Entwurf des übergeordneten Teils des Hochwasserrisikomanagementplans für die internationale Flussgebietseinheit Maas, 2. Zyklus der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (2022-2027)

April 2021

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung ... 9
1.1 Kontext, Mandat und Ziel des Berichts ... 9
1.2 Internationale Maaskommission und Internationale Koordination ... 11
1.3 Vom Aktionsplan Hochwasser Maas zum übergeordneten Teil des HWRM-Plans Maas ... 12
1.4 Beschreibung des Einzugsgebiets ... 14
1.5 Klima und Hydrologie ... 17
1.6 Hochwasser ... 18
1.7 Zeitplan ... 18
2. Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos ... 18
2.1 Frankreich ... 19
2.2 Luxemburg ... 20
2.3 Wallonie ... 20
2.4 Flandern ... 21
2.5 Deutschland ... 22
2.6 Niederlande ... 23
3. Vorheriger Informationsaustausch bei der Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten ... 23
3.1 Frankreich ... 23
3.2 Luxemburg ... 24
3.3 Wallonie ... 24
3.4 Flandern ... 25
3.5 Deutschland ... 26
3.6 Niederlande ... 27
4. Grundsätze zu Zielen und Maßnahmen ... 29
4.1 Vorgaben der Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (HWRM-RL) ... 29
4.2 Strategische Ziele ... 30
4.2.1 Gemeinsame effiziente Verantwortung auf der Grundlage der Subsidiarität ... 30
4.2.2 Solidarität bei Hochwasserrisiken ... 30
4.2.3 Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen: Erstellung eines Priorisierungsprogramms soweit möglich auf der Grundlage einer Kosten-Nutzen-Analyse ... 30
4.3 Internationale Ziele der IFGE Maas ... 31
5. Zusammenfassung der internationalen Maßnahmen ... 31

5.1 Mit Ziel Nr. 1 einhergehende Maßnahmen: Internationale Koordination und Koordination von Maßnahmen mit grenzüberschreitenden Auswirkungen ... 31
5.2 Mit Ziel Nr. 2 einhergehende Maßnahmen: Verbesserung der Hochwasservorhersage und -meldung ... 32
5.3 Mit Ziel Nr. 3 einhergehende Maßnahmen: Verbesserung der Kenntnisse über Hochwasser ... 32
6. Kosten-Nutzen-Analyse ... 33
7. Bewertung der bei der Zielverfolgung erzielten Fortschritte ... 33
7.1 Indikatoren zur Überprüfung von Ziel Nr. 1: Internationale Koordination und Koordination von Maßnahmen mit grenzüberschreitenden Auswirkungen ... 33
7.1.1 Frankreich ... 34
7.1.2 Luxemburg (in Erwartung eines Textvorschlags) ... 34
7.1.3 Wallonie ... 34
7.1.4 Flandern ... 35
7.1.5 Deutschland ... 35
7.1.6 Niederlande ... 36
7.2 Indikatoren zur Überprüfung von Ziel Nr. 2: Verbesserung der Hochwasservorhersage- und Hochwassermeldung ... 39
7.3 Indikatoren zur Überprüfung von Ziel Nr. 3: Verbesserung der Systemkenntnisse des Hochwasserrisikos ... 40
8. Kommunikation, Information und Öffentlichkeitsbeteiligung ... 40
9. Berücksichtigung des Klimawandels ... 41
9.1 Synthese der nationalen Strategien zur Anpassung an den Klimawandel ... 41
9.1.1 Frankreich ... 41
9.1.2 Luxemburg (in Erwartung eines Textvorschlags) ... 42
9.1.3 Wallonie ... 42
9.1.4 Flandern ... 43
9.1.5 Deutschland ... 44
9.1.6 Niederlande ... 44
9.2 Übersicht über die verfügbaren Studien zu den potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung der Hochwasserabflüsse (siehe Anhang 6) ... 45
9.2.1 AMICE (Adaptation of the Meuse to the Impacts of Climate Evolutions) ... 46
9.2.2 Neue Erkenntnisse verfügbar seit AMICE ... 48
10. Koordinierung mit anderen EU-Politikfeldern ... 51
11. Liste der zuständigen Behörden und regionalen, nationalen und internationalen Koordinationsstruktur ... 51
Anhang 1: Austausch von Informationen: Artikel 6 HWRM-RL ... 53
Anhang 2: Übersicht Informationsaustausch: Vergleichstabelle der mit den Hochwasserszenarien gemäß Artikel 6 Absatz 3 HWRM-RL einhergehenden Abflüsse bzw. Wasserstände ... 57

Anhang 3: Maßnahmentypen, die eine potenzielle grenzüberschreitende Wirkung entfalten und die angestrebte Form der Koordination 60

Anhang 4: Potenzielle Synergie zwischen den Maßnahmentypen der HWRM-RL und den Umweltzielen der WRRL..... 63

Anhang 5: rückblickende Analyse der Hochwasserereignisse in der IFGE Maas 66

Anhang 6: Methodik der verfügbaren Studien zu den potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung der Hochwasserabflüsse 69

Anhang 7: Zusammenfassende Beschreibung der Organisation der Dienststellen für Hochwasservorhersage und Hydrometrie 82

Dank

Teilnehmende aus den Arbeitsgruppen:

Andre Bannink, Christine Bastian, Louise Busi, Maxime Delolme, Ilke Dieltjens, Philippe Dierickx, Sébastien Gailliez, Thierry Garnavault, Fabian Gier, Jaap Goudriaan, Aleksandra Jaskula Joustra, Georges Jumet, Nathalie Klasen, David Kroekenstoel, Audrey Lahousse, Blanca Linz, Thomas Menzel, Saskia Onnink, Delphine Pontegnie, Claude Schortgen, Anne Trentels, Maarten Van der Ploeg, Niels Van Steenbergen, Jean-Pierre Wagner, Stéphanie Zaros

Vorsitz und Delegationsleitungen:

Mattie Busch, Didier D'hont, Olivier Dekyvere, Henri Hansen, Heide Jekel, Marie-Christine Lahaye, Aline Lombard, Alby Schmitt

Sekretariat der Internationalen Maaskommission:

Jérôme Delvaux, Jean-Noël Pansera, Laurence Tahay

Liste der Abbildungen

Abbildung 1 : Organigramm der IMK 11
Abbildung 2: Schema der Prinzipien des Hochwassermechanismus 14
Abbildung 3: Im Rahmen des CCI-HYDR-Projekts berechnete Stationen..... 49
Abbildung 4: Entwicklung der mittleren Monatsabflüsse (in Grün die mit der Modellierung erhaltenen Werte für den vergangenen Zeitraum, der als Referenzzeitraum berücksichtigt wurde; in Blau, Violett und Rot die mit den Klimaszenarien erhaltenen zukünftigen Durchschnitts-, Minimal- und Höchstwerte)..... 49
Abbildung 5: Entwicklung der Anzahl der Tage pro Monat, an denen der Tagesdurchfluss über Q95 liegt (in Grün die mit der Modellierung erhaltenen Werte für den vergangenen Zeitraum, der als Referenzzeitraum berücksichtigt wurde; in Blau, Violett und Rot die mit den Klimaszenarien erhaltenen zukünftigen Durchschnitts-, Minimal- und Höchstwerte) 50

Liste der Tabellen

Tabelle 1: Wesentliche charakteristische Merkmale der IFGE Maas 14
Tabelle 2 : Hochwasserauswirkungen auf die Bevölkerung und die Fläche (die dargestellten Bereiche beziehen sich auf Gebiete mit einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko) 15
Tabelle 3 : Anzahl der Maßnahmen der 1. HWRM-Pläne, die wahrscheinlich einen Einfluss in einem anderen Staat / einer anderen Region in der IFGE-Maas haben 37
Tabelle 4 : Anzahl der Hochwassermess- und Vorhersagestationen in der IFGE Maas 40
Tabelle 5 : Gewichtung, die auf die nationalen Umwandlungsfaktoren angewendet wurde, um ein länderübergreifendes Szenario zu erhalten 46
Tabelle 6: Veränderung des hundertjährigen Hochwasserabflusses nach dem transnationalen Szenario 47
Tabelle 7 : Hochwasserabflusshäufigkeiten in Borgharen für die vier Klimaszenarien KNMI'14 2050 und 2085 sowie für das aktuelle Klima (d.h. die Referenzsituation) 48
Tabelle 8 : Mittel-, Mindest- und Höchstwert der relativen Entwicklungen des QJXA2, QJXA10 und QJXA20 in Chooz zwischen den Zeiträumen 1961-1990 und 2046-2065, berechnet mit dem Modell GR4J (gelb) und dem Modell Modcou (grün) mit den sieben Klimamodellen des EXPLORE 2070-Projekts 48

Liste der Karten

Karte 1 : IFGE Maas: Zuständige Behörden 9
Karte 2 : Gebietsaufteilung des Maaseinzugsgebiets in 3 im Wesentlichen auf geomorphologischen Merkmalen beruhende Gebiete 17
Karte 3 : Synthese des Informationsaustausches und der Koordinierung gemäß Artikel 4, 5 und 13 HWRM-RL 19
Karte 4 : Übersichtkarte über den Informationsaustausch gemäß Artikel 6 Absatz 2 HWRM-RL 28
Karte 5: Messstellen der Vereinbarung über den Datenaustausch und die Hochwasservorhersage in der IFGE Maas 39
Karte 6: im Rahmen des AMICE-Projekts ausgewählte hydrologische Berechnungspunkte 47

Abkürzungsverzeichnis

AG: Arbeitsgruppe

AG H: Arbeitsgruppe Hydrologie/Hochwasser

AMICE: Adaptation of the Meuse to the Impacts of Climate Evolutions

CERFACS: Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul scientifique

DREAL: Direction Régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

DSCLIM: open-source Software, die eine statistische Auflösung von Klimaszenarien unter Verwendung einer zeitbasierten Methode und Analoga durchführt

EDF: Electricité de France

GCM: Global Climate Models

HWRM-RL: Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie

IFGE: Internationale Flussgebietseinheit

IMK: Internationale Maaskommission

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

KMI: Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (Königliches Meteorologisches Institut von Belgien)

KNMI: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (Royal Dutch Meteorological Institute)

LAWA: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser

PRUDENCE: Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining EuropeaN Climate change risks and Effects

RCM: Regional Climate Models

SAFRAN: Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie (Analysesystem zur Bereitstellung von Informationen für die Schneeforschung)

SPW: Service Public de Wallonie (wallonischer öffentlicher Dienst)

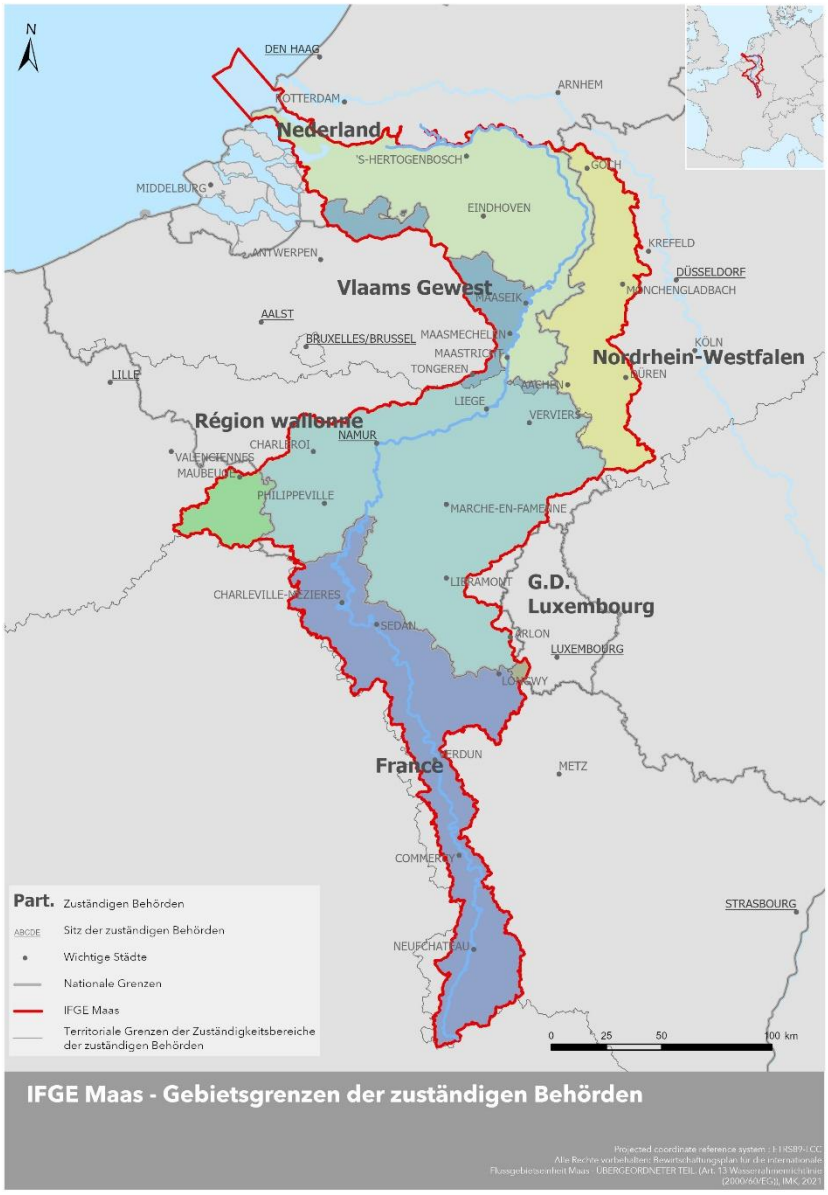
WRRL: Wasserrahmenrichtlinie

1. Einleitung

1.1 Kontext, Mandat und Ziel des Berichts

Die Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management der Hochwasserrisiken (Hochwasserrisikomanagementrichtlinie - HWRM-RL) zielt auf die Verringerung der durch Hochwasser in der Gemeinschaft verursachten nachteiligen Folgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und Wirtschaftstätigkeiten ab.

Die Maas und ihre Nebengewässer bilden die internationale Flussgebietseinheit (IFGE) Maas. Die IFGE umfasst fünf Mitgliedstaaten der Europäischen Union (Frankreich, Luxemburg, Belgien, Deutschland und Niederlande). Die multilaterale Koordinierung in der IFGE Maas erfolgt im Rahmen des 2002 in Gent unterzeichneten Internationalen Maasübereinkommens, dessen Vertragsparteien Frankreich, Luxemburg, der Föderalstaat Belgien, die Region Wallonien, die Region Flandern, die Region Brüssel-Hauptstadt, Deutschland und die Niederlande sind (Karte Nr. 1).



Karte 1 : IFGE Maas: Zuständige Behörden

Das Übereinkommen betrifft die internationale Koordinierung für die Umsetzung der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für eine gemeinschaftliche Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie - WRRL) sowie für andere Themenbereiche, wie z.B. den Hochwasserschutz in der IFGE Maas.

Zur Erfüllung der internationalen Koordination der Umsetzung der HWRM-RL[1] haben die Staaten und Regionen, deren Hoheitsgebiet Teil der IFGE Maas ist, während der Plenarsitzung der IMK vom 7. Dezember 2007 in Charleville-Mézières beschlossen, dass

• die internationale Koordination innerhalb der Internationalen Maaskommission (IMK) stattfindet;

• der Hochwasserrisikomanagementplan der IFGE Maas (HWRM-Plan Maas) sich aus den nationalen und/oder regionalen Managementplänen und einem internationalen übergeordneten Teil zusammensetzt.

Während des ersten Zyklus der Umsetzung der HWRM-RL haben die EU-Mitgliedstaaten der internationalen Flussgebietseinheit Maas:

- gemäß Artikel 5 Absatz 1 zum 22. Dezember 2011 die potenziellen signifikanten Hochwasserrisikogebiete bestimmt;

- gemäß Artikel 6 Absatz 1 zum 22. Dezember 2013 die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für die gemäß Artikel 5 Absatz 1 der HWRM-RL potenziellen signifikanten Hochwasserrisikogebiete erstellt;

- gemäß Kapitel IV zum 22. Dezember 2015 einen ersten übergeordneten HWRM-Plan der internationalen Flussgebietseinheit Maas ausgearbeitet.

Während des zweiten Zyklus der Umsetzung der HWRM-RL haben die EU-Mitgliedstaaten der internationalen Flussgebietseinheit Maas:

- gemäß Artikel 14 Absatz 1 zum 22. Dezember 2018 die potenziellen signifikanten Hochwasserrisikogebiete geprüft und aktualisiert;

- gemäß Artikel 14 Absatz 2 zum 22. Dezember 2019 die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten geprüft und aktualisiert;

- gemäß Artikel 14 Absatz 3 zum 22. Dezember 2021 den übergeordneten HWRM-Plan für die internationale Flussgebietseinheit Maas geprüft und aktualisiert.

Auf der Grundlage der vorstehenden Ausführungen haben die Staaten den zweiten übergeordneten HWRM-Plan für den Zeitraum 2022-2027 erarbeitet. Dazu haben sie die Bestimmungen von Artikel 14 sowie des Anhangs B der HWRM-RL, aber auch die Ergebnisse des Informationsaustauschs über die Umsetzung der nationalen Pläne sowie die Empfehlungen des Berichts der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat vom 26.02.2019 über die Umsetzung der HWRM-RL für die ersten HWRM-Pläne (Mregie/19-15).

Der übergeordnete Teil des HWRM-Plans und die von den Staaten bzw. Regionen erstellten HWRM-Pläne gemäß Artikel 7 HWRM-RL bilden den HWRM-Plan der IFGE Maas. Der übergeordnete Teil wurde schrittweise entwickelt und stützt sich auf die nationalen und regionalen Arbeiten, wobei ein ständiger Austausch innerhalb der IMK zur Feststellung ihrer Vereinbarkeit und der Kohärenz insgesamt erfolgte. Er bestätigt die Koordinierung der

[1] Artikel 8 Absatz 2 der HWRM-RL

Maßnahmen, die grenzüberschreitende Auswirkungen haben, unter besonderer Berücksichtigung des Solidaritätsprinzips[2].

1.2 Internationale Maaskommission und Internationale Koordination

Die Internationale Maaskommission (IMK) wurde 2002 durch Unterzeichnung des internationalen Maasübereinkommens (Vertrag von Gent) gegründet. Ziel des Übereinkommens ist die Verwirklichung einer nachhaltigen und integrierten Gewässerbewirtschaftung in der Flussgebietseinheit Maas. Es ist am 1. Dezember 2006 in Kraft getreten.

Die Hauptaufgaben der IMK sind die Koordination der Anforderungen der WRRL, die Koordination der Anforderungen der HWRM-RL und die Erteilung von Hinweisen und Empfehlungen an die Vertragsparteien der IMK zur Vorbeugung und zum Schutz gegen unfallbedingte Verunreinigungen (Warn- und Alarmsystem).

Die internationale Koordination der Umsetzung der HWRM-RL erfolgt in mehreren Schritten und entsprechend präziser Anforderungen

- durch einen Austausch relevanter Informationen im Rahmen der Erstellung einer vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos;
- durch einen vorherigen Informationsaustausch für die Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten;
- durch eine Koordination zur Erstellung des übergeordneten Teils des HWRM-Plans[3].

Die technischen multilateralen Abstimmungen erfolgten innerhalb der IMK-Arbeitsgruppe Hydrologie / Hochwasser (AG HH), um sie der Plenarsitzung (PLEN) zur Genehmigung vorlegen zu können, dem zuständigen Beschlussgremium, welches die von den Arbeitsgruppen vorgelegten Dokumente oder Berichte genehmigt (siehe Abbildung 1).

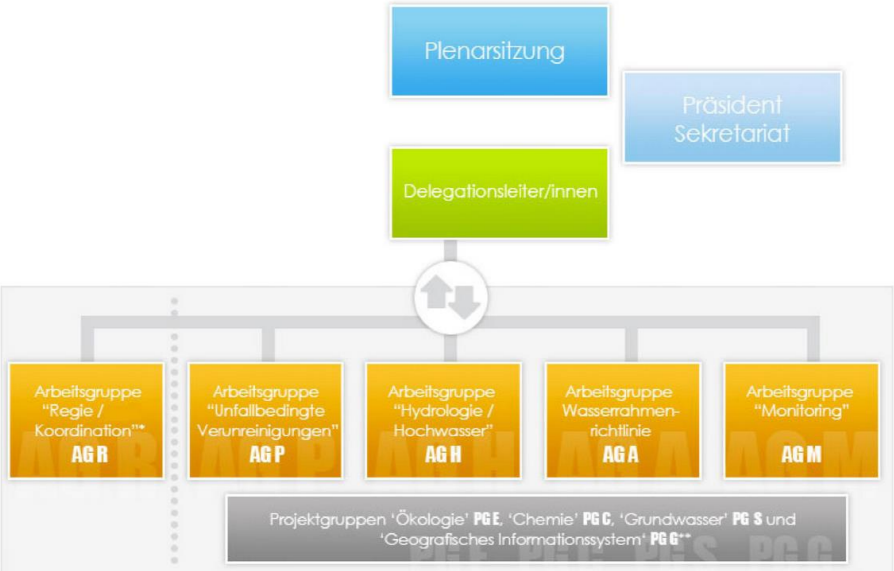


Abbildung 1 : Organigramm der IMK

Die Internationale Maaskommission hat folgende Berichte genehmigt:

[2] Artikel 7 Absatz 4 der HWRM-RL

[3] Artikel. 4 Absatz 2, 5 Absatz 2, 6 Absatz 2 und 8 Absatz 2 der HWRM-RL

• am 20 März 2019 den „Bericht über die Überprüfung und – erforderlichenfalls – Aktualisierung der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos in der internationalen Flussgebietseinheit Maas“ (Minond/18-9def); verfügbar unter der Internetadresse http://www.meuse-maas.be/CIM/media/DI/Rapport-art-4-et-5_DRI_Minond_18_9def_n.pdf;

• am 19. März 2020 den „Bericht über den vorherigen Informationsaustausch bei der Überprüfung und – erforderlichenfalls – Aktualisierung der Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten in der internationalen Flussgebietseinheit Maas“ (Minond/19-16def); verfügbar unter der Internetadresse http://www.meuse-maas.be/CIM/media/DI/Rapport-art_6_DI_Minond_19_16def_avec_annexes_f.pdf ;

1.3 Vom Aktionsplan Hochwasser Maas zum übergeordneten Teil des HWRM-Plans Maas

Die in den Jahren 1993 und 1995 auftretenden Hochwasserereignisse im Maas- und Rheineinzugsgebiet führten zu schweren materiellen und immateriellen Schäden in den an Maas und Rhein gelegenen Staaten und Regionen.

Als Reaktion auf die katastrophalen Hochwasserereignisse haben die Umweltminister der Anrainerstaaten von Rhein und Maas der Europäischen Union (Frankreich, Luxemburg, Belgien Deutschland und Niederlande) bei ihrem Treffen am 4. Februar 1995 in Arles mit der „Erklärung von Arles“ beschlossen, dass schnellstmöglich Maßnahmen zur zukünftigen Verringerung des Hochwasserrisikos ergriffen werden müssten. Diesbezüglich müssten internationale Aktionspläne sowohl für das Rhein- als auch das Maaseinzugsgebiet entwickelt werden.

Da die im Rahmen der Abkommen von Charleville-Mézières (26. April 1994), eingesetzte Internationale Kommission zum Schutz der Maas (IKSM) am 29. November 1995 feststellte, dass die Hochwasserproblematik auch unter die Vertragsbestimmungen fiel, wurde beschlossen, eine internationale Sonderarbeitsgruppe zur Behandlung dieser Problematik einzusetzen. Daher wurde die Arbeitsgruppe zum Hochwasserschutz im Maaseinzugsgebiet (AGHM) eingesetzt. Frankreich, die Wallonische und die Flämische Region Belgiens sowie die Niederlande waren Teil dieser Arbeitsgruppe, das Land Nordrhein-Westfalen und das Großherzogtum Luxemburg hatten einen Beobachterstatus. Die offizielle Bestätigung dieser Arbeitsgruppe erfolgte durch einen Briefwechsel zwischen den zuständigen nationalen und regionalen Behörden.

Diese Sonderarbeitsgruppe wurde nach der Unterzeichnung des Vertrags von Gent im Jahr 2002 durch die IMK-Arbeitsgruppe "Hydrologie/Hochwasser" abgelöst.

Das Ziel des Aktionsplans Hochwasser der IMK war es ein kohärentes Paket aus kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen zur bestmöglichen Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden im Maaseinzugsgebiet. Das operative Ziel des Plans war die langfristige Verringerung des Schadenrisikos.

Entsprechend der vorerwähnten Grundsätze und Ziele wurden mit dem Aktionsplan Hochwasser Maas ab 1998 eine Reihe von allgemeinen Maßnahmen vorgeschlagen[4] :

[4] http://www.meuse-maas.be/open.asp?t=pubs&id=1316 / http://www.meuse-maas.be/open.asp?t=pubs&id=22

- Nationalen und regionalen Maßnahmen und behördliche Vorschriften (Kartierung, bauliche Anpassung …)

- Sensibilisierungsmaßnahmen (lokale Ressourcen, Krisensituationen, Versicherungen…)

- Maßnahmen zum Wasserrückhalt (Versickerung und Verlangsamung des Abflusses, Regenüberlaufbecken, Trennung der Abwasserbehandlungssysteme…)

- Maßnahmen im Flusssystem (Renaturierung der natürlichen Gewässer, Hochwasserrückhaltebecken, Hochwasserretentionsräume, Erhöhung der Abflusskapazität…)

- Direkte Schutzmaßnahmen (Deiche)

- Vorhersage- und Warnsysteme.

In der Zusammenfassung der transnationalen Maßnahmen des übergeordneten Teils des Hochwasserrisikomanagementplans, die am 22. Dezember 2015 veröffentlicht wurde, wurden die Maßnahmen in 3 Themenbereiche gruppiert:

- Maßnahmen im Zusammenhang mit der internationalen und relevanten Koordination der Maßnahmen mit grenzüberschreitenden Auswirkungen (Informationsaustausch, Beratung, Kommunikation)

- Maßnahmen im Zusammenhang mit der Verbesserung der Hochwasservorhersage und -meldung (multilaterale Vereinbarung zum Austausch von hydrologischen Daten und Vorhersagen)

- Maßnahmen im Zusammenhang mit der Verbesserung der Systemkenntnisse über Hochwasserrisiken (Austausch von Daten, die für die Entwicklung oder Verbesserung von hydrologischen und hydraulischen Modellen erforderlich sind, Förderung des Austausches der auf Grundlage dieser Modelle erstellten Studien).

Die am 23. Oktober 2007 verabschiedete Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und Rates über die Bewertung und das Management der Hochwasserrisiken (HWRM-RL) verfolgt ähnliche Ansätze, indem sie den Nachdruck auf die Vermeidung, den Schutz und die Vorsorge legt, unter Berücksichtigung möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf das Auftreten von Hochwasser.

Die nachfolgende, auf der „Schematischen Darstellung des Hochwassermechanismus“ beruhende und aus dem Aktionsplan Hochwasser (Fortschrittsbericht 1995-2002) übernommene Abbildung stellt die Prinzipien des Entstehens von Überschwemmungen durch über die Ufer tretende Gewässer dar, die Gegenstand der Koordinierungsarbeit sind (Abbildung 2). Sie ermöglicht außerdem die Schaffung des Bezugs zwischen diesem Aktionsplan und der HWRM-RL.

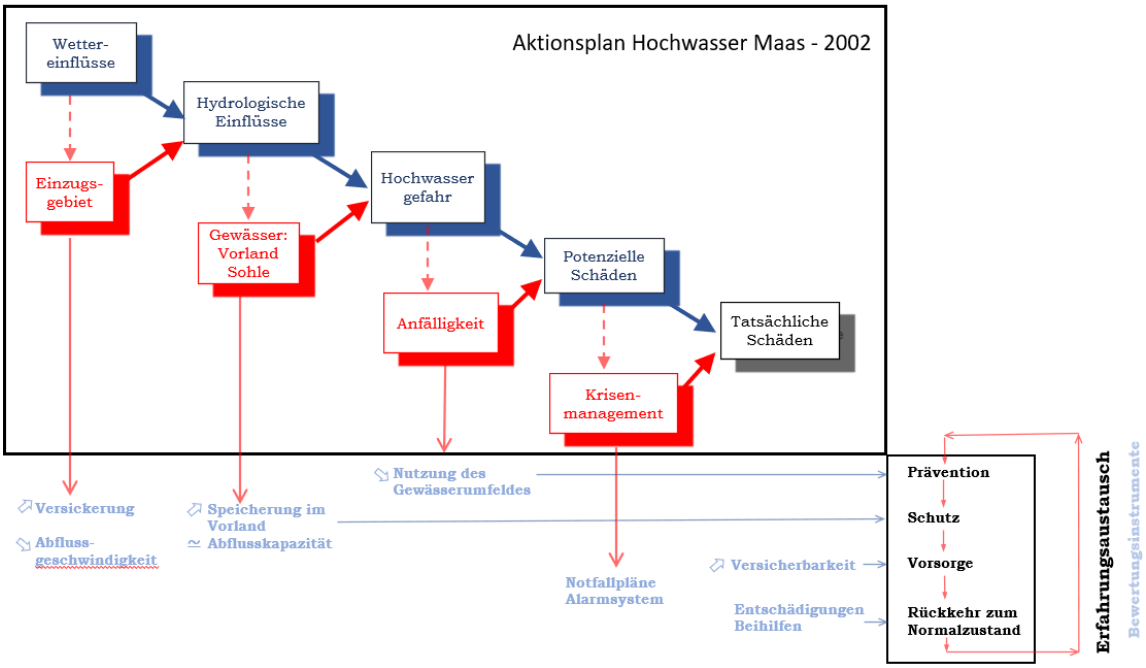


Abbildung 2: Schema der Prinzipien des Hochwassermechanismus

1.4 Beschreibung des Einzugsgebiets

Die IFGE Maas erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 34.347 km² mit etwa 8,8 Millionen Einwohnern.
Die Maas entspringt in 384 m Höhe über dem Meeresspiegel in Pouilly-en-Bassigny in Frankreich. Von der Quelle bis zur Mündung in den Niederlanden beträgt die Länge des Flusses 905 km.
Die wichtigsten Teileinzugsgebiete der IFGE Maas sind die Nebengewässer Chiers, Semois, Lesse, Sambre, Ourthe, Geul, Rur, Niers, Jeker, Dommel und Mark. Einige dieser Teileinzugsgebiete sind grenzüberschreitend.
Die wesentlichen kennzeichnenden Merkmale des Einzugsgebiets sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.
Weitere Einzelheiten sind in den nationalen und regionalen Berichten zu finden.

Tabelle 1: Wesentliche charakteristische Merkmale der IFGE Maas

	Fläche (km²)	EWZ (x 1000)	Lauflänge der Fließgewässer (km) (Einzugsgebiet > 10 km²)
Frankreich	8.919	671	3.305
Luxemburg	75	62	22*
B- Wallonien	12.278	2.285	4.860
B- Flandern	1.601	440	273
Niederlande	7.500	3.500	2.288
Deutschland	3.976	1.897	1.567
GESAMT	34.349	8.855	12.315

** Diese Angabe bezieht sich auf die Länge der Oberflächenwasserkörper und nicht auf die Länge der Fließgewässer*

*** 1 Übergangswasserkörper und 1 Küstenwasserkörper einbegriffen.*

Tabelle 2 : Hochwasserauswirkungen auf die Bevölkerung und die Fläche (die dargestellten Bereiche beziehen sich auf Gebiete mit einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko)

Hochwasserauswirkungen		FR	LU	WL	FL	NL	DE
Anzahl der Betroffenen	Häufige Hochwasser	4.970	10	32.748	4.231	3.000	4.900
	HQ100	18.760	40	118.915	10.387	107.000	11.630
	Extremes Hochwasser	30.800	349	346.879	19.886	501.000	42.520
Betroffene Fläche (km²)	Häufige Hochwasser	56,1	0,17	181,09	60,86	277	57
	HQ100	63,1	0,48	737,84	92,55	891	86
	Extremes Hochwasser	71,6	0,93	1.059,36	127,82	1.638	174

Das Einzugsgebiet der Maas umfasst nicht nur verschiedene Staaten und Regionen, sondern auch verschiedene geographische Zonen.

Für diesen Bericht ist eine Dreiteilung vorgenommen worden, die insbesondere auf geomorphologischen Merkmalen beruht (Karte Nr. 2).

Zone 1

Dieses Gebiet südlich der Linie Charleville-Mézières-Arlon wird aus Kalkstein, Mergel und Sandstein gebildet. Dieses Sedimentgestein wurde während des Jura und Trias (vor ≈ 150 bis 200 Millionen Jahren) gebildet. Die Gesteinslagen haben sich während des Tertiärs schief gestellt (vor ≈ 50 Millionen Jahren). Dies führte schließlich zu einer leicht abfallenden Hügellandschaft mit breiten Tälern.

Die Durchlässigkeit des Gesteins variiert je nach Gesteinslage. In dieser Zone hat die Maas ein relativ geringes Gefälle. Auch die Chiers und der flussaufwärts gelegene Teil der Semois fließen durch diese Zone. Die Hänge sind größtenteils bewaldet und die Täler werden meistens für Ackerbau und Viehzucht genutzt. Mit Ausnahme der Bevölkerungszentren rund um die bedeutendsten Städte entlang der Maas (Charleville-Mézières, Sedan und Verdun) ist dieser Teil des Einzugsgebietes relativ dünn besiedelt.

Zone 2

Sie betrifft das Gebiet nördlich der Linie Charleville-Mézières-Arlon und südlich der Linie Namur-Aachen.

