et 2006 également, la température de l'eau de la Moselle était particulièrement élevée avec 29 et 28 jours de dépassement. Les températures de l'eau les plus élevées (en moyenne journalière) ont été atteintes au cours des étés de 2003, 2006 et 2010 avec jusqu'à 27,5 °C. De telles températures extrêmement élevées peuvent poser problème à de nombreux poissons et invertébrés en raison de leur impact physiologique.

En hiver, l'eau de la Moselle à Coblenz était plus froide que celle du Rhin qui est réchauffée par la chaleur résiduelle émise par les centrales électriques. Au cours de 8 années sur un total de 26, les températures les plus basses mesu-

Wintern 1996/1997, 2008/2009 und 2011/2012 bildete sich eine Eisdecke auf der Mosel und auf der Saar, was jeweils zu einer mehrtägigen Einstellung der Schifffahrt führte¹. Kurzzeitiger Eisgang trat an der Mosel zusätzlich noch im Winter 2001/2002 auf. Niedrige Wassertemperaturen im Winter sind für den Lebenszyklus der einheimischen Arten notwendig und können die Entwicklung mancher eher wärme liebenden eingewanderten Arten beschränken. So nimmt z. B. die Fortpflanzungsrate der Körbchenmuschel ab, wenn die Wassertemperatur im vorangegangenen Winter längere Zeit unter 2 °C liegt.

rées en hiver étaient inférieures à 1 °C. Durant les hivers de 1996/1997, 2008/2009 et 2011/2012, une couche de glace s'est formée sur la Moselle et sur la Sarre et a entraîné un arrêt de la navigation sur plusieurs jours¹. Un épisode plus court de formation de glace s'est en outre produit sur la Moselle pendant l'hiver 2001/2002. Des températures de l'eau basses en hiver sont nécessaires au cycle de vie des espèces autochtones et peuvent limiter le développement de certaines espèces exotiques plutôt thermophiles. Ainsi par exemple, le taux de reproduction de la palourde asiatique diminue si la température de l'eau est inférieure à 2 °C pendant une période prolongée au cours de l'hiver précédent.

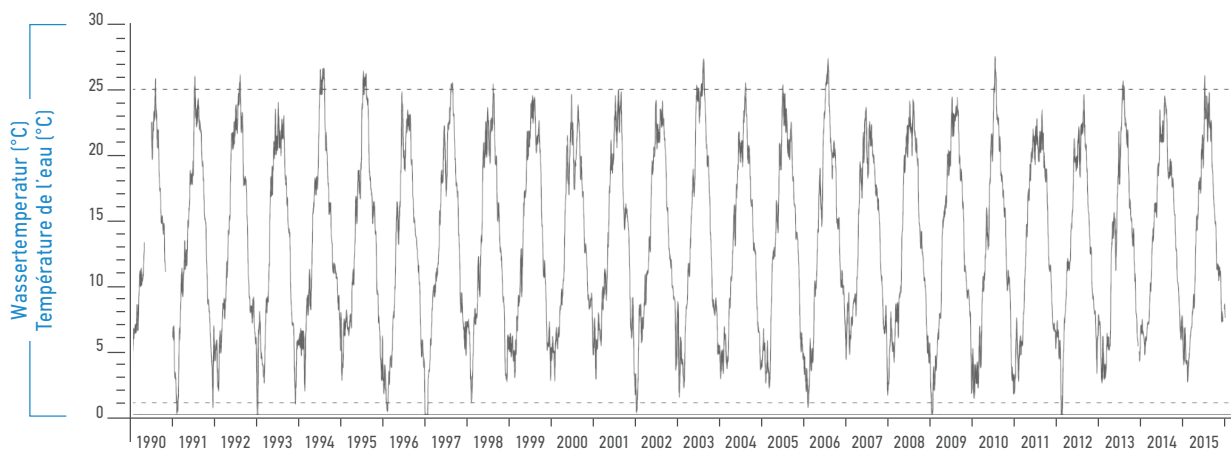


Abb. 10: Tagesmittelwerte der Wassertemperatur der Mosel in Koblenz im Untersuchungszeitraum (Hilfslinien bei 1 °C und 25 °C)

Fig. 10 : Moyennes journalières de la température de l'eau de la Moselle à Coblenz au cours de la période d'analyse (lignes représentant 1 °C et 25 °C)

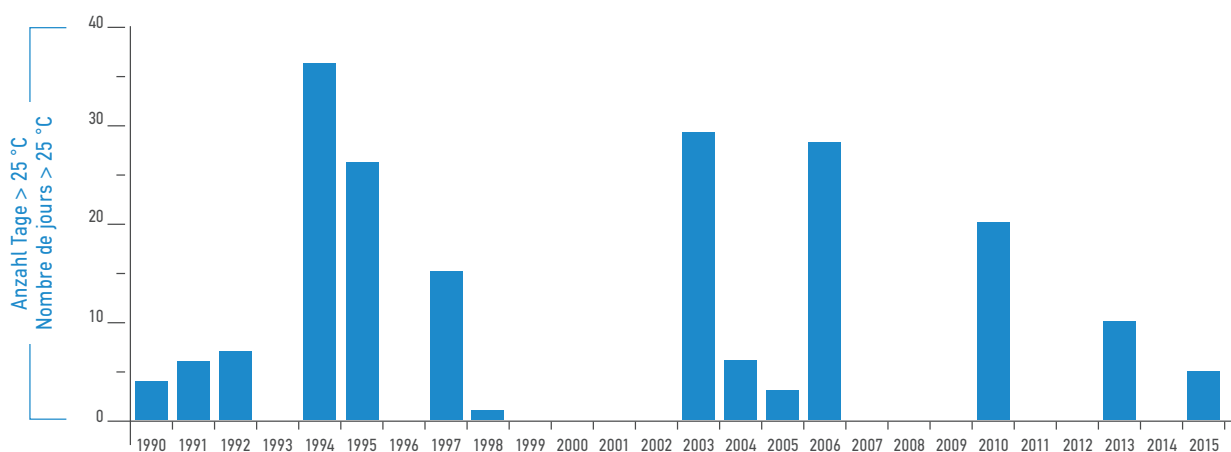


Abb. 11: Jährliche Überschreitungsdauer der Wassertemperatur von 25 °C in der Mosel bei Koblenz

Fig. 11 : Durée annuelle de dépassement d'une température de l'eau de 25 °C dans la Moselle près de Coblenz

¹ Verkehrsbericht 2013 der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS), Außenstelle Süd-West, http://www.wsd-suedwest.wsv.de/wir_ueber_uns/service/Publikation/pdf/Verkehrsbericht_2013_Lesezeichen.pdf

2.3 Chlorid

2.3.1 Frachtbilanz im Zeitraum 2000 bis 2015

Der Zeitraum 2000-2015 bestätigt die im Vorgängerjahrzehnt gewonnenen Erkenntnisse:

- Der weitaus größte Teil der Calciumchlorid-Einleitungen stammt aus den lothringischen Sodawerken am Unterlauf der Meurthe. Diese Einleitungen werden vom Betreiber so reguliert, dass eine zweifache rechtliche Verpflichtung eingehalten wird: die Deckelung der Jahresfracht an Cl-Ionen in der Mosel und die Beschränkung auf 400 mg/l hinzugefügter Konzentration am Kontrollpunkt Hauconcourt (unterhalb von Metz)¹;
- sehr geringe Frachten geogenen Ursprungs, die aus dem Oberlauf der Mosel stammen;
- ein immer noch konstanter und kleiner Anteil der Saar an den Gesamteinträgen in die Mosel.

Für den Verlauf der Mosel unterhalb der Meurthe fallen die in Palzem für den Zeitraum 2000-2015 beobachteten Frachten (ca. 1,2 Mio. Tonnen/Jahr) insgesamt etwas niedriger aus als im Vorgängerjahrzehnt (ca. 1,35 Mio. Tonnen/Jahr, siehe Abb. 13). Tatsächlich handelt es sich hierbei um die direkten Auswirkungen des Abflussverhaltens der Mosel, welches die Einleitungen bedingt. Diese Feststellung beruht vor allem auf den abflussarmen Jahren 2003-2005, 2009, 2011 sowie 2014 und 2015. Das gleiche Phänomen lässt sich auch in Koblenz beobachten (1,60 Mio. Tonnen/Jahr im Zeitraum 1990-1999 und 1,48 Mio. Tonnen/Jahr im Zeitraum 2000-2015), wo der Rückgang der Chloridfrachten hier vor allem im außergewöhnlichen Jahr 2003 sowie 2011, 2014 und 2015 deutlich wird.

¹ Zusatzprotokoll zum Übereinkommen vom 3. Dezember 1976 zum Schutz des Rheins gegen Verunreinigung durch Chloride. Abgeschlossen in Brüssel am 25. September 1991.

2.3 Chlorures

2.3.1 Bilan des flux sur la période 2000 à 2015

La période 2000-2015 confirme les éléments mis en évidence durant la période précédente :

- Une part très nettement majoritaire des rejets de chlorures de calcium provient des soudières lorraines sur le cours aval de la Meurthe. Ces rejets sont régulés par les industriels de manière à respecter une double obligation réglementaire : le plafonnement du flux annuel en ions Cl⁻ dans la Moselle et la limitation à 400 mg/l ajoutés dans la Moselle au point de contrôle d'Hauconcourt (aval de Metz)¹;
- des flux d'origine géogène très faibles issus du cours amont de la Moselle ;
- une contribution toujours constante et faible de la Sarre aux apports globaux dans la Moselle.

Pour le cours de la Moselle en aval de la Meurthe, les flux observés à Palzem sur la période 2000-2015 (environ 1,2 Mt/an) sont globalement légèrement inférieurs à ceux observés durant la période précédente (environ 1,35 Mt/an, cf. fig. 13). En réalité, il s'agit là de l'effet direct de l'hydraulicité de la Moselle, dont le débit conditionne les rejets. Marquées par de faibles débits, les années 2003 à 2005, 2009, 2011, 2014 et 2015 contribuent largement à ce constat. Ce phénomène s'observe également à Coblenz (1,60 Mt/an sur 1990-1999 et 1,48 Mt/an sur 2000-2015) où le recul des flux se fait notamment ressentir dans l'année exceptionnelle 2003 ainsi qu'en 2011, 2014 et 2015.

¹ Protocole additionnel à la Convention du 3 décembre 1976 relative à la protection du Rhin contre la pollution par les chlorures. Conclu à Bruxelles le 25 septembre 1991.

LIVERDUN

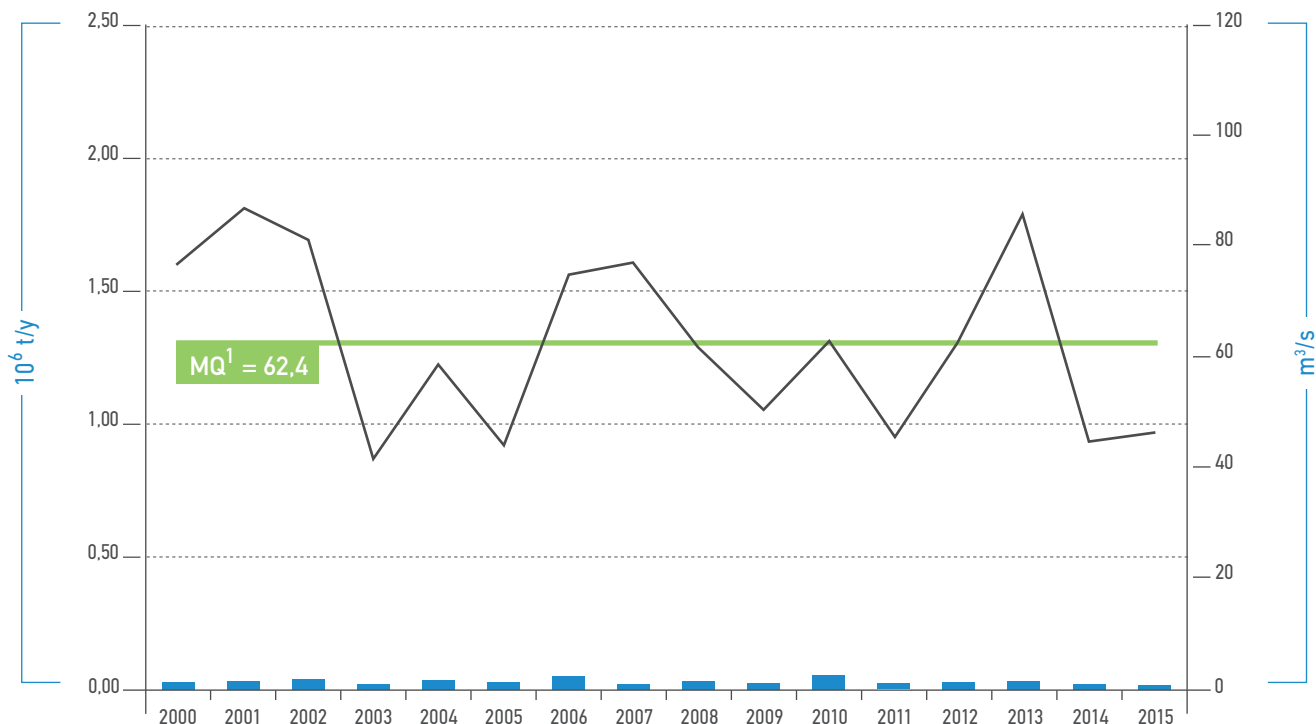


Abb. 12: Chloridfrachten in der Mosel bei Liverdun in den Jahren 2000 – 2015

Fig. 12 : Flux de chlorures dans la Moselle à Liverdun dans les années 2000 – 2015

PALZEM

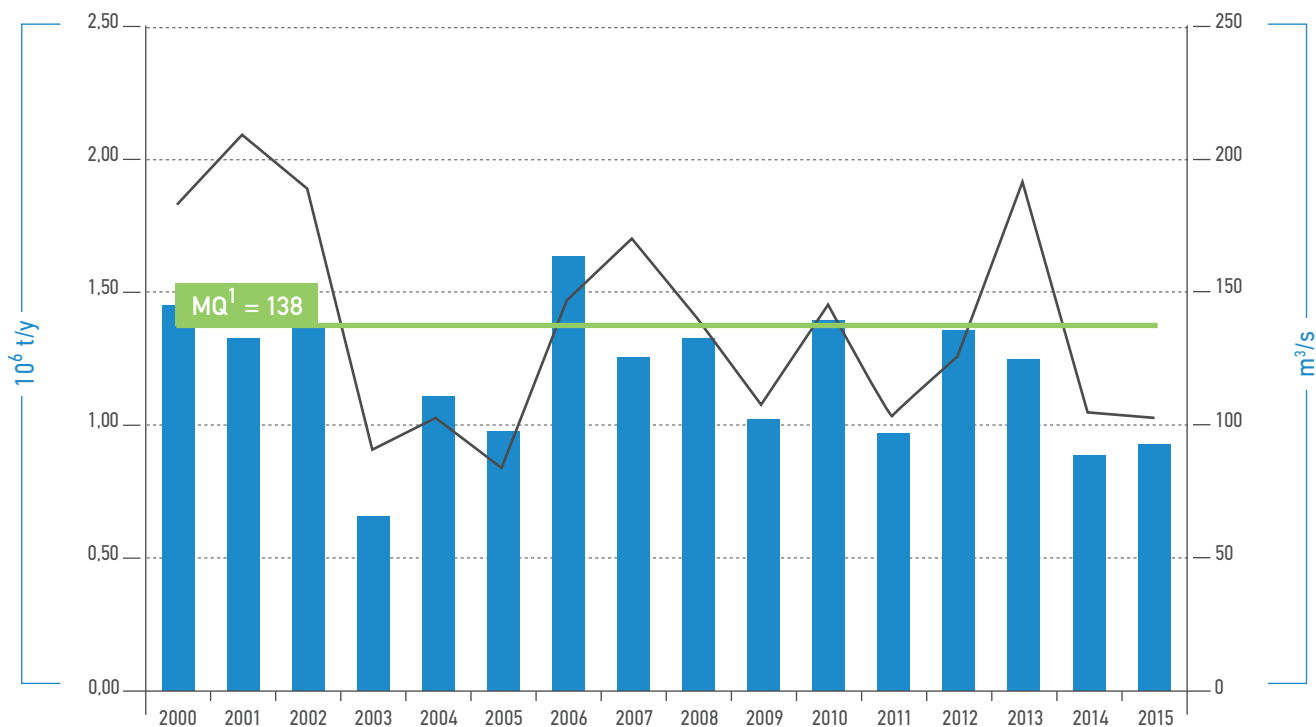


Abb. 13: Chloridfrachten in der Mosel bei Palzem in den Jahren 2000 – 2015

Fig. 13 : Flux de chlorures dans la Moselle à Palzem dans les années 2000 – 2015

¹ MQ: mehrjähriger mittlerer Abfluss

¹ MQ: débit moyen interannuel (module)

KOBLENZ

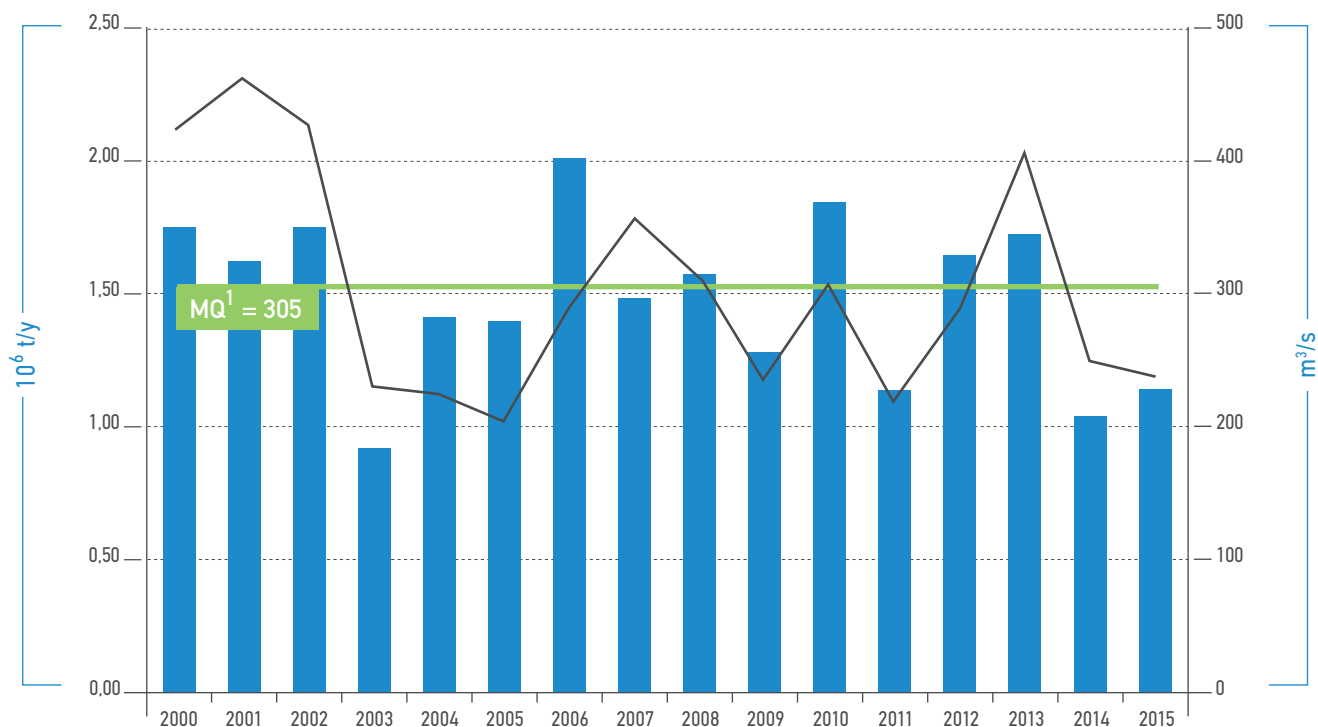


Abb. 14: Chloridfrachten in der Mosel bei Koblenz in den Jahren 2000 – 2015

Fig. 14 : Flux de chlorures dans la Moselle à Coblenze dans les années 2000 – 2015

KANZEM

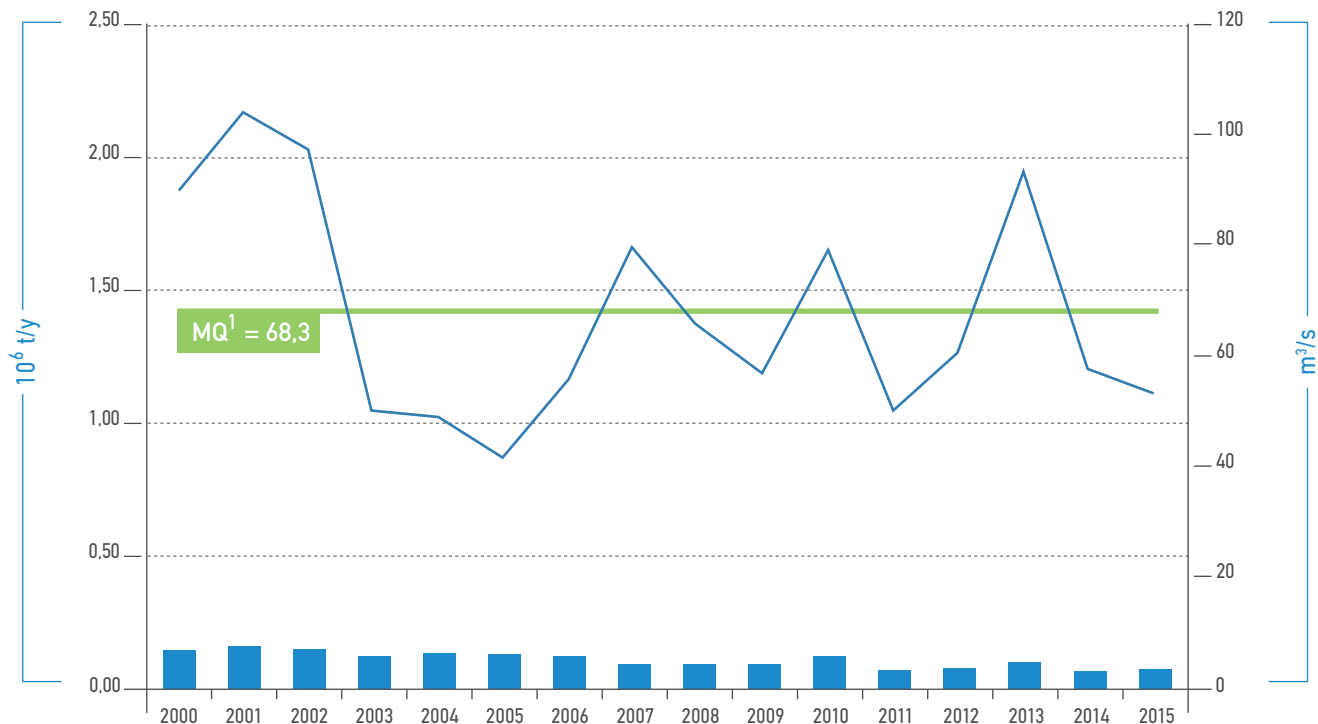


Abb. 15: Chloridfrachten in der Saar bei Kanzem in den Jahren 2000 – 2015

Fig. 15 : Flux de chlorures dans la Sarre à Kanzem dans les années 2000 – 2015

¹ MQ: mehrjähriger mittlerer Abfluss

¹ MQ: débit moyen interannuel (module)

2.3.2 Zusammenfassung der Studie über den Einfluss der Salzbelastung auf die Mosel

Im Jahr 2010 haben die IKSMS eine Literaturstudie¹ über die verfügbaren Kenntnisse im Zusammenhang mit den Auswirkungen von Chloriden auf die Physiologie der Organismen, aber auch auf die aquatische Biozönose in Auftrag gegeben.

Die im Folgenden kurz zusammengefasste Studie kann in Gänze auf der Internetseite der IKSMS in der Rubrik „Publikationen“ eingesehen werden.

Der Salzgehalt der Mosel nimmt in Fließrichtung immer mehr zu, was entweder durch industrielle Chlorideinträge (Einleitungen durch die Sodawerke in die Meurthe) und Bergbau (hauptsächlich Sulfate) oder durch natürliche Aufsalzung des Wassers verursacht wird. Dadurch erhöht sich die mittlere Leitfähigkeit der Mosel nach der Meurthemündung von 383 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf 1578 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Auch wenn sie stark dazu beitragen, so sind die Chloride nicht allein für die Erhöhung des Salzgehalts verantwortlich.

Die Bewertung der Auswirkung des Salzgehalts auf die biologischen Indikatoren erfolgt hauptsächlich auf gutachterlicher Basis. Bereits bei Salzgehalten von 1 bis 2 g/l können Biozönosen signifikant beeinträchtigt werden. Ab 3 g/l kommt es zu sehr schwerwiegenden Auswirkungen. Das Kieselalgenkompartiment scheint besonders empfindlich auf die Mineralisierung des Wassers zu reagieren. Dabei kommt es im Allgemeinen zu einer Verringerung des Artenreichtums und der Abundanz. Es sei darauf hingewiesen, dass ein Großteil der Studien an Flüssen durchgeführt wurde, die zum Teil bereits seit langer Zeit Salzeinträgen ausgesetzt sind.

Durch neue Studien sind die Kenntnisse über die Auswirkungen von Chlorid auf die Biozönosen seit 2010 gestiegen. Die wissenschaftliche Literatur nennt heute Wirkungswerte, die weit geringer sind als die oben genannten. Innerhalb der IKSMS kann in Zukunft ein Austausch über diese Werte stattfinden.

2.3.2 Résumé de l'étude de l'impact biologique de la pollution saline de la Moselle

En 2010, les CIPMS ont lancé une étude bibliographique¹ sur les connaissances disponibles quant à l'impact des chlorures sur la physiologie des organismes, mais aussi sur la biocénose aquatique.

Cette étude brièvement résumée ci-après est accessible dans son intégralité sur le site web des CIPMS sous la rubrique « Publications ».

La Moselle présente le long de son cours une salinité croissante liée soit à des apports de chlorures d'origine industrielle (rejets des soudières dans la Meurthe), l'activité minière (sulfates essentiellement), soit à une salinisation naturelle de l'eau. Elle passe ainsi d'une conductivité moyenne de 383 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 1578 $\mu\text{S}/\text{cm}$ suite à la confluence avec la Meurthe. Cela étant, même s'ils y participent pour beaucoup, les chlorures ne sont pas les seuls responsables de l'augmentation globale de la salinité.

L'évaluation de l'impact de la salinité sur les indicateurs biologiques relève principalement de l'expertise. Des niveaux de salinité de l'ordre de 1 et 2 g/l pourraient constituer des seuils à partir desquels les biocénoses sont déjà significativement affectées, les conséquences étant très sévères au-delà de 3 g/l. Le compartiment des diatomées serait tout particulièrement sensible à la minéralisation de l'eau, en général par une réduction de leur richesse et de leur abondance. Il faut cependant noter que la plupart des études disponibles sont basées sur des rivières subissant déjà et depuis parfois longtemps des apports en sels.

Depuis 2010, il existe de nouvelles études qui ont fait progresser les connaissances sur l'impact des chlorures sur les biocénoses. La littérature scientifique évoque en effet de nos jours des valeurs d'impact largement inférieures à celles précitées et qui pourront faire l'objet d'échanges au sein des CIPMS.

¹ IKSMS (2011): Einfluss der Salzbelastung auf die aquatische Biozönose der Mosel, Trier.

¹ CIPMS (2011) : Impact de la pollution saline sur la biocénose aquatique de la Moselle, Trèves.

2.4 Metalle

Seit 2009 werden Metalle auf eine homogene Art und Weise in filtriertem Wasser im gesamten Mosel-Saar-Einzugsgebiet überwacht. Der auswertbare Zeitraum (2009-2015) bleibt allerdings relativ kurz. Dennoch können einige Beobachtungen gemacht werden.

Folgende Auswertungsregeln werden in den einzelnen Ländern für Kupfer und Zink verwendet:

2.4 Métaux

Les métaux sont surveillés de manière homogène sur eau filtrée depuis 2009 sur l'ensemble du bassin Moselle-Sarre. La période exploitable (2009-2015) reste cependant relativement courte. Néanmoins, il est possible d'établir un certain nombre d'observations.

Les règles d'évaluation relatives au cuivre et au zinc utilisées dans les différents Etats sont les suivantes :

		MESSMEDIUM // FRACTION / SUPPORT	Cu	Zn
Frankreich France	Festgelegte Größe // Grandeur retenue	Filtriertes Wasser Eau filtrée	Jahresmittelwert // Moyenne annuelle	Jahresmittelwert // Moyenne annuelle
	Schwellenwert // Valeur seuil		1,4 µg/l¹	7,8 µg/l
Deutschland Allemagne	Festgelegte Größe // Grandeur retenue	Schwebstoff MES	Jahresmittelwert // Moyenne annuelle	Jahresmittelwert // Moyenne annuelle
	Schwellenwert // Valeur seuil		160 mg/kg	800 mg/kg
Luxemburg Luxembourg ²	Festgelegte Größe // Grandeur retenue	Filtriertes Wasser Eau filtrée	Jahresmittelwert // Moyenne annuelle	Jahresmittelwert // Moyenne annuelle
	Schwellenwert // Valeur seuil		1,4 µg/l	7,8 µg/l

Tab. 2: Auswertungsregeln der IKSMS-Mitgliedstaaten für Kupfer und Zink

Tabl. 2 : Règles d'évaluation des Etats membres des CIPMS pour le cuivre et le zinc

In Deutschland sind die Qualitätsnormen für die flussgebietsspezifischen Schadstoffe in der Bundesverordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20. Juni 2016³ festgelegt. Sie gelten daher bundesweit für alle Bundesländer.

KUPFER

Die Jahresmittelwerte der bei Sierck-Palzem-Grevenmacher beobachteten Kupferkonzentrationen in filtriertem Wasser scheinen relativ stabil bzw. verzeichnen im Betrachtungszeitraum eine leichte Abnahme (s. Abb. 16). Dennoch liegen die Konzentrationen noch oberhalb der in Frankreich festgelegten Grenze für den guten ökologischen Zustand nach der WRRL. Die in Koblenz festgestellten Konzentrationen sind ebenfalls stabil, geringer als die in Palzem, aber oftmals über dem in Frankreich festgelegten Grenzwert.

En Allemagne, les normes de qualité pour les polluants spécifiques aux bassins fluviaux sont fixées dans le règlement fédéral du 20 juin 2016³ pour la protection des eaux de surface. Elles sont donc valables à l'échelle fédérale pour tous les Länder.

CUIVRE

Les moyennes annuelles des concentrations en cuivre observées dans l'eau filtrée à Sierck-Palzem-Grevenmacher semblent relativement stables, voire en légère diminution sur la période étudiée (cf. fig. 16). Elles sont néanmoins au-delà de la limite du bon état écologique fixée en France au titre de la DCE. Les concentrations constatées à Coblenz sont également stables, inférieures à celle mesurées à Palzem mais souvent au-delà de la limite retenue en France.

¹ Ab dem 01.01.2016 ist dieser Wert auf 1 µg/l gesunken.

² Règlement grand-ducal du 15 janvier 2016 relatif à l'évaluation de l'état des masses d'eau de surface

³ Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373)

¹ A compter du 1/01/2016, cette valeur est abaissée à 1 µg/l

² Règlement grand-ducal du 15 janvier 2016 relatif à l'évaluation de l'état des masses d'eau de surface

³ Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373)

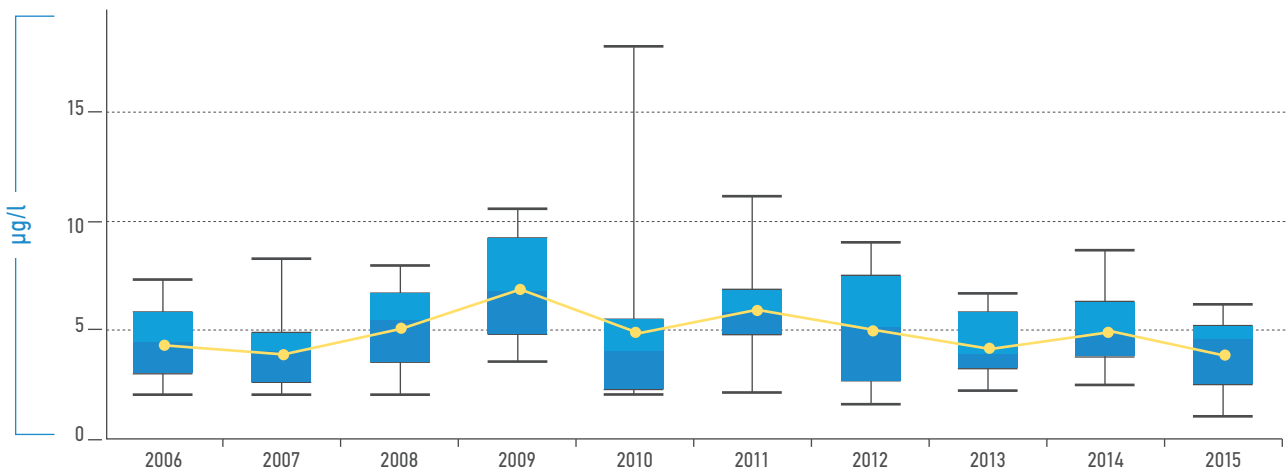


Abb. 16: Kupferkonzentrationen in filtriertem Wasser in Sierck-Palzem-Grevenmacher

Fig. 16 : Concentrations en cuivre observées dans l'eau filtrée à Sierck-Palzem-Grevenmacher

Im Gegenzug scheint sich die steigende Tendenz des in Palzem gemessenen Kupfergehalts in Schwebstoffen seit Erstellung der letzten Bilanz im Jahr 2011 nun auch über einen längeren Zeitraum fortzusetzen. Die in Deutschland auf 160 mg/kg festgelegte Umweltqualitätsnorm wurde nämlich in den Jahren 2012 und 2014 überschritten (s. Abb. 17).

En revanche, sur une plus longue période, la tendance à l'augmentation des teneurs en cuivre dans les MES mesurées en Palzem semble se poursuivre depuis le dernier bilan établi en 2011. La norme de qualité environnementale fixée en Allemagne à 160 mg/kg a ainsi été dépassée en 2012 et en 2014 (cf. fig. 17).

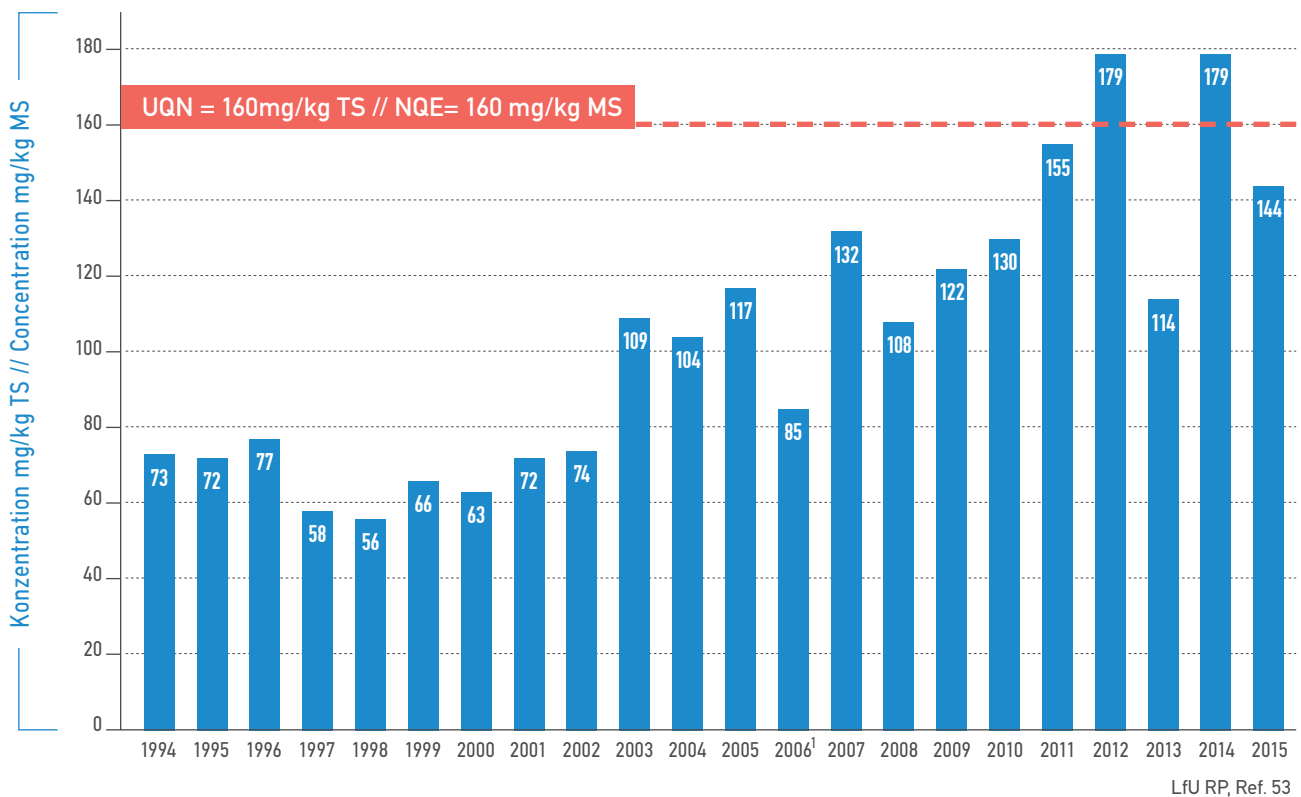


Abb. 17: Entwicklung der Jahresmittelkonzentrationen von Kupfer an Schwebstoffen der Probenahmestelle Palzem/Mosel im Zeitraum 1994 bis 2015

Fig. 17 : Evolution des concentrations moyennes de cuivre sur MES dans la Moselle à Palzem entre 1994 et 2015

¹ Im Jahr 2006 nur 4 Proben

¹ Seulement 4 échantillons en 2006

Eine bedeutende Kupferquelle in der Mosel ist das Kernkraftwerk (KKW) Cattenom, das sich etwa 30 km flussaufwärts von Palzem befindet. Die jährlichen Berichte, die den IKSMS von der Behörde für Nukleare Sicherheit (ASN) zugeleitet werden, zeigen wohl einen Anstieg der Kupfereinleitungen seit 2006 (s. Abb. 18), mit einer Störfall-Periode zwischen Dezember 2013 und April 2014¹. Allerdings lässt sich aus einer monatsweisen Betrachtung nicht zwangsläufig eine Verbindung zur aktuellen Entwicklung der Konzentrationen in den Schwebstoffen herstellen. Vor Ort wurde ein umfangreiches Vorhaben zum Austausch der Messing- durch Titan-Kondensatoren in die Wege geleitet. Die Kupfer- und Zinkeinleitungen dürften sich dadurch beträchtlich reduzieren. Das Monitoring-Programm der IKSMS sollte es ermöglichen, die Auswirkungen des Austauschs auf die Konzentrationen in der Mosel zu überwachen.

Une source importante de cuivre dans la Moselle se trouve être le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) de Cattenom situé à environ 30 km en amont. Les rapports annuels adressés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) aux CIPMS font bien état d'une évolution à la hausse des rejets de cuivre depuis 2006 (cf. fig. 18), avec un épisode accidentel entre décembre 2013 et avril 2014¹. Mais, analysé à l'échelle mensuelle, le lien avec l'évolution récente des concentrations dans les MES ne semble pas établi. Un important programme de changement des condenseurs en laiton par des équipements en titane a été engagé sur le site. Les émissions de cuivre et de zinc devraient être réduites dans des proportions importantes. Le programme de suivi des CIPMS devrait permettre de surveiller l'impact de ce changement sur les concentrations dans la Moselle.

