

**ERMITTLUNG DER
MÖGLICHEN AUSWIRKUNGEN
DES KLIMAWANDELS IM
MOSEL- UND SAAREINZUGSGEBIET**

FLOW MS

VORWORT

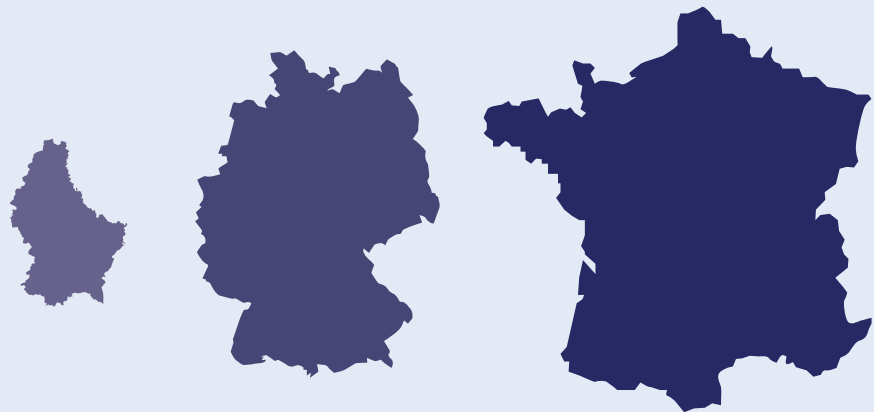
SEIT 1961 ARBEITEN FRANKREICH, LUXEMBURG UND DEUTSCHLAND IN DEN INTERNATIONALEN KOMMISSIONEN ZUM SCHUTZE DER MOSEL UND DER SAAR (IKSMS) GRENZÜBERSCHREITEND ZUSAMMEN.

seit 1961

CIPMS
IKSMS

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

INTERNATIONALE KOMMISSIONEN ZUM
SCHUTZE DER MOSEL UND DER SAAR



Die ursprüngliche Aufgabe der IKSMS war es, die Zusammenarbeit der Regierungen dieser Länder beim Schutz der Gewässer durch Verunreinigungen zu unterstützen. Neben vielen anderen Aufgaben fällt seit den 1990er Jahren auch das Thema Hochwasser mit den Bereichen Hochwasserschutz und Hochwasserrisiken in den Aufgabenbereich der IKSMS. Sie sind zuständig für die Hochwasserproblematik im gesamten Mosel- und Saareinzugsgebiet und dienen zudem als Plattform bei der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie und der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie.

Im Rahmen des Projekts TIMIS flood (Transnational Internet Map Information System on Flooding, 2004-2008) wurde unter anderem auch das Wasserhaushalts- und Hochwasservorhersagemodell LARSIM (Large Area Runoff Simulation Model) für das gesamte Mosel- und Saareinzugsgebiet aufgestellt. Gespeist mit aktuellen hydrologischen und meteorologischen Mess- und Vorhersagedaten sowie Informationen zur Geländebeschaffenheit berechnet LARSIM den Abfluss im Einzugsgebiet von Mosel und Saar und stellt damit die Daten für die Hochwasservorhersagen der Vorhersagezentralen in den Anrainerstaaten zur Verfügung.

Um auch auf Veränderungen hinsichtlich zukünftiger Hoch- und Niedrigwasserereignisse vorbereitet zu sein, müssen heute schon die voraussichtlichen klimatischen Veränderungen und ihre Auswirkungen auf den Wasserhaushalt beachtet werden. Aus diesem Grunde wurde Anfang 2009 das grenzübergreifende Projekt „Hoch- und Niedrigwassermanagement im Mosel- und Saareinzugsgebiet - FLOW MS“ (**FL**ood = Hochwasser, **LOW** water = Niedrigwasser, Mosel und Saar) ins Leben gerufen, das von den IKSMS koordiniert wird. Im Rahmen der Aktion 4 dieses Projekts sollen mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt im Mosel- und Saareinzugsgebiet ermittelt und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

FLOW MS

INHALTSVERZEICHNIS

MOSEL- UND SAAREINZUGSGEBIET



DAS PROJEKT FLOW MS _____ 2

Globale & regionale Klimamodelle _____ 4

Simulierte Klimaveränderungen
 im Mosel- und Saareinzugsgebiet _____ 6

Wasserhaushaltsmodelle –
 Simulation von Abflussszenarien _____ 8

Mögliche Auswirkungen
 auf den Wasserhaushalt _____ 10

Zusammenfassung & Ausblick _____ 12

FLOW MS

DAS PROJEKT FLOW MS

WIE WIRD SICH DER KLIMAWANDEL AUF DEN WASSERHAUSHALT AUSWIRKEN?

FLOW MS war ein grenzübergreifendes Projekt der Länder Frankreich, Luxemburg und Deutschland (Saarland und Rheinland-Pfalz) und fand im Rahmen des Interreg IV-A-Programms der Europäischen Union statt. Es folgte auf das Interreg III-B-Projekt TIMIS flood, das Hochwassergefahrenkarten, grenzüberschreitende Hochwasservorhersagen, Hochwasserfrühwarnung sowie eine Internet-Plattform umfasste. Gefördert wurde FLOW MS zu 50 % durch EU-Mittel. Ziel des Projekts war es, die Hochwasservorhersagen zu verbessern und dadurch Schäden zu verringern

WWW.FLOW-MS.EU

> SIEHE
PROJEKTSTECKBRIEF
AUF DER RÜCKSEITE

sowie das Niedrigwassermanagement zu optimieren. Dieses wurde in fünf Aktionen umgesetzt. Die Aktion 4 war darauf ausgerichtet, Auswirkungen

des Klimawandels auf den Wasserhaushalt im Mosel- und Saareinzugsgebiet für die nahe Zukunft (2021-2050) zu ermitteln und dadurch das Hoch- und Niedrigwassermanagement verbessern zu können.

Hintergrund der Aktion 4 ist die Annahme des Sachverständigen-Gremiums „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (Weltklimarat IPCC) der Vereinten Nationen, dass sich die mittlere globale Tem-

peratur infolge des anthropogen verstärkten „Treibhauseffekts“ in den nächsten Jahrzehnten deutlich erhöhen wird. Es ist davon auszugehen, dass diese Veränderungen regional spezifische Auswirkungen auf die hydrologischen Prozesse und damit auf das Abflussverhalten der Gewässer haben werden.

VON GLOBAL ZU REGIONAL

Da bisher nur globale Klimamodelle für die Simulation der zukünftigen Temperaturentwicklung unter Einbeziehung unterschiedlicher Emissionsszenarien vorliegen, mussten deren Ergebnisse für die Arbeiten im Projekt FLOW MS zunächst herunter skaliert, also regionalisiert werden. Die Ergebnisse dieses Prozesses dienten als meteorologische Datengrundlagen, die in das bereits bestehende, hochaufgelöste und auf das Mosel- und Saareinzugsgebiet abgestimmte Wasserhaushaltsmodell LARSIM eingespeist wurden. Auf diese Weise wurden regionalspezifische Abflussszenarien simuliert und mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt von Mosel und Saar ermittelt. Mit Hilfe dieser Simulationen werden Grundlagen geschaffen, um mögliche Handlungsempfehlungen für das Hoch- und Niedrigwassermanagement für die nahe Zukunft ableiten zu können.

