



Zukünftige Veränderung des mittleren Hochwasserabflusses

Ergebnisse des KLIWA-Abflussprojektionsensembles auf Basis von SRES A1B

Stand: 08/2020

1 Vorbemerkung

Der folgende Steckbrief fasst die Abflussveränderungen von naher (2021 – 2050), mittlerer (2041 – 2070) und ferner (2071 – 2100) Zukunft gegenüber dem Referenzzeitraum 1971 – 2000 für 60 ausgewählte Pegel in Bayern in Kartenform zusammen. Datengrundlage dafür ist ein Abflussprojektionsensemble basierend auf SRES-A1B-Klimaprojektionen (4. IPCC-Bericht). Die methodischen Hintergrundinformationen sind der Website des LfU ([Methoden zur Auswirkungsbetrachtung - LfU Bayern \(bybn.de\)](https://www.lfu.bayern.de/methoden-zur-auswirkungsbetrachtung-lfu-bayern-bybn.de)) und den dort angegebenen weiteren Publikationen zu entnehmen. Eine Aktualisierung auf Grundlage der RCP-Projektionen (5. IPCC-Bericht) ist für das Jahr 2021 vorgesehen.

2 Hinweise zur Darstellung

Der Mittlere Hochwasserabfluss MHQ ist der arithmetische Mittelwert über einen längeren Zeitraum (meist >30 Jahre) der höchsten gemessenen Abflüsse eines Jahresabschnittes (z.B. Halbjahre, Monate). Bezugsjahr ist üblicherweise das hydrologische Jahr.

Die nachfolgenden Karten zeigen die prozentuale Veränderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Jahr, Sommer- und Winterhalbjahr für den jeweiligen Zukunftszeitraum gegenüber dem Referenzzeitraum. Die Ergebnisse von Abflussprojektionen sollen nach Möglichkeit immer als Ensemble interpretiert werden. Die Kooperation KLIWA stellt Zukunftsaussagen daher immer als Bandbreite (Minimum/ Maximum) für das aktuelle bayerische Ensemble an Abflussprojektionen dar. Der Median kennzeichnet dabei die Änderung, die in der Mitte des Ensembles liegt. Gelb-braune Kreise beschreiben Abnahmen an den Pegeln, blaue Kreise Zunahmen. Der Bereich zwischen -10 % und +10 % ist als „keine Änderung“ definiert.

Ein Begleittext am Ende jedes Zeitraum-Kapitels gibt eine sehr knappe Interpretationshilfe.

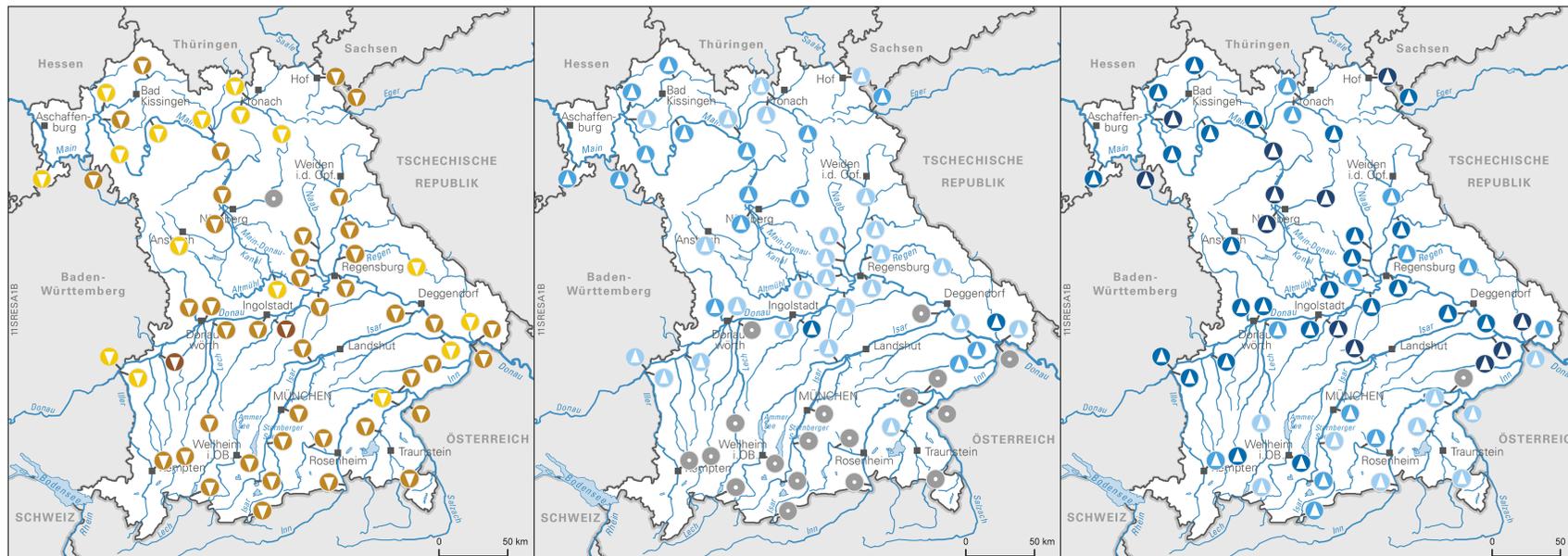
3 Karten

3.1 Nahe Zukunft (2021 – 2050)

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2021-2050 vs. 1971-2000

im hydrologischen Jahr (Nov. - Okt.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA



Minimum

Median

Maximum

Relative Änderung in %

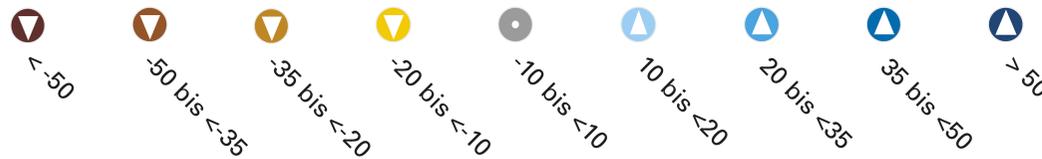


Abb. 1: Prozentuale Änderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Jahr bis Anfang des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2021-2050 vs. 1971-2000
 im Sommerhalbjahr des hydrologischen Jahres (Mai - Okt.)
 Fachdaten: Kooperation KLIWA

