



**Bericht über die Entwicklung der Wasserqualität der Maas
1998 – 2007 auf der Grundlage der Ergebnisse des
homogenen Messnetzes**

Oktober 2011

Internationale Maaskommission

Esplanade de l'Europe 2

B-4020 LÜTTICH

T : 32 4 340 11 40

secr@meuse-maas.be

www.meuse-maas.be

Bericht über die Entwicklung der Wasserqualität der Maas 1998 – 2007 auf der Grundlage der Ergebnisse des homogenen Messnetzes

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Homogenes Messnetz	5
2.1. Ziele	5
2.2. Parameterwahl	6
2.3. Wahl der Probenahmestandorte (siehe Anlage 4)	6
2.4. Messfrequenz	7
3. Resultate	7
3.1. Physikalisch-chemische Qualität	7
3.2. Wasserphase	7
3.2.1. Allgemeine Parameter	7
3.2.2. Organische und anorganische Stoffe	11
3.2.3. Schwermetalle	13
3.2.4. Organische Mikroschadstoffe	16
3.2.5. Pestizide	19
3.2.6. Eutrophierende Stoffe	23
3.3. Schadstoffkonzentrationen in Schwebstoffen	27
3.3.1. Schwermetalle	28
3.3.2. PAK	30
3.3.3. Mineralöle	31
3.3.4. Gesamt PCB	32
3.4. Biologische Qualität	32
4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	39
Anlagen	42

1. Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Wasserqualität der Maas auf der Grundlage der aus dem homogenen Messnetz stammenden Resultate. Er enthält die 10-Jahresbilanz der zwischen den verschiedenen Anrainerstaaten und -regionen der Maas koordinierten Messungen. Ziel ist die Beschreibung der Entwicklung der Wasserqualität und des Ökosystems entlang des Flusslaufs sowie der zeitlichen Entwicklung zwischen 1998 und 2007.

2. Homogenes Messnetz

2.1. Ziele

Die Maas ist ein Ökosystem, dessen Gleichgewicht von zahlreichen Parametern beeinflusst wird:

- Etliche Gewässerausbaumaßnahmen;
- Geologische Merkmale des Einzugsgebiets;
- Meteorologische Bedingungen;
- Physikalisch-chemische und biologische Prozesse (Adsorption oder Aussalzen von Stoffen, Klärung, Sedimentation, Verdunstung, Austausch mit Grundwasserschichten und der Atmosphäre, chemische Reaktionen...);
- Von menschlichen Tätigkeiten im Einzugsgebiet stammende punktuelle und diffuse Einträge

Daher wurde seit Einsetzung der Internationalen Kommission zum Schutz der Maas¹ (IKSM), der heutigen Internationalen Maaskommission² (IMK), die Überwachung der Wasserqualität als eine prioritäre Aktion betrachtet. Im März 1998 wurden die Ziele des Messnetzes im Aktionsprogramm Maas 1998-2003 formuliert. Schwerpunkte waren insbesondere:

1. die Erstellung wissenschaftlicher Gutachten auf der Grundlage des Zustands der für die physikalisch-chemische oder biologische Qualität der Maas relevanten Parameter;
2. der Vergleich der Resultate mit den gemeinsamen Qualitätszielen und – zwischenzeitlich - mit den derzeitigen Qualitätszielen bei jeder Partei³;
3. die Überwachung der Entwicklung der Qualität der Maas in Zeit und Raum;
4. die Berechnung der vom Fluss beförderten Frachten;
5. die Überwachung der Auswirkungen des Aktionsprogramms „Maas“ zwecks eventueller Anpassungen.

Die in den vergangenen zehn Jahren konkret umgesetzten Punkte betreffen die Themen 1, 3 und 5. Dies lässt sich wie folgt zusammenfassen: **„Eine wissenschaftlich untermauerte Beschreibung der Wasserqualität der Maas in Raum und Zeit zur Feststellung der Auswirkungen des Aktionsprogramms Maas.“**

¹ Frankreich, Region Brüssel-Hauptstadt, Wallonien, Flandern und Niederlanden

² Frankreich, Luxemburg, Region Brüssel-Hauptstadt, Wallonien, Flandern, Niederlande, Deutschland und Belgien

³ Frankreich, Region Brüssel-Hauptstadt, Wallonien, Flandern und Niederlande

2.2. Parameterwahl

Für das physikalisch-chemische Monitoring wurden die Parameter unter Berücksichtigung der in den verschiedenen Richtlinien oder Richtlinienentwürfen von OSPARCOM, HELCOM und den Nordseekonferenzen aufgeführten Listen ausgewählt. Seit 1998 haben die Parteien eine Liste von Parametern und für die Maas relevanten Stoffen erstellt. Gestützt auf die Erfahrungen der ersten Betriebsjahre des Netzes wurde die Liste überarbeitet, da bestimmte Parameter für eine langfristige Überwachung als nicht relevant befunden wurden (siehe Anlage 1).

2002 wurde beschlossen, die Überwachung der Wasserqualität durch Schwebstoffmessungen zu ergänzen. Die Parteien haben daraufhin eine Liste spezifischer Stoffe für diese Überwachungsart vereinbart (siehe Anlage 2).

Bezüglich des biologischen Monitorings hat die Kommission beschlossen, das Makrozoobenthos zu überwachen und das Labor für Interaktionen der Ökotoxikologie, Biodiversität und Ökosysteme (LIEBE) der Universität von Metz in Frankreich mit der Auswertung und Bearbeitung der Ergebnisse zu betrauen. Dazu haben die Delegationen eine umfassende taxonomische Identifikationsliste vereinbart, bei der die erforderliche Identifikationsstufe bis auf die Art zurückgehen kann (siehe Anlage 3).

2.3. Wahl der Probenahmestandorte (siehe Anlage 4)

Die Mess- und Probenahmestandorte wurden der IMK von den Parteien vorgeschlagen und sind Teil der von ihnen seit vielen Jahren betriebenen Netze (siehe Anlage 4). So wurden 17 Messstandorte in das HMN integriert. 2000 wurde festgestellt, dass die Messstandorte auf bestimmten Maas-Abschnitten sehr nahe beieinander lagen und die Messwerte für bestimmte Parameter nur geringfügig voneinander abwichen.

Mit Blick auf die mit dem biologischen Messnetz verbundenen Erfordernisse und den Bezug zu anderen Messnetzen hat die IMK daher beschlossen, das Messnetz für die physikalisch-chemischen Parameter auf 14 Stationen zu beschränken, das heißt:

- Für Frankreich Brixey-aux-Chanoines, St. Mihiel, Inor und Ham-sur-Meuse
- Für Wallonien Hastière, Tailfer, Andenne, Lüttich-Fagnée und Visé
- Für Flandern Kinrooi
- Für die Niederlande Eijsden, Belfeld, Keizersveer und Haringvliet

Die Messpunkte von Goncourt, Donchéry und Lanaken wurden nicht mehr im HMN berücksichtigt.

Zur Analyse der Zusammensetzung der Schwebstoffe und Ergänzung der Informationen über die Qualität des Flusses werden außerdem seit 2002 Schwebstoffmessungen an sieben, dem Gewässergüte-Überwachungsnetz zugehörigen Standorten durchgeführt: Inor und Ham-sur-Meuse für Frankreich, Hastière und Andenne für Wallonien, Kinrooi für Flandern und Eijsden und Keizersveer für die Niederlande.

Für das biologische Monitoring besteht das Netz aus 16 Überwachungsstandorten: Goncourt, Brixey-aux-Chanoines, Saint-Mihiel, Inor, Donchery, Ham-sur-Meuse für Frankreich, Heer, Lustin, Namèche-Gives, Chokier, Hermalle-Lixhe für Wallonien, Lanaken und Kinrooi für Flandern und Eijsden, Belfeld und Keizersveer für die Niederlande.

2.4. Messfrequenz

Bei Einführung des homogenen Messnetzes wurde die regelmäßige Frequenz auf eine Messung im 4-Wochenrhythmus festgelegt, das heißt 13 Mal pro Jahr. Mehr noch als die Auswahl der Messstandorte und sicherlich der Parameter hängt die Bestimmung der Messfrequenz von den Zielen des Messnetzes ab. Hierbei bildete das Ziel „Bestandsaufnahme“ die Grundlage, das heißt es sollten mehr oder minder genaue Aussagen über die durchschnittliche Zusammensetzung möglich sein.

Für statistisch repräsentative Beurteilungen der Wasserqualität der Maas wurden in der Vergangenheit außerhalb der Kommission bereits Berechnungen zur Bestimmung der zu berücksichtigenden Frequenz vorgenommen. Nach den Berechnungsergebnissen erscheint eine Periodizität von vier Wochen für die Mehrzahl der Stoffe als guter Ansatz.

Zur Unterstützung des biologischen Messnetzes wurde ab 2000 beschlossen, dass die Messperiodizität für Chlorophyll-a und eutrophierende Stoffe während des Zeitraums vom 1. März bis 31. Oktober (Wachstumsperiode) für die Stationen von Inor, Ham, Tailfer, Andenne, Eijsden und Keizersveer zwei Wochen beträgt.

Die Schwebstoffüberwachung stützt sich hingegen auf zwei, jeweils im Frühjahr und im Herbst eines Jahres durchgeführte Probenahmen

Die Probenahmefrequenz für das biologische Monitoring beträgt zwei Messungen pro Jahr alle drei Jahre an den 16 berücksichtigten Überwachungsstandorten. Aufgrund der nicht quantifizierbaren Unterschiede zwischen den Frühjahrs- und Herbstmessungen haben einige Delegationen beschlossen, nur eine jährliche Beprobung durchzuführen.

3. Resultate

3.1. Physikalisch-chemische Qualität

In Ermangelung sonstiger gemeinsamer Ziele, neben den von der WRRL oder der Richtlinie 2008/105/EG vom 16. Dezember 2008 (auch „Tochtrichtlinie“ genannt) vorgegebenen – hier werden Umweltqualitätsnormen (UQN) im Wasserbereich vorgeschrieben -, wurden die Resultate den Werten der Untergrenze der „Grünklasse“ des französischen Evaluierungssystems der Gewässerqualität (SEQ Eau, Fassung 2) für eine starke Härte ($TH > 20^{\circ}F$) und für die Funktion „Biologietauglichkeit“ gegenübergestellt. Dieses Bezugsraster wurde wegen seiner Relevanz für die Rahmenrichtlinie aus biologischer und toxikologischer Sicht entlang der gesamten Maas gewählt. Die Werte legen keinerlei Norm fest, sind jedoch ein Vergleichsmittel für das homogene Messnetz der Maas.

3.2. Wasserphase

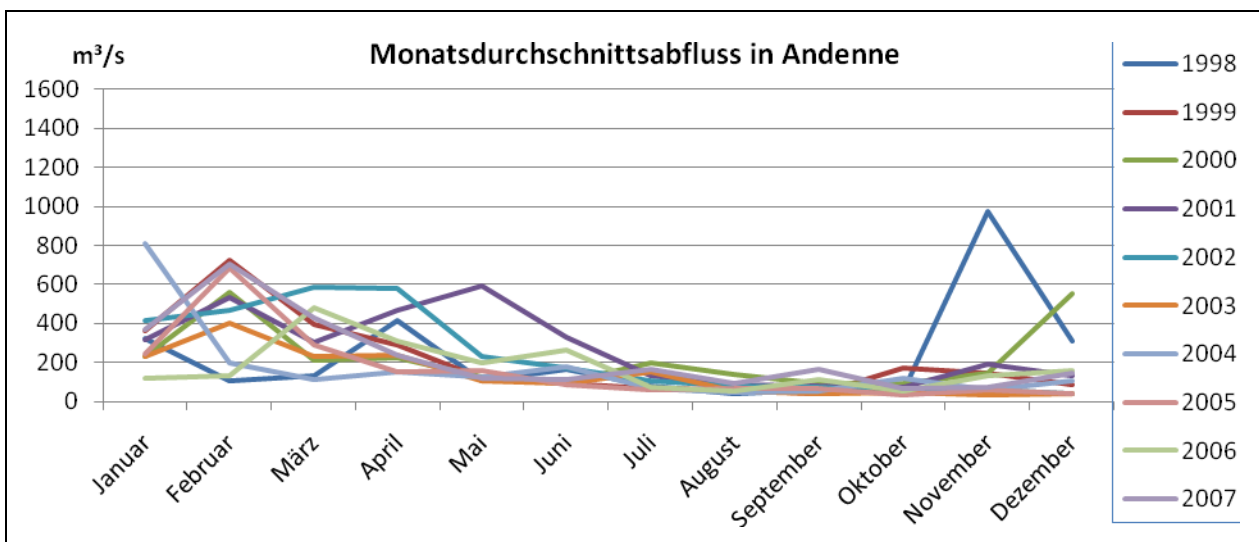
3.2.1. Allgemeine Parameter

- **Abfluss**

Die Maas ist ein typischer Regensystemfluss, da der Abfluss von den Niederschlägen abhängt, die je nach Jahreszeit und Jahren stark schwanken können. Ein Teil des Einzugsgebiets der Maas besteht aus hügeligen Gebieten, die einen wenig durchlässigen Unterboden und eine geringe Wasserspeicherfähigkeit aufweisen. Daher erreichen die Niederschläge über dem Maas-Einzugsgebiet ziemlich schnell den Flusslauf und führen zu beträchtlichen Hochwasserabflüssen. Das Regenwasserspeicherdefizit im Boden des Mittellaufs führt zu einem geringen Abfluss während trockenerer Perioden. Hohe Abflüsse kommen im Allgemeinen im Winter und Frühjahr vor (Abb. 2 .1). Die Abflussschwankungen können plötzlich auftreten und Hochwasserereignisse von einigen Tagen bis zu einigen Wochen Dauer nach sich ziehen.

Im Rahmen des homogenen Messnetzes werden die Tagesdurchschnittsabflüsse alle vier Wochen gemessen. Während des Berichtszeitraums (1998-2007) wurde nur einige Male ein Tagesdurchschnittsabfluss über 1000 m³/s festgestellt. Die höchsten 1998-1999 ermittelten Abflüsse wurden an allen Messstandorten registriert, mit Ausnahme von Inor und Keizersveer. Der Höchstwert wurde am 27. Dezember 1999 mit einem Tagesdurchschnittsabfluss von 1834 m³/s in Eijsden gemessen.

Mit Ausnahme der Jahre 2000 und 2002 liegt infolge der Wasserentnahme für die Kanalnetze (Albertkanal, Zuid-Willemsvaart und Julianakanal) der Sommerabfluss in Eijsden und Kinrooi unter 50 m³/s. 2003 dauerte dieser Dürrezeitraum außergewöhnlich lange, nämlich vom 24 Juni 2003 bis 21. Oktober 2003. Während dieses Jahres wurde am 30 September 2003 ein Tagesdurchschnittsabfluss von 15 m³/s in Eijsden als absoluter Tiefstand registriert. Der in Kinrooi am 30. August 2005 gemessene Abfluss lag noch darunter: 13,7 m³/s. Diese Werte liegen nahe am absoluten Mindestwert von 10 m³/s, der gemäß dem zwischen den Niederlanden und Flandern geschlossenen Vertrag über die Maasabflüsse immer auf der Mittelmaas gewährleistet sein muss.



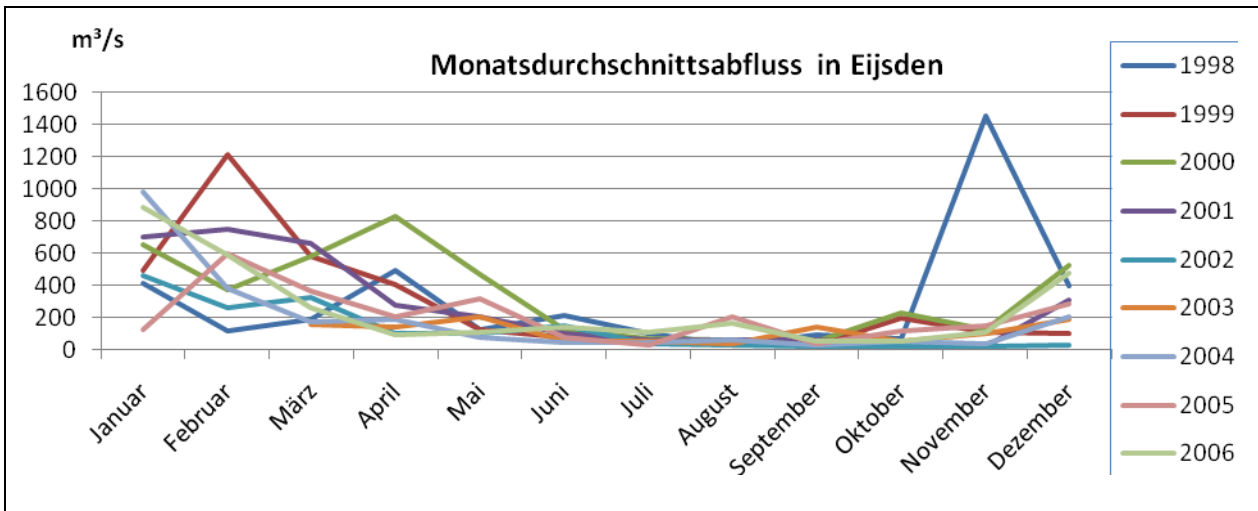


Abb. 1: Entwicklung des Monatsdurchschnittsabflusses an zwei Stationen des HMN

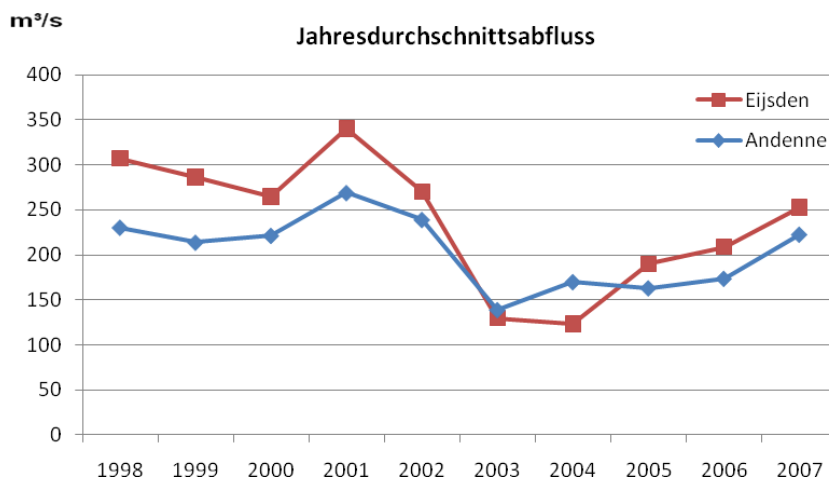


Abb. 2: Entwicklung des Jahresdurchschnittsabflusses an zwei Stationen des HMN

- **Sauerstoffkonzentration**

Die „Grünklasse“ des SEQ-Eau wird vom gelösten Sauerstoff ab einem Sauerstoffgehalt von 6 mg/l O₂ erreicht. Flussaufwärts von Lüttich sinkt der Sauerstoffgehalt nur sehr selten unter diesen Wert. Dies geschah nur ein einziges Mal in Ham-sur-Meuse (5,2 mg/l O₂ 2002), Hastière (5,4 mg/l O₂ 2000) und Andenne (4,7 mg/l O₂ 1999). Jedes Jahr - ausgenommen 2004 - wird jedoch flussabwärts von Lüttich in Eijsden ein Mindestwert unter diesem Schwellenwert registriert. Mit Ausnahme des Jahres 2004 schwankt der P10-Wert des gelösten Sauerstoffs in dieser Station zwischen 3,1 und 5,9 mg/l O₂. Da die Mittelmaas ein schnell fließendes Gewässer ist, stellt sich der Sauerstoffgehalt flussabwärts von Maastricht schnell wieder ein. Daher sinkt der

Sauerstoffgehalt in Kinrooi nie unter 6 mg/l O₂. Der P10 schwankt dort je nach Jahr zwischen 6,9 und 9,3 mg/l O₂. Mit Ausnahme von Eijsden ist somit zu konstatieren, dass die Sauerstoffkonzentration der Maas zumeist zufriedenstellend ist. Diese Konzentration hat sich in den verschiedenen Stationen während des Berichtszeitraums (1998-2007) kaum verändert.