ARBEITSPROGRAMM DER AKTION 4

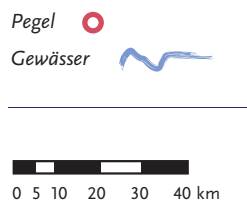
ERMITTLUNG DER AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS

- Schaffung meteorologischer und hydrologischer Datengrundlagen
- Weiterentwicklung des vorhandenen Wasserhaushaltsmodells LARSIM
- Abflusssimulationen mit komplexen Modellketten
- Analyse, Interpretation und Kommunikation der Ergebnisse
- Anbindung an bestehende Projekte, wie z. B. TIMIS (www.timisflood.net), KLIWA (www.kliwa.de) oder RheinBlick2050 (www.chr-khr.org/projects/rheinblick2050)

ZIEL DER AKTION 4 war es, Aussagen über mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf das Hoch- und Niedrigwassermanagement im Mosel- und Saareinzugsgebiet für die nahe Zukunft (Zeithorizont 2021-2050) zu erhalten und Handlungsempfehlungen abzuleiten.

ÜBERSICHTSKARTE

IM PROJEKT FLOW MS UNTERSUCHTE PEGEL
IM MOSEL- UND SAAREINZUGSGEBIET



DIE MOSEL

(französisch *Moselle*, luxemburgisch *Musel*) entspringt in den südlichen Vogesen und ist mit einer Länge von 544 km der größte Nebenfluss des Rheins. Sie fließt durch Frankreich und bildet die Grenze zwischen Luxemburg und Deutschland. Nachdem die Mosel in ihren typischen, stark gewundenen Mäandern mit den teils sehr steilen Talhängen zwischen den deutschen Mittelgebirgen Eifel und Hunsrück entlang geflossen ist, mündet sie bei Koblenz in den Rhein. Ab 1958 wurde die Mosel von ihrer Mündung bis Neuves-Maison kanalisiert und zählt seither als Großschiffahrtsstraße. Sie ist eine der meist befahrenen Wasserstraßen Europas. Die drei größten Nebenflüsse der Mosel sind die Saar, die Sauer und die Meurthe.



FLOW MS

Globale & Regionale Klimamodelle

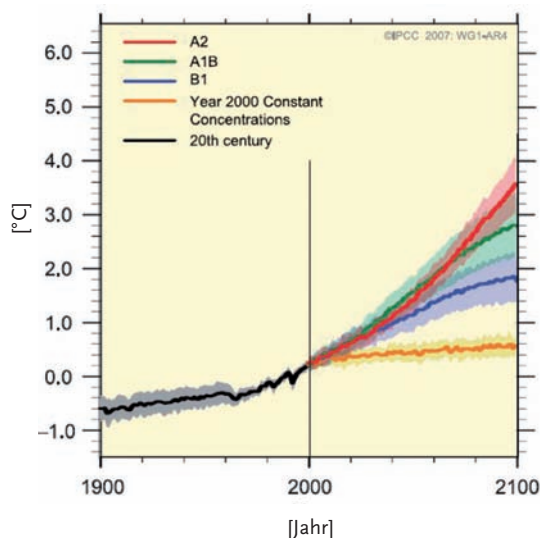
WIE ENTWICKELT SICH DAS KLIMA?

Für eine langfristige Abschätzung des Erdklimas müssen viele Parameter miteinbezogen werden, die sich gegenseitig beeinflussen. Vor allem der „Faktor Mensch“ spielt eine entscheidende Rolle. Die verschiedenen globalen Klimamodelle gehen bei ihren Berechnungen von unterschiedlichen Emissionsszenarien für die Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen aus.

Diese, vom Weltklimarat entwickelten Emissionsszenarien werden in vier verschiedene Hauptgruppen (z. B. A2, B1) unterteilt, die auf verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten der Weltbevölkerung hinsichtlich der Demographie sowie der wirtschaftlichen, politischen und technologischen Standards abzielen. Das Szenario A1B geht beispielsweise von mittleren Treibhausgasemissionen aus.

Die Simulationsergebnisse des globalen Klimamodells ECHAM5 unter Annahme des A1B-Szenarios stellen die Grundlagen für die Simulationen im Projekt FLOW MS dar.

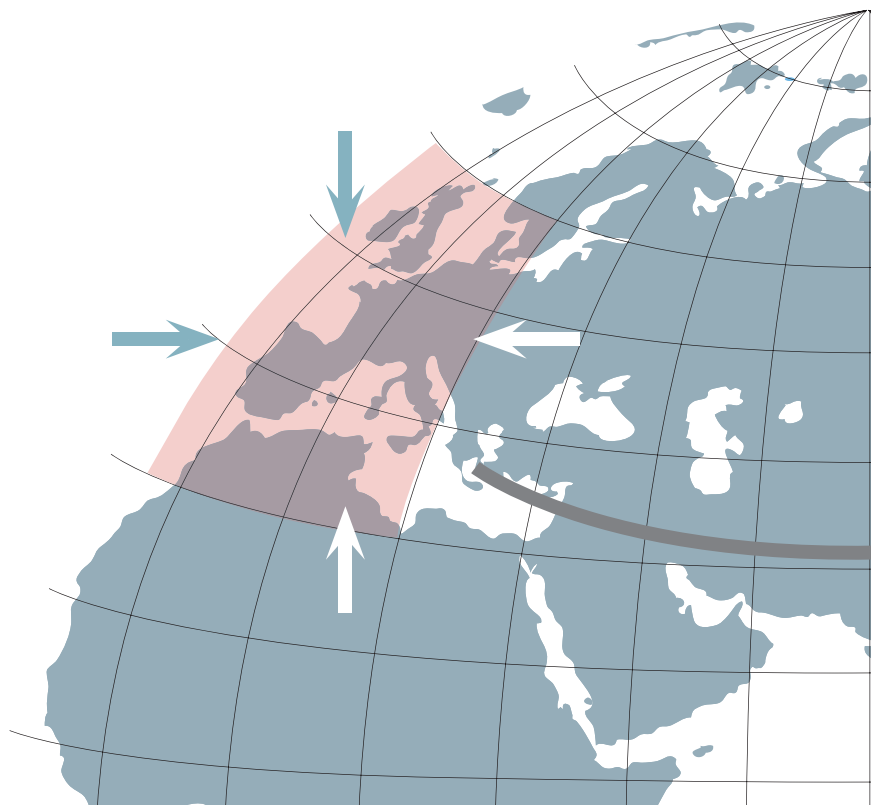
Modellergebnisse der globalen Erwärmung an der Erdoberfläche unter Berücksichtigung verschiedener Emissionsszenarien [°C]



Um die relativen Änderungen zwischen eines Zeitraums der Zukunft und des aktuellen Klimas zu ermitteln, wurde für das Projekt FLOW MS zum einen die nahe Zukunft betrachtet, die durch den Zeitraum 2021-2050 repräsentiert wird. Zum anderen wurden die für diesen Zeitraum errechneten Simulationsdaten sowohl mit simulierten als auch gemessenen Daten des Ist-Zustands verglichen. Die Daten des Ist-Zustands stammen aus dem Zeitraum 1971-2000.

VOM GLOBALEN ZUM REGIONALEN KLIMAMODELL

Die für das Mosel- und Saareinzugsgebiet bereitgestellten Simulationen eines regionalen Klimamodells beruhen auf den Datengrundlagen des globalen Atmosphären-Ozean-Zirkulationsmodells ECHAM5. Die Berechnungsergebnisse dieses globalen Klimamodells liegen nur in einem Raster mit einem horizontalen Gitterabstand von ca. 150 km vor. Ein Gebiet wie z. B. Europa wird durch dieses Raster nur sehr vergrößert repräsentiert und auch die Topografie der Erdoberfläche wird damit nur recht ungenau dargestellt. D. h. konkret, dass regionale Besonderheiten wie z. B. Gebirgszüge und Täler nicht in die Berechnungen einbezogen werden. Die Ergebnisse im regionalen Maßstab sind damit für spezifische Aussagen über Klimaveränderungen nicht genau genug.