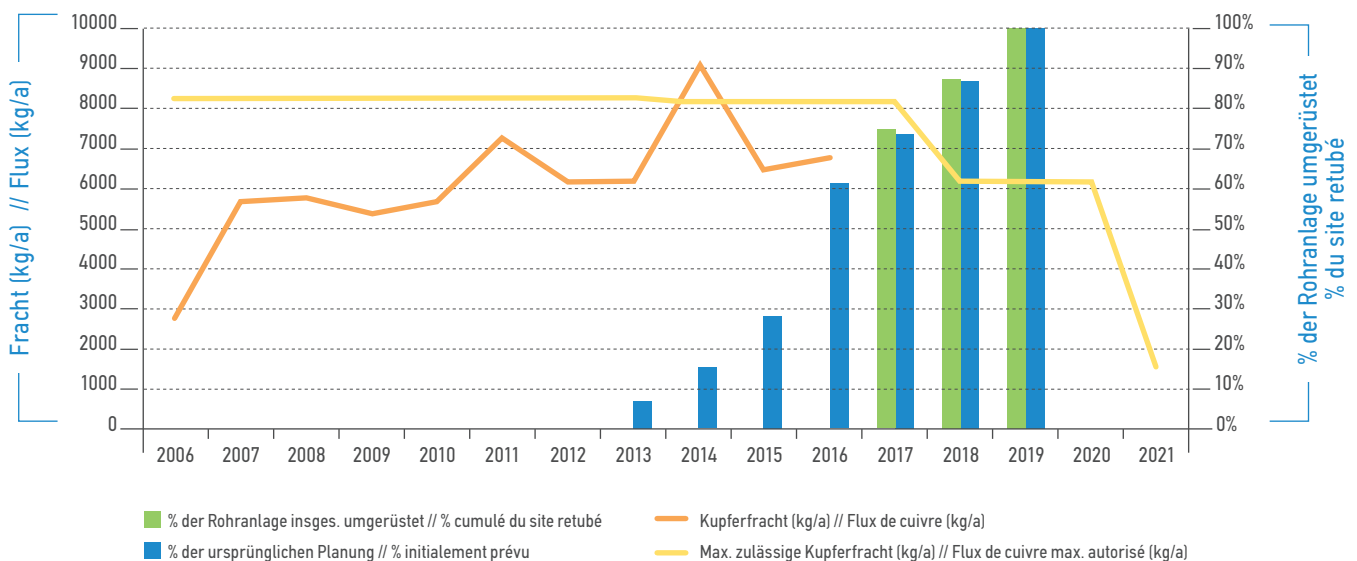


Abb. 18: Entwicklung der durch das KKW Cattenom eingeleiteten Kupferfrachten und Zeitplan für den Austausch der Kondensatorrohre

Fig. 18 : Evolution des flux de cuivre rejetés par le CNPE de Cattenom et calendrier prévisionnel du programme de retubage des condenseurs

¹ Eine unsachgemäße Dosierung bei der Kalkbekämpfung hat zu einer massiven Auslaugung geführt und zu einer übermäßigen Kupfereinleitung zwischen Dezember 2013 und April 2014.

¹ Un incident dans le dosage du traitement de détartrage a entraîné une dissolution massive et un excès de rejets de cuivre entre décembre 2013 et avril 2014.

ZINK

Die in filtriertem Wasser gemessenen Zinkkonzentrationen in der Mosel bei Palzem sind seit 2012 relativ stabil und befinden sich zwischen 7,2 und 8,7 $\mu\text{g/l}$, was ungefähr dem Grenzwert des guten ökologischen Zustands in Frankreich (7,8 $\mu\text{g/l}$) entspricht (s. Abb. 19). Diese Stabilität kann ebenfalls bei Koblenz festgestellt werden, wo die Jahresdurchschnittskonzentration immer unterhalb des in Frankreich verwendeten Grenzwertes für den guten Zustand liegt.

ZINC

Les concentrations en zinc mesurées dans l'eau filtrée de la Moselle à Palzem sont relativement stables depuis 2012 et se situent entre 7,2 et 8,7 $\mu\text{g/l}$, soit autour de la valeur limite du bon état écologique retenue en France (7,8 $\mu\text{g/l}$) (cf. fig. 19). Cette stabilité est également observable à Coblenz où les concentrations moyennes annuelles sont toujours inférieures à la valeur limite du bon état utilisée en France.

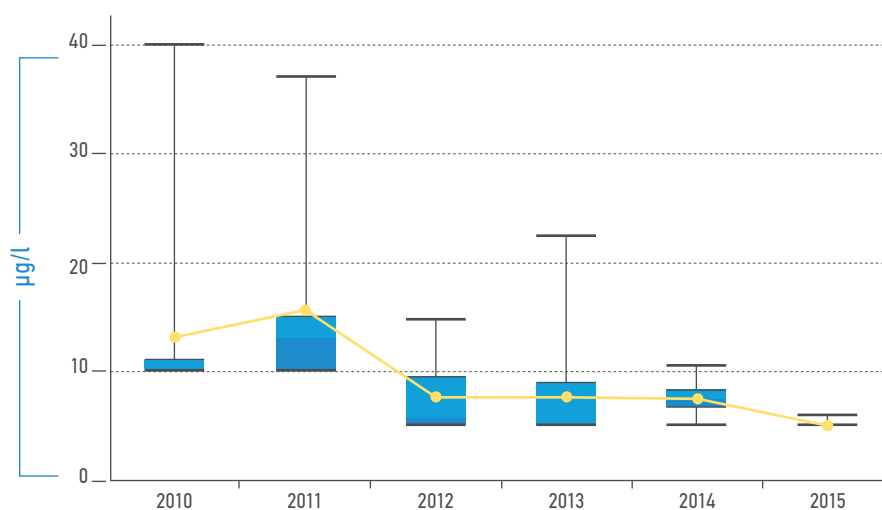


Abb. 19: Zinkkonzentrationen in filtriertem Wasser in der Messstation Sierck-Palzem-Grevenmacher

Fig. 19 : Concentrations en zinc observées dans l'eau filtrée à la station de Sierck-Palzem-Grevenmacher

Die Situation ist grundsätzlich vergleichbar für die in Palzem in Schwebstoffen gemessenen Konzentrationen, wo die Zinkkonzentrationen niemals die in der deutschen Verordnung auf 800 mg/kg festgelegte Umweltqualitätsnorm (UQN) überschreiten.

Zink ist genauso wie Kupfer von dem Austausch der Kondensatoren des KKW Cattenom betroffen. Daher ist in den kommenden Jahren mit einem Rückgang der verbleibenden Konzentrationen in der Mosel zu rechnen.

La situation est sensiblement comparable pour les concentrations mesurées sur MES à Palzem, où les concentrations en zinc ne dépassent jamais la norme de qualité environnementale (NQE) fixée à 800 mg/kg dans le règlement fédéral allemand.

Le zinc est concerné au même titre que le cuivre par les travaux de remplacement des condenseurs du CNPE de Cattenom. On doit donc s'attendre à une diminution des concentrations résiduelles dans la Moselle dans les années à venir.

2.5 Pestizide

Zwei der für das internationale Mosel-Saar-Einzugsgebiet als relevant erachteten Pestizide wurden für die vorliegende Betrachtung ausgewählt, und zwar nicht nur, weil sie einen unterschiedlichen Status haben, sondern auch aufgrund aktueller Ereignisse und der besonderen Relevanz im Einzugsgebiet. Es handelt sich um Isoproturon und Metazachlor, zwei Stoffe, die lokal Auffälligkeiten gezeigt haben.

ISOPROTURON

Isoproturon ist ein Herbizid, das jahrelang in erheblichem Umfang im Getreideanbau eingesetzt wurde. Im Zuge der Feldbestellung kam es, vor allem wenn auf das Aufbringen der Herbizide eine Periode starker Niederschläge folgte, zu einer deutlichen Belastung der Gewässer, u.a. auch der Mosel und des Rheins, mit Isoproturon (IPU, CAS-Nr.: 34123-59-6).

Die Belastung ist durch eine flächige Auswaschung aus den mit Wintergetreide bestellten Flächen und ggf. durch die unsachgemäße Reinigung von Spritzgeräten zu erklären.

Dies wurde praktisch in jedem Jahr mit unterschiedlich starken Belastungen nachgewiesen und beispielhaft im IKSR-Fachbericht Nr. 211¹ aufgearbeitet. Als Hauptquellen der Isoproturon-Belastungen werden verschiedene Zuflüsse des Rheins (z.B. Main), aber besonders auch die Mosel genannt. Im genannten Bericht wird ein Eintrag von mindestens 520 kg Isoproturon über die Mosel ermittelt, der sich wie folgt auf die Anrainerstaaten verteilt:

- Frankreich 54 % (davon Ackerland 27 %)
- Rheinland-Pfalz 25 % (davon Ackerland 19 %)
- Saarland 9 % (davon Ackerland 15 %)
- Luxemburg 9 % (davon Ackerland 24 %)

Isoproturon ist in Wassergefährdungsklasse 3 (stark wassergefährdend) eingeordnet und war im gesamten Rheineinzugsgebiet für den Einsatz als Herbizid im Ackerbau zugelassen. Als prioritärer Stoff ist Isoproturon in der Richtlinie 2013/39/EU mit folgenden Umweltqualitätsnormen geregelt:

¹ IKSR (2013): Saisonal auftretende Belastungen des Rheins mit Herbiziden – Isoproturonwelle 2011, Koblenz

2.5 Pesticides

Parmi les pesticides identifiés comme pertinents pour le bassin international Moselle-Sarre, deux ont été retenus pour être présentés ici en raison, non seulement, de leur différence de statut, mais également en raison d'une actualité particulière et d'enjeux spécifiques sur le bassin. Il s'agit de l'isoproturon et du mé-tazachlore pour lesquels des observations ont pu être faites localement.

ISOPROTURON

L'isoproturon est un herbicide qui a été appliqué pendant de nombreuses années en quantités importantes dans la culture des céréales. Les travaux dans les champs ont conduit à une nette pollution des cours d'eau, dont la Moselle et le Rhin, par l'isoproturon (IPU, n° CAS : 34123-59-6), notamment quand l'épandage des herbicides était suivi d'une période de fortes précipitations.

Cette pollution s'expliquait par le lessivage des surfaces de culture de céréales d'hiver et éventuellement par un nettoyage inapproprié d'appareils de pulvérisation.

Les niveaux de pollution qui ont été détectés pratiquement tous les ans pouvaient fortement varier et ont été traités dans le rapport n° 211¹ de la CIPR. Sont désignés comme principales sources de pollution par l'isoproturon les différents affluents du Rhin (p. ex. le Main) et notamment la Moselle. Selon ledit rapport, un apport d'au moins 520 kg d'isoproturon via la Moselle a été déterminé selon les proportions suivantes par Etat riverain :

- France 54 % (dont terres arables 27 %)
- Rhénanie-Palatinat 25 % (dont terres arables 19 %)
- Land de Sarre 9 % (dont terres arables 15 %)
- Luxembourg 9 % (dont terres arables 24 %)

L'isoproturon entre dans la 3^e catégorie de danger pour les eaux (fortement dangereux pour les eaux) et était autorisé dans tout le bassin du Rhin comme herbicide appliqué en culture labourée. La directive 2013/39/UE attribuée à l'isoproturon, substance prioritaire, les normes de qualité environnementales suivantes :

¹ CIPR (2013) : Pressions saisonnières d'herbicides sur le Rhin – onde d'isoproturon 2011, Coblenz

- Mittlere Jahreskonzentration 0,3 µg/l
- Maximalkonzentration 1,0 µg/l.

Für das Trinkwasser gilt ein Grenzwert von 0,1 µg/l (Richtlinie 1998/83/EG).

Im IKSR-Fachbericht Nr. 211 werden in 14-Tagesmischproben der Mosel bei Palzem Konzentrationen von ca. 0,1 µg/l und in Fankel von ca. 0,12 µg/l festgestellt.

Für die Mosel in Sierck werden in dem Bericht Konzentrationsspitzen von über 0,7 µg/l im Zeitraum 2003 bis 2011 dargestellt.

Für den Rhein bei Bad Godesberg und auch bei Lobith/Bimmen werden im Bericht Konzentrationen von ca. 0,2 µg/l genannt.

Im Jahr 2014 wurde im Oktober, aber besonders im November eine außergewöhnlich starke Isoproturonwelle in der Mosel festgestellt, bei der in 3 hintereinanderliegenden Tagesmischproben der Messstelle Koblenz/Mosel über 1,0 µg/l festgestellt wurden mit einem Spitzenwert der Tagesmischprobe vom 8./9.11.2014 von 1,5 µg/l.

Dies führte dazu, dass Rheinland-Pfalz am 13.11.2014 eine Rheininformation über den internationalen Warn- und Alarmplan Rhein auslöste. Diese festgestellten Werte führen auch zu einer Abstufung des chemischen Zustands der Mosel nach der WRRL, da der gesetzliche Höchstwert von 1,0 µg/l überschritten wurde.

Da die Werte im Rhein ebenfalls außergewöhnlich hoch – bis zu 0,76 µg/l – waren, löste Nordrhein-Westfalen am 13.11.2014 eine Warnung über den Internationalen Warn- und Alarmplan Rhein aus, um die Trinkwassergewinnungsanlagen in den Niederlanden zu informieren.

Die Ereignisse 2014 wurden wahrscheinlich durch die in diesem Jahr besonders starken Niederschläge im Einzugsgebiet der Mosel mit den entsprechenden Abschwemmungen ausgelöst.

Aus den bisher aus früheren Jahren vorliegenden Untersuchungen ist bekannt, dass ein Großteil der Einträge schon durch Messungen in der Mosel bei Palzem und der Saar hergeleitet werden kann.

- Concentration moyenne annuelle 0,3 µg/l
- Concentration maximale 1,0 µg/l

La valeur limite dans l'eau potable est de 0,1 µg/l (directive 1998/83/CE).

Sur la base de 14 échantillons journaliers moyens, le rapport 211 de la CIPR constate des concentrations d'environ 0,1 µg/l pour la Moselle à Palzem et d'environ 0,12 µg/l à Fankel.

Le rapport décrit des pics de concentrations supérieurs à 0,7 µg/l pour la Moselle à Sierck entre 2003 et 2011.

Pour le Rhin à Bad Godesberg et également à Lobith/Bimmen, le rapport fait état de concentrations d'environ 0,2 µg/l.

Une onde d'isoproturon particulièrement importante a été constatée en octobre et notamment en novembre 2014 avec une valeur supérieure à 1,0 µg/l au niveau de la station de suivi de Coblenz/Moselle sur trois échantillons journaliers moyens consécutifs et avec un pic de 1,5 µg/l pour l'échantillon journalier moyen des 8 et 9 novembre 2014.

Ceci a amené la Rhénanie-Palatinat à diffuser, le 13 novembre 2014, un message d'information via le Plan International d'Avertissement et d'Alerte Rhin. Les valeurs constatées ont également conduit au déclassement de l'état chimique de la Moselle selon la DCE et ce, en raison du dépassement de la valeur maximale réglementaire de 1,0 µg/l.

Etant donné que les valeurs mesurées au niveau du Rhin étaient également particulièrement élevées (jusqu'à 0,76 µg/l), la Rhénanie-du-Nord-Westphalie a déclenché le Plan International d'Avertissement et d'Alerte Rhin en diffusant un message d'avertissement le 13 novembre 2014 afin d'informer les installations de captage d'eau potable aux Pays-Bas.

Les événements de 2014 ont probablement été causés par le ruissellement superficiel des précipitations particulièrement fortes dans le bassin de la Moselle.

Les analyses réalisées par le passé montrent qu'une part importante des apports provenait de la Moselle à l'amont de Palzem et de la Sarre.

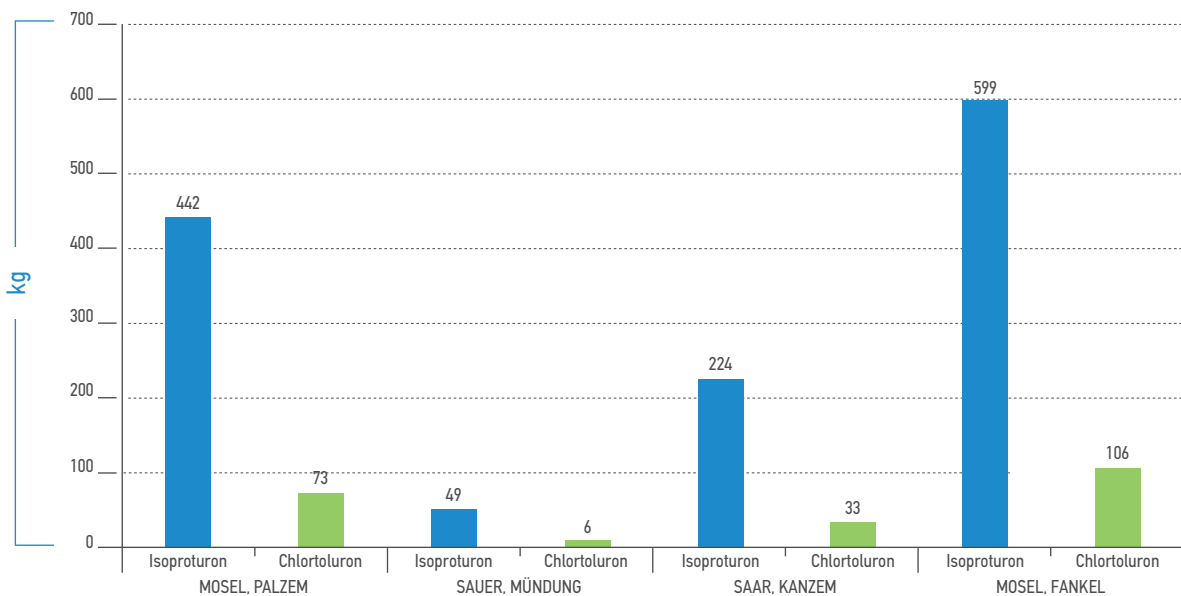


Abb. 20: Schätzung der Frachten von Isoproturon und Chlortoluron in Mosel, Sauer und Saar vom 20.10. bis 21.12.2014 (kg) (Quelle: LfU Rheinland-Pfalz)

Fig. 20 : Flux estimés d'isoproturon et de chlortoluron dans la Moselle, la Sûre et la Sarre du 20/10 au 21/12/2014 (kg) (Source : LfU Rhénanie-Palatinat)

Die Ereignisse – insbesondere die Überschreitung des Höchstwertes und Abstufung der Mosel in den nicht guten chemischen Zustand – haben die Staaten dazu veranlasst zu handeln, um die Einträge von Isoproturon zu vermindern.

Les évènements – notamment le dépassement de la valeur maximale et le déclassement du bon état chimique de la Moselle – ont incité les Etats à agir afin de réduire les apports d'isoproturon.

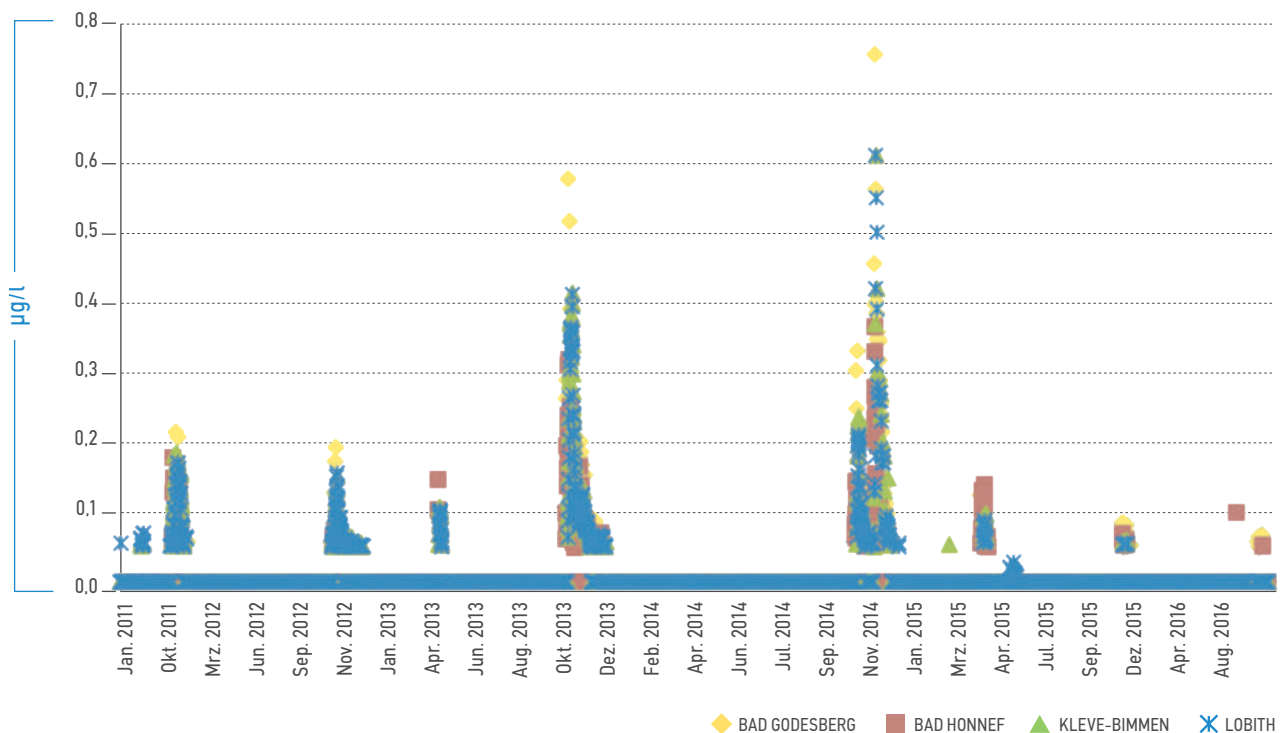


Abb. 21: Isoproturon-Konzentrationen (µg/l) im Rhein 2011-2016 (Quelle LANUV, NRW)

Fig. 21 : Les concentrations (µg/l) d'isoproturon dans le Rhin 2011-2016 (source LANUV, Rhénanie-du-Nord-Westphalie)

Was Isoproturon anbelangt, hat sich die Lage zwischenzeitlich entspannt, da die Zulassung des Mittels am 30. Juni 2016 auslief. Die Abverkaufsfrist lief noch bis zum 30. Dezember 2016 und die Aufbrauchfrist bis zum 30. September 2017. Dies schlägt sich z. B. auch in den Messwerten 2011-2016 im Rhein nieder (s. Abb. 21).

METAZACHLOR

In Witry (Belgien) ereignete sich am 17. September 2014 ein Verkehrsunfall mit einem Traktor mit Spritzapparatur, die etwa 6000 Liter Spritzbrühe bestehend aus Metazachlor- und Quinmerac enthielt. Dabei gelangte diese Mischung auf die Fahrbahn und die Fahrbahnträger. Durch einen nahe gelegenen Kanalschacht und die Straßenreinigung der Rettungsdienste gelangte mehr und mehr dieser Lösung in den Vorfluter, einen Nebenfluss der Sauer. Die Schmutzfahne breitete sich dann in Richtung Obersauertalsperre aus, die wichtigste Trinkwasserressource im Großherzogtum Luxemburg (zwischen 30 % und 50 % der verteilten Menge). Sofort wurde ein umfangreiches Monitoring zur Überwachung der Verschmutzung eingerichtet. Am Einlauf der Talsperre wurden Spitzenkonzentrationen von ca. 11,5 µg/l erreicht. Durch die Aufnahme von Tiefenprofilen an mehreren Stellen des Wehrs konnte die Ausbreitung der ersten Schmutzfahne in Richtung der Wasserentnahmestelle beobachtet werden. Als Vorsichtsmaßnahme wurden die Wasserentnahmen aus der Talsperre am 2. Oktober eingestellt und am 9. Oktober wiederaufgenommen, nachdem die Konzentrationen bekannt waren, eine geeignete Behandlung eingeleitet und festgestellt worden war, dass die Alternativlösungen (Notfallbohrungen, falls eine Entnahme aus der Talsperre nicht möglich ist) ebenfalls mit Metazachlor-ESA, einem Abbauprodukt von Metazachlor, kontaminiert waren.

Die umfassende Qualitätsüberwachung aller Trinkwasserversorgungen zeigte, dass die beiden Abbauprodukte von Metazachlor, Metazachlor-ESA und Metazachlor-OXA, und/oder ein Abbauprodukt von S-Metolachlor, nämlich Metolachlor-ESA, in weiten Teilen des als Trinkwasser verwendeten Grundwassers vorhanden waren. Außerdem stellte sich heraus, dass nicht nur der Hauptzufluss der Obersauertalsperre, die Sauer, durch diese Metaboliten kontaminiert war, sondern auch ein

Entre-temps, la situation concernant l'isoproturon s'est détendue, puisque l'autorisation du produit a expiré le 30 juin 2016. Le délai de liquidation des stocks a expiré le 30 décembre 2016 et le délai de grâce a pris fin le 30 septembre 2017. Cela se reflète par ex. également dans les valeurs mesurées dans le Rhin entre 2011 et 2016 (cf. fig. 21).

MÉTAZACHLORE

Le 17 septembre 2014 à Witry (Belgique), un accident routier provoqué par un tracteur avec un pulvérisateur contenant approximativement 6000 litres de bouillie composée des substances actives méta-zachlore et quinmérac a donné lieu à un déversement de ce mélange sur la chaussée et ses abords. La présence d'un regard d'assainissement ainsi que les actions de nettoyage de la route par les services de secours ont favorisé la progression de la solution vers le cours d'eau récepteur, un affluent de la Sûre. La vague s'est ensuite propagée en direction du lac de la Haute-Sûre, principale ressource en eau potable du Grand-Duché de Luxembourg (entre 30 % et 50 % du volume distribué). Un monitoring conséquent a été immédiatement mis en place afin de suivre la pollution. Les concentrations en entrée du barrage atteignaient des pics de concentration d'environ 11,5 µg/l. La mise en place de profils en profondeur à plusieurs endroits du barrage a permis de suivre la propagation de la première vague vers le point de prélèvement d'eau. Par principe de précaution, le prélèvement d'eau à partir du barrage a été interrompu le 2 octobre et a repris le 9 octobre, une fois que les concentrations avaient été connues, qu'un traitement approprié avait été mis en place et qu'après qu'il s'était avéré que les solutions alternatives (forages utilisés en cas d'urgence si les prélèvements d'eau à partir du barrage n'étaient pas possibles) étaient aussi contaminées par le méta-zachlore-ESA, un métabolite du méta-zachlore.

Le monitoring poussé de la qualité de l'eau de toutes les distributions en eau potable a mis en évidence la présence des deux métabolites du méta-zachlore, le méta-zachlore-ESA et le méta-zachlore-OXA, et/ou du métolachlore-ESA, métabolite du S-métolachlore dans de nombreuses eaux souterraines utilisées comme eau potable. De plus il s'est avéré que non seulement l'affluent principal du lac de la Haute-Sûre, la Sûre, était contaminé par ces métabolites, mais aussi une grande majorité des autres cours d'eau. Suite à ce dia-

Großteil der anderen Gewässer. Nach dieser Feststellung wurden einige Trinkwasserquellen stillgelegt. Für andere, die den Grenzwert von $0,1 \mu\text{g/l}$ für Pflanzenschutzmittel überschritten, wurden Ausnahmen gewährt.

Schließlich hat die luxemburgische Regierung beschlossen, die Verwendung des Wirkstoffs S-Metolachlor im gesamten Hoheitsgebiet sowie die Verwendung des Wirkstoffs Metazachlor innerhalb der bestehenden oder geplanten Trinkwasserschutzgebiete sowie im luxemburgischen Teil des Einzugsgebiets der Obersauertalsperre zu verbieten.¹

Diese Verunreinigung hat die Behörden dazu veranlasst, das Überwachungsprogramm auf das gesamte Einzugsgebiet von Mosel und Saar auszudehnen. In der Folge ließ sich eine flächendeckende Verunreinigung aller Gewässer (Oberflächen- und Grundwasser) mit Metazachlor und seinen Metaboliten feststellen.

Die IKSMS beschlossen 2014 in ihrer Vollversammlung, eine Expertengruppe Pestizide einzurichten, um sich über die Pestizid-Überwachung in den Gewässern und ihre Ergebnisse sowie über die nationalen Vorschriften, Aktionspläne und Maßnahmen zur Verringerung der Einträge auszutauschen.

In der weiteren Zusammenarbeit wird ein gemeinsames INTERREG-Projekt zur Verringerung der Pflanzenschutzmitteleinträge angestrebt.

gnostic, certaines sources d'approvisionnement en eau potable ont été mises hors service. Pour d'autres dépassant la valeur limite de $0,1 \mu\text{g/l}$ pour les produits phytosanitaires, des dérogations ont été accordées.

Enfin le gouvernement luxembourgeois a pris la décision d'interdire l'utilisation de la substance active S-métolachlore sur l'ensemble du territoire ainsi que d'interdire l'utilisation de la substance active métazachlore à l'intérieur des zones de protection des eaux destinées à la consommation humaine d'une part, à l'intérieur des zones destinées à être déclarées zones de protection des eaux destinées à la consommation humaine d'autre part, et à l'intérieur de la partie luxembourgeoise du bassin versant du lac de la Haute-Sûre.¹

Cet évènement de pollution a conduit les autorités à élargir le programme de suivi à l'ensemble du bassin de la Moselle et de la Sarre et cela a permis de constater que la contamination par le métazachlore et ses métabolites était généralisée sur l'ensemble des milieux aquatiques (eaux de surface et eaux souterraines).

Au cours de leur réunion plénière de 2014, les CIPMS ont décidé de créer un groupe d'experts sur les pesticides pour s'échanger sur le suivi des pesticides dans le milieu, sur ses résultats ainsi que sur les prescriptions, plans d'action et mesures nationales de réduction des apports.

Dans la lignée de cette coopération, la décision a été prise de tendre vers un projet INTERREG conjoint visant à réduire les apports des produits phytosanitaires.

¹ Règlement grand-ducal du 12 avril 2015 portant a) interdiction de l'utilisation de la substance active S-métolachlore et b) interdiction ou restriction de l'utilisation de la substance active métazachlore

2.6 PAK

Unter den für das internationale Mosel-Saar-Einzugsgebiet als relevant eingestuften Schadstoffen wurde die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) wegen ihres ubiquitären Vorkommens für die Darstellung in diesem Bericht ausgewählt.

Folgende PAK werden betrachtet: Anthracen, Fluoranthen, Naphthalin sowie eine besondere Untergruppe der PAK, die sich zusammensetzt aus Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen, Benzo[ghi]perylen und Indeno[1,2,3-cd]pyren.

Die Moleküle der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) bestehen aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen, die in mindestens zwei verbundenen aromatischen Ringsystemen angeordnet sind. Theoretisch kann es unendlich viele PAK geben.

PAK entstehen bei der Pyrolyse. Während sie früher vorwiegend natürlichen Ursprungs waren (z. B. Wald- und Wiesenbrände, Vulkanausbrüche) oder ein Nebenprodukt von Erdöl, so stammen die PAK-Einträge heute hauptsächlich aus menschlich verursachten Verbrennungsprozessen (Kohle-, Erdöl- und Erdgasverbrennung) und aus Einleitungen einiger Industriezweige.

Aufgrund ihrer toxischen Eigenschaften werden die meisten PAK nach der WRRL als prioritäre oder sogar prioritär gefährliche Stoffe eingestuft.

Die an Mosel und Saar erhobenen Daten sind nicht ganz homogen, was hauptsächlich durch die beiden folgenden Gründe bedingt ist: Erstens wurden PAK früher vorzugsweise an Schwebstoff gemessen, während die Bewertung des chemischen Zustandes nach der WRRL in der Wasserphase erfolgt. Zweitens haben sich die Bewertungsverfahren und Umweltqualitätsnormen bei der Bewertung des chemischen Zustandes in der Europäischen Union zwischen 2008¹ und 2013² verändert, was es schwierig macht, die Ergebnisse zu vergleichen.

¹ Richtlinie 2008/10/EG

² Richtlinie 2013/39/EU

2.6 HAP

Parmi les polluants identifiés comme pertinents pour le bassin international Moselle-Sarre, la famille des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) a été retenue pour être présentée dans ce rapport en raison de leur caractère ubiquitaire.

Les HAP retenus sont : l'anthracène, le fluoranthène, le naphthalène et une sous-famille particulière de HAP constituée du benzo[a]pyrène, du benzo[b]fluoranthène, du benzo[k]fluoranthène, du benzo[g,h,i]perylène et de l'indéno[1,2,3-cd]pyrène.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont des molécules constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène, avec une structure qui comprend au moins deux cycles aromatiques. Il en existe une très grande variété et toutes les molécules connues présentent une forte toxicité.

Les HAP résultent principalement de la pyrolyse (combustion). S'ils peuvent être présents naturellement dans l'environnement (feux de forêts, de prairie, éruption volcanique, ...), ils sont de nos jours principalement d'origine anthropique domestique et industrielle : combustion du charbon, pétrole et gaz naturel, mais également des rejets de certaines branches industrielles.

En raison du caractère toxique de la plupart des HAP, ceux-ci sont, au titre de la DCE, classés comme substances prioritaires, voire dangereuses prioritaires.

Les données collectées sur la Moselle et la Sarre ne sont pas totalement homogènes, ce qui est principalement dû aux deux raisons suivantes : La première raison est qu'au paravant, les HAP étaient préférentiellement mesurés sur les matières en suspension, alors que l'évaluation pour l'état chimique au titre de la DCE se fait désormais sur la phase aqueuse. La seconde raison est que les méthodes d'évaluation et les normes de qualité environnementale ont changé au niveau de l'Union européenne pour l'évaluation de l'état chimique entre 2008¹ et 2013², rendant toute comparaison des résultats difficile.

¹ Directive 2008/105/CE

² Directive 2013/39/UE

Für Gewässer wie Mosel und Saar und ihre Nebenflüsse werden die Umweltqualitätsnormen als Jahresdurchschnitt (JD-UQN) angegeben und zumeist auch als zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN) (s. untenstehende Tabelle 3). Festgelegt wurden diese Qualitätsnormen durch die Richtlinien 2008/105/EG bzw. 2013/39/EU; sie sind also in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union identisch. Die im vorliegenden Bericht vorgenommenen Bewertungen beruhen auf den Umweltqualitätsnormen der Richtlinie 2013/39/EU.

Es sei darauf hingewiesen, dass nach den Bestimmungen der Richtlinie 2013/39/EU zur Bewertung der Jahresdurchschnittsbelastung bei der o. g. Untergruppe der PAK die JD-UQN für Benzo[a]pyren heranzuziehen ist, denn dieser Stoff wird als Marker für die übrigen PAK betrachtet (*).

Pour des cours d'eau comme la Moselle et la Sarre, ainsi que leurs affluents, les normes de qualité environnementale sont exprimées en valeur moyenne annuelle (NQE-MA), et dans la plupart des cas, également par la concentration maximale admissible (NQE-CMA) (cf. tableau 3 ci-dessous). Ces normes de qualité ont été définies par la directive 2008/105/CE respectivement la directive 2013/39/UE et sont donc identiques pour tous les Etats membres de l'Union européenne. En ce qui concerne les évaluations réalisées dans le présent rapport, les normes de qualité environnementale définies dans la directive 2013/39/UE ont été prises comme base.

Il est à noter que, conformément aux dispositions de la directive 2013/39/UE, pour la sous-famille précitée des HAP, c'est la NQE-MA du benzo[a]pyrène qu'il faut prendre en compte pour évaluer la contamination de ces substances en moyenne annuelle, car ce dernier est considéré comme un marqueur des autres HAP (*).

STOFFBEZEICHNUNG // NOM DE LA SUBSTANCE	JD-UQN in µg/l // NQE-MA en µg/l	ZHK-UQN in µg/l // NQE-CMA en µg/l
Anthracen // Anthracène	0,1	0,1
Fluoranthen // Fluoranthène	0,0063	0,12
Naphthalin // Naphtalène	2	130
Benzo[a]pyren // Benzo[a]pyrène	1,7 x 10 ⁻⁴	0,27
Benzo[b]fluoranthen // Benzo[b]fluoranthène	vgl. Text (*) // cf. texte (*)	0,017
Benzo[k]fluoranthen // Benzo[k]fluoranthène	vgl. Text (*) // cf. texte (*)	0,017
Benzo[g,h,i]perylen // Benzo[g,h,i]perylène	vgl. Text (*) // cf. texte (*)	x 10 ⁻⁴
Indeno[1,2,3-cd]pyren // Indéno[1,2,3-cd]pyrène	vgl. Text (*) // cf. texte (*)	gegenstandslos // sans objet

Tab. 3: An Mosel und Saar seit 22.12.2015 geltende Umweltqualitätsnormen in der Wasserphase¹

Tabl. 3 : Normes de qualité environnementale dans la phase aqueuse, en vigueur depuis de 22 décembre 2015 pour la Moselle et la Sarre¹

¹ Richtlinie 2013/39/EU

¹ Directive 2013/39/UE

ANTHRACEN UND NAPHTHALIN

Seit mehreren Jahren liegt die Bestimmungsgrenze (BG) für Anthracen bei $0,01 \mu\text{g/l}$, und die für Naphthalin schwankt je nach Labor zwischen $0,1$ und $0,005 \mu\text{g/l}$. Dies bedeutet, dass die analytischen Bedingungen für Anthracen und Naphthalin zufriedenstellend sind, denn die Bestimmungsgrenze liegt weit genug unter den jeweiligen Umweltqualitätsnormen JD-UQN.

Insbesondere bei Anthracen liegen die meisten Messwerte seit mindestens 2007 und bis ins Jahr 2015 hinein unter der Bestimmungsgrenze, sodass der Jahresdurchschnittswert ebenfalls unter der Bestimmungsgrenze bleibt. Im betrachteten Zeitraum wird die JD-UQN für Anthracen in Mosel und Saar also nicht überschritten (s. Abb. 22). Nur wenige Werte liegen über der Bestimmungsgrenze; der höchste erreichte Wert liegt bei $0,033 \mu\text{g/l}$. Kein Anthracen-Messwert in Mosel und Saar überschreitet also im Betrachtungszeitraum die ZHK-UQN.

ANTHRACÈNE ET NAPHTALÈNE

Depuis plusieurs années, la limite de quantification (LQ) pour l'anthracène est de $0,01 \mu\text{g/l}$ et celle du naphthalène varie, selon les laboratoires, de $0,1$ à $0,005 \mu\text{g/l}$. Cela signifie que les conditions analytiques pour l'anthracène et le naphthalène sont satisfaisantes, puisque la limite de quantification est suffisamment inférieure aux normes respectives de qualité environnementale NQE-MA.

Pour ce qui concerne plus particulièrement l'anthracène, depuis au moins 2007 et jusqu'en 2015, la plupart des valeurs mesurées sont inférieures à la limite de quantification, ce qui conduit à une moyenne annuelle inférieure à la limite de quantification. Il n'y a donc pas de dépassement de NQE-MA pour l'anthracène dans la Moselle et la Sarre sur la période considérée (voir fig. 22). Parallèlement, on observe également très peu de valeurs supérieures à la limite de quantification, la plus forte valeur atteinte étant $0,033 \mu\text{g/l}$. Il n'y a donc pas de dépassement de NQE-CMA pour l'anthracène dans la Moselle et la Sarre sur la période considérée.

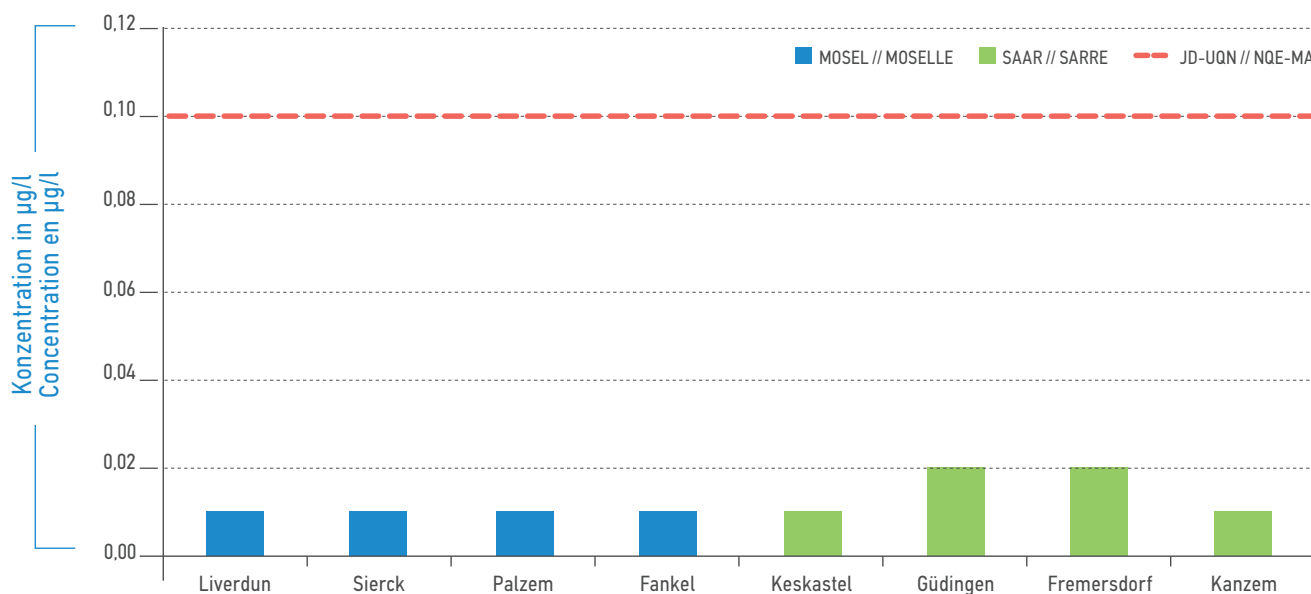


Abb. 22: Jahresdurchschnittswerte für Anthracen in Mosel und Saar 2015 im Vergleich mit der Umweltqualitätsnorm

Fig. 22 : Moyennes annuelles pour l'anthracène dans la Moselle et la Sarre en 2015 par rapport à la norme de qualité environnementale

Für Naphthalin lassen sich nahezu die gleichen Beobachtungen wie für Anthracen machen: im Betrachtungszeitraum keine Überschreitung der JD-UQN (s. Abb. 23) und der ZHK-UQN für Naphthalin in Mosel und Saar.