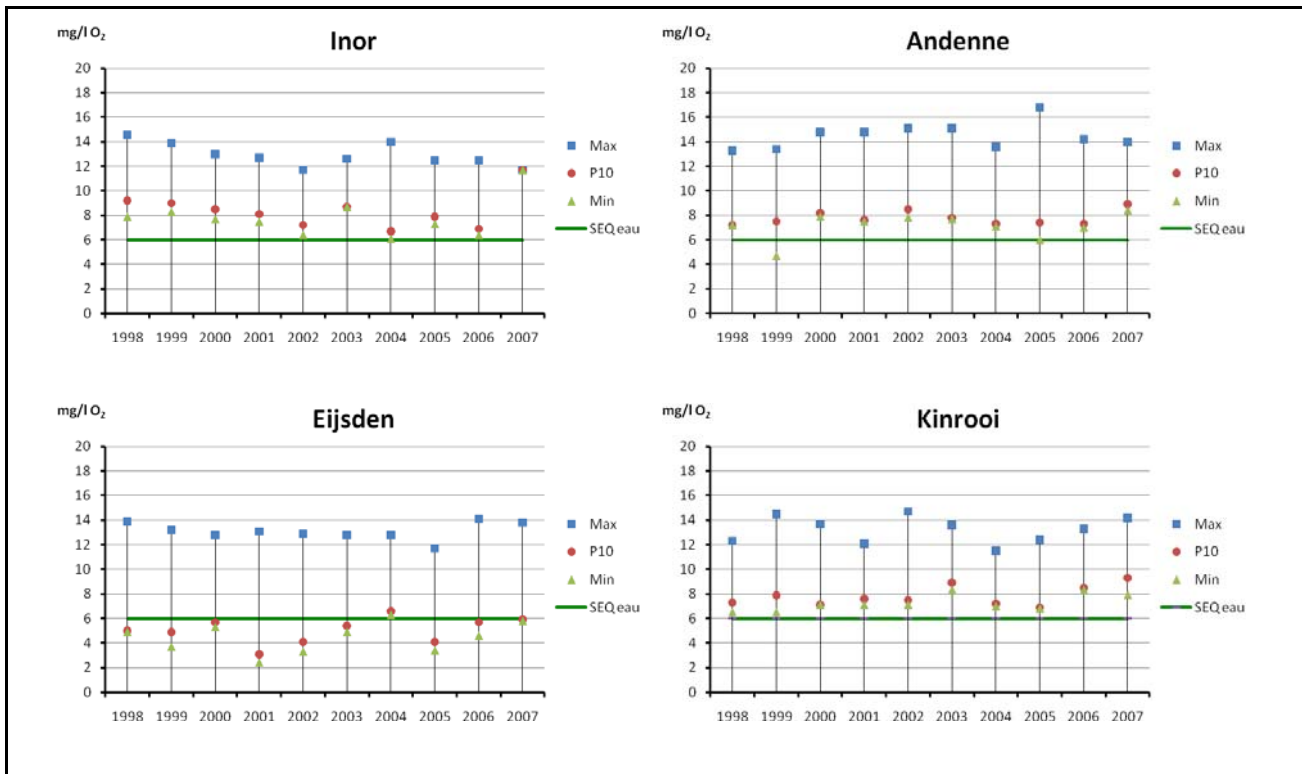


Abb. 3: Entwicklung der Sauerstoffkonzentration an einigen Stationen des HMN

• Schwebstoffe

In den Oberflächengewässern stammen die Schwebstoffe im Allgemeinen aus der Erosion des Einzugsgebiets und der Neuspension der Sedimente sowie aus organischen Stoffen und industriellen und kommunalen Abwassereinleitungen [Abb. 4]. Ihre Konzentration im Wasser hängt somit stark von den meteorologischen und hydrologischen Bedingungen ab. Die meisten Schwermetalle und organischen Mikroschadstoffe (z.B. PAK und PCB) werden mehr oder minder stark auf Schwebstoffen adsorbiert, die sich durch Sedimentation in Form von toxischen Sedimenten anhäufen. Bei Hochwasser können diese erneut in Suspension geraten und flussabwärts befördert werden.

Der Schwellenwert für die „Grünklasse“ des SEQ-Eau beträgt 50 mg/l für die Gesamtschwebstoffe. Dieser Wert wird fast jedes Jahr mindestens ein Mal in allen Messstationen erreicht oder überschritten. Der Wert P90 ist mal annehmbar und mal nicht. Jedoch wird lediglich an der Station von Keizersveer jedes Jahr ein zufriedenstellender Wert für diesen äußerst variablen Parameter ermittelt. Die meisten Überschreitungen werden in Andenne, Eijsden und Kinrooi verzeichnet.

Der Schwebstoffgehalt der Maas überschreitet oberhalb von Lüttich nur selten 100 mg/l. Die hier verzeichneten Höchstwerte betragen 124 mg/l 2002 in Ham-sur-Meuse und 1999 in Andenne.

Flussabwärts von Lüttich können die Gehalte über 200 mg/l mit einem absoluten Höchststand von 237 mg/l 1998 in Kinrooi erreichen.

Die Schwebstoffgrafiken zeigen keine Entwicklung während des betreffenden Zeitraums. Die die Schwebstoffe in der Maas kontaminierenden Schadstoffe werden in einem späteren Abschnitt behandelt (§ 3.3).

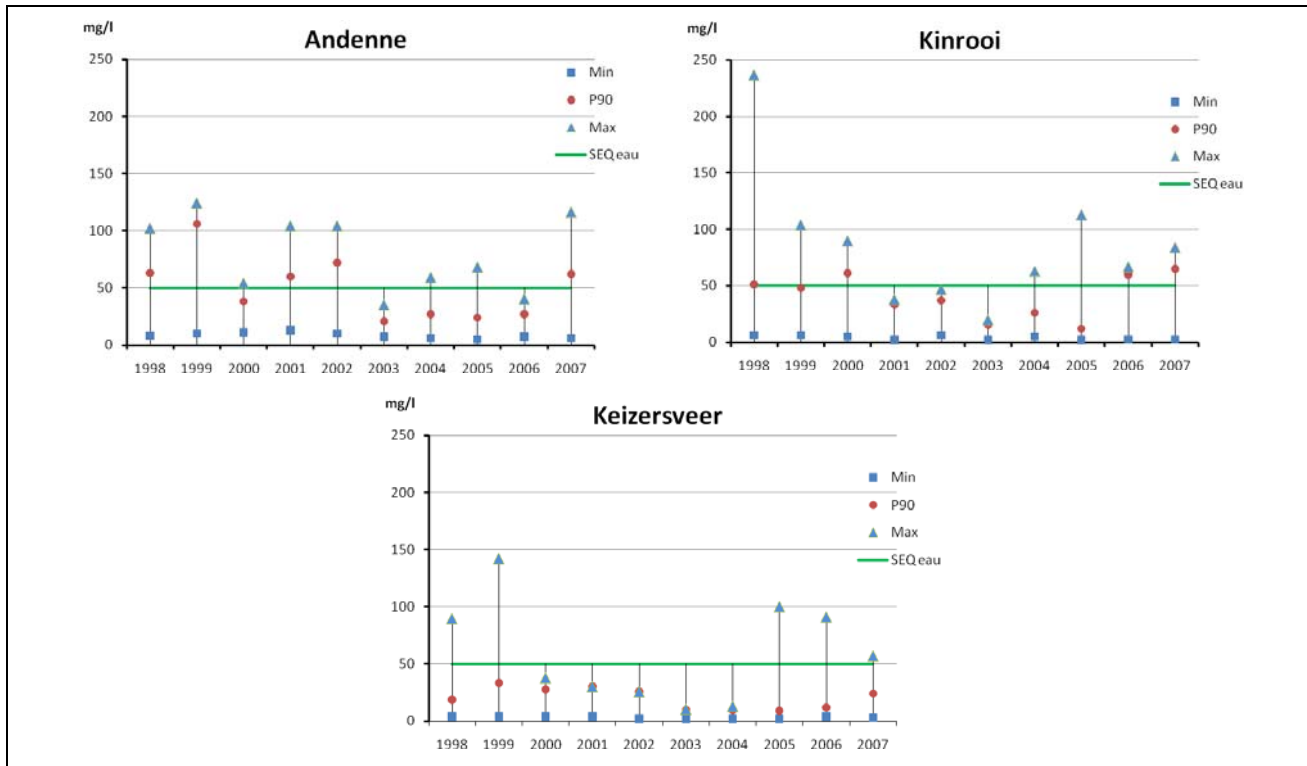


Abb. 4: Entwicklung der Schwebstoffkonzentration an einigen Stationen des HMN

3.2.2. Organische und anorganische Stoffe

- Organische Stoffe

Neben der natürlichen organischen Stoffzufuhr tragen Industrie- und Abwassereinleitungen auch zum organischen Stoffeintrag bei. Die Mikroorganismen (insbesondere heterotrophe Bakterien) zerstören die biologisch abbaubaren Stoffe, ein Sauerstoff verbrauchender Vorgang, durch den bei starken Verunreinigungen ein erheblichen Sauerstoffmangel entstehen kann. Die organische Stoffkonzentration kann direkt (Analytik des gelöstem organischen Kohlenstoffs) oder indirekt anhand des durch ihre biologische (BSB, biologischer Sauerstoffbedarf) oder chemische (CSB, chemischer Sauerstoffbedarf) Zerstörung verbrauchten Sauerstoffs gemessen werden.

Für den CSB werden Werte zwischen 20 und 30 mg O₂/l als annehmbar betrachtet, und nur bei wenigen Messungen wurden diese Werte während des Berichtszeitraums überschritten. Zu den abgebildeten Grafiken ist anzumerken, dass die Durchschnittswerte dieses Parameters sich im Laufe der Zeit auf dem gesamten Flusslauf schrittweise verringern. Dieser Rückgang, der umso stärker ist, je näher man sich an der Quelle befindet, lässt während des Flusslaufs nach und wird an seiner Mündung schwächer. Bei den registrierten Höchstwerten lässt sich eine ähnliche

Tendenz feststellen. Diese Verbesserung ist unter anderem das Ergebnis einer seit vielen Jahren durchgeführten kommunalen Abwasserbehandlungspolitik, die durch die Anwendung der europäischen Richtlinie 91/271 über die Behandlung kommunaler Abwässer verstärkt wird.

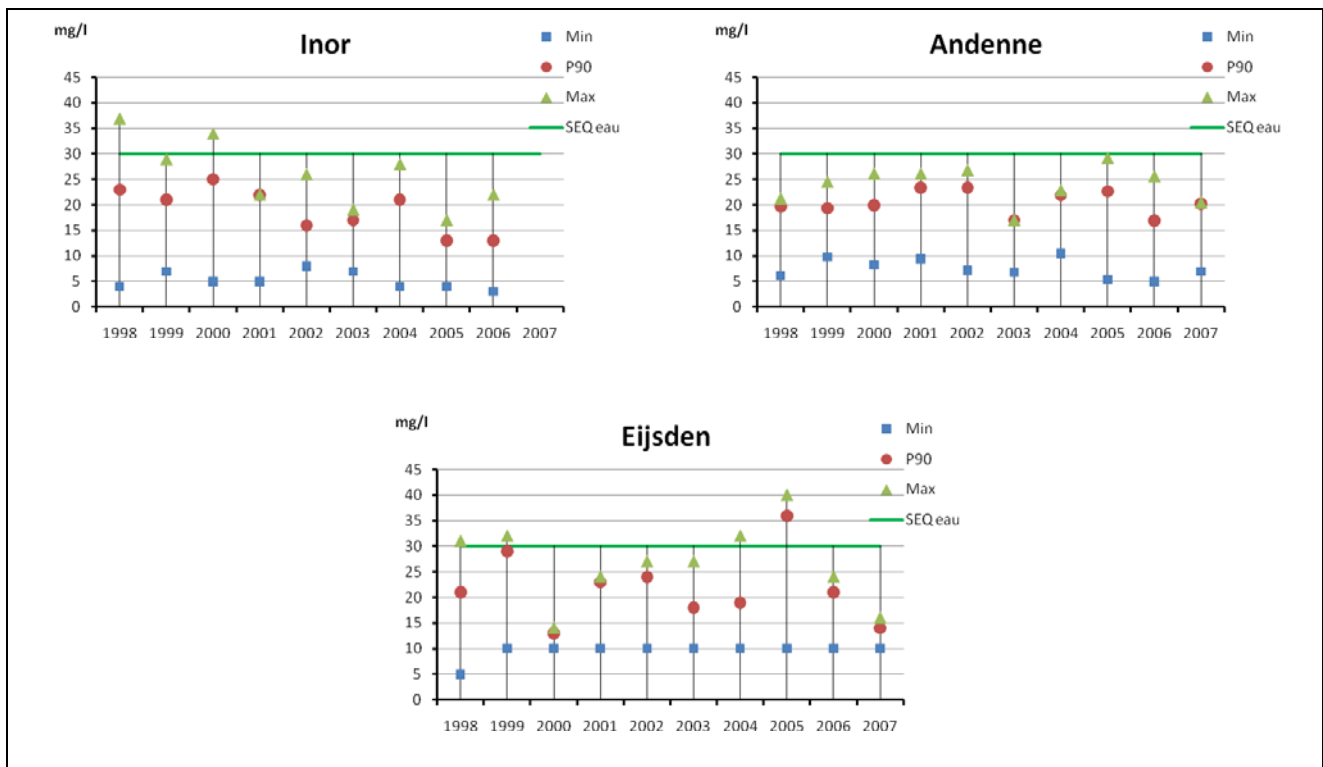


Abb. 5: Entwicklung des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) an einigen Stationen des HMN in der Maas

- Anorganische Stoffe**

Industrieabwässer sind die Hauptquelle für bisweilen im Wasser im Übermaß auftretender Mengen anorganischer Stoffe, beispielsweise wie Chlorid, Sulfat und Fluorid,. Das Profil dieser Stoffe in der Maas kann somit ein Hinweis auf Industrieleitungen sein. Daher liegen die Fluoridkonzentrationen in Flüssen, deren Einzugsgebiet einer sehr geringen industriellen Belastung ausgesetzt ist, im Allgemeinen unter 0,05 mg/l.

Insgesamt sind die Fluoridkonzentrationen für alle Messstationen ziemlich stabil, mit Ausnahme der Stationen von Eijsden und Keizersveer, wo eine Verringerung der für diesen Parameter registrierten Höchstwerte festzustellen ist.

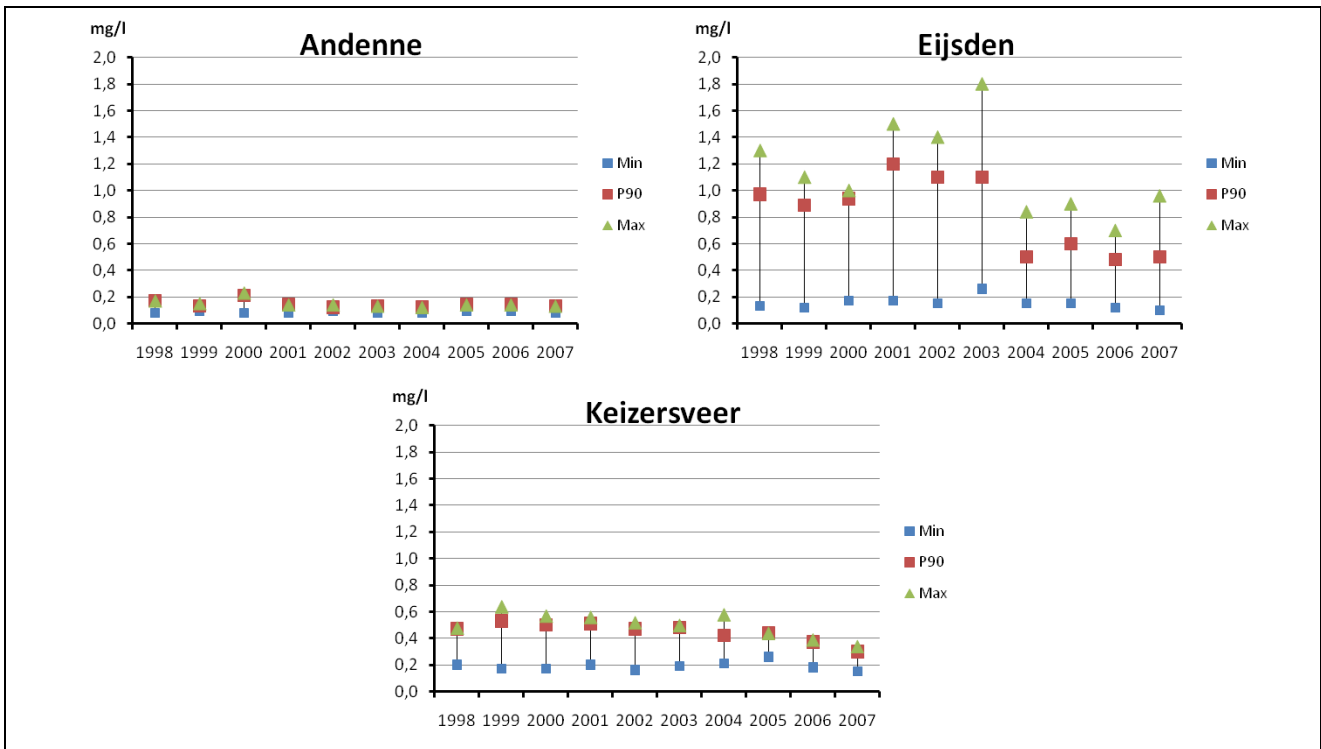


Abb. 6: Entwicklung der Fluorkonzentration an einigen Stationen des HMN

Die Entwicklung der Chloridkonzentrationen weist das gleiche, recht stabile Profil im Zeitverlauf auf. In Höhe der Stationen von Eijsden und Kinrooi konnte nach einer progressiven Erhöhung der Chloridkonzentrationen zu Beginn der Jahre 2000 jedoch eine signifikante Verringerung seit 2005 verzeichnet werden.

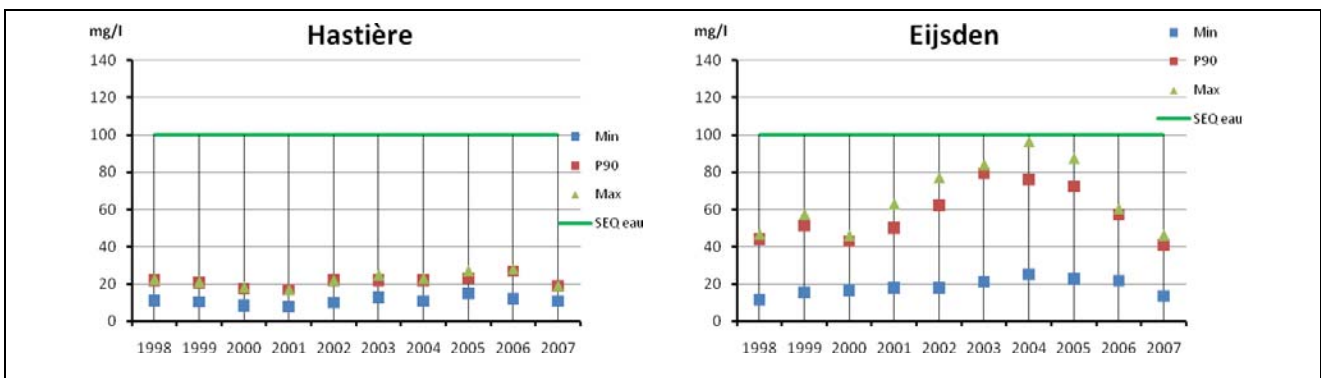


Abb. 7: Entwicklung der Chloridkonzentration an einigen Stationen des HMN

3.2.3. Schwermetalle

Die Toxizität der Metalle schwankt je nach Organismen und oft auch je nach den physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers. Für Fische ist zum Beispiel Kupfer stark toxisch, weil es ihre Absorption von Kalzium- und Natriumionen stört. Industrie- und Haushaltsabwässer sind die Hauptverunreinigungsquelle durch Schwermetalle, z.B. Quecksilber, Zink, Kupfer, Blei, Chrom, und Kadmium. Für Zink sind auch die diffusen Quellen signifikant, beispielsweise die Korrosion

von Baumaterialien aus Zink und Siedlungsmobiliar, die Auswaschung von Agrarböden oder die Abnutzung von Autoreifen.