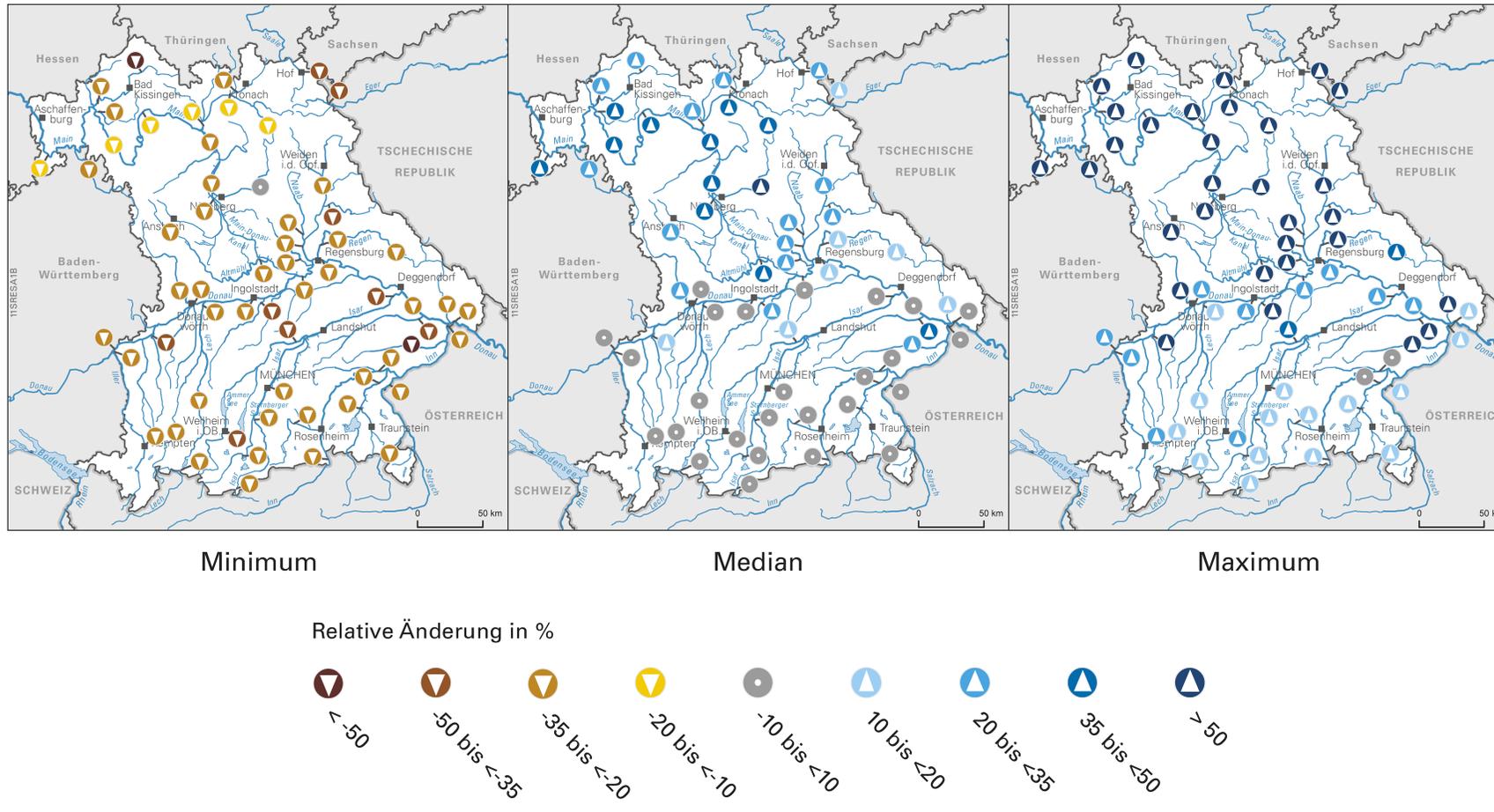
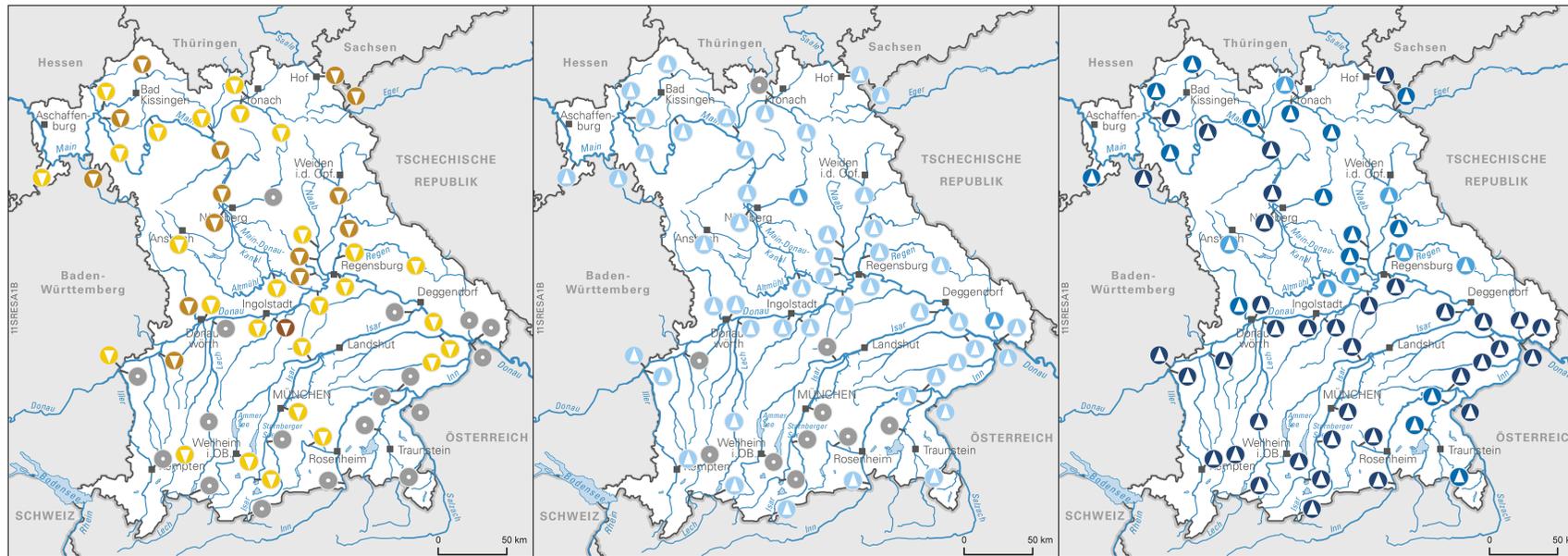