Im Allgemeinen besteht dieses Gebiet aus schlecht durchlässigem Gestein, das sich während des Paläozoikums (vor ≈ 250 bis 600 Millionen Jahren) bildete. Eine Ausnahme gilt für den Karst-Kalkstein aus dem Karbon (vor ≈ 300 Millionen Jahren), die man vor allem im Dreieck Charleroi-Dinant-Lüttich (Condroz) vorfindet. Die Hochebenen des Ardennenmassivs sind relativ flach. Die Maas und ihre Nebenflüsse, wie Sambre, Viroin, Lesse und Ourthe, der Unterlauf der Semois und der Oberlauf der Rur haben sich in das erhöhte Massiv eingeschnitten. Die Nebenflüsse haben deshalb ein starkes Gefälle und die Flusstäler sind im Allgemeinen schmal und steil. Große Teile der Ardennen sind mit Forsten für die Holzproduktion bedeckt. Auf den Höhen wird auch Landwirtschaft betrieben, insbesondere extensive Viehzucht. Diese Zone ist relativ dünn bevölkert mit Ausnahme des Gebietes entlang der Linie Charleroi-Namur-Lüttich.

Zone 3

Diese Zone betrifft das Gebiet nördlich der Linie Namur-Aachen.

Am Südrand der Zone 3 (Dreieck Namur-Maastricht-Aachen) überwiegen Kalkstein und Mergel aus der Kreidezeit (vor ≈ 75 Millionen Jahren). Dieses Gebiet mit leicht hügeligem

Relief umfasst einen Großteil des Einzugsgebietes der Mehaigne, Geer und Göhl. Hinsichtlich der landschaftlichen Merkmale ist dieses Gebiet mit Zone 1 vergleichbar. Im Einzugsgebiet der Maas nördlich von Maastricht überwiegt "junges" und unverhärtetes Sedimentgestein. Ein Großteil dieser Sedimente wurde von der Maas selbst angeschwemmt. Diese Zone ist beinahe eben.

Zwischen Maastricht und Roermond an der Grenze zwischen Flandern und den Niederlanden fließt die Maas frei, was für eine natürliche Flussdynamik sorgt. Die Schifffahrt findet über den Juliana-Kanal statt. Weiter stromabwärts geht die Maas in einen typischen Tieflandfluss über. Ab dem Punkt, wo die Niers in die Maas strömt, ist der Fluss auf seiner gesamten Länge eingedeicht. Neben der Maas fließen in dieser Zone auch Rur, Niers und Dommel.

Der Großteil dieses Gebiets wird landwirtschaftlich genutzt. Entlang und östlich der Maas ist dies vor allem Ackerbau. Westlich der Maas (Provinz Nord-Brabant) betrifft dies vor allem Maisanbau und Grünland. Besonders im westlichen Teil dieser Zone wird Ackerland durch Gräben und sonstige Dränagesysteme entwässert.

Die Maas strömt über den Haringvliet und die Schleusen des Sperrwerks in die Nordsee. Die Dünen und Deiche bieten Hochwasserschutz vor dem Meer.

Karte 2 : Gebietsaufteilung des Maaseinzugsgebiets in 3 im Wesentlichen auf geomorphologischen Merkmalen beruhende Gebiete

1.5 Klima und Hydrologie

Das Klima im Gebiet der IFGE Maas ist vorrangig „gemäßigt ozeanisch“ geprägt. Manchmal dominiert die kontinentale Komponente mit hohem Luftdruck und bringt heiße trockene Sommer und strenge kalte Winter mit sich. Meist führt jedoch das ozeanische Klima zu Tiefwetterlagen und feuchtem kühlem Wetter im gesamten Jahresverlauf.

Die Maas ist ein typisches Beispiel für ein durch Niederschlagswasser gespeistes Gewässer. Die hohen Abflüsse des Fließgewässers treten im Allgemeinen im Winter und im Frühjahr auf. Die Abflussschwankungen können plötzlich erfolgen und zu Hochwasserereignissen von einigen Tagen bis zu mehreren Wochen Dauer führen.

Im Großteil des Maaseinzugsgebiets werden die Wasserstände von den Niederschlägen, der Geometrie der Gewässer und durch die für die Schifffahrt auf der Maas eingerichteten Anlagen (Dämme und Schleusen) bestimmt. Im Bereich der Mündung der Maas in die Nordsee wirken

sich die Gezeiten spürbar aus. Durch eine hohe Flut können in diesem Gebiet auch hohe Wasserstände im Gewässer verursacht werden.

1.6 Hochwasser

Unter Hochwasser versteht man eine zeitlich beschränkte Überflutung von Land, das normalerweise nicht mit Wasser bedeckt ist. Diese umfasst Überflutungen durch Flüsse, Gebirgsbäche, zeitweise ausgesetzte Wasserströme sowie durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser[5].

Die internationale Zusammenarbeit in der IMK bezieht sich nur auf Hochwasser von Flüssen. Hochwasser durch aus dem Meer oder Ästuarien eindringendes Wasser wurden nicht weiter behandelt, da diese nur für das Ästuar der Maas in den Niederlanden relevant sind. Durch das Meer verursachtes Hochwasser wurde im niederländischen HWRM-Plan berücksichtigt.

Für andere Hochwassertypen (pluviale zum Beispiel) fand keine internationale Abstimmung im Rahmen der IMK-Zusammenarbeit statt, weil die lokale Koordination in diesen Fragen relevanter ist als die internationale Koordination.

1.7 Zeitplan

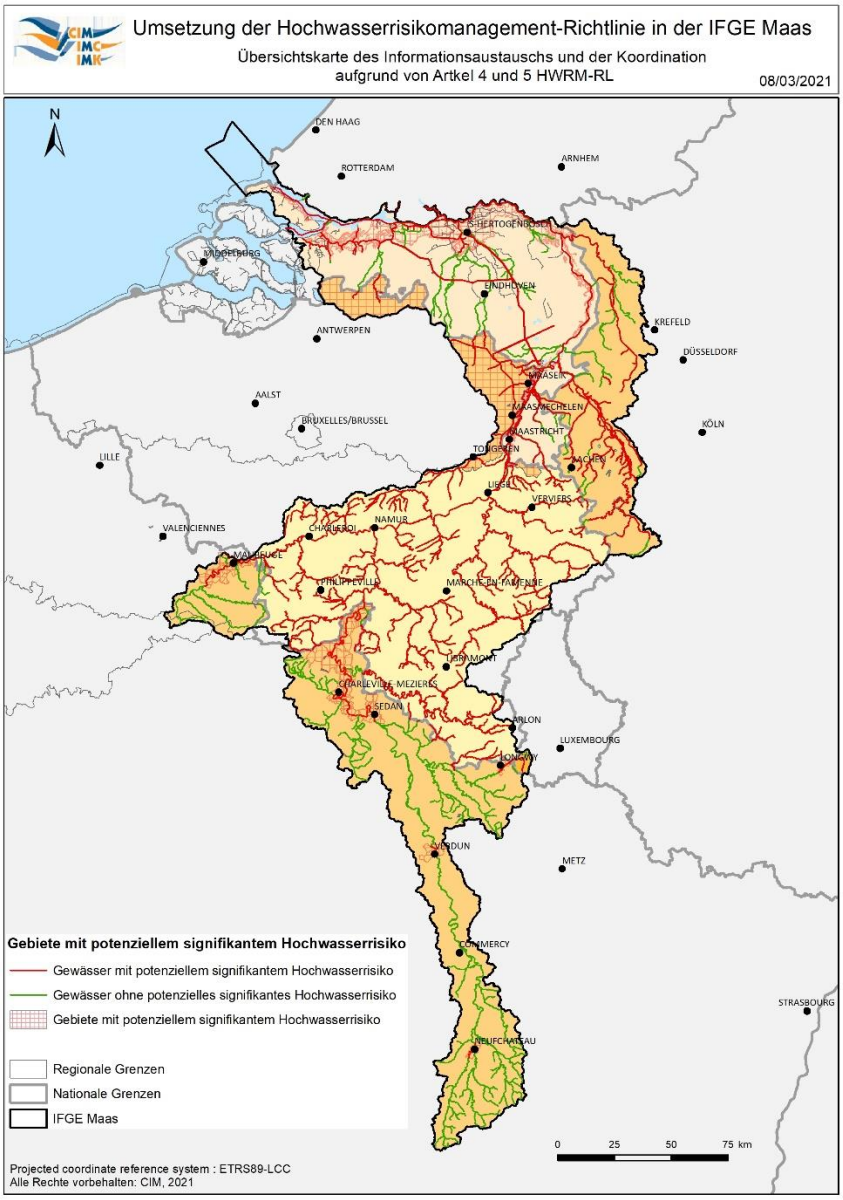
Die Umsetzung des 2. Zyklus der HWRM-RL durch jeden Staat bzw. jede Region der IFGE erfolgte stufenweise nach einem genauen Zeitplan:

- 22/12/2018: Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos auf der Basis verfügbarer oder leicht abzuleitender Informationen (Artikel 4) und/oder die Bewertung und Entscheidungen der Mitgliedstaaten über die Anwendung von Übergangsmaßnahmen (Artikel 13 Absatz 1);
- 22.12.2019: Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten (Artikel 6);
- 22.12.2021: Veröffentlichung eines auf Ebene der IFGE koordinierten HWRM-Plans oder von auf Ebene der IFGE koordinierten nationalen oder regionalen HWRM-Pläne für die jeweiligen Anteile der Flussgebietseinheit (Artikel 7 und 8).

2. Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos

Die nachfolgende Übersichtskarte (Minond/18-9def) unterscheidet die Staaten/Regionen, die eine vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos gemäß Artikel 4 HWRM-RL durchgeführt haben. Sie zeigt auch die Gebiete bzw. Gewässer auf Ebene der IFGE Maas mit einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko.

[5] Artikel 2 § 1 der HWRM-RL



Karte 3 : Synthese des Informationsaustausches und der Koordinierung gemäß Artikel 4, 5 und 13 HWRM-RL

Die in Anhang 1 beigefügte Tabelle gibt eine Übersicht der grenzüberschreitenden Gewässer, die als Gebiete mit einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko bestimmt wurden. Die Unterschiede zwischen den ausgewählten Gewässern lassen sich durch die verwendeten Methoden und durch national unterschiedliche Probleme in den Staaten oder Regionen erklären.

2.1 Frankreich

2011 wurden in Frankreich die nach Artikel 4 HWRM-RL ausgewählten Gebiete, gestützt auf eine Einschätzung potenzieller Überschwemmungen (enveloppe approchée des inondations potentielles - EAIP) sowie auf Kriterien des lokalen Handlungsbedarfs, berücksichtigt.

Für den 2. Zyklus der HWRM-RL hat die Überprüfung der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos zu einer minimalen Überarbeitung ohne neue Berechnung des EAIP geführt. Neben den Hochwasserereignissen durch über die Ufer tretende Flüsse, die in der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos (EPRI) des ersten Zyklus über das EAIP in

Betracht gezogen wurden, enthält die EPRI 2018 eine Informationskarte über austretendes Grundwasser.

Die Aktualisierung der Liste der nach Artikel 5 bestimmten Gebiete basiert auf der Expertise der staatlichen Stellen:

- Erkenntnisse auf örtlicher Ebene, sofern vorhanden,
- bei der Anhörung zur Umsetzung der HWRM-RL von Interessengruppen eingebrachte Änderungswünsche.

Im Anschluss an diesen Prozess wird die Änderung der Liste der nach Artikel 5 bestimmten Gebiete nach Abstimmung mit den betroffenen sowie den am Umsetzungsprozess der HWRM-RL beteiligten Stakeholdern beschlossen.

2.2 Luxemburg

Die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos in Luxemburg wird nach Artikel 4 HWRM-RL durchgeführt. Die Methodik orientiert sich an den Vorgaben der LAWA (Empfehlungen für die Überprüfung der vorläufigen Risikobewertung des Hochwasserrisikos und der Hochwassergebiete nach EU-Richtlinie (2017)).

Untersucht werden alle Gewässer, welche im ersten Zyklus des HWRM-Planes als Risikogebiete ausgewiesen wurden. Diese Einschätzung beruhte auf früheren Studien zur Bestimmung des Hochwasserrisikos für Luxemburg (Artikel 13 Abs. 1 a) und Abs. 2). Des Weiteren werden zwei weitere Gewässer in die Risikoanalyse aufgenommen.

Die Risikoanalyse beruht auf der Erhebung von potenziellen Schutzgütern innerhalb der Hochwassergebiete (HQ10, HQ100 und HQextrem). Die Schutzgütern teilen sich ein in unterschiedliche Kategorien, etwa „Umwelt“ oder „Personen und Sachschäden“. Beim Vorhandensein einer definierten kritischen Menge an Schutzgüter innerhalb der Überschwemmungszone wird das Gewässer als Risikogebiet eingestuft.

2.3 Wallonie

Für den ersten Zyklus der Umsetzung der HWRM-RL hat die Wallonie Artikel 13 angewendet, da sie bereits zum damaligen Zeitpunkt über eine Überschwemmungsrisikokarte verfügte, die zeigte, dass ihr gesamtes Hoheitsgebiet Hochwasserrisiken ausgesetzt war.

Für den zweiten Zyklus hat die Wallonie die vorläufige Bewertung gemäß Artikel 4 HWRM-RL vorgenommen.

Sie hat also historische Hochwasserereignisse ausgewählt, die zum Zeitpunkt ihres Auftretens signifikante Auswirkungen hatten und deren Wiederkehr-Wahrscheinlichkeit in der Zukunft gegeben ist. In der Wallonie wurde das Jahr 1993 als Bezugsdatum gewählt. Entsprechend sind alle historischen und als signifikant betrachteten Hochwasserereignisse vor 1993 in der vorläufigen Bewertung in Form einer Auflistung mit dem Datum und der Kurzbeschreibung des Ereignisses zusammengestellt. Die historischen Hochwasserereignisse nach 1993 werden sehr viel ausführlicher beschrieben, vor allem bezüglich der Analyse der negativen Auswirkungen dieser Ereignisse. Insgesamt wurden zwölf Hochwasserereignisse nach 1993 ausgewählt und einer detaillierten Analyse unterzogen.

Die Wallonie hat auch die künftigen Hochwasserereignisse und ihre potenziellen Auswirkungen analysiert. Diese Analyse steht im Einklang mit Artikel 4 Abs. 2 d) der Richtlinie. Wie von Letzterer gefordert, werden der Einfluss des Klimawandels sowie die langfristige

räumliche Entwicklung berücksichtigt. Für die Analyse der potenziellen negativen Auswirkungen der künftigen Hochwasserereignisse wurde der Karten-Layer, der die Größe der Überschwemmungsgebiete für das Szenario Qextrem darstellt, mit dem wichtigsten Instrument der städtebaulichen Planung in der Wallonie auf regionaler Ebene, d.h. dem Flächennutzungsplan, abgeglichen. Hauptzweck des Flächennutzungsplans ist die Festlegung der Bodennutzung im Maßstab 1:10 000, um die ausgeglichene Entwicklung der menschlichen Tätigkeiten zu gewährleisten und den unkontrollierten Flächenverbrauch zu vermeiden. Diese Entscheidung bezieht somit umfassend die langfristige räumliche Entwicklung ein. Wie vorstehend ausgeführt, wird bei der Nutzung des extremen Szenarios der Überschwemmungsgebiete (Qextrem) der Klimawandel berücksichtigt, es soll im Jahr 2100 das Szenario der Hochwasserereignisse mit einer Wiederkehrperiode von 100 Jahren sein. Im Falle von Abflusskonzentrationsachsen wurde für die Durchführung der Analyse eine Pufferzone von 20 Metern um die Achse herum angesetzt.

Die vorläufige Bewertung hat für die Wallonie zu nachstehendem Ergebnis geführt: In sämtlichen Gemeinden der Wallonischen Region, d.h. in den 262 Kommunen, wurde seit 1993 bereits mindestens ein Hochwasserereignis verzeichnet, sei es infolge von über die Ufer tretenden Flüsse oder starker Niederschläge. Die 15 Teileinzugsgebiete der Wallonie gelten demnach als Gebiete mit potenziellem Hochwasserrisiko.

2.4 Flandern

Im Gegensatz zum ersten Zyklus (Artikel 13 Abs. 1) hat Flandern die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos nach Artikel 4 durchgeführt. Die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos stützte sich:

1. auf eine Analyse der tatsächlich eingetretenen Hochwasserereignisse (historische Analyse), basierend auf den Daten des Katastrophenfonds sowie der Versicherungsbranche und

2. auf eine Analyse der potenziellen künftigen Hochwasserereignisse, d.h. die modellierten Hochwasserereignisse (vorausschauende Analyse).

Da Flandern über Hochwassermodellierungen verfügt, die praktisch das gesamte Hoheitsgebiet abdecken, wird sich die vorläufige Bewertung der Hochwasserrisiken im Wesentlichen auf die vorausschauende Analyse stützen. Dank der Karten der Überschwemmungsgebiete und des LATIS-Tools könnten die wirtschaftlichen, sozialen, kulturellen und ökologischen Auswirkungen für drei Hochwasserszenarien (hohe Wahrscheinlichkeit, durchschnittliche Wahrscheinlichkeit und geringe Wahrscheinlichkeit) bestimmt werden. Die historische Analyse diente hauptsächlich der Ergebnisvalidierung.

Die eigenständigen Entwicklungen wie beispielsweise der Klimawandel wurden berücksichtigt, indem die allgemeinen Trends untersucht und eine Bewertung der Auswirkungen auf die Ergebnisse der Analysen der aktuellen Situation vorgenommen wurden. Hauptfolge des Klimawandels ist die mit der Zeit zunehmende Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Hochwasserereignissen, während das sozio-ökonomische Wachstum die Schwere der Auswirkungen eines Hochwasserereignisses verstärkt.

Bei der vorausschauenden Analyse zeigte sich, dass praktisch für alle flämischen Gemeinden ein signifikantes Hochwasserrisiko besteht. Die historische Analyse bestätigt diese Schlussfolgerung. Darüber hinaus zeigt sich, dass die Hochwasserrisiken in Flandern infolge des Klimawandels und der veränderten Bodennutzung erheblich zunehmen können. Daher wurde beschlossen, das gesamte flämische Hoheitsgebiet erneut als mit einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko behaftetes Gebiet auszuweisen. Im Rahmen des integrierten Ansatzes der Wasserbewirtschaftung in Flandern wurde entschieden, die 11 Einzugsgebiete

(10 im Schelde-Einzugsgebiet und eines im Maas-Einzugsgebiet) als Hochwasserrisikomanagementgebiete auszuweisen, wodurch weiterhin die Integration der HWRM-Pläne in die Bewirtschaftungspläne der Einzugsgebiete gewährleistet ist. Als signifikante Quellen für Hochwasserereignisse wurden die Hochwasserereignisse im Zusammenhang mit Flüssen (einschließlich der natürlich gespeisten Kanäle) sowie die meerwasser- und niederschlagsbedingten Hochwasserereignisse (einschließlich der unzureichenden Kapazität der Vorrichtungen für den Regenwasserablauf (RWA), sowohl im ländlichen als auch im städtischen Raum) ausgewiesen. Die durch fehlende Infrastrukturen oder Entwässerungsnetze (Trockenwetterabfluss = droogweerafvoer DWA) bedingten Hochwasserereignisse wurden aufgrund ihrer begrenzten Auswirkungen und ihrer Unvorhersehbarkeit ausgenommen. Signifikante grundwasserbedingte Hochwasserereignisse können in Flandern lediglich im Bergsenkungsgebiet auftreten. Die Konversionsgesellschaft der Provinz Limburg stellt die kontinuierliche Grundwasserabsenkung in diesen Gebieten sicher, so dass das Hochwasserrisiko unter Kontrolle ist.

2.5 Deutschland

Einheitliche Grundlage für die Durchführung der vorläufigen Bewertung in Deutschland ist die von der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) entwickelte Empfehlung zur „Vorgehensweise bei der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos nach HWRM-RL“.

Diesen Empfehlungen folgend wurden alle vorliegenden oder mit einfachen Mitteln beschaffbaren, relevanten Informationen herangezogen, um Schlussfolgerungen hinsichtlich der potenziellen signifikanten Hochwasserrisiken ziehen zu können. Die in der LAWA für Deutschland harmonisierte Vorgehensweise wird auch für die Gewässer im Einzugsgebiet der Maas in Nordrhein-Westfalen angewendet, basierend auf den Ergebnissen der Vorläufigen Hochwasserrisikobewertung (VHRB) 2011.

Grundlage für die Betrachtung war das Gewässernetz, das auch der WRRL zu Grunde liegt (Einzugsgebiet größer 10 km²) bzw. die Gewässer, an denen Überschwemmungen aus der Vergangenheit bekannt sind und an denen aus Expertensicht auch zukünftig Hochwasserereignisse signifikante nachteilige Folgen hervorrufen können. Dadurch wurden alle wichtigen Haupt- und Nebengewässer mit einbezogen.

Bei der vorläufigen Risikobewertung wird auf Basis des Artikel 2 Abs. 2 HWRM-RL der Hochwassertyp Hochwasser von oberirdischen Gewässern (*Fluvial Floods*) als signifikant betrachtet. Oberflächenabfluss infolge von Starkregenereignissen (*Pluvial floods*) wird als nicht signifikant, aber als generelles Risiko definiert, da diese Ereignisse überall zu jeder Zeit auftreten können. Überflutungen aufgrund des Versagens wasserwirtschaftlicher Anlagen und Überforderung von Abwasseranlagen (*Flooding from Artificial Water-Bearing Infrastructure*) oder zu Tage tretendes Grundwasser (*Flooding from Groundwater*) werden als nicht signifikant betrachtet.

Der gesamte Prozess wurde von Experten der Wasserwirtschaft begleitet und die Ergebnisse abschließend plausibilisiert.

Der Bericht zur „Überprüfung und Aktualisierung der vorläufigen Risikobewertung im 2. Zyklus der EU-HWRM-RL sowie Aktualisierung der Risikogewässer “ von Dezember 2018 enthält einen Textteil mit einer Beschreibung der Signifikanzkriterien und der Vorgehensweise sowie vier Anhänge mit Detailinformationen. Der Bericht und die Karten sind zu finden unter:

https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/hwrm_nrw_vorlaeufige_bewertung_final.pdf

2.6 Niederlande

Für den ersten Zyklus haben die Niederlande die Übergangsbestimmung der Richtlinie (Artikel 13 Abs. 1 b) angewendet und Karten für das gesamte Hoheitsgebiet erstellt. Für den zweiten Zyklus haben die Niederlande eine vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos im Sinne des Artikels 4 der Richtlinie vorgenommen. Diese vorläufige Bewertung geht sowohl auf die in der Vergangenheit aufgetretenen Hochwasserereignisse als auch auf die möglichen künftigen Hochwasserereignisse ein. Historische Hochwasserereignisse mit signifikanten Auswirkungen sind in den Niederlanden übersichtlich dargestellt worden. Zur Bestimmung der potenziellen negativen Folgen künftiger Hochwasserereignisse werden Modellrechnungen sowie die Erkenntnisse der Gewässerbewirtschafter herangezogen.

Dieser Ansatz wird sowohl für die Situation, in der das Land durch ein Sturmflutwehr gegen das Hochwasser geschützt wird (Dünen, Rückhalteeinrichtungen, Schleusen, Staumauern, Deiche), als auch für die Situation, in der das Wasser ungehindert ins Land eindringen kann, verfolgt. In der erstgenannten Situation besteht ein potenzielles signifikantes Hochwasserrisiko für die Regionen, die durch primäre Sturmflutwehre gegen Überschwemmungen, deren Ursprung im Hauptgewässernetz liegt (wie beispielsweise die Nordsee, der Rhein und die Maas), geschützt werden. Für diese Schutzbauwerke gelten nationale Normen. Die Regionen, die gegen Überschwemmungen, deren Ursprung in den regionalen Fließgewässern liegt, durch (sekundäre), regionalen Normen unterliegenden Schutzbauwerke geschützt sind, sind ebenfalls mit einem potenziellen signifikanten Hochwasserrisiko behaftet. Im zweitgenannten Situationstypus gibt es ebenfalls eine Reihe von Fließgewässern, die ein potenzielles signifikantes Hochwasserrisiko darstellen könnten. Zu dieser Gruppe zählen Überschwemmungen, deren Ursprung in grenzüberschreitenden Fließgewässern liegt. Der Hauptstrom der Maas und die grenzüberschreitenden Gewässer waren Gegenstand einer Koordinierung mit Deutschland, der Wallonie und Flandern.

Eine erste Analyse war den Hochwasserereignissen gewidmet, die unmittelbar von intensiven Niederschlägen (pluviale Hochwasser) herrühren und ohne Einwirkung der Oberflächengewässer entstehen können. Eine Follow up-Studie ist erforderlich, bevor Schlussfolgerungen aus dieser ersten Studie gezogen werden können. Hochwasserereignisse, die ihren Ursprung im Kanalisationsnetz haben oder die durch Überlaufen des Grundwassers verursacht werden, stellen kein potenzielles signifikantes Hochwasserrisiko dar.

3. Vorheriger Informationsaustausch bei der Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten

Die Staaten in der IFGE Maas haben gemäß der HWRM-RL Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erstellt. Der dazu erforderliche Informationsaustausch für die grenzüberschreitenden Gewässer fand bilateral statt und wurde in einem IMK-Dokument zusammengefasst (Minond/19-16def). Der Austausch fand bezüglich der von den Ländern für die drei Abflussszenarien verwendeten Abflüsse statt, für die Karten erstellt werden.

3.1 Frankreich

In Frankreich erfolgte keine Aktualisierung der im ersten Zyklus der Umsetzung HWRM-RL erstellten Karten.

Die kartographischen Darstellungen und die Präsentationsberichte sind unter den nachstehenden Links verfügbar:

- http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/cartographie-des-surfaces-inondables-des-tri-a15506.html (Maaseinzugsgebiet)
- http://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/?Cartographie-des-TRI (Sambreeinzugsgebiet)

Zur Erinnerung: Der vorherige Informationsaustausch betrifft die Gebiete mit potenziellem signifikantem Hochwasserrisiko (Art. 5 der HWRM-RL:

- die Chiers in Longwy, an der Grenze zu Luxemburg und Belgien (Wallonie)
- die Maas zwischen Sedan und Givet an der Grenze mit Belgien (Wallonie)
- die Sambre von Leval bis Jeumont an der Grenze mit Belgien (überschwemmungsgefährdete Gebiete (frz.: TRI) Maubeuge)

3.2 Luxemburg

Luxemburg hat mit der Aktualisierung der Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten für die neuen, im Jahr 2018 ausgewählten Gewässer (Chiers) des Maaseinzugsgebiets begonnen.

Die Kartenentwürfe sind auf der folgenden Internetseite verfügbar: https://www.geoportail.lu/.

Die Wasserspiegellagen wurden ausgehend von hydraulischen Modellen 1D und 2D erstellt.

Der außerhalb des luxemburgischen Staatsgebiets gelegene Abschnitt der Chiers wurde nicht kartographisch erfasst.

Die Karten stellen jedoch nicht die finalen Karten dar, sondern lediglich einen Entwurf, welcher der Öffentlichkeit im Zuge der öffentlichen Anhörung zur Verfügung gestellt wurde, um Anmerkungen machen zu können. Nach Auswertung dieser Anmerkungen werden die Karten fertiggestellt und auf dem Geoportal veröffentlicht.

3.3 Wallonie

Die Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erfolgt auf der Grundlage einer von der wallonischen Regierung gebilligten Methodik und in Übereinstimmung mit der Erarbeitung der Überschwemmungsgefährdungskarte, dem Referenzinstrument für die Abgabe von Stellungnahmen bei der Erteilung von Genehmigungen in der Wallonie.

Die für die Wallonie erarbeiteten Hochwassergefahrenkarten betreffen die Überschwemmungen durch über die Ufer tretende Flüsse und durch abfließendes Niederschlagswasser. Sie werden im Maßstab 1/10000 für die folgenden Szenarien erstellt:

- Szenario T025 mit einer Wiederkehrzeit von 25 Jahren;
- Szenario T050 mit einer Wiederkehrzeit von 50 Jahren;
- Szenario T100 mit einer Wiederkehrzeit von 100 Jahren;
- Szenario T_extr mit einer extremen Wiederkehrzeit.

Für die Karten, die Flusshochwasser betreffen, werden unterschiedliche Datenquellen verwendet:

- hydrologische Statistiken;
- die Ergebnisse hydraulischer Modellierungen;
- Geländebeobachtungen;
- die Ergebnisse des hydro-pedologischen Verfahrens;
- die geologische Holozänschicht.

Hochwasserauswirkungen konnten so eingegrenzt werden. Der Klimawandel wird mittels eines in den Hochwassergefahrenkarten enthaltenen Extremszenarios berücksichtigt.

Für die Karten, die Überschwemmungen durch abfließendes Niederschlagswasser betreffen, wurden folgende, in ein hydrologisches Modell eingespeiste Daten verwendet:

- digitales Geländemodell;
- Bodentypen und Flächennutzung;
- lokale Niederschlagsstatistiken.

So konnten Abflussachsen generiert und Spitzenabflüsse berechnet werden.

Aufgrund des aus unterschiedlichen Quellen stammenden Datenmaterials war es notwendig, Regeln für die Datenintegration aufzustellen, um kohärente und reproduzierbare Karten zu erstellen. Zu diesem Zweck wurden automatisierte Verfahren entwickelt.

Die Hochwasserrisikokarten setzen sich aus den Hochwasserauswirkungen für jedes der Szenarien und den für diese Einflüsse identifizierten Gefahrenrezeptoren (Herausforderungen) zusammen. Die Gefahrenrezeptoren bzw. Herausforderungen sind sozialer, ökonomischer, ökologischer und landschaftspflegerischer Natur.

Im Vorfeld ihrer Veröffentlichung und Billigung durch die wallonische Regierung werden diese Karten einer Bewertung der Umweltauswirkungen sowie einer öffentlichen Anhörung unterzogen.

Vor dieser Aktualisierung fand ein Informationsaustausch mit angrenzenden Regionen/Staaten gemäß Anhang 1 statt.

3.4 Flandern

Flandern erstellt Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für Überschwemmungen unterschiedlicher Herkunft:

- Fluviale Hochwasser: Flusshochwasser, einschließlich der Kanäle mit natürlicher Zufuhr
- Küstenhochwasser: Meereshochwasser
- Pluviale Hochwasser: durch intensiven Niederschlag bedingte Hochwasser, einschließlich mangelnde Kapazitäten des Regenwassersystems, sowohl städtisch als auch ländlich

Die Hochwassergefahrenkarten sind die Karten, die die „physischen Eigenschaften“ der Hochwasser beschreiben, etwa die Hochwasserausdehnung, Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten.

Die Hochwasserrisikokarten sind die Karten, die Folgen für den Menschen, die Ökologie, die Wirtschaft und das Kulturerbe erfassen. Die flämischen Risikokarten zeigen:

- einen Richtwert zur Anzahl potenziell betroffener Einwohner
- die Art der Wirtschaftstätigkeit des potenziell betroffenen Gebiets
- die verunreinigenden Anlagen und potenziell betroffenen geschützten Gebiete
- besondere gefährdete Einrichtungen (Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen, …)
- lineare Infrastrukturen; Straßen, Bahnschienen und Buslinien
- punktuelle Infrastrukturen von kritischer Bedeutung (Energie- und Wasserversorgung, Feuerwehr, Zivilschutz ...)

Darüber hinaus werden 4 Typen von Schadens- und Risikokarten mit Hilfe eines spezifischen GIS-Instruments berechnet:

- wirtschaftliche Auswirkungen;
- soziale Auswirkungen;
- ökologische Auswirkungen;
- Auswirkungen auf das Kulturerbe.

Die Karten werden sowohl für das derzeitige Klima als auch für das künftige Klima erstellt, Prognosezeitraum 2050. Alle Karten werden auf einem Portal veröffentlicht.

3.5 Deutschland

Einheitliche Grundlage für die Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten in Deutschland sind die von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) entwickelten „Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten“. Diesen Empfehlungen folgend wurden weitgehend inhaltlich und gestalterisch einheitliche Kartenwerke erstellt, die über Ländergrenzen hinweg zusammenpassen.

Die Karten in Nordrhein-Westfalen beziehen sich auf Hochwasser durch oberirdische Gewässer. In ihnen sollen über die Hochwassergefahren (Überschwemmungsausdehnung) hinaus die hochwasserbedingten nachteiligen Auswirkungen dargestellt werden. Dazu wird dargestellt:

- die Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner (Orientierungswert),
- die Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet,
- Anlagen gemäß Anhang I der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (IED-Richtlinie), und potenziell betroffene Schutzgebiete gemäß Anhang IV Nummer 1 Ziffern i, iii und v der Richtlinie 2000/60/EG,
- Auswirkungen auf das Kulturerbe.

Die Karten werden vor Veröffentlichung mit der Fachöffentlichkeit (Kreise und Kommunen, Wasserverbände) abgestimmt.

3.6 Niederlande

2017 sind die Niederlande für primäre Hochwasserschutzanlagen von einer Normung auf der Grundlage der Überschreitungswahrscheinlichkeit von Wasserständen zu einer Normung auf der Grundlage der Überflutungswahrscheinlichkeit übergegangen. Die Niederlande haben beschlossen, im zweiten Zyklus der HWRM-RL für geschützte Gebiete Karten auf Basis der verfügbaren aktuellen Hochwasserwahrscheinlichkeiten zu erstellen. Im Gegensatz dazu wurde im ersten Zyklus der HWRM-RL für geschützte Gebiete von der Norm der Überschreitungswahrscheinlichkeit von Wasserständen ausgegangen. Der Hintergrund für diese Änderung in Bezug auf die HWRM-Karten ist der Ausgangspunkt, dass die Karten den Bürgern das Risiko vermitteln sollen, dem sie derzeit ausgesetzt sind.