Tatsächlich sind alle Schwermetalle für die Wasserqualität von Bedeutung. Da sie sich in der aquatischen Umwelt jedoch ähnlich verhalten, werden hier nur drei Metalle beispielhaft behandelt.

- **Zink**

Oberflächengewässer werden durch diffuse Quellen, Abwässer und Industrieeinleitungen mit Zink verunreinigt. Zink ist auch natürlich in verschiedenen Gesteinsarten vorhanden. Die Zinktoxizität schwankt je nach Organismen und verringert sich mit der Härte des Wassers.

Der Schwellenwert für die „Grünklasse“ des SEQ-Eau beträgt 14 µg/l. In Ham-sur-Meuse wird diese Norm (in Bezug zum P90) noch etwa jedes zweite Jahr erreicht. Ab Hastière war dies während des Berichtszeitraums nicht der Fall. Selbst der Durchschnittswert überschreitet an jeder Station jedes Jahr diesen Schwellenwert. Die Höchststände wurden unterhalb von Lüttich mit Maximalwerten von 328 µg/l in Eijsden 2002, 556 µg/l in Kinrooi 1998 und 240 µg/l in Keizersveer 2005 gemessen.

Es scheint, dass die zwischen Andenne und Kinrooi errechneten durchschnittlichen Jahreskonzentrationen in den Jahren 2003 bis 2007 ein wenig unter den Befunde während des Zeitraums 1998-2002 lagen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass sich die Emissionen verringert haben.

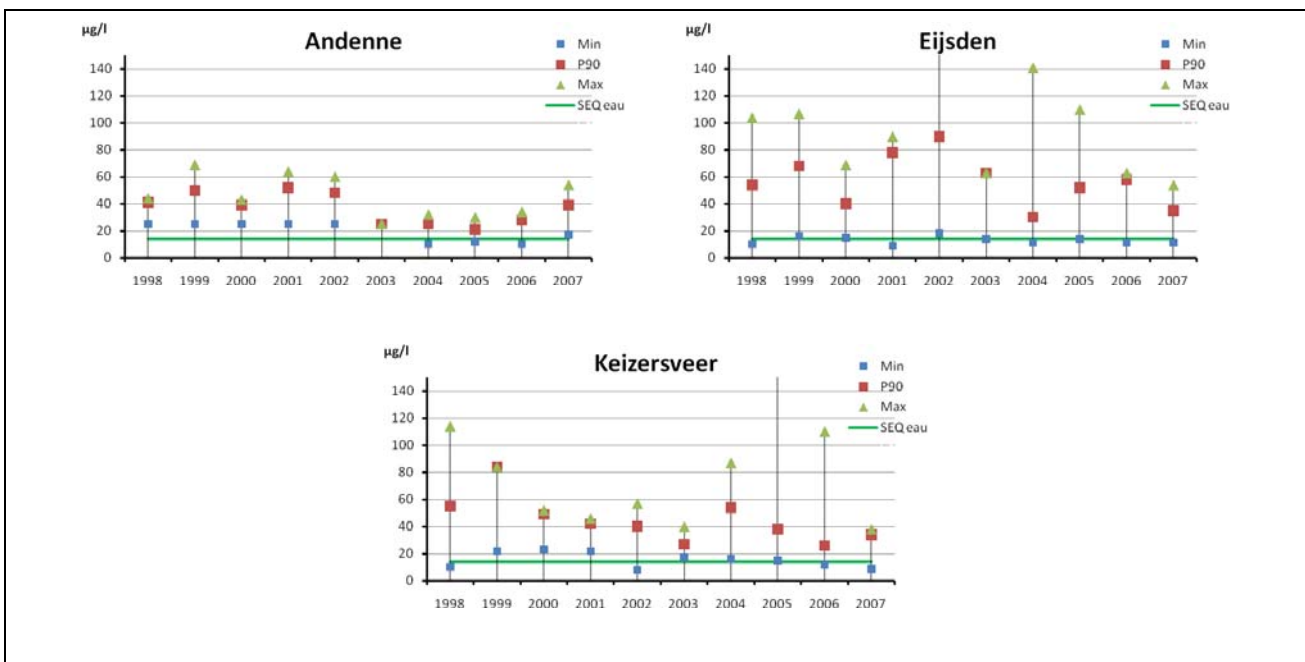


Abb. 8: Entwicklung der Zinkkonzentration an einigen Stationen des HMN

- **Kadmium**

Die Kadmiumverunreinigung stammt zum Großteil aus der Nichteisen-Metallindustrie, Chemie- und Metallverarbeitungsindustrie. Kadmium wird in geringerem Maße auch von kommunalen Abwässern und diffusen Quellen, z.B. die Dränage von Agrarböden, durch die leicht

kadmiumhaltige Düngung ins Wasser eingeleitet. Die Toxizität dieses Metalls schwankt stark je nach Wasserorganismen und Wasserhärte. Vor allem die rheologischen Arten reagieren auf zu hohe Kadmiumkonzentrationen sehr empfindlich, jedoch können auch (vor allem wurmfressende) terrestrische Arten durch hohe Kadmiumkonzentrationen in den im Hochwasserbett des Flusses abgelagerten Sedimenten beeinträchtigt werden.

Oberhalb von Namur ist Kadmium im Allgemeinen in sehr geringen Konzentrationen im Maaswasser enthalten. Ab Andenne werden bisweilen höhere Konzentrationen verzeichnet. Es überrascht, dass dieser Standort 2003 einen sehr hohen Spitzenwert von 11 µg/l erreichte. Unterhalb von Lüttich wird Kadmium im Maaswasser ständig registriert. Die Grafiken zeigen, dass ab 2002 und vor allem 2004 die Höchstwerte jedes Jahr in Eijsden erreicht wurden. Die höchsten Werte wurden 2006 mit einem Maximum von 16,7 µg/l gemessen.

Während desselben Jahres wurde sogar noch ein viel höherer Wert verzeichnet: 27 µg/l in Kinrooi. Auch in Keizersveer wurde diese Verunreinigung 2005 und 2006 mit hohen Maximalwerten gemessen. Diese schwerwiegende Verunreinigung kam schließlich 2006 in die Schlagzeilen, und sie ließ sich bis zu ihrer Quelle in Engis, einem Industrievorort oberhalb von Lüttich zurückverfolgen., Das verantwortliche Unternehmen konnte jedoch nicht ausfindig gemacht werden. 2007 wurden erneut Gehalte wie die während des Zeitraums 1998-2001 gemessen, das heißt ein Durchschnitt von 0,189 µg/l, ein P90 von 0,360 µg/l und ein Höchstwert von 0,580 µg/l in Eijsden. Im selben Jahr wurde jedoch noch ein Höchstwert von 2,2 µg/l in Kinrooi verzeichnet.

Der Schwellenwert der „Grünklasse“ des SEQ-Eau für hartes Wasser beträgt 0,09 µg/l. Verglichen mit dem P90 wird dieser Wert jedes Jahr an allen Messstandorten ab Andenne überschritten. In dieser Ortschaft lässt sich jedoch die Überschreitung für die meisten Jahre dadurch erklären, dass die Quantifizierungsgrenze über dem Schwellenwert des SEQ-Eau liegt.

Die gemessenen Werte können nicht mit den in der Richtlinie bestimmten UQN (Umweltqualitätsnormen) verglichen werden: Die von der europäischen Tochterrichtlinie vorgeschriebene Norm betrifft nämlich gelöstes Kadmium und kann somit nur schwerlich den die (gelöste + Partikel-) Gesamtmetallkonzentration betreffenden Messdaten des homogenen Messnetzes gegenüber gestellt werden.

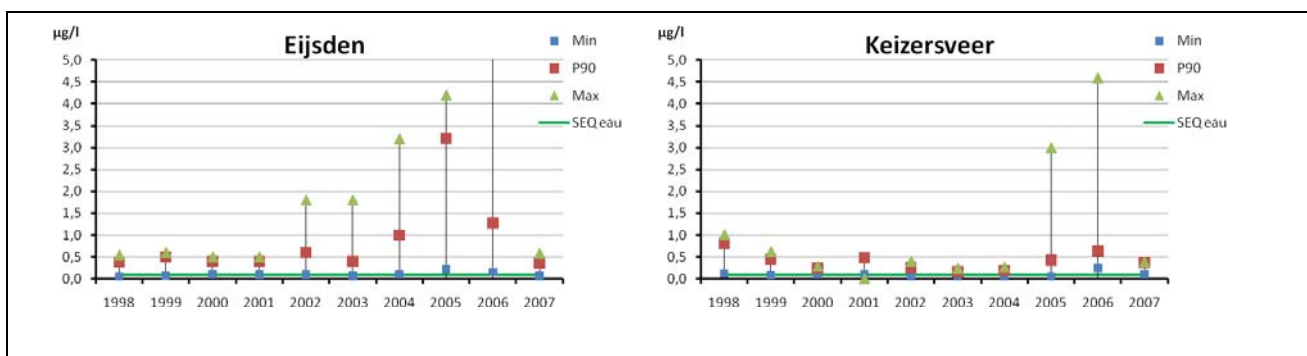


Abb. 9: Entwicklung der Kadmiumkonzentration an einigen Stationen des HMN

- **Kupfer**

Kupfer ist ein wesentliches Mineral für alle lebenden Organismen, zu hohe Konzentrationen sind jedoch toxisch. Dieses Metall kommt natürlich in Oberflächengewässern nur in sehr geringen

Konzentrationen (etwa 0,06 µg/l) vor, während menschliche Tätigkeiten die Oberflächengewässer mit großen Kupfermengen verunreinigen können. Kupfer wird hauptsächlich in der Elektrizitätswirtschaft, dem Bausektor und bei der Herstellung von Chemikalien genutzt. Verschiedene Studien ergaben eine Kupferakkumulation in den Organismen, wobei die Faktoren der Bioakkumulation von einer Art zur anderen stark variieren.

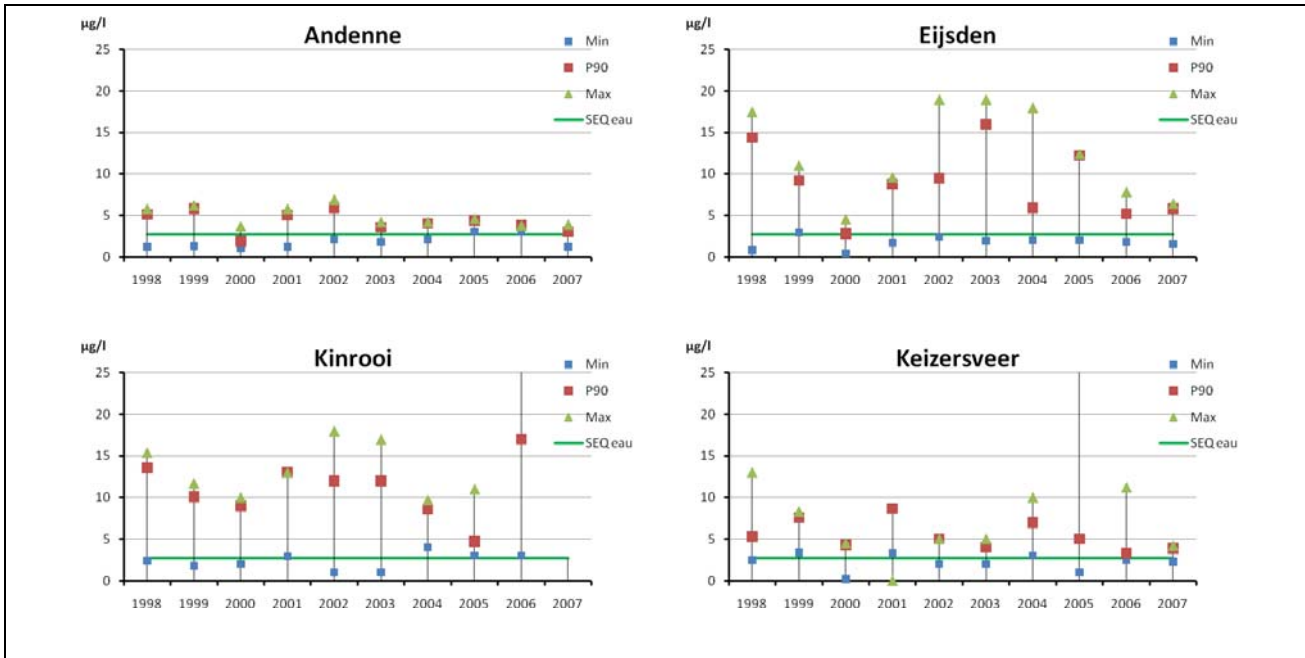


Abb. 10: Entwicklung der Kupferkonzentration an einigen Stationen des HMN

3.2.4. Organische Mikroschadstoffe

Organische Mikroschadstoffe stellen ein Risiko für viele aquatische Arten dar, können jedoch auch für die Wassernutzung der Maas als Trinkwasserquelle problematisch sein. Die durch das homogene Messnetz überwachten organischen Mikroschadstoffe in Bezug auf Pestizide sind: Lindan, Simazin, Atrazin, Desethylatrazin, Diuron, Isoproturon und Endosulfan α (seit 2002) und die Stoffgruppen der polyzyklischen aromatischen und monozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (jeweils PAK und MAK). Alle diese Stoffe stellen (oft störfallbedingt) ein Wasserqualitätsproblem dar und die meisten stehen in der Liste der prioritären Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie. Diuron und Isoproturon gehören außerdem zu den für die Maas relevanten Stoffen, das heißt sie werden im Einzugsgebiet der Maas als problematisch betrachtet, und es ist eine grenzüberschreitende Koordinierung zur Verringerung ihrer Emissionen vorzusehen.

Unter den PAK (polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen) werden 11 Stoffe gemessen. Diese Schadstoffgruppe befindet sich vollständig in der Liste der prioritären Stoffe der WRRL. Außerdem werden 5 spezifische MAK als für die Maas relevante Stoffe betrachtet.

Da die hier behandelten Verbindungen zur Liste der prioritären Stoffe der WRRL (Anhang X) gehören, wird bei der Bewertung und Darstellung der Trends die UQN herangezogen.

- **Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

PAK entstehen durch Aktivitäten, während derer kohlenwasserstoffhaltige Stoffe erwärmt oder (unvollständig) verbrannt werden. Neben den industriellen und kommunalen Abwassereinleitungen sind (vor allem atmosphärische) diffuse Quellen eine wesentliche Verunreinigungsursache durch PAK.

Hauptemissionsquellen von PAK im Einzugsgebiet der Maas sind traditionell mehrere Industrieaktivitäten (Koksproduktion, Schiffswerften und Nutzung von Steinkohleteerdestillaten als Haltbarmittel für die Binnenschifffahrt), die Verbrennung fossiler Energie (Haushaltsheizungen, Transport, ...) und der Straßenverkehr (abgenutzter Asphalt, Kunstkautschuk), über die PAK über Industrieabwasser oder Niederschläge eingeleitet werden können. Dank der Umsetzung der *IPPC-Richtlinie* (Integrated Pollution Prevention and Control) wurden die Industrieemissionen erheblich verringert.

Ungewissheiten gibt es jedoch bezüglich der Nutzung von Steinkohleteer für die Haltbarmachung der Flussschiffe. Bei den meisten Parteien im Einzugsgebiet der Maas ist die Nutzung von PAK zwar inzwischen untersagt, jedoch kann das Vorhandensein bestimmter Stoffe mit ihrer lokal begrenzten Weiternutzung zusammenhängen.

Das Verhalten der PAK in der Umwelt ist sehr variabel und abhängig von ihren spezifischen Eigenschaften. Mehrere PAK sind nachweislich potenziell krebserregend, wie Benzo[a]pyren, Fluoranthen und Fenantren. PAK können sich auch nachteilig auf die Fortpflanzung auswirken. PAK sind in Gewässern und Böden schwer abbaubar und gelten als persistente organische Stoffe.

- **Benzo[a]pyren**

Die Schwelle für die Jahresdurchschnittskonzentration (JD) für Benzo[a]pyren beträgt 0,05 µg/l. Mit Ausnahme einer schwerwiegenden Episode von in Kinrooi ermittelten 0,72 µg/l, wird diese Norm im gesamten Einzugsgebiet seit 2004 eingehalten. Zwischen 2000 und 2002 wurden in Andenne Werte um 0,06 µg/l gemessen. In Eijsden erreichten diese Werte im selben Zeitraum 0,08 µg/l. Sonstige Ausnahmen hängen mit signifikanten und unregelmäßigen Verunreinigungen zusammen. Die auf 0,1 µg/l festgelegte Norm für die Jahreshöchstkonzentration (JHK) wurde seit 2003 kaum mehr überschritten, mit Ausnahme der in Kinrooi gemessenen Extremsituationen von 0,15 µg/l 2005 und 7,0 (!) µg/l 2006, für die es keine Erklärung gibt.

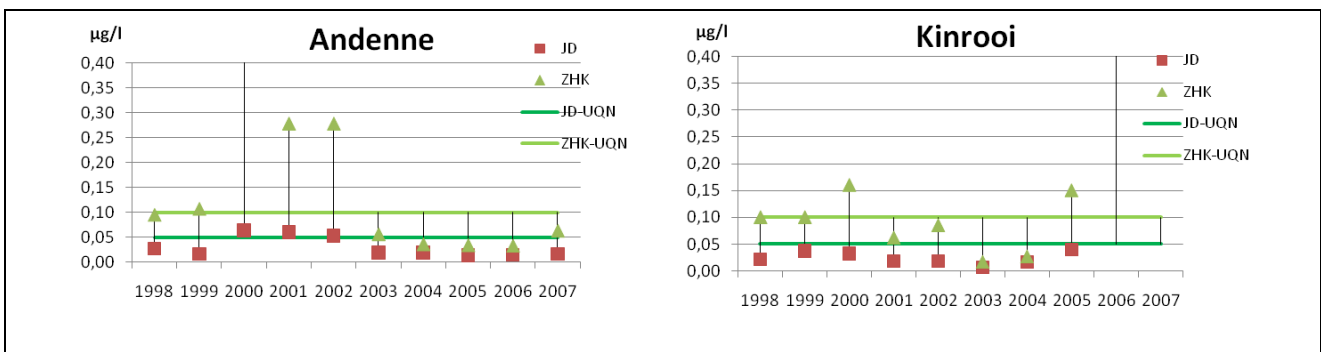


Abb. 11: Entwicklung der Benzo(a)pyren-Konzentration an einigen Stationen des HMN

- **Benzo[b+k]Fluoranthen**

Die WRRL stuft diese Verbindung als die prioritären gefährlichen Stoff ein und lässt eine Jahresdurchschnittskonzentrationsnorm von 0,03 µg/l zu. Dieser Wert wird in fast allen Fällen im gesamten Einzugsgebiet (33 von 40 Messungen) überschritten.

Anzumerken ist, dass die Durchschnittswerte von Benzo[b+k]Fluoranthen seit 2003 gewöhnlich sowohl an den Messstandorten flussaufwärts als auch flussabwärts zwischen 0,03 µg/l und 0,08 µg/l liegen.

Die Höchststände bei den Durchschnittskonzentrationen wurden in Andenne 2000 und 2001 gemessen. Anschließend hat sich die Durchschnittsfracht von Benzo[b+k]Fluoranthen den vorstehend genannten Angaben entsprechend stabilisiert.

