

Zwischeninformation des Ausschusses für Infrastruktur und Umwelt zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserstraße Rhein (Stand Juni 2025)

0. Zusammenfassung

In den Jahren 2008 bis 2011 veröffentlichte die ZKR drei Berichte zum Thema Klimawandel und Rheinschifffahrt auf Grundlage des 4. IPCC-Berichts. 2011 beauftragte die ZKR ihren damaligen Ständigen Technischen Ausschuss (TP), das Thema Klimawandel weiterhin intensiv zu verfolgen und eine überarbeitete Fassung des vorgelegten Berichts spätestens im Jahre 2020 vorzulegen. Der Ausschuss für Infrastruktur und Umwelt (IEN), als Nachfolger von TP, prüfte zuletzt 2019 die Schlussfolgerungen auf Grundlage des 5. IPCC-Berichts, mit dem Ergebnis, dass diese noch immer gültig sind. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse über das hydrologische Regime des Rheins werden erst nach der Veröffentlichung und Regionalisierung des 6. IPCC-Berichts voraussichtlich 2024 vorliegen.

2023 begann die ZKR mit den Vorbereitungen zur Aktualisierung des Sachstandsbericht über den Klimawandel und die Auswirkungen auf die Infrastruktur. Es zeigte sich, dass die Regionalisierung der Ergebnisse auf Grundlage des 6. IPCC-Berichts nicht 2024, sondern frühestens 2026 vorliegen wird. Da erste Ergebnisse zeigen, dass relevante Unterschiede zwischen den regionalisierten Ergebnissen des 5. und 6. IPCC-Berichts bestehen, ist es sinnvoll, die Arbeiten zur Fortschreibung des Statusberichts des Ausschusses IEN auf diesen neuen Ergebnissen zu basieren, auch wenn dazu die Arbeiten um weitere zwei Jahre verschoben werden müssen.

Folgende Arbeiten anderer Organisationen sind für die Fortschreibung des Statusberichts des Ausschusses relevant:

Die IKSR Expertengruppe HCLIM kam in ihrem Bericht zu „Klimawandelbedingte Abflussszenarien für das Rheineinzugsgebiet“ auf Basis des 5. IPCC-Berichts zu den Schlussfolgerungen, dass sich die früheren Änderungsaussagen zu den Rheinabflüssen grundsätzlich bestätigen, jedoch bei größerer Spannweite, und dass viele Projektionen zeigen, dass bestehende Bewirtschaftungspraktiken zukünftig an ihre Grenzen stoßen können. Die IKSR Expertengruppe HCLIM empfiehlt daher eine Überprüfung der IKSR-Klimawandelanpassungsstrategie.

Die KHR wird ihren Bericht „RheinBlick2027“ mit den Ergebnissen der Regionalisierung des 6. IPCC-Berichts voraussichtlich 2027 veröffentlichen. Erste Ergebnisse könnten ggf. bereits 2026 dem Ausschuss IEN zur Verfügung gestellt werden.

Erste vorläufige Projektionen von Deltares auf Grundlage der niederländischen KNMI'23 Szenarien auf Basis des 6. IPCC-Berichts zeigen für alle moderaten und hohen Emissionsszenarien am Pegel Kaub einen Anstieg der maximalen jährlichen Abflüsse um 5 bis 25 % bis zum Jahr 2100. Der Niedrigwasserabfluss über einen Zeitraum von sieben Tagen (NM7Q, ein Indikator für Dürreperioden) wird in allen nassen und trockenen Szenarien niedriger sein. Der Rückgang schwankt zwischen 10 und 30 % für das Jahr 2100.

Auf Grundlage dieser Überlegungen hat der Ausschuss daher beschlossen, die Fortschreibung des Sachstandsberichts aufzuschieben und stattdessen eine Zwischeninformation zu veröffentlichen. Der Sachstandsberichts des Ausschusses IEN wird voraussichtlich 2027 fertiggestellt. Schlussfolgerungen zur möglichen Anpassung der Wasserstraßeninfrastruktur können hieraus noch nicht gezogen werden. Hierfür sind zunächst die weiteren Studien der KHR im Rahmen des Projekts „RheinBlick2027“ abzuschließen.

1. Hintergrund

1.1 Aktivitäten des Ausschusses IEN

Der Ständige Technische Ausschuss der ZKR (TP) erstellte in den Jahren 2008 bis 2011 drei Berichte zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Rheinabfluss und die Rheinschifffahrt:

- i. Der erste Bericht¹ von 2008 analysiert die Auswirkungen des Klimawandels auf die Rheinabflüsse und die Auswirkungen auf die Rheinschifffahrt und identifiziert Maßnahmen zur Minderung des Einflusses für die Binnenschifffahrt und die Binnenwasserstraßeninfrastruktur.
- ii. Der zweite Bericht², der 2009 verfasst wurde, ist eine Aktualisierung des ersten Berichts und fasst zusätzlich ergänzende Strategien, Politiken und Aktivitäten der Mitgliedstaaten und der Europäischen Union sowie anderer internationaler Organisationen wie der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), der Kommission für die Hydrologie des Rheins (KHR) und PIANC zusammen.
- iii. Der dritte Bericht³, der 2011 veröffentlicht wurde, zeigt mögliche Aktivitäten zur Eindämmung des Klimawandels durch die Verringerung der Emissionen der Binnenschifffahrt und zur Anpassung der Binnenschifffahrt und Logistik an die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf.

Mit Beschluss 2011-II-9⁴ beauftragte die ZKR ihren Ausschuss TP, das Thema Klimawandel weiterhin intensiv zu verfolgen und eine überarbeitete Fassung des vorgelegten Berichts spätestens im Jahre 2020 vorzulegen. Der Ausschuss für Infrastruktur und Umwelt (IEN), als Nachfolger von TP, prüfte zuletzt 2019 die Schlussfolgerungen, mit dem Ergebnis, dass diese immer noch gültig sind und neue wissenschaftliche Erkenntnisse über das hydrologische Regime des Rheins erst nach der Veröffentlichung und Regionalisierung des sechsten IPCC-Berichts voraussichtlich 2024 vorliegen werden.

Zwischenzeitlich erstellte der Ausschuss IEN in Zusammenarbeit mit dem Wirtschaftsausschuss (ECO) mehrere Editionen des Reflexionspapiers „Act Now!“⁵, welches sich mit Niedrigwasser und möglichen Anpassungsoptionen beschäftigt. Der Statusbericht des Ausschusses zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserstraße Rhein geht über Niedrigwasser hinaus und soll auch die Veränderungen im Mittel- und Hochwasserabfluss identifizieren, Auswirkungen analysieren und Anpassungsoptionen aufzeigen.