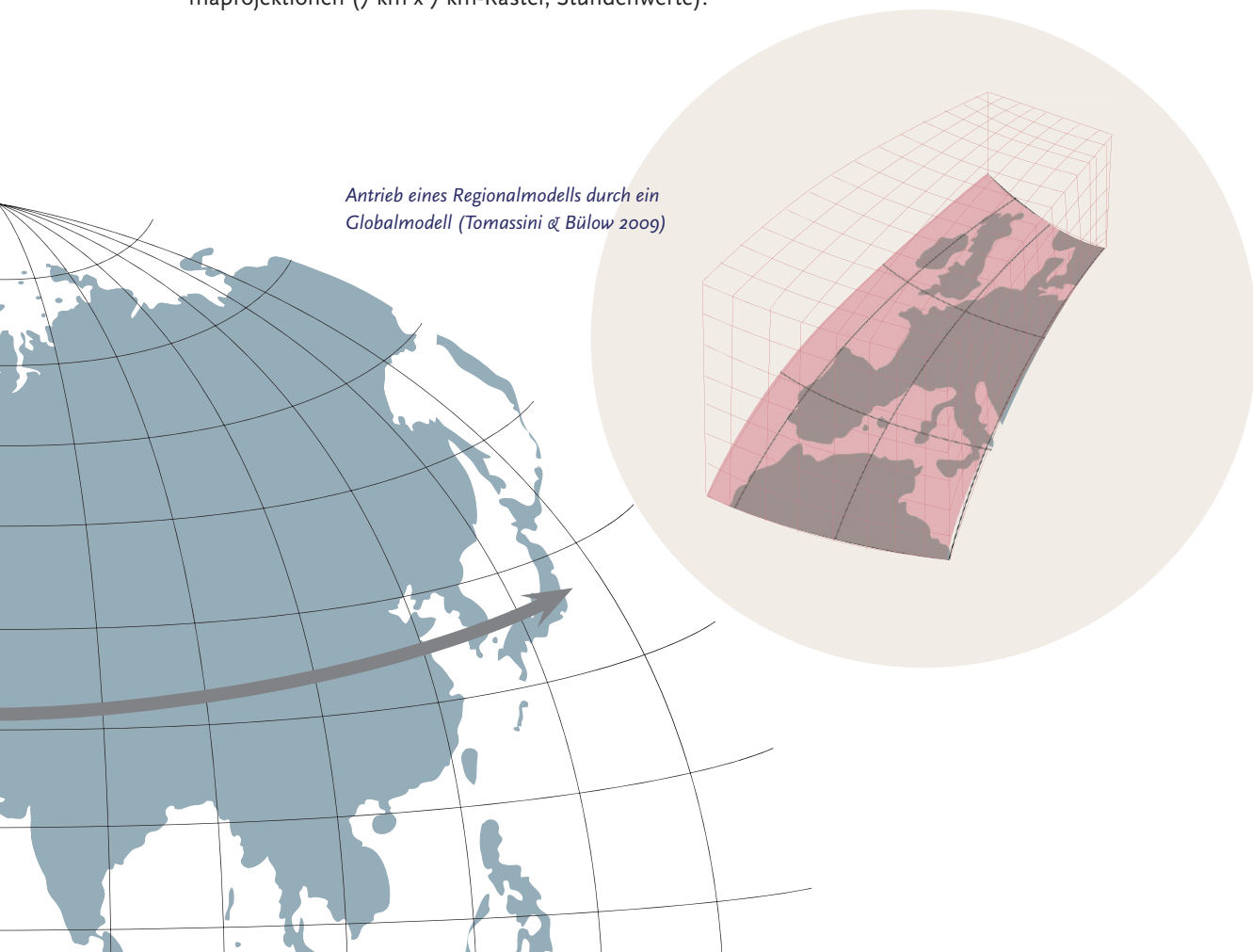


Für die Erstellung von Klimaprojektionen auf der regionalen Skala werden daher globale Klimamodelle und Regionalisierungsverfahren kombiniert. Bei der sogenannten dynamischen Regionalisierung erfolgt ein Downscaling, also ein Herunterskalieren der globalen Antriebsdaten des Globalmodells auf eine feinere regionale Auflösung, mit Hilfe regionaler Klimamodelle. Regionale Klimamodelle berechnen also nur einen Ausschnitt des Globus und simulieren die physikalischen Zusammenhänge des globalen Klimamodells mit einer höheren Auflösung für einen kleinen Bereich der Erdoberfläche.

Als Eingangsdaten für die folgenden Analysen innerhalb des Projekts FLOW MS wurden die Berechnungsergebnisse der Klimaprojektionen aus der Modellkette des Globalmodells ECHAM5 unter Annahme des Emissionsszenarios A1B und des dynamischen Regionalmodells COSMO-CLM (CCLM) verwendet. Die CCLM-Daten (Version 4.8) wurden vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung des Karlsruher Instituts für Technologie bereitgestellt und liefern räumlich und zeitlich hochaufgelöste Klimaprojektionen (7 km x 7 km-Raster, Stundenwerte).

Um die Unsicherheit der Klimaprojektionen besser abschätzen zu können, die sich z. B. aus der hohen Komplexität unseres Klimasystems und der begrenzten Rechenleistung von Computern ergibt, können Simulationsläufe mehrmals durchgeführt werden (Ensemble-Simulationen). Dies bedeutet z. B., dass mit dem Globalmodell mehrere Rechenläufe berechnet werden, denen unterschiedliche aber plausible Ausgangsbedingungen zu Grunde liegen. So stehen drei Simulationsergebnisse des Modells ECHAM5 zur Verfügung, die zum gleichen Berechnungszeitpunkt (01.01.1860) gestartet wurden, deren Anfangskonzentration an CO₂ aber auf unterschiedlichen Werten beruht. Jede der drei so berechneten Realisierungen (< runs >) ist gleich wahrscheinlich. Diese drei Realisierungen wurden als Eingangsdaten für das Regionalmodell CCLM verwendet. Für die vorliegenden Berechnungen mit den CCLM-Daten wurde zunächst der < run1 > ausgewählt.

Antrieb eines Regionalmodells durch ein Globalmodell (Tomassini & Bülow 2009)