Benzo[b]Fluoranthen und Benzo[k]Fluoranthen kommen in der Umwelt ausschließlich durch den Menschen verursacht - unvollständige Verbrennung von Kohlenwasserstoffen oder Kohle - vor. Die Ö Raffinerie, Kohleverkokung und der Straßenverkehr sind bedeutende Expositionsquellen. Solche Aktivitäten sind in der Nähe der Station von Kinrooi nicht anzutreffen, daher konnten die Gründe für diese ständigen Überschreitungen bislang nicht ermittelt werden.

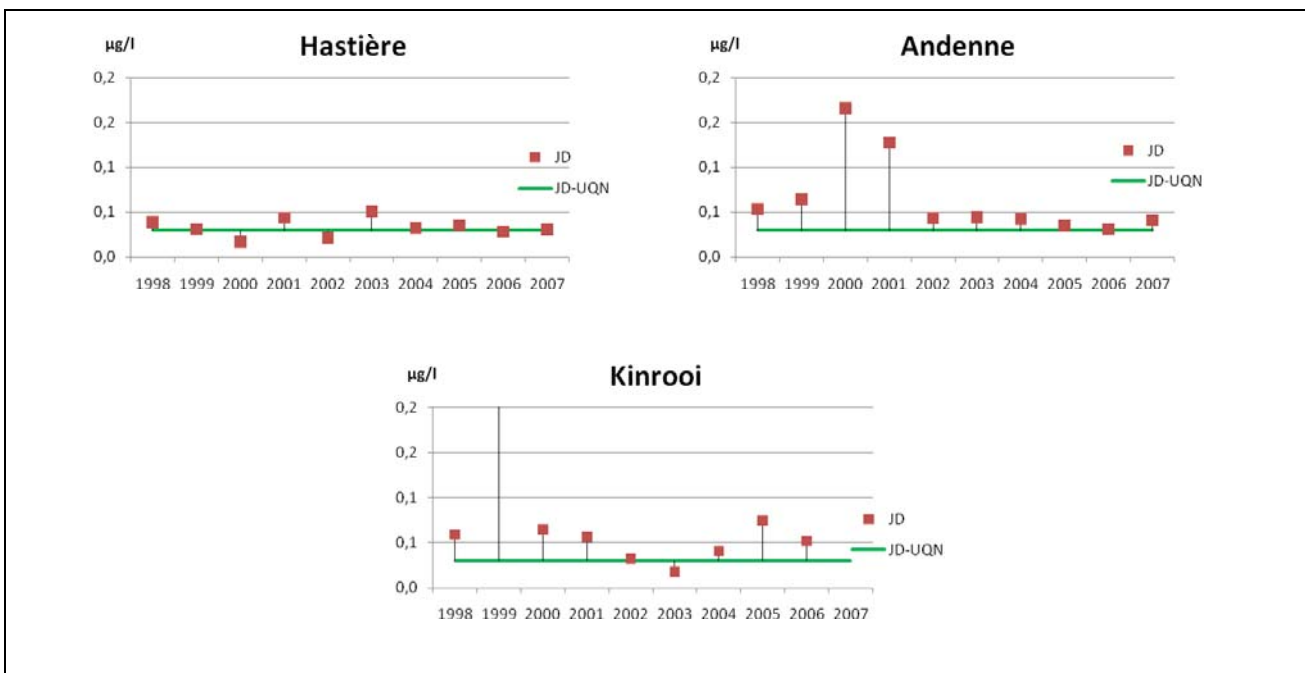


Abb. 12: Entwicklung der Konzentration von Benzo(b+k)Fluoranthen an einigen Stationen des HMN

- **Benzo[ghi]Perylen und Indeno[1,2,3-cd]pyren**

Die Norm der WRRL für diese Verbindung beträgt 0,002 µg/l. Darüber hinaus wird sie in den meisten Jahren an der überwiegenden Anzahl der Überwachungsstationen mit um einen Faktor 10 bzw. 50 über der UQN höher liegenden Werten weit überschritten. Es ist bemerkenswert, dass an keinem der Standorte ein eindeutiger Trend ermittelt werden kann, mit Ausnahme von Andenne, wo nur zwei besonders extreme Höchststände 2000 (0,174 µg/l) und 2001 (0,137 µg/l) verzeichnet wurden. Danach verringerten sich die Jahresdurchschnittskonzentrationen auf 0,03 µg/l, was dennoch dem Fünfzehnfachen der JDK entspricht.

Weiter flussabwärts kann diese rückläufige Tendenz jedoch nicht beobachtet werden. In den letzten Jahren wurden erhöhte Konzentrationen sowohl in Kinrooi (0,093 µg/l 2005 und 0,063 µg/l 2006) als auch Keizersveer (0,060 µg/l 2005) gemessen.

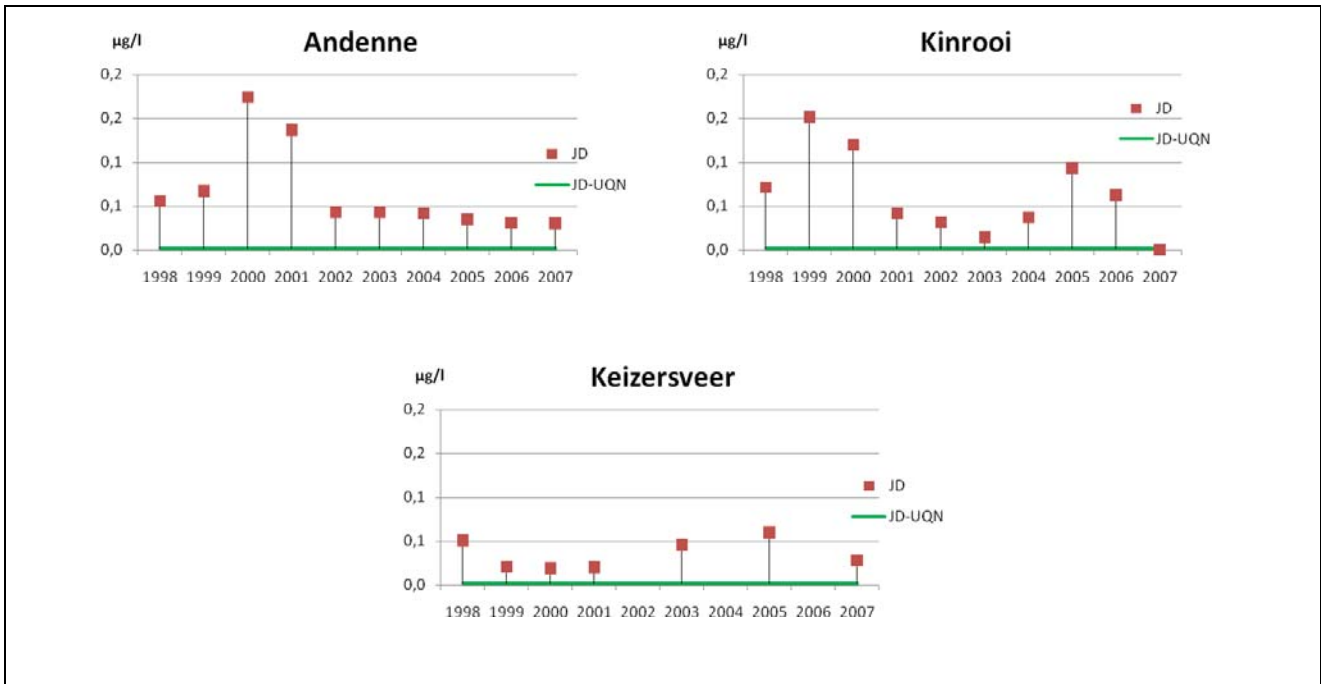


Abb. 13: Entwicklung der Konzentration von Benzo[ghi]Perylen und Indeno[1,2,3-cd]Pyren an einigen Stationen des HMN

3.2.5. Pestizide

Von den sieben, im Einzugsgebiet der Maas gemessenen Pestiziden werden hier nur die für die Maas relevanten Stoffe und Atrazin behandelt. Die Entwicklung von Simazin und Desethylatrazin in der Maas gleicht traditionell sehr stark derjenigen von Atrazin, das auch Teil der Triazingruppe ist. Da Atrazin und Simazin die vollständigsten Datensätze lieferten, werden sie nachstehend erläutert.

Lindan hat sich in Oberflächengewässern stark verringert und wird daher hier nicht beschrieben.

- **Isoproturon**

Isoproturon ist in fast allen europäischen Ländern erlaubt. Dieses Pestizid kann relativ sicher genutzt werden, sofern die Dränage in Oberflächengewässer oder die Infiltrierung in Grundwasser vermieden wird. Im Getreideanbau (unter anderem Wintergetreide) wird Isoproturon zur Unkrautbekämpfung verwendet. Die Listung dieser Substanz als für die Maas relevanter Stoff zeigt, dass bestimmte Verunreinigungen trotzdem auftreten können und als problematisch gelten, vor allem für die Trinkwasserproduktion.

Die UQN für die Jahresdurchschnittskonzentration beträgt 0,3 µg/l. Die Beobachtungen zeigen, dass dieser Wert über den gesamten Messzeitraum nicht überschritten wurde.

Die JDK ($1,0 \mu\text{g/l}$) wird auch insgesamt für die beobachteten Konzentrationen nicht überschritten. Dieser Wert wurde 2001 nur beinahe in Hastière erreicht, doch offenbar handelte es sich um einen Einzelfall.

Höchststände über $0,1 \mu\text{g/l}$ gibt es jedoch häufig, und diese Konzentrationen stellen oft ein Problem für die Trinkwasserproduktionsbetriebe dar.

Sowohl für die Durchschnitts- als auch Höchstkonzentrationen ist eine leichte Verringerung flussabwärts von Eijsden festzustellen.

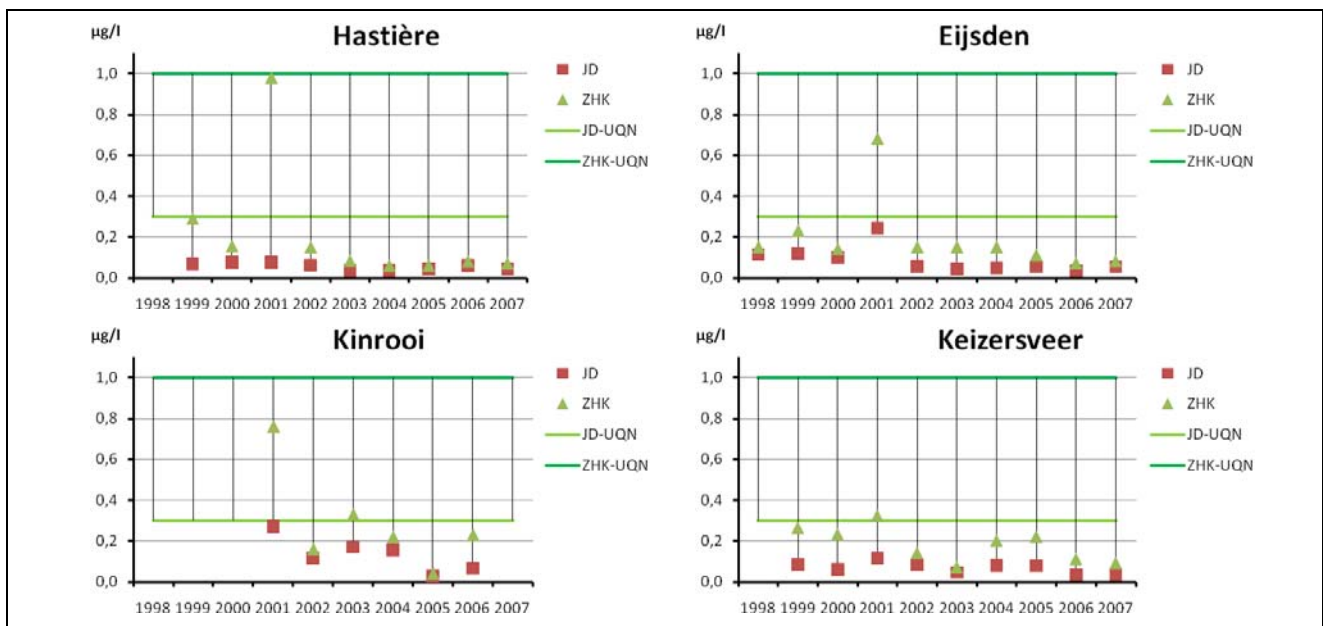


Abb. 14: Entwicklung der Isoproturonkonzentration an einigen Stationen des HMN

▪ Diuron

Diuron wurde im Wesentlichen von den Kommunen zur Unkrautbekämpfung und zur Pflege der öffentlichen Grünanlagen und der versiegelten Flächen genutzt.

Seit 1999 haben mehrere Länder des Einzugsgebiets der Maas die Diuronnutzung eingeschränkt, und die Verwendung des Stoffes als Pestizid ist seit 2007 in der Europäischen Union untersagt. Die UQN beträgt $0,2 \mu\text{g/l}$ für die Jahresdurchschnittskonzentrationen (JD) und $1,8 \mu\text{g/l}$ für die Jahreshöchstkonzentrationen (JHK). Diuron stellt ein Problem für die Trinkwasserproduktionsbetriebe des Maaseinzugsgebiets dar, da zu hohe Konzentrationen zur Einstellung der Wasserentnahme aus dem Fluss führen können.

An den meisten Standorten zeigen die Beobachtungen eine progressive Verringerung von Diuron sowohl bei den Jahresdurchschnitts- als auch bei den Jahreshöchstkonzentrationen. Seit 2004 bleiben die Durchschnittskonzentrationen überall unter der UQN.

Der in Andenne (2007) und Kinrooi (2006) beobachtete Konzentrationsanstieg ist umso bemerkenswerter, als die Nutzung von ausschließlich Diuron seit 2002 (größtenteils) untersagt ist.

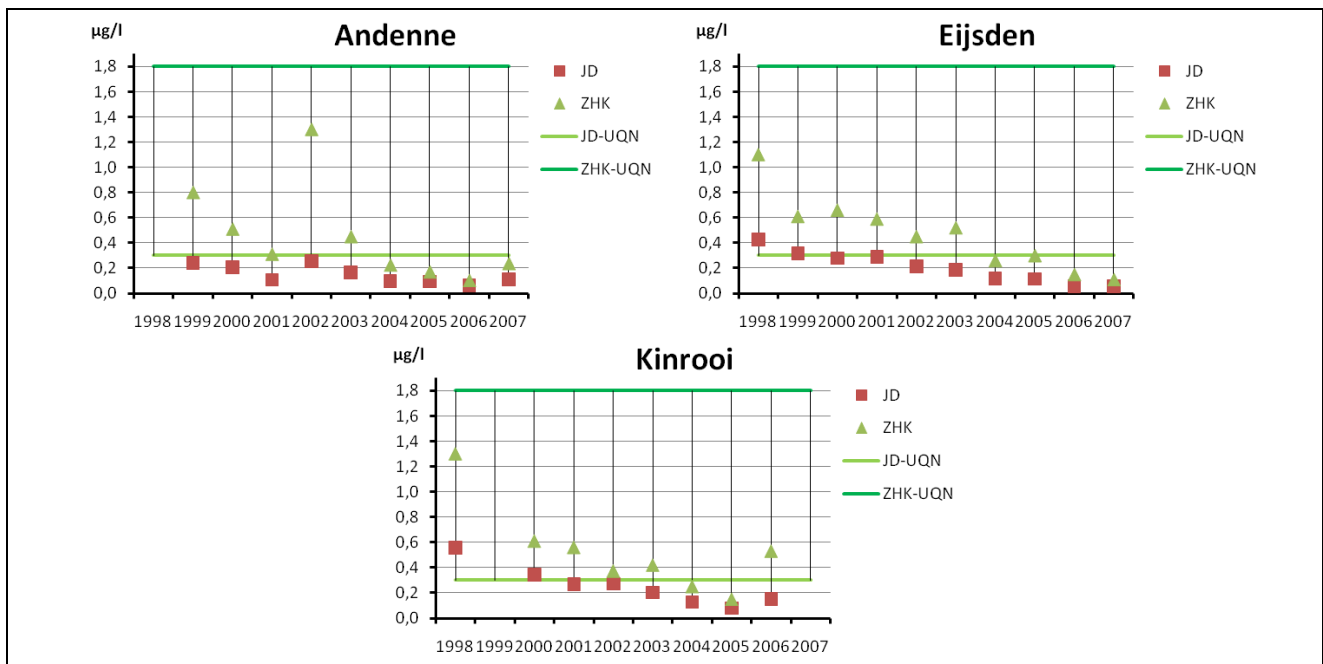


Abb. 15: Entwicklung der Diuronkonzentration an einigen Stationen des HMN

▪ Simazin

Simazin ist ein in der Obstbaumkultur und beim Pflügen genutztes Herbizid. Außerhalb der Landwirtschaft wird es als Herbizid in öffentlichen Grünanlagen genutzt.

Wie die anderen Triazine ist Simazin für Pflanzen toxisch, und die toxische Wirkung auf Tiere ist schwach. Es wird zu verschiedenen Jahreszeiten verwendet und führt zu einer ständigen Belastung der Oberflächengewässer. Die Haupteintragspfade von Simazin sind Auslaugung und atmosphärische Ablagerungen.

Seit 2004 sind die meisten Nutzungen von Simazin in den Ländern der Europäischen Union verboten, und 2007 wurde dieses Verbot auf alle Nutzungen des Produkts ausgeweitet. Die UQN beträgt 1 µg/l für die Jahresdurchschnittskonzentrationen (JD) und 4 µg/l für die Jahreshöchstkonzentrationen (JHK).

Die in der Maas ermittelten Simazinkonzentrationen haben sich im Laufe der Jahre substantiell verringert. Während in der ersten Hälfte des Messzeitraums Höchststände von bis zu 0,10 µg/l (Kinrooi, 1998) und 0,12 µg/l (Keizersveer, 1999) verzeichnet wurden, liegen die Jahresdurchschnittskonzentrationen seit 2004 überall zwischen 0,015 µg/l und 0,035 µg/l.

Die Jahreshöchstkonzentrationen zeigen diesen rückläufigen Trend jedoch nicht eindeutig. 2005, 2006 und 2007 verzeichneten die beobachteten Höchstkonzentrationen unterhalb von Eijsden, Kinrooi und Keizersveer erneut einen Anstieg.