Auf Basis der vorläufigen Risikobewertung und der Ermittlung der Gebiete mit signifikanten Hochwasserrisiken erstellen die Niederlande Karten, die Hochwasser der Flüsse und Seen (fluvial), Küstenhochwasser (sea water) und der Schifffahrtskanäle (Artificial Water-Bearing Infrastructure) darstellen.

Die Küste des Maaseinzugsgebietes liegt vollständig innerhalb der Staatsgrenzen der Niederlande, und der Einfluss der Wasserstände der Nordsee, einschließlich des möglichen Anstiegs des Meeresspiegels auf die Wasserstände von Maas und Rhein, ist auf die Niederlande beschränkt.

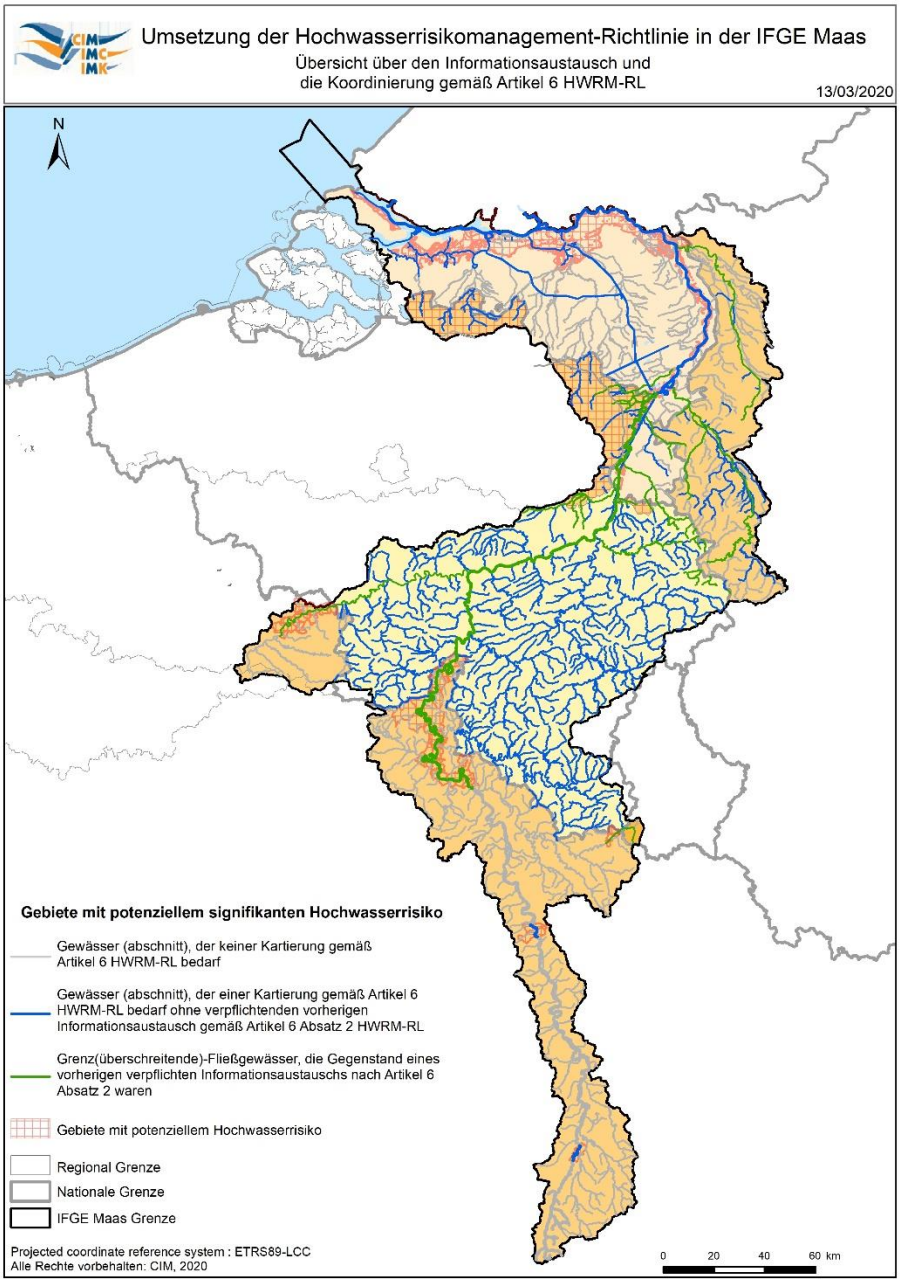
Auf Basis der mit Klimaszenarien des KNMI berechneten Abflüsse nehmen die extremen Abflüsse zu und wird beispielsweise ein Szenario eines Hochwassers, das heute einmal alle 100 Jahre auftritt, in Zukunft häufiger auftreten. Bei Hochwasserrisikomanagementmaßnahmen berücksichtigen die Niederlande den Klimawandel.

Die Tabelle in Anhang 2 vermittelt eine Übersicht über die grenzüberschreitenden Gewässer mit potenziellem signifikantem Hochwasserrisiko in der IFGE Maas. Außerdem umfasst die Übersichtstabelle die den Hochwassergefahrenkarten dieser Gewässer zugrunde liegenden hydrologischen Hypothesen entsprechend der verschiedenen Hochwasserszenarien[6].

Diese Tabelle dokumentiert die Koordination der Erstellung der Hochwassergefahrenkarten auf Ebene der IFGE Maas.

Die Karte 4 dokumentiert den vor der Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten durchgeführten Informationsaustausch.

[6] Artikel 6 Absatz 3 HWRM-RL



Karte 4 : Übersichtkarte über den Informationsaustausch gemäß Artikel 6 Absatz 2 HWRM-RL

4. Grundsätze zu Zielen und Maßnahmen

In Bezug auf die Ziele und Maßnahmen in diesem übergeordneten Dokument des HRMP wird ein klarer Unterschied gemacht zwischen der strategischen Ebene, der Ebene der IFGE Maas und der operativen Ebene der Umsetzung in den Staaten/Regionen, die Parteien der IMK sind.

4.1 Vorgaben der Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (HWRM-RL)

Die im übergeordneten Dokument des HWRM-Plans für die IFGE Maas genannten Ziele für das Hochwasserrisikomanagement müssen die in der Richtlinie genannten Grundsätze sowie die für die der Verabschiedung der HWRM-RL zugrundeliegenden Erwägungen berücksichtigen.

Ein abgestimmter und koordinierter Ansatz auf Einzugsgebietsebene im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements kann zur Verbesserung des allgemeinen Hochwasserschutzniveaus durch die Verringerung des durch Hochwasser verursachten Schadensrisikos beitragen[7].

Die in der gesamten Europäischen Union auftretenden Hochwasserereignisse sind verschiedenster Art und die von Hochwasser verursachten Schäden können außerdem von einem Staat/Region zum(r) anderen verschieden sein. Somit werden die Ziele des Hochwasserrisikomanagements von den Mitgliedstaaten selbst auf Grundlage der lokalen und regionalen Gegebenheiten festgelegt[8]. Dies entspricht dem Prinzip, dass jeder Staat für die Festlegung der Ziele auf seinem Hoheitsgebiet verantwortlich ist.

Das übergeordnete Dokument wurde auf Grundlage der nationalen und regionalen Beiträge erstellt. Hierbei liegt der Nachdruck auf den grenzüberschreitenden Aspekten, der Solidarität und Maßnahmen mit grenzüberschreitenden Auswirkungen.

Bei den HWRM-Plänen liegt der Schwerpunkt auf Vermeidung, Schutz, Vorsorge und Rückkehr zur Wiederherstellung/Regeneration.

Die von der HWRM-RL hervorgehobene Solidarität beruht auf den beiden folgenden Grundsätzen:

- Die Staaten dürfen keine Maßnahmen vorsehen, die grenzüberschreitende nachteilige Folgen haben könnten, ohne dass diese Maßnahmen zwischen den betroffenen Mitgliedstaaten koordiniert und eine gemeinsame Lösung gefunden wurde.
- Die Mitgliedstaaten sollten aufgefordert werden, eine faire Aufteilung der Zuständigkeiten anzustreben, wenn Maßnahmen zum Hochwasserrisikomanagement zum Nutzen aller gemeinsam beschlossen werden[9].

[7] Erwägungsgründe Nr. 3, 5, 6, 13, 15 und 17 HWRM-RL
[8] Erwägungsgrund Nr. 10 HWRM-RL
[9] Artikel 7 Absatz 4 und Erwägungsgrund Nr. 15 HWRM-RL

4.2 Strategische Ziele

Das strategische Ziel der HWRM-RL ist die Verringerung hochwasserbedingter nachteiliger Folgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten. Man kann das Hochwasserrisiko nur dann effizient managen, wenn man dieses Risiko wirklich kennt, man es konkret bewerten kann, man rechtzeitig die angebrachten Vorsorgemaßnahmen ergreift und man schnell und richtig im Krisenfall reagieren kann.

Das Hochwasserrisikomanagement muss nachhaltig und in andere europäische Politikfelder integriert sein. Die zu erreichende Managementstrategie muss ökologisch vernünftig, wirtschaftlich angemessen und sozial verträglich sein.

Dazu muss das Hochwasserrisikomanagement auf den wesentlichen Grundsätzen Verantwortlichkeit, Solidarität, Verhältnismäßigkeit sowie der Synergie mit den anderen europäischen Politikfeldern beruhen.

4.2.1 Gemeinsame effiziente Verantwortung auf der Grundlage der Subsidiarität

Absolute Sicherheit vor Naturereignissen (z.B. Extremhochwasser) gibt es nicht; gewisse Restrisiken müssen in Kauf genommen werden.

Ziel ist es, die am besten geeignete Ebene zu ermitteln, um nicht auf höherer Ebene Maßnahmen zu ergreifen, die effizienter auf lokaler Ebene umgesetzt werden können. Dieses Prinzip der Mobilisierung der Akteure auf der am besten geeigneten Ebene beruht darauf, regionale Besonderheiten zu berücksichtigen.

Ziel ist es auch, in der breiten Bevölkerung ein Risikobewusstsein für die Hochwassergefahren aufzubauen, zu festigen und dieses dauerhaft zu erhalten. Hinzu kommen die Vorbereitung der Katastrophenschutzaktivitäten im Hochwasserfall sowie die Wiederherstellung/Regeneration nach einem Hochwasser.

4.2.2 Solidarität bei Hochwasserrisiken

Die Solidarität der Akteure wird bestärkt und zum Ausdruck gebracht, insbesondere, um zu verhindern, dass die Auswirkungen von Hochwasserereignissen durch Schutzmaßnahmen von einem Gebiet in andere verlagert werden, ohne dass zuvor gemeinsame Vereinbarungen getroffen worden wären und, darüber hinaus, um eine möglichst ausgewogene Aufteilung der Verantwortung zu erreichen, wenn im Zusammenhang mit dem Hochwasserrisikomanagement gemeinsame Maßnahmen im Interesse aller getroffen werden.

4.2.3 Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen: Erstellung eines Priorisierungsprogramms soweit möglich auf der Grundlage einer Kosten-Nutzen-Analyse

Der HWRM-Plan enthält eine Rangfolge der umzusetzenden Maßnahmen unter Berücksichtigung der verfügbaren menschlichen, technischen und finanziellen Mittel aller betroffenen Akteure auf der einen Seite und der erwarteten Ergebnisse und des Nutzens auf der anderen.

Bei den Zielen muss nach Häufigkeit der betrachteten Ereignisse unterschieden werden: Jeder Aspekt eines Handlungsziels und/oder einer Maßnahme muss unter Berücksichtigung der Relevanz in Bezug auf Häufigkeit und Umfang des Ereignisses festgelegt werden.

4.3 Internationale Ziele der IFGE Maas

- Ziel Nr. 1: Internationale Koordination und Koordination von Maßnahmen mit grenzüberschreitenden Auswirkungen;
- Ziel Nr. 2: Verbesserung der Hochwasservorhersage und –Hochwassermeldung;
- Ziel Nr. 3: Verbesserung der Systemkenntnisse des Hochwasserrisikos.

5. Zusammenfassung der internationalen Maßnahmen

5.1 Mit Ziel Nr. 1 einhergehende Maßnahmen: Internationale Koordination und Koordination von Maßnahmen mit grenzüberschreitenden Auswirkungen

Die Vertragsparteien der IMK vereinbaren Folgendes (aus dem übergeordneten Teil des HWRM-Plans 2015):

- Informationsaustausch über neue nationale Ansätze für das Hochwasserrisikomanagement;
- Identifizierung geplanter Maßnahmen, die einen Einfluss in einem in der IFGE der Maas gelegenen Staat/Region haben können;
- Konsultation der/den betroffene(n) Vertragspartei(en) bei Maßnahmen mit möglichen grenzüberschreitenden Auswirkungen, vor der Genehmigung dieser Maßnahmen;
- Mitteilung der Schlussfolgerungen dieser Konsultation an die IMK als konkretes Ergebnis der in Artikel 8 HWRM-RL geforderten internationalen Koordination;
- Darstellung des Austauschs von Informationen und Schlussfolgerungen in einem IMK-Bericht.

Zu diesem Zweck wurden in der IMK die Maßnahmen in der europäischen Liste bewertet, um festzustellen, welche Arten von Maßnahmen grenzüberschreitende Auswirkungen haben könnten, sowie die gewünschte Form der Koordination festgelegt (siehe Tabelle in Anhang 3).

Die Tabelle präsentiert entsprechend den Maßnahmentypen die innerhalb der IFGE Maas gewünschte Form der internationalen Koordination bzw. des internationalen Austausches:

- Maßnahme oder Maßnahmentyp, für die eine Koordination oder ein Informationsaustausch nicht erforderlich ist;
- Maßnahme oder Maßnahmentyp, für die ein Informationsaustausch erforderlich ist;
- Maßnahme oder Maßnahmentyp, für die eine Koordination erforderlich ist, entweder gemäß den Bestimmungen der HWRM-RL oder aufgrund des durch diese Koordination erzielten Mehrwertes.

Diese Klassifizierung stellt die Grundlage für die Auswahl der Maßnahmen dar, die auf Ebene der IFGE Maas im Rahmen von Artikel 7 Absatz 4 HWRM-RL in diesem zweiten HWRM-Plan geprüft werden.

5.2 Mit Ziel Nr. 2 einhergehende Maßnahmen: Verbesserung der Hochwasservorhersage und -meldung

Wasserstandsprognosen und die Warnung vor einem kommenden Hochwasser sind ein wichtiges Mittel zur Schadensbegrenzung als Folge eines Hochwassers durch die rechtzeitige Sicherung der möglicherweise betroffenen Personen und Güter.

Diese Hochwasservorhersage oder -meldung kann nicht ohne eine Realzeitmessung der hydrologischen Bedingungen (Wasserstand und/oder Abfluss) an den betroffenen Gewässern und ihren Zuflüssen erfolgen.

Die verfügbaren Daten werden unter anderem zur Erstellung von Prognosen und/oder vertrauenswürdigen Vorhersagen durch die Kombination mit Wetterbeobachtungen und -vorhersagen genutzt, insbesondere bezüglich der Niederschlagsmengen.

Die Staaten/Regionen der IFGE Maas sind umso mehr von der Verfügbarkeit von Realzeitmessungen der hydrologischen Bedingungen abhängig, wenn sie im Unterlauf der Gewässer gelegen sind, denn die Abflussentwicklung hängt von den Ereignissen flussaufwärts ab.

Die Überwachung dieser hydrologischen Bedingungen beruht unter anderem auf Netzwerken von Messstationen, deren Wartung/Instandsetzung, Eichung und Ersatz bzw. Entwicklung einen nicht zu vernachlässigenden Finanz- und Personalaufwand für die betroffenen Staaten/Regionen darstellen.

Eine Beschreibung der Organisation der Hochwasservorhersagedienste in der IFGE Maas wird in Anhang 7 bereitgestellt.

Die Entwicklung oder Verbesserung der Hochwasservorhersage oder -meldung in den Staaten/Regionen der IFGE Maas ist von der Verfügbarkeit historischer Daten und Daten aus Echtzeitmessungen abhängig.
In diesem Zusammenhang, haben die für Hydrometrie und Hochwasservorhersage oder das Hochwassermeldewesen zuständigen Dienststellen in den Staaten/Regionen der IMK, am 19. Juli 2017 eine multilaterale Vereinbarung zum Austausch von hydrologischen Daten und Vorhersagen (Wasserstand, Abflüsse), die auf nachfolgenden Bedingungen/Prinzipien beruhen, abgeschlossen:

- Erhalt der aktuellen Organisation der Hochwassermeldung - und Hochwasservorhersage;
- Kostenloser Austausch ohne Zusatzkosten;
- Gegenseitigkeit des Austauschs;
- Keine Weitergabe der Informationen an Dritte.

Dieser Absatz wird im Nachgang zum Seminar der Hochwasservorhersagedienste der IFGE Maas, das im Laufe des Jahres 2021 stattfinden wird, aktualisiert.

5.3 Mit Ziel Nr. 3 einhergehende Maßnahmen: Verbesserung der Kenntnisse über Hochwasser

Die Wetterlagen, die das Übertreten der Gewässer der IFGD der Maas verursachen, berücksichtigen keine Verwaltungsgrenzen der Staaten und Regionen der IMK.

Sie schaffen vielmehr eine Abhängigkeit zwischen Ober- und Unterlauf und machen eine internationale Kooperation erforderlich. Nur so können effiziente Instrumente zur Analyse und

Vorhersage von Hochwasser entwickelt werden, die heute und in Anbetracht der zu erwartenden Klimaänderungen auf der Basis solider technischer Grundlagen (Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten usw.) sowohl für das Krisenmanagement als auch zur Ableitung der Prioritäten und von technischen, finanziellen und politischen Beschlüssen im Bereich des Hochwasserrisikomanagements zur Verfügung stehen.

In diesem Rahmen vereinbaren die Staaten/Regionen der IMK Folgendes:

- Den Austausch von Daten zur Topografie, Bodenkunde, Meteorologie, Hydrologie (soweit vorhanden) und anderen Daten, die für die Entwicklung oder Verbesserung von hydrologischen oder hydraulischen Modellen erforderlich sind;
- Förderung des Austausches der auf Grundlage dieser Modelle erstellten Studien mit dem Ziel, ihre Ergebnisse zu vergleichen;
- dieser Austausch von Daten muss unter Einhaltung der mit diesen Daten, Modellen und Ergebnissen einhergehenden Eigentumsrechte erfolgen;
- dieser Austausch darf keine Zusatzkosten für den Staat / die Region verursachen, aus dem / der diese Daten, Modelle und Ergebnisse stammen.

In diesem Rahmen ist auch zu erwähnen, dass die Universität Lüttich in Zusammenarbeit mit dem niederländischen wissenschaftlichen Institut Deltares regelmäßig ein internationales Symposium über die Maas organisiert, das sich unter anderem mit der Hydrologie befasst.

6. Kosten-Nutzen-Analyse

Die Kosten-Nutzen-Analysen werden von den Staaten/Regionen durchgeführt. Die Methoden variieren je nach Staat/Region. Es gibt keine gemeinsame Methode für die IFGE Maas.

Für die meisten Staaten/Regionen der IFGE Maas wird eine solche Kosten-Nutzen-Analyse nur für bauliche Maßnahmen genutzt.

7. Bewertung der bei der Zielverfolgung erzielten Fortschritte

Zur Sachstandsstellung und der im Rahmen der Umsetzung der geplanten Maßnahmen erzielten Fortschritte im übergeordneten Teil des HWRM-Plans Maas haben die Staaten/Regionen der IMK eine Reihe von Indikatoren vereinbart, die in den folgenden Absätzen aufgelistet sind.

Die AG H der IMK ist mit der Überprüfung der Umsetzung des übergeordneten Teils des HWRM-Plans beauftragt.

7.1 Indikatoren zur Überprüfung von Ziel Nr. 1: Internationale Koordination und Koordination von Maßnahmen mit grenzüberschreitenden Auswirkungen

Ziel 1 wird anhand der folgenden Parameter überwacht:

- neue nationale Ansätze im Hochwasserrisikomanagement
- Maßnahmen, die mögliche Auswirkungen auf eine(n) in der IFGE Maas gelegene(n) Staat/Region haben können.

• Ergebnisse der durchgeführten multi- oder bilateralen Abstimmungen zwischen Staaten/Regionen der IMK über Maßnahmen, die nachteilige Auswirkungen in einem(r) anderen in der IFGE der Maas gelegenen Staat/Region haben können.

7.1.1 Frankreich

Seit der Ausarbeitung der HWRM-Pläne 2016 - 2021 haben sich im französischen Recht regulatorische Änderungen im Bereich des Hochwasserrisikomanagements ergeben:

- Die Anerkennung einer spezifischen Kompetenz in Bezug auf das Management der aquatischen Umwelt und den Hochwasserschutz (GEMAPI) wurde durch das "MAPTAM"-Gesetz vom 27. Januar 2014 in das Umweltgesetzbuch aufgenommen. Dieser Text hat die Ausübung dieser Kompetenz gegenüber den Gemeinden und öffentlichen Einrichtungen der interkommunalen Zusammenarbeit festgelegt. Mehrere Gesetze/Verordnungen haben die Umsetzung dieser als "GEMAPI" bezeichneten Kompetenz begleitet.
Unter diesen definiert der als "Deichverordnung" bekannte Erlass vom 12. Mai 2015 zwei Arten von Hochwasserschutzarbeiten: "Deichsysteme" und "hydraulische Anlagen". Die für den Hochwasserschutz zuständige Struktur muss zunächst das zu schützende Gebiet und das Schutzniveau festlegen.

- Die systematische Berücksichtigung des Versagens von Deichsystemen und die Entwicklung von Szenarien des Versagens der Strukturen (Unterspülung oder Durchbruch) im Rahmen der Entwicklung von Risikopräventionsplänen (PPR) durch das Dekret vom 5. Juli 2019.

7.1.2 Luxemburg (in Erwartung eines Textvorschlags)

7.1.3 Wallonie

Im Dezember 2016 hat die Wallonische Regierung die Abänderungen des verwaltungsrechtlichen Teils des Buchs II des Umweltgesetzbuchs, welches das Wassergesetzbuch bildet, verabschiedet. Darunter Art. 277, der die Priorität der Versickerung des Regenwassers auf dem Grundstück im Rahmen der allgemeinen Verordnung zur Behandlung von kommunalem Abwasser hervorhebt.

Ein neues Dekret zu den Fließgewässern ist am 15. Dezember 2018 in der Wallonie in Kraft getreten. Dieses neue Dekret setzt das Gesetz vom 28. Dezember 1967 über die nicht schiffbaren Fließgewässer sowie das Gesetz vom 5. Juli 1956 über die Wasserverbände außer Kraft.

Ziel dieses Dekrets ist es, einen allgemeinen und bereichsübergreifenden Rechtsrahmen für die integrierte, ausgewogene und nachhaltige Bewirtschaftung der wallonischen Fließgewässer zu schaffen. Diese Bewirtschaftung muss künftig den multifunktionalen Charakter der Fließgewässer berücksichtigen, d.h. ihre hydraulischen, ökologischen, wirtschaftlichen und soziokulturellen Funktionen miteinander vereinbaren.

Vor diesem Hintergrund hat die Wallonie ein Planungs- und Koordinierungsinstrument für die Fließgewässer entwickelt. Es handelt sich um PARIS (Programmes d'Actions sur les Rivières par une approche Intégrée et Sectorisée – Flussaktionsprogramme mittels eines integrierten und gebietsbezogenen Ansatzes). Jedes PARIS-Gebiet ist Gegenstand einer Bestandsaufnahme, und die Bewirtschafter nehmen eine Problemfeststellung sowie deren

Dringlichkeitseinstufung vor (hydraulisch, wirtschaftlich, ökologisch und soziokulturell). Sie weisen Bewirtschaftungsziele zu und planen anschließend die für die Erreichung der festgelegten Ziele erforderlichen Maßnahmen. Pro Teileinzugsgebiet wird ein PARIS erstellt, und diese fassen in einem einzigen Dokument alle Informationen und die an den Fließgewässern über einen Zeitraum von sechs Jahren vorgesehenen Maßnahmen zusammen. Die erste PARIS-Periode erstreckt sich ebenfalls auf den Zeitraum 2022-2027.

7.1.4 Flandern

Am 3. April 2020 hat die flämische Regierung den dritten politischen Wasserplan abgeschlossen. Dieser politische Plan legt die großen Linien der Vision der flämischen Regierung in Bezug auf die integrierte Gewässerpolitik fest und enthält eine Übersicht über die wichtigsten Wasserbewirtschaftungsfragen. Der Text der Vision des dritten politischen Wasserplans konzentriert sich auf drei strategische Ziele, die sechs Problemstellungen aufgreifen und anschließend mittels einer Reihe von spezifischeren Zielen konkretisiert werden; darin wird angegeben, was die flämische Regierung durchzuführen gedenkt und auf welche Weise. Strategisches Ziel 2 ist es, durch Prävention, Schutz und Vorsorge ein mehrschichtiges Wassersicherheits- und Dürrerisikomanagement zu erreichen. Die dritte strategische Herausforderung betrifft die nachhaltige Minderung der Hochwasserrisiken. Die Ziele zur Verringerung der Hochwasserrisiken sind

- Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels
- Begrenzung der durch Hochwasserereignisse bedingten Schäden
- Bewusstseinsstärkung für das Hochwasserrisiko und Handlungsanreize
- Mehr Raum für die Gewässer
- Reduzierung des Oberflächenabflusses von Wasser und Sedimenten.

7.1.5 Deutschland

Im Rahmen der Umsetzung der europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie wurden bis Dezember 2021 die erstmals 2015 aufgestellten länderspezifischen Hochwasserrisikomanagementpläne (HWRM-Pläne) fortgeschrieben. Abweichend zum 1. Zyklus werden im 2. Zyklus allerdings länderübergreifende, d.h. flussgebietsbezogene HWRM-Pläne erstellt. Entsprechend werden bei der Fortschreibung der nunmehr nationalen HWRM-Pläne die nordrhein-westfälischen Belange mitberücksichtigt.

Die Aufstellung dieser Pläne wird durch die Geschäftsstellen der jeweiligen Flussgebietsgemeinschaft (FGG) unter Einbindung der betroffenen Bundesländer koordiniert. Das deutsche Maaseinzugsgebiet liegt ausschließlich innerhalb von Nordrhein-Westfalen (NRW). Insofern ist die Bezirksregierung Köln für die Aufstellung des HWRM-Plans Maas zuständig, ohne dass eine länderübergreifende Koordination erfolgt. Allerdings erfolgt die Erarbeitung des HWRM-Plans Maas in enger Anlehnung an die bundesweit vereinbarten Vorgaben und orientiert sich insbesondere an den Arbeiten zum HWRM-Plans Rhein.

Mit den Niederlanden erfolgt ein regelmäßiger Austausch über die Ständige Deutsch-Niederländische Grenzgewässerkommission sowie über eine Hochwasserarbeitsgruppe, in der grenzüberschreitende Themen erörtert werden. Außerdem werden die Niederlande und Wallonien im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Aufstellung des HWRM-Plans von der Bezirksregierung Köln beteiligt.

7.1.6 Niederlande

Seit dem 1. Januar 2017 gelten in den Niederlanden neue Sicherheitsnormen für die primären Hochwasserschutzanlagen, die in das Wassergesetz aufgenommen wurden. Ziel dieser neuen Normen ist es, in den Niederlanden in den durch die primären Schutzanlagen geschützten Gebieten bis 2050 ein Basisschutzniveau von 1/100 000 zu erreichen. Das bedeutet, dass 2050 das Sterberisiko aufgrund von Hochwasserereignissen 1/100 000 pro Jahr für jedes Individuum nicht überschreiten darf.

Die neuen Normen stützen sich auf ein Hochwasserrisikokonzept. Das heißt, dass nicht nur die Wahrscheinlichkeit eines Hochwasserereignisses, sondern auch die möglichen Konsequenzen (Schäden, Einbußen) einer Überschwemmung berücksichtigt werden. Je weitreichender die potenziellen Folgen sind, desto strenger sind die Hochwasserschutznormen. Bis 2050 müssen alle Hochwasserschutzanlagen in den Niederlanden diesen neuen Rechtsnormen genügen. Die Normen werden als maximale zulässige Hochwasserwahrscheinlichkeit pro Deichabschnitt ausgedrückt. Die Normen sind in neun Kategorien von 1/100 bis 1/1 000 000 unterteilt.

Damit sie der neuen Hochwasserschutznorm im Jahr 2050 entsprechen, müssen die meisten der Hochwasserschutzanlagen in den Niederlanden erhöht und verstärkt werden. Die Planung für die Verstärkung der Hochwasserschutzanlagen erfolgt im Rahmen des Hochwasserschutzprogramms (HWBP). Im Zusammenhang mit diesem Programm arbeiten die Rijkswaterstaat und die Wasserämter zusammen, um die Niederlande 2050 gegen die wasserbedingten Gefahren abzusichern.

Das integrierte Flussbewirtschaftungsprogramm (GIR) wurde 2019 auf den Weg gebracht. Das Programm ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung für den Flussraum. Mit diesem Programm möchten die Niederlande auf eine nachhaltige Bewirtschaftung der Flüsse hinarbeiten. In den kommenden Jahren wird eine neue Politik für die hydraulische Leistungsfähigkeit und die Raumnutzung der Flüsse ausgearbeitet.

Tabelle 3 : Anzahl der Maßnahmen der 1. HWRM-Pläne, die wahrscheinlich einen Einfluss in einem anderen Staat / einer anderen Region in der IFGE-Maas haben

		FR		WL		VL		NL		DE		Total	
Aspekte des Hochwasserrisiko-managements		laufende	abgestimmt	laufende	abgestimmt	laufende	abgestimmt	laufende	abgestimmt	laufende	abgestimmt	laufende	abgestimmt
Vermeidung	Modellierung und Bewertung von Hochwasserrisiken [(a)]	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	Bewertung der Anfälligkeit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Erhaltungsprogramme oder –Maßnahmen [(b)]	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Schutz	Management natürlicher Überschwemmungen / Abfluss- und Einzugsgebiets-management	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Regulierung des Wasserabflusses	0	0	1 [(c)]	0	1 [(d)]	0	1 [(d)]	0	0	0	3	0
	Anlagen im Gewässerbett, an der Küste und in Überschwemmungsgebieten	0	0	0	0	3 [(e)]	0	3 [(e)]	0	0	0	6	0
	Management von Oberflächengewässern	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	Sonstige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vorsorge	Hochwasservorhersagen und -warnungen [(f)]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5
	Planung von Hilfsmaßnahmen für den Notfall / Notfallplanung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wiederherstellung / Regeneration	Erfahrungen aus Hochwasserereignissen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	1	2	5	4	5	1	5	1	1	1	17	9

(a) Modellierung und Bewertung von Hochwasserrisiken (FR-WL): Chiers, Messancy, Gueule (laufend); Houille (durchgeführt)

(b) Unterhaltsprogramme oder –maßnahmen (WL): Treffen im Rahmen der Fluss-Verträge (River Contracts)

(c) Regulierung des Wasserabflusses (WL): Interreg-Projekt Chiers, Messancy

(d) Regulierung des Wasserabflusses (NL-VL): Die betreffende Maßnahme betrifft Thorn-Wessem. Diese Maßnahme grenzt an Flandern. Thorn-Wessem ist ein Deichverstärkungsprojekt, bei dem die vorhandene Wasserspeicherkapazität trotz der geplanten Deichverstärkung erhalten bleibt.

(e) Aktivitäten im Gewässerbett, an der Küste und in Überschwemmungsgebieten (NL-VL):

- In den vergangenen Jahren wurde das Grensmaas-Projekt in den Niederlanden durchgeführt. Das Grensmaas-Projekt umfasst Flussverbreiterung, Deichverstärkung und Deichrückverlegung. Diese Maßnahmen wurden zum großen Teil bereits

umgesetzt. Die Koordination des Grensmaas-Projekts fand in der flämisch-niederländischen bilateralen Maaskommission statt.

• Die neuen Normen für die niederländischen Deiche (2017) werden in den kommenden Jahrzehnten (bis spätestens 2050) zu einem Anstieg der Anzahl der Deichabschnitte in den Niederlanden führen. Dies wird dazu führen, dass die Wasserstände auf einem großen Teil des gemeinsamen niederländischen/flämischen Maasabschnitts steigen werden. Als Ausgleich werden die Niederlande eine Reihe von so genannten Systembetriebsmaßnahmen (Erhöhung der Wasserspeicherkapazität oder der Abflusskapazität) durchführen, die diesen wasserstandserhöhenden Effekt begrenzen. Dies wurde in der flämisch-niederländischen bilateralen Maaskommission diskutiert.

• Eine Maßnahme betrifft Thorn-Wessem. Die zu verstärkende niederländische Deichbahn ist mit der flämischen Deichbahn verbunden. Die Verbindung wird Gegenstand einer Konsultation sein. Darüber hinaus findet eine Koordinierung über die Stabilität des sogenannten 'Koningssteen'-Damms an der flämisch-niederländischen Grenze statt, der für die hydraulische Belastung des flussabwärts gelegenen niederländischen Hochwasserschutzes bei Thorn-Wessem wichtig ist.