Bei der Sitzung der Arbeitsgruppe IEN/G am 21. Februar 2024 berichteten die KHR und die IKSR zum Zeitplan der Aktualisierung ihrer Berichte, dass die auf Grundlage des sechsten Berichts des Weltklimarates regionalisierten Abflussdaten frühestens 2026 verfügbar sein werden. Daher muss die Fertigstellung des Statusberichts entsprechend verschoben werden. Für die Zwischenzeit veröffentlicht der Ausschuss diese Zwischeninformation über die aktuellen Arbeiten der ZKR zum Klimawandel.

¹ https://www.ccr-zkr.org/files/infovoiedeau/Resolution2008-I-12_de.pdf

² https://www.ccr-zkr.org/files/infovoiedeau/Resolution2009-I-5_de.pdf

³ https://www.ccr-zkr.org/files/infovoiedeau/Resolution2011-II-9_de.pdf

⁴ https://www.ccr-zkr.org/files/documents/resolutions/ccr2011_II-d.pdf

⁵ <https://www.ccr-zkr.org/13020156-de.html>

1.2 Aktivitäten der ZKR-Mitgliedstaaten

1.2.1 Belgien

Folgende Maßnahmen wurden in der Region Flandern ergriffen:

- a) Der neue flämische Klimaanpassungsplan (<https://www.vlaanderen.be/publicaties/vlaams-klimaatadaptatieplan-vlaanderen-wapenen-tegen-de-klimaatverandering>) wurde 2023 verabschiedet und veröffentlicht. Drei der sechs Anpassungsstrategien tragen zur Verringerung des Risikos von Wasserknappheit und Hochwasser bei.
- b) Nach Wasserknappheit in den Jahren 2017, 2018, 2019 und 2020 beschloss die flämische Regierung im Jahr 2020, zwischen 2020 und 2024 weitere 500 Millionen Euro im Rahmen des Programms „Blue Deal“ (<https://bluedeal.integraalwaterbeleid.be/over-blue-deal>) zu investieren, um das Risiko von Wasserknappheit zu verringern.
- c) Die flämischen Wasserstraßenbehörden sind sich seit Anfang der 2000er Jahre der mit niedrigen Wasserständen verbundenen Risiken bewusst.
 - Im Jahr 2003 wurde eine Niedrigwasserstrategie für den Albertkanal, die wirtschaftlich wichtigste Wasserstraße Flanderns, veröffentlicht. Auf der Grundlage dieser Strategie wurden an den Schleusen Olen, Ham, Diepenbeek und Hasselt am Albertkanal Pumpstationen installiert. Mit dem Bau der Anlage an der Schleuse Genk wurde 2023 begonnen. Die letzte Schleuse in Wijnegem wird folgen. Für den Bau der Pumpwerke in Genk und Wijnegem wurden 17 Millionen Euro aus den laufenden Blue-Deal-Mitteln bereitgestellt. Bei Wassermangel pumpen diese Pumpwerke das Wasser wieder stromaufwärts. Wenn genügend Wasser vorhanden ist, werden die Pumpen als Wasserkraftwerke genutzt.
 - In den letzten Jahren wurden auch an anderen Wasserstraßen in Flandern Pumpwerke in die Instandsetzung von Schleusen errichtet oder es wurden Vereinbarungen getroffen, in Zukunft Pumpwerke zu bauen, wenn dies aufgrund des Klimawandels erforderlich sein sollte. Dies gilt insbesondere für die Verbindung Seine-Scheldt. (Für weitere Informationen siehe: <https://www.vlaamsewaterweg.be/pompinstallaties>)
 - Darüber hinaus ergreifen die flämischen Wasserstraßenbehörden weitere Maßnahmen, um die Wasserwirtschaft zu optimieren, die Natur wiederherzustellen, die Auswirkungen der Wasserknappheit auf die Schifffahrt zu untersuchen und zu verringern und eine (noch) effizientere Wassernutzung zu erreichen. Für weitere Einzelheiten siehe: <https://www.vlaamsewaterweg.be/blue-deal>.

1.2.2 Deutschland

Mit dem Mitte 2024 in Kraft tretenden Klimaanpassungsgesetz wird in Deutschland ein verbindlicher Rahmen für eine vorsorgende Klimaanpassungsstrategie des Bundes und die Zusammenarbeit von Bund, Ländern und anderen Verwaltungsträgern geschaffen⁶. Entsprechend § 3 des KAnG legte die Bundesregierung mit der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024 (DAS 2024) dann erstmals eine Strategie mit messbaren Zielen für die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels in ihrem Verantwortungs- und Zuständigkeitsbereich vor. Diese wurde im Dezember 2024 vom Kabinett beschlossen und schreibt die DAS aus 2008 fort.

Für weitere Informationen siehe <https://www.bmuv.de/download/deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel-2024>

Die in der DAS 2024 erstmalig benannten Ziele und Maßnahmen werden in regelmäßigen Fortschreibungen alle vier Jahre geprüft und, sofern erforderlich, weiterentwickelt. Die Zielformulierungen orientieren sich insgesamt stark an der Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland.

⁶ <https://www.bmuv.de/WS7195>

Als übergeordnetes Ziel im Handlungsfeld „Verkehr, Verkehrsinfrastruktur“ gilt es, Verkehrssysteme resilienter gegenüber den Folgen des Klimawandels zu gestalten. Für den wasserstraßengebundenen Verkehr sind die Transport- und Logistikbedingungen im Bereich der Bundeswasserstraßen bei Niedrigwasser bis zum Zeitraum 2030-2040 zu optimieren.

Auswahl an Maßnahmen zur Erreichung des Ziels:

- Umsetzung des Aktionsplans „Niedrigwasser Rhein“
- Bereitstellung und Weiterentwicklung operationeller Niedrig-/Mittelwasservorhersagen für ausgewählte Wasserstraßen
- DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“
- Bereitstellung aktueller Tiefeninformationen für die Schiffsführung für ausgewählte Wasserstraßen
- Anpassung der Transportkonzepte/ Optimierung der Transport- und Ladungsgefäße
- Engpassbeseitigungen an ausgewählten Wasserstraßen (insbesondere Rhein) fortführen sowie innovative wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Lösungsansätze weiterverfolgen
- Beiträge zu einem niedrigwasser-/dürreorientierten Wasserressourcenmanagement
- Fortführung des Prozesses „WSV Klimaanpassung“ im Zuständigkeitsbereich der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

1.2.3 Frankreich

Seit 2011 hat Frankreich einen Nationalen Plan zur Anpassung an den Klimawandel (PNACC), dessen dritte Ausgabe 2025 verabschiedet werden soll. Dieser Plan erstreckt sich auf alle potenziell betroffenen gesellschaftlichen Bereiche und Wirtschaftszweige und geht auch auf die Resilienz des Verkehrs und der Mobilität ein, die alle Verkehrsträger betrifft.