Le cas du naphthalène conduit à des observations quasi identiques que pour l'anthracène, avec les mêmes conclusions, à savoir : pas de dépassement de NQE-MA (voir fig. 23) et de NQE-CMA pour le naphthalène dans la Moselle et la Sarre pour la période considérée.

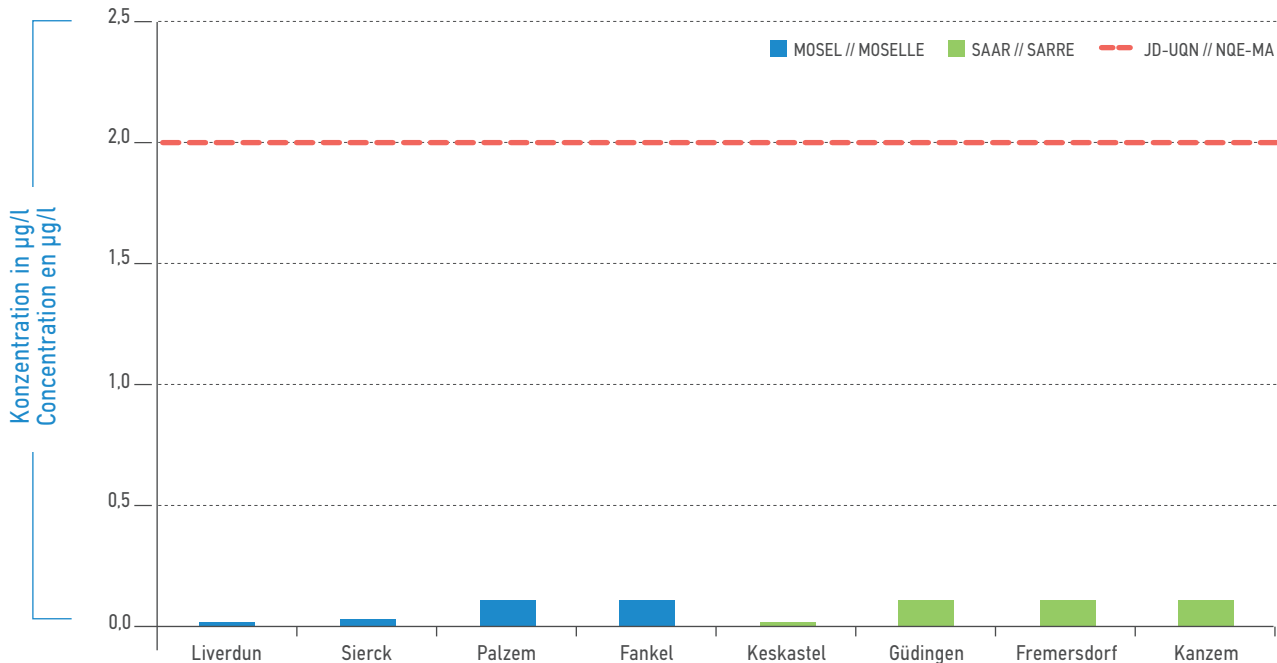


Abb. 23: Jahresdurchschnittswerte für Naphthalin in Mosel und Saar 2015 im Vergleich mit der Umweltqualitätsnorm
Fig. 23 : Moyennes annuelles pour le naphthalène dans la Moselle et la Sarre en 2015 par rapport à la norme de qualité environnementale

FLUORANTHEN

Verlässliche und auswertbare Messdaten für Fluoranthene liegen für das gesamte Mosel-Saar-Gebiet erst ab 2014 vor. Dieser Stoff wurde zuvor entweder nicht an allen wichtigen Messstellen des Bearbeitungsgebiets gemessen, oder aber die Bestimmungsgrenzen waren noch zu hoch und erlaubten keine zuverlässige Bewertung im Vergleich zur JD-UQN. Seit 2014 wurden technische Verbesserungen erzielt, die eine solche Bewertung zulassen, und auch die Überblicksüberwachung wurde entsprechend angepasst.

Abbildung 24 zeigt deutlich, dass Mosel und Saar relativ stark mit Fluoranthenen belastet sind, denn die ermittelten Jahresdurchschnittswerte liegen sowohl 2014 als auch 2015 knapp unter oder sogar über der Umweltqualitätsnorm JD-UQN.

FLUORANTHÈNE

Des données fiables et exploitables de mesures de fluoranthène pour l'ensemble du secteur Moselle-Sarre ne sont disponibles qu'à partir de 2014. Précédemment, soit cette substance n'était pas mesurée régulièrement dans toutes les stations importantes du secteur de travail, soit les limites de quantification étaient encore trop élevées, ne permettant pas une évaluation fiable par rapport à la NQE-MA. Depuis 2014, on constate des améliorations technologiques permettant de réaliser ces évaluations, ainsi que des adaptations des contrôles de surveillance.

La figure 24 montre clairement que la contamination de la Moselle et de la Sarre par le fluoranthène est relativement élevée, puisque, que ce soit en 2014 ou en 2015, les moyennes annuelles relevées sont proches de la norme de qualité environnementale NQE-MA, voire supérieures à cette dernière.

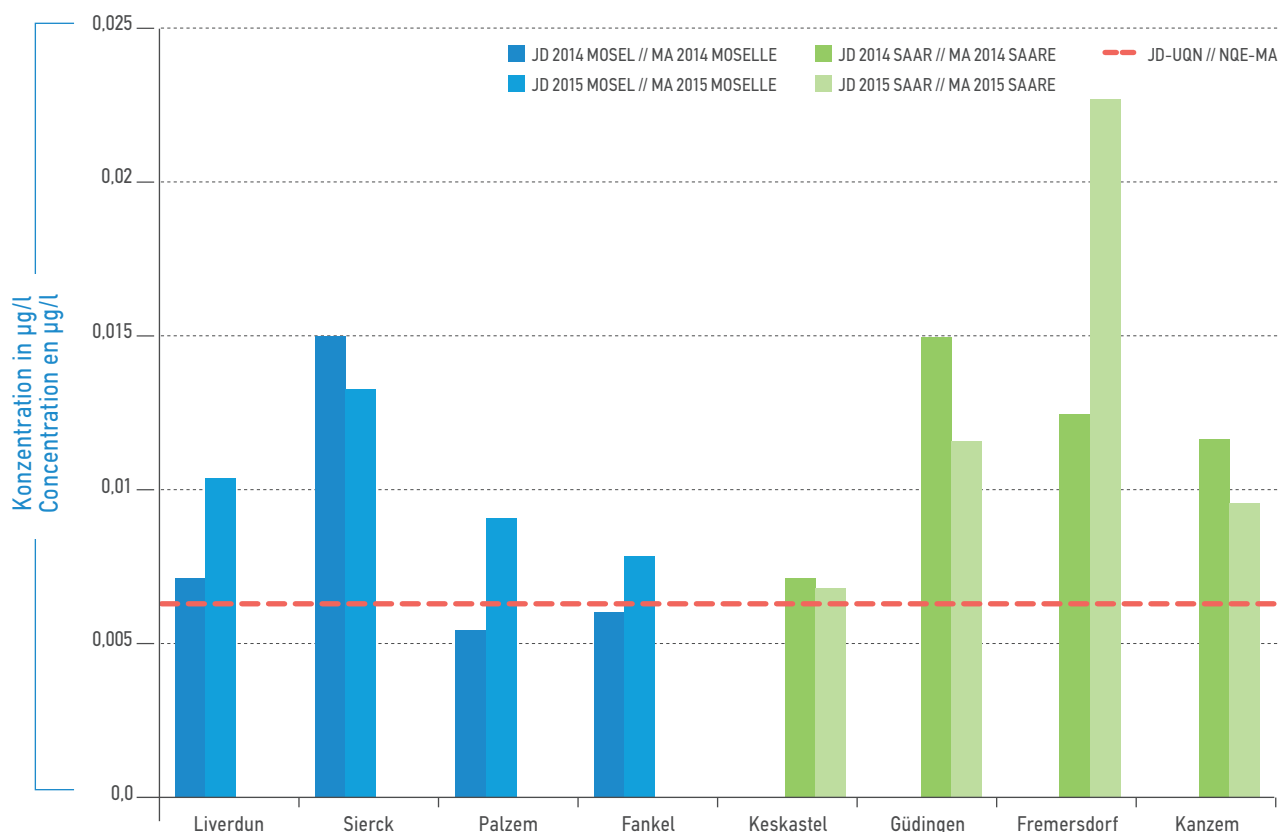


Abb. 24: Jahresdurchschnittswerte für Fluoranthen in Mosel und Saar (2014 und 2015) im Vergleich mit der Umweltqualitätsnorm

Fig. 24 : Moyennes annuelles pour le fluoranthène dans la Moselle et la Sarre (2014 et 2015) par rapport à la norme de qualité environnementale

Lässt man die Messstelle Fremersdorf einmal außen vor, so kann man sagen, dass die Belastung von einem Jahr zum nächsten auf dem gleichen Level bleibt.

Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die maximale Konzentration in den Jahren 2014 und 2015 an keiner Messstelle die Umweltqualitätsnorm ZHK-UQN überschreitet.

A l'exception de la station de Fremersdorf, on peut constater que d'une année à l'autre, la contamination est du même niveau.

Par contre, il y a lieu de souligner que l'on n'observe aucun dépassement de la concentration maximale par rapport à la norme de qualité environnementale NQE-CMA pendant les années 2014 et 2015.

BENZO[A]PYREN, BENZO[B]FLUORANTHEN, BENZO[K]FLUORANTHEN, BENZO[G,H,I]PERYLEN UND INDENO[1,2,3-CD]PYREN

Wie oben erläutert reicht es für die Bewertung dieser Gruppe von Verbindungen im Vergleich zur Umweltqualitätsnorm im Jahresdurchschnitt JD-UQN aus, Benzo[a]pyren zu bewerten, denn dieser Stoff wird als Marker dieser PAK angesehen.

Die JD-UQN für Benzo[a]pyren wurde 2013¹ auf einen sehr niedrigen Wert festgesetzt ($1,7 \times 10^{-4} \mu\text{g/l}$), der sich mit der heutigen Analysetechnik noch nicht erreichen lässt. Allerdings führen die im Laufe des Jahres 2015 gemessenen Werte zu einem Mittelwert, der sehr weit über der JD-UQN liegt (s. Abb. 25).

BENZO[A]PYRÈNE, BENZO[B]FLUORANTHÈNE, BENZO[K]FLUORANTHÈNE, BENZO[G,H,I]PERYLÈNE ET INDÉNO[1,2,3-CD]PYRÈNE

Comme indiqué précédemment, pour l'évaluation de ces composés par rapport à la norme de qualité environnementale en moyenne annuelle NQE-MA, l'évaluation du benzo[a]pyrène est suffisante pour ce groupe de substances, car celui-ci est considéré comme le marqueur de ces HAP.

La NQE-MA pour le benzo[a]pyrène a été fixée en 2013¹ à une valeur très basse ($1,7 \times 10^{-4} \mu\text{g/l}$), que les technologies analytiques actuelles ne peuvent pas encore atteindre. Toutefois, les valeurs mesurées au cours de l'année 2015 conduisent à une moyenne annuelle très largement au-dessus de la NQE-MA (voir fig. 25).

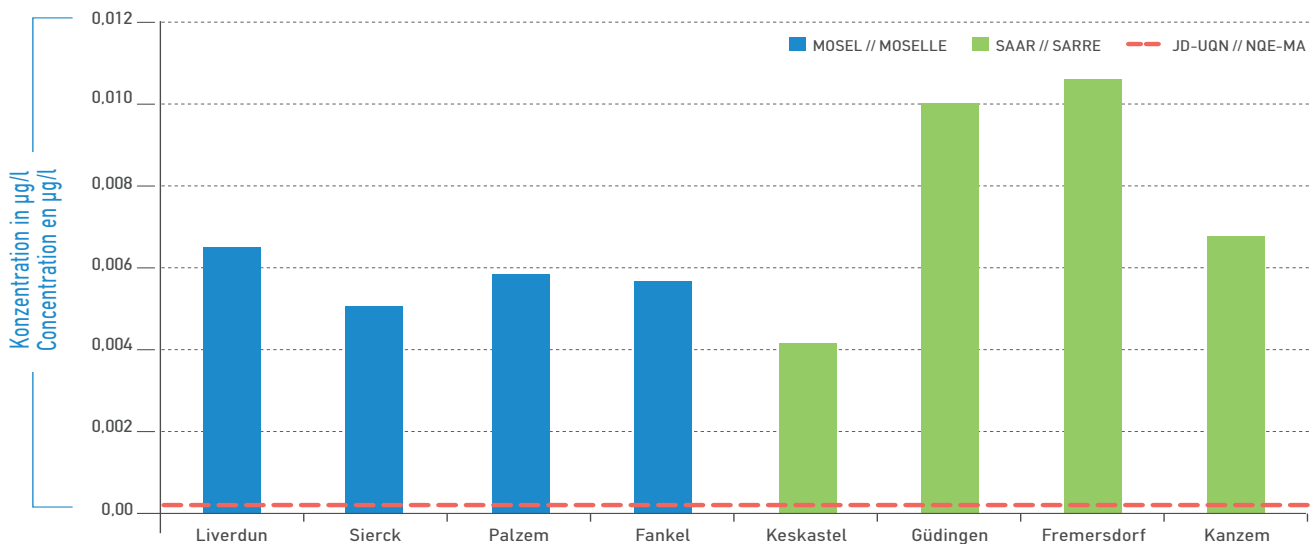


Abb. 25: Jahresdurchschnittswerte für Benzo[a]pyren in Mosel und Saar 2015 im Vergleich mit der Umweltqualitätsnorm
Fig. 25 : Moyennes annuelles pour le benzo[a]pyrène dans la Moselle et la Sarre en 2015 par rapport à la norme de qualité environnementale

So wird die JD-UQN 2015 um das 25- bis mehr als 60-fache (in Keskastel bzw. in Fremersdorf) überschritten, und diese starken Überschreitungen zeigen sich auch in den Vorjahren. Dies bedeutet, dass Mosel und Saar gegenwärtig im Jahresdurchschnitt stark mit dieser PAK-Gruppe belastet sind. Anders ausgedrückt sind die Wasserorganismen durch diese PAK einer gewissen chronischen Toxizität ausgesetzt.

En effet, la NQE-MA est dépassée d'un facteur allant de 25 (à Keskastel) à plus de 60 fois (à Fremersdorf) en 2015, ces forts dépassements étant confirmés sur les années précédentes. Cela signifie que la Moselle et la Sarre sont à l'heure actuelle et en moyenne annuelle fortement contaminées par ce groupe de HAP. En d'autres termes, il existe une toxicité chronique non nulle par ces HAP vis-à-vis des organismes aquatiques.

¹ Richtlinie 2013/39/EU

¹ Directive 2013/39/UE

Im Gegensatz dazu bleiben die Höchstkonzentrationen für Benzo[a]pyren in Mosel und Saar in den letzten Jahren weit unter der ZHK-UQN, sodass ein akutes Toxizitätsrisiko im Hinblick auf diesen Parameter ausgeschlossen werden kann.

Bei Benzo[g,h,i]perylen und in geringerem Maße auch bei Benzo[b]fluoranthen und bei Benzo[k]fluoranthen stellt sich die Lage bezüglich der akuten Toxizität vollkommen anders dar (s. Abb. 28, 26 und 27).

Par contre, les concentrations maximales observées pour le benzo[a]pyrène ces dernières années dans la Moselle et la Sarre sont très largement inférieures à la NQE-CMA, écartant ainsi tout risque de toxicité aiguë vis-à-vis de ce paramètre.

La situation est complètement différente en ce qui concerne le benzo[g,h,i]pérylène, et, dans une moindre mesure, le benzo[b]fluoranthène et le benzo[k]fluoranthène (voir fig. 28, 26 et 27) vis-à-vis de la toxicité aiguë.

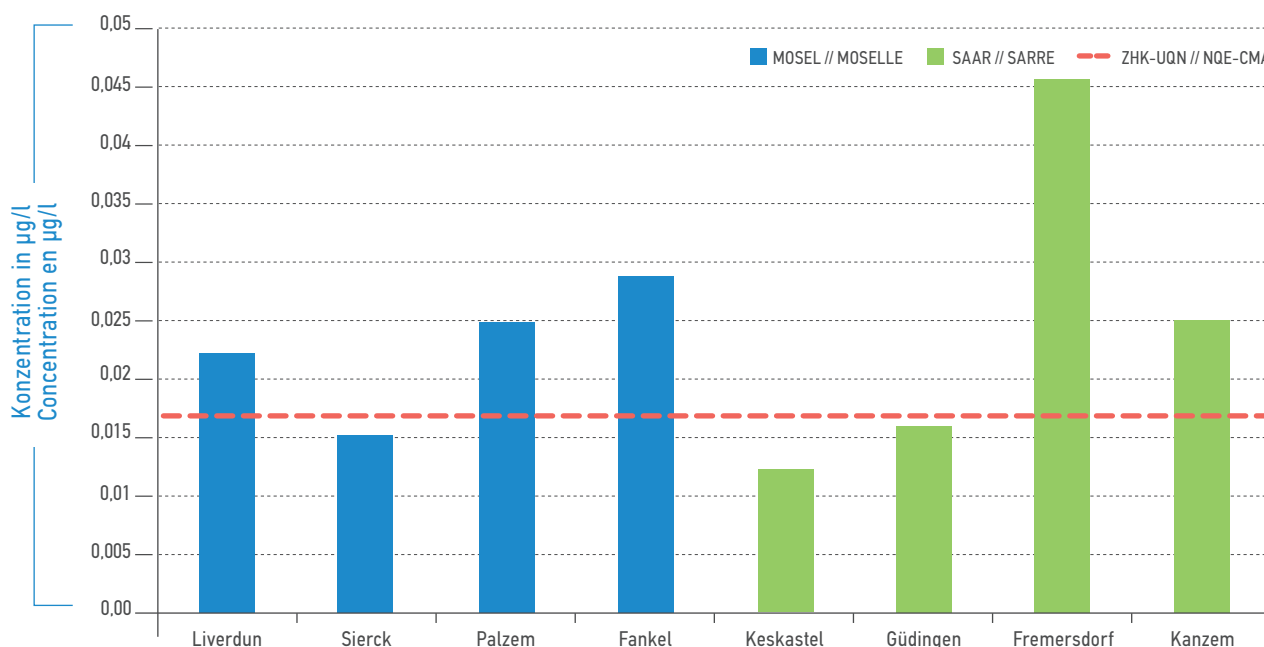


Abb. 26: Festgestellte Höchstkonzentrationen von Benzo[b]fluoranthen in Mosel und Saar 2015 im Vergleich zur Umweltqualitätsnorm

Fig. 26 : Concentration maximum de benzo[b]fluoranthène dans la Moselle et la Sarre en 2015 par rapport à la norme de qualité environnementale

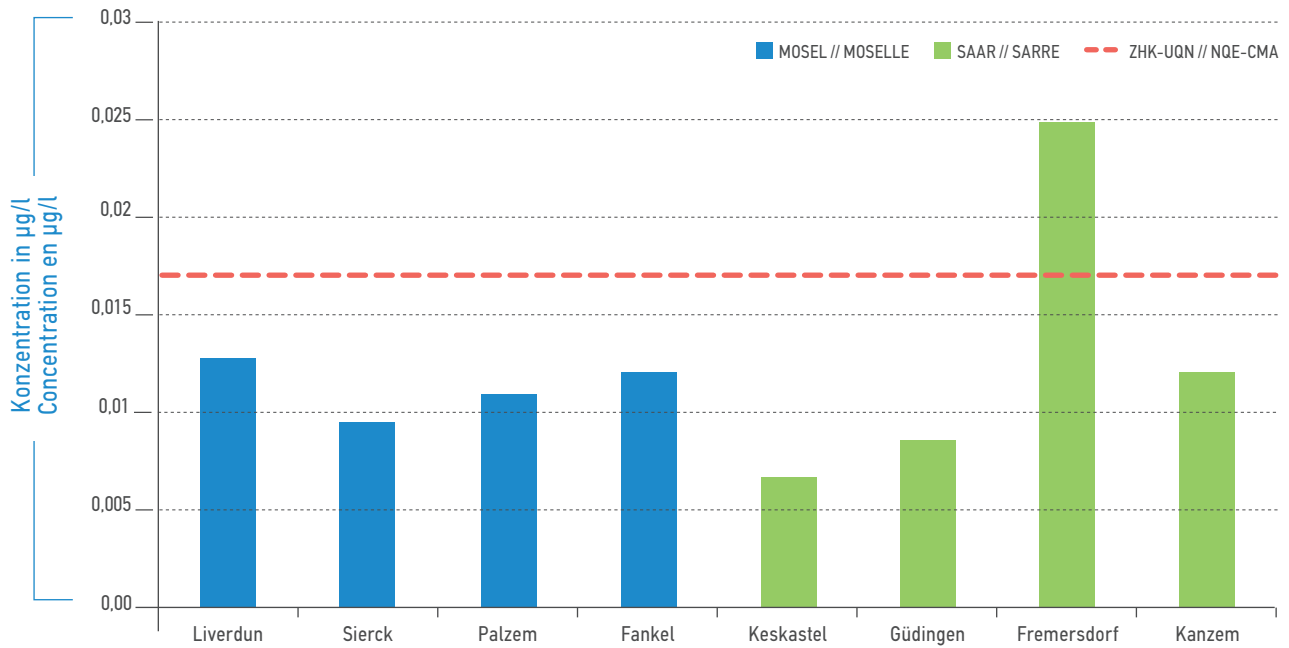


Abb. 27: Festgestellte Höchstkonzentrationen von Benzo[k]fluoranthen in Mosel und Saar 2015 im Vergleich zur Umweltqualitätsnorm

Fig. 27 : Concentration maximum observée de benzo[k]fluoranthène dans la Moselle et la Sarre en 2015 par rapport à la norme de qualité environnementale

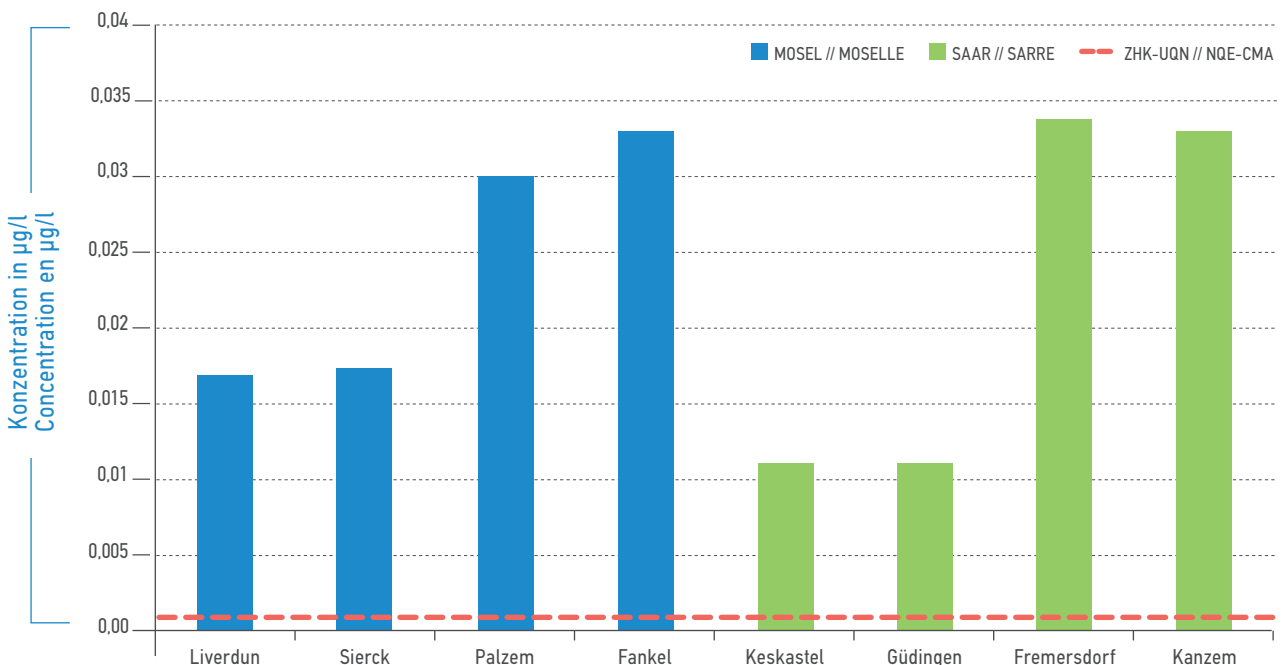


Abb. 28: Festgestellte Höchstkonzentrationen von Benzo[g,h,i]perylen in Mosel und Saar 2015 im Vergleich zur Umweltqualitätsnorm

Fig. 28 : Concentration maximum observée de benzo[g,h,i]pérylène dans la Moselle et la Sarre en 2015 par rapport à la norme de qualité environnementale

So überschreiten die Maximalkonzentrationen von Benzo[*g,h,i*]perylene in Mosel und Saar im Jahr 2015 die ZHK-UQN um mehr als das 10-fache (Güdingen) bzw. um mehr als das 40-fache (in Fremersdorf).

Die ZHK-UQN für Benzo[*b*]fluoranthen wird 2015 an der Hälfte der Untersuchungsstellen an Mosel und Saar überschritten; die Situation ist also besorgniserregend. Die Benzo[*k*]fluoranthen-Konzentrationen schließlich überschreiten die ZHK-UQN im Jahr 2015 nur an der Messstelle Fremersdorf. Diese optimistische Feststellung ist insofern abzuwägen, als die Messwerte an den übrigen Stationen recht nahe beim ZHK-UQN-Höchstwert liegen.

Abgesehen von Anthracen und Naphthalin ist die Belastung von Mosel und Saar 2015 immer noch besorgniserregend hoch, denn an nahezu allen Messstationen werden sehr signifikante Überschreitungen der (akuten oder chronischen) Toxizitätswerte festgestellt.

Diese PAK werden hauptsächlich über die Luft eingetragen und stammen aus vom Menschen verursachten Verbrennungsvorgängen (Heizung, Verbrennungsmotoren, usw.), oder sie werden von bestimmten Industriezweigen eingeleitet. Auch Altlasten sind eine Eintragsquelle. Es liegt daher auf der Hand, dass es ausschließlich mit Mitteln der Gewässerbewirtschaftung nur bedingt möglich oder sogar unmöglich ist, die ubiquitär verbreiteten PAK bis unter die Umweltqualitätsnormen zu reduzieren.

In den nächsten Jahren muss in den Einzugsgebieten von Mosel und Saar eine gemeinsame Strategie entwickelt werden, um das Risiko zu mindern, dass die Umweltziele für diese Parameter nicht eingehalten werden.

En effet, les concentrations maximales observées en 2015 dans la Moselle et la Sarre pour le benzo[*g,h,i*]pérylène dépassent de plus de 10 fois (à Güdingen) jusqu'à plus de 40 fois (à Fremersdorf) la NQE-CMA.

Pour le benzo[*b*]fluoranthène, la NQE-CMA est dépassée en 2015 sur la moitié des stations analysées de la Moselle et de la Sarre, ce qui rend la situation préoccupante. Enfin, pour le benzo[*k*]fluoranthène, on ne constate de dépassement de la NQE-CMA en 2015 qu'à la station de Fremersdorf. Ce constat optimiste doit être pondéré, dans la mesure où les valeurs observées dans les autres stations sont relativement proches de la valeur maximale NQE-CMA.

Mis à part l'anthracène et le naphthalène, la pollution de la Moselle et de la Sarre présente encore en 2015 un niveau de préoccupation important, puisque sur la quasi-totalité des stations analysées, on observe des dépassements très significatifs des valeurs de toxicité (aiguë ou chronique, selon les cas).

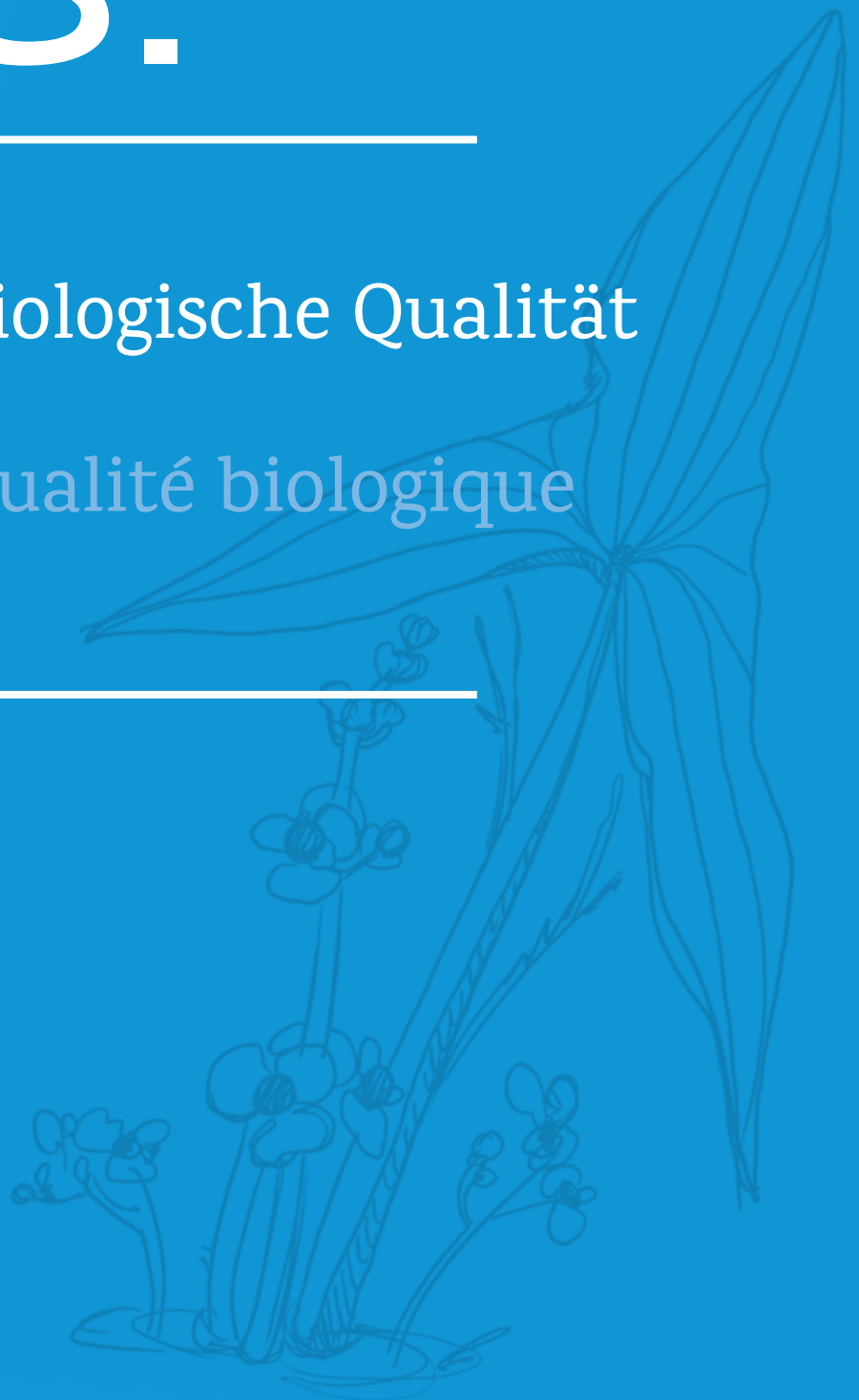
Les apports et rejets de ces HAP sont essentiellement d'origine atmosphérique suite à des phénomènes de combustion anthropique (chauffage, moteurs à explosion, etc...), d'origine industrielle ou historique. Il est donc bien évident que la réduction de ces HAP ubiquistes en deçà de la limite des normes de qualité environnementale par les seuls moyens de la gestion de l'eau n'est possible que de manière limitée voire impossible.

Pour les années à venir, il conviendra d'établir au niveau des bassins de la Moselle et de la Sarre une stratégie commune visant à atténuer le risque de non atteinte des objectifs environnementaux vis-à-vis de ces paramètres.

3.

Biologische Qualität

Qualité biologique



3.1 Plankton

Das Plankton (im Wasser schwebende, meist mikroskopisch kleine Organismen) ist in großen Flüssen ein wesentlicher Bestandteil des Ökosystems. Einzellige Algen, das sogenannte Phytoplankton, stellen hier meistens den Hauptanteil der aquatischen Vegetation. Sie bewirken bei starker Entwicklung die bekannten Eutrophierungserscheinungen als Folge erhöhter Nährstoffkonzentrationen und beeinflussen damit die Wasserqualität.

Das Wachstum des Phytoplanktons wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Wie alle grünen Pflanzen benötigt es Licht und Nährstoffe. Seine Entwicklung im Längsverlauf eines Flusses wird außerdem indirekt durch den Abfluss gesteuert. Niedrige Abflüsse oder Stauhaltungen erhöhen die Aufenthaltszeit des Wassers und somit die Zeit, in der sich das Phytoplankton entwickeln kann, während hohe Abflüsse die Aufenthaltszeiten des Wassers verkürzen und das Plankton aus dem Gewässer spülen. Letzteres gilt in noch stärkerer Weise für das tierische Plankton (Zooplankton), welches sich aufgrund seiner längeren Generationszeit nur in den Unterläufen der Flüsse, in Altwässern oder in stauregulierten Abschnitten zu größeren Mengen entwickeln kann. In den staugeregelten Flüssen Mosel und Saar beeinflusst das Phytoplanktonwachstum den Nährstoffhaushalt und besonders den Sauerstoffhaushalt.

Das Phytoplankton spielt eine wichtige Rolle im Nahrungsnetz. Es wird sowohl von Zooplankton als auch von filtrierenden Organismen am Gewässergrund (Muscheln, insbesondere Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* und Körbchenmuschel *Corbicula fluminea*) aufgenommen. Dabei können, wenn die Zooplanktonkonzentrationen sehr hoch oder die Muschelpopulationen groß sind, erhebliche Mengen Phytoplankton aus der Wassersäule entfernt werden. Auch die Jungfischstadien vieler Arten sind auf planktische Nährtiere angewiesen. Diese sogenannte planktische Primärproduktion ist also eine wesentliche Nahrungsgrundlage für das weitere Nahrungsnetz und damit für höhere Organismen wie Fische.

3.1 Plancton

Dans les grands cours d'eau, le plancton (des organismes de taille le plus souvent microscopique et flottant dans l'eau) constitue une composante essentielle de l'écosystème. Les algues unicellulaires, appelées le phytoplancton, constituent dans la plupart des cas la part essentielle de la végétation aquatique. En cas de prolifération suite à des concentrations de nutriments élevées, ces algues provoquent les phénomènes d'eutrophisation bien connus qui sont la conséquence de concentrations en nutriments élevées et elles influent ainsi sur la qualité de l'eau.

La croissance du phytoplancton dépend de nombreux facteurs : comme toutes les plantes vertes, il a besoin de lumière et de nutriments. Son développement sur le profil longitudinal de la rivière est en outre une fonction indirecte du débit. Des débits faibles ou les retenues augmentent la durée de séjour de l'eau et ainsi le temps au cours duquel le phytoplancton peut se développer, tandis que les débits élevés raccourcissent la durée de séjour de l'eau et emportent le plancton. Cette dernière observation s'applique encore davantage au plancton animal (zooplancton) qui, en raison de sa durée de génération plus longue, ne peut se développer en quantités importantes que sur les cours aval des rivières, dans les anciens bras ou dans les secteurs aménagés. Dans les cours d'eau aménagés de la Moselle et de la Sarre, la croissance du phytoplancton influe sur le bilan des nutriments et surtout sur le bilan en oxygène.

Le phytoplancton joue un rôle important dans la chaîne alimentaire. Il est ingéré tant par le zooplancton que par des filtreurs benthiques (des bivalves, en particulier la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et la palourde asiatique (*Corbicula fluminea*)). Lorsque les concentrations en zooplancton sont très élevées ou que les populations de bivalves sont très importantes, de grandes quantités de phytoplancton peuvent ainsi être éliminées de la colonne d'eau. Les stades juvéniles de nombreuses espèces piscicoles dépendent également de la présence de zooplancton comme nourriture. Cette production primaire planctonique constitue donc une ressource nutritive essentielle pour le reste de la chaîne alimentaire et ainsi pour les organismes supérieurs tels que les poissons.

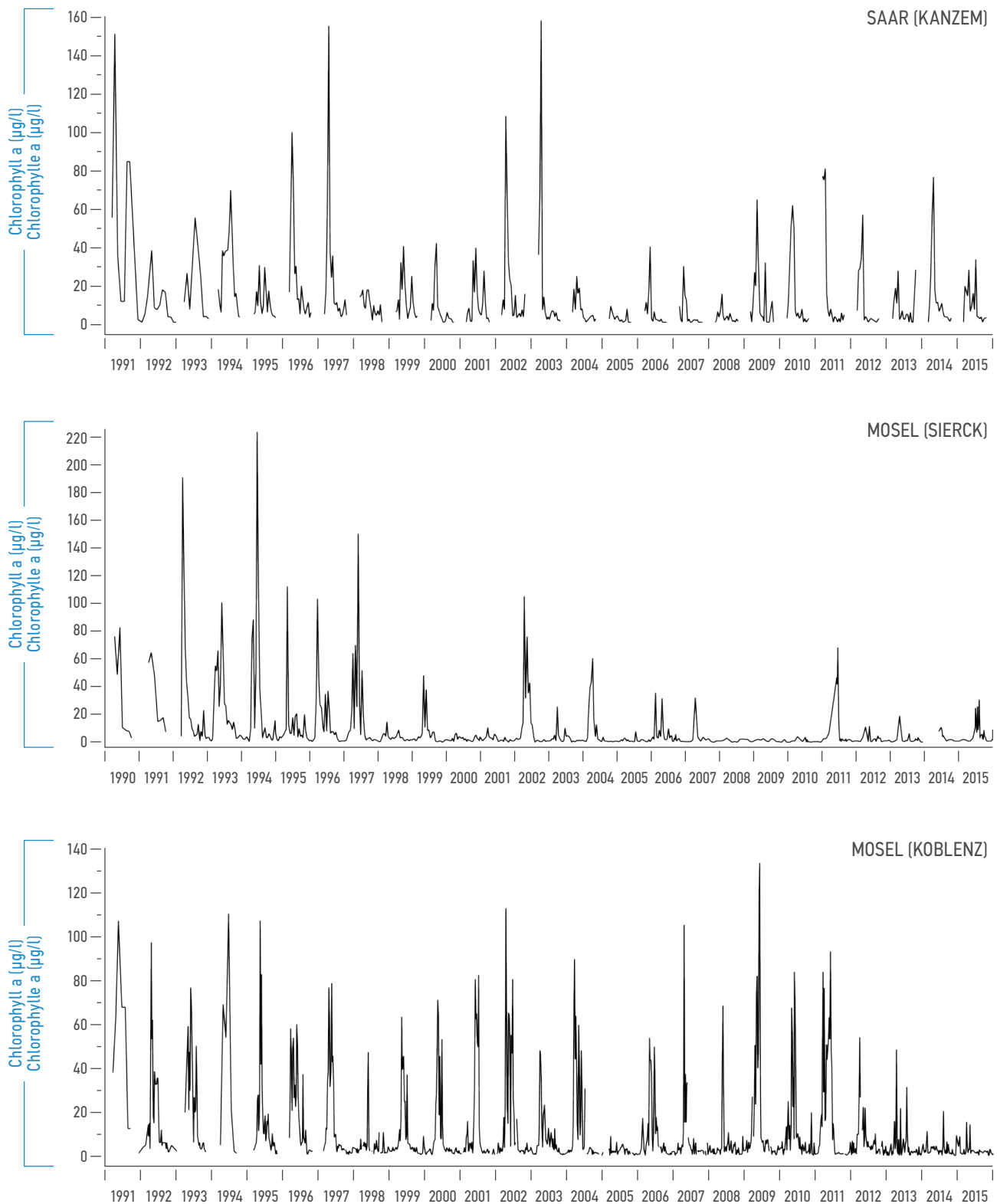


Abb. 29: Zeitliche Entwicklung des Phytoplanktons (gemessen als Chlorophyllkonzentration) an Mosel und Saar
 Oben: Unterlauf der Saar nahe der Mündung in die Mosel (Messstelle Kanzem).
 Mitte: Mittellauf der Mosel nahe der französisch-luxemburgischen Grenze (Messstelle Sierck-les-Bains).
 Unten: Untere Mosel nahe der Mündung in den Rhein (Messstelle Koblenz).

Fig. 29 : Développement du phytoplancton de la Moselle et de la Sarre au fil du temps (mesuré sous forme de concentration en chlorophylle).
 En haut : cours aval de la Sarre à proximité de l'embouchure dans la Moselle (station de mesure de Kanzem).
 Au milieu : cours moyen de la Moselle près de la frontière franco-lux. (station de mesure de Sierck-les-Bains).
 En bas : cours aval de la Moselle à proximité de l'embouchure dans le Rhin (station de mesure de Coblenz).