(f) Hochwasservorhersagen und -warnungen: Datenaustausch-, Abflüsse (Vereinbarung über den Datenaustausch und die Hochwasservorhersage in der IFGE Maas)

7.2 Indikatoren zur Überprüfung von Ziel Nr. 2: Verbesserung der Hochwasservorhersage- und Hochwassermeldung

Ziel 2 wird anhand der folgenden Parameter überwacht:

- Ergebnisse der Vereinbarung über den Datenaustausch und die Hochwasservorhersage in der IFGE Maas in Kraft getreten am 19. Juli 2017(zum Beispiel Anzahl, Lokalisierung und Art der vom Datenaustausch betroffenen Überwachungs- oder Vorhersagestationen);

Karte 5: Messstellen der Vereinbarung über den Datenaustausch und die Hochwasservorhersage in der IFGE Maas

Tabelle 4 : Anzahl der Hochwassermess- und Vorhersagestationen in der IFGE Maas

	Wasserstand	Abfluss	vorhergesehener Wasserstand	vorhergesehener Abfluss
Luxemburg	1	1	0	0
Frankreich	59	42	33	33
Wallonie	28	52	0	9
Flandern	12	3	0	0
Niederlande	28	6	28	6
Deutschland	3	0	0	0
Total	131	104	61	48

- Ergebnisse des technischen Austausches;

Dieser Absatz wird im Nachgang zum Seminar der Hochwasservorhersagedienste der IFGE Maas, das im Laufe des Jahres 2021 stattfinden wird, ergänzt.

- Andere zur Verbesserung der Hochwasservorhersage /Hochwassermeldung durchgeführte Aktionen (gemeinsam entwickelte oder genutzte Mittel, gemeinsame Maßnahmen, usw.).

Dieser Absatz wird im Nachgang zum Seminar der Hochwasservorhersagedienste der IFGE Maas, das im Laufe des Jahres 2021 stattfinden wird, ergänzt.

7.3 Indikatoren zur Überprüfung von Ziel Nr. 3: Verbesserung der Systemkenntnisse des Hochwasserrisikos

Ziel 3 wird anhand der folgenden Parameter überwacht:

- Von den Staaten/Regionen der IMK ausgetauschte Daten wie z. B. der vorheriger Informationsaustausch bei der Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten (Abschnitt 3 + Anhänge 1 und 2) und der Austausch von verfügbarem Wissen über den Klimawandel; eine Übersicht über die verfügbaren Studien zu den potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung der Hochwasserabflüsse wurde in Abschnitt 9.2 vorgenommen und durch Anlage 6 ergänzt; die Ergebnisse des gemeinsamen Workshops ‚Anpassung an der Klimawandel' IMK – ISK ist ebenfalls auf der IMK-Website verfügbar (Mregie/16-5).
- Von den Staaten/Regionen der IMK gemeinsam entwickelte Produkte und Instrumente: in diesem Zusammenhang wurde in Anhang 5 eine rückblickende Analyse der Hochwasserereignisse in der IFGE Maas durchgeführt.

8. Kommunikation, Information und Öffentlichkeitsbeteiligung

Ebenso wie für die WRRL hat die IMK eine Öffentlichkeitsbeteiligung auf Ebene der IFGE Maas durchgeführt, über seine Website über einen Zeitraum von 6 Monaten, um die Bevölkerung über den Plan und den Inhalt des übergeordneten Teils zu informieren.

Die Kommunikations-, Informations- und Beteiligungsmodalitäten der Öffentlichkeit gemäß den Anforderungen der Artikel 9 und 10 HWRM-RL werden eingehalten.

9. Berücksichtigung des Klimawandels

Praktisch alle meteorologischen Forschungsinstitute im Maaseinzugsgebiet sagen einen globalen Klimawandel voraus. Selbst schnelle und effiziente Schutzmaßnahmen könnten den sich abzeichnenden Klimawandel nicht verhindern, denn das derzeit in die Atmosphäre freigesetzte Kohlendioxid wird zum Beispiel noch in 30 bis 40 Jahren wirksam sein und zur Erwärmung beitragen. Angesichts des aktuellen weltweiten Energiebedarfs ist es darüber hinaus nicht möglich, die Emissionen gänzlich zu reduzieren, da jeder Verbrennungsprozess zusätzliches CO2 freisetzt.

9.1 Synthese der nationalen Strategien zur Anpassung an den Klimawandel

9.1.1 Frankreich

Der französische Plan für die Anpassung an den Klimawandel 2018-2022 prognostiziert stärkere Niederschläge, selbst in den Regionen, in denen die Jahresniederschlagsmenge zurückgehen wird, wodurch die Gefahr von Hochwasserereignissen und Überschwemmungen steigt.

Im Rhein-Maaseinzugsgebiet nimmt nach dem Plan zur Anpassung an den Klimawandel und zu dessen Abschwächung sowie gestützt auf die Daten von EXPLORE 2070 die Häufigkeit der Starkregenereignisse vermutlich zu. Die Kosten für Schäden, die durch wiederholte Abflüsse und Erdrutsche entstehen, können steigen. Die Hochwasserabflussmengen der Fließgewässer für die Hochwasserereignisse mit Wiederkehrzeiten von 10 bis 20 Jahren erhöhen sich wahrscheinlich.

Um diesen Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen, verfügen Europa, Frankreich und die „Comités de bassin“ (Ausschüsse für die Einzugsgebiete) über Klimaanpassungsstrategien und/oder -pläne. Die von Frankreich eingesetzten Instrumente sind im Folgenden ausführlich beschrieben.

Der nationale Plan für die Anpassung an den Klimawandel (PNACC)

Der nationale Plan für die Anpassung an den Klimawandel 2018-2022 wurde im Dezember 2018 veröffentlicht. Er sieht vor, die negativen Auswirkungen dieser Klimaentwicklung auf die menschlichen Gesellschaften und die Umwelt zu begrenzen. Sein allgemeines Ziel ist die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen, um bis 2050 das französische Mutterland und die Überseegebiete an die erwarteten regionalen Klimaänderungen anzupassen.

Dazu unterstellt der Plan einen weltweiten Temperaturanstieg von +1,5 bis 2 °C im Vergleich zum 19. Jahrhundert.

Der PNACC-2 enthält 58 Maßnahmen, die über fünf Jahre umzusetzen sind. Diese Maßnahmen betreffen sechs Bereiche:

- die Maßnahmen des Bereichs „Governance“ zielen darauf ab, die nationalen und territorialen Ebenen effizient zu verbinden und die Gesellschaft in die Umsetzung und Überwachung des PNACC-2 einzubeziehen, mit besonderem Augenmerk auf die Überseegebiete; mit den Maßnahmen soll Sorge dafür getragen werden, dass die Kohärenz zwischen Anpassung und Minderung sichergestellt und der die Anpassung begünstigende Rechts- und Regelungsrahmen gestärkt wird;

- die vorgeschlagenen Maßnahmen stützen sich auf die besten wissenschaftlichen Kenntnisse und auf die Sensibilisierung der gesamten Bevölkerung für die

Notwendigkeit, den Klimawandel zu bekämpfen und sich an diesen anzupassen (Bereich „Kenntnisse und Information“);

• zahlreiche Maßnahmen haben den Schutz der Personen und Güter gegenüber den Klimarisiken (Bereich „Vorbeugung und Resilienz“) und die Vorbereitung der Wirtschaftszweige auf die erwarteten Änderungen (Bereich „Wirtschaftsbranchen“) zum Ziel, wodurch der Entwicklung Rechnung getragen und das Potenzial für die Schaffung von Arbeitsplätzen und Innovation erhöht wird;

• die Maßnahmen legen den Schwerpunkt wo immer möglich auf naturbasierte Lösungen (Bereich „Natur und Umwelt“);

• bestimmte Maßnahmen schließlich zielen darauf ab, die in anderen Staaten gemachten Erfahrungen zu nutzen und die Kapazitäten der französischen Akteure zu stärken, um die Entwicklungsländer in ihrer jeweiligen Politik für die Anpassung an den Klimawandel zu begleiten (Bereich „Internationales“).

Plan zur Minderung und Anpassung der Wasserressourcen an den Klimawandel – Rhein-Maaseinzugsgebiet

Der Plan zur Minderung und Anpassung der Wasserressourcen an den Klimawandel des Rhein-Maaseinzugsgebiets wurde vom Comité de bassin verabschiedet, das am 23. Februar 2018 zusammengekommen ist.

Ähnlich wie der PNACC-2 legt der Rhein-Maas-Plan den Schwerpunkt auf die naturbasierten Lösungen und die Entwicklung der Resilienz des Hoheitsgebiets gegenüber extremen Ereignissen (Dürre, Hochwasser).

Aus diesen Leuchtturm-Maßnahmen müssen noch operationelle Maßnahmen abgeleitet und in den Interventionsprogrammen der Akteure im Einzugsgebiet sowie in den territorialen Klima-Luft-Energieplänen (PCAET) der Gemeindeverbände und den von den Wirtschaftsakteuren, den Verbänden und den Bürgern mit Unterstützung des Staates und seiner Einrichtungen getragen Initiativen umgesetzt werden.

9.1.2 Luxemburg (in Erwartung eines Textvorschlags)

9.1.3 Wallonie

Belgien hat Ende 2010 über die Nationale Klimakommission seine „Nationale Anpassungsstrategie“ mit dem Ziel verabschiedet, einen operativen Aktionsplan für 2012 vorschlagen zu können. Dieser Aktionsplan ist das Ergebnis der Zusammenstellung der Aktionspläne der drei Regionen und der föderalen Ebene. In diesem Rahmen hat die Wallonie über die Agence Wallonne de l’Air et du Climat (Wallonisches Amt für Luft und Klima – AWAC) 2011 eine Studie für eine umfassende Prüfung der Sachlage in der Wallonie – Charakterisierung, aktuelle Schwachstellen, künftige Schwachstellen – nach sieben Themenschwerpunkten durchführen lassen: Landwirtschaft, Wasser, Infrastrukturen/Raumordnung, Gesundheit, Energie, Biodiversität und Wald. Dank einer ausführlichen Anhörung von Fachleuten konnten die wichtigsten Maßnahmen herausgearbeitet werden, die es für eine Anpassung der Wallonie an den Klimawandel umzusetzen gilt.

Der nationale Plan wurde am 19. April 2017 von der CNC verabschiedet. Er beinhaltet etwa zehn Maßnahmen von nationaler Tragweite (Erarbeitung neuer gemeinsamer Klimaszenarien, Entwicklung einer nationalen Plattform über die Anpassung, …), die die in den regionalen Plänen sowie im föderalen Beitrag enthaltenen Maßnahmen ergänzen. Die Erstellung des

Plans wurde in der Arbeitsgruppe CABAO koordiniert. Der Plan wurde den einzelnen belgischen Stellen sowie zu beratenden Stellungnahmen vorgelegt. Er kann auf der Webseite der CNC heruntergeladen werden.

Regionale Pläne und andere Initiativen gibt es in den drei Regionen und auf der föderalen Ebene.

Beim wallonischen Regionalplan handelt es sich um den Plan AIR-CLIMAT-ENERGIE (PACE-Plan), der am 21. April 2016 von der wallonischen Regierung gebilligt wurde.

Der PACE 2016-2022 umfasst 142 Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen von Treibhausgasen sowie sonstiger Luftschadstoffe, zur Verbesserung der Luftqualität und zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels. Die verschiedenen Tätigkeitsbereiche sind betroffen: Landwirtschaft, Industrie, Verkehr, Wohnungswesen, …

Der PACE ist das zentrale Instrument für die Umsetzung des Klimadekrets, das im Februar 2014 vom wallonischen Parlament verabschiedet wurde.

9.1.4 Flandern

Die flämische Regierung hat den flämischen Energie- und Klimaplan 2021-2030 am 9. Dezember 2019 endgültig genehmigt. Dieser Plan bildet den strategischen Rahmen für den Klimaschutz für die nächsten zehn Jahre. Der Plan benennt auch den flämischen Anpassungsplan 2021-2030 als Teil des flämischen Klimapolitischen Plans 2021-2030. Der Anpassungsplan baut auf den Maßnahmen und Ergebnissen des aktuellen flämischen Anpassungsplans 2013-2020 auf, mit dem Ziel, die Widerstandsfähigkeit Flanderns gegenüber den Folgen des Klimawandels weiter zu stärken und sich an die erwarteten Auswirkungen anzupassen. Ausgangspunkt ist hier die Stärkung der Widerstandsfähigkeit und Robustheit der Umwelt. Darüber hinaus wird die Arbeit an der Kartierung der Vulnerabilität Flanderns für den Klimawandel auf der Grundlage bereits erzielter Ergebnisse und weiterer Erkenntnisse fortgesetzt. Die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels erfordert einen umfassenden, integrierten Ansatz, der die verschiedenen Sektoren umfasst, wodurch eine maximale Synergie zwischen Anpassung und Milderung sowie mit anderen politischen Zielen angestrebt wird.

Der Anpassungsplan wird sich auf die folgenden Säulen konzentrieren:

- Erhalt und Erweiterung der offenen, nicht versiegelten Flächen
- Ein klimaangepasster Raum, eine klimaangepasste Gesellschaft, Gebäude und (Mobilitäts-)Infrastruktur
- Minimierung der Risiken von Wassermangel und -überschuss
- Maximierung der grün-blauen Netzwerke
- Eine klimaangepasste Industrie und Landwirtschaft

In Flandern kann die Niederschlagsmenge in den Wintermonaten bis zum Jahr 2100 um +38 % zunehmen. Es wird nicht so oft regnen, aber die Regenepisoden werden länger anhalten. Die Winter werden also künftig feuchter sein, was zu häufigeren und größeren Überschwemmungen führen könnte. Gleichzeitig werden die Sommergewitter heftiger sein und öfter auftreten. Die Phänomene können eine Zunahme der Überschwemmungen mit sich bringen, insbesondere im urbanen Raum, sowie eine Zunahme der Erosion und der Schlammlawinen.

Das Szenario mit starken Auswirkungen zeigt, dass die Hochwasserwahrscheinlichkeit in Flandern bis 2100 um einen Faktor 5 bis 10 zunehmen kann.

• Konkret bedeutet das, dass die Gebiete, die derzeit mit einer mittleren Wahrscheinlichkeit überflutet werden (alle hundert Jahre), in der Zukunft mit einer Zehnjahreshäufigkeit überschwemmt werden können.
• Die derzeit einmal alle zehn Jahre überfluteten Gebiete können dann nahezu jedes Jahr überschwemmt werden.
• Die Überschwemmungen können auch extremer werden, da der höhere Abfluss zu höheren Hochwasserscheiteln führen wird. Für Flandern wird im Durchschnitt eine Zunahme der maximalen Hochwasserscheitel von 22 cm prognostiziert. Lokal können sie sogar ein wenig mehr als einen Meter erreichen. Am empfindlichsten sind vor allem diejenigen Gebiete, die beispielsweise am Oberlauf stark eingeschnittene Täler oder dichte städtische Kanalisationssysteme umfassen.

9.1.5 Deutschland

Seit 2008 bewertet die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) die Risiken des Klimawandels in Deutschland, benennt möglichen Handlungsbedarf, definiert Ziele und entwickelt gemeinsam mit den Ländern und anderen Akteuren Anpassungsmaßnahmen: https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/anpassung-an-den-klimawandel/. In diesem Zusammenhang ist im Jahre 2017 der LAWA-Bericht „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“ entstanden, der zurzeit aktualisiert wird.

Im „Aktionsplan Anpassung (APA) II“ werden zum Handlungsfeld „Wasserhaushalt/Wasserwirtschaft“ u. a. Maßnahmen zum Umgang mit Hochwasserrisiken, Sturzfluten und Starkregenereignissen aufgezeigt. Die Renaturierung von Fließgewässern und Auen soll vorangetrieben und natürliche Überflutungsflächen sollen geschaffen werden.

Das Land Nordrhein-Westfalen betreibt seit 2011 ein Klimafolgen-Monitoring mit insgesamt 30 Indikatoren aus 7 Umweltbereichen. Um die möglichen Einflüsse des Klimawandels auf den Wasserhaushalt beschreiben zu können, werden regelmäßig Daten insbesondere zu Niederschlag, Gewässertemperatur, Evapotranspiration, Grundwasserstand und Grundwasserneubildung, zur klimatischen Wasserbilanz (der Differenz zwischen Niederschlag und Evapotranspiration) und zum mittleren Abfluss der Gewässer erhoben.

Bis Ende 2019 zeigten sich in diesem Zusammenhang die folgenden Trends:

- Die Winterniederschläge steigen, die mittlere und die maximale Gewässertemperatur steigt, der mittlere Jahresabfluss der Gewässer sinkt, der Grundwasserstand (Jahresmittel, sowie Sommer und Winter) sinkt, die Grundwasserneubildung sinkt und die Evapotranspiration (Jahresmittelwert) steigt.

Das Fachinformationssystem kann eingesehen werden unter:
https://www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/index.php?mode=liste&aufzu=0,

Der Bericht für das Jahr 2016 ist unter
https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/fabe74.pdf verfügbar

9.1.6 Niederlande

Im Jahr 2017 hat die niederländische Regierung die Nationale Klimaanpassungsstrategie (SNA) verabschiedet. Die SNA beschreibt, wie die Niederlande sich an den Klimawandel anpassen werden. Dies wird im Rahmen des Delta-Programms für die Sicherstellung der Wasserversorgung, die Verfügbarkeit von Süßwasser und die regionale Anpassung

ausgearbeitet. Einige Maßnahmen des Delta-Programms zielen auf das Hochwasserrisikomanagement ab (siehe auch Kapitel 6).

Die Niederlande haben im Delta-Gesetz vorgesehen, dass ein Delta-Kommissar die Regierung bei der Maßnahmenplanung des Delta-Programms berät. Ziel ist, dass die Niederlande zu gegebener Zeit hinsichtlich des Klimas und des Wassers gewappnet sind. Das Delta-Gesetz sieht außerdem die vom Delta-Fonds sicherzustellende Langzeitfinanzierung von Maßnahmen vor.

In Zusammenarbeit mit der niederländischen Regierung und in Absprache mit den Organisationen der Zivilgesellschaft, der Wirtschaft und den Forschungseinrichtungen hat der Delta-Kommissar eine Roadmap für u.a. die Sicherstellung der Wasserversorgung und die regionale Anpassung entwickelt. Die Regierung hat diese in ihrer nationalen Politik verankert. Die Roadmap wird alle sechs Jahre auf der Grundlage neuer Erkenntnisse über den Klimawandel und den sozio-ökonomischen Wandel überarbeitet und angepasst.

Auf der Grundlage von Vorhersagen des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) entwickelt das Königliche Niederländische Meteorologische Institut (KNMI) Klimaszenarien für die Niederlande. Diese Klimaszenarien beschreiben, wie sich das niederländische Klima in 50 bis 100 Jahren voraussichtlich verändern wird. Diese KNMI-Szenarien bilden den Ausgangspunkt für die nationale Politik. Diese KNMI-Szenarien gehen von einem globalen durchschnittlichen Temperaturanstieg von 1 bis 2°C im Jahr 2050 und von 1,5 bis 3°C im Jahr 2085 im Vergleich zu 1981-2010 aus.

Für die Maas führen alle Klimaszenarien des KNMI zu einem Anstieg des winterlichen Abflusses aufgrund erhöhter Niederschlagsintensitäten. Die Hochwasserabflüsse werden voraussichtlich um 10 bis 20% zunehmen, je nach dem Jahr der Sichtbarkeit und dem betrachteten Klimaszenario.

Die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels auf die Hochwasserabflüsse werden bei der Stärkung des niederländischen Hochwasserschutzes berücksichtigt, um die neuen Hochwasserschutznormen im Jahr 2050 zu erfüllen.

9.2 Übersicht über die verfügbaren Studien zu den potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung der Hochwasserabflüsse (siehe Anhang 6)

Die Vorhersage häufiger, durchschnittlicher und extremer Hochwasserabflussentwicklungen, die die Grundlage für die Erstellung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten bilden, stellt ein schwieriges Unterfangen dar.

Es wurde eine gemeinsame Maßnahme aller Staaten/Regionen und verschiedener Partner des Maaseinzugsgebietes mit dem Ziel durchgeführt, die Auswirkungen des Klimawandels auf den hydrologischen Zyklus zu untersuchen: Es handelt sich um das Interreg IV B Projekt Amice (*Adaptation of the Meuse to the Impacts of Climate Evolutions*), durchgeführt zwischen 2009 und 2012.

Auf Grundlage der national vorhandenen Informationen zum Klima wurde eine Analyse mit dem Ziel durchgeführt, gemeinsame Abflussszenarien für die Maas zu erstellen. Es besteht erwiesenermaßen, dass eine große Unsicherheit über die zukünftigen Abflüsse. Verschiedene Ursachen können dies erklären, unter anderem der Spielraum, der bei den klimatischen Projektionsmodellen bei der Schwankung der Temperatur und Niederschläge festgestellt wurde, die sich aus den Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Entwicklung der

Treibhausgase sowie der Verbreitung von Unsicherheiten während der gesamten Modellierungskette ergeben, ausgehend vom Klimamodell bis zum errechneten Abfluss.

9.2.1 AMICE (Adaptation of the Meuse to the Impacts of Climate Evolutions)

Im Rahmen des AMICE-Projekts wurde eine Synthese der verfügbaren Studien zum Klimawandel zwischen 2009 und 2010 erstellt.

Zweck dieser Aktivität war die Ermittlung möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt der Fließgewässer im Maaseinzugsgebiet in naher Zukunft (2021-2050) und in ferner Zukunft (2071-2100).

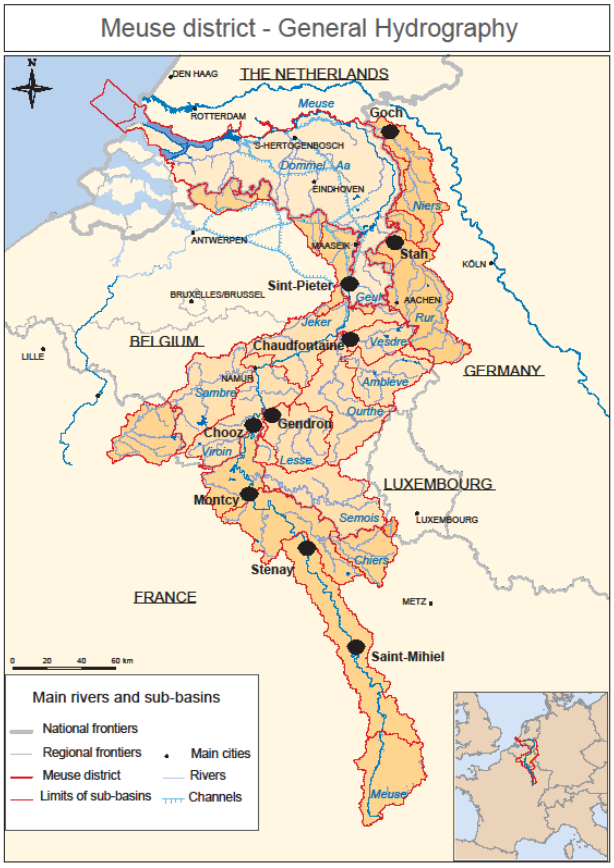
Die ausgewerteten Studien zeigen alle recht eindeutige Trends für den Mittelmeerraum (sehr starker Temperaturanstieg und Rückgang der Niederschläge) und Skandinavien (starker Temperaturanstieg und Zunahme der Niederschläge). Das Maaseinzugsgebiet liegt zwischen diesen beiden Regionen, und je nach verwendetem Modell wird das Maaseinzugsgebiet trockener oder erfährt eine Zunahme der Niederschläge.

Die AMICE-Partner haben eindeutige Unterschiede zwischen den aus den vier nationalen Teilen des Einzugsgebiets hervorgegangenen Klimaszenarien festgestellt. Für die Wahrung der Kohärenz der Abflüsse vom Oberlauf zum Unterlauf, vor allem an den Grenzen, wurde ein grenzübergreifendes Szenario entwickelt. Dazu wurden die nationalen Trends jeweils nach der Fläche jedes Teileinzugsgebiets gewichtet (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5 : Gewichtung, die auf die nationalen Umwandlungsfaktoren angewendet wurde, um ein länderübergreifendes Szenario zu erhalten

	Drainage area (km²)	Weighting coefficient
France	10.120	0,31
Walloon	10.880	0,33
Flanders & Netherlands	8.662	0,26
Germany	3.338	0,10
Transnational Meuse	**33.000**	**1,0**

Die Abflussberechnungen wurden an neun hydrologischen Stationen im internationalen Maaseinzugsgebiet (vgl. Karte 6) vorgenommen.



Karte 6: im Rahmen des AMICE-Projekts ausgewählte hydrologische Berechnungspunkte

Für das grenzüberschreitende Szenario ist die Schwankung der Abflüsse logischerweise im gesamten Einzugsgebiet homogen (vgl. Tabelle 6 mit einem Anstieg für das Feuchtszenario in blau und einem Rückgang für das Trockenszenario in rot). Diese Trends sind gegen Ende des Jahrhunderts ausgeprägter.

Tabelle 6: Veränderung des hundertjährigen Hochwasserabflusses nach dem transnationalen Szenario

		Meuse **St-Mihiel**	Meuse **Stenay**	Meuse **Montcy**	Meuse **Chooz**	Meuse **Sint Pieter**	Lesse **Gendron**	Vesdre **Chaud-fontaine**	Rur **Stah**	Niers **Goch**
Qhx100	**2021-2050**	1.12 0.96	1.12 0.96	1.12 0.96	1.12 0.96	1.14 0.95	1.19 0.98	1.08 0.90	1.02 0.88	1.11 0.89
	2071-2100	1.27 0.89	1.27 0.89	1.27 0.89	1.27 0.89	1.33 0.91	1.55 0.90	1.27 0.81	1.10 0.61	1.24 0.71

Eines der wesentlichen Defizite des AMICE-Projekts ist die Untersuchung der Extremniederschläge in den kleinen Einzugsgebieten.

Die Klimaszenarien prognostizieren ein häufigeres Auftreten dieser Extremereignisse. Dieses Phänomen ist jedoch im Maaseinzugsgebiet kaum bekannt Es gibt kein Monitoring bzw. keine ausführliche Analyse ihrer Häufigkeit und ihrer Ursachen. Überdies ist es auch sehr schwierig, die genaue Position und die Intensität dieser Ereignisse vorherzusagen und noch schwieriger, sie zu modellieren. Folglich haben sich die AMICE-Partner darauf beschränkt, lediglich zu erwähnen, dass im kommenden Jahrhundert Extremniederschläge häufiger auftreten könnten (Christensen et Christensen, 2003 – Intensification of extreme European summer precipitation in a warmer climate. Global and Planetary Change, 2004, 44, 107–117).

9.2.2 Neue Erkenntnisse verfügbar seit AMICE

a) KNMI'14 Studie

Gestützt auf die neuen Vorhersagen, die vom zwischenstaatlichen Expertengremium für Klimaänderungen (IPCC) veröffentlicht wurden, hat das Königlich Niederländische Meteorologische Institut (KNMI) vier neue Klimaszenarien, die so genannten KNMI'14, für die Niederlande mit den Zeithorizonten 2050 und 2085 erarbeitet.

Die Tabelle 7 aus dem Bericht « Implications of the KNMI'14 climate scenarios for the discharge of the Rhine and Meuse - Comparison with earlier scenario studies » zeigt die mit den Szenarien des KNMI'14 berechnete Entwicklung der Hochwasserabflusshäufigkeiten an der Station in Borgharen.

Tabelle 7 : Hochwasserabflusshäufigkeiten in Borgharen für die vier Klimaszenarien KNMI'14 2050 und 2085 sowie für das aktuelle Klima (d.h. die Referenzsituation)

Return period	Reference	$2050G_L$	$2050G_H$	$2050W_L$	$2050W_H$	$2085G_L$	$2085G_H$	$2085W_L$	$2085W_H$
[years]	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*
10	2260	2570	2490	2470	2570	2480	2470	2600	2740
30	2740	3090	3000	3000	3080	3000	2960	3140	3300
100	3180	3590	3470	3480	3550	3500	3420	3640	3850
300	3540	3980	3870	3890	3900	3890	3770	4060	4300
1000	3860	4360	4200	4210	4210	4260	4060	4390	4680
3000	4080	4740	4500	4520	4540	4580	4390	4680	4950
10000	4350	5010	4720	4770	4730	4900	4580	4920	5210
30000	4590	5180	4870	4940	4910	5060	4760	5090	5370

b) Explore 2070

Von Juni 2010 bis Oktober 2012 wurde ein vom französischen Umweltministerium finanziertes Studienprojekt mit der Bezeichnung „Explore 2070" durchgeführt, um die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf das Oberflächenwasserdargebot über den Zukunfts-Zeitraum 2046-2065 im Vergleich mit dem Ist-Zustands-Bezugszeitraum 1961-1990 auf der Grundlage des A1B-Szenarios des vierten Sachstandsberichts des IPCC zu bewerten.

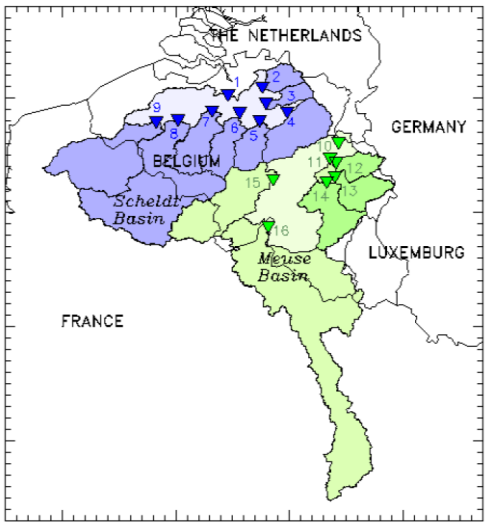
Die Tabelle 8 zeigt die an der Station in Chooz - Ile Graviat berechnete Entwicklung der mittleren Monatsabflüsse und des jährlichen maximalen täglichen Abflusses (QJXA) für die Wiederkehrzeiträume 2, 5 und 10 Jahre.

Tabelle 8 : Mittel-, Mindest- und Höchstwert der relativen Entwicklungen des QJXA2, QJXA10 und QJXA20 in Chooz zwischen den Zeiträumen 1961-1990 und 2046-2065, berechnet mit dem Modell GR4J (gelb) und dem Modell Modcou (grün) mit den sieben Klimamodellen des EXPLORE 2070-Projekts

CRUES						
	QJXA2		QJXA10		QJXA20	
Qobs POD (m³/s)	628		960		1087	
Qsim (climat obs) POD (m³/s)	657	538	1129	854	1310	974
Δ min (%)	−17	−17	−15	−10	−15	−10
Δ med (%)	−3	+1	+3	+7	+7	+10
Δ max (%)	+11	+15	+34	+31	+39	+35

c) CCI-HYDR

Das Forschungsprojekt CCI-HYDR der KU Löwen und des Königlichen Meteorologischen Instituts von Belgien von 2005 bis 2010 hatte das Ziel, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Extremereignisse in den Flüssen der belgischen Teile der Einzugsgebiete von Maas und Schelde und die Abwassersammelanlagen zu untersuchen (vgl. Abbildung 3 aus dem Artikel « Climate change and hydrological extremes in Belgian catchments » von Baguis, P., Roulin, E., Willems, P., Ntegeka, V., veröffentlicht 2010 in der Zeitschrift *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*).



	Watershed	Outlet	Area (km²)
			Scheldt Basin
1	Scheldt	Antwerp	18801
2	Kleine Nete	Grobbendonk	590
3	Grote Nete	Hulshout	468
4	Demer	Diest	1908
5	Dijle	Wilsele	896
6	Zenne	Eppegem	1096
7	Dender	Confluence	1389
8	Bovenschelde	Asper	5810
9	Leie	St Baafs	3506
			Meuse Basin
10	Meuse	Visé	20588
11	Ourthe	Angleur	3627
12	Vesdre	Confluence	708
13	Amblève	Martinrive	1068
14	Ourthe	Tabreux	1616
15	Sambre	Namur	1964
16	Meuse	Chooz	10120

Abbildung 3: Im Rahmen des CCI-HYDR-Projekts berechnete Stationen

Die Abbildungen Nr. 5 und 6 zeigen die für die Maasstation in Visé berechnete Entwicklung der durchschnittlichen monatlichen Abflüsse und der Anzahl der Tage pro Monat, an denen der Tagesabfluss Q95 übersteigt (= Abflussüberschreitung von 95% der Zeit in einem Jahr).