In diesem Rahmen ist die Aufstellung eines Plans zur Anpassung der Binnenwasserstraßen vorgesehen, der sich an folgenden Leitlinien und Perspektiven orientieren soll:

- Die Generaldirektion für Verkehrsinfrastrukturen wird mit den verschiedenen Betreibern der Binnenwasserstraßen, die zum öffentlichen Wasserstraßennetz des Staates gehören, zusammenarbeiten, um Studien über die Anfälligkeit der Infrastrukturen, Dienstleistungen und Ausrüstungen für die verschiedenen Risiken aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels zu erstellen. Diese Studien werden nach Flusseinzugsgebieten gegliedert und sind kurz- (2030) und mittelfristig (2050) angelegt. Dabei können insbesondere die Interdependenzen von Bauwerken (Seen, Kanälen, Wasserläufen usw.) und verschiedenen Netzen berücksichtigt werden;
- Diese Anfälligkeitsstudien können durch eine Studie zur Analyse des Anpassungspotenzials der Infrastruktur und ihrer Bewirtschaftungsmethoden ergänzt werden, damit das Wasserstraßennetz zu einem Mitgestalter der Anpassung an den Klimawandel wird, insbesondere was den Wassertransport zwischen den verschiedenen Flusseinzugsgebieten betrifft;
- Die Pläne zur Anpassung der Infrastruktur werden auf der Grundlage der Schlussfolgerungen dieser Anfälligkeitsstudien und Potenzialanalysen erstellt. Sie beschreiben das erforderliche und mögliche Dienstniveau im Hinblick auf die bewerteten Risiken sowie die Strategien und Maßnahmen zur Gewährleistung seiner Aufrechterhaltung. Die Anpassungspläne werden räumlich nach großen Flusseinzugsgebieten und Strecken gegliedert und sollen bis zum Jahr 2026 vorliegen.

Die Festlegung der Anpassungspläne wird von einem Umsetzungszeitplan flankiert, dessen Fristen natürlich direkt von den gewonnenen Erkenntnissen abhängen.

Parallel dazu wird die Generaldirektion für Verkehrsinfrastrukturen eine Studie zur Charakterisierung der potenziellen Auswirkungen von Extremsituationen auf die Tätigkeit und die Aufgaben von Voies navigables de France durchführen. Die zu diesem Zweck vorgesehenen Abschnitte sind die Standorte Canal du Midi und Seine in der Region Île-de-France. Die Erkenntnisse aus dieser Studie können auch im besonderen Kontext des Rheins von Nutzen sein.

1.2.4 Niederlande

In den Niederlanden setzt das Programm Klimaresiliente Netze (KBN *Klimaatbestendige Netwerken*) das Ziel des nationalen Deltaprogramms Räumliche Anpassung (DPRA *Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie*) um, bis 2050 das Land in eine klimaresiliente Lage zu versetzen und bereits ab 2020 Klimaschutzmaßnahmen in diesem Sinne einzuleiten. Unter anderem wird durch Stresstests und Risikodialoge an einer Umsetzungsagenda mit Maßnahmen zur Realisierung klimaresilienter Netze gearbeitet, und darunter fällt auch das Hauptwasserstraßennetz (auf NL „HVWN“).

Ziel des Ministeriums für Infrastruktur und Wasserwirtschaft ist es, die Wasserstraßen in ihrer Funktionsfähigkeit zuverlässig und befahrbar zu erhalten, indem die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels bei der Instandhaltung der Infrastruktur berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck werden im Programm der klimaresilienten Netze für die Hauptwasserstraßen die zusätzlichen gesellschaftlichen Kosten und Auswirkungen des Klimawandels sowie die Risiken des klimapolitischen Nichthandelns ermittelt. Es befasst sich mit direkten Klimabedrohungen wie Dürre (in Kombination mit Bodenerosion), Hochwasser und Hitze. Aber auch indirekte Bedrohungen der Befahrbarkeit der Wasserstraßen werden untersucht. Dabei geht es um Maßnahmen, die im niederländischen Flussdelta im Rahmen der Bewirtschaftung des Wassersystems für andere wasserwirtschaftliche Nutzungen ergriffen werden, die auch von Klimafolgen betroffen sind. Thema sind darüber hinaus die Auswirkungen dieser Maßnahmen auf die Schifffahrt.

In den vergangenen sechs Jahren wurden Stresstests und zusätzliche Studien durchgeführt. Diese Maßnahmen und Arbeiten haben zu über 2.000 Seiten an Forschungsberichten geführt. Die meisten dieser Berichte sind öffentlich zugänglich.

Um die niederländischen Maßnahmen und Forschungsarbeiten zur Klimaanpassung mit unseren Nachbarländern, den internationalen (Fluss-)Kommissionen und der EU (TEN-V-Verordnung) abzustimmen, wurde ein Synthesedokument erstellt. Dieses Dokument fasst die Ergebnisse (Auswirkungen auf die Schifffahrt und Handlungsperspektiven) der oben genannten Studien einschließlich der entsprechenden Links zu den veröffentlichten Quelldokumenten nach Themen zusammen. In diesem Dokument wird auch der Zusammenhang mit dem Programm „Raum für den Fluss 2.0“ (ehemals Programm „Integriertes Flussmanagement“) aufgezeigt.

1.2.5 Schweiz

a) Weiterentwicklung der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz

Das Bundesamt für Umwelt arbeitet an der Weiterentwicklung der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Eine wichtige Arbeit wird darin bestehen, die klimabedingten Risiken und Chancen in der Schweiz basierend auf den Klimaszenarien [CH2018](#) und den hydrologischen Grundlagen und Szenarien [Hydro-CH2018](#) zu überprüfen und allenfalls anzupassen. Ein Kapitel dieser Strategie befasst sich mit der Wassermanagementstrategie bei zunehmender Sommertrockenheit. Darin werden mögliche Handlungsfelder definiert; einzelne betreffen auch die Schifffahrt.

b) Aufbau eines "Früherkennungs- und Warnsystems Trockenheit"