Abb. 2: Prozentuale Änderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Sommerhalbjahr bis Anfang des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2021-2050 vs. 1971-2000

im Winterhalbjahr des hydrologischen Jahres (Nov. - Apr.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA



Minimum

Median

Maximum

Relative Änderung in %

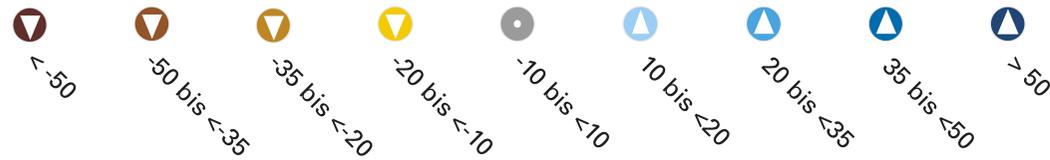


Abb. 3: Prozentuale Änderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Winterhalbjahr bis Anfang des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Im **hydrologischen Jahr** (Abb. 1) der nahen Zukunft zeigen sich für den Median südlich der Donau überwiegend keine Änderungen der mittleren Hochwasserabflussmengen, nördlich der Donau gibt es leichte bis mäßige Zunahmen. Im Minimum des Ensembles ergeben sich überall leichte bis mäßige Abnahmen, im Maximum überall Zunahmen, wobei diese nördlich der Donau stärker ausgeprägt sind.

Auch im **hydrologischen Sommerhalbjahr** (Abb. 2) ändert sich für 2021 – 2050 im Median entlang und südlich der Donau kaum etwas, nördlich der Donau nehmen die mittleren Hochwasserabflussmengen leicht bis stark zu. Auch hier ergeben sich im Minimum des Ensembles überall überwiegend mäßige Abnahmen, im Maximum vor allem nördlich der Donau Zunahmen.

Im **hydrologischen Winterhalbjahr** (Abb. 3) der nahen Zukunft verzeichnet der Median überwiegend leichte Zunahmen oder im Südbayerischem Hügelland und Alpenvorland keine Änderungen der mittleren Hochwasserabflussmengen. Im Minimum des Ensembles ergeben sich vielerorts leichte Abnahmen, vor allem im Voralpenraum zeigen viele Pegel auch keine Änderungen. Das Ensemblemaximum zeigt überall mäßig starke bis starke Zunahmen, die vor allem entlang und südlich der Donau, also an den eher nival geprägten Pegeln, stark ausgeprägt sind.

Dies spiegelt die Bandbreite der betrachteten SRES-A1B-Abflussprojektionsensembles wieder. Oftmals zeigen die nördlichen und die südlichen Einzugsgebiete ein (leicht) unterschiedliches Verhalten.

3.2 Mittlere Zukunft (2041 – 2070)

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2041-2070 vs. 1971-2000

im hydrologischen Jahr (Nov. - Okt.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA

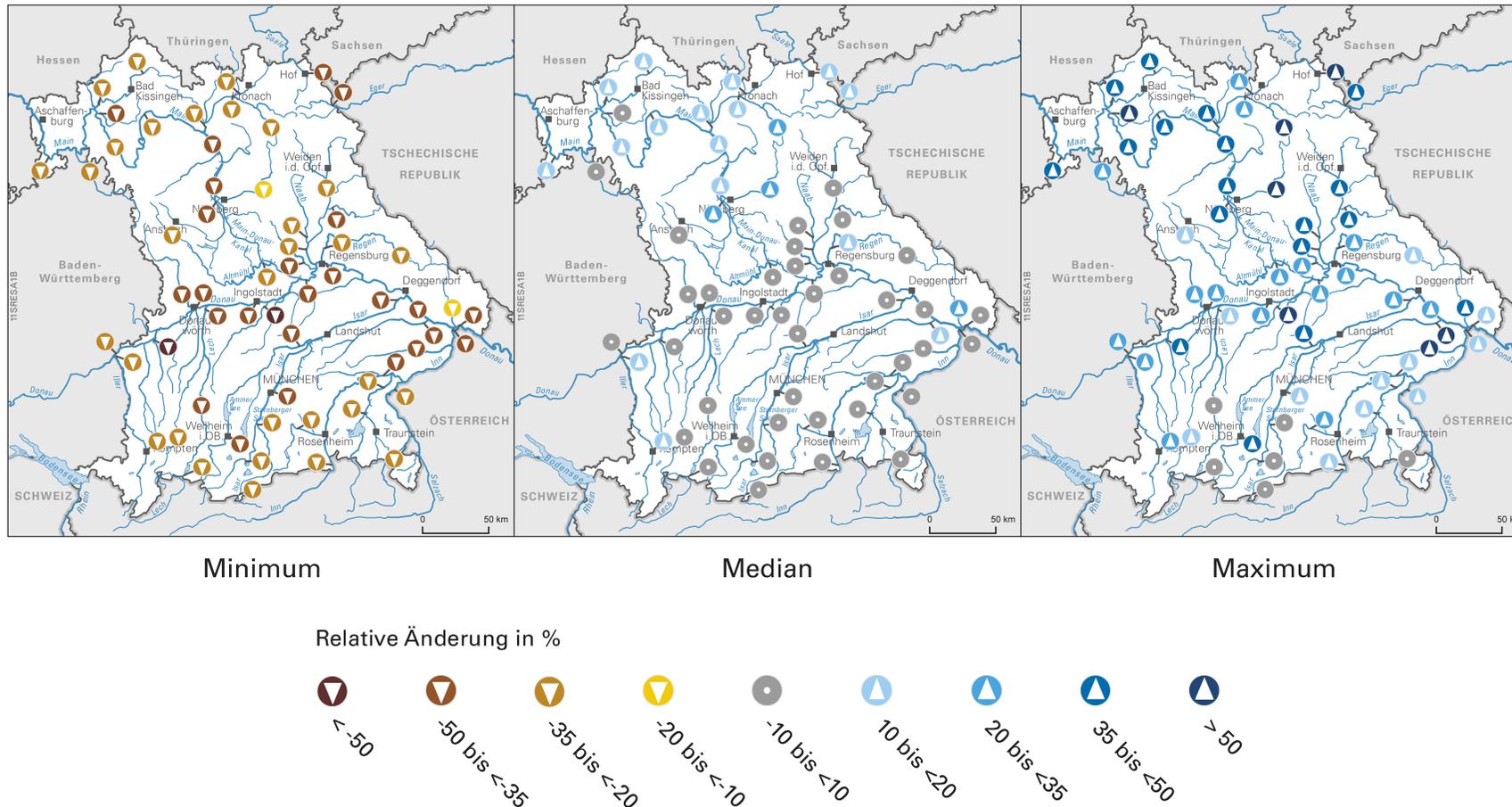


Abb. 4: Prozentuale Änderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Jahr bis Mitte des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2041-2070 vs. 1971-2000
 im Sommerhalbjahr des hydrologischen Jahres (Mai - Okt.)
 Fachdaten: Kooperation KLIWA

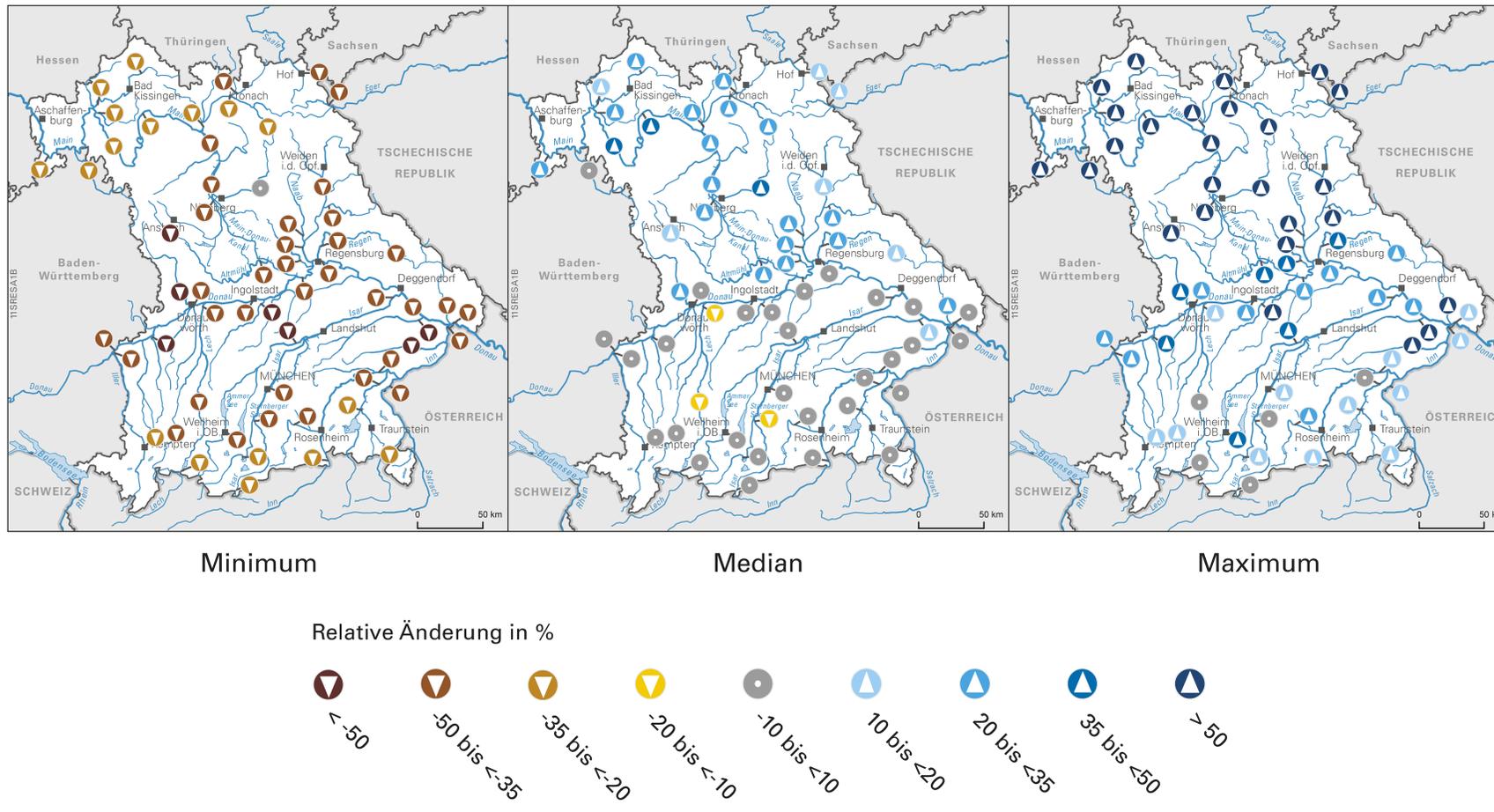


Abb. 5: Prozentuale Änderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Sommerhalbjahr bis Mitte des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2041-2070 vs. 1971-2000

im Winterhalbjahr des hydrologischen Jahres (Nov. - Apr.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA

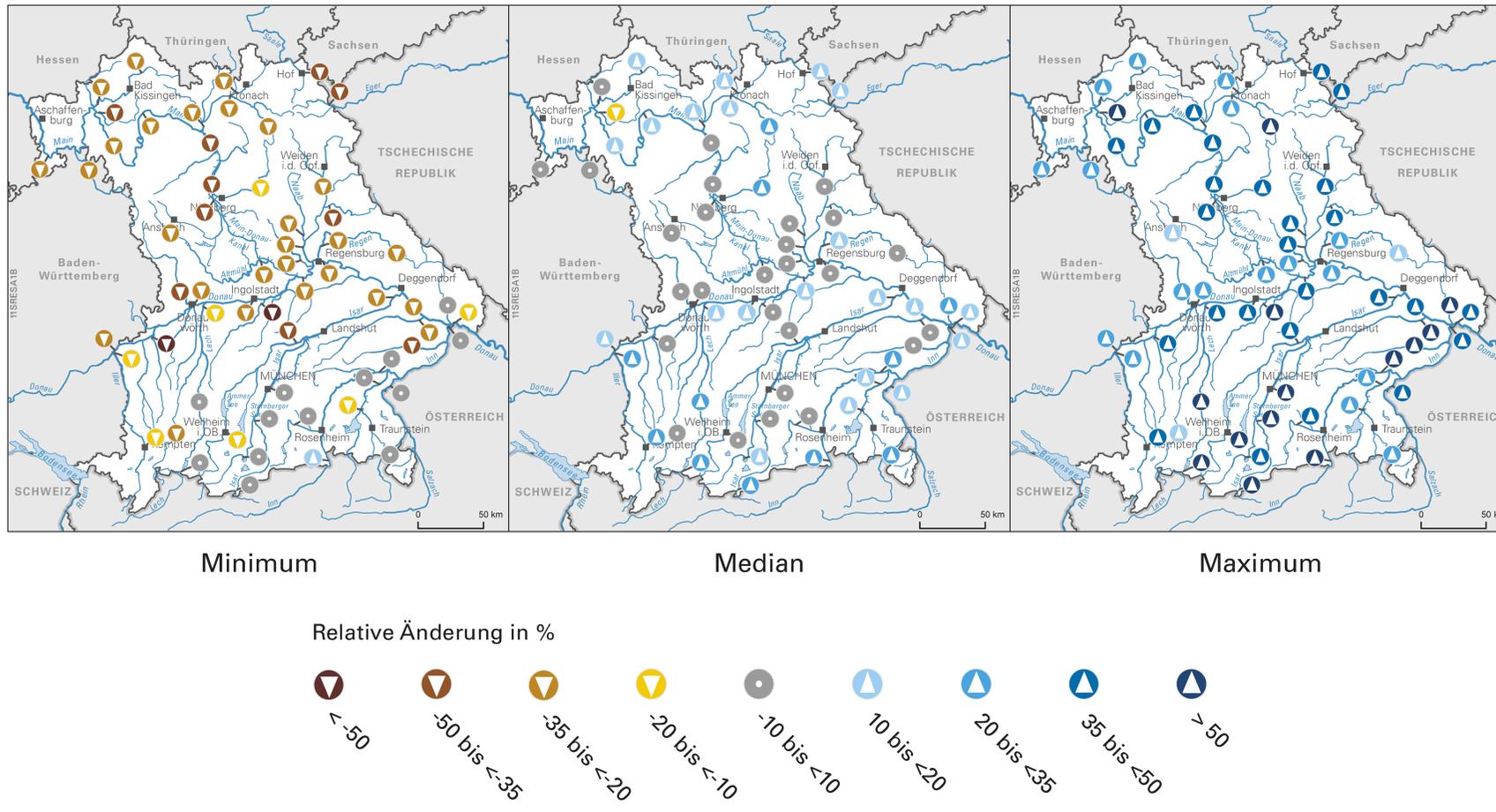


Abb. 6: Prozentuale Änderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Winterhalbjahr bis Mitte des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Im **hydrologischen Jahr** (Abb. 4) der mittleren Zukunft zeigen sich für den Median überwiegend keine Änderungen der mittleren Hochwasserabflussmengen, lediglich im Norden gibt es leichte Zunahmen. Im Minimum des Ensembles ergeben sich überall mäßige bis mäßig starke Abnahmen, im Maximum überall Zunahmen, wobei diese nördlich der Donau stärker ausgeprägt sind.

Auch im **hydrologischen Sommerhalbjahr** (Abb. 5) ergeben sich für 2041-2070 im Median nördlich der Donau Zunahmen, südlich der Donau nehmen die mittleren Hochwasserabflussmengen vereinzelt ab. Im Zusammenspiel mit den Änderungen im Winterhalbjahr werden die Unterschiede im Jahresgang dort also an einigen eher nival beeinflussten Pegeln geringer. Auch hier ergeben sich im Minimum des Ensembles überall, teilweise stark ausgeprägt, Abnahmen, im Maximum überall Zunahmen, mit stärkeren Signalen nördlich der Donau.