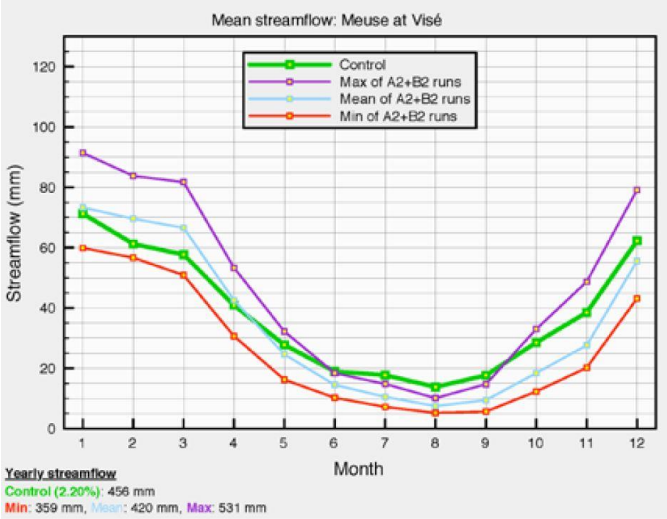


Abbildung 4: Entwicklung der mittleren Monatsabflüsse (in Grün die mit der Modellierung erhaltenen Werte für den vergangenen Zeitraum, der als Referenzzeitraum berücksichtigt wurde; in Blau, Violett und Rot die mit den Klimaszenarien erhaltenen zukünftigen Durchschnitts-, Minimal- und Höchstwerte)

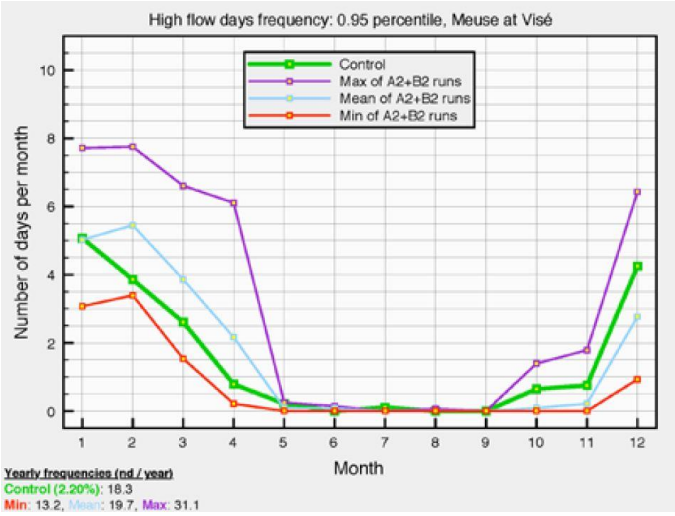


Abbildung 5: Entwicklung der Anzahl der Tage pro Monat, an denen der Tagesdurchfluss über Q95 liegt (in Grün die mit der Modellierung erhaltenen Werte für den vergangenen Zeitraum, der als Referenzzeitraum berücksichtigt wurde; in Blau, Violett und Rot die mit den Klimaszenarien erhaltenen zukünftigen Durchschnitts-, Minimal- und Höchstwerte)

d) CORDEX und HydroTrend

Neuerdings wird mit dem für Belgien (CORDEX.be) durchgeführten Projekt „COordinated Regional Climate Downscaling EXperiment and beyond" versucht, die Ergebnisse der globalen Zirkulationsmodelle, die zum fünften IPCC-Bericht geführt haben, noch weiter zu präzisieren. Dieses lokale Projekt verfolgt das allgemeine Ziel, die aktuellen Forschungsarbeiten Belgiens auf dem Gebiet der Klimamodellierung zu sammeln, um eine kohärente wissenschaftliche Grundlage für die künftigen Klimadienstleistungen in Belgien zu schaffen.

Bei den aus diesem Projekt gewonnenen Daten handelt es sich um Tagesdaten, die Höchst- und Tiefstwerte für die Temperatur sowie Werte bezüglich Niederschlag, relativer Feuchtigkeit, Sonneneinstrahlung und Windgeschwindigkeit umfassen. Diese Daten sind für eine Referenzperiode von 1975 bis 2005 verfügbar. Sie sind ebenfalls für den Zeitraum zwischen 2007 und 2100 verfügbar, bezogen auf drei Emissionsszenarien des letzten IPCC-Berichts.

Neben diesen Projekten im Zusammenhang mit den Klimaveränderungen ist HydroTrend darauf ausgerichtet, die Trends des Umfangs und der Frequenz der Hochwasserabflüsse in der Wallonie zu ermitteln und zu analysieren.

Dazu wurden die Jahresmaxima sowie die einen bestimmten Schwellenwert (POTs - peaks over threshold) überschreitenden Werte aus den Daten von 84 Pegeln extrahiert.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Schwankungsbreite der Hochwasserabflüsse bei den hydrologischen Analysen berücksichtigt werden muss. Da die Ergebnisse der Frequenzanalysen unter anderem in den Bemessungsstudien für Anlagen zur Hochwasserbekämpfung sowie für die Hochwassergefahrenkarten verwendet werden, könnte dies Auswirkungen auf das Hochwassermanagement in der Wallonie haben.

10. Koordinierung mit anderen EU-Politikfeldern

Die IMK erfüllt eine koordinierende Rolle bei der Erreichung der Ziele der WRRL und HWRM-RL Sie gewährleistet in diesem Rahmen eine Plattformfunktion, die die auf Ebene der IFGE Maas erforderlichen Informationsaustausche und Koordination ermöglichen.

Im Rahmen der Aktualisierung des übergeordneten Teils des WRRL-Bewirtschaftungsplans der Flussgebietseinheit Maas wurde beschlossen, dass die Hochwasserthematik im übergeordneten Teil des HWRM-Plans behandelt wird. Gleichwohl ist eine Koordinierung der beiden Richtlinien und eine Abstimmung bei der Maßnahmenplanung notwendig, um die Synergien auszuschöpfen und die Erreichung der Umweltziele nach Artikel 4 WRRL zu gewährleisten.

Dazu wurde eine Prüfung möglicher Synergien zwischen den Maßnahmen, die für das Management oder die Verringerung der Hochwasserrisiken umgesetzt werden können, und dem Erreichen der Umweltziele der Oberflächengewässer gemäß Artikel 4 WRRL durchgeführt. Anhang 4 gibt einen Überblick über die Ergebnisse dieser Analyse, die näher beschrieben wird im Bericht über die Koordination zwischen der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie und der Wasserrahmenrichtlinie in der internationalen Flussgebietseinheit Maas‘ (unveröffentlichtes Arbeitsdokument). Als Ergebnis dieser Prüfung wird vorgeschlagen, die Maßnahmen zu bevorzugen, die Synergien mit den Umweltzielen der WRRL aufweisen.

11. Liste der zuständigen Behörden und regionalen, nationalen und internationalen Koordinationsstruktur

Deutschland

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Schwannstraße 3

40467 Düsseldorf

Deutschland

https://www.umwelt.nrw.de

Belgien

Flämische Region

Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid

Dokter de Moorstraat 24-26

9300 Aalst

België

http://www.integraalwaterbeleid.be/

Wallonische Region

Gouvernement wallon

Cabinet du Ministre Président

Rue Mazy, 25-27

5100 Jambes (Namur)

Belgique

http://www.gov.wallonie.be

Frankreich

Samber

Monsieur le préfet coordonnateur de bassin Artois Picardie

2, rue Jacquemars Giélée

59039 Lille

France

mailto:secretariat@nord-pas-de-calais.pref.gouv.fr

Maas

Madame la préfète coordonnatrice de bassin Rhin Meuse

5, Place de la République

67000 Strasbourg

France

Luxemburg

Ministère du Développement durable et des Infrastructures

4, place de l'Europe

L- 1499 Luxembourg

Luxembourg

mailto:info@mddi.public.lu http://www.mddi.public.lu

Niederlande

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Postbus 20901, 2500 EX Den Haag, Nederland,

https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-waterstaat

Anhang 1: Austausch von Informationen: Artikel 6 HWRM-RL

Name des Gewässers	Ergebnis der Auswahl nach Artikel 5 HWRM-RL an den Grenzen	Aktualisierung der Kartierung gemäß Artikel 6 HWRM-RL, 1. Hochwassermanagement-Zyklus	Name des Gewässers	Ergebnis der Auswahl nach Artikel 5 HWRM-RL an den Grenzen	Aktualisierung der Kartierung gemäß Artikel 6 HWRM-RL, 1. Hochwassermanagement-Zyklus
FRANKREICH			**WALLONIEN**		
La Chiers	Ausgewählt Longlaville Longwy, Mont St Martin und Rehon	Nein	La Chiers	Ausgewählt	Ja
Le ruisseau du Coulmy	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Le Cussigny	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
La Base Vire	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	La Vire	Ausgewählt	Ja
Le Ton	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Le Ton	Ausgewählt	Ja
La Thonne	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	La Thonne	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
La Marche	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Le Williers - La Marge	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
Le ruisseau de l'Aulnois	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	La Tremble (à Muno)	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
La Goutelle	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	La Goutelle (à Sugny)	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
La Semoy	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	La Semois	Ausgewählt	Ja
Le ruisseau de Saint Jean (affluent Semoy)	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Le ruisseau de Saint Jean (affluent Semoy)	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
Ruisseau de Stol	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	La Stole (affluent de la Hulle)	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
La Hulle	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	La Hulle	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
La HJalle	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	HJalle	Ausgewählt	Ja
Ruisseau de Scheloupe	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Ruisseau de Scheloupe	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
Le Massembre	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Le Massembre	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
La Meuse	Ausgewählt zu Neufchâteau, Verdun, Thierville-sur-Meuse und Belleville-sur-Meuse als Bazeilles in Givet	Nein	La Meuse	Ausgewählte	Ja
R. de Prailes	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	R. de la Jonquière	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
Le Viroin	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Le Viroin	Ausgewählt	Ja
Ruiseau Deluve	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Ruisseau de Luve	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja

Name des Gewässers	Ergebnis der Auswahl nach Artikel 5 HWRM-RL an den Grenzen	Aktualisierung der Kartierung gemäß Artikel 6 HWRM-RL, 1. Hochwassermanagement-Zyklus	Name des Gewässers	Ergebnis der Auswahl nach Artikel 5 HWRM-RL an den Grenzen	Aktualisierung der Kartierung gemäß Artikel 6 HWRM-RL, 1. Hochwassermanagement-Zyklus
Ruisseau d'Alyse	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	L'Alisse (près de Fumay)	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
R. du Fond de Pernelle	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Forge du Prince (près de Bruly)	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
Eau noire	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Eau noire	Ausgewählt	Ja
R. de Sainte Anne	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Sainte Anne (Eau Noire)	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
Helpe majeure	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Helpe	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja
Thure	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Thure	Ausgewählt	Ja
Hantes	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Hantes	Ausgewählt	Ja
Sambre	Ausgewählt von Leval bis Jeumont	Nein	Sambre	Ausgewählt	Ja
FRANKREICH			**LUXEMBURG**		
Chiers	Ausgewählt Longlaville Longwy, Mont St Martin und Rehon	Nein	Chiers	Ausgewählt	Ja
WALLONIEN			**LUXEMBURG**		
Chiers	Ausgewählt	Ja	Chiers	Ausgewählt	Ja
WALLONIEN			**FLANDERN**		
Geer	Ausgewählt	Ja	Jeker	Ausgewählt	Ja
Rigole d'Awans	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja	Ezelbeek	Ausgewählt	Ja
Exhaure d'Ans	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja	Exhaure d'Ans / Beek	Ausgewählt	Ja
Berwinne	Ausgewählt	Ja	Berwijn	Ausgewählt	Ja
Le Biek (affl. Voer)	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja	De Beek (zijrivier Voer)	Ausgewählt	Ja
Gulp	Ausgewählt (Geringeres Risiko) NB: < 10 km²	Ja	Gulp	Ausgewählt	Ja
WALLONIEN			**DEUTSCHLAND**		
Iterbach	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja	Iterbach	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Inde	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja	Inde	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Vesdre	Ausgewählt	Ja	Weser	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Roer	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja	Rur	Nicht ausgewählt	Nicht relevant

Name des Gewässers	Ergebnis der Auswahl nach Artikel 5 HWRM-RL an den Grenzen	Aktualisierung der Kartierung gemäß Artikel 6 HWRM-RL, 1. Hochwassermanagement-Zyklus	Name des Gewässers	Ergebnis der Auswahl nach Artikel 5 HWRM-RL an den Grenzen	Aktualisierung der Kartierung gemäß Artikel 6 HWRM-RL, 1. Hochwassermanagement-Zyklus
Schwalmbach	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja	Perlenbach	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Olefbach	Ausgewählt (Geringeres Risiko)	Ja	Olef	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
WALLONIEN			**NIEDERLANDE**		
Meuse	Ausgewählt	Ja	Maas	Ausgewählte	Ja
Gueule	Ausgewählt	Ja	Geul	Ausgewählte	Ja
FLANDERN			**NIEDERLANDE**		
Gemeenschappelijke Maas	Ausgewählt	Ja	Gemeenschappelijke Maas	Ausgewählt	Ja
Gulp	Ausgewählt	Ja	Gulp	Ausgewählt	Ja
Voer	Ausgewählt	Ja	Voer	Ausgewählt	Ja
Jeker	Ausgewählt	Ja	Jeker	Ausgewählt	Ja
Itterbeek / Witbeek	Ausgewählt	Ja	Thornerbeek	Ausgewählt	Ja
Abeek - Grote Lossing/ Uffelsche beek	Ausgewählt	Ja	Uffelsche beek	Ausgewählt	Ja
Zuid-Willemsvaart	Nicht ausgewählt	Nicht relevant	Zuid-Willemsvaart	Ausgewählt	Ja
Dommel	Ausgewählt	Ja	Dommel	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Mark	Ausgewählt	Ja	Boven Mark	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Merkske	Ausgewählt	Ja	Merkske	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Weerijsbeek – Grote Aa	Ausgewählt	Ja	Aa of Weerijs	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Warmbeek	Ausgewählt	Ja	Tongelreep	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
De Aa	Ausgewählt	Ja	Rovertsche Leij / De Aa	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Leyloop	Ausgewählt	Ja	Poppelsche Leij	Nicht ausgewählt	Nicht relevant
Kleine Aa – Wildertse Beek	Ausgewählt	Ja	Watermolenbeek	Nicht ausgewählt	Nicht relevant

Name des Gewässers	Ergebnis der Auswahl nach Artikel 5 HWRM-RL an den Grenzen	Aktualisierung der Kartierung gemäß Artikel 6 HWRM-RL, 1. Hochwassermanagement-Zyklus	Name des Gewässers	Ergebnis der Auswahl nach Artikel 5 HWRM-RL an den Grenzen	Aktualisierung der Kartierung gemäß Artikel 6 HWRM-RL, 1. Hochwassermanagement-Zyklus
DEUTSCHLAND			**NIEDERLANDE**		
Wurm	Ausgewählt	Ja	Worm	Ausgewählt	Ja
Rodebach	Ausgewählt	Ja	Roode Beek/Geleenbeek	Ausgewählt	Ja
Kitschbach	Ausgewählt	Ja	Kitschbach	Ausgewählt	Ja
Rur	Ausgewählt	Ja	Roer	Ausgewählt	Ja
Niers	Ausgewählt	Ja	Niers	Ausgewählt	Ja
Nierskanal	Nicht ausgewählt, Das Risikogebiet auf deutscher Seite wurde eingeschränkt und geht nicht mehr bis an die niederländische Grenze	Nicht relevant	Geldernsch Nierskanaal	Nicht ausgewählt, weil es absolut keine Überschwemmungsgefahr entlang des niederländischen Abschnitts gibt	Nicht relevant

Anhang 2: Übersicht Informationsaustausch: Vergleichstabelle der mit den Hochwasserszenarien gemäß Artikel 6 Absatz 3 HWRM-RL einhergehenden Abflüsse bzw. Wasserstände

	Staaten - Regionen / Hydrologische Station / Bezugspunkt		**Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit**		**Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (voraussichtliches Wiederkehrintervall ≥ 100 Jahre)**		**Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit oder Szenarien für Extremereignisse**		**Anmerkungen**
			HQ10 / HQ30 / Sonstige		*HQ100 / HQ 200 / Sonstige*		*HQ1000 / Sonstige*		
Name des Gewässers	**Oberlauf**	**Unterlauf**	**Oberlauf**	**Unterlauf**	**Oberlauf**	**Unterlauf**	**Oberlauf**	**Unterlauf**	
Chiers	**WL**	**FR** / Longwy	?	71 m^3/s (Q_{10}) oder (Q_{30})	?	128 m^3/s (Q_{100})	?	166 m^3/s (Q_{100}) +30%	Die Daten der Chiers in Longwy stammen aus dem Hochwassergefahrenatlas der Chiers (BCEOM, 2007)
Meuse / Maas	**FR** / Station von Chooz-Graviat	**WL** / Französisch-belgische Grenze	(Q_{10}) ou (Q_{30})	1356 m^3/s (Q_{25})	1572 m^3/s (Q_{100})	1645 m^3/s (Q_{100})	2043 m^3/s (Q_{100} +30%)	2140 m^3/s (Q_{100}+30%)	Die Daten der Maas in Chooz stammen aus dem Hochwasservorhersage-Plan vom 28/10/1999.
Sambre / Samber	**FR** / Station von Hautmont (Maubeuge)	**WL** / Solre	120 m^3/s (*) (Q_{10})	148 m^3/s (Q_{25})	180 m^3/s (*) (Q_{100})	172 m^3/s (Q_{100})	Gegenstandslos (Kartografie anhand der hydromorphologischen Methode)	Gegenstandslos (Kartografie anhand rezenter Schwemmlandproben)	(*) vorläufige Daten der Samber in Maubeuge
Geer / Jeker (*)	**WL /** Eben Emael oder Kanne	**VL**	16,47 m^3/s (Q_{25})	T_{10}	17,54 m^3/s (Q_{100})	T_{100}		T_{1000}	Ein Modell verwendet
Rigole d'Awans / Ezelbeek	**WL**	**VL**		T10		T100		T1000	Keine Abfluss-Messstation
Exhaure d'Ans / Beek (*)	**WL**	**VL**		T_{10}		T_{100}		T_{1000}	Keine Abfluss-Messstation
Berwinne / Berwijn (*)	**WL** / Dalhem	**VL**	60,05 m^3/s (Q_{25})	T_{10}	105,82 m^3/s (Q_{100})	T_{100}		T_{1000}	Ein Modell verwendet
Biek (Nebenfluss Voer)/ De Beek (Nebenfluss Voer)	**WL**	**VL**		T_{10}		T_{100}		T_{1000}	Keine Abfluss-Messstation
Gulp	**WL**	**VL**		T10		T100		T1000	
Meuse / Maas	**WL** / Lixhe	**NL**	2726 m^3/s (Q_{25})	2302 m^3/s (Q_{10})	3115 m^3/s (Q_{100})	3224 m^3/s (Q_{100})	4060 m^3/s (Q_{100}+30%)	3862 m^3/s (Q_{1000})	
Gueule / Geul	**WL** / Sippenaeken	**NL** / Cottessen	39,10 m^3/s (Q_{25})	39 m^3/s (Q_{10})	57,89 m^3/s (Q_{100})	62,30 m^3/s (Q_{100})	92,43 m^3/s (Q_{1000})	107,1 m^3/s (Q_{1000})	Informationsaustausch innerhalb des Interreg-Projekts AQUADRA

									Ein Modell verwendet
Gulp	**VL**	**NL**	T10	6 m3/s (Q10)	T100	13 m3/s (Q100)	T1000		Kein Q1000 Modell an der Grenze
Gemeenschappelijke Maas / Grensmaas	**VL**	**NL** / Borgharen	2302 m^3/s (Q_{10})	2302 m^3/s (Q_{10})	3224 m^3/s (Q_{100})	3224 m^3/s (Q_{100})	3862 m^3/s (Q_{1000})	3862 m^3/s (Q_{1000})	Informationsaustausch innerhalb der Flämisch-niederländischen bilateralen Maaskommission
Voer (*)	**VL**	**NL**	T_{10}	T_{10}	T_{100}	T_{100}	T_{1000}	T_{1000}	Ein Modell verwendet
Jeker (*)	**VL**	**NL**	T_{10}	T_{10}	T_{100}	T_{100}	T_{1000}	T_{1000}	Ein Modell verwendet
Ittertbeek / Thornerbeek (*)	**VL** WIT012B (boundary node tiré du modèle)	**NL**	1,27 m^3/s (Q_{10})	1,27 m^3/s (Q_{10})	1,42 m^3/s (Q_{100})	1,42 m^3/s (Q_{100})	1,55 m^3/s (Q_{1000})	1,55 m^3/s (Q_{1000})	Abstimmung auf Grundlage der Abflussdaten
Abeek - Grote Lossing/ Uffelsche beek	**VL**	**NL**	T10	5,5 m^3/s (Q_{10})	T100	7.9 m^3/s (Q_{100})	T1000	11,1 m^3/s (Q1000)	
Wurm / Worm	Grenzübergang **DE-NL**	Grenzübergang **DE-NL**	HQ_{20}	T_{20}	HQ_{100}	Q_{100}	HQ_{extrem}	T_{1000}	Ein Modell genutzt und gemeinsame grenzüberschreitende Karte erstellt. Für den zweiten Zyklus gibt es ein neues Modell, daher wurden auch neue Berechnungen und Karten erstellt.
Rodebach / Roode Beek	Grenzübergang **DE-NL**	Grenzübergang **DE-NL**	HQ_{10}	T_{10}	HQ_{100}	T_{100}	HQ_{extrem}	T_{1000}	Grenzüberschreitendes Modell genutzt. Die Niederlande haben eine neue Berechnung durchgeführt. Dies führt zu geringfügigen Anpassungen der Hochwassergebiete auf niederländischer Seite. Auf deutscher Seite wurden die Hochwassergefahrengebiete, die im ersten Zyklus berechnet worden, waren, nicht angepasst. Deutschland hat neue Karten gemacht (neues Layout).
Kitschbach / Molenbeek	Grenzübergang **DE-NL**	Grenzübergang **DE-NL**	HQ_{20}	T_{20}	HQ_{100}	T_{100}	HQ_{extrem}	HQ_{extrem}	Ein Modell genutzt und gemeinsame grenzüberschreitende Karte erstellt.

									Im zweiten Zyklus wurde keine neue Berechnung durchgeführt. Deutschland hat neue Karten gemacht (neues Layout).
Rur / Roer	Grenzübergang **DE-NL** (Stah)	Grenzübergang **DE-NL** (Stah)	HQ_{20}	125,5 m³/s (T_{10})	HQ_{100}	180 m³/s (T_{100})	HQ_{extrem}	290 m³/s (T_{1000})	Für die Erstellung der Karten auf deutscher Seite wurden niederländische Daten genutzt und die Anfangsrandbedingungen des Modells mit denen des niederländischen Modells abgestimmt.
Niers	Grenzübergang **DE-NL**	Grenzübergang **DE-NL**	H=12,16 m (bei HQ_{10})	H=12,16 m (bei T_{10})	H=13,13 m (bei HQ_{100})	H=13,13 m (bei T_{100})	H=13,79 m (bei HQ_{extrem})	H=13,79 m (bei $T_{1250)}$)	Der gemeldete Wasserstand der Maas ist maßgebend an der DE-NL-Grenze. Dieser Wasserstand ist für Deutschland die Grundvoraussetzung stromabwärts.

(*) Für einige kleinere Nebenflüsse wurde anders gearbeitet, weil die Bezugspunkte stromauf- und stromabwärts der Grenze nicht immer auf oder nahe der Grenze liegen, wodurch die Wasserstände nicht vergleichbar sind.

Deshalb ist man auf folgende Weise vorgegangen:

- Voer, Jeker, Berwijn: Für diese Gewässer wurde im ersten Zyklus im Interreg-Projekt AQUADRA ein grenzüberschreitendes Modell erstellt, das die Grundlage für die Hochwasserrisiko- und Hochwassergefahrenkarten bildet. Die Abstimmung erfolgte hier aufgrund dieses Modells.

- Wurm, Rodebach, Kitschbach: Da die Gewässer Wurm, Rodebach und Kitschbach zum Teil grenzbildend sind, kann kein einzelner Abfluss an der Grenze angegeben werden. Die Karten für diese Gewässer wurden aber grenzüberschreitend mit Hilfe jeweils eines einzigen Modells erstellt. Die jeweiligen Abflüsse sind somit für beide Seiten identisch.

- Niers: Die Niers an der deutsch-niederländischen Seite liegt im Rückstaubereich der Maas. Als maßgeblich für die hydraulische Berechnung wurde daher mit dem Wasserspiegel der Maas gerechnet.

In der Tabelle sind die Wiederkehrintervalle (T_x) oder der Abfluss bei einer bestimmten Wiederkehr (HQ_x), für die Karten erstellt wurden, dargestellt.

Anhang 3: Maßnahmentypen, die eine potenzielle grenzüberschreitende Wirkung entfalten und die angestrebte Form der Koordination

Legende:

- Grün: Maßnahme oder Maßnahmentyp, für die eine Koordination oder ein Informationsaustausch nicht erforderlich ist;
- Orange: Maßnahme oder Maßnahmentyp, für die ein Informationsaustausch erforderlich ist;
- Rot: Maßnahme oder Maßnahmentyp für die eine Koordination erforderlich ist, entweder gemäß den Bestimmungen der HWRM-RL oder aufgrund des durch diese Koordination erzielten Mehrwertes.

	CIM-IMC-IMK
Aspekte des Hochwasserrisikomanagements	
1. Vermeidung	
1.1. Vermeidung	
Maßnahme zur Vermeidung der Ansiedlung neuer oder zusätzlicher Rezeptoren in hochwassergefährdeten Gebieten	
a) Landnutzungsplanung	
b) Landnutzungsbeschränkungen	
1.2. Entfernung oder Verlegung	
a) Entfernung / Rückbau von Rezeptoren aus hochwassergefährdeten Gebieten	
b) Verlegung von Rezeptoren in Gebiete mit niedrigerer Hochwasserwahrscheinlichkeit und / oder mit geringeren Gefahren	
1.3. Verringerung	
Maßnahme zur Anpassung der Rezeptoren, um die nachteiligen Folgen im Falle eines Hochwasserereignisses zu verringern, Maßnahmen an Gebäuden, öffentlichen Netzwerken usw..	
1.4. Sonstige Vorbeugungsmaßnahmen	
Sonstige Maßnahmen zur Unterstützung der Vermeidung von Hochwasserrisiken	
a) Modellierung und Bewertung von Hochwasserrisiken	
b) Bewertung der Anfälligkeit für Hochwasser	
c) Erhaltungsprogramme oder –maßnahmen	für grenzüber-schreitende Gewässer

2. Schutz	
2.1. Management natürlicher Überschwemmungen / Abfluss- und Einzugsgebiets-management	
Maßnahmen zur Reduzierung des Abflusses in natürliche und künstliche Entwässerungssysteme, wie Sammel- und / oder Speicherbecken für oberirdischen Abfluss, Verbesserung der Infiltration usw. einschließlich von in Überschwemmungsgebieten und in Gewässern vorhandenen Anlagen und der Wiederaufforstung von Böschungen zur Wiederherstellung natürlicher Systeme, die dazu beitragen, den Abfluss zu verzögern und Wasser zu speichern.	
2.2. Regulierung des Wasserabflusses	
Maßnahmen, die sich signifikant auf das hydrologische Regime auswirken; diese umfassen anlagenbedingte Eingriffe für die Abflussregulierung	
a) Baumaßnahmen, Änderung oder Beseitigung von Wasser zurückhaltenden Strukturen (z. B. Dämme oder andere angeschlossene Speichergebiete)	
b) Weiterentwicklung bestehender Vorgaben zur Abflussregulierung	
2.3. Anlagen im Gewässerbett, an der Küste und in Überschwemmungsgebieten	
Maßnahmen, die anlagebedingte Eingriffe in Süßwassergerinnen, Gebirgsflüssen, Ästuaren, Küstengewässern und hochwassergefährdeten Gebieten beinhalten, wie der Bau, Änderungen oder die Beseitigung von Bauwerken oder Änderungen von Gerinnen, dem Management der Sedimentdynamik, von Dämmen und Deichen.	
2.4. Management von Oberflächengewässern	
Maßnahmen, einschließlich anlagebedingter Eingriffe, zur Reduzierung von Überschwemmungen durch Oberflächengewässer, typischerweise aber nicht ausschließlich, in städtischen Gebieten, wie zum Beispiel Steigerung der künstlichen Entwässerungskapazität oder Bau nachhaltiger Entwässerungssysteme (sustainable drainage system SuDS).	
2.5. Sonstige	
Sonstige Maßnahme zur Verbesserung des Schutzes gegen Überschwemmungen, die gegebenenfalls Programme oder Maßnahmen zur Instandhaltung bestehender Hochwasserschutzeinrichtungen beinhalten können.	
3. Vorsorge	
3.1. Hochwasservorhersagen und -warnungen	
Maßnahme zur Einrichtung bzw. Verbesserung von Hochwasservorhersage- oder -warndiensten	
3.2. Planung von Hilfsmaßnahmen für den Notfall / Notfallplanung	
Maßnahme zur Einrichtung oder Verbesserung von institutionellen Notfallplänen für den Fall von Hochwasserereignissen	
3.3. Öffentliches Bewusstsein und Vorsorge	
Maßnahme zur Bildung und Stärkung des öffentlichen Bewusstseins bzw. der öffentlichen Vorsorge im Fall von Hochwasserereignissen	
3.4. Sonstige Vorsorge	

Sonstige Maßnahme zur Einrichtung oder Verbesserung der Vorsorge bei Hochwasserereignissen zur Verminderung nachteiliger Folgen	
4. Wiederherstellung / Regeneration und Überprüfung	
4.1. Überwindung der Folgen für den Einzelnen und die Gesellschaft	
Aufräum- und Wiederherstellungsaktivitäten (Gebäude, Infrastruktur, etc.)	
Unterstützende Maßnahmen für körperliche Gesundheit und geistiges Wohlbefinden, einschl. Stressbewältigung	
Finanzielle Katastrophenhilfe (Zuschüsse, Steuern), einschließlich juristischer Unterstützung und Arbeitslosenunterstützung im Katastrophenfall	
Zeitweilige oder dauerhafte Umsiedlung	
Sonstiges	
4.2. Beseitigung von Umweltschäden / Regeneration	
Aufräum- und Wiederherstellungsaktivitäten (mit verschiedenen Unterpunkten wie Schutz gegen Schimmelpilze, Sicherheit von Brunnenwasser, Sicherung von Gefahrstoffbehältern)	
4.3. Sonstige Wiederherstellung / Regeneration und Überprüfung	
Erfahrungen aus Hochwasserereignissen	
Versicherungsstrategien	
Sonstige	

Anhang 4: Potenzielle Synergie zwischen den Maßnahmentypen der HWRM-RL und den Umweltzielen der WRRL

Legende:

+ = Maßnahmentypen der HWRM-RL, die die Umweltziele der WRRL unterstützen

0 = Maßnahmentypen der HWRM-RL, die für die Umweltziele der WRRL nicht relevant sind

! = Maßnahmentypen der HWRM-RL, die ggf. zu einem Zielkonflikt mit den Umweltzielen der WRRL führen können und einer Einzelfallprüfung unterzogen werden müssen

	FR	WL	NRW	VL	NL	IMK
Aspekte des Hochwasserrisikomanagements						
1. <u>Vermeidung</u>						
1.1. Vermeidung						
Maßnahme zur Vermeidung der Ansiedlung neuer oder zusätzlicher Rezeptoren in hochwassergefährdeten Gebieten	+	+	+	+	+	+
a) Landnutzungsplanung	+	+	+	+	+	+
b) Landnutzungsbeschränkungen	+	+	+	+	+	+
1.2. Entfernung oder Verlegung						
a) Entfernung / Rückbau von Rezeptoren aus hochwassergefährdeten Gebieten	+	+	+	+	+	+
b) Verlegung von Rezeptoren in Gebiete mit niedrigerer Hochwasserwahrscheinlichkeit und / oder mit geringeren Gefahren	+	+	+	+	+	+
1.3. Verringerung						
Maßnahme zur Anpassung der Rezeptoren, um die nachteiligen Folgen im Falle eines Hochwasserereignisses zu verringern, Maßnahmen an Gebäuden, öffentlichen Netzwerken usw..	+	+ / ! / 0	+ / ! / 0	+ / ! / 0	0 / +	
1.4. Sonstige Vorbeugungsmaßnahmen						
Sonstige Maßnahmen zur Unterstützung der Vermeidung von Hochwasserrisiken						
a) Modellierung und Bewertung von Hochwasserrisiken	0	0	0	0	0	0
b) Bewertung der Anfälligkeit für Hochwasser	0	0	0	0	0	0
c) Erhaltungsprogramme oder – maßnahmen	+ / !	+ / !	0	+ / !	+ / !	+ / !
2. <u>Schutz</u>						
2.1. Management natürlicher Überschwemmungen / Abfluss- und Einzugsgebiets-management						
Maßnahmen zur Reduzierung des Abflusses in natürliche und künstliche Entwässerungssysteme, wie Sammel- und / oder Speicherbecken für oberirdischen Abfluss, Verbesserung der Infiltration usw.	+	+	+	+	+	+

einschließlich von in Überschwemmungsgebieten und in Gewässern vorhandenen Anlagen und der Wiederaufforstung von Böschungen zur Wiederherstellung natürlicher Systeme, die dazu beitragen, den Abfluss zu verzögern und Wasser zu speichern.						
2.2. Regulierung des Wasserabflusses						
Maßnahmen, die sich signifikant auf das hydrologische Regime auswirken; diese umfassen anlagenbedingte Eingriffe für die Abflussregulierung						
a) Baumaßnahmen, Änderung oder Beseitigung von Wasser zurückhaltenden Strukturen (z. B. Dämme oder andere angeschlossene Speichergebiete)	+ / !	+ / !	!	+ / !	+ / !	+ / !
b) Weiterentwicklung bestehender Vorgaben zur Abflussregulierung	+ / !	+ / !	!	+ / !	+ / !	+ / !
2.3. Anlagen im Gewässerbett, an der Küste und in Überschwemmungs-gebieten						
Maßnahmen, die anlagebedingte Eingriffe in Süßwassergerinnen, Gebirgsflüssen, Ästuaren, Küstengewässern und hochwassergefährdeten Gebieten beinhalten, wie der Bau, Änderungen oder die Beseitigung von Bauwerken oder Änderungen von Gerinnen, dem Management der Sedimentdynamik, von Dämmen und Deichen.	+ / !	+ / !	!	+ / !	+ / !	+ / !
2.4. Management von Oberflächengewässern						
Maßnahmen, einschließlich anlagebedingter Eingriffe, zur Reduzierung von Überschwemmungen durch Oberflächengewässer, typischerweise, aber nicht ausschließlich in städtischen Gebieten, wie zum Beispiel Steigerung der künstlichen Entwässerungskapazität oder Bau nachhaltiger Entwässerungssysteme.	+	+	! / 0	+	+	+
2.5. Sonstige						
Sonstige Maßnahme zur Verbesserung des Schutzes gegen Überschwemmungen, die gegebenenfalls Programme oder Maßnahmen zur Instandhaltung bestehender Hochwasserschutzeinrichtungen beinhalten können.	+ / !	+ / !	0	+ / !	+ / !	+ / !
3. <u>Vorsorge</u>						
3.1. Hochwasservorhersagen und -warnungen						