Das Bundesamt für Umwelt hat zusammen mit Meteo Schweiz an der Entwicklung eines "Früherkennungs- und Warnsystems Trockenheit" gearbeitet. Die nationale Trockenheitsplattform ist seit Frühling 2025 online gestellt: www.trockenheit.admin.ch. Im Falle einer bevorstehenden oder bereits bestehenden Trockenheit kann damit u.a. eine wöchentliche Lageeinschätzung erstellt werden. Das System liefert täglich aktualisierte Daten zur Trockenheit und gibt, falls nötig, Warnungen in Form eines Ampelsystems aus. Wie bei allen anderen Naturgefahren, ist in der Schweiz die Ereignisbewältigung auch bei Trockenheit eine Verbundaufgabe zwischen Gemeinden, Kantone und Bund. Das System ist nicht nur ein Prognosewerkzeug, sondern bietet Datengrundlagen bis ins Jahr 1991 zurück an. Das "Früherkennungs- und Warnsystems Trockenheit" beinhaltet ebenfalls Wasserstandsmeldungen und -prognosen sowie die Abflussdaten der wichtigsten Flüsse und Seen in der Schweiz. Ebenfalls ist eine Datenschnittstelle für institutionelle Benutzer wie Kraftwerksbetreiber - welche in der Regel bereits heute eigene Prognosewerkzeuge besitzen - vorhanden. Das System soll später laufend ausgebaut und verbessert werden.

c) Revision Gütertransportgesetz

Das übergeordnete Ziel der Revision des Gütertransportgesetzes ist eine massgebliche Verminderung der Treibhausgasemissionen des Gütertransports und eine nachhaltige Nutzung von Raum und Umwelt. Wenn auch der Schwerpunkt der Vorlage auf dem Schienengüterverkehr liegt, umfasst diese auch Bestimmungen zur Güterschifffahrt. So sieht die Gesetzesvorlage u.a. Massnahmen für die Stärkung der Rheinschifffahrt im Rahmen multimodaler Transportketten sowie für das Setzen von Anreizen für den Einsatz dekarbonisierter Antriebe bei Fahrzeugen des Schienengüterverkehrs und der Güterschifffahrt vor.

Das revidierte Gesetz wurde vom Parlament verabschiedet. Die Inkraftsetzung könnte Anfang 2027 erfolgen, falls keine Volksabstimmung verlangt wird.

d) Vertiefung der Schifffahrtsrinne in Basel

Um zukünftige, klimabedingte Niedrigwassersituationen besser begegnen zu können, wurde Ende 2017 die Schifffahrtsrinne in Basel um rund 30 cm vertieft. Diese Korrektur hatte das Ziel, Schiffe auch bei Niedrigwasser mit größeren Abladetiefen fahren lassen zu können. Die Maßnahme konnte im Jahr 2017 erfolgreich abgeschlossen werden.

1.3 Aktivitäten anderer internationaler Organisationen

Weltklimarat (IPCC)

Folgende Berichte der Arbeitsgruppen zum 6. Bericht des Weltklimarates (AR6) wurden bisher veröffentlicht:

- Bericht der Arbeitsgruppe 1 „The Physical Science Basis“ am 9. August 2021⁷
- Bericht der Arbeitsgruppe 2 „Impacts, Adaptation and Vulnerability“ am 28. Februar 2022⁸
- Bericht der Arbeitsgruppe 3 „Mitigation of Climate Change“ am 2. April 2022⁹

Der **Synthesebericht**¹⁰ wurde am 20. März 2023 veröffentlicht, um Informationen für die globale Bestandsaufnahme 2023 gemäß dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen bereitzustellen.

⁷ <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>

⁸ <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

⁹ <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>

¹⁰ <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

Die Berichte des Weltklimarates enthalten die grundsätzlichen Aussagen zum Klimawandel weltweit und für Europa. Für regionale Aussagen zu Temperatur- und Niederschlagsänderungen ist eine Regionalisierung der Modelle des Weltklimarates erforderlich. Diese Regionalisierung erfolgt für das Rheingebiet durch die KHR.

Europäische Kommission

Die Europäische Kommission hat am 24. Februar 2021 ihre neue EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel¹¹ angenommen. Die Strategie ist ein zentraler Bestandteil des Europäischen Green Deals. Sie zielt darauf ab, die Anstrengungen der EU zum Schutz von Natur, Menschen und Lebensgrundlagen vor den unvermeidlichen Auswirkungen des Klimawandels zu verstärken und zu beschleunigen. Die Strategie verfolgt vier Hauptziele: eine intelligenterere, schnellere und systematischere Anpassung und die Intensivierung internationaler Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.

In ihrer NAIADES III Mitteilung „Die europäische Binnenschifffahrt zukunftsfähig machen“¹² veröffentlicht die Europäische Kommission ihren Aktionsplan zur grundlegenden Umgestaltung der Verkehrssysteme hin zu einer emissionsfreien Mobilität bis 2030. Dies erfordert einen integrierten multimodalen Ansatz, der ausdrücklich darauf abzielt, die Nutzung nachhaltigerer und weniger überlasteter Verkehrsträger zu fördern.

Unterstützt wird die Umsetzung von NAIADES durch die von der EU finanzierten PLATINA Projekte. Das Projekt PLATINA3 sieht gezielte Koordinierungs- und Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Binnenschifffahrt in Europa vor. Das Projekt begann im Januar 2021 und hatte eine Laufzeit von 30 Monaten. Im Rahmen dieses Projekts wurde unter anderem auch ein Bericht zu Anpassungsstrategien für Binnenschifffahrtsinfrastrukturen an den Klimawandel¹³ veröffentlicht.

Das Joint Research Center (JRC) der Europäischen Kommission arbeitet aktuell am 4. Teil der PESETA Studie „Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on bottom-up Analysis“ zu Projektionen der wirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels in den Sektoren der Europäischen Union auf der Grundlage einer Bottom-up-Analyse sowie im Rahmen des Copernicus Programms¹⁴ am „European Drought Risk Observatory (EDO)“¹⁵, einer Aktivität zu den Folgen von Dürren auf Europa.

Die PESETA-IV-Studie¹⁶ zielt darauf ab, die Auswirkungen des Klimawandels auf Europa für eine Reihe von Sektoren, die vom Klimawandel betroffen sind, besser zu verstehen und herauszufinden, wie diese Auswirkungen durch Abschwächungs- und Anpassungsmaßnahmen vermieden werden könnten. In der PESETA IV Studie „Global warming and drought impacts in the EU“¹⁷¹⁸ werden auch Folgen durch Niedrigwasser für die Binnenschifffahrt betrachtet und Maßnahmen wie leichtere Binnenschiffe vorgeschlagen.

EDO¹⁹, also die Europäischen Dürrebeobachtungsstelle, ist Teil des Copernicus-Notfallmanagementdienstes und liefert dürrerelevante Informationen und Frühwarnungen für Europa. Im Rahmen von EDO wurde auch der Bericht „European Drought Risk Atlas“²⁰ erstellt, welcher unter anderem auch Hinweise für die Binnenschifffahrt enthält.