Das Phytoplankton wird als biologische Qualitätskomponente zur Bewertung der Gewässergüte nach der WRRL genutzt. In die Berechnung des Phytoplanktonindex geht sowohl die Gesamtbiomasse, gemessen als Chlorophyll a (Chla), als auch die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft ein. Die Bewertungsergebnisse für den ökologischen Zustand von Mosel und Saar sind im „Bewirtschaftungsplan 2016-2021 für das internationale Bearbeitungsgebiet Mosel-Saar“¹ erläutert; hier dagegen soll die langjährige Entwicklung des Planktons dieser Gewässer dargestellt werden.

Die Abbildung 29 zeigt die zeitliche Dynamik des Phytoplanktons an drei ausgewählten Messstellen im Einzugsgebiet der Mosel, nämlich im Unterlauf der Saar (Kanzem), am Mittellauf der Mosel nahe der französisch-luxemburgischen Grenze (Sierck-les-Bains) und an der Unteren Mosel bei Koblenz kurz vor der Mündung der Mosel in den Rhein. Zur Beschreibung der Phytoplanktondynamik wird der Chlorophyll a (Chla) Gehalt des Wassers genutzt, der relativ leicht gemessen werden kann und einen guten Anhaltspunkt für die Biomasse der Algen liefert. An allen Messstellen sind erhebliche jahreszeitliche und interannuelle Unterschiede erkennbar. Während im Winter die Biomasse des Phytoplanktons wegen des geringen Lichtangebots sehr gering ist und meist unter $5 \mu\text{g Chla/l}$ liegt, entwickelt sich oft schon im März eine starke „Frühjahrsblüte“ der Algen, die ca. $100 \mu\text{g Chla/l}$ erreichen und gelegentlich sogar deutlich überschreiten kann. Da diese Frühjahrsalgenblüten hauptsächlich aus Kieselalgen (Bacillariophyceen) bestehen, ist das Wasser in dieser Zeit intensiv braun gefärbt. Bereits im Juni sind die Phytoplanktondichten wieder geringer und bleiben über den Sommer meist auf einem relativ niedrigen Niveau. Nur gelegentlich kommt es zu einer weiteren Planktonblüte im Sommer, z.B. zu Beginn der 1990er Jahre an der Saar (Abb. 29, oben).

In den 1990er Jahren wurden an der Messstelle Sierck-les-Bains besonders hohe Phytoplanktonbiomassen festgestellt (Abb. 29, Mitte). Seitdem haben sich dort die Algenmengen verringert und liegen meist auch in der Spitze unter $50 \mu\text{g Chla/l}$. In Koblenz sind die Algenmengen seit etwa 1998 meistens höher als in Sierck-les-Bains, das Phytoplankton wächst also auf der Fließstrecke. Seit 2012 scheint

Le phytoplancton est utilisé en tant qu'élément de qualité biologique aux fins de l'évaluation de la qualité de l'eau selon la DCE. Entrent dans le calcul de l'indice phytoplanctonique tant la biomasse totale mesurée en chlorophylle a (chl_a) que la composition de la biocénose. Les résultats de l'évaluation de l'état écologique de la Moselle et de la Sarre sont décrits dans le « Plan de gestion 2016-2021 pour le secteur de travail international Moselle-Sarre »¹; ici, il s'agit par contre de représenter le développement pluriannuel du plancton de ces cours d'eau.

La figure 29 montre la dynamique dans le temps du phytoplancton sur trois stations situées dans le bassin de la Moselle, à savoir sur le cours aval de la Sarre (Kanzem), sur le cours moyen de la Moselle à proximité de la frontière franco-luxembourgeoise (Sierck-les-Bains) ainsi que sur le cours aval de la Moselle près de Coblenz, juste avant l'embouchure dans le Rhin. Pour décrire la dynamique du phytoplancton, on se base sur la teneur en chlorophylle a (chl_a) dans l'eau; cette teneur est assez facile à mesurer et donne une bonne indication de la biomasse algale. Des différences saisonnières et interannuelles considérables sont perceptibles sur l'ensemble des stations de mesures. Alors que la biomasse phytoplanctonique est très faible (souvent inférieure à $5 \mu\text{g chl}_a/\text{l}$) en hiver en raison de la faible luminosité, un bloom algal printanier se développe souvent dès le mois de mars et peut atteindre $100 \mu\text{g chl}_a/\text{l}$, voire parfois sensiblement plus. Comme ces blooms printaniers sont pour l'essentiel composés de diatomées (bacillariophycées), l'eau est pendant cette période de couleur brune intense. Dès le mois de juin, les densités phytoplanctoniques recommencent à diminuer et se maintiennent pendant l'été à un niveau relativement faible. Une autre floraison algale ne se produit que sporadiquement en été, telle par exemple au début des années 1990 sur la Sarre (fig. 29, en haut).

Au courant des années 1990, les biomasses phytoplanctoniques observées sur la station de mesure de Sierck-les-Bains étaient particulièrement élevées (fig. 29, au milieu). Depuis, les quantités algales ont diminué à cet endroit et même leurs pics restent dans la plupart des cas inférieurs à $50 \mu\text{g chl}_a/\text{l}$. A Coblenz, les quantités algales sont depuis environ 1998 souvent plus élevées qu'à Sierck-les-Bains, c'est-à-dire que le phytoplancton

¹ IKSMS (2015): Bewirtschaftungsplan 2016-2021. Internationales Flussgebietseinheit Rhein. Internationales Bearbeitungsgebiet Mosel-Saar (Teil B). Richtlinie /200/60/EG. Trier

¹ CIPMS (2015): Plan de gestion 2016-2021. District hydrographique international Rhin. Secteur de travail international Moselle-Sarre (partie B). Directive /200/60/CE. Trèves

sich aber auch hier ein Rückgang der Algenbiomassen abzuzeichnen (Abb. 29, unten). An der Saar bei Kanzem unterscheiden sich die Algenkonzentrationen zwischen den Jahren erheblich. Sie sind oft höher als in der Mosel und tragen damit zur Erhöhung der Algenfracht der Mosel bei. Eine Tendenz zur Abnahme ist an der Saar nicht erkennbar. Abflussarme Frühjahre mit längeren sonnigen Abschnitten begünstigen in der Regel eine starke Phytoplanktonentwicklung (z. B. im Jahr 2011), während in abflussreichen Jahren (z.B. im Jahr 2005) die Phytoplanktonblüte ganz ausbleiben kann.

croît d'amont en aval. Depuis 2012, il semble se dessiner une réduction de la biomasse algale (fig. 29, en bas). Sur la Sarre à Kanzem, les concentrations algales varient considérablement d'une année à l'autre. Elles sont souvent plus élevées que sur la Moselle et contribuent ainsi à augmenter le flux algal dans la Moselle. Aucune tendance à la baisse n'est observable sur la Sarre. Les printemps caractérisés par une faible hydraulicité et par des périodes ensoleillées prolongées favorisent en règle générale un fort développement phytoplanktonique, alors que la floraison phytoplanktonique peut complètement être absente pendant les années à fort débit (p. ex. en 2005).

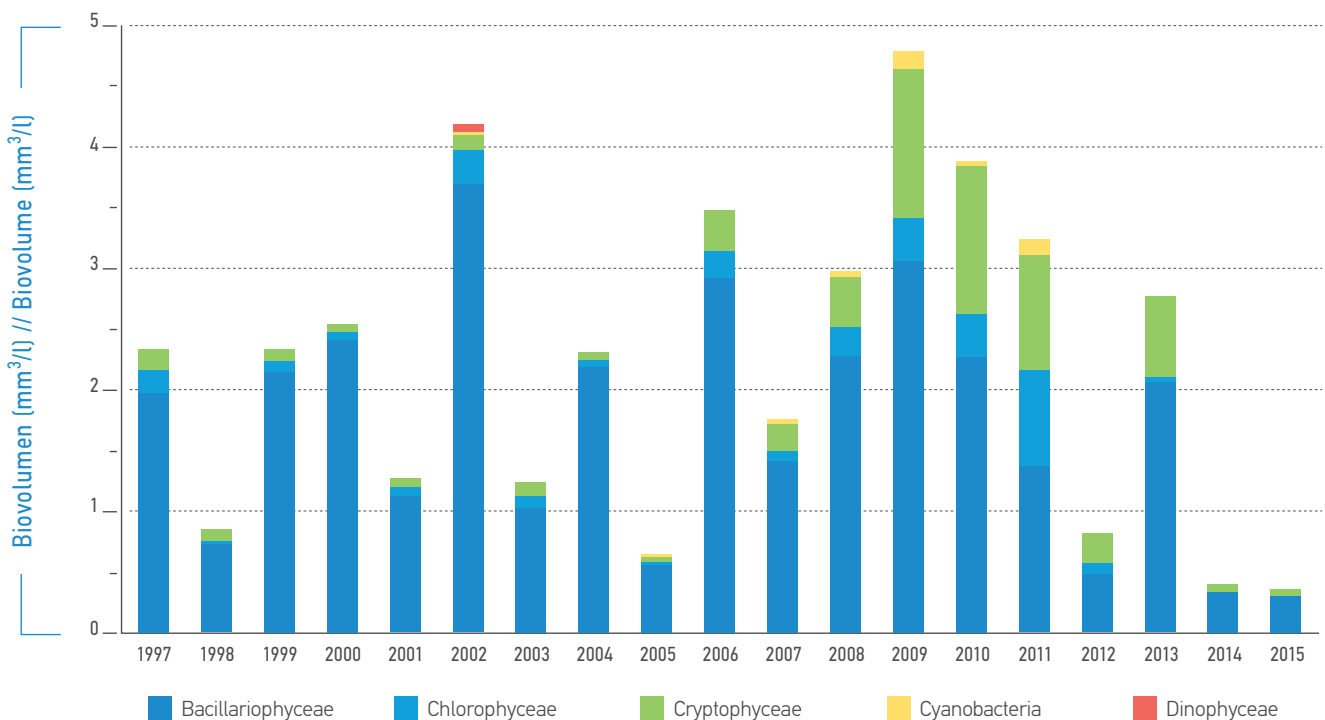


Abb. 30: Jährliche Mittelwerte (März – Oktober) der Biovolumina des Phytoplanktons in der Mosel, Messstelle Koblenz
Fig. 30 : Moyennes annuelles (mars à octobre) des biovolumes phytoplanktoniques dans la Moselle, station de mesure de Coblenz)

Abbildung 30 zeigt beispielhaft die Zusammensetzung des Phytoplanktons aus verschiedenen Gruppen. Die Kieselalgen (Bacillariophyceae) stellen in Flüssen meist die auf Biomasse (gemessen als Biovolumen) und Individuenzahl bezogen größte Gruppe. An der Mosel betrug ihr Anteil an der Biomasse bis 2007 immer mehr als 80 % und ging seitdem auf unter 50 % im Jahr 2011 zurück. Die zweithäufigste Gruppe bezogen auf die Biomasse sind seitdem die Kryptomonaden (Cryptophyceae), kleine pflanzliche Einzeller, die mit zwei Geißeln ausgestattet sind und sich damit bewegen können.

La figure 30 montre à titre d'exemple la composition phytoplanktonique de différents groupes. Dans les rivières, les diatomées (bacillariophycées) constituent dans la plupart des cas le groupe le plus important en termes de biomasse (mesurée en tant que biovolume) et en termes de nombre d'individus. Sur la Moselle, jusqu'en 2007, elles ont toujours contribué à la biomasse à plus de 80 % ; depuis, ce pourcentage a diminué pour atteindre moins de 50 % en 2011. Le second rang en termes de biomasse est occupé depuis par les cryptomonades (cryptophycées), de petites plantes unicellulaires dotées de deux flagelles qui leur permettent de se déplacer.

Das Zooplankton wird in der Regel von Rädertierchen (Rotifera) dominiert (Abb. 31). Es entwickelt eine starke zeitliche Dynamik und tritt meist zeitgleich mit der Frühlingsalgenblüte auf. Dies ist beispielhaft in Abbildung 32 für die Rädertierchen gezeigt. Unter günstigen Bedingungen können sich diese Planktonorganismen sehr schnell durch ungeschlechtliche Fortpflanzung vermehren. An der Messstelle Koblenz traten mehrfach im Frühjahr Abundanzen von über 1000 Rädertierchen pro Liter auf, das Maximum lag bei 5100 Rädertierchen/l im

Le zooplancton est généralement dominé par les rotifères (fig. 31). Sa dynamique dans le temps est forte, et sa présence est simultanée avec le bloom algal printanier. La figure 32 illustre cela à l'exemple des rotifères. Lorsque les conditions sont favorables, ces organismes planctoniques peuvent très rapidement se reproduire de manière asexuée. Au droit de la station de mesure de Coblenz, on a constaté à plusieurs reprises au printemps des abondances supérieures à 1000 rotifères par litre, le maximum étant de 5100 rotifères/l en juin 2002 et début mai 2007. D'autre part, hors période printa-

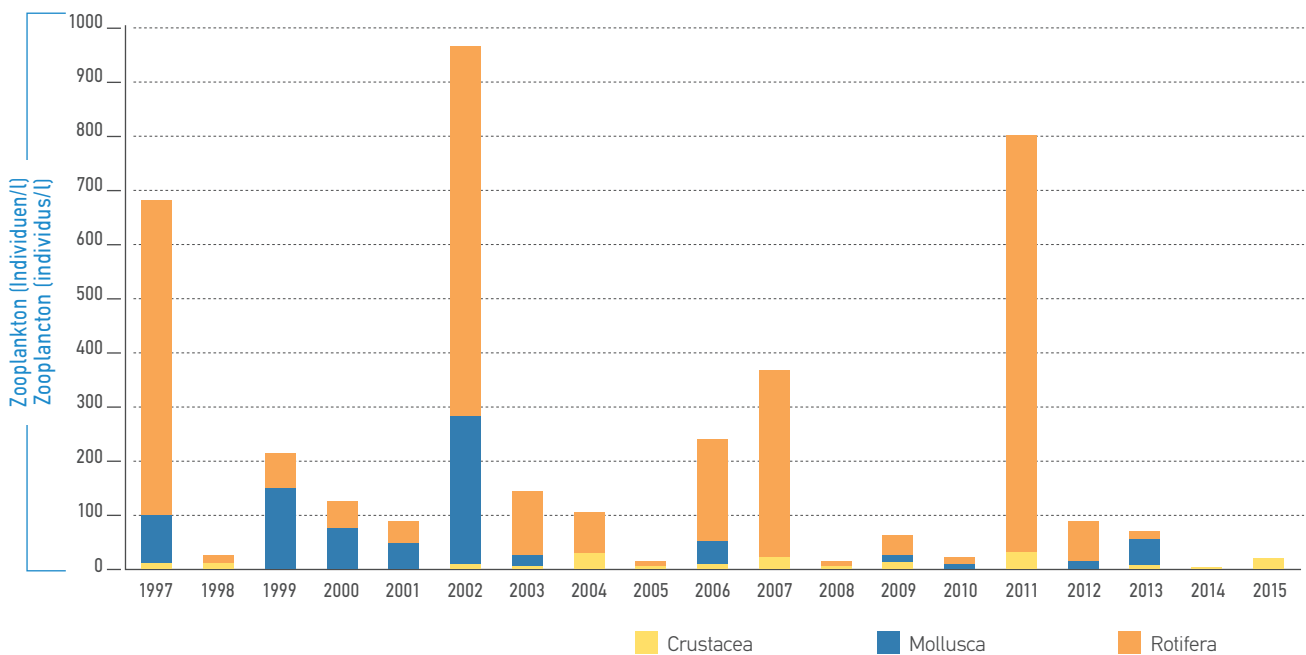


Abb. 31: Jährliche mittlere Individuenzahlen (März - Oktober) des Zooplanktons in der Mosel, Messstelle Koblenz

Fig. 31 : Nombres d'individus moyens annuels (mars à octobre) du zooplancton dans la Moselle, station de mesure de Coblenz

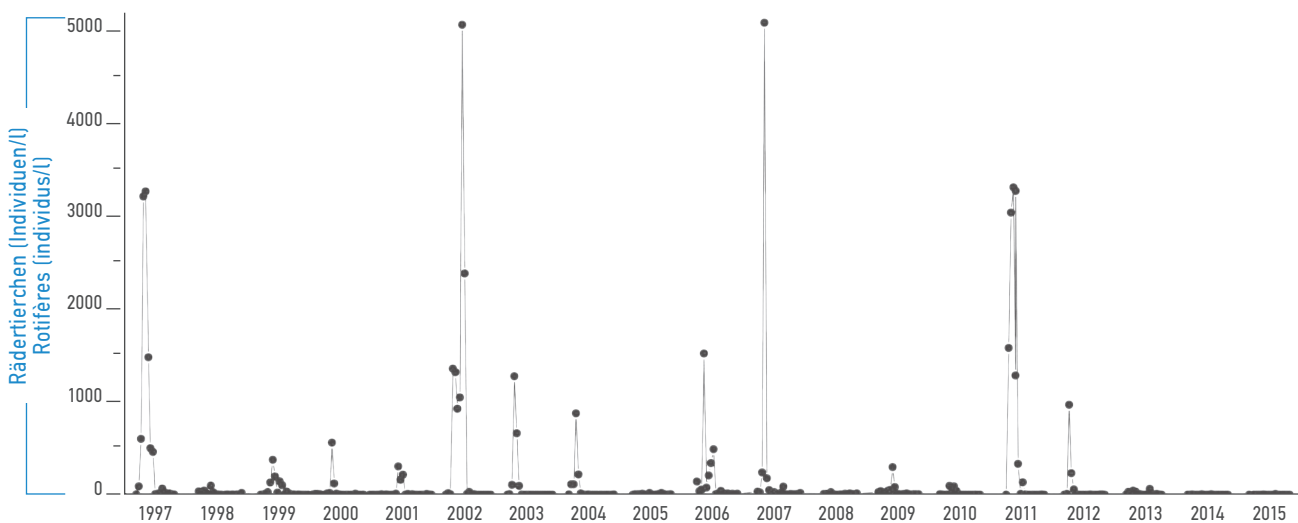


Abb. 32: Zeitliche Dynamik der Rädertierchen (Rotifera) in der Mosel, Messstelle Koblenz

Fig. 32 : Dynamique temporelle des rotifères dans la Moselle, station de mesure de Coblenz

Juni 2002 und Anfang Mai 2007. Andererseits findet man häufig über längere Zeiträume außerhalb des Frühjahrs nur sehr geringe Häufigkeiten. Weiterhin waren, vor allem im Zeitraum 1997 bis 2002, die planktischen Larven der Dreikantmuscheln häufig, sogenannte Veliger-Larven. Sie treten ebenfalls im Frühjahr und Frühsommer auf. Es wurden bis zu 1000 Veliger-Larven pro Liter festgestellt. Das Crustaceenplankton (Krebstiere) erreichte meist nur geringe Häufigkeiten, die maximale Anzahl lag bei 500 Individuen/l und bestand dann vor allem aus Copepoden (Hüpfertieren).

Das Zooplankton kann bei hohen Abundanz einen erheblichen Fraßdruck auf das Phytoplankton ausüben. Neben dem Fraßdruck durch Muscheln ist dies wahrscheinlich eine der Ursachen für den regelmäßigen Zusammenbruch der Frühjahrsplanktonblüte (vgl. Abb. 32).

Datenreihen wie die hier gezeigten bieten die Möglichkeit, die Entwicklungstrends zu verfolgen und den Erfolg von Managementmaßnahmen zu dokumentieren. Insgesamt hat die Tendenz zu Algenblüten in der Mosel über den beobachteten Zeitraum nachgelassen. Diese positive Entwicklung wurde zunächst an der Messstelle Sierck-les-Bains nachgewiesen. Sie könnte sowohl auf die Verminderung von Nährstoffeinträgen als auch auf die Einwanderung exotischer Muschelarten zurückgeführt werden, die für ihre Ernährung die Planktonalgen aus dem Wasser filtrieren. Ob sich dieser Trend auch an der Messstelle Koblenz fortsetzt und dauerhaft bestehen bleibt, kann aus den bisher vorliegenden Daten noch nicht abgeleitet werden.

nière, les abondances sont souvent très faibles sur des plages de temps prolongées. Par ailleurs, les larves planctoniques des moules zébrées (appelées larves véligères) étaient abondantes, notamment entre 1997 et 2002. Ces larves apparaissent également au printemps et en début d'été. Jusqu'à 1000 larves véligères par litre ont été constatées. Les abondances des crustacés planctoniques étaient le plus souvent faibles, avec un nombre d'individus maximal de 500 individus/l et les crustacés planctoniques étaient pour l'essentiel composés de copépodes.

En cas de fortes abondances, le zooplancton peut exercer une pression de prédation considérable sur le phytoplancton. Outre la pression de prédation exercée par les bivalves, ceci compte probablement parmi les causes de l'effondrement régulier de la floraison algale printanière (cf. fig. 32).

Des séries de données telles qu'illustrées ici offrent la possibilité de suivre les tendances de développement et de documenter le succès des mesures de gestion. Dans l'ensemble, la tendance aux blooms algaux dans la Moselle est à la baisse sur la période observée. Ce développement positif a d'abord été détecté à la station de Sierck-les-Bains. Il pourrait être dû à la réduction des apports de nutriments ainsi qu'à l'immigration de bivalves exotiques, qui filtrent les algues planctoniques pour se nourrir. Les données disponibles jusqu'à présent, ne permettent pas encore de voir si cette tendance se poursuit également à l'aval au niveau de la station de Coblenz et persiste de manière durable.

3.2 Diatomeen

Unter den Wasserpflanzen gibt es einzellige, mehrheitlich mikroskopisch kleine Organismen: die Kieselalgen, auch Diatomeen genannt. Einige Arten unter den Diatomeen leben planktisch, d.h. sie schwimmen frei im Wasser und werden mit der Strömung verdriftet. Andere Arten leben benthisch, d.h. sie heften sich auf verschiedene Weise an Wasserpflanzen, Steine oder andere Substrate auf dem Gewässergrund oder an der Wasseroberfläche und bilden dort eine Art Biofilm. Einige benthische Diatomeenarten haben sogar Mechanismen zur Fortbewegung entwickelt.

Die Größe der Diatomeen variiert zwischen zwei Mikrometern und einem Millimeter. Zwar wurden bisher ca. 100.000 Arten identifiziert, es werden aber mithilfe des Elektronenmikroskops mit millionenfacher Vergrößerung fortwährend neue Arten entdeckt. Die Diatomeen bilden außen ein Skelett aus Kieselsäure (SiO_2), eine aus zwei Schalen bestehende Frustel. Aufgrund ihrer je nach Art unterschiedlichen Form und Merkmale können die Frusteln mithilfe eines Mikroskops identifiziert werden.

Das Vorkommen der Diatomeen hängt von Wasser und Licht ab. Man findet sie im Salzwasser genauso wie im Süßwasser, im Regenwasser oder im Porenwasser. Die Fortpflanzung erfolgt in den meisten Fällen asexuell, wodurch sich – bei günstigen Lebensbedingungen – eine umfangreiche Population entwickeln kann. Bei dieser asexuellen Form der Vermehrung wird eine neue Schale für jede alte Schale ausgebildet, die die alte Schale von innen verschließt. Aus einer Mutterzelle entstehen zwei Tochterzellen; es handelt sich also um eine sehr schnelle und effiziente Art der Vermehrung. Es liegt in der Natur dieser Art der Vermehrung, dass die Diatomeen dabei immer kleiner werden. Erreicht diese Größe eine kritische Grenze, erfolgt eine sexuelle Vermehrung zweier Diatomeen, woraus Diatomeen entstehen, die bis zu zehn Mal größer sind als ihre Eltern. Aufgrund ihrer Sensibilität gegenüber der Wasserqualität eignen sich die Diatomeen für deren Bewertung.

Bei der Probenahme in Oberflächengewässern werden die auf harten Oberflächen vorhandenen benthischen Diatomeen mithilfe einer Bürste entnommen.

3.2 Diatomées

Parmi la flore aquatique figurent des organismes unicellulaires qui sont pour la plupart microscopiques : les petites algues appelées diatomées. Certaines espèces parmi les diatomées vivent de manière planctonique, ce qui signifie qu'elles nagent librement dans l'eau et sont entraînées par les courants. D'autres espèces ont un mode de vie benthique : elles s'agrippent alors de différentes manières aux plantes aquatiques et aux cailloux ou autres substrats au fond des cours d'eau ou à la surface et y forment une sorte de biofilm. Certaines espèces de diatomées benthiques ont même développé des mécanismes qui leur permettent de se déplacer.

La taille des diatomées varie de deux micromètres à un millimètre. A ce jour, environ 100.000 espèces ont été identifiées, mais le microscope électronique permettant des grossissements jusqu'à des millions de fois permet de définir régulièrement de nouvelles espèces. Les diatomées forment une enveloppe externe en silice (SiO_2), appelée frustule, qui est composée de deux valves. Suivant les espèces, ces frustules varient au niveau de la forme et des caractéristiques ce qui permet leur identification à l'aide de la microscopie.

Les diatomées sont présentes là où elles trouvent de l'eau et de la lumière. Elles se retrouvent dans les eaux de mer comme dans les eaux douces, dans la pluie comme dans l'eau interstitielle. Leur reproduction est pour la plupart du temps asexuée, ce qui leur permet de développer une population importante si les conditions de vie leur sont favorables. Cette forme de reproduction asexuée permet de générer une nouvelle valve pour chaque ancienne valve qui referme de l'intérieur chacune des anciennes valves. Une cellule mère va donner deux cellules filles ce qui représente un mode de reproduction très rapide et efficace. Ce mode de reproduction génère, de par son mécanisme, des diatomées de taille de plus en plus réduite. Si cette taille arrive à un seuil critique, les diatomées se reproduisent sexuellement entre deux diatomées générant des diatomées de taille jusqu'à dix fois plus grande que leurs parents. Etant sensibles à la qualité de l'eau, les diatomées se prêtent à son évaluation.

Lors du prélèvement des échantillons dans les eaux de surface, les diatomées benthiques présentes sur des substrats durs sont prélevées à l'aide d'une brosse. En

Ist kein Hartsubstrat vorhanden, können submerse Makrophyten, auf denen sich Diatomeen festgesetzt haben, eingeweicht oder abgeschabt werden. Im Labor werden die Proben mit starken Oxidationsmitteln gereinigt, um die Bestimmung von Art und Anzahl der Diatomeen unter dem Mikroskop vorzubereiten. Mit dieser Methode kann die organische Materie zerstört und die Kieselsäureschale extrahiert werden, wodurch es möglich wird, die Arten zu bestimmen. In Abhängigkeit von den in der Probe vorhandenen Arten und ihrer relativen Abundanz kann ein (metrischer) Gewässergüteindex bestimmt werden.

Alle Diatomeenarten haben je nach Umweltbedingungen wie Nährstoff- und Säuregehalt oder organische Belastung usw. unterschiedliche Toleranzgrenzen und Überlebensoptima. Verschmutzte Gewässer sind durch das Vorhandensein schadstofftoleranter Arten im Wasser gekennzeichnet. Andere Diatomeenarten sind sehr intolerant und kommen nur in sauberen Gewässern vor. Wieder andere Arten sind ubiquitär und entwickeln sich in fast allen Oberflächengewässern. Aufgrund ihrer Abhängigkeit von Faktoren wie Lichtmangel, organische Verunreinigung, Säuregehalt, Temperatur, Salzgehalt und Nährstoffanreicherung können die Diatomeen zur Bewertung vielfältiger Belastungen der Oberflächengewässer herangezogen werden. Die Reaktion der Diatomeenpopulation auf diese Belastungen äußert sich in dem in den Proben vorhandenen Artenspektrum.

Der Lebenszyklus der Diatomeen ist relativ kurz. So lebt eine Generation zwischen einem und mehreren Tagen, was dazu führt, dass das Artenspektrum der Diatomeen innerhalb von zwei Wochen auf Veränderungen der Umwelt reagieren kann und so die kurzfristige Entwicklung der Qualität der Oberflächengewässer widerspiegelt.

Die WRRL erkennt die Diatomeen in Form von Phytobenthos als einen der wichtigsten biologischen Parameter unter den Wasserpflanzen an, der in Oberflächengewässern zu analysieren ist. Der Status eines Bioindikators wurde ihnen bereits Anfang des 20. Jahrhunderts zuerkannt.

Die Mitgliedstaaten der IKSMS verwenden verschiedene Güteindizes zur Bewertung der Diatomeen. Frankreich verwendet einen biologischen Diatomeenindex (IBD NF T 90-354, AFNOR 2007), in Luxemburg kommt ein spezieller Index der Verschmut-

l'absence de substrats durs, les macrophytes submergées, sur lesquelles se sont fixées des diatomées, peuvent être prélevées par trempage ou par grattage. Au laboratoire, les échantillons sont purifiés à l'aide d'oxydants puissants pour préparer les diatomées en vue de leur identification et de leur dénombrement au microscope. Cette manipulation permet de détruire toutes les matières organiques et d'extraire les valves en silice qui permettent l'identification des espèces. En fonction des espèces présentes dans l'échantillon et en fonction de leur abondance relative, un indice de qualité de l'eau (métrique) peut être déterminé.

Toutes les espèces de diatomées présentent des limites de tolérance et des optima de survie différents en fonction des conditions environnementales telles les nutriments, l'acidité ou la pollution organique par exemple. Les eaux polluées sont caractérisées par la présence d'espèces tolérantes aux polluants. D'autres espèces de diatomées sont très intolérantes et ne se retrouveront que dans des eaux propres. D'autres espèces encore sont ubiquistes et se développent dans presque toutes les eaux de surface. Les diatomées peuvent être utilisées pour évaluer différents types de pollution des rivières du fait de leur sensibilité au manque de lumière, à la pollution organique, à l'acidification, à la température, à la salinisation et à l'enrichissement en nutriments. La réponse de la population des diatomées à ces pressions s'exprime par un cortège d'espèces présentes dans les échantillons de diatomées.

Le cycle de vie des diatomées est relativement court. Une génération vit un à quelques jours, ce qui entraîne que le cortège des espèces de diatomées peut réagir à des changements du milieu en l'espace de deux semaines et reflète ainsi l'évolution de la qualité de l'eau de surface à court terme.

La DCE reconnaît les diatomées via le phytobenthos comme l'un des paramètres biologiques les plus importants parmi la flore aquatique à analyser dans les eaux de surface. Ce statut de bioindicateur leur a été reconnu depuis le début du 20^e siècle.

Les Etats membres des CIPMS utilisent des indices de qualité différents pour l'évaluation des diatomées. La France applique l'indice biologique de diatomées (IBD NF T 90-354, AFNOR 2007), le Luxembourg applique l'indice de Polluo-sensibilité Spécifique (IPS). Dans les

zungsanfälligkeit (IPS) zum Einsatz. In beiden Fällen erfolgt eine Bewertung auf Grundlage der vorhandenen Diatomeenpopulation. In Deutschland greift man auf den kombinierten PHYLIB-Index (das deutsche Bewertungsverfahren für Makrophyten und Phytobenthos) zurück, der die aquatische Flora einschließlich der Makrophyten berücksichtigt. Dieses Verfahren erlaubt eine Teilbewertung nach der WRRL, die alleine auf dem Vorkommen und der Zusammensetzung der Diatomeen beruht. Diese wird im vorliegenden Kapitel dargestellt (Modul ökologische Qualität auf Grundlage der Referenzarten).

Betrachtet man die auf Grundlage der Diatomeen vorgenommenen Bewertungen der Mosel ab dem Jahr 2007, so ergibt sich eine deutliche Verschlechterung der Wasserqualität im Bereich von Tonnoy. Die Qualität bleibt dort „schlecht“ oder „unbefriedigend“.

Ab Liverdun, wo die Qualität „mäßig“ ausfällt, verbessert sich die Lage in der Mosel ein wenig durch Selbstreinigung. Von 2007 bis 2015 weist der biologische Diatomeenindex in Vandières meist die Qualitätsklasse „mäßig“ auf. In den Jahren 2009 und 2014 ist die Qualität dort allerdings „unbefriedigend“, und 2005 ist sie „gut“. In Sierck schwankt die anhand der Diatomeen bewertete Qualität zwischen „unbefriedigend“ und „mäßig“, wobei eine leichte Tendenz zu einer Stabilisierung des mäßigen Zustands erkennbar wird.

Die deutsch-luxemburgischen und deutschen Gewässerstrecken weisen 2008 die Qualitätsklasse „unbefriedigend“ auf. Ab 2012 wird die gesamte Mosel ab Liverdun mit Ausnahme des Bereichs Palzem/Grevenmacher auf Grundlage der Diatomeen in die Qualitätsklasse „mäßig“ eingestuft.

deux cas, il s'agit d'indices qui font une évaluation sur base de la population de diatomées présentes. L'Allemagne applique l'indice combiné PHYLIB (méthode allemande d'évaluation pour les macrophytes et le phytobenthos) qui prend en considération la flore aquatique incluant les macrophytes. Cette méthode permet une évaluation partielle selon la DCE, basée exclusivement sur la présence et la composition des diatomées. C'est cette évaluation partielle qui fait l'objet du présent chapitre (module de qualité écologique basée sur les espèces de référence).

En observant les évaluations de la Moselle faites sur base des diatomées à partir de l'année 2007, on constate clairement une diminution nette de la qualité de l'eau dans le secteur de Tonnoy. La qualité y reste « mauvaise » ou « médiocre ».

A partir de Liverdun, où la qualité est « moyenne », la situation s'améliore quelque peu par le biais de l'autoépuration. Entre 2007 et 2015, l'indice biologique des diatomées à Vandières est durant l'essentiel du temps « moyen ». En 2009 et en 2014, la qualité y constatée est toutefois « médiocre » et en 2015 elle est « bonne ». A Sierck, la qualité sur base de l'évaluation des diatomées oscille entre « médiocre » et « moyenne » en affichant une légère tendance vers un état moyen stable.

Les tronçons de rivière germano-luxembourgeois et allemands se voient attribuer, en 2008, la classe de qualité « médiocre ». A partir de 2012 et à l'exception du secteur de Palzem/Grevenmacher, la qualité évaluée sur base de diatomées est « moyenne » sur le cours entier de la Moselle à partir de Liverdun.

	2008	2012	2015 (RLP 2012)
Ramonchamp			
Archettes			
Tonnoy			
Liverdun			
Vandières			
Sierck			
Palzem			
Fankel			
Koblenz			

Tab. 4: Entwicklung der Qualität entlang der Mosel 2008 bis 2015, ermittelt anhand der Diatomeen

Tabl. 4 : Evolution de la qualité le long de la Moselle, 2008 à 2015, évaluée sur la base des diatomées

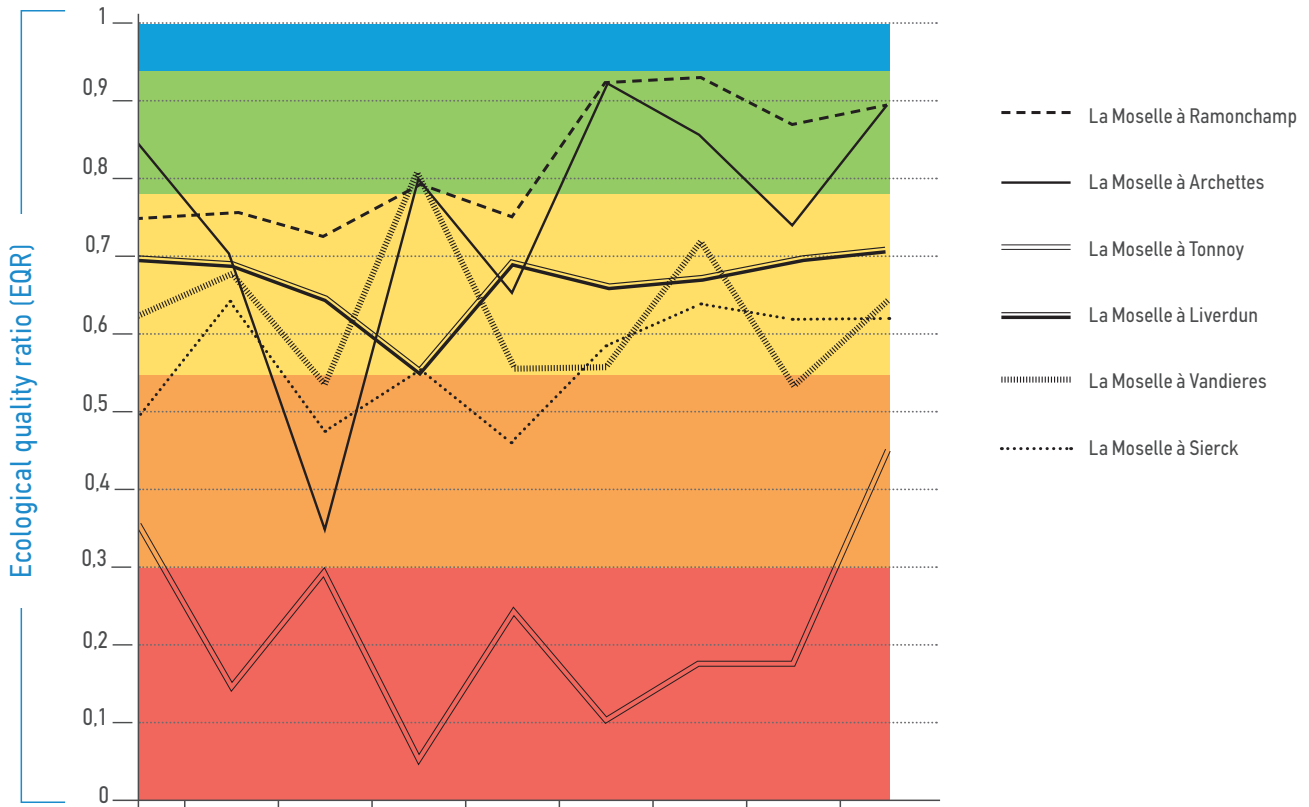


Abb. 33: Entwicklung der Qualität entlang der französischen Moselle von 2007 bis 2015, ermittelt anhand der Diatomeen
 Fig. 33 : Evolution de la qualité le long de la Moselle française entre 2007 et 2015, évaluée sur la base des diatomées

Entlang der Saar schwankt die Qualitätsbewertung auf Grundlage der Diatomeen für die Jahre 2008 und 2015 bzw. 2012 zwischen „mäßig“ und „unbefriedigend“.

Le long de la Sarre, la qualité évaluée sur base de diatomées varie entre 2008 et 2012 voire 2015 entre « moyenne » et « médiocre ».

	2008	2012	2015 (RLP 2012)
Sarraltroff	Orange	Orange	Yellow
Keskastel	Yellow	Yellow	Yellow
Grosbiederstroff	Yellow	Orange	Orange
Güdingen	Yellow	Orange	Orange
Fremersdorf	Yellow	Orange	Orange
Kanzem	Orange	Yellow	Yellow

Tab. 5: Entwicklung der Qualität entlang der Saar 2008 bis 2015, ermittelt anhand der Diatomeen
 Tabl. 5 : Evolution de la qualité le long de la Sarre, 2008 à 2015, évaluée sur la base des diatomées

Nachfolgend einige in der Mosel sehr häufig anzutreffende Diatomeen:

Voici quelques diatomées très communes dans la Moselle :

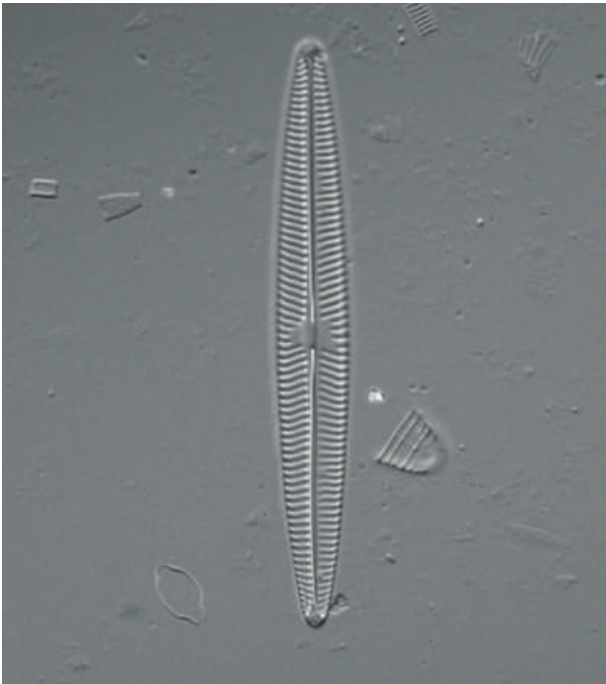


Foto / photo 1 : *Navicula tripunctata*
(Foto / photo : Laboratoire d'Hydrobiologie, DREAL Grand Est)



Foto / photo 2 : *Nitzschia amphibia*
(Foto / photo : Laboratoire d'Hydrobiologie, DREAL Grand Est)



3.3 Makrozoobenthos

Die aquatischen Wirbellosen sind durch eine Reihe artenreicher Tiergruppen vertreten, die an das Ökosystem Gewässer besonders angepasst sind. Wirbellose ernähren sich überwiegend von pflanzlicher Nahrung wie Algen, Abbauprodukten von Wasserpflanzen sowie von Falllaub, das in die Gewässer eingetragen wird. Ein kleinerer Teil der Wirbellosen ernährt sich räuberisch oder ist Allesfresser. Die Gesamtheit der aquatischen Wirbellosen, das Makrozoobenthos, vermittelt in der Nahrungskette quasi zwischen „Produzenten“ (Pflanzen/Algen) und den „Konsumenten“ wie insbesondere den Fischen. Unter den Wirbellosen befinden sich sowohl dauerhafte Gewässerbewohner wie Muscheln, Schnecken, Würmer und Kleinkrebse als auch eine Vielzahl an Insektenordnungen, bei denen lediglich die larvale Entwicklung im Gewässer erfolgt.