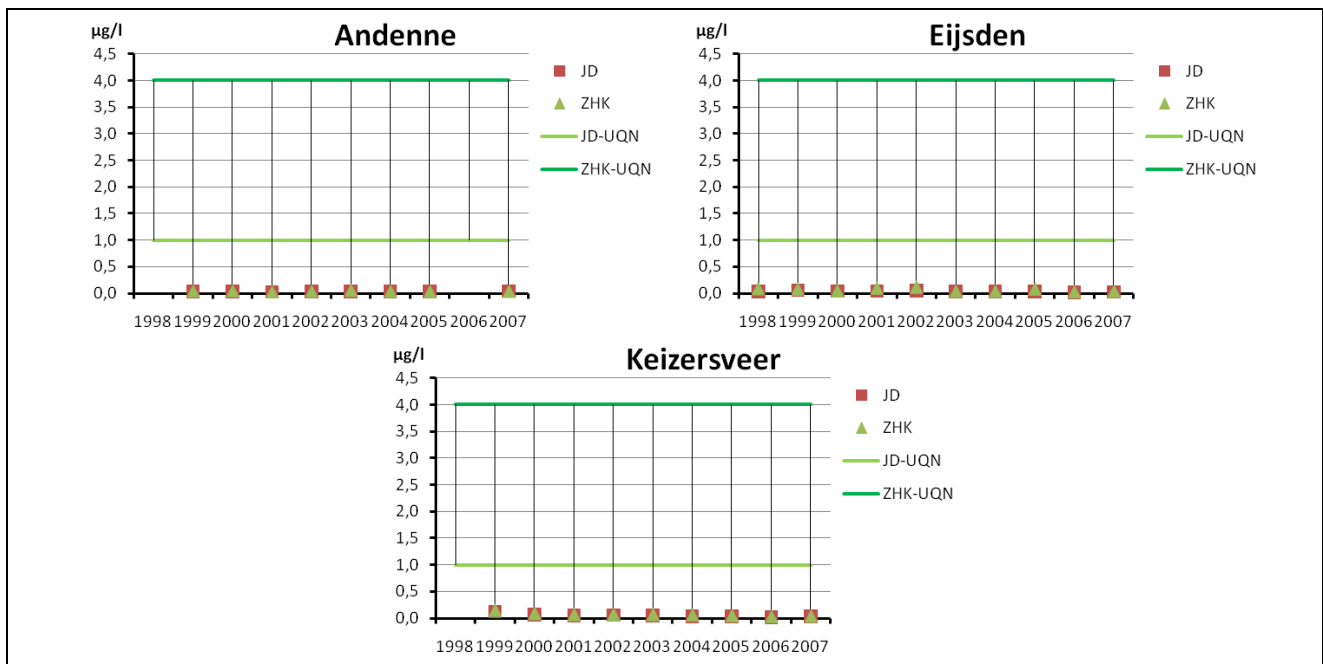


Abb. 16: Entwicklung der Simazinkonzentration an einigen Stationen des HMN

▪ Atrazin

Die Nutzung von Atrazin ist in den Ländern der Europäischen Union seit 2004 verboten. Dieser Stoff zersetzt sich langsam und hat negative Folgen für die Tierfortpflanzung. Seine Anwendung ist mit der von Simazin vergleichbar.

Die Beobachtungen zeigen, dass die Nutzung von Atrazin 2007 sich sowohl flussaufwärts als auch flussabwärts bis auf etwa 0,010 µg/l stark verringert hat. Die Vorjahre lassen somit überall auf eine abnehmende Tendenz der Durchschnittskonzentrationen schließen. Die Entwicklung der Höchstkonzentrationen ist etwas schwankend, folgt jedoch in den letzten Jahren einem stark rückläufigen Trend.

Die Messstation in der Nähe von Kinrooi stellt eine große Ausnahme bei diesen Beobachtungen dar, da 2006 ein hoher Maximalwert Hand in Hand mit einer hohen Durchschnittskonzentration ging (0,146 µg/l). Dieser Wert könnte der Indikator für eine zunehmende Verwendung dieses Pestizids sein.

Die Konzentrationen bleiben jedoch unter den UQN von 0,6 µg/l für die Jahresdurchschnittskonzentrationen und 2,0 µg/l für die Jahreshöchstkonzentrationen. Das Vorhandensein von Atrazin im Maaswasser hat jedoch Negativeffekte für die Trinkwasserproduktion.

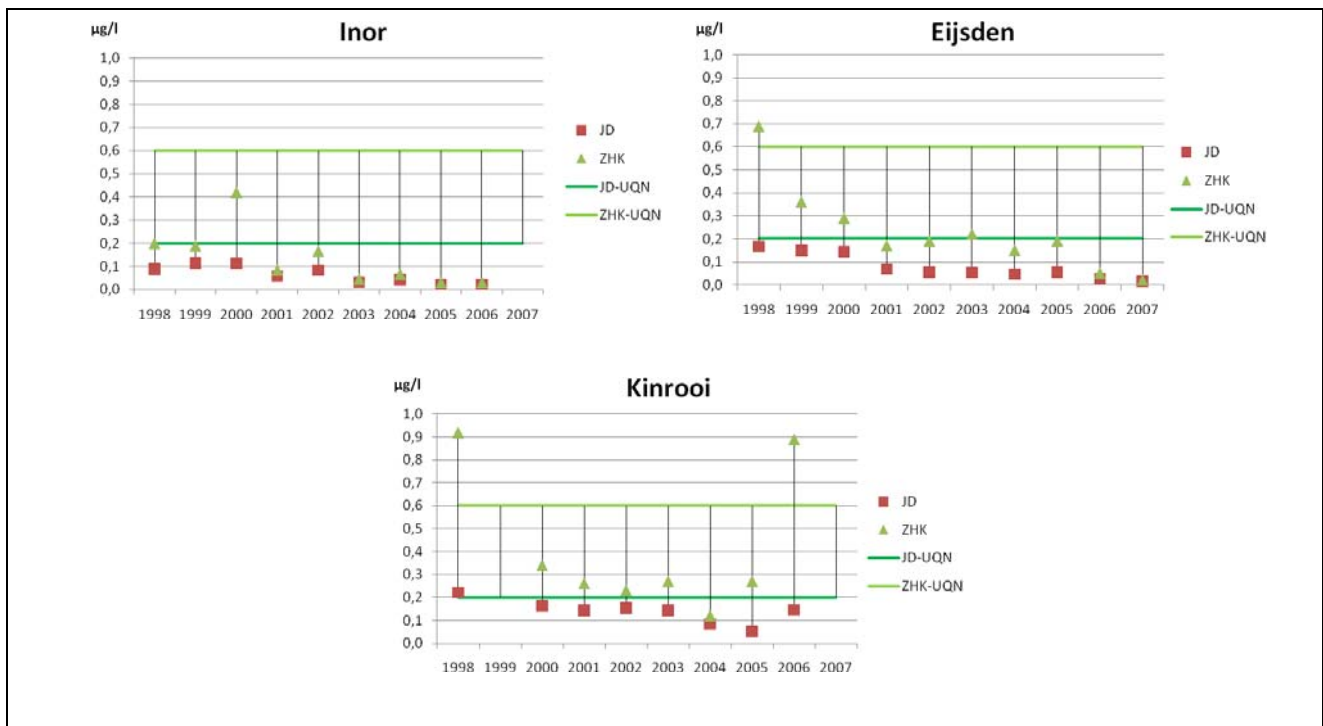


Abb. 17: Entwicklung der Atrazinkonzentration an einigen Stationen des HMN

3.2.6. Eutrophierende Stoffe

Die Eutrophierung kann als ein Wachstumsexzess aquatischer Pflanzen definiert werden, der durch eine übermäßige Nährstoffeinleitung in die aquatische Umwelt infolge menschlicher Tätigkeiten verursacht wird. In marinen Küstengegenden, Seen und Flussebenen kann die Nährstoffanreicherung zu Phytoplankton-„Blooms“ mit negativen Auswirkungen für die Wasserqualität und die Wassernutzung durch den Menschen führen. Ein durch die Blooms bedingtes, bedeutendes Umweltproblem ist eine Verringerung des gelösten Sauerstoffs, der bei signifikantem Sauerstoffzufuhrdefizit zu „Todesgebieten“ führen kann. Eine starke Phytoplankton-Biomasse reichert die Ökosysteme nämlich mit großen Mengen organischer Stoffe an, die schließlich biologisch abgebaut, das heißt von Bakterien zersetzt werden, die wiederum den gelösten Sauerstoff verbrauchen. Außerdem können Proliferationen toxischer Mikroorganismen, wie Cyanbakterien („Blualgen“), auftreten und zusätzliche Probleme für die übrigen aquatischen Organismen sowie die Trinkwasserbereitstellung und Erholungsaktivitäten verursachen.

Stickstoff und Phosphor gelten als die für die Eutrophierung verantwortlichen Hauptnährstoffe und werden durch menschliche Tätigkeiten im Übermaß zugeführt, vor allem durch die Landwirtschaft und durch nicht oder unzureichend geklärte Abwassereinleitungen. Die Überwachung der Eutrophierung in einem Flusslauf ist komplex, denn das Phytoplankton wird vom Strom befördert, das heißt dass sich das an einem Ort vorhandene Phytoplankton in Wirklichkeit im Oberlauf des Gewässers entwickelt hat. Praktisch folgt daraus, dass zur Verringerung der Phytoplankton-Biomasse in einem bestimmten Flusslaufabschnitt Maßnahmen zur Nährstoffverringerung in den - möglicherweise auf dem Hoheitsgebiet eines anderen Landes liegenden - Flussabschnitten des Oberlaufs ergriffen werden müssen.

In der Flussgebietseinheit der Maas stammt die Stickstofffracht vor allem aus der Landwirtschaft (~69%), während der Großteil der Phosphorzufuhr durch kommunale Abwassereinleitungen sowie lokale Industrieabwässer verursacht wird. Zurzeit ist die Nährstoffverfügbarkeit (siehe nachfolgend) im Verhältnis zum Bedarf der Algen immer noch zu hoch. So handelt es sich bei den Kontrollfaktoren für das Phytoplankton um den Abfluss, das Licht an der Oberfläche, die Wassertransparenz und die Temperatur sind, die wiederum auf komplexe Weise mit den morphologischen und hydraulischen Eigenschaften des Flusslaufes interagieren. Aus diesem Grund konnte im Laufe der letzten Jahrzehnte die Konzentration von Chlorophyll-a (ein Maß der Gesamtabundanz von Phytoplankton) im Wasser zwischen Frühjahr und Herbst 100 µg/l überschreiten, was in etwa 4 mg bioabbaubarem Stickstoff pro Liter entspricht, zusätzlich zu den vom Abwasser und dem Einzugsgebiet eingebrachten organischen Stoffen.

Da die Entwicklung des Phytoplanktons von mehreren Faktoren abhängig ist -, unter anderem vom Abfluss - und entsprechend schwankt, ist in den Ergebnissen des internationalen Monitorings der Maas von Jahr zu Jahr eine gewisse Variabilität (Abb. 17) erkennbar. Eine Änderung in den Chlorophyll-a-Konzentrationen ist jedoch im Laufe des letzten Jahrzehnts in den französischen und belgischen Teilen des Flusses deutlich geworden: Nach einem Höchststand 2002 – 2003 trat seit 2004-2007 (je nach Messstandort) eine Verringerung ein. Dies wird durch die Daten der jüngeren Vergangenheit bestätigt (Daten von SIERM, Wasseragentur Rhein-Maas, Frankreich und Vivaqua, Belgien). So haben 2006 und 2007 die Höchststände zwischen Ham-sur-Meuse und Andenne 20 µg/l nicht mehr erreicht. Diese Verringerung der Phytoplankton-Biomasse könnte als eine Verbesserung der Wasserqualität interpretiert werden, jedoch haben die Nährstoffkonzentrationen in den letzten Jahren nicht abgenommen (siehe Abb. 18 und 19). Im Gegenteil: Die Stickstoffkonzentrationen sind relativ hoch geblieben. Gleiches gilt für Phosphor. Bei den üblicherweise das Phytoplankton kontrollierenden Faktoren ist tatsächlich keine tiefgreifende Änderung eingetreten, so dass die einzige, einen solchen Rückgang erklärende Hypothese der Planktonverbrauch durch asiatische Venusmuscheln ist (*Corbicula* spp., siehe Kapitel 3.2). Diese invasiven Weichtiere haben in bestimmten Abschnitten der Maas inzwischen derartige Dichten erreicht, dass sie eine signifikante Auswirkung auf die Abundanz des Phytoplanktons haben können. Eine weitere Folge ist auch die in den letzten Jahren stark zunehmende Wassertransparenz

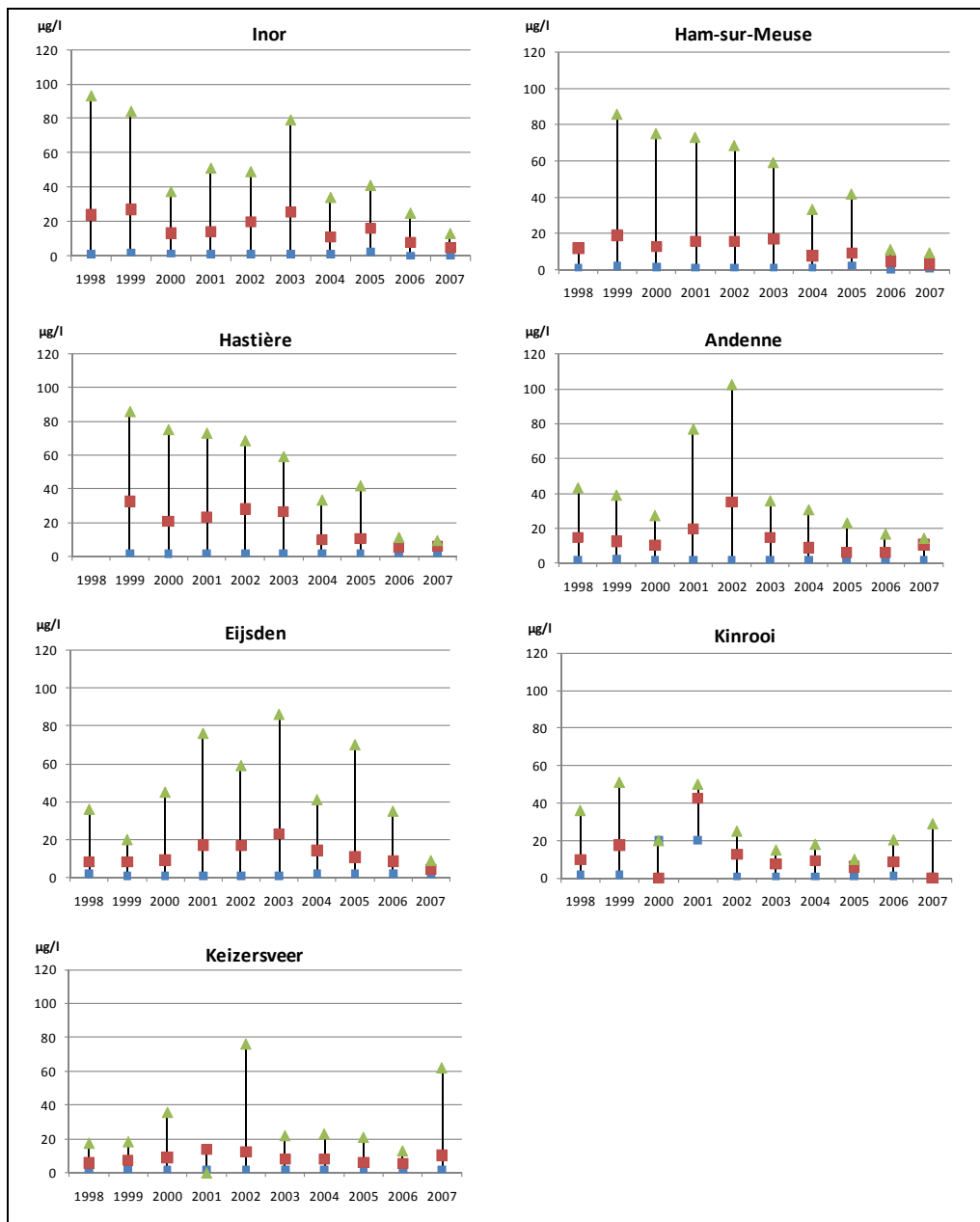


Abb. 18 Chlorophyll-a-Konzentration an einigen Stationen des HMN

▪ **Gelöster Phosphor**

Phosphor ist der hauptsächlich für die Eutrophierung im Süßwasser verantwortliche Stoff und bedarf daher einer besonderen Aufmerksamkeit. Trotz der in den letzten Jahrzehnten zu verzeichnenden, bedeutenden Fortschritte bei der Phosphorverringerung (Descy et al. 2008) erreicht dieser Nährstoff über die gesamte Maas immer noch Konzentrationen, die Phytoplankton-„Blooms“ auslösen können. Im letzten Jahrzehnt gab es kaum Entwicklungen. Interessant ist zudem die Feststellung, dass derzeit in der Maas mit einer eindeutig rückläufigen Tendenz der Phytoplanktonmenge der Großteil des Phosphors in gelöster Form vorkommt und Partikularphosphor lediglich einen unbedeutenden Teil ausmacht.

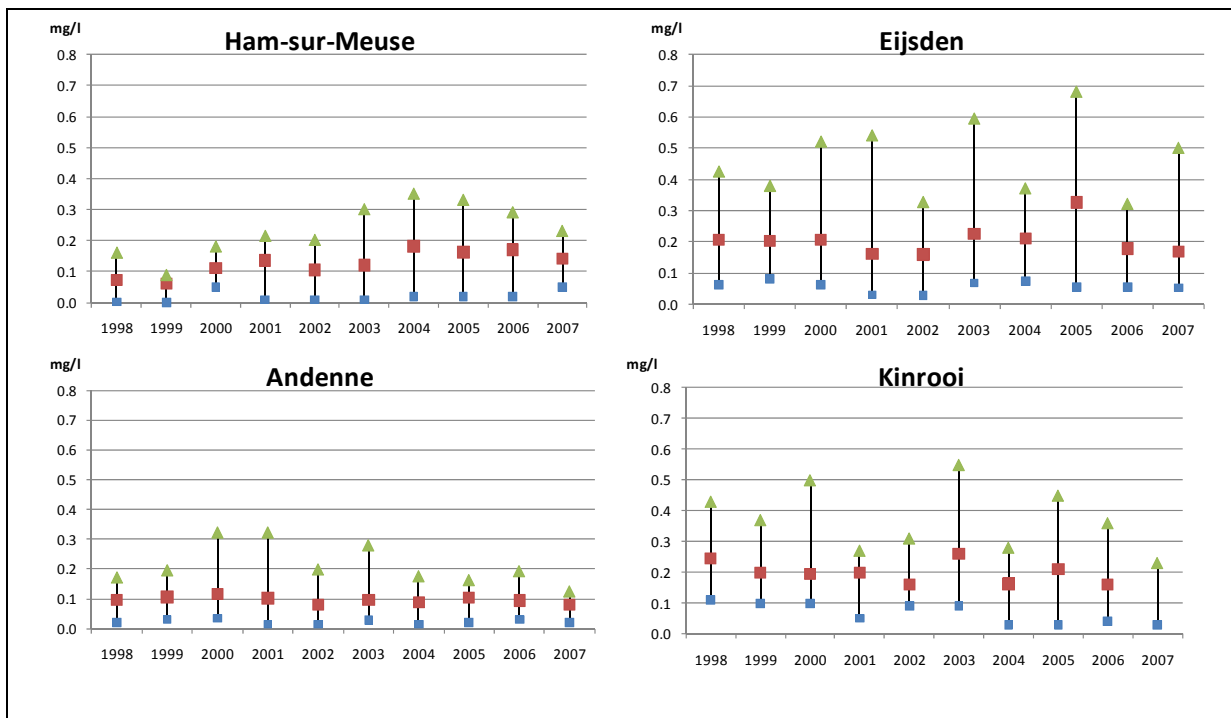


Abb. 19: Konzentration von gelöstem Phosphor an einigen Stationen des HMN

▪ **Anorganischer Stickstoff**

Die beiden am leichtesten vom Phytoplankton assimilierbaren Stickstoffformen sind Ammonium und Nitrate. Diese beiden Formen sind unterschiedlichen Ursprungs: Nitrate stammen vor allem aus dem Einzugsgebiet durch Bodenauslaugung (diffuse Einträge, vor allem von landwirtschaftlich genutzten Flächen), während Ammonium in den kommunalen und industriellen Abwässern vorhanden ist und aus dem Abbau der in diesen Abwässern enthaltenen organischen Stoffe stammt (punktuelle Einträge aus kommunalen Kanalisationen). Die Entwicklung der Stickstoffformen in der Maas ist charakteristisch, mit wenigen Änderungen im Laufe des Jahrzehnts (Abb. 19): Nitrate sind überall in hoher Konzentration vorhanden und nehmen vom Ober- zum Unterlauf deutlich zu, während Ammonium viel geringere Konzentrationen aufweist und flussabwärts von Ballungsgebieten ansteigt, zum Beispiel in Andenne (unterhalb von Namur) und Eijsden (unterhalb von Lüttich). Diese Stickstoffkonzentrationen haben keine Auswirkung auf die Entwicklung des Phytoplanktons im Fluss, weil sie nicht einschränkend wirken, sie können jedoch die Ursache für schädliche Algenentwicklungen in Küstengebieten sein.