¹¹ https://ec.europa.eu/clima/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en

¹² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0324>

¹³ <https://platina3.eu/climate-change-adaptation-strategies/>

¹⁴ <https://www.copernicus.eu/en> (Copernicus ist ein EU-Programm zur Entwicklung europäischer Informationsdienste auf der Grundlage von satellitengestützter Erdbeobachtung und In-situ-Daten.)

¹⁵ <https://drought.emergency.copernicus.eu/>

¹⁶ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/peseta-projects_en

¹⁷ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/system/files/2020-05/pesetaiv_summary_final_report.pdf

¹⁸ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/system/files/2020-05/pesetaiv_task_7_drought_final_report.pdf

¹⁹ <https://drought.emergency.copernicus.eu/tumbo/edo/map/>

²⁰ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC135215>

Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE)

Mittels Normen, Konventionen und politische Unterstützung stellt die UNECE praktische Instrumente zur Verfügung, um die Länder bei ihren Bemühungen in den vier Handlungsfeldern Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel, Mobilisierung von Finanzmitteln und Stärkung der Zusammenarbeit zu unterstützen. Die UNECE bietet einen harmonisierten rechtlichen und regulatorischen Rahmen für die Dekarbonisierung von Mobilität und Verkehr²¹, unterstützt durch eine Strategie des Binnenverkehrsausschusses (ITC)²² zur Verringerung der Treibhausgasemissionen.

Binnenwasserstraßen und Häfen sind kritische Verkehrsressourcen und durch ein sich bereits veränderndes Klima in noch nie dagewesenem Maße bedroht. So könnten bis zum Jahr 2100 über 60 % der Seehäfen in der EU einem hohen Hochwasserrisiko ausgesetzt sein. Die UNECE analysiert die wichtigsten Risiken und Gefahren, um die Widerstandsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur durch Ermittlung geeigneter und kostengünstigster Anpassungsmaßnahmen zu stärken²³.

Kommission für die Hydrologie des Rheins (KHR)

Die KHR-Studie „Impact of climate change on the rain, snow and glacier melt components of streamflow of the river Rhine and its tributaries“²⁴ zu Klimawandel und Niedrigwasser im Rheineinzugsgebiet wurde 2022 veröffentlicht (siehe hierzu auch IEN/G (22) 41).

Der KHR-Bericht „Impact of regional climate change on discharge in the Rhine River basin (vormals „RheinBlick2050“)²⁵ wird fortgeschrieben.

Der KHR-Bericht zu Sozio-ökonomischen Szenarien (SES)²⁶ wird fortgeschrieben. Änderungen der sozioökonomischen Aktivitäten können zu Änderungen der Wassernutzung und des Wasserverbrauchs führen, und beeinflussen auch den Abfluss des Rheins.

Die für die Fortschreibung des Statusberichts des Ausschusses IEN zur Anpassung der Wasserstraße und der Rheinschifffahrt an die Auswirkungen des Klimawandels erforderlichen Abflussprognosen des Rheins bilden auch die Grundlagen für die Fortschreibung des KHR-Berichts „Rheinblick 2050“. Die KHR schätzt, dass die hierfür erforderliche Regionalisierung etwa 2 Jahr benötigt und 2026 vorliegen könnte und der Bericht „RheinBlick2027“²⁷ voraussichtlich 2027 veröffentlicht werden soll. (Siehe hierfür auch Niederschrift der 92. Sitzung der KHR, Punkt 3.01²⁸). Bereits die Studie zu den Auswirkungen der Schnee- und Gletscherschmelze zeigt, dass das Ausbleiben dieser Abflussanteile im Sommer mögliche Niedrigwasserperioden verschärfen wird.

Internationale Kommission für den Schutz des Rheins (IKSR)

In der IKSR-Klimawandelanpassungsstrategie²⁹ 2015 wurden bereits die Schifffahrt und ihre möglichen Einschränkungen durch Hoch- und Niedrigwasser mit einbezogen. Nach der Strategie könnte es infolge von Niedrigwasser zu geringerer Beladung und stärkeren Einschränkung der Schifffahrt kommen. Schiffsgrößen müssten daher angepasst und Fahrrinnen vertieft werden, um die Schifffahrt auch bei Niedrigwasser zu gewährleisten.

²¹ <https://unece.org/transport>

²² <https://unece.org/transport/publications/itc-strategy-until-2030>

²³ <https://unece.org/transport/press/unece-study-maps-transport-infrastructure-high-risk-due-climate-change-pan-european>

²⁴ <https://www.chr-khr.org/en/news/when-melt-water-missing-more-often-low-water-expected-rhine-future>

²⁵ <https://www.chr-khr.org/en/project/impact-regional-climate-change-discharge-rhine-river-basin-rheinblick2050-2007-2011>

²⁶ <https://www.chr-khr.org/de/projekt/sozio-oekonomische-szenarien-ses-2018-2021>

²⁷ 2027 bezieht sich auf das Jahr der geplanten Veröffentlichung.

²⁸ https://www.chr-khr.org/sites/default/files/chrpublications/CHR_92_public.pdf

²⁹ https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0219.pdf

Im Februar 2020 haben die zuständigen Ministerinnen bzw. ihre Vertreter das Programm „Rhein 2040“ verabschiedet. Es zielt auf ein nachhaltig bewirtschaftetes Rheineinzugsgebiet mit wertvollen Lebensadern für Mensch und Natur ab, das resilient gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels ist. Verschiedene globale Umweltprobleme – vor allem Biodiversitätsverlust, Umweltverschmutzung und Klimawandel – wirken sich auf den Wasserkreislauf aus. Die IKSR wird ihre Klimawandelanpassungsstrategie bis 2025 fortschreiben³⁰.

2024 hat die IKSR einen Bericht der Expertengruppe HCLIM zu den „Klimawandelbedingten Abflussszenarien für das Rheineinzugsgebiet“ veröffentlicht. Bei dem Bericht handelt es sich um eine Aktualisierung der IKSR-Abflussszenarienstudie auf Grundlage des 5. IPCC-Berichts. Die Expertengruppe HCLIM kommt dabei zu dem Schluss, dass

- bisherige Änderungsaussagen sich grundsätzlich bestätigen, jedoch die Spannweite größer wird,
- Veränderung hin zu stärker regengespeisten Abflussregimen zuungunsten schnee- oder gletschergespeister Abflussregime im Rheineinzugsgebiet zu erwarten sind und
- dadurch der Abfluss im Sommer ab und im Winter zunimmt, wobei der mittlere Jahresabfluss sich kaum verändert.

Diese Schlussfolgerungen dienen auch der KHR für ihre Arbeiten zur Regionalisierung des 6. IPCC-Berichts. Auch die IKSR benötigt für die Fortschreibung der Klimawandelanpassungsstrategie die Ergebnisse dieser Regionalisierung, welche von der KHR mit dem Bericht RheinBlick2027 voraussichtlich 2027 veröffentlicht werden.