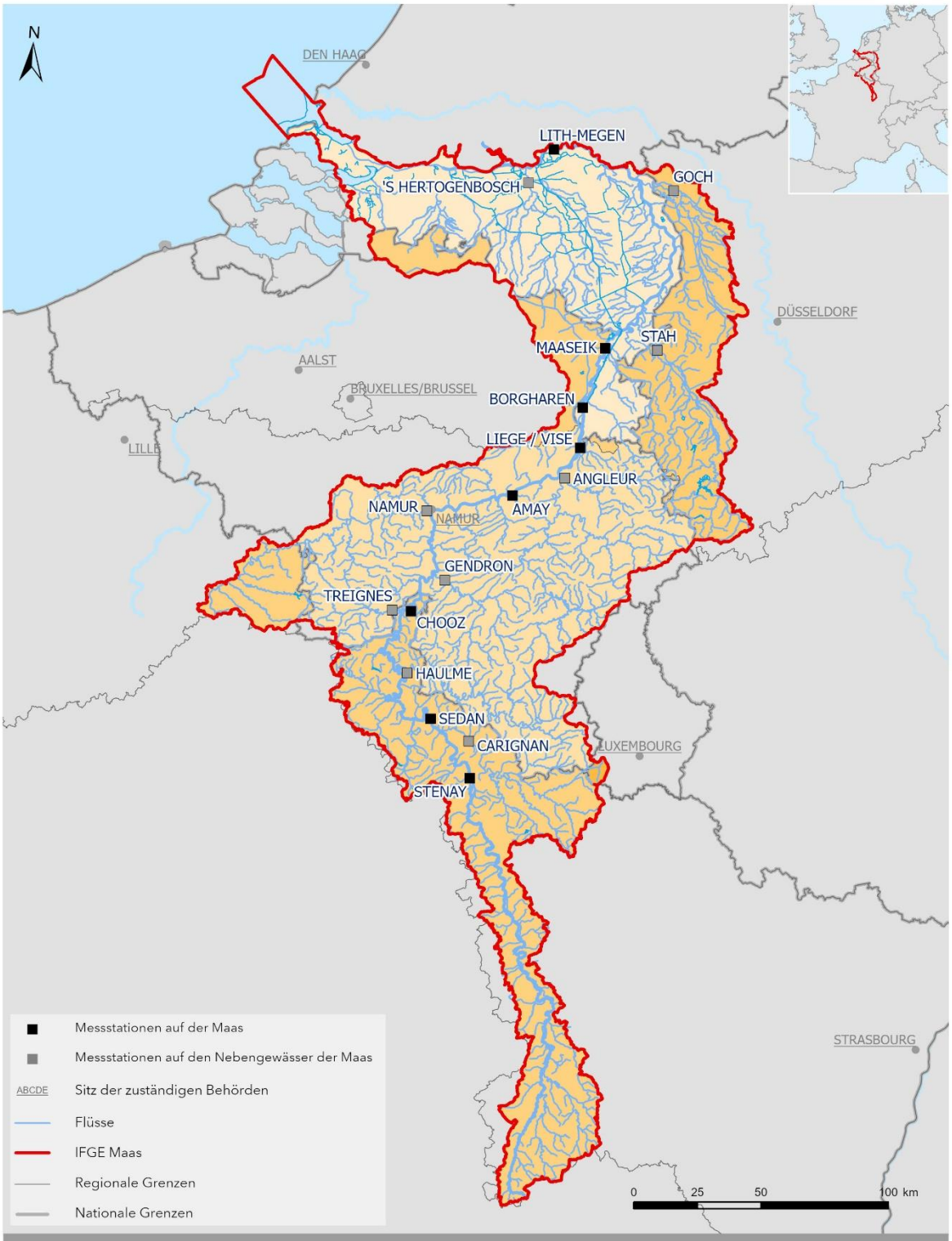
Maßnahme zur Einrichtung bzw. Verbesserung von Hochwasservorhersage- oder -warndiensten.	0 / +	0 / +	0 / +	0 / +	0 / +	0 / +
3.2. Planung von Hilfsmaßnahmen für den Notfall / Notfallplanung						
Maßnahme zur Einrichtung oder Verbesserung von institutionellen Notfallplänen für den Fall von Hochwasserereignissen.	0 / +	0 / +	0	0 / +	0 / +	0 / +
3.3. Öffentliches Bewusstsein und Vorsorge						
Maßnahme zur Bildung und Stärkung des öffentlichen Bewusstseins bzw. der öffentlichen Vorsorge im Fall von Hochwasserereignissen	0 / +	0 / +	0	0 / +	0 / +	0 / +
3.4. Sonstige Vorsorge						
Sonstige Maßnahme zur Einrichtung oder Verbesserung der Vorsorge bei Hochwasserereignissen zur Verminderung nachteiliger Folgen	0	0	0	0	0	0
4. <u>Wiederherstellung / Regeneration und Überprüfung</u>						
4.1. Überwindung der Folgen für den Einzelnen und die Gesellschaft						
Aufräum- und Wiederherstellungsaktivitäten (Gebäude, Infrastruktur, etc.)	0	0	0	0	0	0
Unterstützende Maßnahmen für körperliche Gesundheit und geistiges Wohlbefinden, einschl. Stressbewältigung	0	0	0	0	0	0
Finanzielle Katastrophenhilfe (Zuschüsse, Steuern), einschließlich juristischer Unterstützung und Arbeitslosenunterstützung im Katastrophenfall	0	0	0	0	0	0
Zeitweilige oder dauerhafte Umsiedlung	0	0	0	0	0	0
Sonstiges	0	0	0	0	0	0
4.2. Beseitigung von Umweltschäden / Regeneration						
Aufräum- und Wiederherstellungsaktivitäten (mit verschiedenen Unterpunkten wie Schutz gegen Schimmelpilze, Sicherheit von Brunnenwasser, Sicherung von Gefahrstoffbehältern)	0 / +	0 / +	0	0 / +	0 / +	0 / +
4.3. Sonstige Wiederherstellung / Regeneration und Überprüfung						
Erfahrungen aus Hochwasserereignissen	0 / +	0 / +	0 / +	0 / +	0 / +	0 / +
Versicherungsstrategien	0	0	0	0	0	0
Sonstige	0	0	0	0	0	0

Anhang 5: rückblickende Analyse der Hochwasserereignisse in der IFGE Maas

Station / Pegel	Gestionnaire / Operator / Betreiber	Cours d'eau / waterloop / Gewässer	BV /SG /EZG (km²)	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
STENAY	DREAL Grand-Est	MEUSE / MAAS	3904	-	-	-	188	121	321	352	290	377	156	392	146	263	130	220	188	146	330	345	353	424	404					283	247	384	146	463	432	193	415	399	533	222	368	247	392	313	254	437	262	268	116	248	336	245	188	268	291	260	340	157	164	243	179	410	194
CARIGNAN	DREAL Grand-Est	CHIERS	1967	-	-	-	-	-	-	-	73	208	62,5	90,8	83	82,3	78,5	82,3	86	57,5	87	83	99,5	89,6	102	103	217	117	82,5	93,3	92	117	93,3	109	122	104	191	113	197	96,4	113	1400	144	113	144	133	138	134	109	139	144	109	124	142	148	144	144	81,8	75,1	183	148	150	139
SEDAN	DREAL Grand-Est	MEUSE / MAAS	6492	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	572	875	285	440	413	318	244	501	583	420	383	211	285	421	291	271	328	393	367	411	215	234	320	391	552	277
HAULME	DREAL Grand-Est	SEMOIS / SEMOY	1336	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	226	291	178	403	99,5	300	285	228	222	235	383	200	641	293	465	131	237	288	303	142	329	241	457	153	113	141	321	159	166	215	364	266	164	111	122	130	169	231	169
TREIGNES	SPW	VIROIN	548,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,7	72,9	48,7	60,7	59,4	74,5	62,2	55,8	76,5	68,8	89,4	171	99,5	88,6	70,1	122	54,8	94,5	98	110	62,3	104	78,8	79,4	273	98,2	147	56,5	69	105	126	60,2	145	133	189	62,0	57,5	59,1	117	117	110	177	237	91,2	192	88,9	60,4	83,6	64	55,5	89,9
CHOOZ	DREAL Grand-Est	MEUSE / MAAS	10120	690	730	640	895	540	1050	906	835	775	763	901	541	457	472	616	615	295	763	616	648	705	295	836	607	1150	496	740	713	751	568	736	1114	655	1450	978	1570	480	623	852	996	560	1020	1060	####	604	490	523	809	579	713	790	1030	787	620	451	468	592	605	784	674
GENDRON	SPW	LESSE	1286	-	-	-	-	-	-	-	-	122	84,3	178	101	120	91,6	126	105	58,1	131	116	121	377	130	124	157	228	94,7	159	156	210	143	201	188	150	391	167	328	78,5	133	160	234	120	290	274	346	130	89,6	94,3	186	179	153	133	339	169	253	124	90,8	151	114	129	152
NAMUR	SPW	SAMBRE	2843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	207	217	208	424	216	337	263	228	264	295	203	321	418	385	172	162	173	202	226	199	302	314	217	229	234	217	232	160	161	241
AMAY	SPW	MEUSE / MAAS	16416	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	667	897	1142	1521	852	1511	1549	####	1036	843	816	1181	1009	1089	1419	1826	1279	1282	983	841	1017	996	1155	1127
ANGLEUR	SPW	OURTHE	3607	413	501	456	331	331	480	607	403	343	280	621	170	315	259	415	204	183	254	284	446	748	505	399	509	822	231	472	485	711	332	342	770	329	829	402	654	193	226	602	480	338	351	686	599	408	372	302	389	296	345	490	647	409	342	329	321	314	260	345	537
LIEGE / VISE	SPW	MEUSE / MAAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	846	1038	1634	1996	1333	1835	2186	####	1325	1134	1139	1530	1378	1168	1636	2244	1619	1414	1166	1091	1151	####	1335	1476
BORGHAREN	RWS	MEUSE / MAAS		1576	2114	1621	1506	1124	1881	1935	1565	1349	714	2154	924	976	793	1241	1014	619	1186	1031	1420	1989	1246	1317	1057	2461	850	1665	1530	1810	1125	1420	1767	1191	2954	1592	2697	737	1055	1619	1977	1153	1758	2128	####	1218	1105	1072	1430	1252	1087	1613	2214	1506	1236	1031	895	1204	####	1359	1540
MAASEIK		MEUSE / MAAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1018	1382	1970	1271	1306	1095	2187	858	1535	1463	1825	1103	1353	1715	1200	2811	1609	2736	758	1064	1621	1913	1186	1766	2180	####	1337	1166	1120	-	1286	1194	1659	2177	1503	1284	1036	994	1219	####	1406	1593
STAH	LANUV	RUR / ROER		84,4	114	95,8	43,2	46,6	109	129	112	99,6	55,7	103	42	54,5	51,6	89,5	86,9	39	49	50,3	76	111	104	86,7	129	116	69,9	82,1	117	126	93,6	82,1	109	68	119	73	105	51	61	96	74	73	88	123	109	92	96	56	89	70	56	96	129	97	54	115	69	67	36	77	123
GOCH	LANUV	NIERS / NIERSE		42,4	25,6	23,5	19,7	10,1	29,4	33,7	27,7	26,8	18,8	29,9	14,7	10,1	9,1	22,4	18,9	10,8	10,4	12,6	22,1	30,3	27,5	23,3	25,3	30,0	21,7	28,2	24,9	24,8	18,0	17,6	15,5	12,5	18,6	31,0	39,0	16,0	14,3	36,7	29,1	21,8	18,9	30,1	35,0	18,9	27,6	17,1	21,4	18,1	17,3	29,2	28,1	22,3	17,6	18,5	20,0	29,3	18,7	21,0	13,2
LITH-MEGEN	RWS	MEUSE / MAAS		1603	1782	1538	1311	953	1883	1998	1508	1432	903	1975	1001	960	876	1201	1039	736	1112	1079	1252	1531	1264	1322	1121	2231	980	1335	1381	1738	1103	1219	1578	1160	2752	1705	2865	805	1031	1481	1560	1338	1768	2004	####	1241	1199	1069	1501	1233	1034	1443	2069	1496	1291	1003	1101	1233	####	1438	1493
'S HERTOGENBOSCH	WDD	DOMMEL	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37,5	57,5	79,4	73,3	61,7	57,2	71,1	62	76,1	17,7	61,5	52,2	42,2	50,2	43,8	87,3	83,5	99,6	40,1	43,6	100	86	66,6	53,6	98,3	104	48	76,6	50,9	59,3	55,3	52,9	82	82,5	65,7	52,6	40,2	45,6	33	65	53,5	51,5

Wiederkehrintervall	T > 2 Jahre	T > 10 Jahre	T > 20 Jahre	T > 50 Jahre	T > 100 Jahre
Hochwasser	Saisonales Hochwasser	Kleineres Hochwasser	Mittleres Hochwasser	Großes Hochwasser	Sehr großes Hochwasser
Häufigkeit	Sehr häufig	Häufig	Weniger häufig	Selten	Sehr selten
Potenzielle Schäden	Örtliche Ausuferungen	Überschwemmung landwirtschaftlicher Flächen und vereinzelter Wohngebäude, örtliche Unpassierbarkeit von Straßen und Wegen	Überschwemmung landwirtschaftlicher Flächen und von Siedlungsgebieten, Unpassierbarkeit von überörtlichen Verkehrswegen	Weiträumige Ausuferungen mit örtlichen Evakuierungen der Bevölkerung aufgrund von Unterbrechungen der Strom- und Trinkwasserversorgung	Weiträumige Evakuierungen der Bevölkerung aus Gesundheits- oder Sicherheitsgründen, Überstauung bzw. Dammbruch möglich

Pegel	T = 2 Jahre	T = 10 Jahre	T = 20 Jahre	T = 50 Jahre	T = 100 Jahre
STENAY	**260**	**440**	**500**	**590**	**650**
CARIGNAN	**110**	**170**	**190**	**210**	**230**
SEDAN	**330**	**490**	**550**	**650**	**700**
HAULME	**210**	**400**	**460**	**540**	**600**
TREIGNES	**74**	**128,9**	**149,8**	**176,9**	**197,3**
CHOOZ	**690**	**940**	**1100**	**1300**	**1500**
GENDRON	**133**	**229,9**	**267**	**314,9**	**350,9**
NAMUR	**190,3**	**300,2**	**342,2**	**396,6**	**437,4**
AMAY	**1008,2**	**1476,6**	**1655,8**	**1887,6**	**2061,3**
ANGLEUR	**365,2**	**576,3**	**657**	**761,4**	**839,7**
LIEGE / VISE	**1240**	**1907,6**	**2162,8**	**2493,2**	**2740,8**
BORGHAREN	**1410**	**2260**	**2560**	**2930**	**3190**
MAASEIK	**1562**	**2284**	**2600**	**3005**	**3316**
STAH	**87**	**122**	**136**	**155**	**160**
GOCH	**23,7**	**32,8**	**36,3**	**40,6**	**43,6**
LITH-MEGEN	**1409**	**2177**	**2448**	**2785**	**3014**
'S HERTOGENBOSCH	**62**	**82**	**90**	**102**	**111**



Standort der Stationen in der rückblickenden Analyse der Hochwasserereignisse in der IFGE Maas

Projected coordinate reference system : ETRS89-LCC

Alle Rechte vorbehalten: Übergeordneter Teil des Hochwasserrisiko- managementplans 2 (HWRMP 2). IMK, 2021

Anhang 6: Methodik der verfügbaren Studien zu den potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung der Hochwasserabflüsse

1 – AMICE

Dieses Unterkapitel soll die entsprechend dem Bericht „Analysis of climate change, high-flows and low-flows scenarios on the Meuse basin“ vom 30. Juni 2010 vorgestellte(n) Methode und Ergebnisse der Aktion 3 des Work Package 1 des Interreg-Projekts AMICE (Adaptation of the Meuse to the Impacts of Climate Evolutions) zusammenfassen.

Zweck dieser zwischen 2009 und 2010 im Rahmen des Programms Interreg IV-B der Europäischen Union durchgeführten Aktion war die Ermittlung möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt der Fließgewässer im Maaseinzugsgebiet in naher Zukunft (2021-2050) und in ferner Zukunft (2071-2100).

Es wurde eine Zusammenfassung der Literatur über den Klimawandel erstellt.

Die ausgewerteten Studien zeigen alle recht eindeutige Trends für den Mittelmeerraum (sehr starker Temperaturanstieg und Rückgang der Niederschläge) und Skandinavien (starker Temperaturanstieg und Zunahme der Niederschläge). Das Maaseinzugsgebiet liegt zwischen diesen beiden Regionen, und je nach verwendetem Modell wird das Maaseinzugsgebiet trockener oder erfährt eine Zunahme der Niederschläge.

Die AMICE-Partner haben beschlossen, die Ergebnisse der Klimamodelle in künftige Klimata zu unterteilen, um die beiden möglichen Klimaentwicklungen des Einzugsgebiets zu untersuchen: ein feuchtes Klima und ein trockenes Klima. Dieser pragmatische Ansatz wurde aus nachstehenden Gründen gewählt: (1) eine begrenzte Zeit um mit dem zu arbeiten, was verfügbar war (2), die Unsicherheit einiger Klimamodelle, die ein trockeneres Klima prognostizierten und andere, die eine feuchtere Zukunft vorhersagten.

An dieser Stelle kann erwähnt werden, dass Blenkinsop und Fowler (2007) im Rahmen des europäischen Projekts PRUDENCE mehrere regionale Klimamodelle getestet haben, insbesondere im Maaseinzugsgebiet. Die regionalen Klimamodelle haben ein breites Spektrum an Anomalien offenbart: von 0 % Änderung bis 60 % Änderung in ein und demselben Monat. Es überrascht daher nicht, dass die AMICE-Partner mit sehr unterschiedlichen Ergebnissen ihrer nationalen Klimasimulationen konfrontiert werden. Dieselben Autoren führen ebenfalls an, dass mehrere Modelle die räumliche Veränderlichkeit des Klimawandels deutlich machen.

Bei den von den AMICE-Partnern vorgelegten Szenarien handelt es sich um nachvollziehbare Szenarien: sie unterscheiden sich nicht wesentlich von den in den übrigen Studien über die Klimaauswirkungen verwendeten Trends. Dennoch bedeutet dies nicht, dass das Szenario mit feuchtem oder trockenem Klima tatsächlich eintreten wird. Die Wasserbewirtschafter und die Entscheidungsträger müssen sich sehr wohl bewusst sein, dass die Ergebnisse lediglich zwei mögliche künftige Klimatrends darstellen, ohne die geringste absolute Sicherheit bezüglich des künftig wirklich eintretenden Klimas.

Es wurde eine Zusammenfassung der Literatur über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Hydrologie der Maas erstellt.

Die sich daraus ergebende Hauptschlussfolgerung ist, dass die einfachste Lösung in der Entwicklung neuer klimatischer und hydrologischer Szenarien besteht. Zu diesem Zweck war die optimale Lösung die Anwendung des „delta change“-Konzepts auf die bestehenden

nationalen Szenarien, um ein feuchtes und ein trockenes Szenario für die Zeiträume 2021-2050 und 2071-2100 für jedes nationale Teileinzugsgebiet zu erstellen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Für die Definition von Trocken- und Feuchtszenarien verwendete Klimamodelle, die in den einzelnen Teilen des Einzugsgebiets verwendet werden

	SRES scenarios	Climate experiment or model	Data provider and contact person	Downscaling method	Source of data	Type of simulation	Time period for the control run
French part of the basin	A2/A1B	ARPEGE-climat v4.6	Météo-France (L. Labbé)	Bias correction (Q-Q plot)	Météo France	Transient simulation	1961-1990
Walloon part of the basin	A1B/ A2/B1/B2	CCI-HYDR Perturbation Tool	KULeuven (P. Willems)	statistical	Royal Institute Belgium		1961-1990
German part of the basin	A1B	WETTREG (wet scenario) CLM (dry scenario)	DWD (T. Deutschländer)	dynamical (CLM) & statistical (WETTREG)	WETTREG: Meteo Research pp Umweltbundesamt CLM: MPI-M-M/MaD pp BMBF	Transient simulation	1971-2000
Dutch and Flemish parts of the basin	A2/B1	PRUDENCE	KNMI	dynamical & statistical	KNMI	Transient	1961-1990

Meteorologische Variablen für die Zukunftszeiträume wurden unter Verwendung der nach dem Delta-Change-Verfahren umgerechneten Daten aus der der klimatologischen Datenbank E-OBS 2.0 (vgl. Abbildung Nr. 1) berechnet.

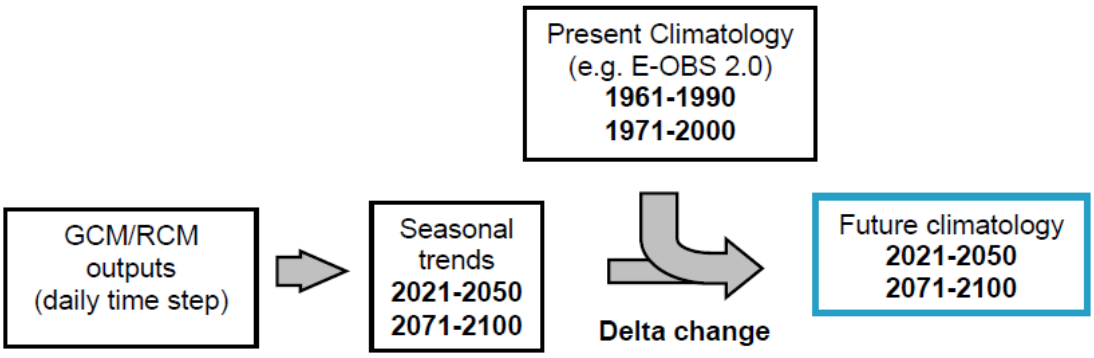


Abbildung 1: Im Rahmen von AMICE verwendetes Verfahren zur Erhebung der künftigen Wetterdaten

Beim Delta-Change-Verfahren werden die Tageswetterdaten des Ist-Zustands abgeleitet, indem sie für jeden Kalendertag wie folgt umgewandelt werden:

- für die Temperaturen: $T_{Zukunft} = T_{obs\ Gegenwart} + (\langle T_{mod\ Zukunft}\rangle - \langle T_{mod\ Gegenwart}\rangle)$
- für die Niederschläge: $T_{Zukunft} = T_{obs\ Gegenwart} + (\langle T_{mod\ Zukunft}\rangle - \langle T_{mod\ Gegenwart}\rangle)$

Wobei:

- $T_{Zukunft}$ und $P_{Zukunft}$ die in der Zukunft beobachteten Tageswerte sind;
- $T_{obs\ Gegenwart}$ und $P_{obs\ Gegenwart}$ sind die in der Gegenwart berechneten Tageswerte (database E-OBS 2.0);
- $\langle T_{mod\ Gegenwart}\rangle$ und $\langle P_{mod\ Gegenwart}\rangle$ sind die vieljährigen Mittel der mit globalen Klimamodellen (GCM) oder regionalen Klimamodellen (RCM) für den Ist-Zustand berechneten Tageswerte (vgl. Tabelle 1);
- $\langle T_{mod\ Zukunft}\rangle$ und $\langle P_{mod\ Zukunft}\rangle$ sind die vieljährigen Mittel der mit Klimamodellen (GCM oder RCM) berechneten Tageswerte (vgl. Tabelle 1).

Die AMICE-Partner haben eindeutige Unterschiede zwischen den aus den vier nationalen Teilen des Einzugsgebiets hervorgegangenen Klimaszenarien festgestellt. Für die Wahrung der Kohärenz der Abflüsse vom Oberlauf zum Unterlauf, vor allem an den Grenzen, wurde ein grenzübergreifendes Szenario entwickelt. Dazu wurden die nationalen Trends jeweils nach der Fläche jedes Teileinzugsgebiets gewichtet (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Gewichtung, die auf die nationalen Umwandlungsfaktoren angewendet wurde, um ein länderübergreifendes Szenario zu erhalten

	Drainage area (km²)	Weighting coefficient
France	10.120	0,31
Walloon	10.880	0,33
Flanders & Netherlands	8.662	0,26
Germany	3.338	0,10
Transnational Meuse	**33.000**	**1,0**

Hinsichtlich der Hochwasserereignisse macht es einen großen Unterschied, ob es 20 % mehr oder 20 % länger regnet. Mit den aktuell verfügbaren Klimaszenarien lässt sich dieser Punkt nicht spezifizieren. Allerdings modifizieren die meisten Projekte im Zusammenhang mit dem Klima die Niederschlagsintensität, jedoch nicht ihre Dauer. Das AMICE-Projekt hat diese Linie verfolgt. Diese Entscheidung wurde hauptsächlich getroffen, da wir uns auf die Maximal- bzw. Minimalabflüsse und weniger auf das Überflutungsvolumen fokussieren. Der Maximalabfluss hängt mit dem Wasserstand zusammen und bestimmt das überschwemmte Gebiet. Das Volumen hängt mit der eigentlichen Überflutungsdauer zusammen und ist wichtig, um zu berechnen, wie lange das Gebiet überflutet sein wird. Im AMICE-Projekt sind die Partner davon ausgegangen, dass das überschwemmte Gebiet modifiziert werden kann, die Dauer der Überflutung jedoch gleich der aktuellen Dauer bleibt.

Eines der wesentlichen Defizite des AMICE-Projekts ist die Untersuchung der Extremniederschläge in den kleinen Einzugsgebieten.

Auf kleine Gebiete konzentrierte Extremniederschläge können verheerende Schlammlawinen auslösen. Die Auswirkungen auf den Wasserstand sind sehr begrenzt, aber die Schäden sind örtlich sehr kostspielig. Im Gegensatz zu den großen Hochwasserereignissen, die insbesondere im Winter auftreten, können sich Extremniederschläge zu jedem Zeitpunkt des Jahres ereignen. Derartige Ereignisse sind beispielsweise im Mai 2008 im östlichen Teil von Lüttich aufgetreten.

Die Klimaszenarien prognostizieren ein häufigeres Auftreten dieser Extremereignisse. Dieses Phänomen ist jedoch im Maaseinzugsgebiet kaum bekannt. Es gibt kein Monitoring bzw. keine ausführliche Analyse ihrer Häufigkeit und ihrer Ursachen. Überdies ist es auch sehr schwierig, die genaue Position und die Intensität dieser Ereignisse vorherzusagen und noch schwieriger, sie zu modellieren. Folglich haben sich die AMICE-Projekt-Partner darauf beschränkt, lediglich zu erwähnen, dass im kommenden Jahrhundert Extremniederschläge häufiger auftreten könnten (Christensen et Christensen, 2003 – Intensification of extreme European summer precipitation in a warmer climate. Global and Planetary Change, 2004, 44, 107–117).

2 – Neue Erkenntnisse verfügbar seit AMICE

a) KNMI'14 Studie:

Gestützt auf die neuen Vorhersagen, die vom zwischenstaatlichen Expertengremium für Klimaänderungen (IPCC) veröffentlicht wurden, hat das Königlich Niederländische Meteorologische Institut (KNMI) vier neue Klimaszenarien, die so genannten KNMI'14, für die Niederlande mit den Zeithorizonten 2050 und 2085 erarbeitet (vgl. Abbildungen Nr. 2 und 3 –

Quelle = „KNMI'14 climate scenarios for the Netherlands – Revised edition 2015"), die zugleich die Temperaturentwicklung (Szenarien G und W) sowie die Veränderungen in der Luftzirkulation (Indizes H et L) berücksichtigen.

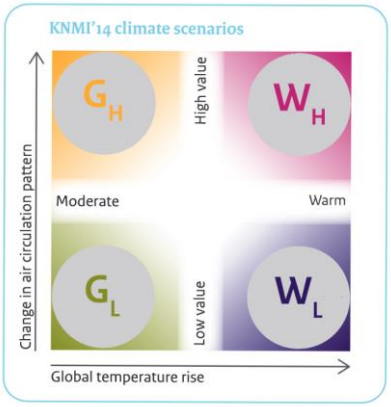


Abbildung 2: KNMI'14-Szenarien (G bedeutet Gematigd, d.h. im Niederländischen gemäßigt; W bedeutet warm,– H bedeutet High und L bedeutet Low)

Der durchschnittliche globale Temperaturanstieg ist das erste Einstufungskriterium, das die Szenarien unterscheidet. In den G-Szenarien beträgt der durchschnittliche globale Temperaturanstieg 2050 1 °C und 2085 1,5 °C gegenüber 1981-2010; in den W-Szenarien beträgt er 2050 2 °C und 2085 3,5 °C gegenüber 1981-2010 (vgl. Abbildung Nr. 4). G bedeutet im Niederländischen Gematigd, d.h. gemäßigt; W bedeutet im Niederländischen Warm, d.h. warm. Diese Bandbreiten einer künftigen Erwärmung beinhalten etwa 80% der jüngsten Berechnungen des Klimamodells.

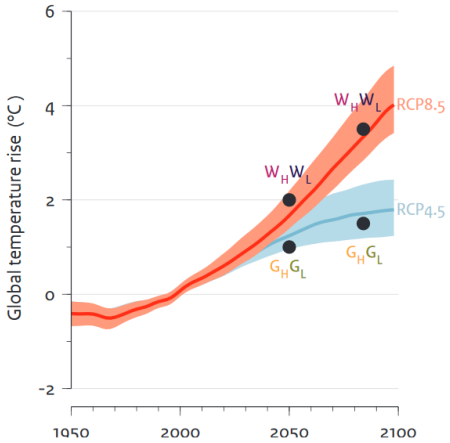


Abbildung 3: Temperaturanstieg bis 2050 und 2085 gegenüber dem Zeitraum 1981-2010 in den KNMI'14-Szenarien

In den H-Szenarien (High) treten die Westwinde im Winter häufiger auf. Daraus ergibt sich eine milde und feuchtere Wetterlage als in den L-Szenarien (Low). Im Sommer haben die Hochdrucksysteme in den H-Szenarien einen größeren Einfluss auf die Wetterbedingungen. Verglichen mit den L-Szenarien entstehen aus diesen Hochdrucksystemen mehr Ostwinde, was für die Niederlande wärmeres und trockeneres Wetter bedeutet. Sie führen zur Veränderung bis 2050 und 2085 im Vergleich zum Klima des Zeitraums 1981-2010.

Ein fünftes Wetterszenario $W_{H,dry}$ wurde entwickelt, um mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt der Maas bis 2050 und 2085 im Falle eines extrem trockenen Sommers zu identifizieren.

Für die Berechnung der künftigen Tagesniederschläge im Vergleich zu den Ist-Zustands-Tagesniederschlägen wurde ein neues, als „Advanced Delta-Change“ bezeichnetes Verfahren verwendet (vgl. Abbildung Nr. 4 aus „KNMI’14 climate scenarios for the Netherlands – Revised edition 2015“).

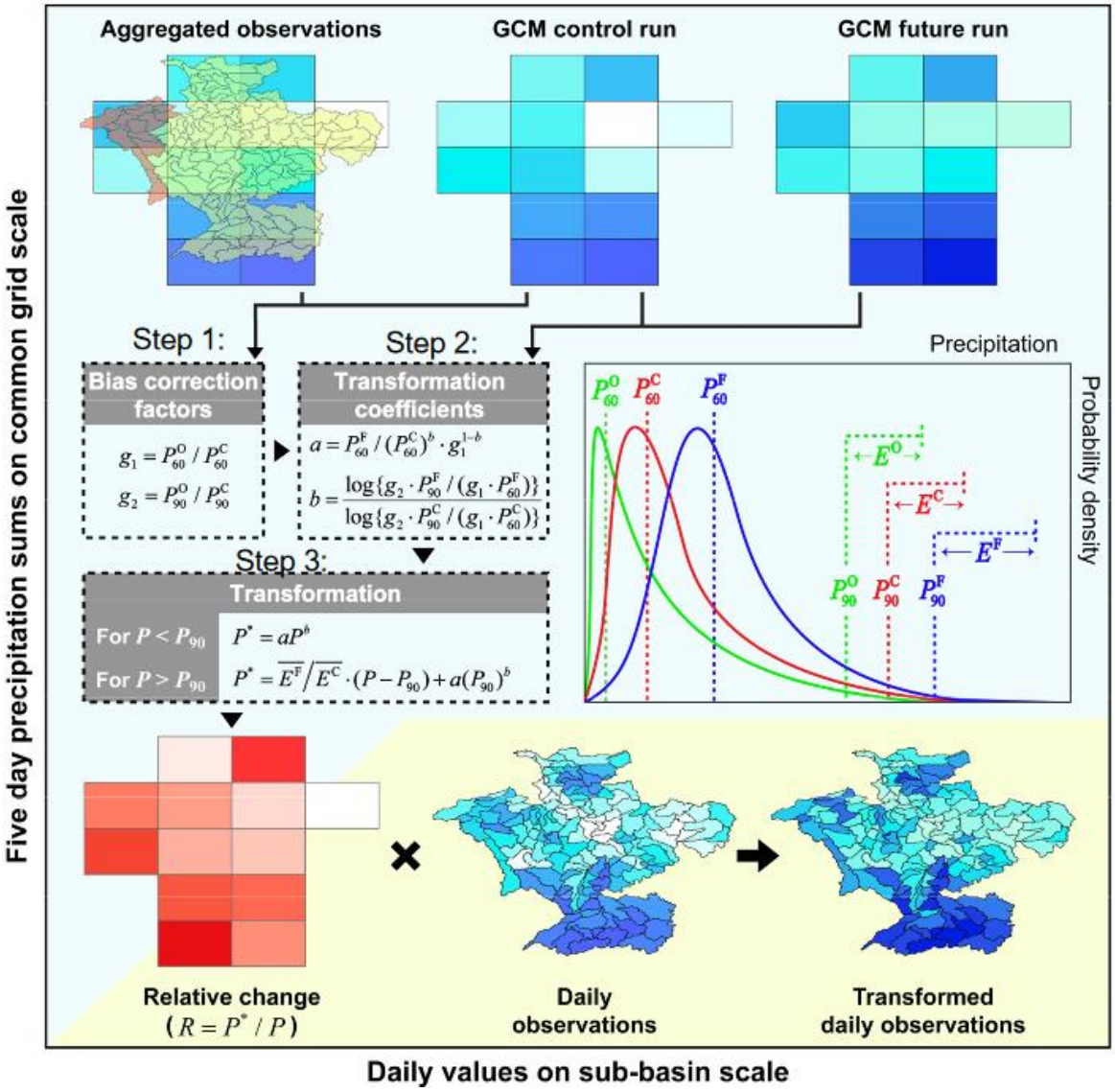


Abbildung 4: Rechenschritte im „Advanced Delta-Change“-Verfahren für die Umrechnung der Ist-Zustands-Tagesniederschläge gemäß den in den RCM/GCM beobachteten Schwankungen

Die Abflüsse für die Ist-Zustands- und die Zukunfts-Zeiträume wurden unter Verwendung des hydrologischen HBV-Modells berechnet (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning)[10] gekoppelt mit dem hydraulischen Modell SOBEK für die Ausbreitung der Hochwasserwelle ab Chooz (vgl. Abbildung 5).