Das Makrozoobenthos wird seit vielen Jahrzehnten als zuverlässiger Indikator der Gewässerqualität untersucht. Früher fokussierte man sich auf die organische Belastung und ihre Auswirkung auf den Sauerstoffhaushalt. Aufgrund der Wasserrahmenrichtlinie wird das Makrozoobenthos seit rund 10 Jahren mittels weiterentwickelter Bewertungsverfahren zusätzlich auch zur Bewertung des ökologischen Gewässerzustandes bzw. des ökologischen Potenzials herangezogen. Die Wirbellosen haben damit eine zentrale Bedeutung im wasserwirtschaftlichen Biomonitoring europäischer Fließgewässer.

Der Oberlauf der Mosel wird durch die beiden französischen Probestellen Ramonchamp und Archettes repräsentiert. Das Makrozoobenthos ist in diesen Fließabschnitten noch durch hohe Individuenanteile von artenreichen, fließgewässertypischen Insektengruppen geprägt. So stellen die Gruppe der Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen, Wasserkäfer und Libellen (*Ephemeroptera* – Eintagsfliegen, *Plecoptera* – Steinfliegen, *Trichoptera* – Köcherfliegen, *Coleoptera* – Wasserkäfer, *Odonata* – Libellen: **EPTCO-Insekten**) in diesem Abschnitt zwischen 45 % und 50 % der insgesamt nachgewiesenen benthischen Individuen.

Die EPTCO-Insekten umfassen überwiegend die den Gewässertyp besonders gut repräsentierenden Arten, die wertgebend für die ökologische Gewässer-

3.3 Macrozoobenthos

Les invertébrés aquatiques sont représentés par une série de groupes faunistiques riches en espèces particulièrement adaptées à l'écosystème aquatique. Les invertébrés se nourrissent majoritairement de plantes telles que les algues, de produits de dégradation des hydrophytes et de feuilles mortes apportées dans les cours d'eau. Une fraction plus petite des invertébrés sont des prédateurs ou des omnivores. Dans la chaîne alimentaire, la totalité des invertébrés aquatiques, appelée le macrozoobenthos, sert quasiment d'entremetteur entre les « producteurs » (plantes/algues) et les « consommateurs » tels que notamment les poissons. Parmi les invertébrés, l'on trouve non seulement des organismes sédentaires tels que les bivalves, les gastéropodes, les vers et les petits crustacés, mais aussi une multitude d'ordres d'insectes dont, pour beaucoup d'entre eux, seul le développement larvaire se fait dans le milieu aquatique.

Considéré comme un indicateur fiable de la qualité des eaux, le macrozoobenthos est analysé depuis de nombreuses décennies. Autrefois, l'accent était mis sur les pressions organiques et leurs incidences sur le bilan d'oxygène. Sur la base de la directive-cadre européenne sur l'eau, le macrozoobenthos sert en outre depuis une dizaine d'années à évaluer l'état ou le potentiel écologiques des milieux aquatiques ; les méthodes d'évaluation ayant été développées en ce sens. Les invertébrés revêtent ainsi un rôle essentiel dans le suivi biologique des cours d'eau européens.

Le cours amont de la Moselle est représenté par les deux stations françaises de Ramonchamp et Archettes. Sur ces tronçons, le macrozoobenthos est encore caractérisé par des pourcentages élevés d'individus appartenant à des groupes entomologiques riches en espèces et typiques des eaux courantes. Les groupes des éphémères, plécoptères, trichoptères, coléoptères aquatiques et libellules (*Ephemeroptera* – éphémères, *Plecoptera* – plécoptères, *Trichoptera* – trichoptères, *Coleoptera* – coléoptères aquatiques, *Odonata* – libellules : **insectes EPTCO**) représentent ainsi entre 45 % et 50 % de tous les individus benthiques trouvés sur ce tronçon de rivière.

Les insectes EPTCO englobent majoritairement les espèces qui représentent particulièrement bien ce type de cours d'eau et qui améliorent les résultats de l'évalua-

bewertung sind. Hervorzuheben sind u.a. *Ephemerellidae*, *Hydropsychidae*, *Leuctridae*, *Protonemura*, *Rhyacophila* und *Polycentropidae*. Die hohe Taxa- und insbesondere Insektenvielfalt weist auf ein relativ naturnahes und stabiles Fließgewässerökosystem im Oberlauf der Mosel hin.



Foto / photo 3 : *Hydropsyche* sp.
(Foto / photo : AGE Luxembourg)

Neben den EPTCO-Insekten kommen weitere, größtenteils fließgewässerspezifische Insekten wie u.a. Kriebelmücken, aber auch Zuckmücken, die mitunter hohe Besiedlungsdichten in diesem Abschnitt der Mosel erzielen, hinzu. Die Gewässerinsekten erreichen insgesamt daher über 90 % Anteil am Makrozoobenthos des Moseloberlaufes. Relativ geringe Individuenanteile zwischen 3 % und 9 % werden durch andere, autochthone Makrozoobenthos-Organismen wie z.B. Bachflohkrebse (*Gammaridae*), Egel, Wasserschnecken, Muscheln und Oligochaeten eingenommen. An diesen beiden oberen Probestellen der Mosel ist die Artengemeinschaft des Makrozoobenthos noch unbeeinflusst von anthropogen bedingter Einwanderung durch Neozoen.

Mittellauf und beginnender Unterlauf der Mosel werden durch vier weitere französische Probestellen bei Tonnoy, Liverdun, Vandières und Sierck repräsentiert. Die Stelle bei Tonnoy liegt noch oberhalb des schiffbaren Teils der Mosel, der ab Neuves-Maisons in der Nähe der Probestelle Liverdun beginnt.

In Tonnoy nimmt der EPTCO-Insektenanteil auf rund 23 % der Gesamtindividuen ab, der Gesamtinsektenanteil dominiert aber noch mit rund 80 % das Ma-

tion de la qualité écologique des rivières. On soulignera entre autres les *Ephemerellidae*, les *Hydropsychidae*, les *Leuctridae*, les *Protonemura*, les *Rhyacophila* ainsi que les *Polycentropidae*. La grande diversité de taxons, notamment d'insectes, indique que l'écosystème aquatique du cours amont de la Moselle est relativement stable et proche des conditions naturelles.



Foto / photo 4 : *Ephemerellidae*
(Foto / photo : AGE Luxembourg)

Au-delà des insectes EPTCO, l'on y trouve d'autres insectes dont la plupart sont typiques des eaux courantes telles que les simuliés, mais également les chironomides qui atteignent parfois des densités élevées dans ce tronçon de la Moselle. Les insectes aquatiques représentent ainsi dans leur totalité plus de 90 % du macrozoobenthos présent sur la Moselle amont. Les autres organismes macrozoobenthiques et autochtones tels que les gammarides, les sangsues, les gastéropodes aquatiques, les bivalves et les oligochètes occupent des parts relativement faibles, comprises entre 3 et 9 %. Sur ces deux stations amont de la Moselle, la communauté spécifique du macrozoobenthos n'est pas encore impactée par l'immigration anthropogène de néozoaires.

Le cours moyen et le début du cours aval de la Moselle sont représentés par quatre stations de prélèvement françaises situées près de Tonnoy, Liverdun, Vandières et Sierck. La station qui se trouve près de Tonnoy se situe encore à l'amont de la partie navigable de la Moselle qui commence à Neuves-Maisons, à proximité de la station de Liverdun.

A Tonnoy, le pourcentage des insectes EPTCO diminue et atteint environ 23 % du total des individus. Avec 80 %, tous les insectes confondus continuent cependant à pré-

makrozoobenthos, weil insbesondere eine hohe Dichte an Zuckmücken (*Chironomidae*) und Kriebelmücken (*Simuliidae*) in diesem Moselabschnitt aufzufinden war. Das übrige autochthone Makrozoobenthos, u.a. bestehend aus *Oligochaeta*, *Gammaridae*, aber auch *Dugesidae* und Wasserasseln repräsentiert hier nur knapp 8 % aller Wirbellosen-Individuen. Bei Tonnoy treten erstmals im Längsverlauf der Mosel mit einem Anteil von rund 12 % Neozoen auf, überwiegend vertreten durch die Körbchenmuschel *Corbicula* und den Schlickkrebs *Corophium*.

Die im schiffbaren Teil der französischen Mosel liegenden Probenahmestellen Liverdun, Vandières und Sierck weisen eine stark veränderte Zusammensetzung des Makrozoobenthos auf.

Es findet ein deutlicher Wechsel der dominanten Wirbellosen-Gruppen statt. Bedingt durch beschleunigten Transport und Verbreitung durch die internationale Schifffahrt dominieren hier die Neozoen mit wechselnden Individuenanteilen von rund 50 % – 77 % das Makrozoobenthos.

Dabei sind die Neozoen in typischer Weise nur durch eine kleine Taxazahl – diese allerdings mit dominanter Individuenentwicklung – vertreten. Die häufigsten Neozoen mit Neigung zur Massenentwicklung in der französischen Mosel sind unter den Krebstieren: *Corophium*, *Dikerogammarus* und *Jaera*. Unter den Muscheln sind *Dreissena*, *Corbicula* und *Potamopyrgus* die dominanten Neozootaxa.

Andere Neozoa wie die Schwebegarnele *Limnomysis* und der Süßwasser-Borstenwurm *Hypania* kommen



Foto / photo 5 : **Jaera istri**
(Foto / photo : Eiseler)

dominieren das Makrozoobenthos insbesondere aufgrund der sehr hohen Dichte an Chironomiden und Simuliiden in diesem Abschnitt der Mosel. Kompositionell besteht es aus Oligochäten, Gammariden, aber auch Dugesiden und aquatischen Asseln, während der Rest des autochthonen Makrozoobenthos nur etwa 8 % aller Individuen ausmacht. In Tonnoy treten erstmals im Längsverlauf der Mosel mit einem Anteil von ca. 12 % Neozoen auf, die hauptsächlich durch die asiatische Körbchenmuschel *Corbicula* und den Schlammkrebs *Corophium* repräsentiert sind.

Auf den Stationen Liverdun, Vandières und Sierck zeigt sich eine deutliche Veränderung der Makrozoobenthos-Zusammensetzung.

Es kommt zu einem deutlichen Wechsel der dominanten Wirbellosen-Gruppen. Durch den beschleunigten Transport und die Verbreitung durch die internationale Schifffahrt dominieren hier die Neozoen mit wechselnden Anteilen von ca. 50 % bis 77 % das Makrozoobenthos.

Typischerweise sind die Neozoen nur durch eine geringe Anzahl von Taxa – diese jedoch mit dominanter Individuenentwicklung – vertreten. Die häufigsten Neozoen mit Massenentwicklungstendenz in der französischen Mosel sind unter den Krebstieren *Corophium*, *Dikerogammarus* und *Jaera*. Unter den Muscheln sind *Dreissena*, *Corbicula* und *Potamopyrgus* die dominanten Neozootaxa.

Zusätzlich zu *Limnomysis* und *Hypania* kommen



Foto / photo 6 : **Dreissena**
(Foto / photo : AGE Luxembourg)

zwar regelmäßig vor, bleiben jedoch in ihrer Individuendichte vergleichsweise unauffällig.

Die autochthonen Insektengruppen gehen gleichzeitig sowohl in Taxazahl als auch insbesondere in ihrer Individuendichte ganz erheblich zurück. Bezogen auf die wertgebende EPTCO-Gruppe hält diese einen Anteil von lediglich 0,4 % – 6,1 % an der gesamten Wirbellosen-Lebensgemeinschaft. Die übrigen autochthonen Insekten (*Chironomidae*, *Simuliidae*, *Sisyridae* u.a.) halten mit ihrer Fähigkeit zur Massenentwicklung immerhin noch zwischen 10,4 % – 29 % Individuenanteil.

Die unteren Abschnitte der französischen Mosel sind nach der WRRL als HMWB (erheblich veränderte Wasserkörper – heavily modified waterbodies) eingestuft. Die ökologische Bewertung muss diesen Sachverhalt insbesondere beim Makrozoobenthos berücksichtigen, das stark von morphologischen Veränderungen betroffen ist.

In ihrem weiteren Verlauf bildet die Mosel ein Kondominium zwischen Luxemburg und Deutschland und fließt anschließend durch rheinland-pfälzisches Gebiet. Sie teilt sich auf zwei langgezogene Oberflächenwasserkörper auf. Der Wasserkörper Obere Mosel (km: 206 – 242), der u. a. die Mosel als Grenzfluss zu Luxemburg umfasst, und die Untere Mosel (km: 0 – 206), die den untersten Abschnitt bis zur Mündung in den Rhein bei Koblenz darstellt. Beide Oberflächenwasserkörper sind zur Schifffahrtsstraße ausgebaut, wodurch sie den Status als erheblich veränderte Wasserkörper (HMWB) erhalten haben.

Das Makrozoobenthos im **Fließabschnitt der Mosel zwischen Palzem und Koblenz** wurde zuletzt 2012 intensiv untersucht. Hierbei ergaben sich nur geringe Unterschiede in der Arten- und Taxazusammensetzung beider Wasserkörper.

Die Dominanz einiger Neozoenarten, wie sie in der französischen Mosel festgestellt wird, lässt sich auch im luxemburgisch-deutschen Moselabschnitt beobachten.

Die Neozoa nehmen in beiden Wasserkörpern bis zu 90 % aller Individuen ein. Damit steigert sich der Neozoenanteil im Vergleich zur französischen Mosel nochmals um rund 10 – 30 %. Die zu Massenentwicklung neigenden, dominanten neozoischen Arten des Moselunterlaufs sind: *Dreissena polymorpha* und *D. rostriformis bugensis*, *Corbicula fluminea*, *Chelicorophium curvispinum* und *C. robustum*, *Dikerogammarus haemobaphes* und *D. villosus* sowie *Jaera sarsi*.

régulièrement, mais leur densité d'individus reste relativement discrète.

Les groupes entomologiques autochtones affichent une nette diminution, et ce aussi bien en nombre de taxons qu'en densités d'individus. Le groupe des insectes EPTCO, précieux pour la qualité, n'occupe qu'entre 0,4 et 6,1 % de la communauté totale des invertébrés. Capables de se développer en masse, les autres insectes autochtones (chironomides, simulies, *Sisyridae* et autres) représentent toujours encore entre 10,4 et 29 %.

Le cours aval de la Moselle française est classé comme MEFM (masse d'eau fortement modifiée) au titre de la DCE. Le diagnostic écologique doit tenir compte de cet état de fait, en particulier concernant le macrozoobenthos, fortement impacté par les modifications morphologiques.

La Moselle forme ensuite un condominium entre le Luxembourg et l'Allemagne, puis s'écoule en Rhénanie-Palatinat. Elle est répartie en deux longues masses d'eau de surface : la masse d'eau « Obere Mosel » (km : 206 – 242) qui englobe entre autres le tronçon frontalier avec le Luxembourg et la masse d'eau « Untere Mosel » (km : 0 – 206) qui constitue le tronçon le plus en aval jusqu'à la confluence avec le Rhin à Coblenz. Les deux masses d'eau de surface sont aménagées en voie navigable et ont de ce fait été classées en masses d'eau fortement modifiées (MEFM).

Le macrozoobenthos sur le **tronçon de la Moselle entre Palzem et Coblenz** a pour la dernière fois fait l'objet d'une étude approfondie en 2012. Cette étude n'a fait ressortir que de faibles différences entre ces deux masses d'eau en termes de composition spécifique et taxonomique.

La prédominance de certaines espèces néozoaires telle qu'elle a été constatée sur la Moselle française s'observe également dans la partie germano-luxembourgeoise.

Dans les deux masses d'eau, les néozoaires représentent jusqu'à 90 % de l'ensemble des individus. La part des néozoaires augmente donc une nouvelle fois d'environ 10 à 30 % par rapport à la Moselle française. Sur le cours aval de la Moselle, les espèces néozoaires qui ont tendance à se développer en masses sont les suivantes : *Dreissena polymorpha* et *D. rostriformis bugensis*, *Corbicula fluminea*, *Chelicorophium curvispinum* et *C. robustum*, *Dikerogammarus haemobaphes* et *D. villosus* ainsi que *Jaera sarsi*.

Ein weiterer Amphipode, *Echinogammarus ischnus*, zählt zu den mittelhäufigen Neozoa. Weitere stetig, aber nicht massenhaft vorkommende Neozootaxa sind u. a.: *Potamopyrgus antipodarum*, *Dendrocoelum romanodanubiale*, *Cordylophora caspia* und *Hypania invalida*.

Im Gegensatz dazu ist der Besiedlungsanteil der EPTCO-Insekten auf nur noch 1,3 % (Obere Mosel) bzw. 0,4 % (Untere Mosel) zurückgedrängt.

Lediglich im Bereich der Sauer-Mündung der Oberen Mosel bei Oberbillig ist ein kurzer Moselabschnitt mit höherem EPTCO-Anteil vorhanden. Hier können in geringer Abundanz vermehrt potamontypische Trichopteren und Ephemeropteren nachgewiesen werden: beispielsweise *Brachycentrus subnubilus*, *Ecnomus tenellus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Polycentropus flavomaculatus*, mehrere *Leptoceridae*-Arten, *Caenis luctuosa*, *Serratella ignita* sowie einige wertgebende Insektentaxa mehr, vor allem unter den Köcherfliegen. In den übrigen Fließabschnitten gehen die Nachweise der typspezifischen EPTCO-Insekten jedoch auffällig stark zurück. Darüber hinaus stellen übrige Insekten, insbesondere die Zuckmücken (Chironomidae), noch zwischen 6,3 % und 13 % des Gesamtindividuenanteils.

Mit 4 – 5 % haben die restlichen Vertreter autochthoner Taxa ebenfalls nur einen relativ geringen Anteil an der Gesamtbesiedlung. Diese Gruppe ist zwar artenreich, aber jeweils eher individuenarm vertreten. Hierzu zählen insbesondere Taxa wie *Oligochaeta* (Wenigborster), *Unionidae* (Großmuscheln), *Sphaeriidae* (Kugelmuscheln), *Spongillidae* (Süßwasserschwämme), *Bryozoa* (Moostierchen) und *Hirudinea* (Egel), die mit jeweils mehreren Arten vertreten sind.

Je nach Lokalität und Artenzusammensetzung errechnet sich für die Mosel stellenweise eine erhöhte organische Belastung, da der Saprobienindex in manchen Abschnitten einen „mäßigen“ Zustand nach der WRRL anzeigt. Überwiegend liegt die saprobielle Bewertung jedoch noch im guten Bereich, was auch im Einklang mit der Verbesserung des Sauerstoffhaushaltes der Mosel in den letzten Jahrzehnten steht. Unter Berücksichtigung des HMWB-Status der Mosel wird das ökologische Potenzial in beiden Wasserkörpern bezüglich des Makrozoobenthos mit „unbefriedigend“ bewertet. Hiermit kommt zum Ausdruck, dass mit dem geringen Anteil autochthoner, flusstypischer Arten eine erhebliche Abweichung des für diesen Flusstyp zu erwartenden Be-

Un autre amphipode, *Echinogammarus ischnus*, compte parmi les néozoaires moyennement fréquents. D'autres taxons sont régulièrement présents, mais pas en masses, dont les suivants : *Potamopyrgus antipodarum*, *Dendrocoelum romanodanubiale*, *Cordylophora caspia* et *Hypania invalida*.

Par opposition, la part du peuplement des insectes EPTCO régresse et n'atteint plus que 1,3 % (Obere Mosel), voire 0,4 % (Untere Mosel).

Ce n'est qu'un petit tronçon de la Moselle amont près d'Oberbillig, au niveau du secteur de l'embouchure de la Sûre, qui présente un pourcentage EPTCO plus élevé. On y détecte, en faibles abondances, un nombre plus élevé de trichoptères et d'éphéméroptères typiques du potamon tels que *Brachycentrus subnubilus*, *Ecnomus tenellus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Polycentropus flavomaculatus*, plusieurs espèces de *Leptoceridae*, *Caenis luctuosa*, *Serratella ignita* et quelques autres taxons entomologiques améliorant la qualité, notamment parmi les trichoptères. Mais sur les autres tronçons de rivière, le nombre de détections d'insectes EPTCO caractéristiques des types diminue sensiblement. Les autres insectes et notamment les chironomides représentent encore entre 6,3 et 13 % du nombre d'individus total.

Le pourcentage des représentants d'autres taxons autochtones est également relativement faible avec 4 à 5 %. Ce groupe est présent avec un grand nombre d'espèces mais avec un faible nombre d'individus. En font notamment partie les taxons tels que les oligochètes, *Unionidae* (moules de rivière), *Sphaeriidae*, *Spongillidae* (spongiaires d'eau douce), *Bryozoa* (bryozoaires) et *Hirudinea* (sangues) qui sont tous présents et représentés avec plusieurs espèces.

En fonction de la localité et de la composition spécifique, on détermine par endroits une pollution plus élevée : l'indice des saprobies indique pour certains secteurs un état « moyen » conformément à la DCE. Mais l'évaluation des saprobies reste majoritairement bonne – constat qui correspond également à l'amélioration du bilan d'oxygène de la Moselle au cours des dernières décennies. En tenant compte du statut MEFM de la Moselle, l'évaluation du potentiel écologique des deux masses d'eau débouche sur la classe « médiocre » pour ce qui est du macrozoobenthos. Cette évaluation reflète l'écart considérable que présente le peuplement des invertébrés benthiques par rapport à ce qui serait à attendre pour ce type de cours d'eau – écart qui est dû à la faible part d'espèces autochtones et typiques. La

siedlungsbildes vorliegt. Das Dominieren weniger für Schifffahrtsstraßen typischer, sehr konkurrenzstarker Neozoenarten prägt die Wirbellosen-Besiedlung der Mosel so stark, dass derzeit – trotz Verbesserung der Wasserqualität der Mosel in den zurückliegenden Jahrzehnten – der ökologische Zustand noch entsprechend defizitär ausfällt.

prédominance d'un faible nombre d'espèces néozoaires, typiques des voies navigables et très compétitives, marque le peuplement des invertébrés de la Moselle si fortement que l'état écologique reste encore déficitaire malgré l'amélioration de la qualité des eaux atteinte au cours des dernières décennies.

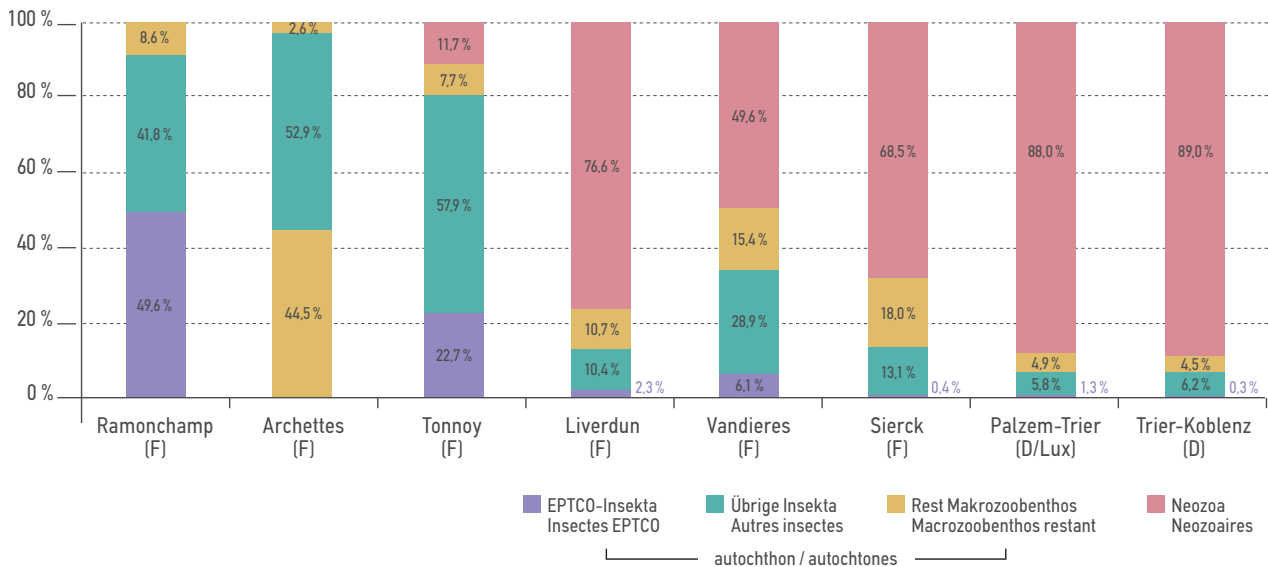


Abb. 34: Besiedlungsanteile autochthoner Wirbellosen-Gruppen und -Neozoa in der MOSEL

Fig. 34 : Répartition des groupes autochtones et des néozoaires dans le peuplement des invertébrés de la MOSELLE

Die erste französische Probestelle der **Saar** bei Turquestein repräsentiert den gefällereichen Oberlauf der Saar in den Vogesen. Hier ist noch eine für ein gefällereiches Mittelgebirgs-Fließgewässer typische Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos vorhanden. Es dominieren die Fließgewässerinsekten mit einem Individuenanteil von insgesamt rund 78 % aller Makroinvertebraten.

Fast die Hälfte (48 %) wird hierbei von den artenreichen Gruppen der EPTCO-Insekten vertreten. Es prägen gewässertypspezifische Arten der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen das Bild. Darunter kommen auch Steinfliegentaxa vor, die hohe Anforderungen an die Struktur und Qualität des Gewässers stellen, wie u.a. Vertreter der *Perlidae* und *Taeniopterygidae*. Es treten kaum Störzeiger einer saprobiellen Belastung oder neozoische Arten auf.

Sarraltroff liegt im **oberen Mittellauf der Saar** und weist im Vergleich zu Turquestein deutliche Rückgänge des Insektenanteils auf. Insbesondere die

Turquestein, la première station française de prélèvement sur la **Sarre**, représente le cours amont à forte pente de la Sarre dans les Vosges. La composition spécifique du macrozoobenthos y est encore typique d'un cours d'eau de moyenne montagne à forte pente. Avec un nombre d'individus d'environ 78 % de tous les macroinvertébrés, les insectes caractéristiques des cours d'eau y prédominent.

Presque la moitié (48 %) de ces insectes appartient aux groupes riches en espèces des insectes EPTCO. Les espèces appartenant aux éphéméroptères, aux plécoptères et aux trichoptères et qui sont représentatives de ce type de cours d'eau caractérisent le peuplement. On y trouve également des taxons de plécoptères très exigeants en termes de morphologie et de qualité, dont entre autres des représentants de *Perlidae* et de *Taeniopterygidae*. Il n'y a que très peu d'indicateurs de perturbation saprobique ou d'espèces néozoaires.

Sarraltroff se situe sur le **cours moyen amont de la Sarre**. La part des insectes y est sensiblement plus faible qu'à Turquestein. La diminution concerne en particulier

EPTCO-Gruppen gehen stark zurück (3,7 % Anteil), die übrigen Insekten, hierunter als dominante Gruppe die Chironomidae, kommen noch auf einen Anteil von 42 %. Das übrige autochthone Makrozoobenthos mit häufigen Taxa wie *Gammaridae*, *Asellidae*, *Erpobdellidae*, *Oligochaeta* und verschiedenen Schnecken und Muscheln nimmt etwas mehr als die Hälfte der Individuen ein. Ein Teil der benannten Artengruppen repräsentiert bereits eine Indikation für erhöhte saprobielle Bedingungen. Neozoa kommen nur selten und als Einzelfunde vor (*Corbicula*, *Dikerogammarus*) und spielen mit 0,1 % der Individuen noch keine Rolle im Gesamtbesiedlungsbild. An der folgenden Saar-Probenahmestelle Keskastel liegt der Anteil der wertgebenden EPTCO-Fließgewässerinsekten mit 16 % wieder deutlich höher und ist relativ artenreich: Häufige Taxa sind u.a. *Baetis*, *Caenis*, *Oulimnius*, *Hydropsyche* sowie *Leptoceridae*. Interessant sind Nachweise epipotamaler Käfer wie *Stenelmis* und *Macronychus*, die auf fließgewässertypische Strukturen angewiesen sind. Die relativ positive EPTCO-Besiedlung wird begleitet von einem Anteil von knapp 44 % der übrigen Insekten (hauptsächlich *Chironomidae*). Durch die zunehmende Anzahl an Verbindungen mit schiffbaren Gewässern besteht bei Keskastel ein Neozoenanteil von gut 9%.

Eine markante Faunenverschiebung erfolgt auf dem folgenden Saarabschnitt bis Grosbliederstroff. Durch die Verbindung mit dem Saarkanal nehmen hier durch die Schifffahrt eingeschleppte Neozoen mit über 85 % der Wirbellosenindividuen ganz klar den Besiedlungsschwerpunkt in der Saar bei Grosbliederstroff ein. Es sind dies im Prinzip die gleichen Neozootaxa, wie sie auch in der schiffbaren Mosel vorkommen. Es dominiert *Corophium*, gefolgt von *Hypania*, *Corbicula* und *Dikerogammarus*. Insekten der EPTCO-Gruppe kommen mit 0,3 % nur ganz am Rande vor, auch die übrigen Insekten (vorwiegend *Chironomidae*) sind nur mit einem Anteil von 3,7 % vertreten. Die übrigen 10 % aller Individuen sind den autochthonen Nicht-Insekten-Wirbellosen vorbehalten; häufigste Taxa sind wiederum *Oligochaeta* und *Gammaridae*, begleitet von u.a. *Ancylus*, *Pisidium*, *Sphaerium*, *Unionidae* und *Asellus*.

Die für große Binnenschiffe vollständig **ausgebaute und staugeregelte Saar** liegt auf überwiegend saarländischem und rheinland-pfälzischem Gebiet zwischen den Fluss-Kilometern 91,3 und 0 (Stauhaltung Güdingen und Mündung in die Mosel). Die Strecke ist in zwei Untersuchungsabschnitte unterteilt

les groupes d'insectes EPTCO (3,7 %), tous les autres insectes confondus (dont les Chironomidae en tant que groupe prédominant) atteignant encore un pourcentage de 42 %. Un peu plus de la moitié des individus appartient aux autres groupes d'invertébrés autochtones. Les taxons les plus fréquents parmi ces groupes sont les *Gammaridae*, *Asellidae*, *Erpobdellidae*, *Oligochaeta* ainsi que différents gastéropodes et bivalves. Parmi ces groupes spécifiques, certains sont déjà indicateurs d'une saprobie élevée. Les néozoaires sont rares : on n'en décele que peu d'individus isolés (*Corbicula*, *Dikerogammarus*) : Avec 0,1 % des individus, ils n'influent pas encore sur l'image globale du peuplement. A la prochaine station de suivi sur la Sarre, Keskastel, la part des insectes EPTCO précieux pour la qualité des cours d'eau est à nouveau sensiblement plus élevée (16 %) et se compose d'un nombre d'espèces relativement élevé : entre autres, les taxons *Baetis*, *Caenis*, *Oulimnius*, *Hydropsyche* et *Leptoceridae* y sont fréquents. A noter la présence de coléoptères de l'épipotamon tels que *Stenelmis* et *Macronychus*, qui dépendent d'une morphologie typique de rivière. Ce peuplement EPTCO relativement satisfaisant s'accompagne d'autres insectes qui occupent une part de près de 44 % (essentiellement des chironomides). En raison des liaisons avec les voies navigables qui s'étendent, il y a plus de 9 % de néozoaires à Keskastel.

Une modification marquée de la modification de la composition faunistique s'opère sur le tronçon suivant de la Sarre jusqu'à Grosbliederstroff. En raison de la liaison avec le canal des houillères de la Sarre, les néozoaires introduits par la navigation constituent avec plus de 85 % des individus la part majeure du peuplement des invertébrés de la Sarre. Il s'agit en principe des mêmes taxons néozoaires que dans la Moselle navigable. On relève une prédominance de *Corophium*, suivi de *Hypania*, *Corbicula* et *Dikerogammarus*. Les insectes appartenant au groupe EPTCO sont très marginaux (0,3 %), et les autres insectes n'atteignent également que 3,7 %. Les 10 % restants de tous les individus sont réservés aux invertébrés non insectes autochtones ; les taxons les plus fréquents sont une nouvelle fois les *Oligochaeta* et *Gammaridae*, accompagnés entre autres de *Ancylus*, *Pisidium*, *Sphaerium*, *Unionidae* et *Asellus*.

La Sarre aménagée en voie navigable à grand gabarit se situe essentiellement sur les territoires sarrois et rhénano-palatin entre les points kilométriques 91,3 et 0 (bief de Güdingen et embouchure dans la Moselle). Cette partie de la rivière est subdivisée en deux tronçons (la limite entre la masse d'eau de surface sarroise et celle

(Grenze des saarländischen zum rheinland-pfälzischen Oberflächenwasserkörper etwa bei km 26, Serrig), die 2012 intensiv beprobt wurden.

Dieser stark anthropogen genutzte Unterlauf der Saar zeigt die typische uniforme Schifffahrtstraßen-Wirbellosenfauna, die vom Dominieren der Neozoen geprägt ist. Ähnlich wie bereits bei Grosbliederstroff liegt sowohl im saarländischen als auch rheinland-pfälzischen Wasserkörper der Saar der Neozoenanteil bei rund 85 % bis knapp 90 %. Das Makrozoobenthos besteht daher in erster Linie aus den wenigen, häufig vorkommenden bekannten Neozoenarten wie: *Chelicorophium curvispinum* und *C. robustum*, *Jaera sarsi*, *Hypania invalida*, *Dreissena polymorpha*, *Dikergammarus villosus* und *Corbicula fluminea*.

Unter den autochthonen Nicht-Insekten der Saar seien das relativ häufige und insbesondere stetige Vorkommen der Schnecken *Viviparus viviparus*, *Bithynia tentaculata*, der Muschel *Sphaerium corneum* sowie des Süßwasserschwamms *Spongilla lacustris* und des Süßwasserpolypen *Hydra* genannt.

Betrachtet man die Gesamtheit aller Teilproben der Wirbellosenuntersuchung im deutschen Saarabschnitt, so ergibt sich ein Gesamtbestand von 148 Arten oder höheren Taxa (2012). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass viele dieser Arten nur einzeln oder selten gefunden wurden, insbesondere wenn es sich um Fließgewässer-Insekten handelt. Die Fraktion der EPTCO-Insekten repräsentiert nur 1,1 % – 1,3 % der Gesamtindividuen in beiden Wasserkörpern. Typische Fließgewässerinsekten konnten noch vermehrt in der Saar oberhalb des schiffbaren Bereichs bei Gündingen gefunden werden. Beispielsweise sind dort noch rheophile flusstypische Arten wie u.a. *Baetis buceratus*, *Serratella ignita*, *Heptagenia sulphurea*, *Aphelocheirus aestivalis*, *Hydropsyche incognita* sowie auch die Flusskahn Schnecke *Theodoxus fluviatilis* und die Muscheln *Sphaerium rivicola* und *S. solidum* nachzuweisen. Ihr Vorkommen zeigt, dass ein gewisses Potenzial für eine günstigere, ökologische Zustandsbewertung in der Saar besteht, sobald die Hydromorphologie dies zulässt. Derzeit liegt das ökologische Potenzial des schiffbaren, deutschen Saar-Unterlaufs in Bezug auf die Qualitätskomponente Makrozoobenthos insgesamt bei „unbefriedigend“.

Der **untere Abschnitt der Sauer** ist im Wesentlichen freifließend. Untersuchungen des Makrozoobenthos finden sowohl auf luxemburgischer als auch deutscher Seite statt, die Probestellen liegen auf der Strecke zwischen

rhénano-palatine se situant environ au PK 26, Serrig) qui ont fait l'objet d'analyses intenses en 2012.

Ce cours aval de la Sarre à usage anthropique intense présente une faune invertébrée uniforme et typique des voies navigables, caractérisée par la prédominance des néozoaires. Tout comme près de Grosbliederstroff, les néozoaires occupent une part comprise entre environ 85 % et près de 90 % du peuplement de macrozoobenthos des masses d'eau sarroise et rhénano-palatine. Les quelques espèces néozoaires connues et fréquemment présentes constituent donc l'essentiel du macrozoobenthos, à savoir les suivantes : *Chelicorophium curvispinum* et *C. robustum*, *Jaera sarsi*, *Hypania invalida*, *Dreissena polymorpha*, *Dikergammarus villosus* et *Corbicula fluminea*.

Parmi les non-insectes autochtones de la Sarre, on peut citer la présence relativement fréquente et notamment continue des gastéropodes *Viviparus viviparus* et *Bithynia tentaculata*, de la bivalve *Sphaerium corneum* ainsi que de l'éponge d'eau douce *Spongilla lacustris* et du polype d'eau douce *Hydra*.

En considérant la totalité des échantillons partiels d'invertébrés prélevés sur la Sarre allemande, on relève un peuplement total de 148 espèces ou taxons supérieurs (2012). Il y a lieu de noter que bon nombre de ces espèces (et en particulier les insectes de rivière) n'ont été détectées qu'une fois ou rarement. Dans les deux masses d'eau, la fraction des insectes EPTCO ne représente qu'entre 1,1 % et 1,3 % du peuplement total. En amont de la partie navigable de la Sarre, près de Gündingen, il était encore possible de trouver des quantités plus importantes d'insectes typiques de rivière. On y relève par exemple encore des espèces rhéophiles typiques de rivière telles que *Baetis buceratus*, *Serratella ignita*, *Heptagenia sulphurea*, *Aphelocheirus aestivalis*, *Hydropsyche incognita* ainsi que la néritine *Theodoxus fluviatilis* et les bivalves *Sphaerium rivicola* et *S. solidum*. Leur présence indique que la Sarre présente un certain potentiel pour une évaluation écologique plus favorable dès que la morphologie le permet. A l'heure actuelle, le potentiel écologique du cours aval et navigable de la Sarre allemande est généralement médiocre en ce qui concerne l'élément de qualité « macrozoobenthos ».

La majeure partie du **cours aval de la Sûre** s'écoule librement. Le macrozoobenthos y est analysé tant sur la rive luxembourgeoise que sur la rive allemande ; les stations de prélèvement se situent entre Wallendorf, Weilerbach et

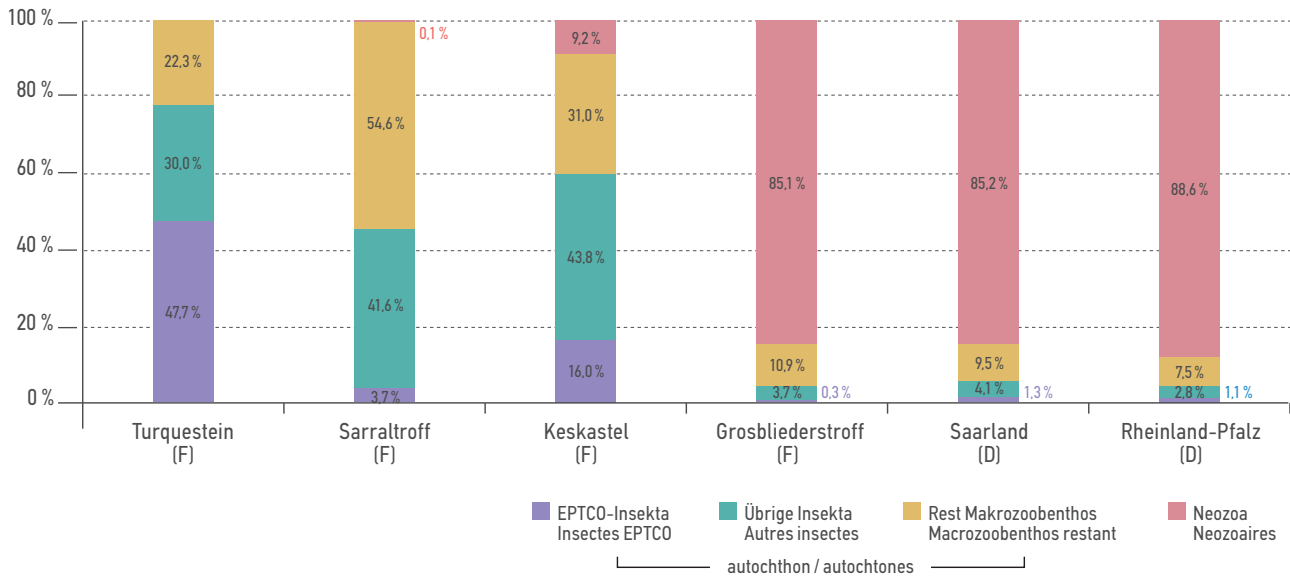


Abb. 35: Besiedlungsanteile autochthoner Wirbellosen-Gruppen und -Neozoa in der SAAR

Fig. 35 : Répartition des groupes autochtones et des néozoaires dans le peuplement des invertébrés de la SARRE

Wallendorf, Weilerbach und Langsur. Die Untersuchungen beider Länder der Jahre 2013-2015 zeigen, dass die Sauer im Vergleich zu Mosel und Saar – wie auch in den Jahrzehnten zuvor – eine artenreichere und deutlich fließgewässertypischere Artenausstattung aufweist. Der ganz überwiegende Anteil der Individuen besteht aus EPTCO-Insekten und anderen Fließgewässerinsekten (insbesondere *Chironomidae*, *Simuliidae*). Hervorzuheben sind Nachweise von potamontypischen Insektenarten wie z.B. *Onychogomphus forcipatus*, *Baetis vardarensis*, *Aphelocheirus aestivalis*, *Perla abdominalis* (nur bei Wallendorf) und *Potamanthus luteus*. Auch die potamontypische Flußkahnschnecke *Theodoxus fluviatilis* ist in der Sauer u.a. bei Langsur zu finden. Saprobienle Störzeiger sind zwar vorhanden, treten jedoch in der Gesamtbiozönose untergeordnet auf, so dass die Gewässergüte in einem guten Bereich liegt. Neben dem vor Jahrzehnten schon eingewanderten Gammariden *Echinogammarus berilloni* tritt als einzige Neozoe die Donauassel *Jaera sarsi* als Einzelfund in der Sauer bei Langsur auf.