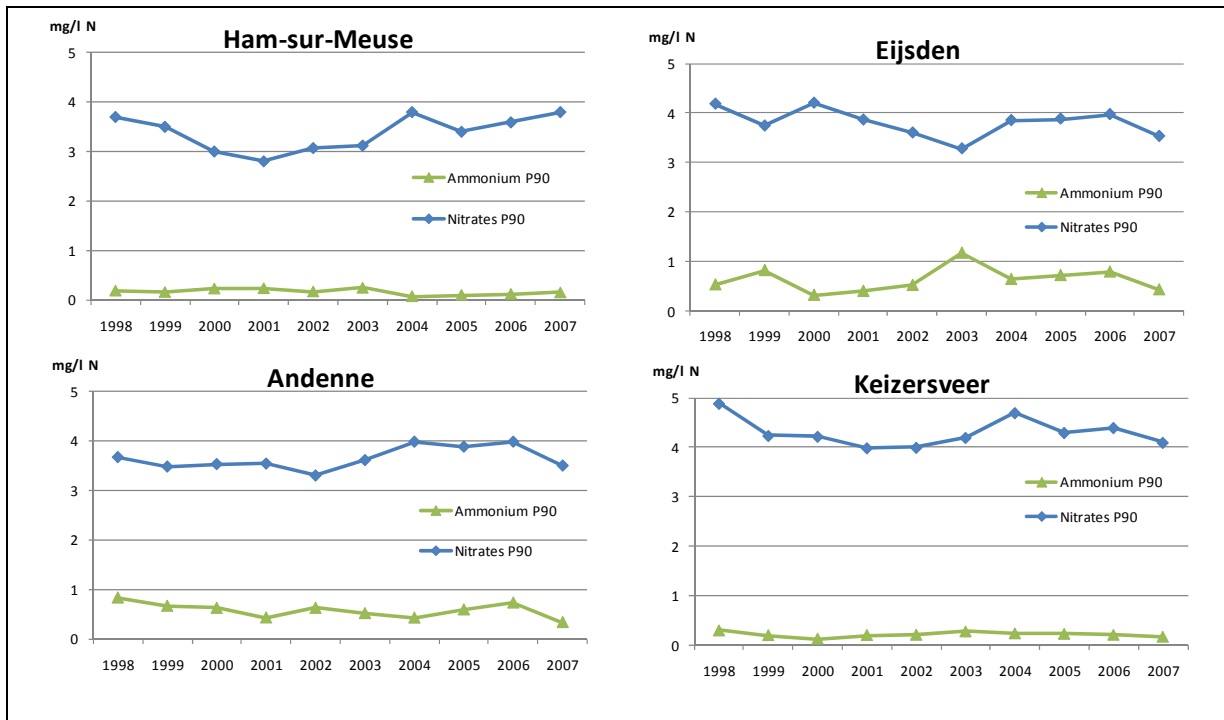


Abb. 20: Nitratkonzentration an einigen Stationen des HMN

3.3. Schadstoffkonzentrationen in Schwebstoffen

Die Beprobung erfolgt vom Ufer aus mit Hilfe kontinuierlichen Zentrifugierens, mit dem die Schwebpartikel in dem aus dem Fluss gepumpten Wasser konzentriert werden können. Während der Beprobung der Schwebstoffe werden verschiedene, für die Auslegung zweckdienliche Parameter im Wasser gemessen.

Ausgehend von einem maximalen Abfluss von 1 m³/h hängt die Beprobungsdauer vom Schwebepartikelgehalt des beprobten Wassers ab. In sehr trüben Gewässern kann in einer Stunde ausreichendes Material gesammelt werden. In klaren Gewässern (wie beispielsweise die Maas) kann die Probenahme mehrere Stunden (bis 5 Std.) beanspruchen. Die Schwebstoffe werden anschließend in Behälter mit einer auf 5 °C gehaltenen Temperatur überführt, bevor sie ins Labor verbracht werden.

Die für das HMN gemessenen Parameter sind die Granulometrie, der Gehalt an organischem Gesamtkohlenstoff, Gesamtphosphor und Kjeldahl-Stickstoff, die Konzentrationen von 9 Metallen, 12 polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, 11 Organochlorverbindungen, 7 Polychlorbiphenyle und Mineralöle. Die Konzentrationen der verschiedenen Stoffe werden in mg / kg MES-Trockengewicht ausgedrückt.



Foto 1: Die Zentrifuge (Quelle: VMM) Foto 2: Positionierung des Schwimmers und des Saugkorbs (Quelle: VMM)

3.3.1. Schwermetalle

Im Allgemeinen nimmt die Konzentration aller Metalle in den Schwebstoffen von Inor bis unterhalb von Lüttich in Eijsden zu.

Bestimmte Metalle sind ganz offensichtlich industriellen Ursprungs. Die Kadmium- Konzentration - prioritärer Stoff der Wasserrahmenrichtlinie - in den Schwebstoffen ist relativ gering und liegt unter der „Grünklasse“ des SEQ Eau im französischen Teil der Maas und in Hastière. Nach dem Zusammenfluss mit der Samber (Namur) ist ab der Station von Andenne ein geringer Anstieg festzustellen, jedoch wird die Schwelle des SEQ Eau trotzdem überschritten. Flussabwärts von Lüttich in Eijsden erfolgt eine starke Erhöhung. Weiter flussabwärts sinkt die Konzentration wahrscheinlich aus Sedimentationsgründen. Chrom und Kupfer weisen ein ähnliches Profil auf.

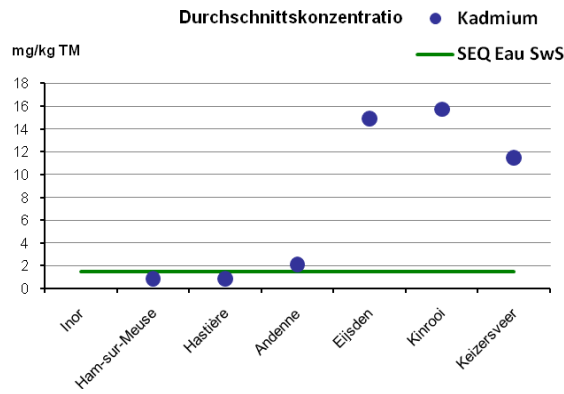


Abb. 21: Entwicklung der Kadmiumkonzentration

Die Konzentration von Zink, Blei und Nickel (die beiden Letzteren sind prioritäre Stoffe der WRRL), deren Einträge im Wesentlichen auf diffuse Quellen zurückgehen, nehmen schrittweise zu. Nur die Station von Inor verzeichnet einen Wert unter der „Grüenschwelle“ des SEQ Eau. Die Haupteinträge scheinen aus der Chiers, Samber und dem Lütticher Ballungsraum zu stammen. Die Höchstkonzentration wird in Eijsden erreicht. Wahrscheinlich aufgrund der Sedimentation sinkt die Konzentration flussabwärts wieder. Nickel und Blei (zwei prioritäre Stoffe der WRRL) weisen ein ähnliches Profil wie Zink auf.

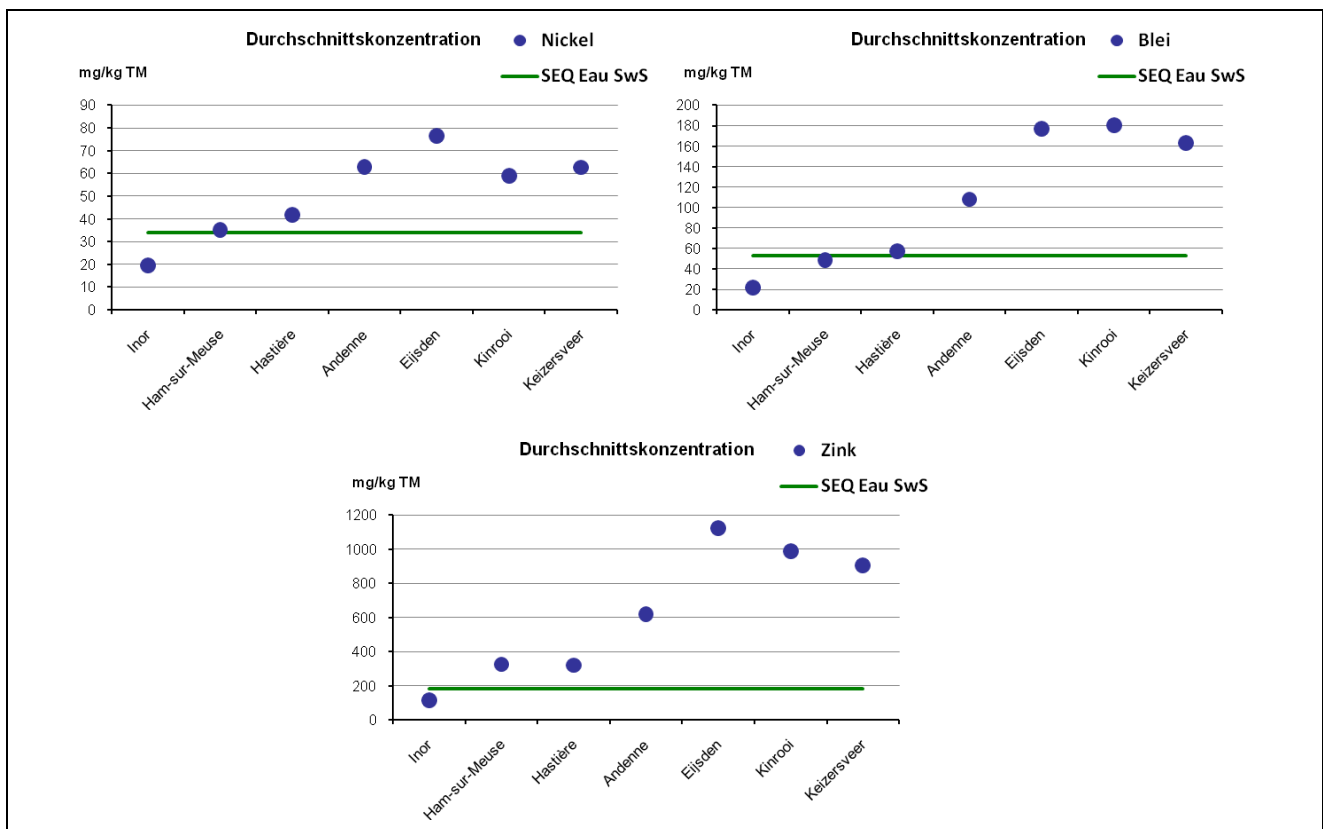


Abb. 22: Entwicklung der Zink-, Blei- und Nickelkonzentration an einigen Stationen des HMN

Im französischen Teil der Maas und in Hastière ist die Quecksilberkonzentration relativ gering und liegt unter Schwelle der „Grünklasse“ des SEQ Eau (0,3 mg/kg). Die Samber ist der

Haupteintragspfad von Quecksilber, so dass in Andenne die Durchschnittskonzentration 0,7 mg/kg erreicht. In Eijsden fällt die Konzentration stark ab, bleibt jedoch über dem Schwellenwert. In Kinrooi erfolgt eine signifikante Zunahme von bis zum Dreifachen des Schwellenwerts und in Keizersveer ist die Konzentration wieder geringer.

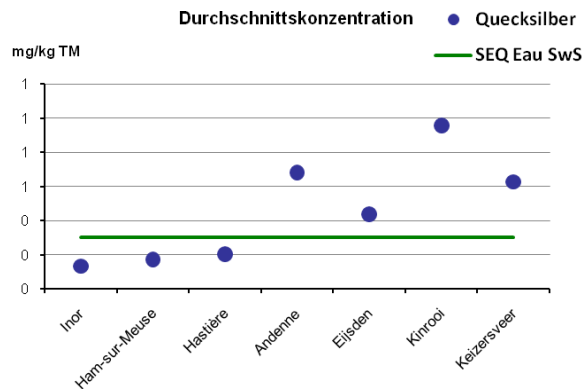


Abb. 23: Entwicklung der Quecksilberkonzentration

3.3.2. PAK

Mit Ausnahme von Anthrazen ist das Längsprofil der verschiedenen PAK vergleichbar.

Die Anthrazenkonzentration in Schwebstoffen ist in der gesamten Maas hoch. Nur der Messpunkt von Hastière verzeichnet Werte unter der Schwelle.

Die übrigen PAK weisen auch eine (weit) über der „Grünklasse“ des SEQ Eau liegende Durchschnittskonzentration an allen Messstandorten auf. Am geringsten sind die Konzentrationen in Inor und Hastière und am höchsten in Andenne. Zweifelsohne rühren die höchsten Frachten von der Samber her. Flussabwärts von Lüttich erfolgen eine leichte Verringerung der Konzentration bis Kinrooi und anschließend ein leichter Anstieg bis Keizersveer.

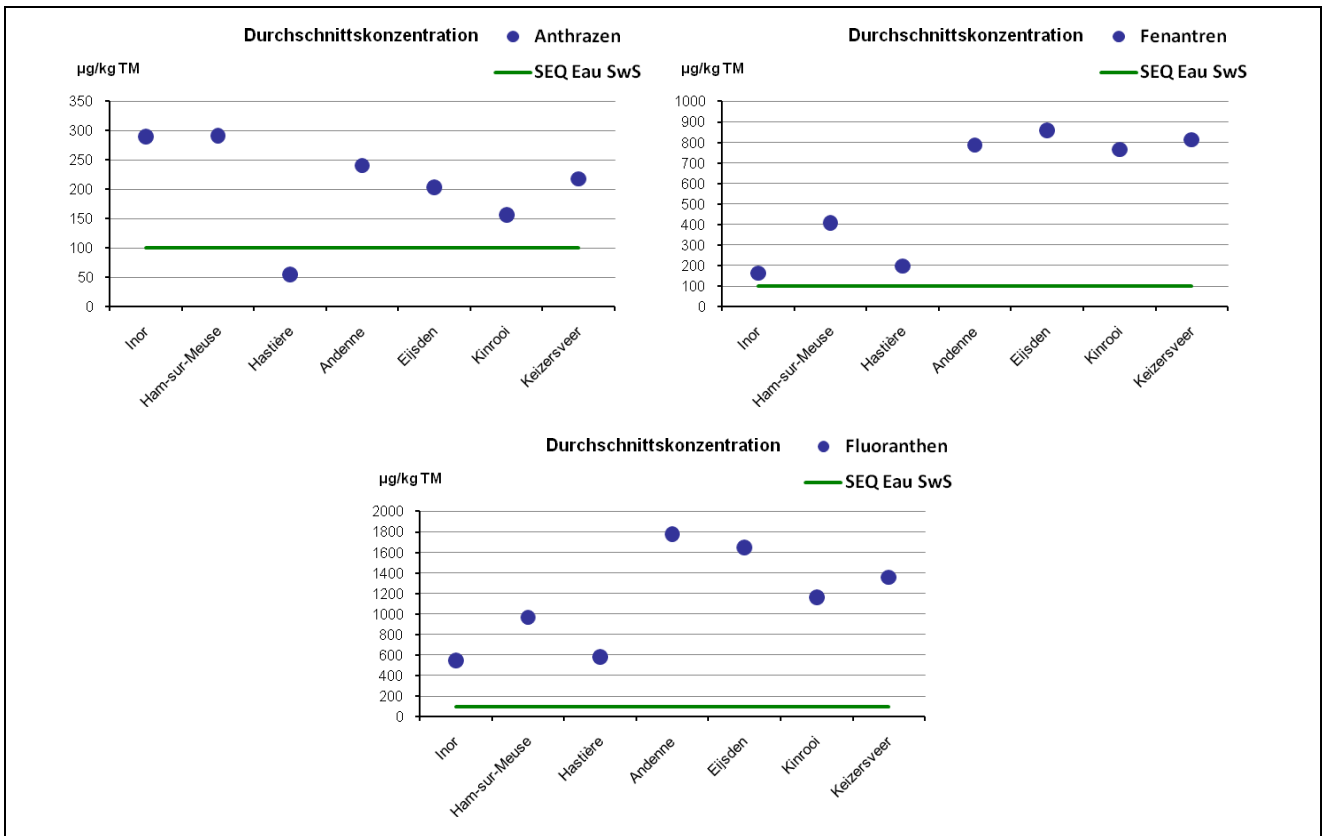


Abb. 24: Entwicklung der PAK-Konzentration (Anthrazen, Fenantren und Fluoranthen) an einigen Stationen des HMN

3.3.3. Mineralöle

Der Parameter „Mineralöle“ wird im französischen Teil der Maas nicht gemessen. Das SEQ Eau sieht außerdem keine Bezugswerte für diesen Parameter vor. Die Konzentration ist am geringsten in Hastière. Im Gegensatz zu den PAK werden die höchsten Konzentrationen in Eijsden und nicht in Andenne gemessen. Dieses Profil steht wahrscheinlich in Zusammenhang mit dem hohen Flussverkehrsaufkommen auf der Samber und der Maas.

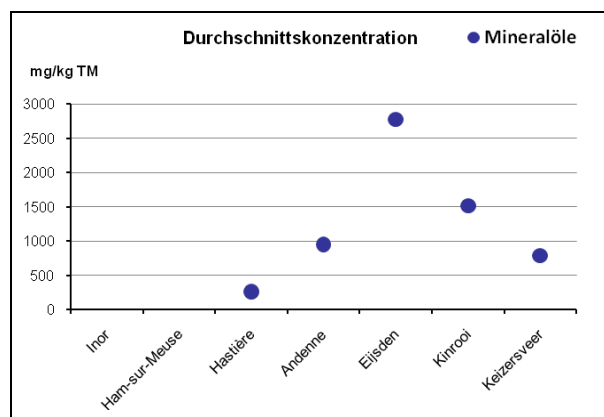


Abb. 25: Entwicklung der Mineralölkonzentration an einigen Stationen des HMN

3.3.4. Gesamt PCB

Die Schwebstoffe wurden auf das Vorhandensein von 7 PCB geprüft: PCB Nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180. Nachfolgende Grafik zeigt die Summe dieser sieben PCB. Der Schwellenwert der „Grünklasse“ des SEQ eau wird an keiner Messstation überschritten.

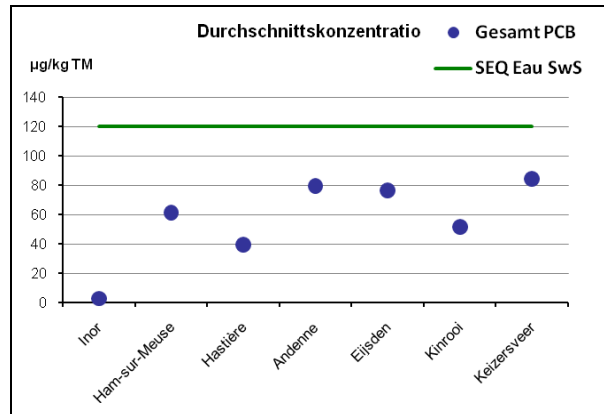


Abb. 26: Entwicklung der Gesamt-PCB-Konzentration an einigen Stationen des HMN

3.4. Biologische Qualität

Biologische Qualität der Maas: Untersuchung der Fauna der benthischen Makroinvertebrate

Neben den physikalisch-chemischen Kontrollen ist eines der Hauptziele des HMN die Evaluierung des Zustands des Ökosystems und die Überwachung seiner zeitlichen Entwicklung. Zu diesem Zweck organisiert die IMK seit 1998 Bestandsaufnahmen der Fauna der benthischen Makroinvertebrate im Hauptstrom der Maas. Auf Antrag der Kommission hat 2010 das Labor für Interaktionen der Ökotoxikologie, Biodiversität und Ökosysteme (LIEBE) der Universität Metz (Frankreich) eine Datenverarbeitung sowie eine ausführliche Interpretation dieser Daten (Usseglio-Polatera et Beisel, 2010) über den Zeitraum 1998-2005 durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse werden nachfolgend vorgestellt.