Internationaler Verband für Schifffahrt (PIANC)

Nach der Veröffentlichung des Berichts im Jahr 2008 der Task Group 3 "Climate Change and Navigation - Waterborne Transport, Ports and Waterways: A Review of Climate Change Drivers, Impacts, Responses and Mitigation" kam PIANC zu dem Schluss, dass kontinuierliche Maßnahmen erforderlich sind, um die sich entwickelnden Herausforderungen des Klimawandels zu überwachen und darauf zu reagieren. Daher wurde eine kommissionsübergreifende Ständige Arbeitsgruppe zum Klimawandel (PTGCC, Permanent Task Group on Climate Change) eingesetzt³¹.

Folgende Arbeitsgruppen und Berichte sind relevant:

- TG3: Der Bericht der Taskgroup 3 zu Klimawandel und Schifffahrt³² wurde aktualisiert und 2023 als „Waterborne Transport, Ports and Waterways: A 2023 Update of Climate Change Drivers and Impacts“ veröffentlicht.
- TG193: Der Bericht der Taskgroup 193 zu „Resilience of the Maritime and Inland Waterborne Transport System“³³ wurde 2020 veröffentlicht.
- WG178: Der Bericht zu „Climate Change Adaptation Planning for Ports and Inland Waterways“³⁴ wurde 2020 veröffentlicht.
- WG188: Der Bericht zu „Carbon Management for Port and Navigation Infrastructure“³⁵ wurde 2019 veröffentlicht.
- WG249: Die Arbeitsgruppe zu „Adaptation of inland waterways infrastructure for climate change impacts“ hat 2024 ihre Arbeit aufgenommen.

³⁰ <https://www.iksr.org/de/themen/klimaaenderung>

³¹ <https://www.pianc.org/permanent-task-group-on-climate-change>

³² <https://www.pianc.org/publication/waterborne-transport-ports-and-waterways-a-2023-update-of-climate-change-drivers-and-impacts/>

³³ <https://www.pianc.org/publications/envicom/tg193>

³⁴ <https://www.pianc.org/shop/download/12611>

³⁵ <https://www.pianc.org/publications/envicom/wg188>

2. Auswirkungen des Klimawandels auf den Rheinabfluss

2.1 Schlussfolgerungen aus dem vierten IPCC-Bericht

Die ZKR folgerte 2011 auf Grundlage der von der IKSR und der KHR vorgelegten wissenschaftlichen Erkenntnisse, dass es bis 2050 keine eindeutigen Änderungen des hydrologischen Regimes im Vergleich zu heute gibt. Ab 2050 können Auswirkungen des Klimawandels auf das Funktionieren der Infrastrukturstrukturen nicht ausgeschlossen werden. Es sind daher keine unmittelbaren Infrastrukturmaßnahmen dringend erforderlich. Alle drei ZKR-Berichte zum Klimawandel (siehe hierzu auch Kapitel 1.1) und der wissenschaftliche Input der KHR und IKSR beruhen auf dem vierten IPCC-Bericht, dessen Ergebnisse 2007 veröffentlicht wurden.

2.2 Schlussfolgerungen aus dem fünften IPCC-Bericht

Untersuchungen der Mitgliedsstaaten, der IKSR und der KHR aus 2019 zeigen, dass es zwischen den regionalisierten Ergebnissen des 4. und dem 5. IPCC-Berichts keine wesentliche Änderung bezüglich des hydrologischen Regimes des Rheineinzugsgebietes gegeben hat. Der Ausschuss IEN kam daher 2019 zu dem Schluss, dass die Ergebnisse von 2011 weiterhin gültig sind. Auf Basis von weiterentwickelten hydrologischen Modellen konnten jedoch die von den Klimamodellen prognostizierten klimatischen Auswirkungen auf Temperatur und Niederschlag aussagekräftiger modelliert werden. Hierdurch kam es zu belastbareren Aussagen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Rheinabfluss.

Bis 2050 sind keine signifikanten Auswirkungen des Klimawandels auf die Rheinschifffahrt zu erwarten. Es werden für den Winter moderate Zunahmen des Niederschlags vorhergesagt. Erhöhte winterliche Niederschläge, die aufgrund der erhöhten Temperaturen zudem vermehrt als Regen statt Schnee fallen, können zu einem moderaten Anstieg der Mittel- und Niedrigwasserabflüsse sowie stromabwärts von Kaub der Hochwasserabflüsse führen. Ergebnisse der Prognosen für den Sommer zeigen für den Niederschlag keinen deutlichen Trend auf. Der Abfluss bleibt im Sommer im Vergleich zur heutigen Situation mehr oder minder unverändert.

Ab 2050 werden nachfolgende Veränderungen des Wasserhaushalts und des Abflussregimes erwartet:

Im hydrologischen Winterhalbjahr: (November bis April)

- Zunahme der Niederschläge
- Zunahme der Abflüsse
- Frühzeitige Schmelze von Schnee/Eis/Permafrost, Verschiebung der Schneefallgrenze

Im hydrologischen Sommerhalbjahr: (Mai bis Oktober)

- Abnahme der Niederschläge
- Abnahme der Abflüsse
- Zunahme der Niedrigwasserperioden

2.3 Erste Erkenntnisse aus dem sechsten IPCC-Bericht

Der sechste IPCC-Bericht (Synthesebericht) wurde 2023 veröffentlicht. Der Bericht präsentiert die neuesten Prognosen für den weltweiten Klimawandel. Die Projektionen beruhen auf den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen und den aktuellsten Klimamodellen. Wichtige Kernbotschaften sind, dass:

- die globale Oberflächentemperatur im Zeitraum 2011-2020 um 1,1°C über dem Wert von 1850-1900 liegt,
- die globalen Treibhausgasemissionen weiter zugenommen haben,
- weitreichende und rasche Veränderungen in der Atmosphäre, den Ozeanen, der Kryosphäre und der Biosphäre eingetreten sind,

- der Klimawandel sich bereits auf viele Wetter- und Klimaextreme in allen Regionen der Welt auswirkt und
- für jedes beliebige künftige Erwärmungsniveau viele klimabezogene Risiken höher als im AR5 bewertet sind,

Die globalen Auswirkungen auf Temperatur und Niederschlag sind in der nachfolgenden Grafik aus dem 6. IPCC-Bericht dargestellt.