[10] *Bergström, S. (1976) Development and application of a conceptual runoff model for Scandinavian catchments. SMHI Reports RHO, No. 7, Norrköping.*
Bergström, S. (1976): Development and application of a conceptual runoff model for Scandinavian catchments. Ph.D. Thesis. SMHI Reports RHO No. 7, Norrköping.
Bergström, S. (1992) The HBV model - its structure and applications. SMHI Reports RH, No. 4, Norrköping.

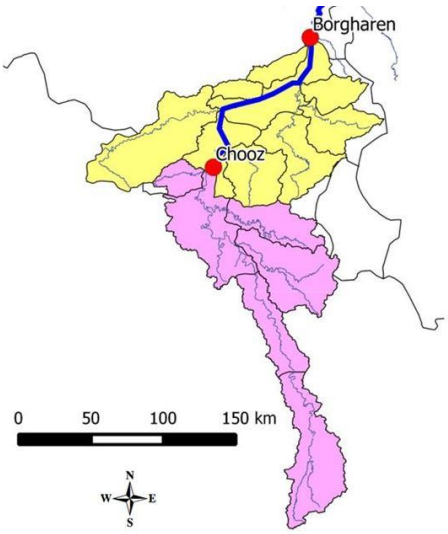


Abbildung 5: Lage der hydrologischen Station von Borgharen an der Maas

b) Explore 2070

Von Juni 2010 bis Oktober 2012 wurde ein vom französischen Umweltministerium finanziertes Studienprojekt mit der Bezeichnung „projet Explore 2070“ durchgeführt, um die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf das Oberflächenwasserdargebot über den Zukunfts-Zeitraum 2046-2065 im Vergleich mit dem Ist-Zustands-Bezugszeitraum 1961-1990 auf der Grundlage des A1B-Szenarios des vierten Sachstandsberichts des IPCC zu bewerten.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine Berechnungskette unter Einbeziehung zweier hydrologischer Modelle (GR4 J und Isba-Modcou) für 1522 Einzugsgebiete in Kontinentalfrankreich (vgl. Abbildung Nr. 6 aus dem Bericht „Explore 2070 - Hydrologie de surface A1 – Rapport de synthèse“) und 35 Einzugsgebiete in den Übersee-Departements (Guadeloupe, Guyana, Martinique und Réunion) eingesetzt.

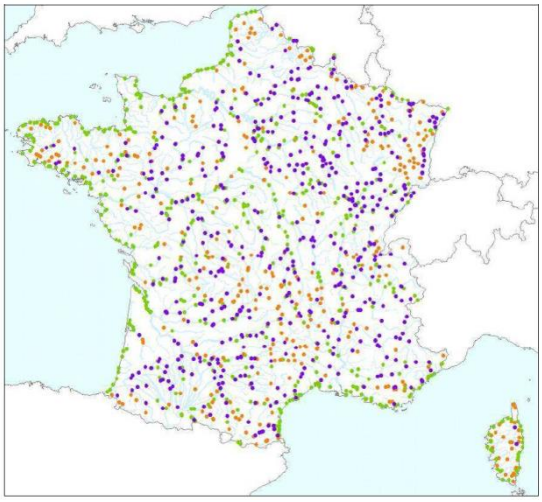


Abbildung 6: Lokalisierung der Berechnungspunkte des Explore 2070-Projekts (violett = Punkte mit GR4J und Modcou – orange = Punkte ausschließlich mit GR4J – grün = Punkte ausschließlich mit Modcou).

Sieben Klimamodelle wurden verwendet, um Abflussprojektionen mit Hilfe zweier hydrologischer Modelle für den Ist-Zustands-Zeitraum 1961-1990 und den Zukunfts-Zeitraum 2046-2065 (vgl. Tabelle Nr. 3 aus dem Bericht „Explore 2070 - Hydrologie de surface A1 – Rapport de synthèse“) zu erstellen.

Tabelle 3: Im Explore 2070-Projekt verwendete Klimamodelle

Scénario GES	*Nom Modèle et Nomenclature Explore 2070*		*Nom de la simulation*	*Centre climatique*	*Période fournie : (années hydrologiques comprises entre)*
A1B	CCCMA_CGCM3	**C1**	A1B_CCCMA-CGCM3	CCCMA (Canada)	1961-1991 2046-2065
A1B	ECHAM5/MPI	**C2**	A1B_ECHAM5-MPI	MPI (Allemagne)	1961-1991 2046-2065
A1B	ARPEGE V3+	**C3**	A1B-ARPV3	Météo-France	1961-1991 2046-2065
A1B	GFDL-CM2.0	**C4**	A1B_GFDL-CM2.0	GFDL (USA)	1961-1991 2046-2065
A1B	GFDL-CM2.1	**C5**	A1B_GFDL-CM2.1	GFDL (USA)	1961-1991 2046-2065
A1B	GISS_MODEL_ER	**C6**	A1B_GISS-MODEL-ER	GISS (USA)	1961-1991 2046-2065
A1B	MRI-CGCM2.3.2	**C7**	A1B_MRI-CGCM2.3.2	MRI (Japon)	1961-1991 2046-2065

Zu diesem Zweck wurde eine statistische Downscaling-Methode für den Übergang von der Maschenweite der Klimamodelle zu einer mit den verwendeten hydrologischen Modellen kompatiblen Maschenweite von 8 km x 8 km eingesetzt.

Es handelt sich um eine multivariate statistische Disaggregation, die auf der Nutzung des Wettertyp-Konzepts beruht und sich aus der traditionellen Analogmethode ableitet (vgl. Abbildungen Nr. 7 und 8 aus dem CERFACS-Bericht „DSCLIM: A software package to downscale climate scenarios at regional scale using a weather-typing based statistical methodology“).

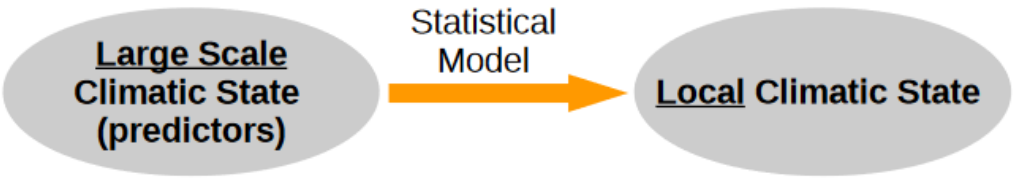


Abbildung 7: Allgemeines Schema der statistischen Downscaling-Methoden

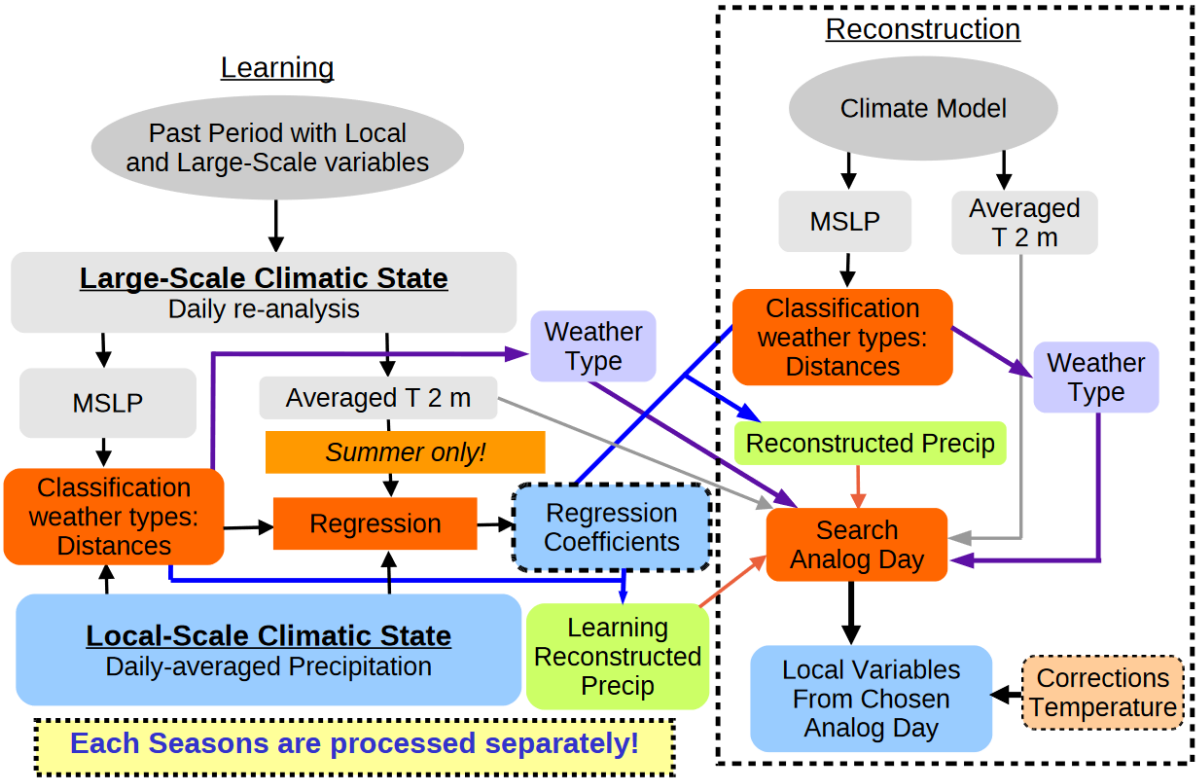


Abbildung 8: Umsetzungsschritte bei der DSCLIM-Downscaling-Methode

Die regionalen klimatischen Besonderheiten werden genutzt, um diskriminierende Wettertypen für eine gegebene lokale Variable (die Niederschläge) festzulegen. Die grundlegende Annahme ist, dass jedes einzelne Wetterregime (dargestellt durch eine Variable großräumiger Zirkulation der Atmosphäre, der/die Prädiktor(en)) einer spezifischen Verteilung der lokalen Klimavariablen zugeordnet ist (beispielsweise die Temperatur und die kleinräumigen Niederschläge, der/die Prädiktant(en)). Diese Zuordnung wird durch eine Übertragungsfunktion dargestellt, die statistisch aus den verfügbaren Beobachtungen und/oder Reanalysen gebildet wird.

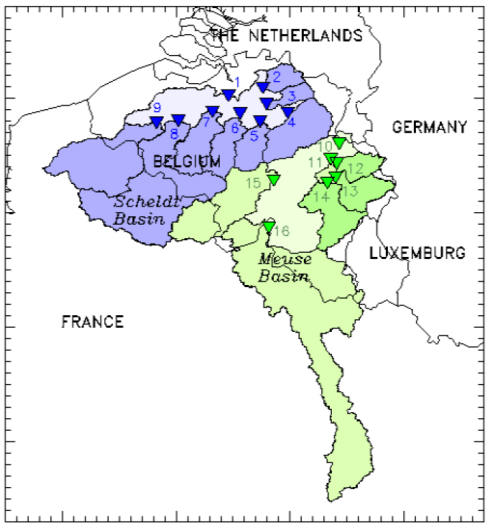
Die für die Bildung der Übertragungsfunktion verwendeten Datensätze sind einerseits die bei Météo-France (für die Prädiktanten) entwickelte mesoskalige meteorologische Analyse SAFRAN und andererseits die meteorologische Reanalyse des National Center for Environmental Prediction NCEP (für die Prädiktoren).

Eine multivariate Klassifizierung bezüglich des Geopotenzialfeldes in 500 hPa und der Niederschläge (310-tägliche Bezugsniederschlagsreihen) im Tageszeitschritt erfolgt im Raum der Hauptkomponenten des Niederschlagsfeldes SAFRAN. Dazu werden acht bis zehn Wetterregime ausgewählt. Diese Wetterregime sind diskriminierend für die Tagesniederschläge. Anschließend wird nur der großräumige Teil beibehalten (bereitgestellt durch das Geopotenzial in 500 hPa, Z500), um die Wettertypen zu definieren.

Es wird eine Regression zwischen den Niederschlägen aus SAFRAN auf einem 8km-Raster und die Distanz zu den Wettertypen berechnet. Eine bedingte Stichprobenwiederholung ermöglicht die Festlegung der Analoga. Ein Temperaturindex Europas (DJ –Djmodèle) ermöglicht die Schätzung der Temperaturen (einheitliche Korrektur der Temperatur im Verhältnis zu der durch das Analogon gelieferten Temperatur). Das Downscaling erfolgt somit auf dem SAFRAN-Raster (Maschenweite 8 km).

c) CCI-HYDR

Das Forschungsprojekt CCI-HYDR der KU Löwen und des Königlichen Meteorologischen Instituts von Belgien von 2005 bis 2010 hatte das Ziel, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Extremereignisse in den Flüssen der belgischen Teile der Einzugsgebiete von Maas und Schelde und die Abwassersammelanlagen zu untersuchen (vgl. Abbildung 9 aus dem Artikel « Climate change and hydrological extremes in Belgian catchments » von Baguis, P., Roulin, E., Willems, P., Ntegeka, V., veröffentlicht 2010 in der Zeitschrift *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*).



	Watershed	Outlet	Area (km^2)
			Scheldt Basin
1	Scheldt	Antwerp	18801
2	Kleine Nete	Grobbendonk	590
3	Grote Nete	Hulshout	468
4	Demer	Diest	1908
5	Dijle	Wilsele	896
6	Zenne	Eppegem	1096
7	Dender	Confluence	1389
8	Bovenschelde	Asper	5810
9	Leie	St Baafs	3506
			Meuse Basin
10	Meuse	Visé	20588
11	Ourthe	Angleur	3627
12	Vesdre	Confluence	708
13	Amblève	Martinrive	1068
14	Ourthe	Tabreux	1616
15	Sambre	Namur	1964
16	Meuse	Chooz	10120

Abbildung 9: Im Rahmen des CCI-HYDR-Projekts berechnete Stationen

Die für diese Studie vorgenommenen Abflusssimulationen stützen sich auf das Modell SCHEME (SCHEldt-MEuse), die Vertriebsversion des KMI-Abflussmodells (Bultot und Dupriez, 1976). Das Modell wurde in verschiedenen, die unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen in Belgien abbildenden Einzugsgebieten von etwa 100 bis 1600 km² erfolgreich eingesetzt (Gellens und Roulin, 1998).

Die Struktur des SCHEME-Modells umfasst neun Landnutzungsformen mit einem Akkumulations- und Schneeschmelzmodul für jeden Nutzungstyp. Die Evapotranspiration wird auf der Grundlage des von der Vegetation abgefangenen Wassers und des Wassergehalts zweier Bodenschichten sowie der potenziellen Evapotranspiration (PET) nach der Penman-Formel berechnet. Das Oberflächenwasser wird mit einer einheitlichen Abflussganglinie simuliert, und das Grundwasser wird durch zwei Reservoirs dargestellt. Der an jeder Zelle des Netzes erzeugte Abfluss wird mit einem das Wasserwegenetz berücksichtigenden Untermodell 1-D dem Austritt zugeführt. (vgl. Abbildung Nr. 10 – aus dem Artikel Climate change and hydrological extremes in Belgian catchments).

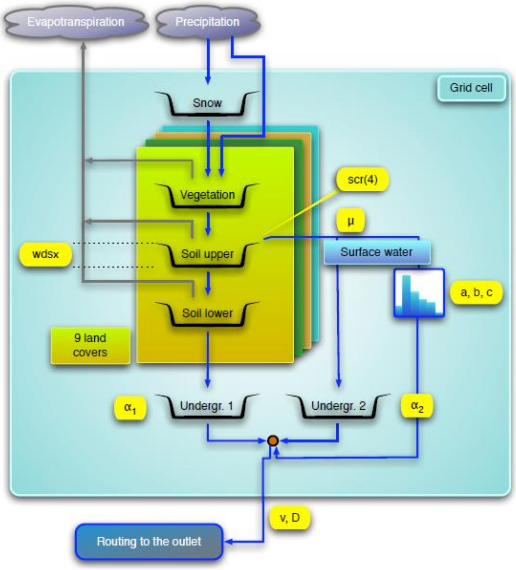


Abbildung 10: Schema der Mechanismen des Modells SCHEME

Die im Rahmen des CCI-HYDR verwendeten Klimadaten wurden ermittelt, indem die auf der Grundlage einer Variante des Delta-Change-Verfahrens beobachteten Wetterdaten umgewandelt wurden (vgl. Abbildung Nr. 11 aus dem Schlussbericht „Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems in Belgium“).

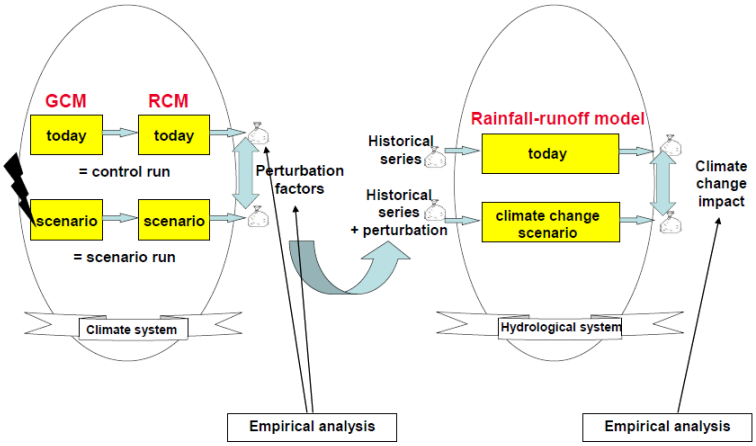


Abbildung 11: Grundsatz zur Erhebung der für die Berechnungen mit SCHEME verwendeten Klimadaten

Die auf die tatsächlichen Wetterdaten angewendeten Umwandlungsfaktoren wurden aus den Ergebnissen des europäischen Projekts PRUDENCE (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining EuropeaN Climate change risks and Effects - Christensen et al., 2007 - http://prudence.dmi.dk) gewonnen, in dem elf RCM eingesetzt wurden, um ein dynamisches Downscaling der mit Hilfe von vier unterschiedlichen GCM nach den Treibhausgasemissionsszenarien A2 und B2 ermittelten Klimadaten durchzuführen (vgl. Tabelle Nr. 4 aus dem Artikel Climate change and hydrological extremes in Belgian catchments).

Tabelle 4: Für die mit SCHEME durchgeführten hydrologischen Berechnungen verwendete Klimadaten

MEMBER	SCENARIO	RESOLUTION (Km)	SCENARIO	GCM	RCM
SMHI	SMHI-MPI-A2	49	A2	ECHAM4/OPYC	RCAO
	SMHI-MPI-B2	49	B2	ECHAM4/OPYC	
	SMHI-HC-22	24	A2	HadAM3H	
	SMHI-A2	49	A2	HadAM3H	
	SMHI-B2	49	B2	HadAM3H	
KNMI	KNMI	47	A2	HadAM3H	RACMO
METNO	METNO-A2	53	A2	HadAM3H	HIRHAM
	METNO-B2	53	B2	HadAM3H	
DMI	DMI-S25	25	A2	HadAM3H	HIRHAM
	DMI-ecsc-A2	50	A2	ECHAM4/OPYC	
	DMI-ecsc-B2	50	B2	ECHAM4/OPYC	
	DMI-HS1	50	A2	HadAM3H	
	DMI-HS2	50	A2	HadAM3H	
	DMI-HS3	50	A2	HadAM3H	
ETH	ETH	55	A2	HadAM3H	CHRM
HC	HC-adhfa	50	A2	HadAM3P	HadRM3P
	HC-adhfe	50	A2	HadAM3P	
	HC-adhff	50	A2	HadAM3P	
	HC-adhfd-B2	50	B2	HadAM3P	
MPI	MPI-3005	55	A2	HadAM3H	REMO
	MPI-3006	55	A2	HadAM3H	
CNRM	CNRM-DC9	59	A2	ARPEGE	ARPEGE
	CNRM-DE5	59	A2	ARPEGE	
	CNRM-DE6	59	A2	ARPEGE	
	CNRM-DE7	59	A2	ARPEGE	
GKSS	GKSS-SN	55	A2	HadAM3H	CLM
	GKSS	55	A2	HadAM3H	CLM
ICTP	ICTP-A2	52	A2	HadAM3H	RegCM
	ICTP-B2	52	B2	HadAM3H	RegCM
UCM	UCM-A2	52	A2	HadAM3H	PROMES
	UCM-A2	52	B2	HadAM3H	

d) CORDEX und HydroTrend

Aufgrund der Tatsache, dass Belgien bezogen auf den Maßstab der Klimazonen klein ist, sind zunächst die Trends der Klimaentwicklung in Europa zu betrachten. Im europäischen Maßstab sagen alle IPCC-Modelle für sämtliche Emissionsszenarien eine signifikante globale Erwärmung für ganz Europa[11] sowie einen beträchtlichen Anstieg extremer Ereignisse wie Hitzewellen, Dürren und Starkregen voraus.
Für Belgien versuchen einige, mit den alten Emissionsszenarien des vierten IPCC-Berichts durchgeführte Studien, die Temperaturentwicklung bis 2100 vorherzusagen. Alle prognostizieren eine globale Erwärmung für diesen Zeithorizont. Unabhängig von dem in den unterschiedlichen Klimamodellen zugrunde gelegten Emissionsszenario sowie der betrachteten Jahreszeit ist für das 21. Jahrhundert tendenziell ein Temperaturanstieg auszumachen. Dieser Anstieg weist, je nach betrachtetem Emissionsszenario, Unterschiede auf[12].
Die Niederschlagsentwicklung in Belgien bis zur Jahrhundertwende betreffend fallen die Trends weniger eindeutig aus, und es sind erhebliche Abweichungen festzustellen, je nachdem, welche Studie und welches Modell zugrunde gelegt werden. Trotz der Unterschiede

[11] Valentini, R., Bouwer, L. M., Georgopoulou, E., Jacob, D., Martin, E., Pounsevell, M., and Soussana, J.-F. (2014). Europe. In Climate Change 2014–Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, pages 1267–1326. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
[12] Marbaix, P. and Van Ypersele, J. (2004). Impacts des changements climatiques en Belgique. Greenpeace, Bruxelles.

stimmen die Untersuchungen darin überein, dass die Niederschlagsereignisse bis 2100 zum einen häufiger werden, aber zum anderen auch intensiver[13] [14].
Zusammenfassend lässt sich Folgendes feststellen: Die künftige Niederschlagsentwicklung in Belgien scheint wesentlich unsicherer zu sein als die Temperaturentwicklung. Denn für alle Treibhausgasemissionsszenarien und unabhängig vom verwendeten Modell ist bis zur Jahrhundertwende ein tendenzieller Temperaturanstieg zu konstatieren, während die Niederschlagsentwicklung, je nach Jahreszeit und betrachtetem Szenario, unterschiedlich auszufallen scheint. Bei einer Kombination des prognostizierten Temperaturanstiegs mit einer Erhöhung der Evapotranspiration und einem Rückgang der Niederschläge sind signifikante Verfügbarkeitsprobleme der Ressource Wasser zu erwarten[15].
Neuerdings wird mit dem für Belgien (CORDEX.be) durchgeführten Projekt „COordinated Regional Climate Downscaling EXperiment and beyond" versucht, die Ergebnisse der globalen Zirkulationsmodelle, die zum fünften IPCC-Bericht geführt haben, noch weiter zu präzisieren. Dieses lokale Projekt verfolgt das allgemeine Ziel, die aktuellen Forschungsarbeiten Belgiens auf dem Gebiet der Klimamodellierung zu sammeln, um eine kohärente wissenschaftliche Grundlage für die künftigen Klimadienstleistungen in Belgien zu schaffen. Insbesondere soll das Projekt unter anderem einen Beitrag zum europäischen Projekt Euro-CORDEX leisten und über dieses hinaus gehen, indem für Belgien feinskaligere (4 km Auflösung) Klimaprojektionen vorgenommen werden, damit beispielsweise die Auswirkungen des Klimawandels auf die Agrarproduktion oder auf die Sturmfluten untersucht werden können[16].
Bei den aus diesem Projekt gewonnenen Daten handelt es sich um Tagesdaten, die Höchst- und Tiefstwerte für die Temperatur sowie Werte bezüglich Niederschlag, relative Feuchtigkeit, Sonneneinstrahlung und Windgeschwindigkeit umfassen. Diese Daten sind für eine Referenzperiode von 1975 bis 2005 verfügbar. Sie sind ebenfalls für den Zeitraum zwischen 2007 und 2100 verfügbar, bezogen auf drei Emissionsszenarien des letzten IPCC-Berichts. Bei diesen Szenarien handelt es sich um Szenarien repräsentativer Profile für die Konzentrationstrends.
Die drei im Rahmen des Projekts CORDEX.be betrachteten Szenarien sind die beiden Extremszenarien (das Szenario RCP8.5, das einen Einfluss von +8.5 W/m2 bis 2100 vorsieht, und das Szenario RCP2.6, das einen Einfluss von +2.6 W/m2 für denselben Zeitraum vorsieht) sowie ein Zwischenszenario (das Szenario RCP4.5, das einen Einfluss von +4.5 W/m2 bis 2100 vorsieht). Das optimistischste Szenario (RCP 2.6) sieht lediglich eine auf weniger als 1°C begrenzte Erwärmung vor. Das pessimistischste Szenario (RCP 8.5) wiederum sieht eine Erwärmung von mehr als 3°C in Belgien vor (météo.be).
Neben diesen Projekten im Zusammenhang mit den Klimaveränderungen ist HydroTrend darauf ausgerichtet, die Trends der Amplitude und der Frequenz der Hochwasserabflüsse in der Wallonie zu ermitteln und zu analysieren.
Dazu wurden die Jahresmaxima sowie die einen bestimmten Schwellenwert (POTs - peaks over threshold) überschreitenden Werte aus den Daten von 84 Pegeln extrahiert. Für die Analyse der längerfristigen Entwicklung der Relation Hochwasserabfluss – Wiederkehrperiode wurden Frequenzanalysen über 20-Jahres-Zeiträume durchgeführt. Die Signifikanz der Trends wurde anschließend mit Hilfe statistischer Tests überprüft.
Positive und negative Trends wurden an etwas mehr als der Hälfte der Messstationen festgestellt. Zwölf Prozent der Stationen sind von Bedeutung für die Amplitude der Jahresmaxima und die Frequenz, und sechs Prozent sind von Bedeutung für die Amplitude

[13] Baguis, P., Roulin, E., Willems, P., and Ntegeka, V. (2010b). Climate change scenarios for precipitation and potential evapotranspiration over central Belgium. Theoretical and Applied Climatology, 99 : 273.
[14] Madsen, H., Lawrence, D., Lang, M., Martinkova, M., and Kjeldsen, T. (2014). Review of trend analysis and climate change projections of extreme precipitation and floods in Europe. Journal of Hydrology, 519 :3634–3650
[15] Degré, A. and Bauwens, A. (2009). Amice : Rapport d'activité intermédiaire du comité d'accompagnement wallon.
[16] Van Schaeybroeck, B., Termonia, P., De Ridder, K., Fettweis, X., Gobin, A., Luyten, P., Marbaix, P., Pottiaux, E., Stavrakou, T., Van Lipzig, N., et al. (2017). The foundation for climate services in Belgium: Cordex. be. In EGU General Assembly Conference Abstracts, volume 19, page 6855.

der POTs. Im Scheldeeinzugsgebiet sind die Trends mehrheitlich positiv, aber im Maaseinzugsgebiet sowohl positiv als auch negativ.
Diese Ergebnisse zeigen, dass die Instationarität der Hochwasserabflüsse bei den hydrologischen Analysen berücksichtigt werden muss. Da die Ergebnisse der Frequenzanalysen unter anderem in den Auslegungsstudien für Anlagen zur Hochwasserbekämpfung sowie für die Hochwassergefahrenkarten verwendet werden, könnte dies Auswirkungen auf das Hochwassermanagement in der Wallonie haben.

Anhang 7: Zusammenfassende Beschreibung der Organisation der Dienststellen für Hochwasservorhersage und Hydrometrie

1 – Frankreich

Im französischen Teil der Internationalen Flussgebietseinheit (IFGE) Maas sind zwei Dienststellen für die Hydrometrie und die Hochwasservorhersage zuständig:

- Der Pol Maas-Mosel in der Regionalbehörde für Umwelt, Raumordnung und Wohnen (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement - DREAL) Grand-Est mit den Sachgebieten Hydrometrie und Hochwasservorhersage (UPC) Maas-Mosel;

- Der Pol Hochwasservorhersage und Hydrometrie in der DREAL Hauts-de-France für das Einzugsgebiet der Sambre mit dem UH Hauts-de-France und dem UPC Artois-Picardie.

a) Organisation der Hydrometrie

➢ **Das Messnetz Maas-Mosel**

Das Messnetz Maas-Mosel umfasst:

- **92** hydrometrische Stationen;
- **20** hydro-meteorologische Stationen;
- **12** meteorologische Stationen.

Das Monitoring wird durch 10 Hydrometer- und Instandhaltungsfachleute sowie einen Dienststellenleiter sichergestellt.

➢ **Das Messnetz Hauts-de-France**

Das Messnetz Maas-Mosel umfasst:

- **135** hydrometrische Stationen, davon 14 im Einzugsgebiet der Sambre;
- **20** meteorologische Stationen, davon 7 im Einzugsgebiet der Sambre.

Das Monitoring wird durch **13** Hydrometer- und Instandhaltungsfachleute sowie einen Dienststellenleiter sichergestellt.

Die Liste der Pegel ist auf der folgenden Website verfügbar: **www.vigicrues.gouv.fr**

➢ **Die Abflussmessgeräte**

Je nach Abfluss und Situation gelangen mehrere Abflussmessgerätetypen zum Einsatz. Im Wesentlichen unterscheidet man:

- die Strömungsmesser ADCP (M9 von Sontek, RiverPro von RDInstruments...);
- die Mikromessflügel und die damit verbundenen Stangen
- die Oberflächenradare:
- die elektromagnetischen Strömungsmesser (Bsp. EMC4 von Cometec).

- **Die Abflussmessstrategien**

Die Schwerpunkte der Abflussmessung lassen sich untergliedern in:

- Hochwasserabflussmessungen für die Erstellung der oberen Teile der Eichkurven;
- Niedrigwasserabflussmessungen für die Überwachung insbesondere von durch die Vegetation beeinflussten Pegel;
- Pegel, deren Abflüsse für die das Wassernutzungsmanagement verwendet werden;
- Pegel, deren Abflüsse im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie genutzt werden.

b) <u>Organisation der Hochwasservorhersagedienste</u>

- **Vorstellung der Hochwasservorhersagedienste (SPC)**

Der SPC Maas-Mosel besteht aus 7 Prognostikern.

Von **112** überwachten hydrometrischen Messstationen;

- sind **34** Messstationen Vorhersagestationen (ab der Warnstufe gelb: Vorhersage eines Wasserstands um 24 Uhr);

- sind **13** Pegel Warnstationen mit Schwellen (gelb / orange / rot), die problemabhängig festgelegt werden.

Der SPC Artois-Picardie besteht aus 5 Prognostikern und einem EDV-Ansprechpartner

Von **68** hydrometrischen Stationen (davon 11 im Einzugsgebiet der Sambre), die über Vigicrues abrufbar sind:

- sind **13** Pegel quantitative Vorhersagestationen (ab der Warnstufe gelb: Vorhersage eines Wasserstands um 24 Uhr);

- sind **22** Pegel Warnstationen mit Schwellen (gelb / orange / rot), die problemabhängig festgelegt werden.

Für jeden SPC:

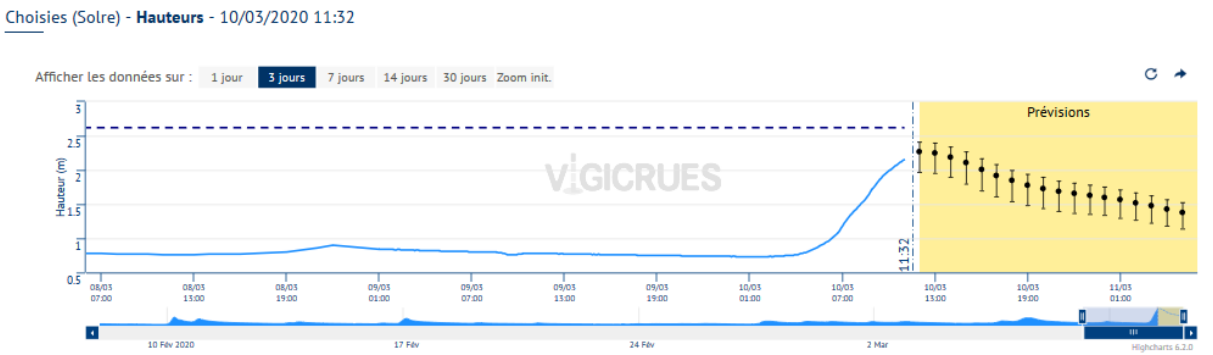
- Eine Überwachungs-, Vorhersage- und Übermittlungsvorschrift für die Hochwasserinformation (RIC) ist online verfügbar.
- **Im Rahmen des Instruments „vigilance crues“ wird zweimal täglich (10 und 16 Uhr) ein Vorhersagebulletin - mit Aktualisierung in einer Hochwassersituation - erstellt.**

- **Die Hochwasservorhersageinstrumente**

Für die Erstellung und Anzeige der Wasserstandsprognosen um 24 Uhr an den Vorhersagestationen nutzen die Prognostiker unterschiedliche Instrumente und Modelle.