Tabelle 1 zeigt die beprobten Stationen und Untersuchungszeiträume. Insgesamt wurden 16 Stationen beprobt. Eine Station wird als ein Abschnitt des Hauptstroms mit einer Länge von etwa 1 km definiert. Die Probenahmen wurden von den Parteien koordiniert durchgeführt.

Nr.	Standort	1998	2000	2001	2004	2005
1	Goncourt (F)	X	X	X	X	X
2	Brixey-aux-Chanoines (F)	X	X	X	X	X
3	Saint-Mihiel (F)	X	X	X	X	X
4	Inor (F)	X	X	X	X	X
5	Donchery (F)	X	X	X	X	X
6	Ham-sur-Meuse (F)	X	X	X	X	X
7	Heer (B-WL)	X	X		X	
8	Lustin (B-WL)	X	X	X	X	
9	Namèche / Gives (B-WL)	X	X	X	X	
10	Chokier (B-WL)	X	X			
11	Hermalle / Lixhe (B-WL)	X	X			
12	Eijsden (NL)	X	X	X	X	X
13	Lanaken (B-VL)	X	X	X	X	X
14	Kinrooi (B-VL)	X	X	X	X	X
15	Belfeld (NL)	X	X	X	X	X
16	Keizersveer (NL)	X	X	X	X	X
	Anzahl beprobter Standorte /Jahr	16	16	13	14	11

Tabelle 1: Beprobungsstrategie der Makroinvertebraten-Zusammensetzung der Maas für den Zeitraum 1998-2005: (F) = Frankreich, (B-WL) = Wallonien, (B-VL) = Flandern, (NL) = Niederlande.

In derselben Station wurden mehrere Habitate gemäß einem von einer Arbeitsgruppe der IMK entwickelten Normverfahren so beprobt, dass die Vielfalt der Biotope, in denen sich Makroinvertebrate in einem großen Flusslauf entwickeln, weitestgehend abgedeckt ist. Neben der Probensammlung aus natürlichen Substraten wurden an allen Standorten künstliche Substrate eingesetzt. Die Beprobungen erfolgten im Frühjahr und/oder Sommer. Die Tiere wurden von Sachverständigen genauestmöglich identifiziert und in allen Proben gezählt, um ihre Abundanz im Fluss zu evaluieren..

Die mit der Datenverarbeitung betrauten Sachverständigen haben eine Feinanalyse, gestützt auf entwickelte Statistikverfahren und die biologischen (beispielsweise Größe, Lebensdauer, Ernährungsgewohnheiten...) und ökologischen (beispielsweise Präferenzen für verschiedene Substratarten, Strömung, Temperatur, Verunreinigungsempfindlichkeit, ...) Eigenschaften der Invertebrate vorgenommen. Sie haben auch verschiedene Indizes für die Evaluierung der biologischen Qualität, wie den IBGA (Indice Biotique Global Adapté aux grands cours d'eau), oder Vielfaltindizes berechnet.

Die Analysen zeigten eine progressive Änderung der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften vom Ober- zum Unterlauf der Maas: Im Oberlauf in Frankreich werden die Populationen von verunreinigungsempfindlichen Insekten beherrscht: Trichoptera und Ephemeroptera in Gebieten mit starker Strömung; Coleoptera, Odonata und Heteroptera in

Gebieten mit geringer Strömung. In Belgien und den Niederlanden bilden Schalentiere, Weichtiere und Würmer schrittweise die dominanten Gruppen in der Invertebratenfauna des Flusses.

Auch die Durchschnittszahl „taxonomischer Einheiten“ (Arten, Gattungen oder sonstige Ebenen, wie Familie oder Unterfamilie) schwankt in Längsrichtung im Fluss: Die höchsten Zahlen sind in den französischen Gebieten (62 bis 74) und den niedrigsten in den belgischen und niederländischen Abschnitten (15-41) festzustellen. Dieser Unterschied ist noch größer, wenn man die zahlreichen exotischen Arten im Unterlauf der Maas nicht berücksichtigt. Abb. 27 veranschaulicht diesen allmählichen Gesamtdiversitätsverlust auf dem belgischen Flusslauf gut.

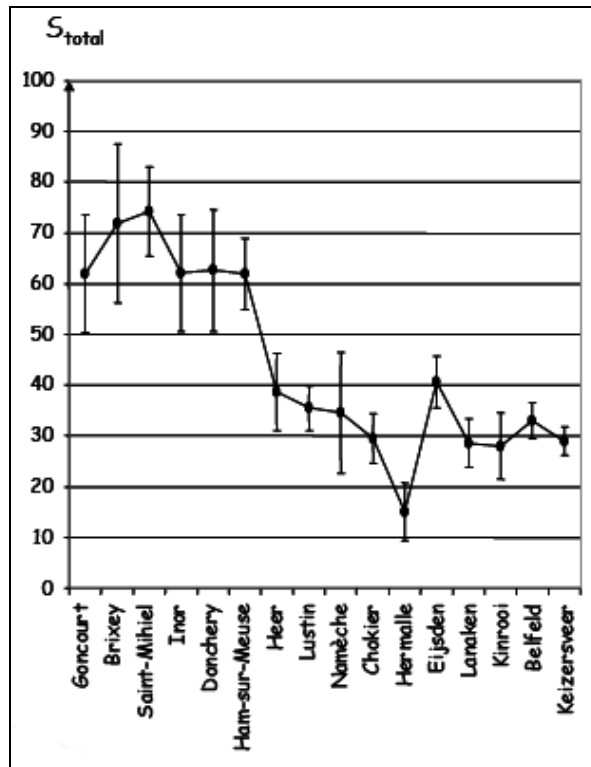


Abb. 27: Durchschnittswerte der taxonomischen Vielfalt der benthischen Makroinvertebrate an den Stationen des HMN der Maas

Das Längsprofil des IBGA ist dem der Gesamtvialt sehr ähnlich: Die Höchstwerte werden in der französischen Maas und der Minimalwert im Unterlauf der belgischen Maas erreicht. Festzustellen sind ein deutlicher Rückgang ab der französisch-belgischen Grenze sowie in Flandern und den Niederlanden eine leichte Erholung.

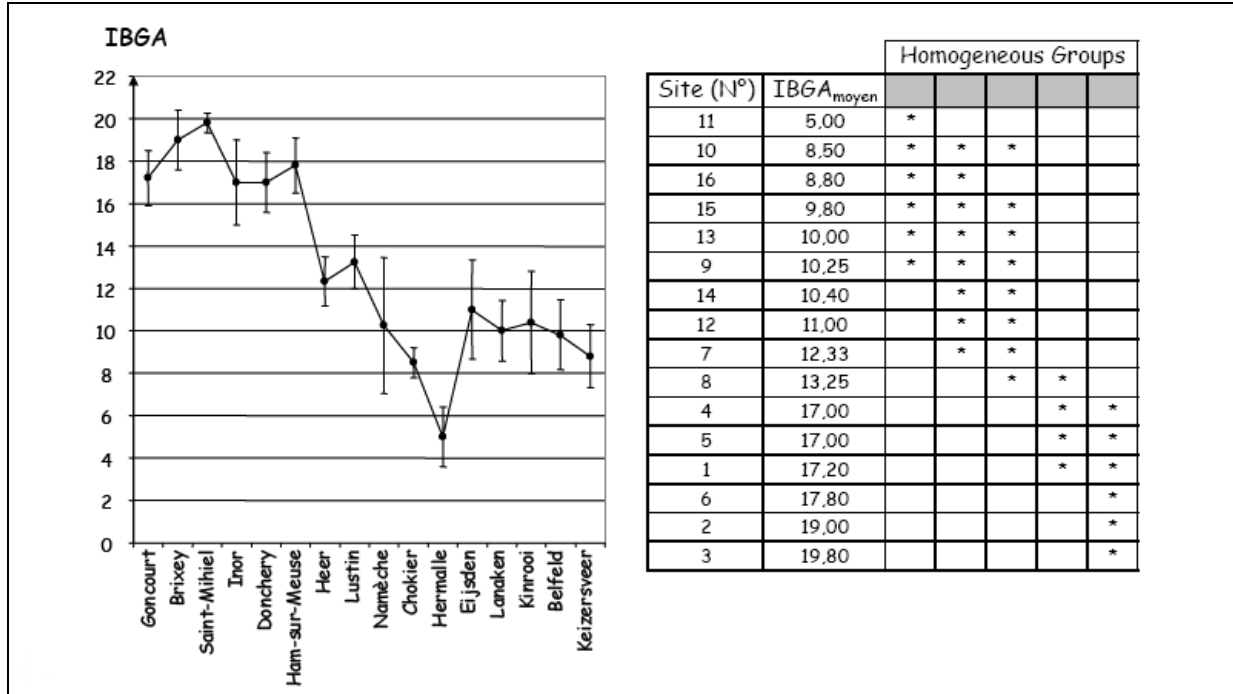


Abb. 28: Durchschnittswerte des IBGA über den Zeitraum 1998-2005 an den Stationen des HMN

Die invasiven exotischen Arten sind zahlreich in der Maas vertreten, wie in Abb. 29 dargestellt, die ihre aktuelle Entwicklung im Fluss dokumentiert. Es wurden nicht weniger als 25 Schalentier-, Weichtier- und Wurmartenvorgedungen. Einige von ihnen wurden bereits vor langer Zeit eingeführt, da sie seit der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts in der Maas bekannt sind, jedoch werden etwa zehn von ihnen erst seit höchstens etwa dreißig Jahren im Fluss registriert.

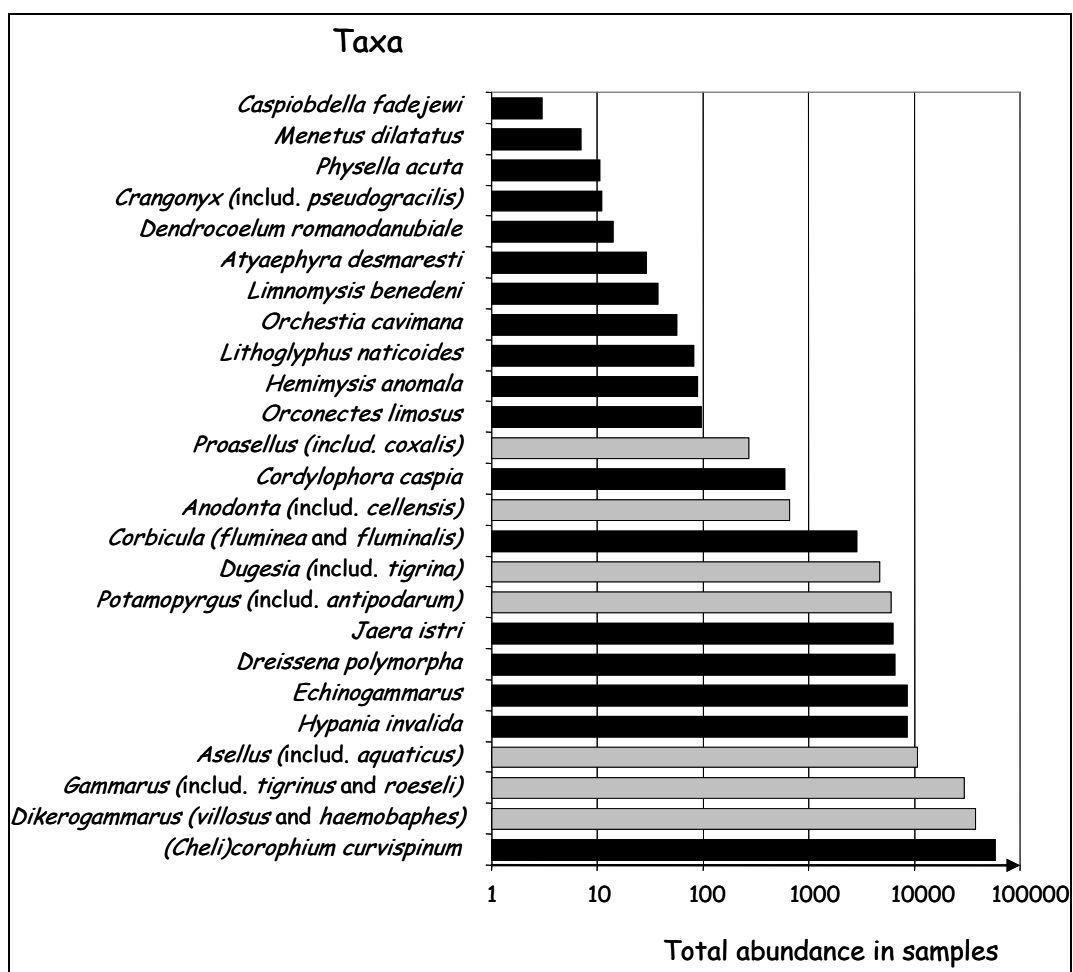


Abb. 29: Gesamtabundanz der invasiven Arten in den Proben der benthischen Populationen der Maas. Die grauen Balken entsprechen invasive Arten enthaltenden Gattungen, die jedoch nicht immer bis zur Art identifiziert wurden.

Diese exotischen Invertebrate kommen nicht überall vor. Einige sind derzeit nur im niederländischen Abschnitt vorzufinden. Andere hingegen verbreiten sich. Eine wichtige Beobachtung ist, dass die meisten exotischen Arten und Individuen in der benthischen Fauna (Abb. 30) in den in erheblichem Maße menschlichen Einflüssen unterworfenen und in schlechterem ökologischen Zustand befindlichen Gewässerabschnitten anzutreffen sind.

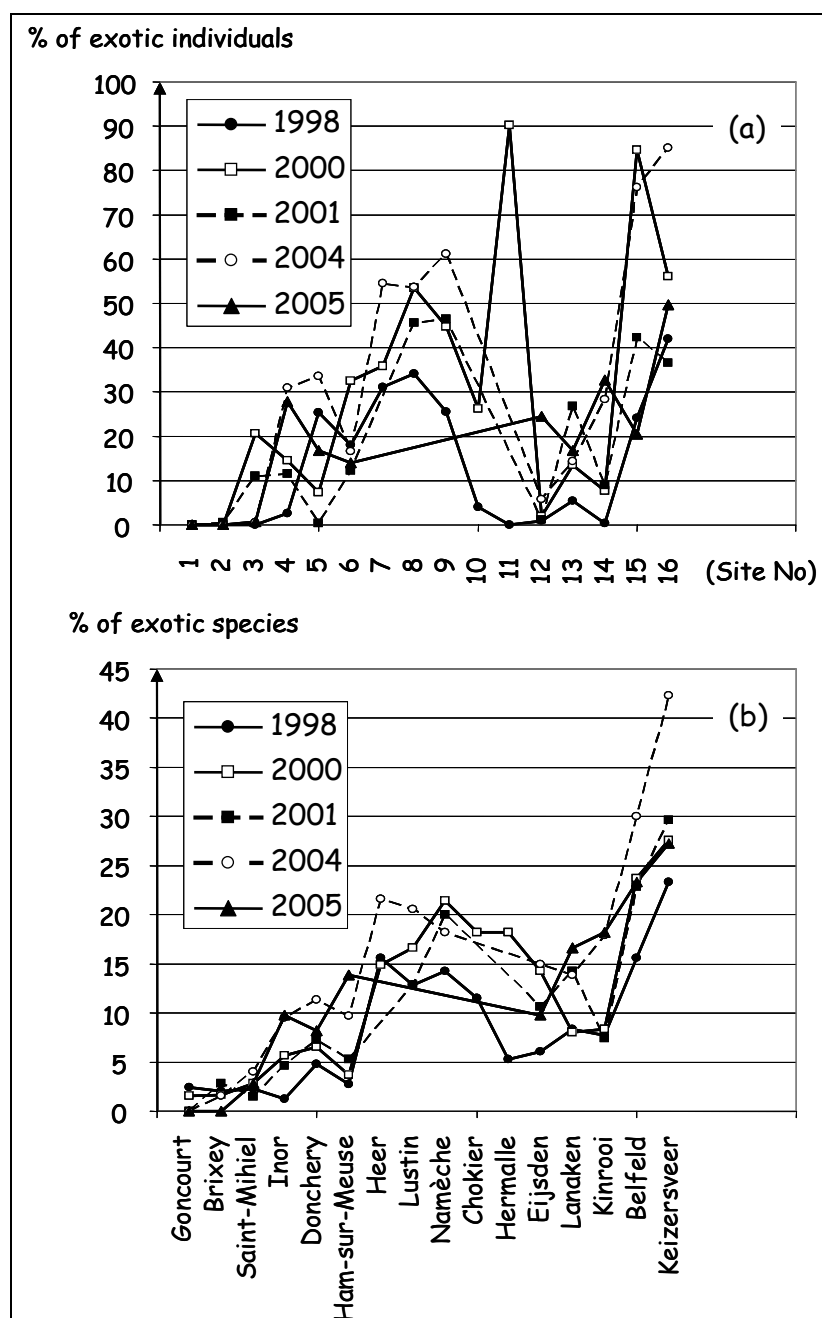


Abb. 30: Relative Abundanz der exotischen Arten (a) und relativer Anteil an exotischen Arten in den benthischen Populationen der Maas während der 5 Probenahmekampagnen

Die Analyse der biologischen und ökologischen Eigenschaften der benthischen Invertebrate an den verschiedenen Stationen der Maas zeigt eindeutige Trends: Die größte Vielfalt funktioneller Merkmale ist in der französischen Maas anzutreffen, was auf den besseren ökologischen Zustand dieses Abschnitts hinweist. Insbesondere dort werden die verunreinigungsempfindlichsten Lebensgemeinschaften verzeichnet, während die widerstandsfähigsten und weniger artenreichen in den Abschnitten des Unterlaufs vorgefunden werden, wobei zwischen Ham-sur-Meuse und

Hermalle eine systematische Verschlechterung konstatiert wird, der eine Teilerholung folgt. Diese Entwicklung verläuft parallel zu den physikalisch-chemischen Variablen auf diesem Abschnitt.

Schlussfolgerung:

Durch die Synthese der unterschiedlichen, zur Datenanalyse der benthischen Invertebratengemeinschaften der Maas genutzten Ansätze konnte eine Schätzung der biologischen Qualität des Flusses an den verschiedenen Stationen des HMN vorgenommen werden (Tabelle 2).

No	Sites	1998	2000	2001	2004	2005	Mean status
1	Goncourt (F)	Blue	Green	Green	Green	Green	0,25
2	Brixey-aux-Chanoines (F)	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	0,09
3	Saint-Mihiel (F)	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	0,04
4	Inor (F)	Blue	Green	Blue	Green	Green	0,17
5	Donchery (F)	Blue	Blue	Green	Green	Green	0,22
6	Ham-sur-Meuse (F)	Blue	Green	Green	Blue	Green	0,22
7	Heer (B)	Yellow	Green	Grey	Yellow	Grey	0,45
8	Lustin (B)	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Grey	0,47
9	Namèche / Gives (B)	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Grey	0,58
10	Chokier (B)	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	0,57
11	Hermalle / Lixhe (B)	Orange	Red	Grey	Grey	Grey	0,75
12	Eijsden (NL)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	0,49
13	Lanaken (B)	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	0,55
14	Kinrooi (B)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	0,5
15	Belfeld (NL)	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	0,58
16	Keizersveer (NL)	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	0,61

Tabelle 2: Evaluierung der biologischen Qualität, die anhand eines Wertes gemessen wird, der verschiedene Metrikformen integriert, wie den IBGA, die taxonomische Vielfalt und die Vielfalt der biologischen und ökologischen Merkmale. Blau: sehr gute Qualität; grün: gute Qualität; gelb: mäßige Qualität; orange: schlechte Qualität; grau: unbestimmt (keine Daten).