Im **hydrologischen Winterhalbjahr** (Abb. 6) der mittleren Zukunft verzeichnet der Median vorrangig leichte Zunahmen oder keine Änderungen der mittleren Hochwasserabflussmengen. Im Minimum des Ensembles ergeben sich überwiegend mäßige bis mäßig starke Abnahmen nördlich der Donau, im Voralpenland auch keine Änderungen. Im Maximum zeigen sich überall Zunahmen, die südlich der Donau stärker ausgeprägt sind.

Dies spiegelt die Bandbreite der betrachteten SRES-A1B-Abflussprojektionsensembles wieder. Oftmals zeigen die nördlichen und die südlichen Einzugsgebiete ein (leicht) unterschiedliches Verhalten.

3.3 Ferne Zukunft (2071 – 2100)

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2071-2100 vs. 1971-2000

im hydrologischen Jahr (Nov. - Okt.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA

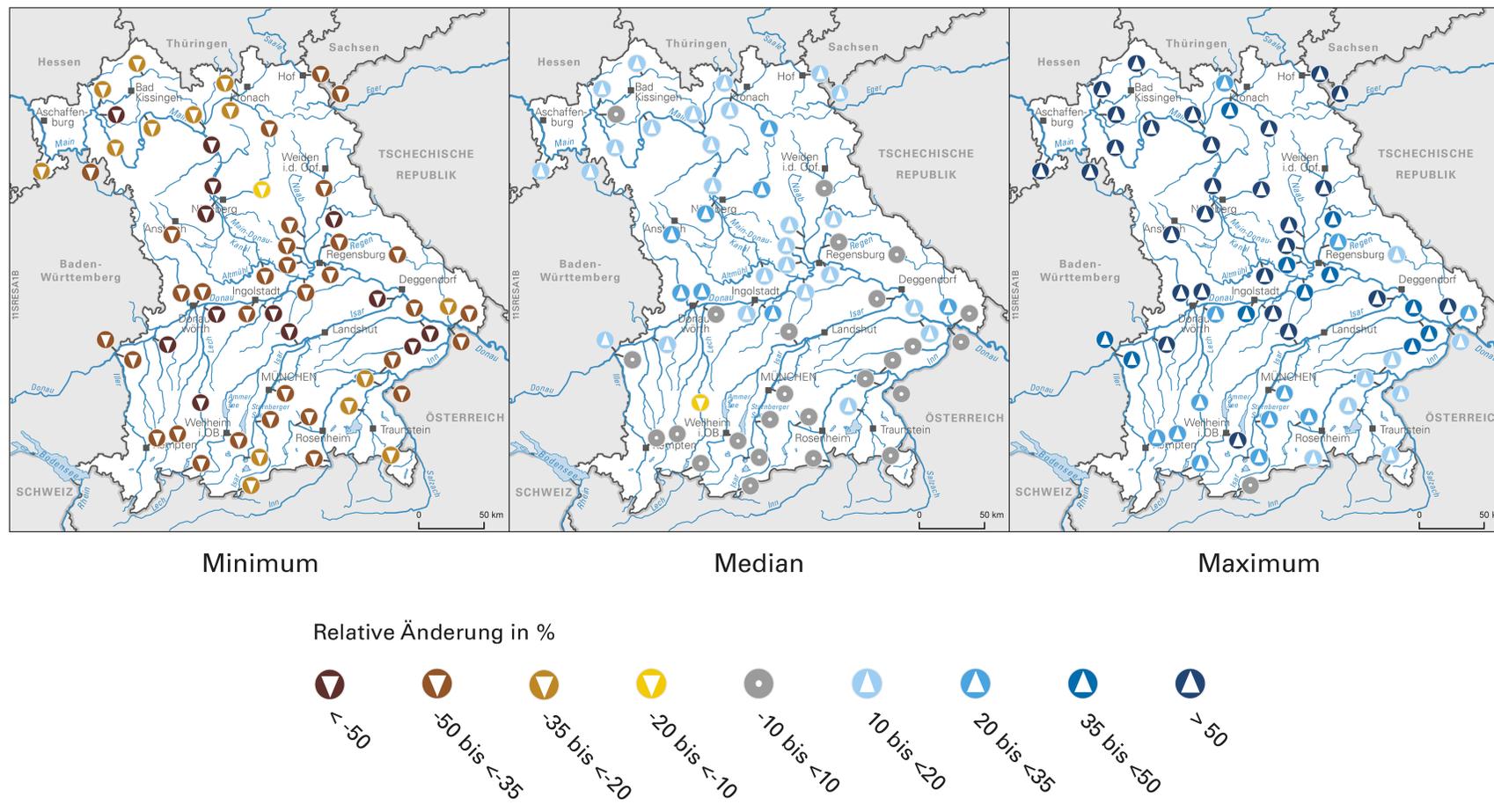
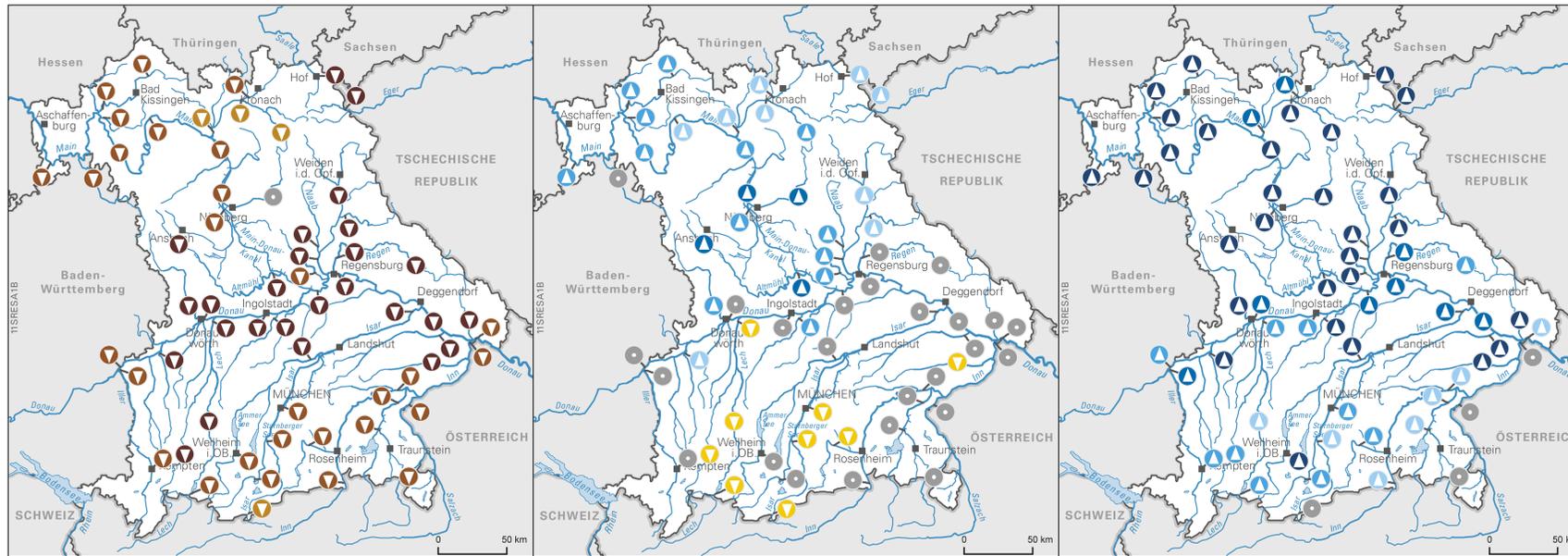