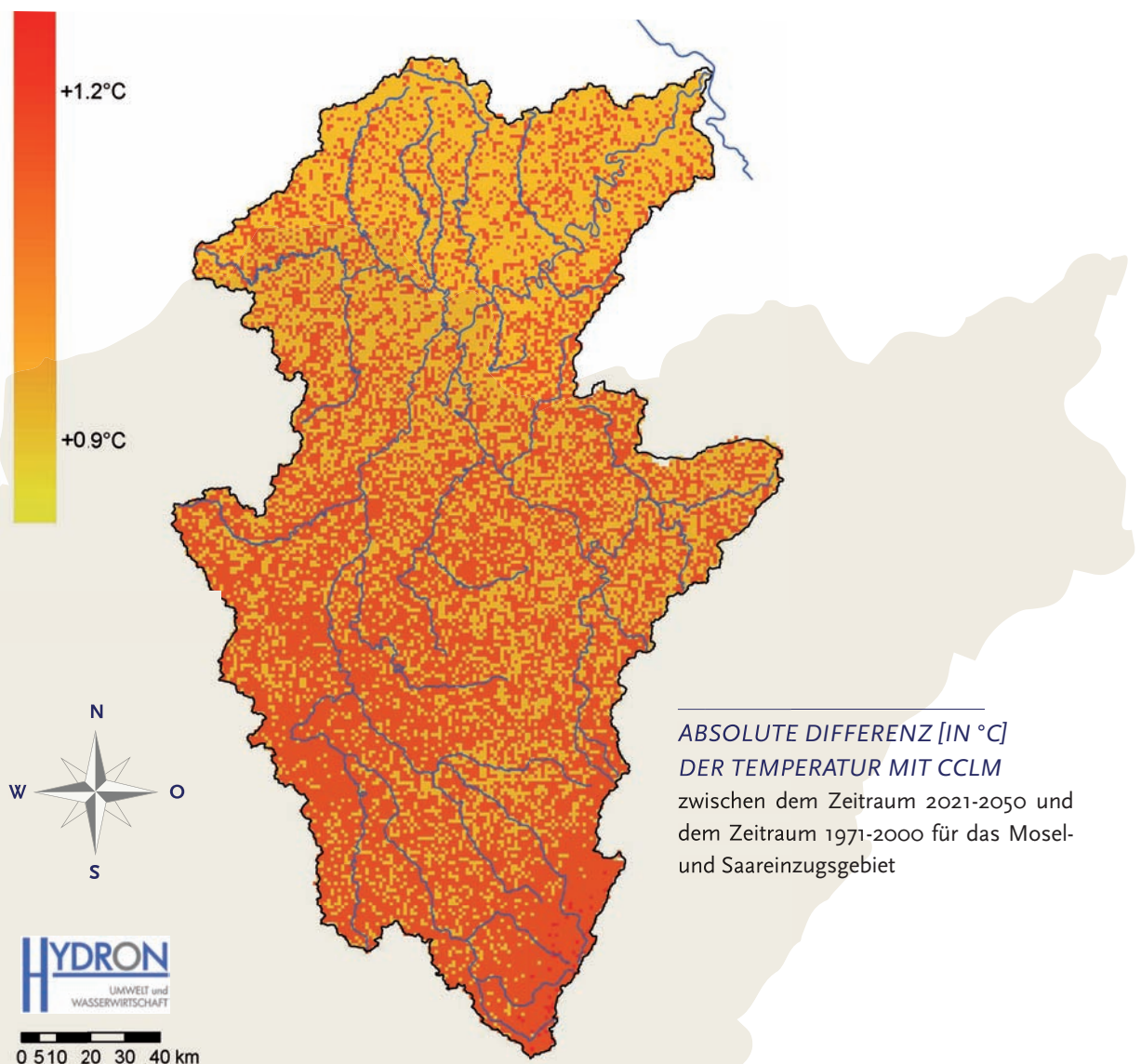


FLOW MS

SIMULIERTE KLIMAVERÄNDERUNGEN IM MOSEL- UND SAAREINZUGSGEBIET

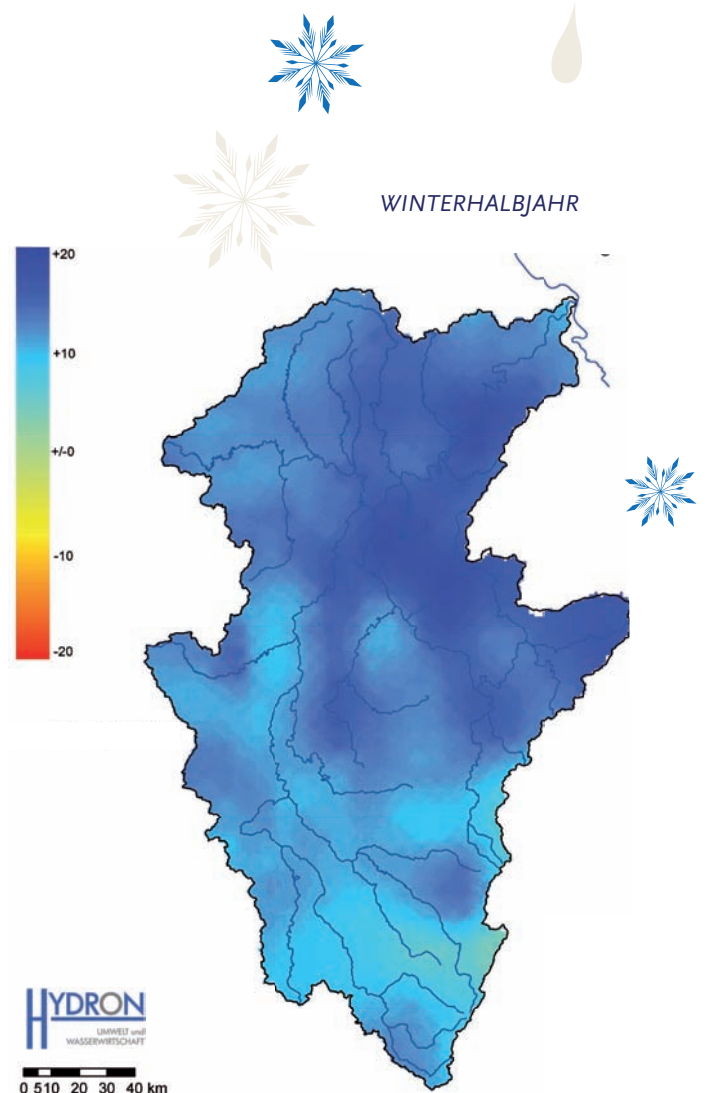
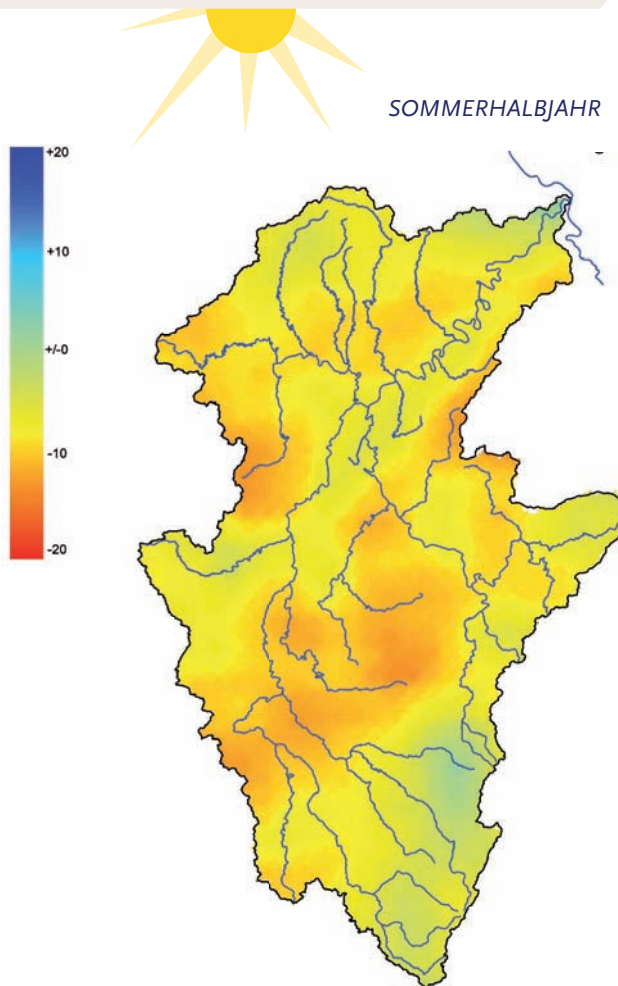
Die Ergebnisse der regionalen Klimaprojektionen des CCLM-Modells für die Periode 2021-2050 im Vergleich zu 1971-2000 im Mosel- und Saareinzugsgebiet unterscheiden sich zwar regional im Detail, der generelle Trend geht jedoch in dieselbe Richtung: Wird die Temperaturentwicklung betrachtet, so wird es zukünftig voraussichtlich insgesamt wärmer.

Die Analyse der Niederschlagsentwicklung ergab für das gesamte Mosel- und Saareinzugsgebiet Unterschiede zwischen den hydrologischen Sommerhalbjahren, die die Monate Mai bis Oktober umfassen, und den Winterhalbjahren, die hydrologisch im November beginnen und bis April dauern: Während die Sommer in Zukunft trockener werden, nehmen die Niederschläge in den Winterhalbjahren zu.