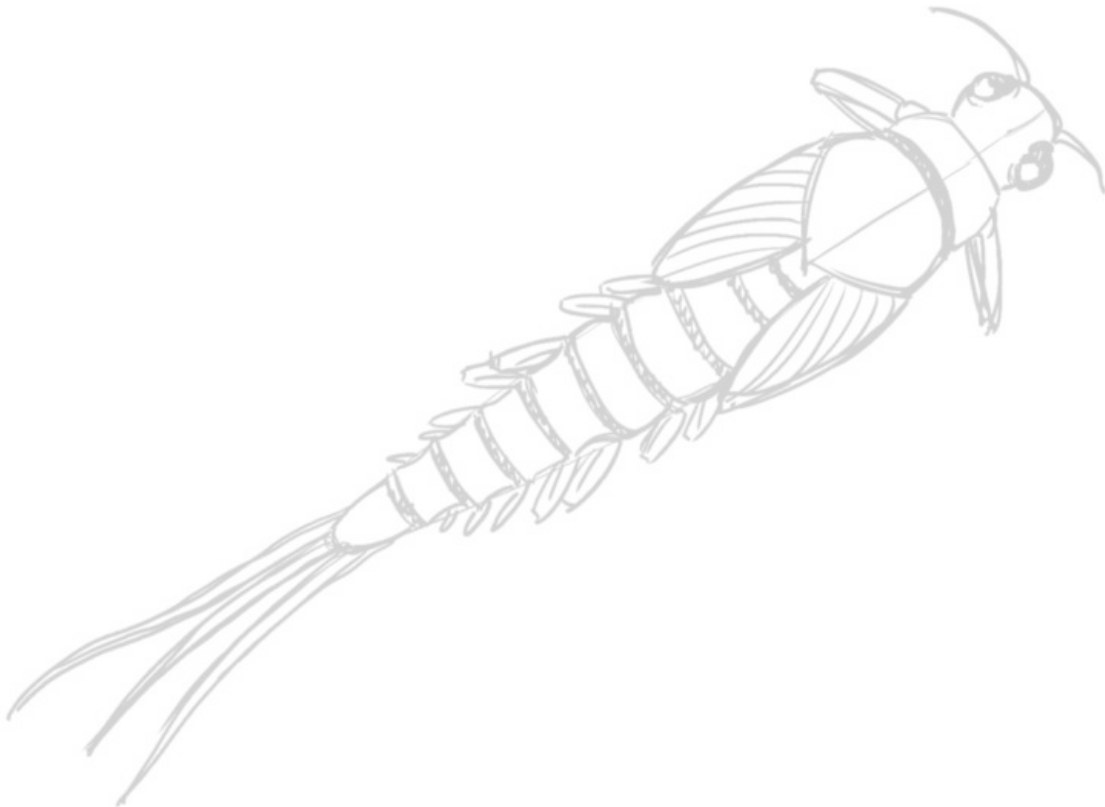
Zurückblickend auf die Entwicklung von Mosel und Saar in ihren schiffbaren Abschnitten lässt sich resümieren: In die Phase einer völlig unzureichenden Wasserqualität, insbesondere in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts, fiel zugleich der Ausbau zur Schifffahrtsstraße. Mit der konsequenten Stauregulierung ging ein Verlust an typischen Fließgewässer-Habitaten von Mosel und Saar einher. Das Zusammenwirken beider Hauptbelastungen – Gewässerverschmutzung und Habitatverlust – war für die

Langsur. Les analyses effectuées par les deux Etats dans les années 2013 à 2015 montrent que – tout comme au cours des décennies précédentes – la composition spécifique de la Sûre est beaucoup plus riche et plus typique des rivières que celle de la Moselle et de la Sarre. La grande majorité des individus sont des insectes EPTCO et d'autres insectes de rivière (dont notamment les chironomides et les simulies). A noter les détections d'espèces d'insectes typiques du potamon telles que *Onychogomphus forcipatus*, *Baetis vardarensis*, *Aphelocheirus aestivalis*, *Perla abdominalis* (uniquement près de Wallendorf) et *Potamanthus luteus*. On trouve également dans la Sûre le Nérite des rivières *Theodoxus fluviatilis*, entre autres près de Langsur. Les indicateurs de perturbation saprobique prennent une part mineure dans la biocénose totale et la qualité des eaux est donc relativement bonne. Le seul néozoaire que l'on a décelé à côté du gammaride *Echinogammarus berilloni*, introduit il a y plusieurs décennies déjà, est l'aselle du Danube, *Jaera sarsi* (exemplaire unique prélevé dans la Sûre près de Langsur).

En rétrospective, l'évolution des tronçons navigables de la Moselle et de la Sarre peut être résumée comme suit : l'aménagement en voie navigable est intervenu au beau milieu d'une période durant laquelle la qualité des eaux était totalement insuffisante, ce qui était notamment le cas dans la deuxième moitié du 20e siècle. La régulation du cours d'eau par une succession de barrages a entraîné une perte d'habitats caractéristiques de la Moselle et de la Sarre. La coïncidence de ces deux pressions principales –

aquatische Fauna einschneidend. Die Artenvielfalt flusstypischer Arten ging damals extrem zurück, es wurde ein Tiefpunkt der ökologischen Situation in der Mosel erreicht. Stellvertretend hierfür steht das Aussterben von anspruchsvollen, flusstypischen Arten wie der Steinfliegenart *Marthamea selysii*, die vor 1958 noch Mosel und Rhein besiedelt hat. In den zurückliegenden vier Jahrzehnten konnte eine teilweise Erholung des Gewässerökosystems durch die sukzessive Etablierung und Verbesserung der Abwasserreinigung erzielt werden. Eine neue Herausforderung für die sich damals bereits regenerierende Artenvielfalt innerhalb der autochthonen Besiedlung der Wirbellosen in der Mosel stellte sich ab etwa den 1990er-Jahren durch die sehr plötzliche Einwanderung mehrerer Arten invasiver Neozoen. Durch den Bau des Rhein-Main-Donaukanals vergrößerte sich das internationale Netz der Binnengewässer-Schiffahrtsstraßen schlagartig und eröffnete vielen Arten aus dem Donauraum neue Verbreitungswege. Mittlerweile hat sich eine deutlich homogenisierte, durch die neozoischen Crustaceen, Muscheln und Schnecken geprägte „Wasserstraßenfauna“ nicht nur in Mosel und Saar, sondern in einem Großteil der Schiffahrtsstraßen Europas eingestellt.

la pollution des eaux et la perte d'habitats – fut cruciale pour la faune aquatique. A l'époque, la diversité des espèces fluviales typiques a chuté de manière dramatique, et la situation écologique de la Moselle était au plus mal. Cela s'est entre autres traduit par la disparition d'espèces fluviales typiques et exigeantes telles que l'espèce de plécoptère *Marthamea selysii* encore présente dans la Moselle et le Rhin avant 1958. Au cours des quatre décennies écoulées, la mise en place et l'amélioration successives des systèmes d'assainissement des eaux usées ont partiellement permis à l'écosystème aquatique de se rétablir. Mais l'invasion abrupte de plusieurs espèces néozoaires à partir des années 1990 a constitué un nouveau défi à la diversité des espèces d'invertébrés autochtones qui était en cours de rétablissement. La construction du canal Rhin-Main-Danube a brusquement élargi le réseau international des voies navigables intérieures et a ouvert de nouvelles voies de diffusion à de nombreuses espèces du bassin du Danube. Une « faune des voies navigables » sensiblement homogénéisée et caractérisée par les crustacés, bivalves et gastéropodes néozoaires s'est entre-temps mise en place non seulement sur la Moselle et la Sarre, mais dans la majorité des voies navigables européennes.



3.4 Fische

Unterschiedliche Fischarten dominieren in natürlichen Fließgewässern bestimmte Fließgewässerabschnitte, woraus die Fischzonierung der Fließgewässer abgeleitet wurde. Noch heute ist es üblich, die Fließgewässer von den Quellbächen bis zur Mündung in das Meer nach ihren Leitfischarten in die Forellenregion, gefolgt von der Äschen-Region, der Barben-Region, der Brachsen-Region und der Kaulbarsch-Flunder-Region einzuteilen. Fische haben in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien unterschiedliche Ansprüche an die Struktur ihres Lebensraums und an die Beschaffenheit des Gewässers. Sie gelten deshalb als gute Indikatoren für die Sauerstoffverhältnisse, die Abwasserbelastung und Defizite in der Gewässerstruktur.

Da sich manche Schadstoffe in Fischen stark anreichern (z.B. PCB, Dioxine, Furane oder PBDE), werden im Wasser schwer nachweisbare Schadstoffe in Fischgewebe analysiert (Biota-Überwachung, IKSMS: 2005¹, 2012²).

Insgesamt war der Fischbestand von Mosel und Saar in den letzten 150 Jahren einer starken Veränderung durch die Auswirkungen der Abwasserbelastung aus Industrie und Kommunen unterworfen. Wurden vor 1990 noch Fischsterben in der Saar aufgrund von Sauerstoffmangel festgestellt, hat sich diese Situation durch den Bau von kommunalen Kläranlagen und Abwasserbehandlungsanlagen der Industrie deutlich entspannt.

So hat sich die Gewässerbelastung mit Ammonium, Cyanid oder Phenolen aus der Industrie so weit reduziert, dass eine akute toxische Schädigung der Fische weitestgehend Vergangenheit ist. Trotzdem sind vor allem in den tiefen Stauhaltungen der Saar auch heute noch zeitweise für Fische sehr kritische Sauerstoffgehalte unter 4 mg/l anzutreffen.

3.4 Poissons

Différentes espèces piscicoles sont prédominantes dans certains tronçons de cours d'eau naturels, ce qui a permis d'en déduire la zonation piscicole des cours d'eau. De nos jours encore, il est usuel de classer les cours d'eau, à partir des ruisseaux de tête de bassins jusqu'à l'embouchure, en fonction des espèces piscicoles indicatrices et ce, selon les zones suivantes : zone à truites, zone à ombres, zone à barbeaux, zone à brèmes et zone à grémilles et à flets. Au cours des différents stades de croissance, les exigences des poissons vis-à-vis de la morphologie de leur habitat et vis-à-vis de la qualité des eaux ne sont pas les mêmes. Pour cette raison, les poissons sont réputés être de bons indicateurs pour les conditions d'oxygénation, pour la pollution par les eaux résiduaires et pour les déficits morphologiques.

Comme certains polluants s'accumulent fortement dans les poissons (p.ex. PCB, dioxines, furanes ou PBDE), les polluants difficilement détectables dans l'eau sont analysés dans la chair des poissons (surveillance sur le biote, CIPMS : 2005¹, 2012²).

Dans leur ensemble, le peuplement piscicole de la Moselle et de la Sarre était soumis, durant les dernières 150 années, à de fortes modifications suite à l'impact de la pollution par les eaux usées industrielles et urbaines. Tandis qu'avant 1990, la Sarre était encore sujette à des mortalités piscicoles dues au manque d'oxygène, la situation s'est sensiblement détendue grâce à la construction de stations d'épuration urbaines et d'installations de traitement des eaux résiduaires industrielles.

Par conséquent, la pollution des cours d'eau par l'ammonium, les cyanures ou les phénols en provenance de l'industrie a pu être réduite à tel point qu'une intoxication aigüe des poissons relève pour l'essentiel du passé. Malgré cela, certaines teneurs en oxygène mesurées notamment dans les biefs profonds de la Sarre atteignent aujourd'hui encore des concentrations très critiques pour les poissons inférieurs à 4 mg/l.

¹ IKSMS (2005): Internationales Messprogramm «PCB und verwandte Stoffe an Schwebstoffen und in Fischen in Mosel und Saar 2004. - Endbericht Ad-hoc Arbeitsgruppe "PCB-Messprogramm in Mosel und Saar", Trier.

² IKSMS (2012): Frankreich/Luxemburg/Deutschland: PCB-belastete Süßwasserfische - Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei den die Grenzgewässer betreffenden Maßnahmen, Trier.

¹ CIPMS (2005) : Programme international de mesures « PCB et substances analogues sur les matières en suspension et dans les poissons de la Moselle et de la Sarre en 2004 » - rapport final du groupe de travail ad hoc « Programme de mesure des PCB dans la Moselle et la Sarre », Trèves.

² CIPMS (2012) : France/ Luxembourg/ Allemagne : Poissons d'eau douce contaminés par les PCB -Convergences et divergences au niveau des mesures relatives aux cours d'eau transfrontaliers, Trèves.

Die Situation von Mosel und Saar hat sich aber auch durch den Ausbau zur Großschifffahrtsstraße und den Bau von Wasserkraftanlagen verändert. Der Aufstau hat die Fließgeschwindigkeit bei Niedrigwasser deutlich reduziert, ehemals wichtige Laichbiotope wurden überstaut und die Durchwanderbarkeit beider Flüsse ist erheblich eingeschränkt. Für die zum Laichen (Aal), oder zum Heranwachsen in Rhein und Nordsee (z. B. kleine Lachse, Jungfische vieler Flussfischarten) stromabwärts wandernden Fische sind die Turbinen der Wasserkraftanlagen gefährliche Hindernisse. Viele Tiere werden so stark geschädigt, dass sie ihre Laichhabitate im Meer nicht mehr erreichen. Auch die Anbindung vieler kleinerer Nebengewässer ist nicht mehr optimal; Wanderungen in diese Gewässer sind aus Mosel und Saar häufig nicht mehr möglich. Defizite in der Habitat-Struktur und in der Durchwanderbarkeit der Mosel, der Saar und ihrer Nebengewässer treten nun in den Fokus des Gewässerschutzes. Die „Bestandsaufnahme Biologische Durchgängigkeit im Einzugsgebiet von Mosel und Saar“ (IKSMS 2010¹) trägt diesem Sachverhalt Rechnung. Die Studie ist Ergebnis der Diskussionen um die Umsetzung der WRRL, die den „guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial“ der Fließgewässer fordert. Zusammensetzung, Abundanz und Altersstruktur der Fischfauna sind bei der Einstufung in den ökologischen Zustand ein wichtiger Indikator.

ENTWICKLUNG DES FISCHBESTANDES AN MOSEL, SAAR UND SAUER VOM 19. JHDT. BIS HEUTE²

In Mosel, Saar und Sauer sind aktuell etwa 56 Fischarten nachgewiesen (Tabellen 6, 7 und 8). In den kleineren Zuflüssen kommen weitere Arten vor, die hier aber nicht weiter betrachtet werden.

La situation de la Moselle et de la Sarre s'est modifiée suite à leur aménagement en voie navigable à grand gabarit et à la construction de centrales hydroélectriques. La mise en retenue a sensiblement réduit la vitesse d'écoulement en situation d'étiage, des biotopes de frai jadis importants ont été submergés, et la continuité des deux rivières a été fortement restreinte. Pour les espèces qui dévalent les rivières pour frayer dans la mer (l'anguille) ou pour grossir dans le Rhin et la mer du Nord (par ex. les petits saumons, les juvéniles de nombreuses espèces fluviales), les turbines des centrales hydroélectriques constituent des obstacles dangereux. De nombreux animaux subissent de telles lésions qu'ils n'atteignent plus leurs habitats de frai marins. La connexion de nombreux petits affluents n'est plus optimale non plus, et la montaison dans ces cours d'eau à partir de la Moselle et de la Sarre n'est souvent plus possible. Les mesures de protection des eaux se concentrent à présent sur les déficits dans la structure des habitats ainsi que sur la continuité de la Moselle, de la Sarre et de leurs affluents. L'« Etat des lieux de la continuité biologique dans le bassin de la Moselle et de la Sarre » (CIPMS 2010¹) reflète cet état des faits. Cette étude résulte des discussions sur la mise en œuvre de la DCE qui requiert le « bon état écologique, voire le bon potentiel écologique » des cours d'eau. La composition, l'abondance et l'âge de la faune piscicole constituent des paramètres importants pour la classification de l'état écologique.

DÉVELOPPEMENT DU PEUPELEMENT PISCICOLE DE LA MOSELLE, DE LA SARRE ET DE LA SÛRE DU 19^E SIÈCLE JUSQU'À CE JOUR²

A l'heure actuelle, 56 espèces piscicoles sont identifiées dans la Moselle, la Sarre et la Sûre (tableaux 6, 7 et 8). D'autres espèces sont présentes dans les affluents de plus petite taille, mais ne sont pas considérées plus en détail dans le présent document.

¹ IKSMS (2010): Bestandsaufnahme biologische Durchgängigkeit, Trier.
² Historische Angaben und Angaben zu den 1990er Jahren
 – zu Mosel und Saar aus: IKSMS (2000): Fischfauna in Mosel und Saar – Bestandsaufnahme, Trier,
 – zur Sauer aus: Grand-Duché de Luxembourg – Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région – Administration de la Gestion de l'Eau (ed.) (2010): Fische in Luxembourg, Luxembourg.

¹ CIPMS (2010) : Etat des lieux « continuité biologique » - Trèves.
² Données historiques et données des années 1990
 – pour la Moselle et la Sarre tirées de : CIPMS (2000) : Les peuplements piscicoles dans la Moselle et dans la Sarre – Etat des lieux, Trèves.
 – pour la Sûre tirées de : Grand-Duché de Luxembourg - Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région - Administration de la Gestion de l'Eau (éd.) (2010) : Les poissons au Luxembourg, Luxembourg.

Der Fischartenbestand lässt sich dabei zwanglos in drei Kategorien gliedern:

1. Mehr oder minder standorttreue autochthone Arten, das sind einheimische Arten des Moseleinzugsgebietes, die natürlicherweise, ohne Zutun des Menschen im Einzugsgebiet vorkommen und sich hier gewöhnlich auch reproduzieren.
2. Langdistanzwanderfische, das sind ebenfalls autochthone Arten, die jedoch dem Moseleinzugsgebiet entweder zum Zwecke der Fortpflanzung zu wandern (anadrome Arten) oder es zu diesem Zwecke verlassen, um sich im Meer fortzupflanzen (katadrome Arten).
3. Neozoa oder auch gebietsfremde Arten sind diejenigen Arten, die unter natürlichen Bedingungen nicht im Moseleinzugsgebiet vorkämen, sondern durch die Tätigkeit des Menschen hierhin gelangen, entweder direkt durch Besatz oder als Teich- bzw. Aquarienflüchtling oder indirekt durch wasserbauliche Maßnahmen, hauptsächlich durch Vernetzung ehemals getrennter Stromgebiete durch Schifffahrtskanäle.

Im Vergleich zur ersten umfassenden Beschreibung des Fischbestandes von Mosel, Saar und Sauer im 19. Jh. hat sich der Fischbestand deutlich verändert. Im Zuge der oben erwähnten Verschlechterungen der Wasserqualität und des Abflussregimes in Mosel und Saar kam es vermutlich bereits im Zuge der Industrialisierung, spätestens in den 1970er und 1980er Jahren zu Pessimalsituationen, die sich in einer starken Verringerung des Artenbestandes bis weit in die 1990er Jahre bemerkbar machten. Anspruchsvolle strömungsliebende und sauerstoffbedürftige Arten wie die Bachforelle, insbesondere auch Bodenfische wie Bachneunauge oder Groppe, wurden dabei auf geeignete Reststrecken im Oberlauf von Saar und Mosel verdrängt, euryöke strömungsindifferente Arten wie das Rotaugen, der Brassen oder der Döbel bilden nun das Gros des Bestandes in Mosel und Saar.

Le peuplement piscicole peut facilement être divisé en trois catégories :

1. Les espèces autochtones plus ou moins sédentaires, ce sont les espèces « indigènes » du bassin versant de la Moselle, qui sont présentes naturellement et sans intervention humaine dans le bassin versant et qui, en règle générale, s'y reproduisent également.
2. Les grands migrateurs, ce sont également des espèces autochtones, mais qui migrent vers le bassin de la Moselle pour s'y reproduire (espèces anadromes) ou le quittent pour se reproduire dans la mer (espèces catadromes).
3. Les néozoaires ou espèces allochtones sont les espèces, qui ne seraient pas présentes dans le bassin versant de la Moselle dans des conditions naturelles, mais qui y sont arrivés par l'activité humaine, soit directement au travers des mesures d'alevinage soit ce sont des espèces en provenance des aquariums voire des étangs ou en provenance de manière indirecte des aménagements hydrauliques, principalement par la connexion, via des canaux de navigation, de bassins fluviaux anciennement séparés.

Par rapport à la première description exhaustive des peuplements piscicoles de la Moselle, de la Sarre et de la Sûre réalisée au 19^e siècle, la faune piscicole a nettement changé. C'est probablement déjà avec l'industrialisation, mais au plus tard dans les années 1970 et 1980 que les dégradations susmentionnées de la qualité de l'eau et du régime hydrologique de la Moselle et de la Sarre ont débouché sur la pire des situations qui s'est traduite par une forte diminution du peuplement jusque dans les années 1990. Les espèces exigeantes, rhéophiles et nécessitant des eaux riches en oxygène, telles que la truite fario et notamment les poissons benthiques tels que la lamproie de Planer ou le chabot ont ainsi été refoulées dans des tronçons appropriés dans la partie amont de la Sarre et de la Moselle. Les espèces euryèces et eurytopes telles que le gardon, la brème ou le chevesne constituent maintenant la majeure partie du peuplement dans la Moselle et la Sarre.



Foto / photo 7 : **Bachneunauge / lamproie de Planer**
(Foto / photo : Molitor, AGE Luxembourg)

An der **Mosel** reduzierte sich der Bestand der einheimischen Arten bis Mitte der 1990er Jahre von 39 auf 24 Arten (Tabelle 6), wobei es zu einem fast völligen Verschwinden der Langdistanzwanderfische (-80 %) kam. Gleichzeitig wird eine Zuwanderung von nicht einheimischen Arten (Neozoa) um 3 Arten registriert. Die in dieser Zeit noch nachgewiesenen Langdistanzwanderfische Aal und Meerforelle gehen dabei auf Besitzmaßnahmen des Menschen zurück. In den nachfolgenden 20 Jahren bis 2015¹ konnte sich die Fischfauna einerseits dank der durchgreifenden Verbesserungen der Wasserqualität, aber auch dank der Anstrengungen der einzelnen Staaten zur Verbesserung der Durchgängigkeit deutlich erholen. Im Rahmen der Arbeiten der IKSR² und der IKSMS³ wurde zudem ein Masterplan für die Wanderfische erstellt bzw. gemeinsame Ziele im Hinblick auf die Wiederherstellung der biologischen Durchgängigkeit von Mosel, Saar und Zuflüssen festgelegt. Die 2011 eingerichtete neue Fischaufstiegsanlage am Stauwehr Koblenz wird fischfaunistisch intensiv durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde untersucht. Hier werden wandernde Fischarten automatisch registriert, d.h. gezählt, vermessen und zumeist auch auf Artniveau bestimmt. Daher ist nun bekannt, dass neben Lachs und Meerforelle – die im Moseleinzugsgebiet auch besetzt werden – Flussneunauge, Meerneunauge, Maifisch und Zährte das unterste Wanderhindernis bereits aktiv aufwärts passieren können. Die Flunder hat nach Literaturanga-



Foto / photo 8 : **Groppe / chabot**
(Foto / photo : Mockenhaupt, BfG)

Jusqu'au milieu des années 1990, le peuplement des espèces natives dans la **Moselle** qui était de 39 espèces s'est réduit à 24 (cf. tableau 6), ce qui a provoqué la disparition presque complète des grands migrateurs (-80 %). En même temps, l'arrivée de trois espèces non indigènes supplémentaires (néozoaires) a été enregistrée. Le fait que des grands migrateurs tels l'anguille et la truite de mer aient été recensés durant cette période est dû à des mesures d'alevinage entreprises par l'homme. Grâce à une amélioration considérable de la qualité de l'eau, mais aussi grâce aux efforts déployés par les différents pays pour améliorer la continuité, la faune piscicole a pu nettement se reconstituer au cours des 20 années suivantes jusqu'en 2015¹. La CIPR² a par ailleurs élaboré un Plan directeur 'Poissons migrateurs Rhin' et les CIPMS³ ont fixé des objectifs communs en vue de restaurer la continuité biologique de la Moselle, de la Sarre et de leurs affluents. Mis en place en 2011, le nouveau dispositif de montaison piscicole au niveau du barrage de Coblenz fait l'objet d'une étude approfondie sur la faune piscicole par la Bundesanstalt für Gewässerkunde. Les espèces piscicoles migratrices y sont enregistrées automatiquement, c'est-à-dire comptées, mesurées et, dans la plupart des cas, déterminées au niveau de l'espèce. Pour cette raison on sait à présent qu'en plus du saumon et de la truite de mer – qui font également l'objet de mesures d'alevinage dans le bassin versant de la Moselle – la lamproie fluviatile, la lamproie marine, la grande alose et la vimbe peuvent d'ores et déjà surmonter activement l'obstacle à la migration le

¹ Daten der Mitgliedstaaten der IKSMS, erhoben im Zuge von Elektrofischungen an ausgewählten Messstellen von 2010 bis 2015.

² IKSR (2010): Masterplan Wanderfische Rhein. - IKSR-Bericht 179d. Koblenz

³ IKSMS (2010): Bestandsaufnahme biologische Durchgängigkeit. Trier

¹ Données des pays-membres des CIPMS, recensées dans le cadre des pêches électriques sur certaines stations choisies de 2010 à 2015.

² CIPR (2010) : Plan directeur 'Poissons migrateurs' Rhin - rapport CIPR 179d, Coblenz

³ CIPMS (2010) : Etat des lieux Continuité biologique. Trèves

ben ebenfalls die untere Mosel erreicht und Einzel-exemplare wurden bis Trier nachgewiesen. Kommen nun auch wieder 8 Langdistanzwanderfischarten im Moselgebiet vor, so darf dieses nicht darüber hinwegtäuschen, dass diese bislang regelmäßig nur in geringen Individuenzahlen und überwiegend im unteren Moselbereich vorkommen. Andere Arten – wie der Aal – müssen massiv durch den Menschen besetzt und gehegt werden.

In **Saar** und **Sauer** ist die Entwicklung des Fischartenbestandes grundsätzlich ähnlich (Tabellen 7 und 8). Jedoch hat sich die Verbesserung der Wasserqualität in beiden Nebenflüssen noch nicht so deutlich ausgewirkt, da bis zu einer natürlichen Zuwanderung der Langdistanzwanderfische 9 weitere Stauwehre in der Mosel passiert werden müssten.

NEOZOA

Von den in Mosel, Saar, Sauer nachgewiesenen 56 Fischarten können 15 als gebietsfremde Arten oder Neozoen angesehen werden. Von diesen werden und wurden die Regenbogenforelle, der Zander und teilweise auch der Wels aktiv durch Besatz eingebracht, andere wie der Sonnenbarsch oder der Blaubandbärbling, aber auch der Goldfisch sind Aquarien- oder Teichflüchtlinge, die sich teilweise auch in den besagten Flüssen etablieren können. Demgegenüber stehen die nunmehr 4 Grundelarten, pontokaspischer Herkunft, die über den Rhein-Main-Donau-Kanal in das Rheingebiet gelangt sind und sich



Foto / photo 9 : **Ponticola Kessleri**
(Foto / photo : Manné, Agence française pour la biodiversité)

plus en aval. Selon les sources bibliographiques, le flet a également atteint la Moselle aval et quelques exemplaires isolés ont été recensés jusqu'à Trèves. Le fait que 8 grands migrateurs sont de nouveau présents dans le bassin de la Moselle ne doit cependant pas faire oublier qu'ils ne sont présents jusqu'ici qu'en petit nombre et majoritairement dans le bassin aval de la Moselle. D'autres espèces – comme l'anguille – doivent être massivement alevinées et conservées par l'homme.

Le développement du peuplement piscicole dans la **Sarre** et dans la **Sûre** est fondamentalement similaire (cf. tableaux 7 et 8). L'amélioration de la qualité de l'eau dans les deux affluents n'a cependant pas encore eu d'effets considérables, car pour permettre une immigration naturelle des grands migrateurs, il conviendrait de rendre franchissables 9 barrages supplémentaires de la Moselle.

NEOZOAIRES

15 des 56 espèces piscicoles identifiées dans la Moselle, la Sarre et la Sûre peuvent être considérées comme des espèces allochtones ou néozoaïres. Parmi elles, la truite arc-en-ciel, le sandre et en partie également le silure ont été introduits par des mesures d'alevinage, d'autres comme la perche-soleil ou le pseudorasbora parva, mais aussi le poisson rouge sont des poissons provenant des aquariums ou des étangs et qui ont pu s'établir dans lesdites rivières. Par contraste, il existe désormais 4 espèces de gobies d'origine pontocaspienne, qui sont arrivées dans le bassin du Rhin par le canal Rhin-Main-Danube et se sont propagées dans les prin-



Foto / photo 10 : **Sonnenbarsch / perche soleil**
(Foto / photo : Molitor, AGE Luxembourg)

vom Rhein her aktiv in die größeren Nebengewässer ausbreiten. Nur diese bodenlebenden Grundelarten gelten aufgrund ihrer großen Populationen als problematisch. Die Schwarzmundgrundel ist die mit Abstand ausbreitungsstärkste und häufigste Art. Bei Elektrofischungen in der unteren Saar konnten im Jahr 2015 bei Fremersdorf auf 1 km Länge gut 1.300 Grundeln nachgewiesen werden. Da sich diese Art im Lückensystem zwischen den Wasserbausteinen aufhält und auch hier laicht, geringe Strömung, hohe Temperaturen und moderate Salzbelastung gut verträgt, ist in den stauregulierten und zur Wasserstraße ausgebauten und befestigten Abschnitten von Mosel und Saar ein optimaler Biotop gegeben. Die Häufigkeit der Art wird dabei im Wesentlichen durch das Nahrungsangebot begrenzt, wobei die Schwarzmundgrundel ein Spezialist für Wassermollusken ist, aber auch andere Fischnährtiere nicht verschmäht.

Während Mosel und Saar den Verlust der Langdistanzwanderfische numerisch durch den Zuzug gebietsfremder Arten wettmachen konnten, ist dies an der Sauer nicht der Fall. Als naturnaher Fluss mit vergleichsweise geringem Ausbau, geringerer Salzbelastung und einem natürlicheren Temperaturregime bietet die Sauer diesen Grundelarten grundsätzlich schlechtere Lebensbedingungen als Mosel und Saar.

cipaux affluents. Seules ces espèces de gobies benthiques sont considérées comme étant problématiques en raison de leurs populations importantes. Le gobie à taches noires est de loin l'espèce la plus expansive et la plus fréquente. En 2015, environ 1300 gobies ont pu être recensés dans le cadre des pêches électriques sur un tronçon de la Sarre aval près de Fremersdorf, d'une longueur d'environ 1 km. Comme cette espèce séjourne entre les enrochements et y fraie aussi, qu'elle tolère bien un faible courant, des températures élevées et une pollution saline modérée, les tronçons canalisés, consolidés et aménagés en voie navigable de la Moselle et la Sarre représentent un biotope optimal. L'abondance de l'espèce est essentiellement limitée par l'apport en nourriture, sachant que le gobie à taches noires est un spécialiste des mollusques aquatiques, qui ne dédaigne cependant pas d'autres organismes servant de nourriture aux poissons.

Alors que la Moselle et la Sarre ont pu compenser la disparition des grands migrants par l'immigration d'espèces allochtones, ceci n'est pas le cas pour la SûreEn tant que rivière plutôt naturelle et relativement peu aménagée, affichant une moindre pollution saline et un régime thermique plus naturel, la Sûre offre principalement des conditions de vie moins favorables à ces espèces de gobie que la Moselle et la Sarre.

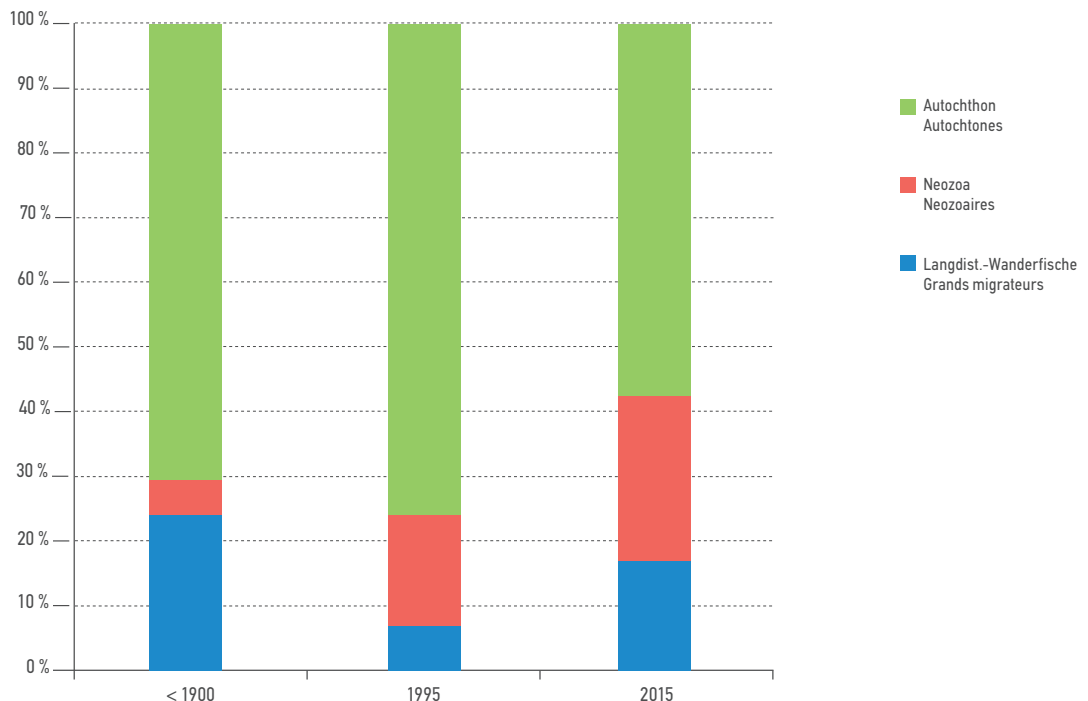


Abb. 36: Relative Veränderung der Fischartenzusammensetzung an der MOSEL vom 19. Jahrhundert bis heute

Fig. 36 : Evolution relative de la composition des espèces dans la MOSELLE du 19^e siècle jusqu'à ce jour

Nr.	WISSENSCHAFTL. NAME	DEUTSCHER NAME	NOM FRANÇAIS	MOSEL // MOSELLE		
				< 1900	1995	2015
1	Lampetra fluviatilis	Flussneunauge	Lamproie de rivière	<<<<>>>	-	[<<<<>>>]
2	Lampetra planeri	Bachneunauge	Lamproie de Planer	x	-	x
3	Petromyzon marinus	Meerneunauge	Lamproie marine	<<<<>>>	-	[<<<<>>>]
4	Acipenser sturio	Stör	Esturgeon commun	<<<<>>>	-	-
5	Anguilla anguilla	Aal	Anguille	<<<<>>>	[<<<<>>>]	[<<<<>>>]
6	Alosa alosa	Maifisch	Grande alose	<<<<>>>	-	[<<<<>>>]
7	Alosa fallax	Finte	Alose feinte	<<<<>>>	-	-
8	Oncorhynchus mykiss	Regenbogenforelle	Truite arc-en-ciel	-	-	[N]
9	Salmo salar*	Lachs	Saumon atlantique	<<<<>>>	-	[<<<<>>>]
10	Salmo trutta f. fario	Bachforelle	Truite de rivière	x	x	x
11	Salmo trutta trutta*	Meerforelle	Truite de mer	<<<<>>>	[<<<<>>>]	[<<<<>>>]
12	Salvelinus alpinus	Seesaibling	Ombre chevalier	x	-	-
13	Salvelinus fontinalis	Bachsäibling	Saumon de fontaine	-	-	-
14	Coregonus lavaretus oxyrhynchus	Nordseeschnäpel	Houting	<<<<>>>	-	-
15	Thymallus thymallus	Äsche	Ombre commun	x	-	x
16	Esox lucius	Hecht	Brochet	x	x	x
17	Abramis bjoerkna	Blicke	Brème bordelière	x	x	x
18	Abramis brama	Brachsen	Brème	x	x	x
19	Abramis sapa	Zobel	Brème du Danube	-	-	[N]
20	Alburnoides bipunctatus	Schneider	Spirlin	x	x	x
21	Alburnus alburnus	Ukelei	Ablette	x	x	x
22	Aspius aspius	Rapfen	Aspe	-	-	[N]
23	Barbus barbus	Barbe	Barbeau fluviatile	x	x	x
24	Carassius auratus gibelio*	Gibel	Carassin doré	-	N	N
25	Carassius carassius*	Karassche	Carassin	{N}	{N}	{N}
26	Chondrostoma nasus	Nase	Hotu	x	x	x
27	Cyprinus carpio	Karpfen	Carpe commune	x	x	x
28	Gobio gobio	Gründling	Goujon	x	x	x
29	Leuciscus cephalus	Döbel	Chevesne	x	x	x
30	Leuciscus idus	Aland	Ide mélanote	x	-	x
31	Leuciscus leuciscus	Hasel	Vandoise	x	x	x
32	Phoxinus phoxinus	Elritze	Vairon	x	x	x
33	Pseudorasbora parva	Blaubandbärbling	Pseudorasbora	-	-	-
34	Rhodeus sericeus	Bitterling	Bouvière	x	x	x
35	Rutilus rutilus	Rotaue	Gardon	x	x	x
36	Scardinius erythrophthalmus	Rotfeder	Rotengle	x	x	x
37	Tinca tinca	Schleie	Tanche	x	x	x
38	Vimba vimba	Zährte	Vimbe	-	-	[<<<<>>>]
39	Barbatula barbatula	Bachsmerle	Loche franche	x	x	x
40	Cobitis taenia	Steinbeisser	Loche de rivière	x	-	x
41	Misgurnus fossilis	Schlammpeitzger	Loche d'étang	x	-	-
42	Silurus glanis	Wels	Silure glane	-	-	N
43	Ameiurus sp.	Zwergwels	Poisson-chat	-	N	N
44	Lota lota	Quappe	Lote	x	-	[{x}]
45	Gasterosteus aculeatus	Dreistachliger Stichling	Epinoche	x	x	x
46	Pungitius pungitius	Neunstachliger Stichling	Epinochette	{N}	-	-
47	Gymnocephalus cernua	Kaulbarsch	Grémille	x	x	x
48	Perca fluviatilis	Flussbarsch	Perche	x	x	x
49	Sander lucioperca	Zander	Sandre	-	N	N
50	Lepomis gibbosus	Sonnenbarsch	Perche soleil	-	N	N
51	Neogobius fluviatilis*	Flussgrundel	Gobie fluviatile	-	-	N
52	Neogobius kessleri*	Kesslergrundel	Gobie de Kessler	-	-	N
53	Neogobius melanostomus*	Schwarzgrundel	Gobie à taches noires	-	-	N
54	Proterorhynchus semilunaris*	Marmorierter Süßwassergrundel	Gobie demi-lune	-	-	N
55	Cottus gobio	Groppe	Chabot	x	x	x
56	Platichthys flesus	Flunder	Flet commun	<<<<>>>	-	<<<<>>>

LEGENDE // LÉGENDE

* Verwechslungsgefahr mit ähnlichen Arten // Risque de confusion avec des espèces similaires

<<<<>>> Langdistanzwanderfisch // Poisson grand migrateur

[] Art wandert aktiv über die Fischtrappe der Staustufe Koblenz ein. // L'espèce migre activement via la passe à poissons du barrage de Coblenz.

{ } Bestand wird im Wesentlichen durch Besatz gestützt. // La population est essentiellement soutenue par l'alevinage.