Abb. 7: Prozentuale Änderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Jahr bis Ende des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2071-2100 vs. 1971-2000

im Sommerhalbjahr des hydrologischen Jahres (Mai - Okt.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA



Minimum

Median

Maximum

Relative Änderung in %

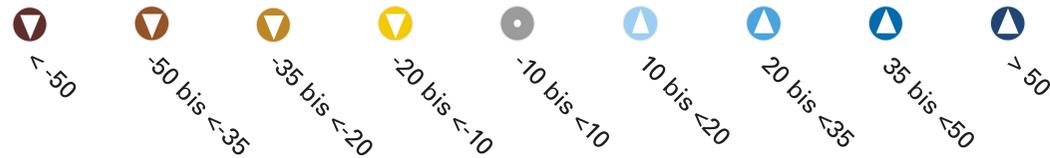


Abb. 8: Prozentuale Änderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Sommerhalbjahr bis Ende des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MHQ in Bayern 2071-2100 vs. 1971-2000

im Winterhalbjahr des hydrologischen Jahres (Nov. - Apr.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA

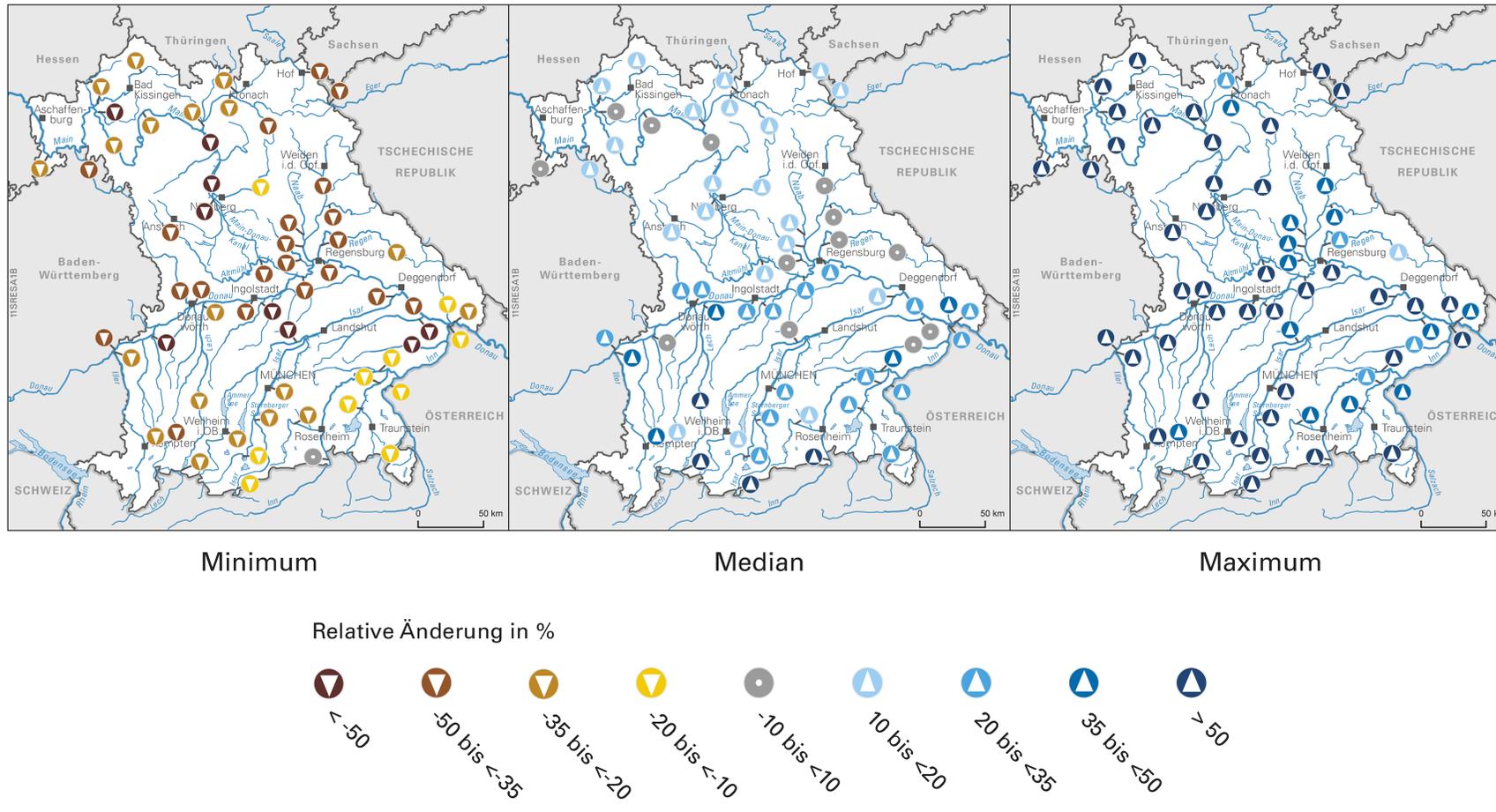


Abb. 9: Prozentuale Änderung des mittleren Hochwasserabflusses im hydrologischen Winterhalbjahr bis Ende des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Im **hydrologischen Jahr** (Abb. 7) der fernen Zukunft zeigen sich für den Median südlich der Donau überwiegend keine Änderungen der mittleren Hochwasserabflussmengen, nördlich der Donau leichte Zunahmen. Im Minimum des Ensembles ergeben sich überall mäßig starke bis starke Abnahmen. Das Maximum verzeichnet südlich der Donau leichte Zunahmen, nördlich der Donau mäßig starke bis starke Zunahmen.

Im **hydrologischen Sommerhalbjahr** (Abb. 8) kommt es für 2071-2100 im Median nördlich der Donau zu Zunahmen. Südlich der Donau nehmen die mittleren Hochwasserabflussmengen vereinzelt leicht ab, sonst überwiegen Pegel ohne Änderungen. Auch hier ergeben sich im Minimum des Ensembles überall mäßig starke bis starke Abnahmen. Im Maximum ergeben sich nördlich der Donau mäßige bis mäßig starke Zunahmen. an der Donau selbst und südlich davon überwiegend leichte bis mäßige Zunahmen.

Im **hydrologischen Winterhalbjahr** (Abb. 9) der fernen Zukunft verzeichnet der Median nahezu überall leichte bis mäßige Zunahmen der mittleren Hochwasserabflussmengen mit etwas stärkeren Änderungen im Süden. Im Minimum des Ensembles ergeben sich dagegen überall Abnahmen, mit mäßig starken bis starken Änderungen vor allem im Donaauraum. Das Maximum zeigt dagegen überall mäßige bis starke Zunahmen.

Dies spiegelt die Bandbreite der betrachteten SRES-A1B-Abflussprojektionsensembles wieder. Oftmals zeigen die nördlichen und die südlichen Einzugsgebiete ein (leicht) unterschiedliches Verhalten.

4 Weitere Begriffserläuterungen