Das hydrologische Sommerhalbjahr umfasst die Monate von Mai bis Oktober, das hydrologische Winterhalbjahr die Monate November bis April.

J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D



PROZENTUALE DIFFERENZ
DES NIEDERSCHLAGS MIT CCLM
zwischen dem Zeitraum 2021-2050 und dem Zeit-
raum 1971-2000 für das Mosel- und Saareinzugsgebiet

FLOW MS

WASSERHAUSHALTSMODELLE – SIMULATION VON ABFLUSSSZENARIEN

Mit globalen und regionalen Klimamodellen allein können noch keine Aussagen über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft getroffen werden. Daher werden zusätzlich Wasserhaushaltsmodelle eingesetzt.

Mit Hilfe dieser Modelle ist die Berechnung der räumlichen und zeitlichen Verteilung von wesentlichen Komponenten des Wasserhaushaltes wie Niederschlag, Schneedecke, Verdunstung, Versickerung, Wasserspeicherung und Abfluss im Einzugsgebiet möglich.

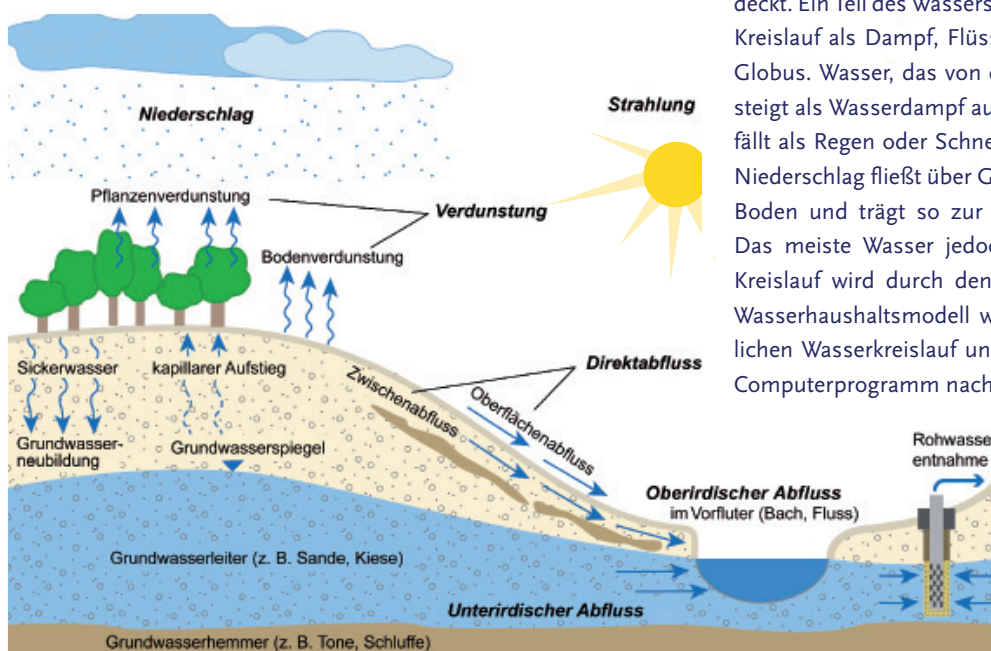
Im Mosel- und Saareinzugsgebiet wurden die durch das Regionalmodell CCLM berechneten Daten als Eingangsdaten für das hochaufgelöste Wasserhaushaltsmodell LARSIM verwendet. Letzteres wurde, in angepasster Form, für die Simulation möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt im Mosel- und Saareinzugsgebiet ausgewählt, da es in diesem Gebiet unter Einbeziehung aktueller meteorologischer Vorhersagen bereits in der Hochwasservorhersage zum Einsatz kommt.

LARSIM wurde für die Berechnungen im Rahmen des Projekts FLOW MS mit den CCLM-Daten zum Klima, also zum mittleren großräumigen Verhalten der Witterung über einen längeren Zeitraum, gespeist.

KLEINES RASTER FÜR GROSSE GENAUIGKEIT

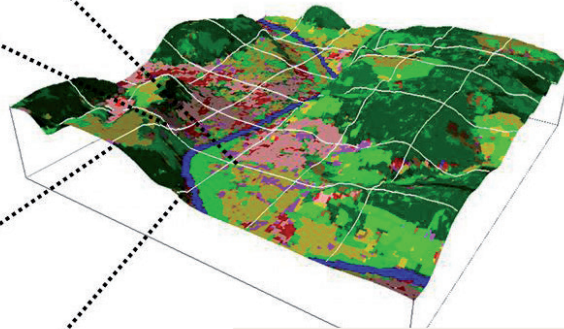
Zu den Eingangsdaten zählen bei LARSIM neben den meteorologischen Daten (Niederschlag, Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung und Luftdruck) auch Grundlagendaten wie Geländehöhen, Landnutzung, Bodeneigenschaften und Gerinnegeometrie. Die Simulation der hydrologischen Prozesse bezieht sich bei den Berechnungen für das Einzugsgebiet von Mosel und Saar auf 29.000 kleine Teilgebiete von 1 x 1 km Größe. Diese Teilgebiete sind modellintern untereinander vernetzt, um so den Abfluss von der Quelle zur Mündung berechnen zu können. In jedem Teilgebiet werden die hydrologischen Prozesse für jede Landnutzung einzeln simuliert. Bei den Berechnungen der Abflusswerte handelt es sich folglich um hochauflösende Simulationen der gesamten Fläche des Einzugsgebiets.

WASSERKREISLAUF



Die Erdoberfläche ist zu zwei Dritteln mit Wasser bedeckt. Ein Teil des Wassers zirkuliert in einem gewaltigen Kreislauf als Dampf, Flüssigkeit oder Eis rund um den Globus. Wasser, das von der Erdoberfläche verdunstet, steigt als Wasserdampf auf, kondensiert zu Wolken und fällt als Regen oder Schnee wieder auf die Erde. Dieser Niederschlag fließt über Gewässer ab oder versickert im Boden und trägt so zur Grundwasserneubildung bei. Das meiste Wasser jedoch verdunstet wieder. Dieser Kreislauf wird durch den Klimawandel verändert. Ein Wasserhaushaltsmodell wie LARSIM bildet den natürlichen Wasserkreislauf und die beteiligten Prozesse im Computerprogramm nach.

(Quelle: LUWG RP)



Ausschnitt aus der Aufteilung eines Einzugsgebiets in $1 \times 1 \text{ km}^2$ -Teilgebiete mit unterschiedlicher Landnutzung (oben) sowie modellierte Prozesse innerhalb eines Wasserhaushaltsmodells pro Teilgebiet (links).
(Quelle: Gerlinger & Meuser 2013)