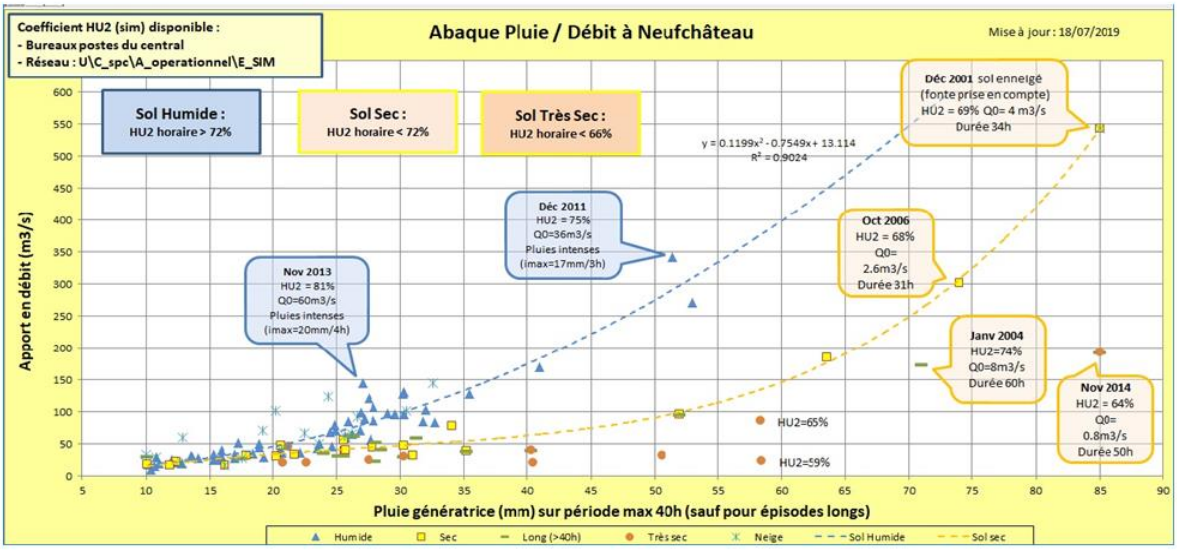
Man unterscheidet:

- **die graphischen Vorhersagen**: sichtbar auf Vigicrues für 10 Pegel für den SPC Maas-Mosel und 8 Pegel für den SPC Artois-Picardie. Diese Zahl ändert sich;



Beispiel für eine graphische Vorhersage am Pegel Solre sur la Sambre – Quelle: Vigicrues

- **die Flussdiagramme:**
  - Flussdiagramm Niederschlag/Abfluss, hauptsächlich am oberen Ende des Einzugsgebiets:



Beispiel für ein Flussdiagramm Niederschlag/Abfluss am Pegel Neufchâteau in Abhängigkeit von den zugrunde liegenden Niederschlägen und der Bodenfeuchte

  - Flussdiagramme des Zusammenhangs Abfluss am Oberlauf / Abfluss am Unterlauf oder Wasserstand am Oberlauf / Wasserstand am Unterlauf mittels der beobachteten Wechselbeziehungen;

- **die so genannten „GRP“-Vorhersagemodelle:**

Dieser Modelltyp prognostiziert die künftigen Abflüsse an einem Messpunkt eines Fließgewässers ausgehend von den Messungen und Vorhersagen des im entsprechenden Einzugsgebiet gefallenen Niederschlagsmengen.

- **die hydraulischen Modelle (Mascaret – InfoWorks ICM)**

- **das LARSIM-Modell**

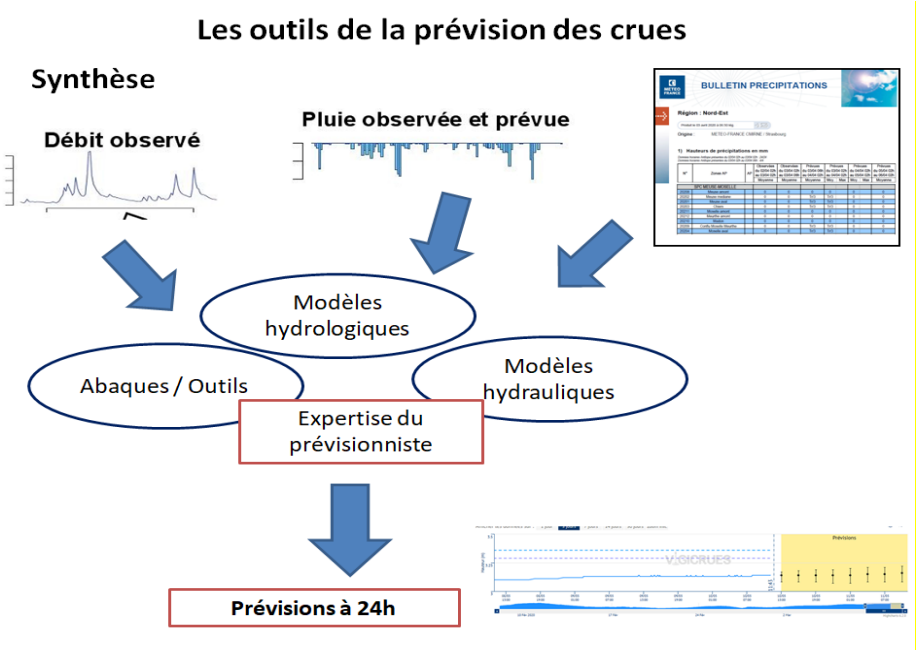
Es handelt sich um ein hydrologisches Globalmodell, das für die internationalen Einzugsgebiete Maas und Mosel entwickelt wurde.

Die Eingangsdaten des Modells sind:

- die verzeichneten Niederschlagsdaten (Radar oder Niederschlagsmesser).
- die kurzfristigen (Modelle AROME / ARPEGE / ICON) oder langfristigen Wettervorhersagen:
- die gemessenen Wasserstandsdaten.

Die Kalibrierungsdaten sind: Bodenkunde, Bodenfeuchte, Evapotranspiration …

Das Modell prognostiziert Wasserstände und Abflüsse an den Pegeln.



Übersicht über die für die Hochwasservorhersage eingesetzten Instrumente

2 – Wallonie

a) Die Hochwasservorhersage

In der Wallonie obliegen gemäß dem Wassergesetzbuch das Hochwassermeldewesen, das Hochwassermonitoring sowie die Hochwasser- und Überschwemmungsvorhersage für das gesamte Hoheitsgebiet dem Bewirtschafter der Wasserwege des Service public de Wallonie Mobilité et Infrastructures (SPW MI - Öffentlicher Dienst der Wallonie Mobilität und Infrastrukturen), genauer gesagt der Direction de la Gestion hydrologique (DGH – Abteilung für Wasserwirtschaft).

Diese Abteilung verfügt über eine aus drei Komponenten bestehende ständige Rufbereitschaft:

- die kontinuierliche Überwachung der Wettervorhersagen, der Niederschläge, der Wasserstände, der Abflüsse und der hydraulischen Bauwerke (Rückhalteräume, Ventilstellungen…), gestützt auf ihr eigenes Messnetz Wacondah sowie Partnernetze wie beispielsweise Aqualim;
- die Auslegung der erhaltenen hydrologischen Messungen und der Ergebnisse der Vorhersagemodelle, um den Zustand der Hauptgewässer gegenüber der Hochwassergefahr ununterbrochen zu ermitteln;
- die Warnung und schnelle Verbreitung der Informationen über unterschiedliche Medien an die für das Krisenmanagement zuständigen Behörden, an spezifische Partner und an die breite Öffentlichkeit.

- **Die kontinuierliche Überwachung der meteorologischen und der hydrologischen Daten.**

Dank einer Kooperationsvereinbarung hat die DGH einen bevorzugten Zugriff auf die Wettervorhersagen und –messungen des Königlichen Meteorologischen Instituts (IRM -Institut Royal Météorologique), ganz gleich, ob es sich um Niederschläge, Gewitterzellen oder Schnee (Akkumulation und Schmelze) handelt.

Für die Messungen der Abflüsse der Fließgewässer stützt sich die DGH auf zwei Messnetzen Wacondah (vgl. 2.1) und das Aqualim-Netz (vgl. 2.2). Ähnlich wie bei den Niederschlagsmessungen werden alle diese Daten in Echtzeit in einem 5-Minuten-Zeitschritt gesammelt.

Hydrologische Daten werden ebenfalls mit den gleichwertigen Dienststellen der Grenzregionen und –länder ausgetauscht.

Schließlich werden in einer speziellen Datenbank die in einem Einminuten-Zeitschritt erhobenen Daten über die hydraulischen Wasserregulierungsbauwerke gesammelt: Staubecken, Schieber im Flussverlauf, Pumpstationen, etc.

All diese erhobenen Daten ermöglichen einen umfassenden Überblick über die Wassersituation und die Infrastruktur zur Wasserregulierung.

- **Die Hochwasservorhersage und die Hochwasserwarnung.**

Damit die Bediensteten des ständigen Bereitschaftsdienstes die Gefahren antizipieren und die Warnstufen auslösen kann, verfügt er über eine Reihe von hydrologischen Modellen, aufgrund derer eine Prognose der Abflussentwicklung in den Haupteinzugsgebieten der Wallonie möglich ist.

Mehr als 35 Modelle sind in der Wallonie im Einsatz, und alle stützen sich auf die stochastische Modellierung. Zusammenfassend gleichen diese Modelle in Echtzeit die hydrologischen Messungen und die Wettervorhersagen mit den vorangegangenen Hochwasserereignissen ab, um gleichwertige Antworten mittels eines Parameterspektrums (Saisonabhängigkeit, Vorhandensein von Schnee, etc…) reproduzieren zu können. Sie zielen auf die Bestimmung der Abflüsse an verschiedenen strategischen Punkten des Netzes ab.

Sämtliche Ergebnisse der hydrologischen Hydromax-Modelle werden in einer speziellen Schnittstelle sichtbar gemacht, die mit der Bezeichnung Augure bedacht wurde. Diese erleichtert die Auslösung der Hochwasserwarnstufen in der Wallonie mittels einer räumlichen und zeitlichen Ansicht der Vorhersagen für das gesamte Hoheitsgebiet.

Es wird eine Priorisierung nach Größe der Einzugsgebiete vorgenommen, wobei einige sehr reaktiv sein können (Zeitraum von einigen Stunden zwischen den Niederschlägen und dem Überlaufen).

Die Grenzwerte stellen sich wie folgt dar und gelten entweder für das Gewässer oder für die Teileinzugsgebiete:

- Grüner Bereich: die Lage ist in allen Einzugsgebieten normal. Es besteht keinerlei kurzfristige Hochwassergefahr. Die Abflüsse und Wasserstände sind für die Jahreszeit normal. Der Fluss befindet sich in seinem Gewässerbett, und es droht kein Überlaufen.
- Grüner Bereich, aber mit Warnung: die bestehenden und prognostizierten klimatischen Bedingungen erfordern eine erhöhte Wachsamkeit (Gewitter-, Sturm- und rasche Schneeschmelzgefahr…), mit einer Verstärkung der meteorologischen und hydrologischen Überwachung und einer Warnmeldung an das regionale Krisenzentrum der Wallonie (Centre régional de Crise wallon).

- Gelber Bereich (Vorwarnstufe): entsprechend den Vorhersagen und Messungen erfüllt (erfüllen) ein (oder mehrere) Gewässer eines Einzugsgebiets die Voraussetzungen, um überzulaufen oder lokal begrenzte und nicht schwerwiegende Hochwasserereignisse auszulösen.

- Roter Bereich (Warnstufe): entsprechend den Vorhersagen und Messungen erfüllt (erfüllen) ein (oder mehrere) Gewässer eines Einzugsgebiets die Voraussetzungen, um überzulaufen und schwerwiegende Hochwasserereignisse mit Auswirkungen auf die Infrastrukturen und die Anlieger auszulösen.

Die Vorwarnschwellenüberschreitung und Warnschwellenüberschreitung werden:

- prioritär an das Regionale wallonische Krisenzentrum übermittelt, die die Notfallpläne bei den Provinz- und Gemeindebehörden auslöst und koordiniert.

- an die Dienststellen für die Bewirtschaftung des bzw. der betrachteten Fließgewässer(s) für spezifische Maßnahmen, insbesondere in Bezug auf hydraulische oder Bewirtschaftungsinfrastrukturen der Schifffahrt, weitergeleitet.

Bei Hochwasserwarnung nimmt die Kommunikation mit dem Regionalen Krisenzentrum mit einer kontinuierlichen Aktualisierung der Vorhersagen stark zu.

Neben dem Krisenzentrum und den Bewirtschaftern werden Vorhersagen und die Auslösungen von Warnungen ebenfalls übermittelt an die hydrologischen Dienste der Anrainerregionen und –länder, an Bewirtschafter, die die Wasserressource nutzen und an die breite Öffentlichkeit, über die einschlägige Webseite Infocrue.

b) Die Hydrometrie

In der Wallonie ergänzen sich zwei hydrometrische Netze und eine nahezu umfassende Abdeckung der Hochwasserrisiken:

- Das Wacondah-Netz der Abteilung für wasserwirtschaftliche Planung (DGH - Direction de la Gestion hydrologique) des Öffentlichen Dienstes der Wallonie Mobilität und Infrastrukturen (Service public de Wallonie Mobilité et Infrastructures)
- Das Aqualim-Netz der Abteilung der Abteilung für nicht schiffbare Fließgewässer (DCENN - Direction des Cours d'Eau non navigables) des Öffentlichen Dienstes der Wallonie Landwirtschaft, Rohstoffe und Umwelt

Die Daten der beiden Netze werden derzeit in eine einzige Datenbank eingespeist und insbesondere über ein einzigartiges, für 2021 geplantes hydrologisches Portal verbreitet.

➢ **Das Wacondah-Netz**

Das WACONDAH-System (Water CONtrol DAta system for Hydrology and water management) wird von der DGH verwaltet und weiterentwickelt, vor allem für die Hochwasser- und Niedrigwasservorhersage sowie für die Bewirtschaftung der Wasserwege und der Staubecken. Es umfasst hauptsächlich:

- Etwa einhundert wägende Niederschlagsmesser (d.h. ungefähr 1 auf 150 km²);
- 150 Wasserstandsmessstationen, davon etwa 100 mit Eichkurve zur Feststellung der Durchflüsse;

- 12 Abflussmessstationen mit über Kreuz angebrachten Transmittern (ADM) an den Schifffahrtsstraßen, deren Wasserstände durch Stauwerke im Flussverlauf reguliert werden;
- 3 Messstationen für die Schneeschmelze (dynamisches Wägen und Höhenmessung).
- Mehrere Hundert Positionssensoren im Zusammenhang mit den wasserbaulichen Eingriffen (Staubecken, Schleusen, Ventile, Pumpen, Überläufe…)

Diese Daten sind in Echtzeit verfügbar, mit einem Update alle fünf Minuten, wenn nicht minütlich. Bestimmte Pegel an sensiblen oder strategischen Standorten sind redundant angelegt, um jederzeit den Datenempfang zu gewährleisten. Die Alarmmeldungen werden automatisch an den ständigen Bereitschaftsdienst oder an externe Partner übermittelt.

Für die Abflussmessungen an den nicht regulierten Fließgewässern werden regelmäßig im gesamten Netz Messungen durchgeführt (durchschnittlich 1.200 Messungen pro Jahr), entweder über einen Ultraschall-Doppler-Profil-Strömungsmesser (accoustic doppler current profiler - ADCP) oder über Messflügel.

Für die Optimierung der Messungen werden mittels eines speziellen Messinstruments bevorzugt die aufgrund der Beobachtungen, Vorhersagen, Entfernungen und in der Vergangenheit durchgeführten Messungen zu erkundenden Standorte ausgewählt.

Die Qualitätskontrolle stellt eine kritische Phase der Messkette dar und stützt sich auf unterschiedliche Pfeiler:

- Die Niederschläge werden in Zusammenarbeit mit dem IRM auf der Grundlage weiterer Niederschlagsmesser und Radardaten validiert;
- Die gemessenen Abflussniveaus werden mittels in situ-Kontrollen, Kohärenzkontrollen zwischen den Pegeln und rückblickender vielschichtiger Kontrollen validiert;
- Die gemessenen Abflüsse werden durch die Aktualisierung der Messkurven mit dem Eingang der neuen Abflussmessungen validiert.

➢ **Das AQUALIM-Netz**

Die DCENN bewirtschaftet die nicht schiffbaren Fließgewässer der ersten Kategorie (Teile des nicht schiffbaren Fließgewässers unterhalb des Punktes, an dem ihr Einzugsgebiet 5000 ha erreicht), und ihr Arbeitsstab „Limnimetrie“ betreibt das hydrologische Messnetz AQUALIM. Dieses Netz kommt ebenfalls an den von den wallonischen Provinzen bewirtschafteten Fließgewässern der zweiten Kategorie zum Einsatz.

Das Aqualim-Messnetz besteht aus folgenden Komponenten:

- Etwas mehr als 200 Pegel entlang der Fließgewässer (Höhe – Abfluss),
- Etwas mehr als 30 Pegel in den zeitweise überschwemmten Hochwasserrückhalteräumen, um deren Auffüllung zu überwachen (Höhe).

Die Daten werden im 20-Minuten- oder Stundentakt über GSM/GPRS übermittelt und in der AQUALIM-Datenbank der DCENN gespeichert. Außerdem werden automatisch Alarmmeldungen per SMS und/oder pro Einzugsgebiet gemäß drei Alarmschwellen abgesetzt:

Alarmschwelle	Wasserstand

Alarmschwelle 1	Hoch, ohne Überlaufen
Alarmschwelle 2	Örtlich begrenzte Überlaufgefahr
Alarmschwelle 3	Überlaufen

Ziel dieser Alarmmeldungen ist es, die Bewirtschafter der Fließgewässer (auf Regional- und Provinzebene), die Direction de la Gestion hydrologique (DGH – Abteilung für wasserwirtschaftliche Planung), das Regionale Krisenzentrum,… dabei zu unterstützen, ad hoc-Maßnahmen zu ergreifen. Insbesondere innerhalb der DCENN dienen sie dazu, Verfahren für die Mobilisierung von Personal, die Erfassung der Überschwemmungsgebiete, die Überwachung der Bauwerke, etc. einzuleiten.

Die Qualitätskontrolle der Wasserstände wird gewährleistet durch:

- Automatische und manuelle Datenkohärenz- bzw: Anomalienachweiskontrollen;
- Regelmäßige Kontrollen vor Ort und fehlerbehebende Wartungsarbeiten.

Für die Umwandlung der Wasserstände in Abflüsse müssen Abflussmessungen durchgeführt werden, damit eine Messkurve berechnet werden kann. Die Abflussmessungen werden intern vorgenommen (1700 pro Jahr an), mit einer Mindestanzahl von zehn pro Jahr und Pegel, ja sogar fünfzehn in den unbeständigeren Abschnitten.

Die Messkurven werden einmal wöchentlich bei der Implementierung der Datenbank mit den durchgeführten Abflussmessungen überprüft. Mit dieser Überprüfung können möglicherweise die Messungen im Falle einer Änderung der Kurven verstärkt werden.

3 – Flandern

In Flandern ist das Labor für hydraulische Wissenschaften (Hydrologisches Informationszentrum HIC) für die Durchführung der Wassermengenmessungen auf den **Wasserstraßen** zuständig.

Im Maaseinzugsgebiet in Flandern betrifft dieses die Maas an der Grenze zu den Niederlanden sowie das Kanalsystem des Albertkanals und der Kempener Kanäle. Für die Messungen an der **grenznahen Maas** gibt es Vereinbarungen mit den Niederlanden, um die Messungen so effizient wie möglich zu machen und die Arbeit aufzuteilen. Alle Messungen werden in Echtzeit zwischen dem HIC und der niederländischen RWS ausgetauscht. Das HIC führt ferner zusätzliche hydrologische Messungen auf den **Kanälen** durch.

Das HIC nimmt hydrologische Messungen an 22 Standorten im flämischen Einzugsgebiet der Maas vor. An fünf dieser Standorte wird nicht nur der Wasserstand gemessen, sondern auch der Abfluss bestimmt. Außerdem verfügt das HIC über einen Pluviographen (automatisch aufzeichnender Niederschlagsmesser) im flämischen Maaseinzugsgebiet. Gestützt auf all diese Messgeräte werden die Messwerte kontinuierlich erfasst und in einer Frequenz von 5 bzw. 15 Minuten übermittelt.

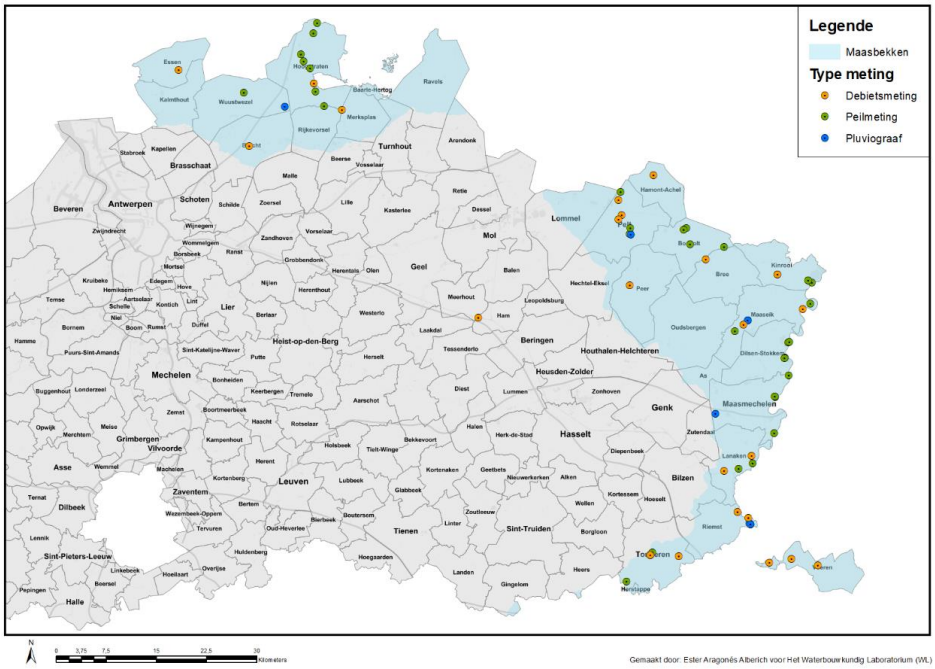
Das VMM-Messnetz für die Überwachung der Oberflächenwassermenge auf den **nicht schiffbaren Gewässern** liefert kontinuierlich Messwerte in einem Intervall von 1 bzw. 15 Minuten, je nach Messnetztyp. Im flämischen Maaseinzugsgebiet werden die Wasserstände an 62 Stellen gemessen, mit einer Abflussbestimmung an 23 dieser Stellen. Die VMM nimmt darüber hinaus an 5 Stellen im flämischen Maaseinzugsgebiet Niederschlagsmessungen vor.

Die Daten der vorstehend erwähnten Überwachungsnetze sind in Echtzeit auf der Webseite www.waterinfo.be abrufbar.

Dank der Technologieentwicklung wird es möglich sein, das Überwachungsnetz in den kommenden Jahren mit einfachen kleinen Wasserstandsanzeigen erheblich auszuweiten. In naher Zukunft werden zusätzliche Pegel an den kleinen Gewässern eingerichtet.

Eine Übersicht über die Messungen im Maaseinzugsgebiet findet sich im Folgenden.

	Gesamt	HIC	VMM
WASSERSTANDSMESSUNGEN	39	17	22
ABFLUSSMESSUNGEN	23	5	18
NIEDERSCHLAGSMESSUNGEN	6	1	5



VORHERSAGEN im FLÄMISCHEN Maaseinzugsgebiet

Schiffbare Fließgewässer

Flandern verfügt über kein separates Vorhersagemodell für die Maas an der Grenze zu den Niederlanden und/oder den Albertkanal und die Kempener Kanäle. Niederschlagsbedingte Überschwemmungen der Kanäle sind aufgrund der Überwachung nicht möglich. Für die Vorhersagen der Maas auf flämischer Seite besteht eine Partnerschaft zwischen Flandern und den Niederlanden, im Rahmen derer Flandern (HIC) jedes Jahr an der Aktualisierung der Modelle im Zusammenhang mit dem JAM-Prozess (Jährliche Aktualisierung der Maasmodelle)

mitwirkt. Die ständigen Mitarbeiter des HIC sowie die Bürger Flanderns haben über den Link www.waterinfo.be. umfassend Zugriff auf die Vorhersageergebnisse.

Nicht schiffbare Fließgewässer

Die VMM verwendet Vorhersagemodelle für eine Reihe von nicht schiffbaren Fließgewässern im flämischen Maaseinzugsgebiet. Sie arbeiten mehrmals täglich mit stets aktuellen Messdaten und den Niederschlagsprognosen des KMI. Diese Ergebnisse sind ebenfalls verfügbar über den Link www.waterinfo.be.

PORTAL WWW.WATERINFO.BE

Die Webseite www.waterinfo.be ist seit Januar 2014 funktionsfähig. Auf dieser Webseite bündeln die flämischen Wasserbewirtschafter und Forschungsinstitute sämtliche Messungen und Prognosen. Auf diese Weise können die Wasserbewirtschafter, die Kriseninterventionsdienste und die Bürger im Vorfeld die erforderlichen Maßnahmen zur höchstmöglichen Begrenzung der durch Wasser verursachten Schäden treffen. Es ist ebenfalls möglich, die Karten der Wasserentnahmen, die Karten der Hochwasserrisiken und -gefahren und den flämischen Hydrographieatlas einzusehen. Die flämischen Wasserbewirtschafter halten das Portal www.waterinfo.be sowie die zugrunde liegenden Vorhersagesysteme ständig einsatzbereit und auf dem neuesten Stand. Eine neue Version der Webseite wird im Herbst 2020 online zur Verfügung stehen.

4 – Nordrhein-Westfalen

Die folgende Zusammenfassung beschreibt die Organisation der Dienststellen für Hochwasservorhersage und Hydrometrie.

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) ist u. a. für die Hochwasservorhersage und die Hydrometrie in Nordrhein-Westfalen zuständig (NRW).

Das LANUV besteht aus acht Abteilungen. Die Abteilung 5 ist dabei für die Wasserwirtschaft und den Gewässerschutz zuständig.

Die Abteilung 5 umfasst selbst acht Fachbereiche, aufgeteilt in die Fachbereiche 51 bis 58. Dabei ist der Fachbereich 51 für die Hydrologie und Messnetzzentrale zuständig und der Fachbereich 53 ist zuständig für den Hochwasserschutz, die Stadtentwässerung, das Klima und die Wasserwirtschaft. Diese beiden Fachbereiche umfassen auch die Hochwasservorhersage und die Hydrometrie.

Zur Hochwasservorhersage werden im LANUV die Vorhersagemodelle LARSIM (Large Area Runoff Simulation Model) und Delft-FEWS (Flood Early Warning System) genutzt. Damit können zukünftig Hochwasservorhersagen an insgesamt 89 Pegeln in Nordrhein-Westfalen aufgestellt werden. Teilweise sind die dafür benötigte(n) Modelltechnik und Daten bereits vorhanden, teilweise werden sie derzeit noch erarbeitet. Im Zuge der Neuaufstellung der Hochwasservorhersage erfolgt in anstehenden Schritt die Aufnahme des präoperationellen Testbetriebes.

Neben der Hochwasservorhersage gibt es in NRW einen Hochwasserwarndienst. Dieser wird für die sogenannten hochwassergefährdeten Gewässer (u. a. Rur) von den Bezirksregierungen durchgeführt. Für den Hochwasserdienst für die Rur ist die Bezirksregierung Köln zuständig. Der Hochwasserwarndienst wird bei der Bezirksregierung

Köln durch ein Team von 4 Personen sichergestellt, die sich abwechselnd in ständiger Rufbereitschaft befinden.

Die dafür benötigten Grundlagendaten (Pegel- und Niederschlagsdaten) werden vom LANUV erhoben und den Bezirksregierungen per Intranet zur Verfügung gestellt. Dadurch ist eine aktuelle Bereitstellung der Grundlagendaten für den Hochwasserdienst gewährleistet. Die im Internet bereitgestellten Grundlagendaten werden mit einer Verzögerung von etwa einer Stunde zur Verfügung gestellt und können daher nur bedingt für den Hochwasserdienst verwendet werden.

Der Hochwasserdienst wird bei der Bezirksregierung Köln, wie folgt durchgeführt: Beim Erreichen einer sogenannten Vorwarnstufe (voreingestellte Warngrenze am jeweiligen Pegel) an einem der 36 (Warn-)Pegel im Bereich der Bezirksregierung Köln erhält die Bezirksregierung Köln eine automatische Warnung des jeweiligen Pegels. Dies ist der Beginn des Hochwasserwarndienstes. Werden im Folgenden die weiteren Warngrenzen 1, 2 oder 3 an einem Pegel überschritten, erfolgt zunächst eine telefonische Hochwassermeldung und anschließend eine schriftliche Hochwassermeldung der Bezirksregierung Köln per Mail an die betreffenden Katastrophenleitstellen und/ oder weitere(r) relevante(r) Empfänger(innen).

Bei diesen Hochwassermeldungen werden im Wesentlichen die Pegel- und Gewässernamen, der aktuelle Wasserstand des Pegels sowie weiterer Pegel im Einzugsgebiet mit Datum und Uhrzeit, die Alarmgrenzen (Warngrenzen), die Tendenz und Prognosen zur voraussichtlichen Entwicklung der Wasserstände an den Pegeln.

Werden die Alarm- bzw. Warngrenzen an den Pegeln wieder unterschritten so erfolgt eine Abschlussmeldung der Bezirksregierung Köln an die zuvor informierten. Dies ist das Ende des Hochwasserwarndienstes.

5 – Niederlande

- **Organisation**

Sämtliche Berichte über die Hochwasserereignisse in den Niederlanden werden vom Zentrum für Wasserwirtschaft der Niederlande in Lelystad (WMCN) veröffentlicht. Das WMCN Flüsse (Teil von Rijkswaterstaat Transport and Water Management) und TEM (Team Expertise Maas, Teil von Rijkswaterstaat South Netherlands) arbeiten gemeinsam die Berichte über die Hochwasserereignisse aus.

- **Rollen und Verantwortlichkeiten**

Das WMCN Flüsse hat die Aufgabe, eine Prognose der Wasserstände und der Abflüsse für Eijsden zu erstellen und eine hydrologische Analyse des oberen Teils des Maaseinzugsgebiets vorzunehmen. Darüber hinaus ist es für den gesamten Hochwasservorhersageprozess verantwortlich.

Das Team Expertise Maas liefert die Abfluss- und Wasserstandsprognosen für den niederländischen Teil des Maaseinzugsgebiets und stellt einschlägige regionale Informationen bereit.

- **Kooperationsprozess**

Die Kooperation erfolgt auf der Grundlage des operativen Systems "RWSOS Rivieren". Das System fasst die Erwartungen der beiden Teams zusammen und führt zu einem kohärenten Ganzen von Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen für das gesamte Maaseinzugsgebiet.

- **Definition der Hochwasserereignisse der Maas**

Die Hochwasserereignisse an der Maas lassen sich in Situationen mit hohem Abfluss und in Hochwassersituationen unterteilen, wie es das Nationale Handbuch über die Hochwasser- und

Überschwemmungsereignisse (LDHO) vorsieht. Eine Situation mit hohem Abfluss liegt vor, wenn der in St. Pieter gemessene Abfluss im Bereich zwischen 800 und 1500 m^3/s liegt. Bei gemessenen Abflüssen von 1500 m^3/s oder mehr liegt eine Hochwasserlage vor.

- **Meldung**

Im Falle eines steigenden Abflusses werden Lageberichte erstellt und veröffentlicht. Ein Lagebericht ist die weniger detaillierte Fassung eines Berichts über die Hochwasserereignisse. Ein Lagebericht umfasst eine Abflussvorhersage über mehrere Tage für die Überwachungsstation in St. Pieter sowie eine allgemeine Situationsbeschreibung. Im Durchschnitt werden die Statusmeldungen einmal pro Tag abgesetzt.

Im Falle eines Hochwasserereignisses werden Hochwassermeldungen abgesetzt. Neben den Wasserstandsvorhersagen über mehrere Tage von sämtlichen Pegeln im niederländischen Einzugsgebiet enthalten die Meldungen ebenfalls Vorhersagen, wenn der Höchstwasserstand überschritten ist und auch Wasserstandsprognosen pro Fließgewässer-km. Im Übrigen beinhalten die hochwasserbezogenen Meldungen eine ausführliche Beschreibung der Situation.

Die Versandfrequenz von Hochwassermeldungen hängt von der Höhe des gemessenen Abflusses/Wasserstands ab. Sie beträgt ein- bis höchstens viermal pro Tag.