SRES-Projektionen (4.IPCC-Bericht): Die SRES-Projektionen gehen von einer Treibhausgasentwicklung infolge sozioökonomischer Szenarien aus. SRES-A1B entspricht einem sehr raschen Wirtschaftswachstum, einer Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden und danach rückläufigen Weltbevölkerung und rascher Einführung neuer und effizienterer Technologien. Der Schwerpunkt des Szenarios A1B liegt auf einer zukünftig weltweit ausgeglichenen Nutzung von fossilen und nicht-fossilen Brennstoffen.

RCP-Projektionen (5.IPCC-Bericht): Die RCP-Projektionen basieren auf den neu entwickelten RCP-Szenarien ("Representative concentration pathway"). Diese gehen nicht mehr, wie bei den SRES-Szenarien noch üblich, von einer vermutlichen Menschheitsentwicklung und deren Treibhausgas-Emissionen aus. Stattdessen definieren sie direkt mehrere festgelegte abgestufte Energiezunahmen (Strahlungsantrieb), welche die Erde durch die Verstärkung des Treibhauseffekts bekommen könnte. Der Strahlungsantrieb ist damit ein Maß für die zusätzliche Erwärmung, die durch verschiedene Faktoren, wie zum Beispiel CO₂-Emissionen, zum natürlichen Wärmehaushalt der Erde hinzukommt. Aus den Strahlungsantrieben werden die notwendigen Größen zum Antrieb von Klima- und Erdsystem-Modellen abgeleitet. RCP 2.6 (Zwei-Grad-Obergrenze, mit Klimaschutz) beschreibt einen steigenden Strahlungsantrieb bis etwa 3 W/m² (etwa 490 ppm CO₂eq) vor 2100 und dann ein Sinken bis 2,6 W/m² bis 2100. RCP 8.5 (kein Klimaschutz) beschreibt einen steigenden Strahlungsantrieb bis zu 8,5 W/m² (etwa 1.370 ppm CO₂eq) bis 2100.

Hydrologisches Jahr: Das hydrologische Jahr, oder auch Abflussjahr, reicht vom 1. November bis zum 31. Oktober des Folgejahres. Der Grund für diese Einteilung ist Erfassung von Schnee- und Eisniederschlägen, die erst im Frühjahr abflusswirksam als Schmelzwasser sind.

Weiterführende Informationen bezüglich dem Umgang mit Klimadaten am LFU findet sich im LFU-Infoblatt zu Klimadaten: „Beobachtungsdaten, Klimaprojektionsensemble und Klimakennwerte für Bayern“ (LFU 2020b), mehr zu den hydrologischen Kennwerten unter dem Steckbrief „Hydrologische Kenn- und Schwellenwerte“ (LFU 2020a).

5 Literaturverzeichnis

LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2020a): Hydrologische Kenn- und Schwellenwerte. Begriffserläuterungen und Methodik für Auswertungen am LfU/ KLIWA. Online verfügbar unter https://www.lfu.bayern.de/wasser/klima_wandel/auswirkungen/niedrigwasserabfluesse/index.htm.

LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2020b): LfU-Infoblatt zu Klimadaten. Beobachtungsdaten, Klimaprojektionsensemble und Klimakennwerte für Bayern. [Veröffentlichung in Vorbereitung], Augsburg, 12 S.