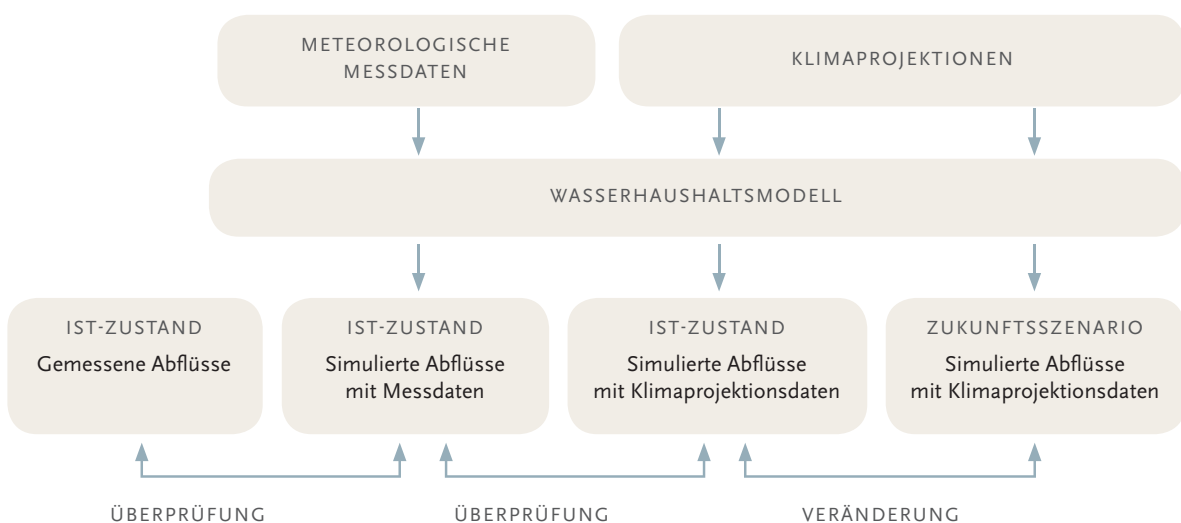
SIMULATIONEN

Um die Güte der Simulationen des Regionalmodells zu überprüfen, wurden die Berechnungsergebnisse für den dreißigjährigen Zeitraum des Ist-Zustands des Klimas (1971-2000) zunächst mit den Berechnungsergebnissen unter Verwendung meteorologischer Messdaten für den gleichen Zeitraum verglichen. Diese Überprüfung zeigte, dass die Abflüsse im Mosel- und Saareinzugsgebiet gut nachgebildet werden können. Anschließend wurden die relativen Unterschiede zwischen den Wasserhaushaltssimulationen des Zukunftsszenarios und des Ist-Zustands zur Abschätzung der Auswirkung des Klimawandels ermittelt.

Somit wurden für die untersuchten 37 Pegel im Mosel- und Saareinzugsgebiet durch LARSIM Abflussberechnungen mit Tageswerten für drei Simulationen durchgeführt:

1. Simulationen mit beobachteten meteorologischen Daten
2. Simulationen mit CCLM-Daten für den Ist-Zustand (1971-2000)
3. Simulationen mit CCLM-Daten für das Zukunftsszenario (2021-2050)

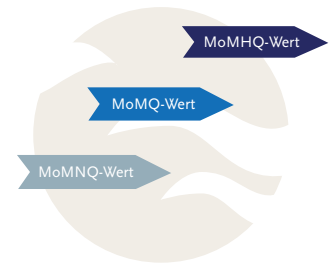
DURCHGEFÜHRTE BERECHNUNGEN MIT DEM WASSERHAUSHALTSMODELL



(Quelle: HYDRON GmbH)

FLOW MS

MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN AUF DEN WASSERHAUSHALT



Die Ergebnisse der regionalen Klimamodelle sind in der Simulation der mittleren klimatischen Gegebenheiten zuverlässiger als in der Simulation von extremen Einzelereignissen. Daher werden die Berechnungsergebnisse der Wasserhaushaltsmodelle unter Verwendung der regionalen Klimasimulationen auch bevorzugt hinsichtlich der Veränderung der mittleren Abflussverhältnisse und der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt insgesamt ausgewertet.

Um die mittleren Abflussverhältnisse eines Einzugsgebiets zu charakterisieren, werden die monatlichen Abflüsse jedes Jahres an den Pegeln ausgewertet. Für jeden Monat eines Jahres werden dabei der mittlere, der maximale und der minimale Abfluss berechnet. Anschließend werden für jeden Monat getrennt die Mittelwerte aus allen zur Verfügung stehenden Jahren gebildet. Somit ergeben sich für jeden Monat ein MoMNHQ-Wert (aus den minimalen Abflüssen), ein MoMQ-Wert (aus den mittleren Abflüssen) und ein MoMNHQ-Wert (aus den maximalen Abflüssen).

Um sich einen Überblick zu verschaffen, werden diese monatlichen Werte wiederum zu Halbjahres-Werten, d. h. je einem Wert für das Winterhalbjahr und für das Sommerhalbjahr, zusammengefasst. In den Abbildungen sind die prozentualen Änderungen zwischen diesen halbjährlichen MoMNHQ-, MoMQ- und MoMNHQ-Werten für das Winterhalbjahr (linkes Symbol) und das Sommerhalbjahr (rechtes Symbol) dargestellt. Dabei sind die Werte zu Klassen zusammengefasst, um die Tendenzen der Veränderungen besser erfassen zu können.

ETWAS TROCKENER IM SOMMER, DEUTLICH NASSER IM WINTER

Für die **mittleren Niedrigwasserabflüsse** (MoMNHQ) an den untersuchten 37 Pegeln im Mosel- und Saareinzugsgebiet ergeben sich im Winterhalbjahr des Zukunftsszenarios hauptsächlich geringe Zunahmen. Die prozentualen Änderungen decken eine Bandbreite von +5 % bis +28 % ab. Im Sommerhalb-

jahr, in dem die geringsten Abflüsse innerhalb des Jahresverlaufs auftreten, zeigen die MoMNHQ-Werte generell eine leicht abnehmende Tendenz im Zukunftsszenario. Insgesamt liegen die dabei auftretenden prozentualen Änderungen der MoMNHQ-Werte zwischen -13 % und +5 %. Die Abnahmen sind dabei im Bereich der Saar etwas geringer.

Die **mittleren Hochwasserabflüsse** (MoMQ) für das Winterhalbjahr, in dem die höchsten Abflüsse im Jahresverlauf auftreten, nehmen im Zukunftsszenario im Verhältnis zum Ist-Zustand an allen untersuchten Pegeln zu. Die Bandbreite des prozentualen Anstiegs im Winterhalbjahr liegt zwischen +5 % und +24 %. Die größten Zunahmen finden sich im nördlichen Einzugsgebiet der Saar. Für das Sommerhalbjahr resultieren hingegen konstante und abnehmende MoMQ-Werte. Die prozentualen Änderungen im Sommerhalbjahr decken eine Bandbreite von -13 % bis +8 % ab. Die Abnahmen konzentrieren sich hierbei im nordöstlichen Moseleinzugsgebiet, im Einzugsgebiet der Sauer und in Teilen des Saareinzugsgebiets.

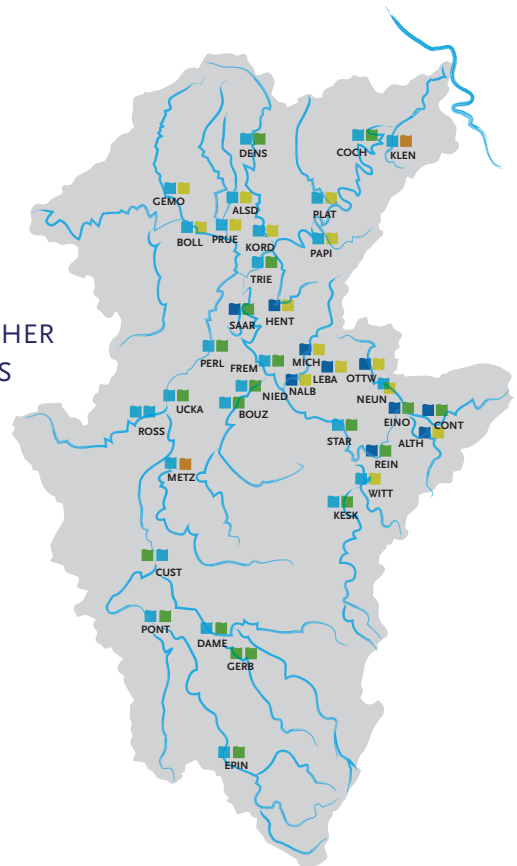
Die **mittleren Abflüsse** (MoMQ) im Mosel- und Saareinzugsgebiet zeigen eine ähnliche Entwicklung wie die MoMQ-Werte mit höheren Werten im Winterhalbjahr (im Mittel +15 %) und niedrigeren Werten im Sommerhalbjahr (im Mittel -4 %) im Zukunftsszenario im Vergleich zum Ist-Zustand.