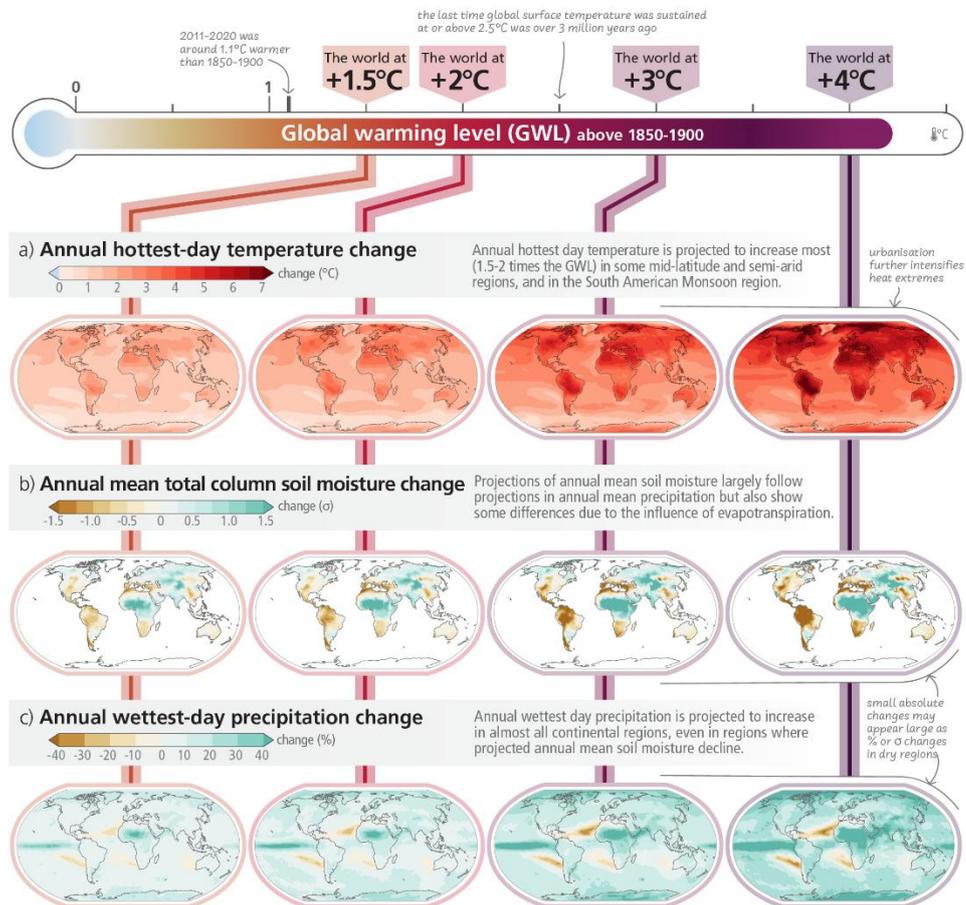


Abbildung 1: Globale Erwärmung und Auswirkung auf Niederschlag (Quelle: IPCC, 6. Synthesebericht)

Erste regionalisierten Daten für den Rhein werden voraussichtlich ab 2026 verfügbar sein.

Bisher legte nur das Niederländische Meteorologische Institut (KNMI) mit KNMI'23 eine Reihe von Klimaprojektionen vor, welche mit den neuesten Szenarien aus dem sechsten Bericht übereinstimmen (und sind eine Aktualisierung der KNMI'14-Szenarien auf der Grundlage des fünften IPCC-Berichts).

Auf der Basis der KNMI'23 Szenarien analysierte Deltares die Auswirkungen auf das Abflussregime des Rheins³⁶. Die Ergebnisse sind vorläufig und nur unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen verwendbar. Weitere Arbeiten für das gesamte Rheineinzugsgebiet durch die KHR sind erforderlich. Dennoch zeigen die vorläufigen Ergebnisse erste Trends.

36 "The implications of the KNMI'23 scenarios for the Rhine and Meuse rivers", Deltares, 2024

Der Klimawandel wird zu einem weiteren Anstieg der Temperaturen im Einzugsgebiet führen. In den hohen Emissionsszenarien könnten die Temperatur des Rheineinzugsgebietes bis zum Jahr 2150 um durchschnittlich sechs Grad ansteigen. Der Temperaturanstieg wird zu einem Anstieg der Wasserverluste durch Verdunstung führen. Darüber hinaus sagen die Klimaszenarien auch Veränderungen bei den Niederschlägen voraus. Diese Veränderungen sind je nach Jahreszeit und Teileinzugsgebiet unterschiedlich.

Erste vorläufige Ergebnisse für den Rheinabfluss zeigen, dass die Veränderung des mittleren jährlichen Abflusses als Indikator unsicher ist. Die Risiken des Klimawandels können positiv (2 von 6 Szenarien) oder negativ (4 von 6) sein. Betrachtet man jedoch die Sommer- und Winterperiode, so sind die jährlichen Winterabflüsse in allen Szenarien größer und die jährlichen Sommerabflüsse in allen Szenarien deutlich kleiner. Auch die jährlichen Niedrigwasserabflüsse deuten darauf hin, dass die Abflüsse in allen Szenarien geringer sein werden. Es ist also zu erwarten, dass die Klimarisiken für die Rheinschifffahrt zunehmen werden.

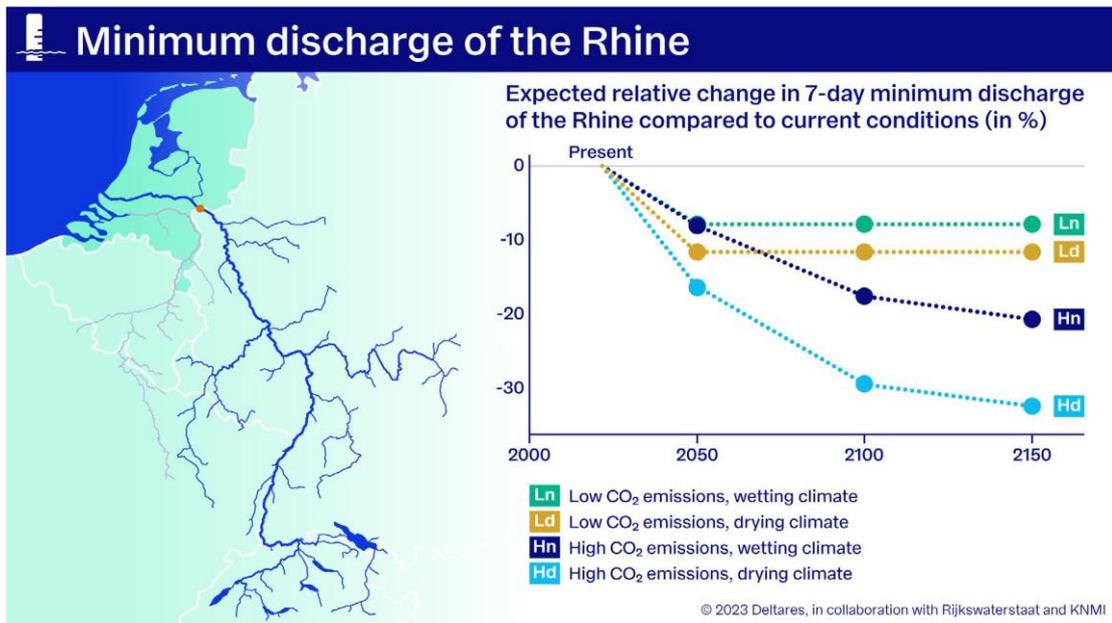


Abbildung 2: Änderung mittlerer jährlicher Niedrigwasserabfluss (NM7Q) bei Lobith (Quelle: Deltares)