N Neozoon // néozoaire

{N} mutmaßliches Neozoon // néozoaire présumé

Tab. 6: Fischbestand der MOSEL vom 19. Jahrhundert bis heute

Tabl. 6 : Peuplement piscicole de la MOSELLE du 19^e siècle à nos jours

Nr.	WISSENSCHAFTL. NAME	DEUTSCHER NAME	NOM FRANÇAIS	SAAR // SARRE		
				< 1900	1995	2015
1	Lampetra fluviatilis	Flussneunauge	Lamproie de rivière	<<<<>>>	-	-
2	Lampetra planeri	Bachneunauge	Lamproie de Planer	x	-	x
3	Petromyzon marinus	Meerneunauge	Lamproie marine	<<<<>>>	-	-
4	Acipenser sturio	Stör	Esturgeon commun	-	-	-
5	Anguilla anguilla	Aal	Anguille	<<<<>>>	[<<<<>>>]	[<<<<>>>]
6	Alosa alosa	Maifisch	Grande alose	<<<<>>>	-	-
7	Alosa fallax	Finte	Alose feinte	-	-	-
8	Oncorhynchus mykiss	Regenbogenforelle	Truite arc-en-ciel	-	{N}	{N}
9	Salmo salar*	Lachs	Saumon atlantique	<<<<>>>	-	-
10	Salmo trutta f. fario	Bachforelle	Truite de rivière	x	x	x
11	Salmo trutta trutta*	Meerforelle	Truite de mer	<<<<>>>	[<<<<>>>]	[<<<<>>>]
12	Salvelinus alpinus	Seesaibling	Omble chevalier	-	-	-
13	Salvelinus fontinalis	Bachsaibling	Saumon de fontaine	-	-	-
14	Coregonus lavaretus oxyrhynchus	Nordseeschnäpel	Houting	-	-	-
15	Thymallus thymallus	Äsche	Ombre commun	-	-	-
16	Esox lucius	Hecht	Brochet	x	x	x
17	Abramis bjoerkna	Blicke	Brème bordelière	-	x	x
18	Abramis brama	Brachsen	Brème	x	x	x
19	Abramis sapa	Zobel	Brème du Danube	-	-	-
20	Alburnoides bipunctatus	Schneider	Spirlin	x	-	x
21	Alburnus alburnus	Ukelei	Ablette	x	x	x
22	Aspius aspius	Rapfen	Aspe	-	-	{N}
23	Barbus barbus	Barbe	Barbeau fluviatile	x	x	x
24	Carassius auratus gibelio*	Gibel	Carassin doré	-	N	N
25	Carassius carassius*	Karassche	Carassin	-	{N}	{N}
26	Chondrostoma nasus	Nase	Hotu	x	x	x
27	Cyprinus carpio	Karpfen	Carpe commune	x	x	x
28	Gobio gobio	Gründling	Goujon	x	x	x
29	Leuciscus cephalus	Döbel	Chevesne	x	x	x
30	Leuciscus idus	Aland	Ide mélanote	-	x	x
31	Leuciscus leuciscus	Hasel	Vandoise	-	x	x
32	Phoxinus phoxinus	Elritze	Vairon	x	x	x
33	Pseudorasbora parva	Blaubandbärbling	Pseudorasbora	-	-	N
34	Rhodeus sericeus	Bitterling	Bouvière	x	x	x
35	Rutilus rutilus	Rotaue	Gardon	x	x	x
36	Scardinius erythrophthalmus	Rotfeder	Rotengle	-	x	x
37	Tinca tinca	Schleie	Tanche	x	x	x
38	Vimba vimba	Zährte	Vimbe	-	-	-
39	Barbatula barbatula	Bachsmerle	Loche franche	x	x	x
40	Cobitis taenia	Steinbeisser	Loche de rivière	x	-	-
41	Misgurnus fossilis	Schlammpeitzger	Loche d'étang	x	-	-
42	Silurus glanis	Wels	Silure glane	-	N	N
43	Ameiurus sp.	Zwergwels	Poisson-chat	-	-	N
44	Lota lota	Quappe	Lote	x	-	-
45	Gasterosteus aculeatus	Dreistachliger Stichling	Epinoche	-	x	x
46	Pungitius pungitius	Neunstachliger Stichling	Epinochette	-	-	-
47	Gymnocephalus cernua	Kaulbarsch	Grémille	x	x	x
48	Perca fluviatilis	Flussbarsch	Perche	x	x	x
49	Sander lucioperca	Zander	Sandre	-	N	N
50	Lepomis gibbosus	Sonnenbarsch	Perche soleil	-	N	N
51	Neogobius fluviatilis*	Flussgrundel	Gobie fluviatile	-	-	-
52	Neogobius kessleri*	Kesslergrundel	Gobie de Kessler	-	-	N
53	Neogobius melanostomus*	Schwarzgrundel	Gobie à taches noires	-	-	N
54	Proterorhinus semilunaris*	Marmorierter Süßwassergrundel	Gobie demi-lune	-	-	-
55	Cottus gobio	Groppe	Chabot	x	-	x
56	Platichthys flesus	Flunder	Flet commun	-	-	-

LEGENDE // LÉGENDE

- * Verwechslungsgefahr mit ähnlichen Arten // Risque de confusion avec des espèces similaires
- <<<<>>> Langdistanzwanderfisch // Poisson grand migrateur
- [] Art wandert aktiv über die Fischtreppe der Staustufe Koblenz ein. // L'espèce migre activement via la passe à poissons du barrage de Coblenz.
- { } Bestand wird im Wesentlichen durch Besatz gestützt. // La population est essentiellement soutenue par l'alevinage.
- N Neozoon // néozoaire
- {N} mutmaßliches Neozoon // néozoaire présumé

Tab. 7: Fischbestand der SAAR vom 19. Jahrhundert bis heute

Tabl. 7 : Peuplement piscicole de la SARRE du 19^e siècle à nos jours

Nr.	WISSENSCHAFTL. NAME	DEUTSCHER NAME	NOM FRANÇAIS	SAUER // SURE		
				< 1900	1995	2015
1	Lampetra fluviatilis	Flussneunauge	Lamproie de rivière	<<<<>>>	-	-
2	Lampetra planeri	Bachneunauge	Lamproie de Planer	x	x	x
3	Petromyzon marinus	Meerneunauge	Lamproie marine	<<<<>>>	-	-
4	Acipenser sturio	Stör	Esturgeon commun	<<<<>>>	-	-
5	Anguilla anguilla	Aal	Anguille	<<<<>>>	{<<<<>>>}	{<<<<>>>}
6	Alosa alosa	Maifisch	Grande alose	<<<<>>>	-	-
7	Alosa fallax	Finte	Alose feinte	<<<<>>>	-	-
8	Oncorhynchus mykiss	Regenbogenforelle	Truite arc-en-ciel	-	-	-
9	Salmo salar*	Lachs	Saumon atlantique	<<<<>>>	-	{<<<<>>>}
10	Salmo trutta f. fario	Bachforelle	Truite de rivière	x	x	x
11	Salmo trutta trutta*	Meerforelle	Truite de mer	<<<<>>>	{<<<<>>>}	-
12	Salvelinus alpinus	Seesaibling	Omble chevalier	-	-	-
13	Salvelinus fontinalis	Bachsäibling	Saumon de fontaine	-	N	-
14	Coregonus lavaretus oxyrhynchus	Nordseeschnäpel	Houting	<<<<>>>	-	-
15	Thymallus thymallus	Äsche	Ombre commun	x	x	x
16	Esox lucius	Hecht	Brochet	x	x	x
17	Abramis bjoerkna	Blicke	Brème bordelière	x	x	-
18	Abramis brama	Brachsen	Brème	x	x	-
19	Abramis sapa	Zobel	Brème du Danube	-	-	-
20	Alburnoides bipunctatus	Schneider	Spirlin	x	x	x
21	Alburnus alburnus	Ukelei	Ablette	x	x	x
22	Aspius aspius	Rapfen	Aspe	-	-	{N}
23	Barbus barbus	Barbe	Barbeau fluviatile	x	x	x
24	Carassius auratus gibelio*	Giebel	Carassin doré	-	N	N
25	Carassius carassius*	Karassche	Carassin	-	-	-
26	Chondrostoma nasus	Nase	Hotu	x	x	x
27	Cyprinus carpio	Karpfen	Carpe commune	x	x	x
28	Gobio gobio	Gründling	Goujon	x	x	x
29	Leuciscus cephalus	Döbel	Chevesne	x	x	x
30	Leuciscus idus	Aland	Ide mélanote	-	x	-
31	Leuciscus leuciscus	Hasel	Vandoise	x	x	x
32	Phoxinus phoxinus	Eritze	Vairon	x	x	x
33	Pseudorasbora parva	Blaubandbärbling	Pseudorasbora	-	-	-
34	Rhodeus sericeus	Bitterling	Bouvière	x	x	x
35	Rutilus rutilus	Rotaug	Gardon	x	x	x
36	Scardinius erythrophthalmus	Rotfeder	Rotengle	x	x	-
37	Tinca tinca	Schleie	Tanche	x	x	x
38	Vimba vimba	Zährte	Vimbe	-	-	-
39	Barbatula barbatula	Bachschmerle	Loche franche	x	x	x
40	Cobitis taenia	Steinbeisser	Loche de rivière	-	-	-
41	Misgurnus fossilis	Schlammpeitzger	Loche d'étang	?	-	-
42	Silurus glanis	Wels	Silure glane	-	-	N
43	Ameiurus sp.	Zwergwels	Poisson-chat	-	-	-
44	Lota lota	Quappe	Lote	x	-	{x}
45	Gasterosteus aculeatus	Dreistachliger Stichling	Epinoche	x	x	x
46	Pungitius pungitius	Neunstachliger Stichling	Epinochette	-	-	-
47	Gymnocephalus cernua	Kaulbarsch	Grémille	x	x	x
48	Perca fluviatilis	Flussbarsch	Perche	x	x	x
49	Sander lucioperca	Zander	Sandre	N	-	-
50	Lepomis gibbosus	Sonnenbarsch	Perche soleil	-	N	-
51	Neogobius fluviatilis*	Flussgrundel	Gobie fluviatile	-	-	-
52	Neogobius kessleri*	Kesslergrundel	Gobie de Kessler	-	-	-
53	Neogobius melanostomus*	Schwarzgrundel	Gobie à taches noires	-	-	-
54	Proterorhinus semilunaris*	Marmorierte Süßwassergrundel	Gobie demi-lune	-	-	-
55	Cottus gobio	Groppe	Chabot	x	x	x
56	Platichthys flesus	Flunder	Flet commun	<<<<>>>	-	-

LEGENDE // LÉGENDE

- * Verwechslungsgefahr mit ähnlichen Arten // Risque de confusion avec des espèces similaires
- <<<<>>> Langdistanzwanderfisch // Poisson grand migrateur
- [] Art wandert aktiv über die Fischtreppe der Staustufe Koblenz ein. // L'espèce migre activement via la passe à poissons du barrage de Coblenz.
- { } Bestand wird im Wesentlichen durch Besatz gestützt. // La population est essentiellement soutenue par l'alevinage.
- N Neozoon // néozoaire
- {N} mutmaßliches Neozoon // néozoaire présumé

Tab. 8: Fischbestand der SAUER vom 19. Jahrhundert bis heute

Tabl. 8 : Peuplement piscicole de la SURE du 19^e siècle à nos jours

3.5 Makrophyten

Die höheren Wasserpflanzen, auch Makrophyten genannt, sind mit dem bloßen Auge erkennbar und stellen eine wichtige biologische Komponente der Bäche und Flüsse dar. Sie erfüllen eine Vielzahl von verschiedenen Funktionen im Ökosystem der Gewässer. Zu dieser Vegetation gehören Makroalgen, Moose (Bryophyta) und Gefäßpflanzen.

Die verschiedenen Eigenschaften der Makrophyten ermöglichen eine Bewertung des ökologischen Zustands der Gewässer nach der WRRL. Ihre Abundanz und Zusammensetzung variieren je nach physikalisch-chemischen und morphologischen Gegebenheiten der natürlichen Umwelt. Daher eignen sie sich gut als Bioindikatoren des Belastungsgrads zur Qualitätsbewertung der Fließgewässer. Unter anderem haben Lichtverhältnisse, Strömung, Substrat und Nährstoffe einen entscheidenden Einfluss auf den Makrophytenbestand. Da Makrophyten sessile Organismen sind, liefern sie ein repräsentatives Bild der herrschenden Verhältnisse. Die meisten Makrophyten sind einjährige Pflanzen mit einer kurzen Vegetationsperiode und ermöglichen auch eine effiziente Auswertung kurzfristiger Einflüsse. Sie liefern Informationen über die Gesamtheit der Belastungen, ohne allerdings präzise Rückschlüsse zu erlauben. Auswirkungen auf Ebene der Gemeinschaften (Artensterben, Dominanz, etc.) werden in der Regel in monatlichem oder jährlichem Rhythmus beobachtet.

Die Eutrophierung der Gewässer hat signifikante Auswirkungen auf die Artenvielfalt der Makrophyten. Die exzessive Nährstoffzufuhr führt zu einer Algenvermehrung, insbesondere der *Cladophora glomerata*, die verhindert, dass das Licht zu einer Vielzahl weiterer Makrophyten vordringen kann und somit deren Entwicklung hemmt. Einige tolerante Arten, wie *Potamogeton pectinatus*, sind nitrophil, d. h. sie sind an das Leben in nährstoffreichen Gewässern angepasst. Des Weiteren haben Säuregrad und Salzgehalt Auswirkungen auf die Makrophyten. Sie führen dazu, dass sich Arten mit hoher ökologischer Toleranz zulasten empfindlicher Arten ausbreiten.

Die Makroinvertebraten spielten bereits vor den 1970er Jahren eine wichtige Rolle für die Bioindikation, der Aspekt der Wasserpflanzen hingegen wurde damals bei der Gewässer-

3.5 Macrophytes

Les plantes aquatiques macroscopiques, visibles à l'œil nu, également appelées macrophytes, constituent un élément biologique important des ruisseaux et des rivières. Elles remplissent une multitude de fonctions dans l'écosystème des cours d'eau. Parmi cette végétation, nous comptons les algues macroscopiques, les bryophytes et les plantes vasculaires.

Les différentes propriétés des macrophytes permettent de donner une évaluation de la qualité écologique des cours d'eau au titre de la DCE. Leur abondance et leur composition varient en fonction des paramètres physico-chimiques et morphologiques du milieu naturel. Ceci fait d'eux des bio-indicateurs du niveau de pollution bien adaptés pour apprécier la qualité des cours d'eau. La luminosité, le courant, le substrat et les nutriments ont, entre autres, une influence non négligeable sur le peuplement de macrophytes. Comme ce sont des organismes sessiles, les macrophytes permettent d'obtenir un portrait représentatif des conditions locales. La majorité des macrophytes sont des plantes annuelles, à cycles végétatifs courts, et permettent également d'évaluer efficacement les impacts qui surviennent sur une courte période. Ils fournissent des informations sur la globalité des perturbations sans pour autant apporter une information précise sur celles-ci. Les impacts au niveau des communautés (disparition d'espèces, dominance, etc.) seront généralement observés à une échelle mensuelle ou annuelle.

L'eutrophisation des milieux aquatiques a des impacts significatifs sur la richesse spécifique des macrophytes. L'apport excessif de nutriments conduit à une prolifération des algues, plus particulièrement de *Cladophora glomerata*, ce qui peut empêcher la lumière de parvenir jusqu'à un grand nombre d'autres macrophytes et inhiber ainsi leur développement. Certaines espèces tolérantes, telles que *Potamogeton pectinatus*, sont des espèces nitrophiles, adaptées aux cours d'eau riches en nutriments. L'acidification et la salinité ont aussi un impact sur les macrophytes. Elles entraînent une prolifération des espèces à large tolérance écologique au détriment des espèces sensibles.

Alors que les macroinvertébrés jouaient déjà avant les années 1970 un rôle important dans la bio-indication, la végétation aquatique a été relativement délaissée. Ce

untersuchung weitestgehend vernachlässigt. Erst in den Jahren 1970 – 1980, als Eutrophierungserscheinungen immer besorgniserregender wurden, wurden die Wasserpflanzen in die Gewässeruntersuchungen mit aufgenommen. Dadurch konnten Indizes auf Grundlage aquatischer Makrophyten erstellt werden. Nach und nach wurden sie in die biologischen Indikatoren aufgenommen, und in der WRRL werden sie explizit als eine der vier biologischen Qualitätskomponenten aufgelistet, die bei der Bewertung des ökologischen Zustands bzw. Potenzials zu berücksichtigen sind. Die Bewertungsverfahren für Makrophyten müssen die Anforderungen der WRRL erfüllen und Informationen liefern, die zwischen den Mitgliedstaaten vergleichbar sind.

Die Mitgliedstaaten der IKSMS verwenden unterschiedliche Güteindizes für Makrophyten. Luxemburg und Frankreich verwenden den biologischen Makrophytenindex in Gewässern (IBMR NF T90 – 395) gemäß AFNOR-Standard. Dieser Index umfasst mehr als 200 Taxa und beinhaltet Daten zur Qualität, die nach Abundanz gewichtet sind. Deutschland stützt sich auf den kombinierten Index PHYLIB, der neben den Makrophyten auch das Phytobenthos einschließt.

Betrachtet man die Ergebnisse, die auf der Auswertung der Makrophytenverteilung im Jahr 2015 beruhen, so scheint sich die Qualität der **Mosel** in Fließrichtung zu verschlechtern. Während der Zustand der Mosel bei Archettes noch „sehr gut“ ist, verschlechtert er sich in Vandières, kurz vor Metz, auf „mäßig“. Bis zur Mündung in den Rhein bleibt der Zustand „mäßig“.

Die Flora bei Ramonchamp zeichnet sich durch den Bestand von ca. zehn verschiedenen Arten und einer Gesamtdeckung der Probestelle von 48 % aus. Sie ist durch eine „mäßige“ biologische Qualität (gemäß „Makrophyten“-Index) gekennzeichnet.

Die Probestellen Archettes und Liverdun weisen trotz ihrer geringeren Bedeckung eine relativ große Artenvielfalt auf. An der Überwachungsstelle Tonnoy stellen wir eine geringe Artenvielfalt und eine Makrophytendeckung von etwa 6 % fest, davon 4 % *Myriophyllum spicatum*.

Die Probestelle Detzem befindet sich in einem „unbefriedigenden“ Zustand, der auf eine niedrige Abundanz und das Fehlen bzw. geringe Vorkommen von für diesen Gewässerabschnitt typischen Arten wie *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus* und *Potamogeton nodosus* zurückzuführen ist.

n'est que dans les années 1970 – 1980, avec l'augmentation inquiétante des phénomènes liés à l'eutrophisation, que leur étude a été formalisée. Ces travaux ont permis d'établir des indices basés sur les macrophytes aquatiques. Ils ont progressivement été intégrés aux indicateurs biologiques et sont explicitement listés dans la DCE comme un des quatre paramètres biologiques dont la prise en compte est nécessaire pour l'évaluation de l'état respectivement du potentiel écologique. Les méthodes utilisées pour l'évaluation des macrophytes doivent répondre aux exigences imposées par la DCE et fournir des informations comparables entre Etats membres.

Les Etats membres des CIPMS utilisent des indices de qualité différents pour les macrophytes. Le Luxembourg et la France appliquent l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR NF T90 – 395) normalisé par l'AFNOR. Cet indice tient compte de plus de 200 taxons et intègre des données qualitatives, pondérées par les coefficients d'abondance. L'Allemagne applique l'indice combiné PHYLIB qui intègre les macrophytes et le phytobenthos.

En examinant les résultats basés sur l'évaluation de la répartition des macrophytes pour l'année 2015, il apparaît que la qualité de la **Moselle** se dégrade progressivement. Elle passe d'un « très bon » état à Archettes à un état « moyen » à Vandières, peu avant Metz. La Moselle garde cet état « moyen » jusqu'à sa confluence avec le Rhin.

Le peuplement floristique à Ramonchamp est caractérisé par une dizaine d'espèces différentes et un recouvrement total de 48 % du site. La qualité biologique (selon l'indice « macrophytes ») y est « moyenne ».

Les sites d'Archettes et de Liverdun ont, malgré leur plus faible recouvrement, une diversité spécifique relativement importante. Sur le site de Tonnoy, nous observons une faible diversité spécifique et un recouvrement en macrophytes d'environ 6 % dont 4 % de *Myriophyllum spicatum*.

Le site de Detzem affiche un état « médiocre » qui s'explique par une faible abondance et l'absence ou la faible représentation des espèces caractéristiques de ce tronçon du cours d'eau telles que *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus* et *Potamogeton nodosus*.



Foto / photo 11 : *Myriophyllum spicatum*
(Foto / photo : van de Weyer)

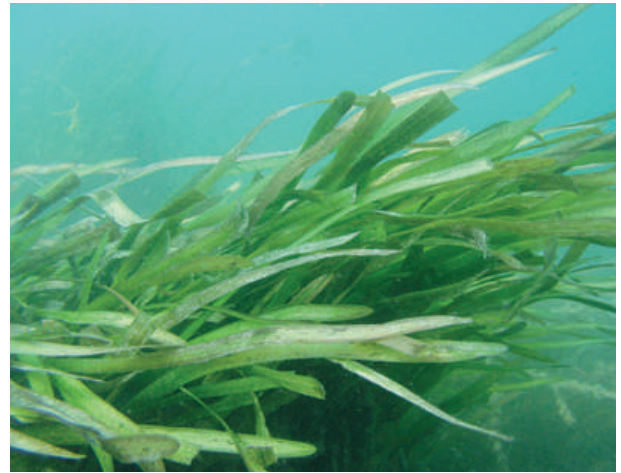


Foto / photo 12 : *Vallisneria spiralis*
(Foto / photo : van de Weyer)

Die Probestellen Vandières, Sierck, Palzem und Koblenz weisen eine gute artspezifische Häufigkeit auf; die Art *Vallisneria spiralis* ist dort stark vertreten. Im Bereich Palzem wurde die aus Nordamerika eingeschleppte Gefäßpflanze *Elodea nuttallii* nachgewiesen, die ein großes Entwicklungs- und Ausbreitungspotenzial hat. Diese Pflanze entwickelt sich häufig zulasten der heimischen Arten und ist tolerant gegenüber Eutrophierung. In nährstoffarmen Gewässern kommt sie nicht vor. Die Qualität in Koblenz ist „mäßig“ mit einer Tendenz zum „guten“ Zustand.

Der Ausbau der Mosel zur Großschiffahrtsstraße zwischen Neuves-Maisons und Koblenz hat durch die massive Uferbefestigung sicherlich eine negative Auswirkung auf die Makrophyten.

Außer an der Probestelle Keskastel sind alle Ergebnisse an der **Saar** und ihren Nebenflüssen (**Blies und Nied**) „mäßig“ bis „unbefriedigend“.

Les sites de Vandières, de Sierck, de Palzem et de Coblenz présentent une bonne abondance spécifique ; l'espèce *Vallisneria spiralis* y est fortement représentée. Sur le site de Palzem, la plante vasculaire introduite de l'Amérique du Nord *Elodea nuttallii*, qui a des potentialités importantes de développement et de propagation, a été recensée. Cette plante se développe souvent au détriment des espèces locales et est tolérante aux conditions eutrophiques. Elle est absente lorsque la quantité en nutriments est faible. La qualité à Coblenz est « moyenne » avec une tendance vers le « bon ».

L'aménagement de la Moselle en voie navigable à grand gabarit entre Neuves-Maisons et Coblenz avec des berges fortement consolidées a certes un effet négatif sur les macrophytes présents.

La **Sarre** et ses principaux affluents (**Blies et Nied**) présentent, sauf au site de Keskastel, des résultats moyens à médiocres.

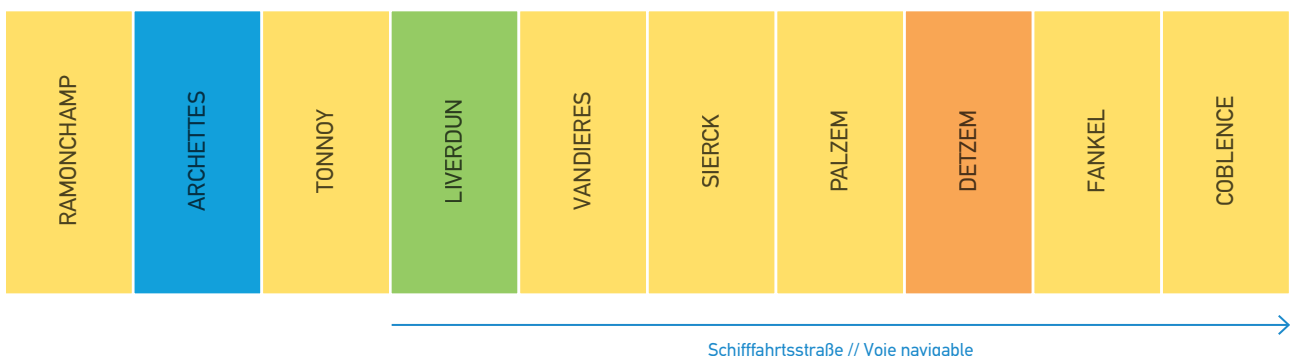


Abb. 37: Bewertung der Makrophytenverteilung in der MOSEL

Fig. 37 : Evaluation de la répartition des macrophytes de la MOSELLE

Die Überwachungsstelle Keskastel zeichnet sich durch eine große Artenvielfalt aus. Etwa 30 verschiedene Arten konnten dort festgestellt werden. Die Gruppen der Phanerogamen und Sumpfpflanzen kommen dort am häufigsten vor.

Die floristische Zusammensetzung der Probestellen ist vergleichbar. An den meisten Probestellen findet man eine starke Präsenz von *Potamogeton pectinatus* und *Myriophyllum spicatum*. Mit ihren befestigten Ufern und Stauanlagen bietet die zur Schifffahrtsstraße ausgebaute Saar keinen guten Lebensraum für die Makrophyten.

Die Überwachungsstellen, die „unbefriedigend“ abgeschnitten haben, sind von einer geringen Makrophytenvielfalt geprägt. Die Nied ist stark von der nitrophilen Art *Potamogeton pectinatus* bedeckt. In Schoden und Saarlörsbach ist die Saar relativ trüb. An beiden Probestellen findet man vor allem ubiquitäre Arten. In Saarlörsbach ist die Makrophytendeckung besonders schwach.

Im Gegensatz zu Mosel und Saar ist die **Sauer** keine Schifffahrtsstraße. Sie konnte die Eigenschaften eines freifließenden Mittelgebirgsflusses behalten. Aufgrund ihrer Tiefe und Größe ist es nicht möglich, auf Höhe ihrer Mündung in die Mosel bei Wasserbillig eine Makrophytenprobe zu entnehmen, die den Normen der in Luxemburg angewandten Methode entspricht. Die Proben werden daher von Deutschland im Rahmen von Tauchgängen entnommen. Basierend auf dem Parameter „Makrophyten“ ist die ökologische Qualität der Sauer hier „gut“.

Le site de Keskastel est caractérisé par une forte diversité spécifique. Une trentaine d'espèces différentes y a été prélevée. Les phanérogames et les hélophytes sont les groupes les plus abondants.

La composition floristique des sites est comparable. *Potamogeton pectinatus* et *Myriophyllum spicatum* se retrouvent sur la majorité des sites avec une présence importante. Avec ses berges consolidées et ses barrages, la Sarre aménagée en voie navigable constitue un habitat médiocre pour les macrophytes.

Les sites ayant obtenus des résultats « médiocres » sont caractérisés par une faible diversité macrophytique. La Nied présente un très fort recouvrement par l'espèce nitrophile *Potamogeton pectinatus*. A Schoden et à Saarlörsbach, la Sarre est relativement trouble. Sur ces deux sites, nous trouvons surtout des espèces ubiquistes. A Saarlörsbach, le recouvrement macrophytique est particulièrement faible.

Contrairement à la Moselle et la Sarre, la **Sûre** n'est pas une voie navigable. Elle a su préserver les caractéristiques d'une rivière de moyenne montagne à écoulement libre. En raison de sa profondeur et de son gabarit, il n'est pas possible d'effectuer, à la hauteur de son embouchure dans la Moselle à Wasserbillig, un prélèvement de macrophytes qui soit conforme aux normes de la méthode appliquée au Luxembourg. Les prélèvements y sont effectués par l'Allemagne en ayant recours à la plongée. La qualité écologique basée sur le paramètre des macrophytes y est « bonne ».

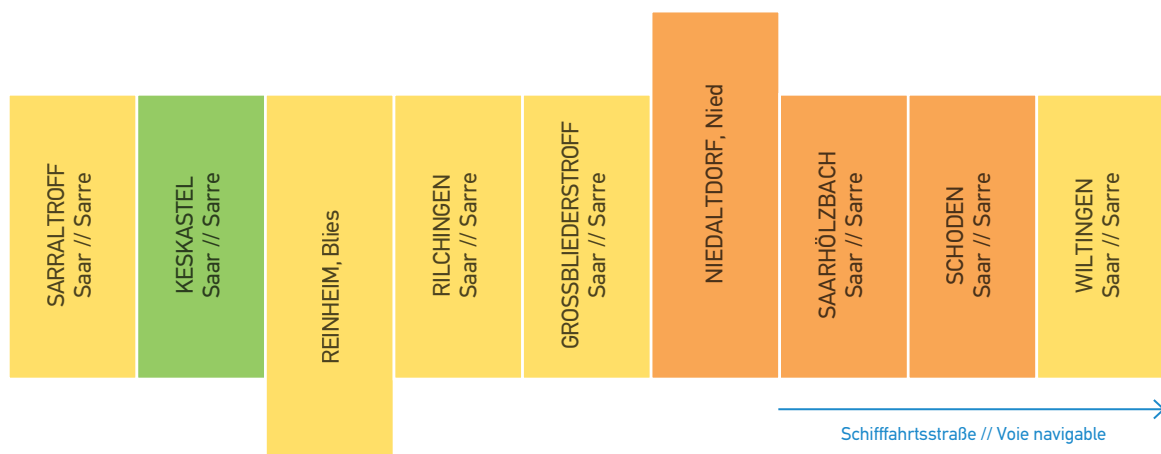


Abb. 38: Bewertung der Makrophytenverteilung in der SAAR und ihren größten Nebenflüssen

Fig. 38 : Evaluation de la répartition des macrophytes de la SARRE et de ses principaux affluents

An einer zweiten, weiter oberhalb der Sauer-Mündung gelegenen Probestelle wurden „sehr gute“ Ergebnisse festgestellt.

An beiden Stellen ist die floristische Zusammensetzung vergleichbar, aber an der flussaufwärts gelegenen Stelle weist der Pflanzenbestand eine größere Vielfalt auf. Dort gibt es etwa 20 verschiedene Arten, und die Gesamtdeckung der Probestelle beträgt 55 %. Unter den vorkommenden Arten befinden sich ca. 23 % Algen, 22 % Moose und der restliche Teil sind Pflanzen wie *Ranunculus fluitans*. Festsitzende Fadenalgen der Arten *Cladophora sp.* und *Vaucheria sp.* stellen 17 % der Bedeckung dieser Probestelle dar.

Les résultats obtenus sur un second site situé plus en amont de l'embouchure de la Sûre dans la Moselle, sont « très bons ».

Sur ces deux sites, la composition floristique est comparable mais le peuplement floristique du site en amont est caractérisé par une plus grande diversité. Il comporte une vingtaine d'espèces différentes et un recouvrement total de 55 % du site. Parmi les espèces présentes, nous comptons environ 23 % d'algues, 22 % de bryophytes et le restant des plantes telles que le *Ranunculus fluitans*. Les algues filamenteuses fixées des genres *Cladophora sp.* et *Vaucheria sp.* présentent 17 % du recouvrement de ce site.



4.

Bewertung nach
der WRRL

Evaluation au
titre de la DCE

Die WRRL schreibt den Mitgliedstaaten vor, den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potenzial der Gewässer nach einheitlichen Kriterien zu bewerten, und räumt der Bewertung der Biologie in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle ein. Dabei wurde auf Gemeinschaftsebene zweierlei vorangetrieben: die Verstärkung der Netze zur Umweltbeobachtung (Überwachungsnetze) und die Verbesserung der Methoden zur biologischen Bewertung. Letztere sind nun stärker auf die Einschätzung der Verschlechterung der Gewässer im Vergleich zu einer nicht oder nur wenig durch menschliche Tätigkeiten beeinträchtigten natürlichen Situation ausgerichtet, der so genannten „Referenzsituation“.

Als Grundlagen der Bewertung gibt die WRRL die bereits in Kapitel 3 beschriebenen Gruppen von Lebewesen als die vier biologischen Qualitätskomponenten vor.

Vor diesem Hintergrund und auf der Grundlage der derzeitigen Kenntnisse und Instrumente haben die Staaten ihr Klassifizierungssystem festgelegt, das den Anforderungen der WRRL entspricht. Zur Sicherstellung einer Gesamtkohärenz wurde auf Gemeinschaftsebene eine Interkalibrierung durchgeführt um zu gewährleisten, dass die biologischen Methoden der einzelnen Mitgliedstaaten zu insgesamt vergleichbaren Ergebnissen führen.

So entstand ein Bewertungssystem, das mit europaweit einheitlichen Indizes eine ökologische Klassifizierung auf einen Blick ermöglicht.

Tabelle 9 spiegelt den Stand der behördlichen Bewertung an den einzelnen Messstellen wider. Detailliertere Bewertungsergebnisse sind dem 2. Bewirtschaftungsplan der IKSMS zu entnehmen¹.

Darüber hinaus wurden auf Gemeinschaftsebene Umweltqualitätsnormen für die sogenannten prioritären Stoffe als Jahresdurchschnittswerte und je nach Stoff auch zulässige Höchstkonzentrationen festgelegt². Mit diesen Werten wird der chemische Zustand eines Oberflächenwasserkörpers bewertet.

La DCE impose aux Etats membres de procéder, selon des critères uniformes, à une évaluation de l'état ou du potentiel écologique des milieux aquatiques. Dans ce contexte, la DCE accorde une part significative à l'évaluation de la biologie. Deux axes principaux ont ainsi été promus dans ce contexte communautaire : le renforcement des réseaux d'observation de l'environnement (réseaux de surveillance) et l'amélioration des méthodes d'évaluation biologique. Celles-ci sont désormais de plus en plus orientées vers l'appréciation de la dégradation des milieux en comparaison avec une situation naturelle non ou très peu affectée par l'activité humaine, dite « situation de référence ».

En vue de cette évaluation, les bases imposées par la DCE et qui constituent les quatre éléments de qualité biologique sont les groupes d'organismes décrits dans le chapitre 3.

Cela étant, sur la base des connaissances et outils actuels, les Etats ont défini leur système de classification correspondant aux exigences de la DCE. Afin de s'assurer d'une cohérence d'ensemble, un exercice d'inter-étalonnage a été conduit au niveau communautaire pour garantir que les méthodes biologiques des différents Etats membres de l'Union Européenne donnent des résultats globalement comparables.

Ainsi est né un système d'évaluation qui repose sur des indicateurs uniformes à l'échelle européenne et qui permet une classification écologique d'ensemble.

Le tableau 9 présente les résultats d'évaluation produits par les autorités sur chaque site de surveillance. De plus amples détails figurent dans le deuxième plan de gestion publié par les CIPMS¹.

Par ailleurs, des normes de qualité environnementale ont été fixées à l'échelle communautaire pour les substances dites « prioritaires » sous forme de valeurs moyennes annuelles et selon les substances, sous forme de concentrations maximales admissibles².

¹ IKSMS (2015): Bewirtschaftungsplan 2016-2021. Internationale Flussgebietseinheit Rhein. Internationales Bearbeitungsgebiet Mosel-Saar (Teil B). Richtlinie /200/60/EG. Trier
² Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik

¹ CIPMS (2015) : Plan de gestion 2016-2021. District hydrographique international Rhin. Secteur de travail international Moselle-Sarre (partie B). Directive /200/60/CE. Trèves
² Directive 2013/39/UE du Parlement européen et du Conseil du 12 août 2013 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
La Moselle à Ramonchamp	FR	3	3	3	2	3	2	2	2	2
La Moselle à Archettes	FR	2	3	4	2	3	2	2	3	2
La Moselle à Tonnoy	FR	4	5	5	5	5	5	5	5	4
La Moselle à Liverdun	FR	3	3	3	4	3	3	3	3	3
La Moselle à Vandières	FR	3	3	4	2	3	3	3	4	3
La Moselle à Sierck	FR	4	3	4	3	4	3	3	3	3
Mosel bei Palzem (M06B)	SL/LUX/RP		5				4			4
Mosel bei Fankel (M03B)	RP		5				4			4
Mosel bei Koblenz (M01)	RP		5				4			4
La Meurthe à Fraize	FR	3	4	4	2	3	3	2	3	1
La Meurthe à Saint-Clement	FR	4	3	4	3	4	4	3	4	3
La Meurthe à Damelevieres	FR	4	4	5	5	5	4	4	4	4
La Meurthe à Tomblaine	FR	4	4	4	4	4	4	4	4	4
La Sûre à Wasserbillig (SU1)	LUX/RP	2	3	2	2	4				
La Sarre blanche à Turquestein-Blancrupt	FR	1	3	2	3	2	3	3	3	3
La Sarre à Sarraltroff	FR	4	4	4	3	3	4	4	3	3
La Sarre à Gosselming	FR	4	4	3	4	3	4	2	3	2
La Sarre à Keskastel	FR	4	3	3	3	3	3	3	3	3
La Sarre à Grossbliederstroff (AMONT)	FR	3	4	4	3	3	4	3	3	4
Saar bei Güdingen (SA7)	SL	4	4	4	4	4	3			3
Saar bei Fremeresdorf (SA4)	SL	4	4	4	4	4	4			4
Saar bei Kanzem (SA1)	RP		5				3			3
Blies bei Reinheim (BL2)	SL	4	4	3	3	3	3			3
Nied bei Niedaltdorf (NI2)	SL	2	2	3	3	3	3			3

Tab. 9: Behördliche Bewertung des ökologischen Zustandes nach der WRRL an den Messstellen der IKSMS

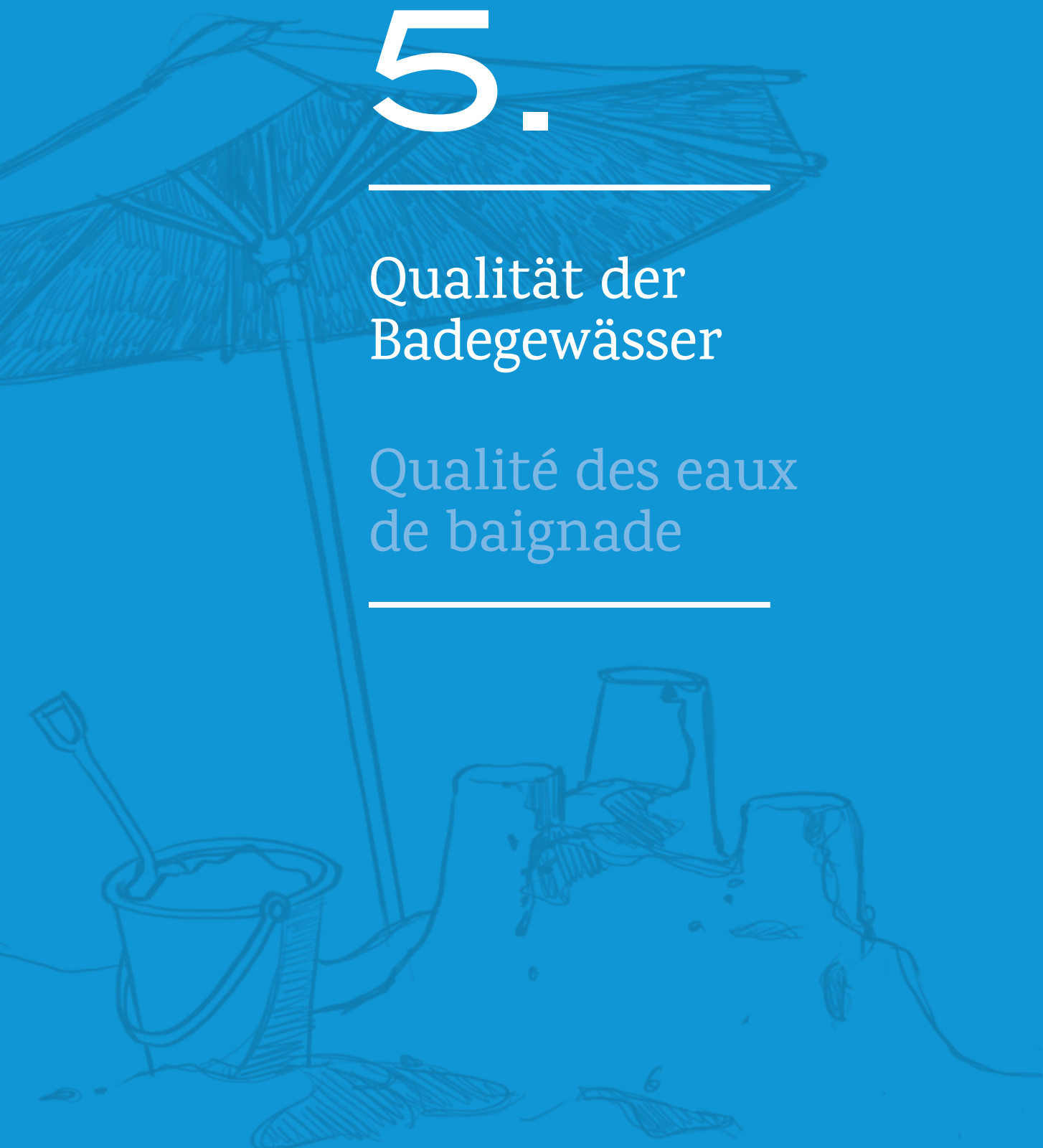
Tabl. 9 : Evaluation par les services publics de l'état écologique aux sites de surveillance des CIPMS selon la DCE



5.