Neben den mittleren Abflussverhältnissen wurden auch die Veränderungen der **extremen Niedrig- und Hochwasserabflüsse** aus den Simulationsergebnissen des Wasserhaushaltsmodells für das Mosel- und Saareinzugsgebiet unter Verwendung der CCLM-Modelldaten analysiert. Die Tendenz zur Zunahme der höchsten Abflüsse im Winterhalbjahr und Abnahme der niedrigsten Abflüsse im Sommerhalbjahr hat sich dabei bestätigt. Allerdings sind die ermittelten Veränderungen in der gleichen Größenordnung wie die Unsicherheiten, so dass zunächst keine belastbaren Schlüsse daraus gezogen werden können.

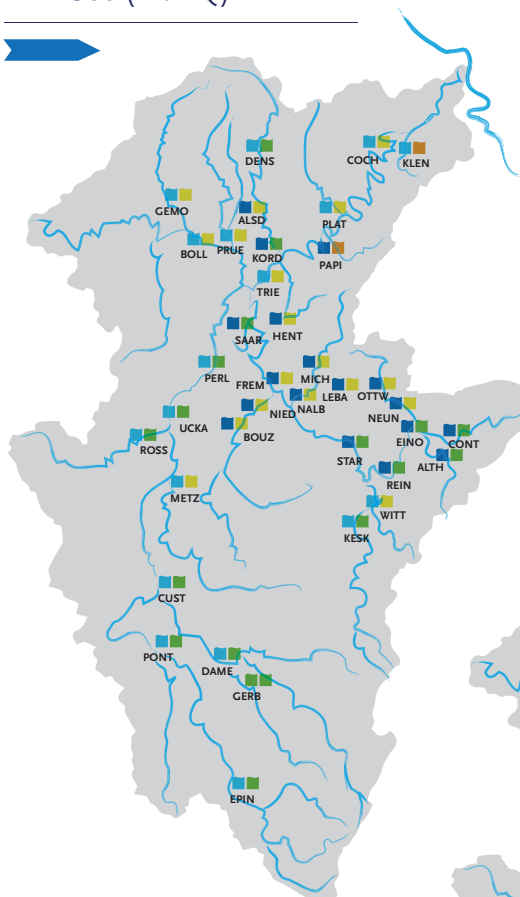
PROZENTUALE DIFFERENZ DER ABFLÜSSE MIT CCLM UND LARSIM

zwischen dem Zeitraum 2021-2050 und dem Zeitraum
1971-2000 für das Mosel- und Saareinzugsgebiet

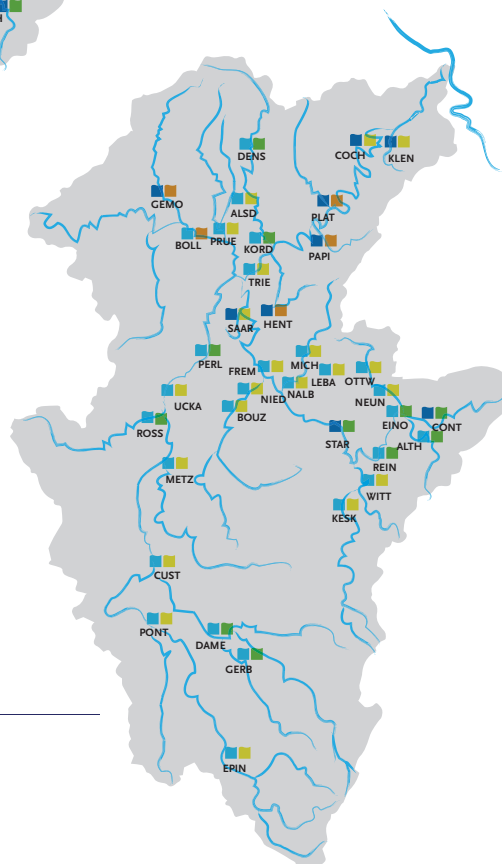
MITTLERER MONATLICHER
HOCHWASSERABFLUSS
(MoMHQ)



MITTLERER MONATLICHER
ABFLUSS (MoMQ)



MITTLERER MONATLICHER
NIEDRIGWASSERABFLUSS
(MoMNQ)



LEGENDE



linkes Symbol: Winterhalbjahr
rechtes Symbol: Sommerhalbjahr

- > 15%
- 5-15%
- -5-5%
- -15--5%
- <-15%



0 5 10 20 30 40 km

FLOW MS

ZUSAMMENFASSUNG & AUSBLICK

DAS KLIMA WANDELT SICH

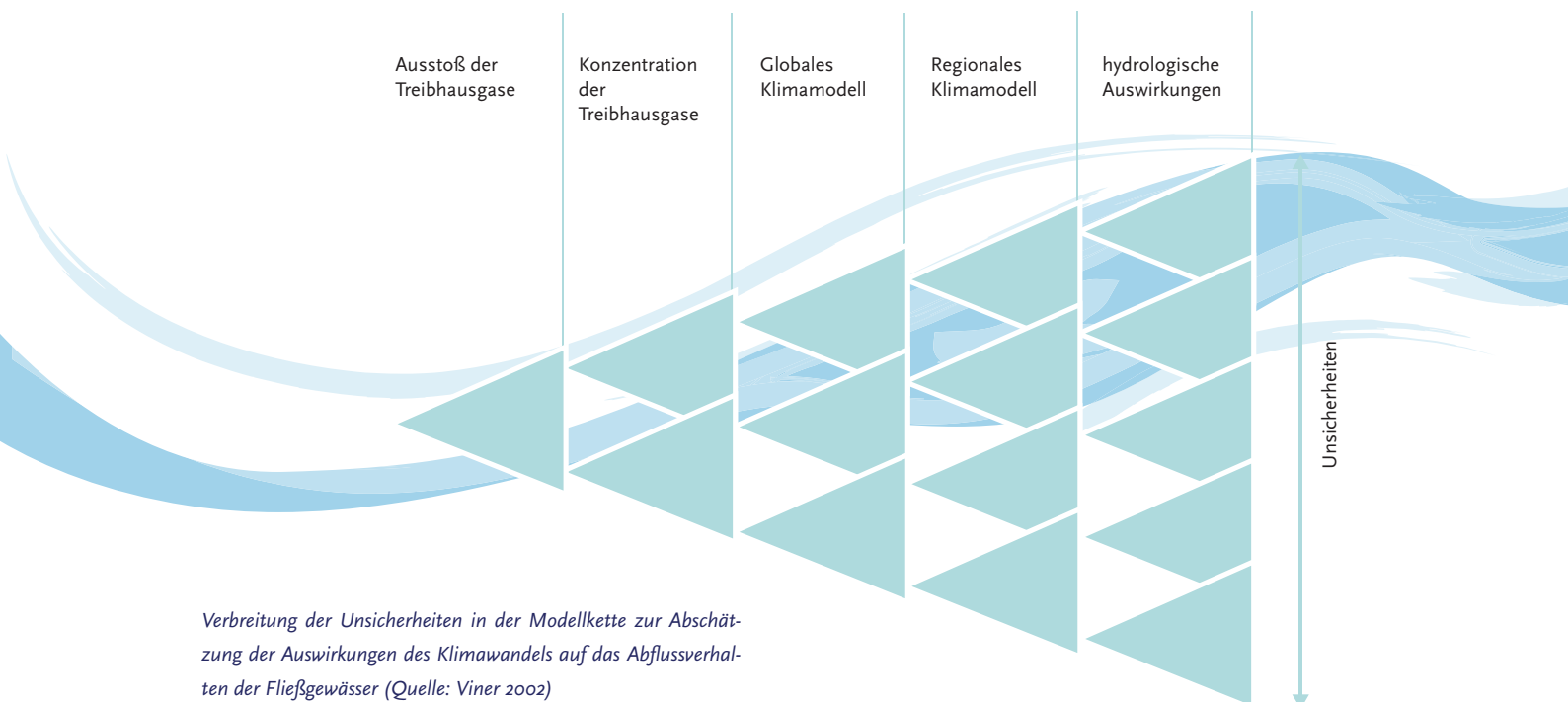
Der IPCC und nahezu alle meteorologischen Forschungsinstitute sagen einen weltweiten Klimawandel voraus. Im Rahmen der Aktion 4 des Projekts FLOW MS wurden deshalb die möglichen Auswirkungen des Klimawandels für das Mosel- und Saareinzugsgebiet abgeschätzt. Dabei wurden die Ergebnisse einer Modellkette bestehend aus Emissionsszenario, Globalmodell, Regionalmodell und Wasserhaushaltsmodell verwendet.