Die vorläufigen Projektionen für alle moderaten und hohen Emissionsszenarien zeigen einen Anstieg der maximalen jährlichen Abflüsse um 5 bis 25 % bis zum Jahr 2100. Der Niedrigwasserabfluss über einen Zeitraum von sieben Tagen (NM7Q, ein Indikator für Dürreperioden) wird in allen nassen und trockenen Szenarien niedriger sein. Der Rückgang schwankt zwischen 10 und 30 % für das Jahr 2100.

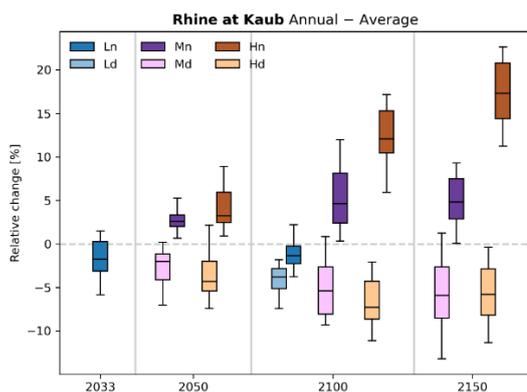


Abbildung 3: Änderung mittlerer Jahresabfluss bei Kaub (Quelle: Deltares)

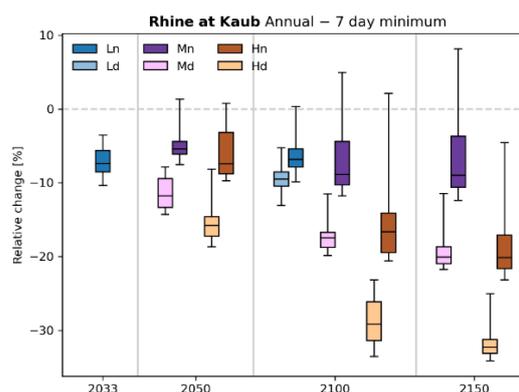


Abbildung 4: Änderung mittlerer jährlicher Niedrigwasserabfluss (NM/Q) bei Kaub (Quelle: Deltares)

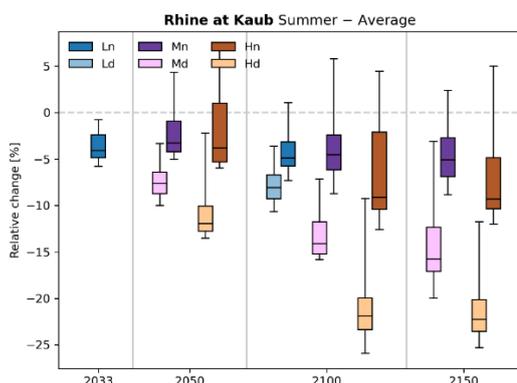


Abbildung 5: Änderung mittlerer Abfluss im Sommerhalbjahr bei Kaub (Quelle: Deltares)

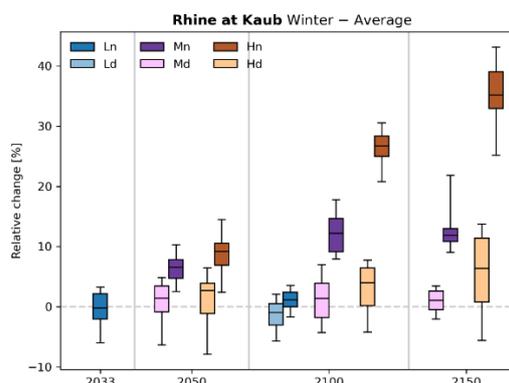


Abbildung 6: Änderung mittlerer Abfluss im Winterhalbjahr bei Kaub (Quelle: Deltares)

3. Schlussfolgerungen zur Anpassung der Wasserstraßeninfrastruktur an den Klimawandel

Bisher vertrat der Ausschuss IEN den Standpunkt, dass es bis 2050 keine eindeutigen Änderungen des hydrologischen Regimes im Vergleich zu heute gibt. Ab 2050 können Auswirkungen des Klimawandels auf das Funktionieren der Infrastrukturstrukturen nicht ausgeschlossen werden. Diese Schlussfolgerungen basierten auf den regionalisierten Ergebnissen der vierten und fünften IPCC-Berichte.

Die IKSR-Expertengruppe HCLIM kam in ihrem Bericht zu „Klimawandelbedingte Abflussszenarien für das Rheineinzugsgebiet“ auf Basis des 5. IPCC-Berichts zu den Schlussfolgerungen, dass sich die bisherigen Änderungsaussagen zu den Rheinabflüssen grundsätzlich bestätigen, jedoch bei größerer Spannweite, und dass bestehende Bewirtschaftungspraktiken zukünftig an ihre Grenzen stoßen können.

Der sechste IPCC-Bericht kommt zu den Schlussfolgerungen, dass weitreichende und rasche Veränderungen eingetreten sind, der Klimawandel sich bereits auf viele Wetter- und Klimaextreme auswirkt und viele klimabezogene Risiken höher als im 5. IPCC-Bericht zu bewerten sind.

Dennoch kann auf dieser Grundlage noch nicht darüber entschieden werden, welche konkreten Maßnahmen wann zu treffen sind. Dies zeigen insbesondere die Schlussfolgerungen der IKSR für den Rhein mit dem Hinweis auf die hohen Spannweiten der Modellergebnisse. Daher sind zunächst die regionalisierten Ergebnisse aus der RheinBlick2027 Studie der KHR abzuwarten.

Unabhängig von den Ergebnissen der RheinBlick2027 Studie können bereits heute sog. „No-regret-measures“ umgesetzt werden, zum Beispiel zur Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse bei Niedrigwasser in Verbindung mit einer Unterstützung der Erreichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), wobei auch die Ziele der Verordnung über Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes (TEN-V) mitberücksichtigt werden könnten.