Qualität der
Badegewässer

Qualité des eaux
de baignade



Die Richtlinie 2006/7/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG enthält Bestimmungen für die Überwachung und Einstufung der Qualität von Badegewässern, die Bewirtschaftung der Badegewässer hinsichtlich ihrer Qualität und die Information der Öffentlichkeit über Badegewässerqualität.

Diese Richtlinie gilt für jeden Abschnitt eines Oberflächengewässers, bei dem die zuständige Behörde mit einer großen Zahl von Badenden rechnet und für den sie kein dauerhaftes Badeverbot erlassen hat oder nicht auf Dauer vom Baden abrät (nachstehend „Badegewässer“ genannt). Diese Richtlinie gilt nicht für Schwimm- und Kurbecken, für abgegrenzte Gewässer, die einer Behandlung unterliegen oder für therapeutische Zwecke genutzt werden sowie für künstlich angelegte Gewässer, die von den Oberflächengewässern und dem Grundwasser getrennt sind.

In **Frankreich** erstreckt sich die Überwachung auf Gewässer, in denen üblicherweise eine größere Anzahl von Personen badet, unabhängig davon, ob es sich dabei um ausgebaute oder nicht ausgebaute Gewässer handelt, und für die kein der Öffentlichkeit zur Kenntnis gebrachtes Verbot vorliegt.

In der Praxis erfolgen gesundheitsbehördliche Kontrollen in Badegebieten oder in zu einem Badegebiet gehörenden Abschnitten sowie in häufig und nicht nur gelegentlich besuchten Gebieten, die u.U. von mehr als zehn Badegästen im Sommer aufgesucht werden.

Per Dekret werden Hygiene- und Sicherheitsvorschriften festgesetzt, welche für Schwimmbäder und ausgebaute Badestellen gelten, an denen Schwimmen oder andere Badeaktivitäten ausdrücklich gestattet sind.

Des Weiteren regelt ein präfektoraler Erlass je nach Beschaffenheit der Badeanlage Art und Häufigkeit der von den Betreibern der Badeanlage durchzuführenden Untersuchungen der Wasserqualität. Die Untersuchungen erfolgen mindestens zweimal im Monat.

In **Luxemburg** wird die Qualität der Badegewässer gemäß Artikel 3 der geänderten großherzoglichen Verordnung vom 19. Mai 2009¹ bewertet, und zwar auf der Grundlage der Proben, die während der Badesaison des laufenden Jahres und der drei voran-

La directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade et abrogeant la directive 76/160/CEE fixe des dispositions en ce qui concerne la surveillance et le classement de la qualité des eaux de baignade, la gestion de la qualité des eaux de baignade et la fourniture au public d'informations sur la qualité des eaux de baignade.

Cette directive s'applique à toute partie des eaux de surface dans laquelle l'autorité compétente s'attend à ce qu'un grand nombre de personnes se baignent et dans laquelle elle n'a pas interdit ou déconseillé la baignade de façon permanente (ci-après « eaux de baignade »). Elle ne s'applique pas aux bassins de natation et de cure, aux eaux captives qui sont soumises à un traitement ou sont utilisées à des fins thérapeutiques ainsi qu'aux eaux captives artificielles séparées des eaux de surface et des eaux souterraines.

En **France**, la surveillance porte sur des zones où la baignade est habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs, qu'elles soient aménagées ou non, et qui n'ont pas fait l'objet d'une interdiction portée à la connaissance du public.

En pratique, font l'objet de contrôles sanitaires les zones de baignade ou faisant partie d'une zone de baignade, les zones fréquentées de façon répétitive et non occasionnelle et où la fréquentation instantanée pendant la période estivale peut être supérieure à 10 baigneurs.

Les normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et aux baignades aménagées où la pratique de la natation et des activités de bain sont expressément autorisées sont fixées par décret.

De plus, un arrêté préfectoral fixe, selon les types d'installation, la nature et la fréquence des analyses de surveillance de la qualité des eaux que doivent réaliser les responsables des installations. Les fréquences sont au minimum bimensuelles.

Au **Luxembourg** l'évaluation de la qualité des eaux de baignade se fait sur base des échantillons analysés pendant la saison balnéaire de l'année en cours et des trois saisons balnéaires précédentes, conformément à l'article 3 du règlement grand-ducal modi-

gegangenen Badesaisons analysiert wurden. Die Qualität der Badegewässer wird an elf Messstellen bestimmt. In den letzten Jahren wiesen die Badegewässer an allen Messstellen eine ausgezeichnete Wasserqualität auf.

Trotz dieser einwandfreien mikrobiologischen Qualität wurde auf Höhe des Obersauer-Stausees ein vermehrtes Wachstum von Cyanobakterien, auch Blaualgen genannt, festgestellt. Bei übermäßigem Wachstum (Blüte) können Cyanobakterien bei Mensch und Tier aufgrund der Produktion von Toxinen zu gesundheitlichen Problemen führen. Im Falle einer solchen Blüte wird für den oder die betroffenen Standort(e) ein Badeverbot mit sofortiger Wirkung ausgesprochen.

Zur besseren Identifizierung der Verschmutzungsquellen und zur besseren Risikoabschätzung wurde für jedes Badegewässer ein Profil ausgearbeitet. Diese Profile wurden erstmals im Jahr 2009 erstellt und veröffentlicht². Für die Badegewässer mit einer ausgezeichneten Qualität werden die Profile nur im Falle einer Verschlechterung aktualisiert.

Aktuell sind der Bostalsee und der Losheimer Stausee im **Saarland** als Badegewässer ausgewiesen. Alle anderen saarländischen Gewässer erfüllen nicht die hohen Anforderungen an EU-Badegewässer. Daher wird insbesondere vor potenziellen Gesundheitsgefahren und vor akuten Gefahren (ungenügende Sichttiefe, Strömung, Schifffahrtsstraße, Infektionsgefahren etc.) gewarnt und vom Baden und Schwimmen dauerhaft abgeraten.

Flusswasser ist aus hygienischen Gründen grundsätzlich als gesundheitlich bedenklich anzusehen. In **Rheinland-Pfalz** ist daher kein Fluss oder größerer Bach als Badegewässer ausgewiesen. Wegen der nicht auszuschließenden Infektionsgefahr und den Gefahren durch Schiffsverkehr und der zum Teil starken Strömung auf den großen Flüssen rät das Umweltministerium generell vom Baden in Fließgewässern ab.

fié du 19 mai 2009¹. La qualité des eaux de baignade est déterminée sur onze stations de surveillance. Au cours des années passées les eaux de baignade ont présenté une qualité excellente sur l'ensemble de ces stations.

Malgré cette qualité microbiologique excellente, des phénomènes de proliférations de cyanobactéries, également appelées algues bleues, apparaissent régulièrement au niveau du lac de la Haute-Sûre. Lors de proliférations excessives (efflorescences), les cyanobactéries peuvent provoquer des problèmes de santé chez l'homme et les animaux suite à la production de toxines. En cas d'apparition de telles efflorescences, une interdiction de baignade est prononcée avec effet immédiat pour le(s) site(s) concerné(s).

Un profil a été élaboré pour chaque eau de baignade pour soutenir l'identification des sources polluantes et l'estimation des risques. Ces profils des eaux de baignade ont été élaborés et publiés pour la première fois en 2009². Pour les eaux de baignade de qualité excellente, ces profils ne sont actualisés qu'en cas de déclassement.

A l'heure actuelle, les eaux de baignade désignées en tant que telles au **Land de Sarre** sont le Bostalsee et le lac de barrage de Losheim. Les autres eaux sarroises, qu'il s'agisse de cours d'eau ou d'étangs, ne répondent pas aux sévères exigences européennes. Pour cette raison, la population est mise en garde contre les risques sanitaires potentiels et contre les risques imminents (transparence insuffisante, courant, voie navigable, risques d'infections etc.) et la baignade et la natation sont déconseillées durablement.

Pour des raisons d'hygiène, les eaux fluviales sont, en principe, susceptibles de nuire à la santé. C'est la raison pour laquelle aucun cours d'eau n'a été désigné comme eau de baignade en **Rhénanie-Palatinat**. Le Ministère de l'Environnement déconseille par principe la baignade dans des cours d'eau en raison du risque d'infection, qui ne peut pas être exclu, en raison du trafic fluvial ainsi qu'en raison du courant parfois très puissant des grandes rivières.

¹ Règlement grand-ducal modifié du 19 mai 2009 déterminant les mesures de protection spéciale et les programmes de surveillance de l'état des eaux de baignade

² http://www.eau.public.lu/actualites/2011/03/Profil_baignade/

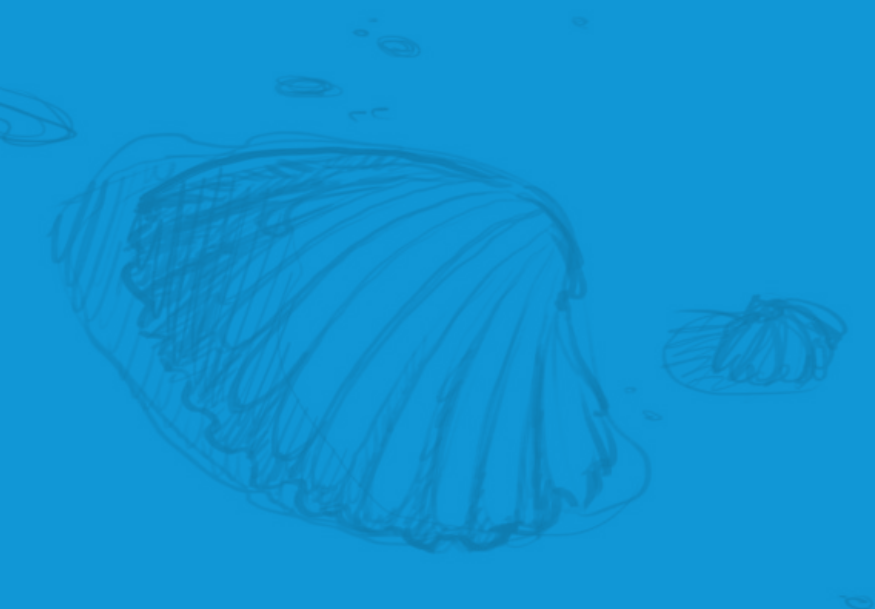




6.

Biota-Analysen

Analyses sur
le biote

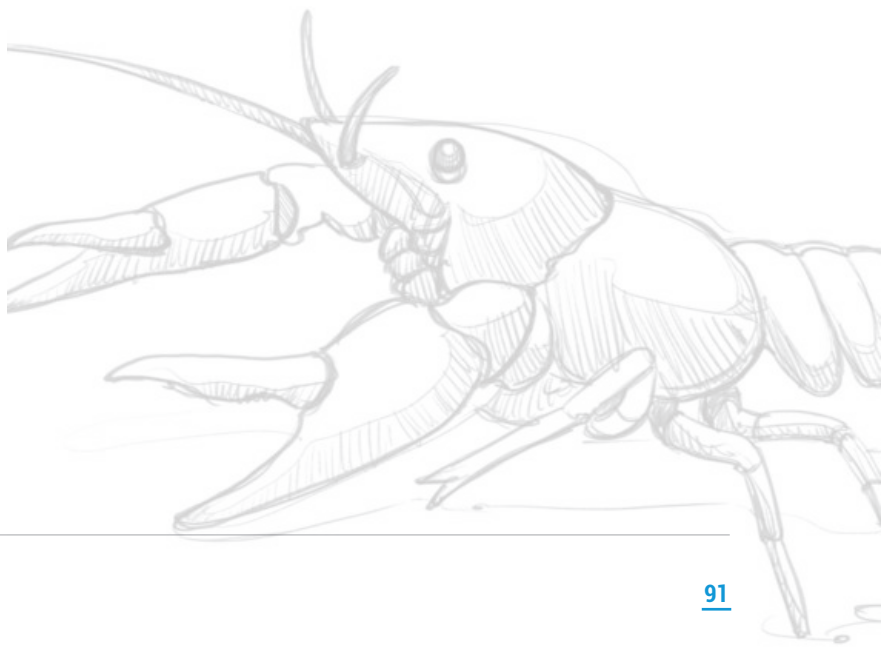


Die Richtlinie 2013/39/EU verpflichtet die Mitgliedstaaten zur Überwachung einiger prioritärer Stoffe in Biota (Fische, Krebs- oder Weichtiere). Im Rahmen einer zukunftsorientierten Untersuchung im Rheineinzugsgebiet haben die IKSMS-Mitgliedstaaten und Länder gemeinsame Datenerhebungen an Mosel- und Saarfischen veranlasst. Da noch nicht alle Ergebnisse dieser Kampagnen vorliegen, konnten sie für den vorliegenden Bericht noch nicht berücksichtigt werden. Der Leser / die Leserin sei auf die Veröffentlichungen zu diesem Thema verwiesen, die voraussichtlich im Laufe des Jahres 2018 erscheinen werden.

La directive 2013/39/UE introduit pour les Etats Membres l'obligation de surveiller un certain nombre de substances prioritaires sur support biologique (poissons, crustacés ou mollusques). Dans le cadre d'une démarche prospective engagée au niveau du bassin du Rhin, les Etats et Länder représentés au sein des CIPMS ont lancé conjointement des campagnes d'acquisition de données sur les poissons de la Moselle et la Sarre. Les résultats de ces campagnes ne sont pas encore tous disponibles pour intégrer le présent rapport. Le lecteur pourra utilement se reporter aux prochaines publications sur le sujet probablement au cours de l'année 2018.



**Foto / photo 13 : Probenvorbereitung /
Préparation des échantillons**
(Foto / photo :
Kroll, LfU Rheinland-Pfalz)



7.

Radioaktivität

Radioactivité



Die deutsch-französische Kommission für Fragen der Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen und die gemischte französisch-luxemburgische Kommission für nukleare Sicherheit¹ dienen dem Austausch und der Abstimmung über den Themenbereich Radioaktivität.

In ihrer Sitzung im Juli 2009 hat die gemischte französisch-luxemburgische Kommission für nukleare Sicherheit beschlossen, dass die französische Behörde für nukleare Sicherheit (ASN) den IKSMS im Jahresrhythmus eine Bilanz der Einleitungen des oberhalb der französisch-luxemburgischen Grenze an der Mosel gelegenen Kernkraftwerks Cattenom vorstellt. Diese Bilanz beschränkt sich auf den Zuständigkeitsbereich der IKSMS, d. h. lediglich auf nicht-radioaktive chemische Einleitungen und auf Wärmeeinleitungen. Seit 2010 wird den IKSMS jedes Jahr die Bilanz der Einleitungen vorgestellt.

Jeder Staat verfügt auch über ein nationales Umwelt-radioaktivitätsmessnetz, das ebenfalls die Gewässer im Mosel-Saar-Einzugsgebiet abdeckt.

Die erstellten Bilanzen sowie die Ergebnisse dieser Messungen sind über die folgenden Internetlinks abrufbar:

Frankreich:

<http://www.mesure-radioactivite.fr>

Luxemburg:

<http://www.sante.public.lu/fr/politique-sante/ministere-sante/direction-sante/div-radioprotection/index.html>

Saarland:

https://www.saarland.de/dokumente/thema_umweltwirtschaft/JahresBericht2012.pdf

Rheinland-Pfalz:

<https://lfu.rlp.de/de/unser-amt-service/downloads/wasserwirtschaft/radioaktivitaetsbestimmungen/>

La Commission franco-allemande pour les questions de sûreté des installations nucléaires et la Commission mixte franco-luxembourgeoise de la sécurité nucléaire¹ sont les organes d'échanges et de concertations spécifiques pour les aspects liés à la radioactivité.

Lors de sa séance de juillet 2009, la Commission mixte de sécurité nucléaire franco-luxembourgeoise a souhaité que, chaque année, l'autorité de Sûreté nucléaire (ASN) présente aux CIPMS un bilan des rejets du centre nucléaire de production électrique de Cattenom, situé sur la Moselle à quelques kilomètres, à l'amont de la frontière franco-germano-luxembourgeoise. Ce bilan se limite au champ de compétence des CIPMS, à savoir les seuls rejets chimiques non radioactifs et les rejets thermiques. Ce bilan des rejets est annuellement présenté aux CIPMS depuis 2010.

Chaque Etat dispose également d'un réseau national de mesures de la radioactivité dans l'environnement qui couvre également les cours d'eau du bassin de la Moselle et la Sarre.

Les bilans réalisés dans ce cadre ainsi que les résultats de ces mesures sont disponibles via les liens suivants :

France :

<http://www.mesure-radioactivite.fr>

Luxembourg :

<http://www.sante.public.lu/fr/politique-sante/ministere-sante/direction-sante/div-radioprotection/index.html>

Land de Sarre :

https://www.saarland.de/dokumente/thema_umweltwirtschaft/JahresBericht2012.pdf

Rhénanie-Palatinat :

<https://lfu.rlp.de/de/unser-amt-service/downloads/wasserwirtschaft/radioaktivitaetsbestimmungen/>

¹ <http://www.sante.public.lu/fr/espace-professionnel/radioprotection-cooperation/relations-bilaterales/franco-luxembourgeoise/index.html>

8.

Zusammenfassung

Résumé

Die IKSMS haben gemeinsam das Grundgerüst eines internationalen Messnetzes zur Überwachung des Zustandes der grenzüberschreitenden Fließgewässer festgelegt, das auf den Überwachungsinstrumenten der Staaten beruht. Die so gesammelten Daten werden gebündelt und der Öffentlichkeit über die IKSMS-Internetseite www.iksms-cipms.org zur Verfügung gestellt; sie hält auch zusammenfassende Indikatoren bereit.

Der vorliegende Bericht „Entwicklung der Wasserbeschaffenheit von Mosel und Saar 2000-2015“ ist die zweite Veröffentlichung dieser Art nach dem 2013 erschienenen Bericht über den Zeitraum 1990-2010. Diese Berichte knüpfen an die Tradition der Vorgängerberichte an, deren letzter 2001 veröffentlicht wurde. Sie ergänzen die Daten, die der EU-Kommission von den zuständigen Behörden im Rahmen des zweiten Bewirtschaftungsplans nach der WRRL gemeldet wurden. Durch die Wasserbeschaffenheitsberichte können insbesondere die Entwicklungen und Themen beleuchtet werden, die nicht explizit Gegenstand der WRRL-Berichterstattung sind oder die dem Mosel-Saar-Einzugsgebiet eigen sind.

Im aktuellen Bericht werden Belastungen durch Stoffe und allgemeine Parameter sowie biologische Indikatoren behandelt.

Daten zur Belastung mit **organischen Stoffen und Nährstoffen** liegen in langen, verhältnismäßig homogenen Zeitreihen vor, sodass langfristige Betrachtungen möglich sind. So ist zwischen 1990 und 2015 eine ganz deutliche Verbesserung der Situation der Mosel in ihrem historisch am stärksten beeinträchtigten Mittellauf feststellbar (von der Mündung der Meurthe bis nach Fankel), und zwar insbesondere bei Phosphor. Für diese Parameter liegen die heute festgestellten Belastungsgrade ganz nahe bei den Kriterien des guten ökologischen Zustands nach der WRRL (bzw. des guten ökologischen Potenzials bei erheblich veränderten Abschnitten). Auch an der Saar sind bedeutende Fortschritte zu verzeichnen, vor allem auf der deutschen Saarstrecke, die stärkeren Belastungen ausgesetzt ist. Die Nährstoffbelastung der Saar hat sich im Berichtszeitraum reduziert, dennoch hat die Saar den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial noch nicht erreicht. Diese deutlichen Fortschritte, die sich im gesamten Einzugsgebiet verzeichnen lassen, dürfen aber nicht verschleiern, dass nach wie vor Probleme bestehen, insbesondere bei Nitrat, für das noch keine signifikante Verbesserung beobachtet

Les CIPMS ont défini en commun l'ossature d'un réseau de mesure international pour surveiller l'état des cours d'eau transfrontaliers, basé sur les dispositifs de surveillance mis en place par les Etats. Les données ainsi collectées sont rassemblées et mises à la disposition du public via le site Internet des CIPMS www.iksms-cipms.org sur lequel des indicateurs synthétiques sont également disponibles.

Le présent rapport intitulé « Evolution de la qualité des eaux de la Moselle et de la Sarre 2000-2015 » constitue la seconde publication sous cette forme, après le rapport 1990-2010 publié en 2013. Ces rapports s'inscrivent dans la continuité des publications antérieures dont la dernière date de 2001. Ils constituent un complément aux données rapportées à la Commission Européenne par les autorités compétentes dans le cadre du deuxième plan de gestion au titre de la DCE. Ces rapports sur la qualité des eaux permettent notamment d'apporter un éclairage sur les évolutions observables et des thématiques non explicitement traitées par le rapportage DCE ou bien propres au bassin international Moselle-Sarre.

Le rapport actuel traite des pollutions dues aux paramètres généraux et aux substances, ainsi que des indicateurs biologiques.

Les données concernant la pollution par **les matières organiques et les nutriments** fournissent des chroniques longues et relativement homogènes, ce qui permet des observations sur une longue période. Ainsi, entre 1990 et 2015, on peut noter une très nette amélioration de la situation de la Moselle sur son cours médian historiquement le plus dégradé (de la confluence de la Meurthe jusqu'à Fankel), tout particulièrement pour le phosphore. Pour ces paramètres, les niveaux constatés aujourd'hui sur la Moselle sont désormais très proches des critères du bon état écologique (ou du bon potentiel écologique pour les tronçons fortement modifiés) définis par la DCE. La Sarre connaît également des progrès notables, essentiellement sur son cours allemand soumis à plus de pressions. Pendant la période couverte par le rapport, la pollution de la Sarre par les nutriments a diminué. Toutefois, la situation de la Sarre reste en-deçà du bon état ou du bon potentiel écologique. Ces nets progrès enregistrés sur l'ensemble du bassin ne doivent toutefois pas occulter les problèmes qui subsistent, en particulier sur les nitrates pour lesquels on ne note pas d'amélioration significative et sur les pollutions inter-

wird, und bei den Stoßbelastungen, die anhand des derzeitigen Datensatzes nicht erfasst werden können.

Die **Wassertemperatur** der Mosel wird insbesondere im Mündungsbereich in den Rhein in Koblenz kontinuierlich überwacht. Im Sommer werden regelmäßig hohe Werte erreicht (über 25°C). Dies kann sich auf das biologische Gleichgewicht des Gewässers auswirken. Im Winter bleiben die Temperaturen in der Mosel niedriger als die im Rhein.

Chloride sind im Einzugsgebiet der Mosel eine spezielle Problematik. Ihre biologische Auswirkung wurde in einer veröffentlichten Literaturstudie untersucht. Aus den jüngsten Beobachtungen geht keine nennenswerte Entwicklung der Jahresfrachten in Mosel und Saar hervor, die über die normalen abflussbedingten Schwankungen hinausginge. Hauptquelle der Chlorideinträge bleiben die Einleitungen durch die lothringischen Sodawerke, die in Abhängigkeit des Moselabflusses gesteuert erfolgen.

Von den **Metallen** wurden im vorliegenden Bericht nur Kupfer und Zink betrachtet. Die Konzentrationen von gelöstem Kupfer und Zink bleiben offenbar recht unverändert, wobei die Kupferkonzentration über dem in Frankreich verwendeten Schwellenwert des „guten ökologischen Zustands“ liegen. Im Schwebstoff wird hingegen in der Mosel bei Palzem ein stetiger Anstieg der Kupferkonzentrationen verzeichnet. Unterhalb des Kernkraftwerks Cattenom, das als Haupteintragsquelle von Kupfer und Zink in die Mosel gilt, muss die Überwachung fortgeführt werden.

Bei den **Pestiziden** fokussiert sich die Betrachtung auf zwei relevante Stoffe, die 2015 von besonderer Aktualität waren. Vor dem Isoproturon-Verbot wurden in der Mosel und bis in den Rhein hinein hohe Spitzenwerte dieses Stoffes festgestellt, sobald im Herbst nach der Behandlung des Wintergetreides erste Niederschläge fielen. Ein Großteil der Einträge stammte aus dem Moseleinzugsgebiet, vor allem aus dem französischen Teil. Auf Metazachlor richtete sich die Aufmerksamkeit nach dem Verkehrsunfall eines landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugs, infolgedessen die Trinkwasserreserve des Großherzogtums Luxemburg an der Sauer verunreinigt wurde. Dieses Ereignis veranlasste die luxemburgischen Behörden und später auch die des gesamten Mosel-Saar-Einzugsgebiets dazu, ihr Überwachungsprogramm zu erweitern. Dadurch konnte eine flächendeckende Belastung aller Gewässer (Oberflächen- und Grundwasser)

mittentes que le jeu de données disponible ne permet pas d'appréhender.

La température de la Moselle est notamment suivie en continu à sa confluence dans le Rhin à Coblenze. Elle atteint régulièrement des niveaux élevés en été (plus de 25°C). Ceci peut avoir des impacts sur l'équilibre biologique du milieu. En hiver, les températures de la Moselle restent inférieures à celles du Rhin.

Les chlorures dans le bassin de la Moselle sont une problématique spécifique dont l'impact biologique a fait l'objet d'un bilan bibliographique publié par ailleurs. Les observations récentes ne montrent pas d'évolution notable des flux annuels transitant dans la Moselle et la Sarre, en dehors des fluctuations normales liées aux variations des débits. La source principale reste en effet les rejets des soudières lorraines françaises, dont les flux sont contrôlés en fonction du débit de la Moselle.

Parmi **les métaux**, seuls le cuivre et le zinc ont été étudiés dans le présent rapport. Les concentrations en cuivre et en zinc dissous semblent relativement stables, au-delà du seuil de « bon état écologique » utilisé en France pour le cuivre. En revanche, une augmentation continue des concentrations en cuivre dans les matières en suspension est observée sur la Moselle à Palzem. La surveillance doit être maintenue en aval du centre nucléaire de production électrique de Cattenom, source principale d'apport en cuivre et en zinc dans la Moselle.

En ce qui concerne **les pesticides**, l'examen est ciblé sur deux d'entre eux en raison des enjeux particuliers et de l'actualité spécifique dont ils ont fait l'objet en 2015. L'isoproturon, avant son interdiction, présentait des pics importants dans la Moselle, aux premières pluies d'automne après le traitement des céréales d'hiver en octobre, et visibles jusque dans le Rhin. Le bassin de la Moselle, et particulièrement sa partie française y contribuait largement. Le métazachlore, quant à lui, a été mis en lumière à la suite d'un accident routier impliquant un véhicule agricole qui a contaminé la réserve en eau potable du Grand-Duché du Luxembourg sur la Sûre. Cet événement a conduit les autorités luxembourgeoises, puis celles de l'ensemble du bassin de la Moselle et de la Sarre à élargir le programme de suivi, ce qui a permis de constater que la contamination par le métazachlore et ses métabolites



mit Metazachlor und dessen Abbauprodukten festgestellt werden.

Bei den Ergebnissen der **PAK**-Überwachung wurden mehrere Einzelsubstanzen betrachtet. Anthracen und Naphthalin überschreiten die europäischen Schwellenwerte (UQN) nicht, ganz im Gegensatz zu Fluoranthen, das hohe Belastungsgrade aufweist. Bei Benzo[a]pyren, das als „Marker“ gilt, liegen die mittleren Konzentrationen weit über der UQN. Bei Benzo[g,h,i]perylene und in geringerem Maße auch bei Benzo[b]fluoranthen und Benzo[k]fluoranthen sind es die Höchstkonzentrationen, die die zulässigen Werte überschreiten. Sie sind es auch, die möglicherweise akute toxische Wirkungen hervorrufen.

Bei den biologischen Indikatoren zeichnet sich das **Phytoplankton** durch beträchtliche jahreszeitliche und interannuelle Schwankungen sowie durch einen natürlichen Anstieg in Fließrichtung aus. Sein Entwicklungsgebiet beschränkt sich auf die unteren Flussläufe von Mosel und Saar, wo im Frühjahr zeitweise ausgeprägte und auch im Sommer vereinzelt Algenblüten auftreten. Häufigkeit und Intensität dieser Blüten haben in der Mosel bei Sierck seit Ende der 1990er Jahre merklich abgenommen. In Koblenz ist dieser Trend weniger deutlich: Die Biomasse scheint zwar auch hier zurückzugehen, bleibt aber insgesamt höher als in Sierck. An der Saar hingegen ist kein rückläufiger Trend erkennbar. Auch beim Zooplankton, dem wichtigsten Fressfeind des Phytoplanktons, ist die Entwicklungsdynamik sehr stark. Allerdings ist seit 2002 bei den Larven der Zebrauschel (*Dreissena*) ein Rückgang zu beobachten.

Diatomeen sind ein biologischer Indikator, der gemeinhin zur Bewertung des ökologischen Zustandes herangezogen wird. Da die verschiedenen verwendeten Indizes auf europäischer Ebene interkalibriert sind, können tragfähige Vergleiche in Fließrichtung angestellt werden. Weit im Oberlauf der Mosel (oberhalb von Epinal) lässt sich eine gute Qualität nachweisen, die im weiteren Verlauf des Flusses immer schlechter wird. Abgesehen von diesem obersten Moselabschnitt bleibt die Qualität sowohl an der Mosel als auch an der Saar mäßig bis schlecht, da die Diatomeen sehr empfindlich auf Nährstoffeinleitungen und organische Verunreinigungen reagieren, die trotz allem fortbestehen.

Beim **Makrozoobenthos** ist eine Verschlechterung der Bestände in Fließrichtung klar erkennbar. Typische

était généralisée sur l'ensemble des milieux aquatiques (eaux de surface et eaux souterraines).

L'observation des résultats de surveillance concernant **les HAP** a porté sur plusieurs molécules. L'anthracène et le naphthalène ne présentent pas de dépassements des valeurs seuils européennes (NQE) contrairement au fluoranthène qui présente des niveaux de contamination élevés. Le benzo[a]pyrène, identifié comme « molécule sentinelle », présente, quant à lui, des concentrations moyennes très largement au-delà de la NQE. Concernant le benzo[g,h,i]pérylène, et, dans une moindre mesure, le benzo[b]fluoranthène et le benzo[k]fluoranthène, ce sont les concentrations maximales qui présentent des dépassements, susceptibles d'occasionner des effets toxiques aigus.

Parmi les indicateurs biologiques, **le phytoplancton** se caractérise par de considérables variations saisonnières et interannuelles et une progression naturelle d'amont en aval. La zone de développement, limitée au cours aval de la Moselle et de la Sarre, est le siège de blooms printaniers parfois importants et, de manière plus sporadique, estivaux. La fréquence et l'intensité de ceux-ci ont significativement diminué sur la Moselle à Sierck depuis la fin des années 90'. Cette tendance est moins nette à Coblenz où la biomasse semble toutefois diminuer, tout en restant globalement supérieure à celle observée à Sierck. Dans la Sarre, en revanche, aucune tendance à la baisse n'est observable. Le zooplancton, premier prédateur du phytoplancton, connaît également une dynamique de développement intense. On constate néanmoins une réduction de l'abondance des larves de moule zébrée (*Dreissena*) depuis 2002.

Les diatomées sont un indicateur biologique communément utilisé pour l'évaluation de l'état écologique. Les différents indices utilisés étant interétalonnés au niveau européen, il est possible de procéder à des comparaisons valables d'amont en aval. On observe une qualité qui se dégrade progressivement au fil de l'eau, avec une bonne qualité sur le cours très amont de la Moselle (amont Epinal). A l'exception de ce secteur, la qualité reste moyenne à médiocre tant sur la Moselle que sur la Sarre du fait de la grande sensibilité des diatomées aux rejets de nutriments et de pollution organique qui subsistent encore malgré tout.

Concernant **le macrozoobenthos**, on observe très nettement une dégradation des peuplements de l'amont

Fließgewässerarten, die in den Oberläufen von Mosel und Saar stark vertreten sind, werden nach und nach durch weniger anspruchsvolle Gruppen verdrängt, die die flussabwärts zunehmende Verunreinigung, die Schifffahrtsbauwerke sowie die Konkurrenz invasiver gebietsfremder Arten besser aushalten. In die Phase einer völlig unzureichenden Wasserqualität, insbesondere in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts, fiel zugleich der Ausbau zur Schifffahrtsstraße. Mit der consequenten Stauregulierung ging ein Verlust an typischen Fließgewässer-Habitaten von Mosel und Saar einher. Das Zusammenwirken dieser beiden Hauptbelastungen – Gewässerverschmutzung und Habitatverlust – war für die aquatische Fauna einschneidend. Die Artenvielfalt flusstypischer Arten ging damals extrem zurück, es wurde ein Tiefpunkt der ökologischen Situation in der Mosel erreicht. In den zurückliegenden vier Jahrzehnten konnte eine teilweise Erholung des Gewässerökosystems durch die sukzessive Etablierung und Verbesserung der Abwasserreinigung erzielt werden. Eine neue Herausforderung für die sich damals bereits regenerierende Artenvielfalt innerhalb der autochthonen Besiedlung der Wirbellosen in der Mosel stellte sich ab etwa den 1990er-Jahren durch die sehr plötzliche Einwanderung mehrerer Arten invasiver Neozoen. Durch den Bau des Rhein-Main-Donaukanals vergrößerte sich das internationale Netz der Binnengewässer-Schifffahrtsstraßen schlagartig und eröffnete vielen Arten aus dem Donaauraum neue Verbreitungswege. Mittlerweile hat sich eine deutlich homogenisierte, durch die neozoischen Krebstiere, Muscheln und Schnecken geprägte „Wasserstraßenfauna“ nicht nur in Mosel und Saar, sondern in einem Großteil der Schifffahrtsstraßen Europas eingestellt.

Auch auf die **Fischbestände** wirken sich die oben aufgezeigten Entwicklungen nachteilig aus. Den größten Teil des Fischbestandes stellen heute anspruchsarme, anpassungsfähige Arten. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass sich die Fischfauna mit der zunehmenden Verbesserung der Wasserqualität seit dem Höhepunkt der Belastung in den 1990er Jahren zum Teil wieder ansiedeln konnte. Allerdings sind nahezu alle Langdistanzwanderfische aus den Gewässern verschwunden, da die ökologische Durchgängigkeit entlang der Hauptströme eingeschränkt ist. In jüngster Zeit wird diese Durchgängigkeit zwar durch bauliche Maßnahmen (z. B. Fischauftstiegsanlage Koblenz) wiederhergestellt, aber bisher ist die Zahl der Langdistanzwanderfische noch gering und beschränkt sich auf

vers l'aval. Les insectes typiques des eaux courantes, très représentés en amont de la Moselle et de la Sarre, sont progressivement remplacés par des groupes moins exigeants sous l'effet des pollutions qui s'accroissent vers l'aval, des grands aménagements liés à la navigation et de la pression des espèces invasives non autochtones. L'aménagement en voie navigable est intervenu au beau milieu d'une période durant laquelle la qualité des eaux était totalement insuffisante, ce qui était notamment le cas dans la seconde moitié du 20^e siècle. La régulation du cours d'eau par une succession de barrages a entraîné une perte d'habitats caractéristiques de la Moselle et de la Sarre. La coïncidence de ces deux pressions principales - la pollution des eaux et la perte d'habitats - fut cruciale pour la faune aquatique. A l'époque, la diversité des espèces fluviales typiques a chuté de manière dramatique, et la situation écologique de la Moselle était au plus mal. Au cours des quatre décennies écoulées, la mise en place et l'amélioration successives des systèmes d'assainissement des eaux usées ont partiellement permis à l'écosystème aquatique de se rétablir. Mais l'invasion abrupte de plusieurs espèces néozoaires à partir des années 1990 a constitué un nouveau défi à la diversité des espèces d'invertébrés autochtones qui était en cours de rétablissement. La construction du canal Rhin-Main-Danube a brusquement élargi le réseau international des voies navigables intérieures et a ouvert de nouvelles voies de diffusion à de nombreuses espèces du bassin du Danube. Une « faune des voies navigables » sensiblement homogénéisée et caractérisée par les crustacés, bivalves et gastéropodes néozoaires s'est entre-temps mise en place non seulement sur la Moselle et la Sarre, mais dans la majorité des voies navigables européennes.

Les peuplements de poissons sont également impactés par les évolutions évoquées précédemment. La majeure partie du peuplement est constituée aujourd'hui d'espèces peu exigeantes et facilement adaptables. Il convient toutefois de noter que l'amélioration de la qualité de l'eau a néanmoins permis à la faune piscicole de se reconstituer depuis les années 90', période au cours de laquelle la situation était particulièrement dégradée. Les grands migrateurs ont quasiment tous disparu du fait de la restriction de la continuité écologique le long des axes fluviaux. Bien que des travaux récents (effectués p. ex. sur le dispositif de montaison piscicole de Coblenz) permettent de rétablir en partie cette continuité, les grands migrateurs ne sont encore présents qu'en faible quantité et leur présence

den Unterlauf. Schließlich unterliegt auch der Fischbestand dem wachsenden Einfluss invasiver Arten.

Bei den **Makrophyten** zeigt sich eine kontinuierliche Verschlechterung der Moselqualität in Fließrichtung. Diese Pflanzen reagieren vor allem sehr empfindlich auf die im Wasser vorhandenen Nährstoffmengen und auf die Gewässermorphologie. Ihre Diversität schwankt und ist an einigen Abschnitten des französischen Gewässerunterlaufs recht hoch. Auch wenn die Abundanz im unteren Moselabschnitt an manchen Stellen hoch sein kann, wird die Besiedlung oft durch den starken Gewässer- und insbesondere Uferverbau beeinträchtigt. Gleiches gilt für die Saar, in deren Unterlauf ubiquitäre Arten vorherrschen.

Abschließend ist festzustellen, dass sich die im Bericht 1990 – 2010 aufgezeigten Fortschritte bei der Belastung durch organische Stoffe und durch Nährstoffe bekräftigen, wobei die heutige Situation manchmal bereits die Kriterien des guten ökologischen Zustands/Potenzials nach der WRRL erfüllt oder diesen nahekommt. Dies bezeugen manche biologische Indikatoren. Diese ermutigende Feststellung darf jedoch nicht verschleiern, welche starken Belastungen das Mosel-Saar-Einzugsgebiet nach wie vor ausgesetzt ist. So zeigt sich insbesondere bei Nitrat noch keine Trendwende, die neuen europäischen PAK-Kriterien beschreiben eine äußerst schlechte Situation, und das Vorkommen von Kupfer in der Mosel bleibt besorgniserregend. Schließlich bleibt die Gewässermorphologie der Schifffahrtsstraßen ein limitierender Faktor für Flora und Fauna, und letztere unterliegen zudem der wachsenden Konkurrenz gebietsfremder invasiver Arten.

se limite au cours aval. Enfin les peuplements de poissons sont également soumis à la pression grandissante des espèces invasives.

Concernant **les macrophytes**, la qualité de la Moselle se dégrade progressivement d'amont en aval. Ces végétaux sont notamment très sensibles à la quantité de nutriments présents dans le milieu et à la morphologie du cours d'eau. La diversité est variable et relativement importante sur certains tronçons amont (cours français). Si l'abondance, quant à elle, peut être localement élevée sur le cours aval, le peuplement est fréquemment altéré par l'artificialisation du milieu, notamment des berges. Le même constat peut être fait sur la Sarre dont le cours aval est dominé par des espèces ubiquistes.

En conclusion, les progrès mis en évidence dans le rapport 1990 – 2010 en ce qui concerne les pollutions par les matières organiques et les nutriments se confirment, la situation étant même parfois conforme, ou presque, aux critères du bon état/potentiel écologique selon la DCE. Certains indicateurs biologiques en attestent. Ce constat encourageant ne doit toutefois pas occulter les pressions importantes qui pèsent encore sur le bassin Moselle-Sarre. Notamment, la courbe d'évolution des nitrates ne s'inverse pas encore, les nouveaux critères européens relatifs aux HAP décrivent une situation extrêmement dégradée et la présence de cuivre dans la Moselle reste préoccupante. Enfin, l'état d'altération physique des voies navigables reste un facteur très limitant pour la faune et la flore, par ailleurs soumises à la pression grandissante des espèces invasives exogènes.







COMMISSIONS INTERNATIONALES POUR LA
PROTECTION DE LA MOSELLE ET DE LA SARRE

INTERNATIONALE KOMMISSIONEN ZUM
SCHUTZE DER MOSEL UND DER SAAR

IKSMS – Internationale Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar
CIPMS – Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre
Schillerarkaden 2, D-54329 Konz · Tel.: +49(0)6501-6070900 · E-Mail : mail@iksms-cipms.org

www.iksms-cipms.org