Auf Grund der Unsicherheiten in dieser Modellkette ist die langfristige Abschätzung der extremen Hoch- und Niedrigwasserabflüsse schwieriger zu modellieren als das mittlere Verhalten der Abflüsse. Daher wurden die Berechnungsergebnisse des Wasserhaushaltsmodells LARSIM unter Verwendung der regionalen Klimaprojektionen bevorzugt hinsichtlich der Veränderung der mittleren Abflussverhältnisse und der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt insgesamt ausgewertet. Dabei wurden auch die Veränderungen der mittleren Hoch- und Niedrigwasserabflüsse betrachtet.

WAS BEDEUTET DAS FÜR MOSEL UND SAAR?

Entsprechend den Simulationsergebnissen wird sich für den Zeitraum des Zukunftsszenarios 2021-2050 die Niedrigwassersituation im Mosel- und Saareinzugsgebiet nicht deutlich verschärfen. Nur für den Oberlauf der Mosel ergeben sich Abnahmen der Abflüsse im Sommerhalbjahr.

Hinsichtlich der Entwicklung der Hochwasser führen die mit Hilfe des Wasserhaushaltsmodells LARSIM durchgeführten Modellierungen zu differenzierten Ergebnissen. Die Berechnungen für das Zukunftsszenario 2021-2050 ergeben für manche Pegel einen möglichen Rückgang der Hochwasser im Sommerhalbjahr, während für das Winterhalbjahr an einzelnen Pegeln mögliche Anstiege der Hochwasser von über +15 % berechnet wurden. Es ist folglich nicht auszuschließen, dass es in naher Zukunft zu Abflüssen kommen kann, die 15 - 30 % über den derzeitigen Spitzenabflüssen des hundertjährigen Hochwassers liegen.



Auf Grund der Unsicherheiten in der Modellkette sind diese Untersuchungsergebnisse als vorläufig zu betrachten. Im Rahmen des Projekts FLOW MS wurden daher Wasserhaushaltssimulationen mit zwei weiteren Realisierungen (< run2 > und < run3 >) des CCLM-Modells beauftragt. Die Einbeziehung weiterer Wasserhaushaltsmodellierungen führt zu einer größeren Bandbreite möglicher Entwicklungen der Abflüsse und zu einer besseren Abschätzung der Unsicherheiten (Ensemble-Ansatz). Die vorläufigen Ergebnisse bestätigen die Tendenz der Zunahme der Hochwasser- und der Abnahme der Niedrigwasserwerte im Mosel- und Saareinzugsgebiet.

Die Ableitung von bisherigen Trends in den gemessenen Hochwasserabflüssen ist ebenso unsicher wie die Hochwassersimulation der Zukunft, da sich in den Abflussmessdaten die Auswirkungen der durch den Menschen verursachten Veränderungen in den Einzugsgebieten (z. B. Änderungen der Flächennutzung und des Niedrigwasserbettes der Gewässer, etc.) schwer von den Veränderungen aufgrund des Klimawandels abgrenzen lassen. Insbesondere die Abschätzung der langfristigen Entwicklung der extremen Abflüsse ist dabei eine schwierige Aufgabe, da die dafür erforderlichen langen Abfluss-Zeitreihen bei gleichbleibenden Bedingungen im Einzugsgebiet oft nicht vorliegen.

Die verschiedenen Staaten des internationalen Mosel- und Saareinzugsgebiets haben sich daher im Rahmen ihrer internationalen Koordinierungsarbeit bei der Umsetzung der Hochwasserrisiko-management-Richtlinie darauf geeinigt, die extremen Hochwasserabflüsse (HQextrem) nicht aus Beobachtungs- oder Simulationsdaten abzuschätzen, sondern die Werte unabhängig von den hier dargestellten Ergebnissen zu definieren.

WEITERE SCHRITTE

Die Ergebnisse der im Rahmen der Aktion 4 des Projekts FLOW MS durchgeführten Simulationen machen deutlich, dass weitere Untersuchungen erforderlich sind, um für das Mosel- und Saareinzugsgebiet die möglichen Auswirkungen des Klimawandels sowie die Unsicherheiten in den Modellketten besser eingrenzen zu können. Die aktuellen IPCC-Erkenntnisse sollen dabei zukünftig berücksichtigt werden.

Der Klimawandel ist in vollem Gange. Es gilt nun, vor allem nach Abschätzung der Auswirkungen, Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln. Die vorliegenden Ergebnisse unterstreichen, dass die bisherigen Anstrengungen zur Verbesserung des Niedrig- und Hochwassermanagements im Mosel- und Saareinzugsgebiet auch im Hinblick auf den Klimawandel weiterzuführen sind.

AKTEURE

Federführender Begünstigter:
Internationale Kommissionen zum Schutze
der Mosel und der Saar

PROJEKTPARTNER

- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz (MULEWF)
- Regionaldirektion für Umwelt, Raumplanung und Wohnungsangelegenheiten Lothringen (DREAL Lorraine)
- Wasserwirtschaftsverwaltung Luxemburg (AGE)
- Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz des Saarlandes (MUV)

STRATEGISCHE PARTNER

Météo France – Direction Interrégionale Nord Est,
Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann, Luxembourg

AUFTRAGNEHMER

HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt
und Wasserwirtschaft mbH

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Internationale Kommissionen zum Schutze
der Mosel und der Saar (IKSMS)

LAYOUT

HUMAN MADE
communication & studies

DRUCK

Raab-Druck GmbH,
Niederkircher Straße 2, 54294 Trier

Die Broschüre wurde der Umwelt zuliebe
auf 100 % Recyclingpapier gedruckt.

WWW

Internationale Kommissionen zum Schutze
der Mosel und der Saar
www.iksms-cipms.org

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz
www.mulewf.rlp.de

Regionaldirektion für Umwelt, Raumplanung
und Wohnungsangelegenheiten Lothringen
www.lorraine.developpement-durable.gouv.fr

Wasserwirtschaftsamt Luxemburg
www.eau.public.lu

Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
des Saarlandes
www.saarland.de/ministerium_umwelt_verbraucherschutz.htm

ANSPRECHPARTNER

Internationale Kommissionen zum Schutze
der Mosel und der Saar (IKSMS)

Güterstraße 29a
54295 Trier

Telefon: +49 651 73147
E-Mail: mail@iksms-cipms.org

www.flow-ms.eu