Man kann schlussfolgern, dass die Benotung für den französischen Abschnitt der Maas gut ausfällt und auf einen guten Zustand des Flusses hinweist. Dieser Zustand verschlechtert sich deutlich zwischen Ham-sur-Meuse (Frankreich) und Hermalle (Belgien), was auf zunehmende menschliche Einflüsse auf den Fluss hindeutet. Dieser Abschnitt ist Haushalts- und Industrieverschmutzungen ausgesetzt, die eine zunehmende organische Verschmutzung und wachsende Eutrophierung vom Ober- bis zum Unterlauf nach sich ziehen. Außerdem beeinflussen die Kanalisierungen und sonstigen Ausbaumaßnahmen für die Schifffahrt sowie der Schiffsverkehr die Bedingungen im Fluss auf unterschiedliche Weise. Das führt zu einer Verschlechterung der Habitats, zum Verlust

bestimmter Habitate (wie Gebiete mit starker Strömung) und zur Instabilität der Strand- und Ufergebiete. Ohne Zweifel ist die ab Eintritt des Flusses in Belgien festgestellte Veränderung der Populationen auf diese Verschlechterung der physischen Umwelt - und weniger der Wasserqualität - zurückzuführen. Weiter flussabwärts führt die Kombination einer zunehmenden Wasserverunreinigung mit der Habitatverschlechterung im Fluss zu einer starken Verringerung der empfindlichen und spezialisierten Arten, die den Vielfaltrückgang der Lebensgemeinschaften der Makroinvertebrate erklärt. Während die Vielfalt in dem am stärksten kanalisiertem Abschnitt (Hermalle) minimal ist, tendiert sie in den nicht kanalisierten Abschnitten flussabwärts, vor allem in Kinrooi, zu einem Wiederanstieg. Dort wurden 2000-2001 für die Habitatqualität empfindliche Organismen beobachtet. Diese Teilerholung wurde jedoch 2004-2005 nicht bestätigt, was zweifelsfrei ein Indiz dafür ist, dass noch umfassendere Wiederherstellungsmaßnahmen als die bereits durchgeführten erforderlich sind.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Mit dem vorliegenden Bericht, der zusammenfassend die Ergebnisse aus dem Betrieb des homogenen Messnetzes über einen Zeitraum von zehn Jahren vorstellt, kann die Qualitätsentwicklung des Flusses im Laufe des vergangenen Jahrzehnts beurteilt werden.

Insgesamt hat sich die physikalisch-chemische Wasserqualität des Flusses verbessert. Dies gilt beispielsweise für organische Verunreinigungen, die sich jüngst dank der Bemühungen im Bereich der Abwasserbehandlung, vor allem im wallonischen Teil der Gebietseinheit, verringert haben. Davon zeugt zum Beispiel die rückläufige CSB-Entwicklung an mehreren Messstandorten, obschon sich für den Zeitraum 1998-2007 die Konzentrationen an gelöstem Sauerstoff kaum verändert haben. Die entsprechenden, nicht in diesem Bericht aufgenommenen Daten der Jahre 2008 und 2009 zeigen eine sehr deutliche Erhöhung unterhalb von Lüttich, die das positive Resultat der Abwasserklärmaßnahmen bestätigt.

Die Eutrophierung des Flusses, die vor allem durch die bisweilen übermäßige Phytoplanktonentwicklung zwischen Frühjahr und Herbst zutage tritt, wird seit mehreren Jahren stärker überwacht. So wurde im Verhältnis zu den übrigen Parametern die Messfrequenz verdoppelt, um bessere Informationen über die mittels der Chlorophyll-a-Konzentration gemessenen Phytoplankton-Biomassenschwankungen sowie über die Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen zu erhalten. Über das Jahrzehnt 1998-2007 zeigten diese kaum eine Veränderung, jedoch muss man noch weiter in die Vergangenheit zurückgehen, um einen Trend ausmachen zu können: Zum Beispiel zeigt eine aktuelle Zusammenfassung (Descy et al., 2008), dass die Jahresdurchschnittskonzentrationen von Orthophosphat in Eijsden seit den 70er Jahren um den Faktor 5 gesunken sind. Die Nitratgehalte haben hingegen um den gleichen Faktor in Ham-sur-Meuse seit 1970 zugenommen. Angesichts dieser langfristigen Schwankungen ist die Entwicklung über das letzte Jahrzehnt minimal. Daraus ergibt sich eindeutig die Notwendigkeit für die Parteien der IMK, die Datensammlung über die Qualität der Maas koordiniert fortzusetzen, damit die Stoffentwicklungen ermittelt werden, die sich nur langfristig bemerkbar machen. Während die Nährstoffkonzentrationen sich nur wenig änderten, ist Chlorophyll-a paradoxerweise an den meisten Messstationen seit einigen Jahren stark rückläufig, wobei die Veränderung im

Mittellauf der Maas von Ham-sur-Meuse bis Eijsden am stärksten ist. Dieser spektakuläre Phytoplanktonrückgang in der Maas lässt sich durch die üblicherweise das Algenwachstum kontrollierenden Faktoren nicht erklären: Es wurde die Hypothese eines starken Filtereffekts durch exotische Zweischalenweichtiere, die „asiatischen Venusmuscheln“, aufgestellt. Sie ist zweifelsfrei die einzig plausible Erklärung. Trifft dies zu, so hat die Invasion durch die Venusmuscheln mit Sicherheit noch weitere Folgen für das Ökosystem, die noch zu evaluieren sind.

Ein Großteil des Berichts ist den anorganischen und organischen Mikroschadstoffen gewidmet, da viele dieser Stoffe von der IMK als für die Maas relevante Stoffe betrachtet werden. Die Analysen der Schwermetalle sowohl im Wasser als auch in den Schwebstoffen zeigen, dass bestimmte Schadstoffe, wie Zink und Kadmium, stets in der Maas in Konzentrationen vorhanden sind, die lokal die Schwelle der „Grünklasse“ des SEQ Eau weit überschreiten. Diese Schwelle wird als Bezugsgröße verwendet, da sich die UQN auf die Messwerte anwenden lassen (wobei die UQN sich auf die Konzentration von gelöstem Metall beziehen). Bei Kadmium zeigt sich klar die Bedeutung des HMN: Während die Verunreinigung erst gemeldet wurde, als sie 2006 ihren Höchststand erreichte, war sie ab 2004 durch eine Erhöhung der Konzentration unterhalb von Engis - ohne Zweifel der Standort der Verunreinigungsquelle - erkennbar.

PAK sind Stoffe, die in bedrohlichen Konzentrationen in den Oberflächengewässern vorkommen - und die Maas bildet hier keine Ausnahme. Zwar ist seit 2003 für bestimmter PAK eine Verbesserung zu verzeichnen – mit Ausnahme außergewöhnlicher Verunreinigungsspitzen -, jedoch überschreiten andere wiederum bei weitem die UQN der Richtlinie über die prioritären gefährlichen Stoffe. Zu einer ähnlichen Feststellung führt die Messung dieser Stoffe in den Schwebstoffen.

Bei mehreren, mittels des HMN gemessenen Pestiziden, wie Isoproturon, Diuron oder Simazin, spricht die Gesamttendenz hingegen eher für eine Verbesserung. Dies ist eindeutig auf das Nutzungsverbot für diese drei Herbizide zurückzuführen.

Dank der im Rahmen des HMN von den Parteien der IMK organisierten Probenahmekampagnen für die benthischen Makroinvertebrate konnte schließlich die biologische Qualität des Flusses im Laufe des Jahrzehnts mehrmals evaluiert werden. Die von Experten für die Ökologie dieser Organismen analysierten Ergebnisse mehrerer Kampagnen über den Zeitraum 1998-2005 ergeben eine gute bis sehr gute Situation auf dem französischen Flusslauf. In der wallonischen Maas erfolgt jedoch eine progressive Verschlechterung, und erst im flämischen und niederländischen Flusslauf findet eine Teilerholung statt. Die Ursachen dieser Verschlechterungen hängen nicht nur mit der Gewässergüte zusammen: So weist das Wasser der belgischen Maas flussaufwärts von Namur eine physikalisch-chemische Qualität auf, die beinahe derjenigen an der französischen Station oberhalb der französisch-belgischen Grenze entspricht. Die Analyse der Resultate, insbesondere des bedeutenden Rückgangs der taxonomischen Vielfalt, deutet darauf hin, dass die extremen Ausbaumaßnahmen der belgischen Maas für den Verlust von aquatischen Habitaten verantwortlich sind. Im Übrigen betrifft diese Zerstörung der physischen Umwelt zweifelsohne nicht nur die Makroinvertebrate sondern auch Makrophyten und Fische. Nur durch physische Wiederherstellungsmaßnahmen kann also das ökologische Potenzial zahlreicher Abschnitte des Flusses verbessert werden.

Ein weiteres, für das Ökosystem der Maas besorgniserregendes Problem sind die zahlreichen invasiven exotischen Arten, von denen manche sich stark vermehren. Dieser hohe Anteil an invasiven Taxonen belegt die Empfindlichkeit und Zerstörung des Ökosystems, wodurch

opportunistische Arten, die den heimischen Arten schaden können und vielleicht zu einem starken Diversitätsrückgang auf langen Flussabschnitten beitragen, begünstigt werden.

Die Hervorhebung dieser Probleme macht deutlich, dass künftig nicht nur die Untersuchungskampagnen der Populationen des Makrozoobenthos fortgesetzt, sondern auch die Mittel für die Evaluierung des Zustands und des ökologischen Potenzials der Maas verstärkt werden müssen. Eines der Ziele der Umsetzung des vom überblicksweisen Überwachungsnetz der IMK-Partner gespeisten neuen homogenen Messnetzes sollte es sein, die Überwachung des Zustands des Ökosystems Maas zu verstärken.

Literaturhinweise

Usseglio-Polatera, Ph. et J.-N. Beisel, 2010. Biomonitoring international de la Meuse - Evolution spatio-temporelle des peuplements macroinvertébrés benthiques sur la période 1998-2005. Forschungsprogramm der internationalen Maaskommission (IMK), Abschlussbericht. Universität Paul Verlaine, Metz, 131 S.

Descy, J.-P., P. Kestemont, E. Everbecq, G. Verniers, Ph. Usseglio-Polatera, P. Gérard, L. Viroux, J.-N. Beisel et J. Smits, 2008. The Meuse River Basin. In Rivers of Europe, eds Klement Tockner, Urs Uehlinger, Christopher T. Robinson, Department of Limnology, EAWAG/ETH, Switzerland, Publisher: Elsevier, London (UK), pp. 154-165.

Oktober 2011

Anlagen

Anlage 1 - In der Flüssigphase gefolgte Parameter und Stoffe

1.	Allgemeine Parameter
1.1	Abfluss
1.2	Wassertemperatur
1.3	Gelöster Sauerstoff
1.4	Sauerstoffsättigung
1.5	pH
1.6	Elektrische Leitfähigkeit bei 20°C
1.7	Schwebstoffe
1.8	Chlorophyll-a
2.	Organische Stoffe
2.1	Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB5)
2.2	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)
2.3	Gesamt organischer Kohlenstoff (mg C/l)
2.4	Gelöster organischer Kohlenstoff
3.	Eutrophierende Stoffe
3.1	Gesamt Phosphor
3.2	Orthophosphat (o-PO ₄ -P)
3.3	Gesamt Stickstoff
3.4	Kjeldahl-Stickstoff
3.5	Ammonium (NH ₄ -N)
3.6	Ammoniak (NH ₃)
3.7	Nitrit (NO ₂ -N)
3.8	Nitrat (NO ₃ -N)
4.	Anorganische Stoffe
4.1	Chloride
4.2	Sulfaat
4.3	Fluoride
4.4	Cyanid
5.	Schwermetalle und Mettaloide
5.1	Quecksilber
5.2	Nickel
5.3	Zink
5.4	Kupfer
5.5	Chrom
5.6	Blei
5.7	Cadmium
5.8	Arsen
5.9	Bor
5.10	Selen
5.11	Barium

6.	Organische Mikroverunreinigungen
6.1	Phenol-index
6.2	Aniontenside (MBAS)
6.3	Pestizide
6.3.1	Lindan
6.3.2	Simazin
6.3.3	Atrazin
6.3.4	Desethylatrazin
6.3.5	Diuron
6.3.6	Isoproturon
6.3.7	Endosulfan α
6.4	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PCA)
6.4.1	Fluoranthen
6.4.2	Benzo(b)fluoranthen
6.4.3	Benzo(k)fluoranthen
6.4.4	Benzo(a)pyren
6.4.5	Benzo(ghi)perylen
6.4.6	Indeno(1,2,3-cd)pyren
6.4.7	Fenantren
6.4.8	Anthracen
6.4.9	Pyren
6.4.10	Benzo(a)anthracen
6.4.11	Chrysen
6.4.12	Dibenzo (ah) anthracen
6.5	Monozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
6.5.1	Toluen
6.5.2	Benzen
6.5.3	Xylen
6.6	AOX
7.	Mikrobiologische Qualität
7.1	Gesamt Kolibakterien
7.2	Fäkale Kolibakterien
7.3	Fäkale Streptokokken

Anlage 2 – In den Schwebestoffen gefolgte Parameter und Stoffe

Granulometrie		Organochlor	
Granulometrie (<2µm)		HCB	mg/kgTM
Granulometrie (<16µm)		Aldrin	mg/kgTM
Granulometrie (<50µm)		4,4 – DDE	mg/kgTM
Granulometrie (<63µm)		Dieldrin	mg/kgTM
Granulometrie (>63µm)		Endrin	mg/kgTM
Prozentsatz trocken Stoffe		Isodrin	mg/kgTM
Gesamt organischer Kohlenstoff	gC/kgTM	4,4 – DDT	mg/kgTM
Gesamt Phosphor	mgP/kgTM	2,4 – DDT	mg/kgTM
Kjeldahl-Stickstoff	mgN/kgTM	Lindan	mg/kgTM
Schwermetalle		Heptachlorepoxyde	mg/kgTM
Arsen	mg/kgTM	Endosulfan	mg/kgTM
Cadmium	mg/kgTM	PCB	
Chrom	mg/kgTM	PCB 28	mg/kgTM
Kupfer	mg/kgTM	PCB 52	mg/kgTM
Quecksilber	mg/kgTM	PCB 101	mg/kgTM
Nickel	mg/kgTM	PCB 118	mg/kgTM
Blei	mg/kgTM	PCB 138	mg/kgTM
Zink	mg/kgTM	PCB 153	mg/kgTM
PAK		PCB 180	mg/kgTM
Fluoranthren	mg/kgTM	Mineralöle	
Benzo(b)fluoranthren	mg/kgTM		mg/kgTM
Benzo(k)fluoranthren	mg/kgTM		
Benzo(a)pyren	mg/kgTM		
Benzo(ghi)perylen	mg/kgTM		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kgTM		
Fenantren	mg/kgTM		
Anthracen	mg/kgTM		
Pyren	mg/kgTM		
Benzo(a)anthracen	mg/kgTM		
Chrysen	mg/kgTM		
Dibenzo (ah) anthracen	mg/kgTM		

Anlage 3 Taxonomische Liste der Makroinvertebrate

Ordnung, Klasse,...	Familie	Erforderliches Level	
STEINFLIEGEN	Leuctridae	g	
	Nemouridae	g	
	Perlidae	sp	
	Chloroperlidae	sp	
	Perlodidae	sp	
	Taeniopterygidae	g	
	Capniidae	g	
	KÖCHERFLIEGEN	Beraeidae	g
Brachycentridae		g	
Ecnomidae		sp	
Glossosomatidae		g	
Goeridae		g	
Hydropsychidae		g	
Hydroptilidae		g	
Lepidostomatidae		g	
Leptoceridae		g	
Limnephilidae		tr	
Molannidae		g	
Odontoceridae		sp	
Phryganeidae		g	
Polycentropididae		g	
Psychomyiidae		g	
Rhyacophilidae		Super-g	
Sericostomatidae		g	
Thremmatidae		g	
EINTAGSFLIEGEN		Ameletidae	g
		Baetidae	g
	Caenidae	g	
	Ephemerellidae	sp	
	Ephemeridae	g	
	Heptageniidae	g	
	Isonychiidae	sp	
	Leptophlebiidae	g	
	Oligoneuriidae	sp	
	Polymitarcidae	sp	
	Potamanthidae	sp	
	Prosopistomatidae	sp	
	Siphonuridae	g	
	WANZEN	Aphelocheiridae	sp
Corixidae		g	
Gerridae		g	
Hebridae		g	
Hydrometridae		g	
Mesoveliidae		g	
Naucoridae		sp	
Nepidae		sp	

Ordnung, Klasse,...	Familie	Erforderliches Level
	Notonectidae	g
	Pleidae	sp
	Veliidae	g
KÄFER	Cucurlionidae	f
	Donaciidae - Chrysomelidae	sub-f
	Dytiscidae	sub-f
	Eubriidae	sp
	Elmidae	g
	Gyrinidae	g
	Haliplidae	g
	Helodidae	g
	Helophoridae	g
	Hydraenidae - Limnebiidae	g
	Hydrochidae	g
	Hydrophilidae	sub-f
	Hydroscaphidae	sp
	Hygrobidae	sp
	Spercheidae	sp
ZWEIFLÜGLER	Anthomyidae (Muscidae)	f
	Athericidae	f
	Blephariceridae	f
	Ceratopogonidae	f
	Chironomidae	sub-f
	Culicidae	f
	Dixidae	f
	Dolichomidae	f
	Empididae	f
	Ephyridae	f
	Limoniidae	f
	Psychodidae	f
	Ptychopteridae	f
	Rhagionidae	f
	Scatophagidae	f
	Sciomyzidae	f
	Simulidae	f
	Syrphidae	f
	Tabanidae	f
	Thaumaleidae	f
	Tipulidae	f
LIBELLEN	Aeschnidae	g
	Calopterygidae	g
	Coenagrionidae	g
	Cordulegasteridae	g
	Cordulidae	g
	Gomphidae	g
	Lestidae	g
	Libellulidae	g
	Platycnemididae	g

Ordnung, Klasse,...	Familie	Erforderliches Level
GROSSFLÜGLER	Sialidae	sp
PLANNIPPENNAE	Osmylidae	g
	Sisyridae	g
SCHMETTERLINGE		g
HAUTFLÜGLER	Pyralidae	g
SCHALENTIERE	Leptestheriidae	sp
	Limnadiidae	sp
	Triopsidae	sp
	Chirocephalidae	g
	Argulidae	g
	Niphargidae	f
	Gammaridae	f
	Crangonyctidae	sp
	Mysidae	f
	Talitridae	g
	Corophiidae	g
	Asellidae	g
	Cambaridae	sp
	Palaemonidae	g
	Astacidae	sp
	Atyidae	sp
	Grapsidae	sp
ECHTE RADNETZSPINNE	Argyronetidae	sp
HYDRACARINA		o
WEICHTIERE	Corbiculidae	sp
	Dreissenidae	sp
	Sphaeriidae	g
	Margaritiferidae	sp
	Unionidae	g
	Acroloxidae	sp
	Ancylidae	sp
	Bithyniidae	g
	Ferrissidae	sp
	Hydrobiidae - Bythinellidae	g
	Limnaeidae	g
	Neritidae	sp
	Physidae	g
	Planorbidae	g
	Valvatidae	g
	Viviparidae	g
POLYCHELIDA		sp
WENIGBORSTER	Lumbriculidae	f
	Tubificidae	f
	Naididae	f
	Haplotaxidae	f
	Lumbricidae	f
	Enchytraeidae	f
	Aelosomatidae	f

Ordnung, Klasse,...	Familie	Erforderliches Level
	Branchiobdellidae	f
ACHETA	Erpobdellidae	f
	Hirudidae	sp
	Glossiphoniidae	g
	Piscicolidae	f
STRUDELWÜRMER	Dendrocoelidae	sp
	Dugesidae	g
	Planariidae	g
ASCHELMINTH		ph
SCHURWÜRMER	Tetrastemmatidae	sp
HYDROZOEN	Microhydridae	f
	Hydridae	f
	Clavidae	f
	Olindiidae	f
SCHWÄMME	Spongillidae	f
MOSSTIERCHEN	Paludicellidae	f
	Fredericellidae	f
	Plumatellidae	f
	Lophopodidae	f
	Cristatellidae	f

Anlage 4 : Mess- und Probenahmestandorte HMN

