



## Zukünftige Veränderung des mittleren Niedrigwasserabflusses

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

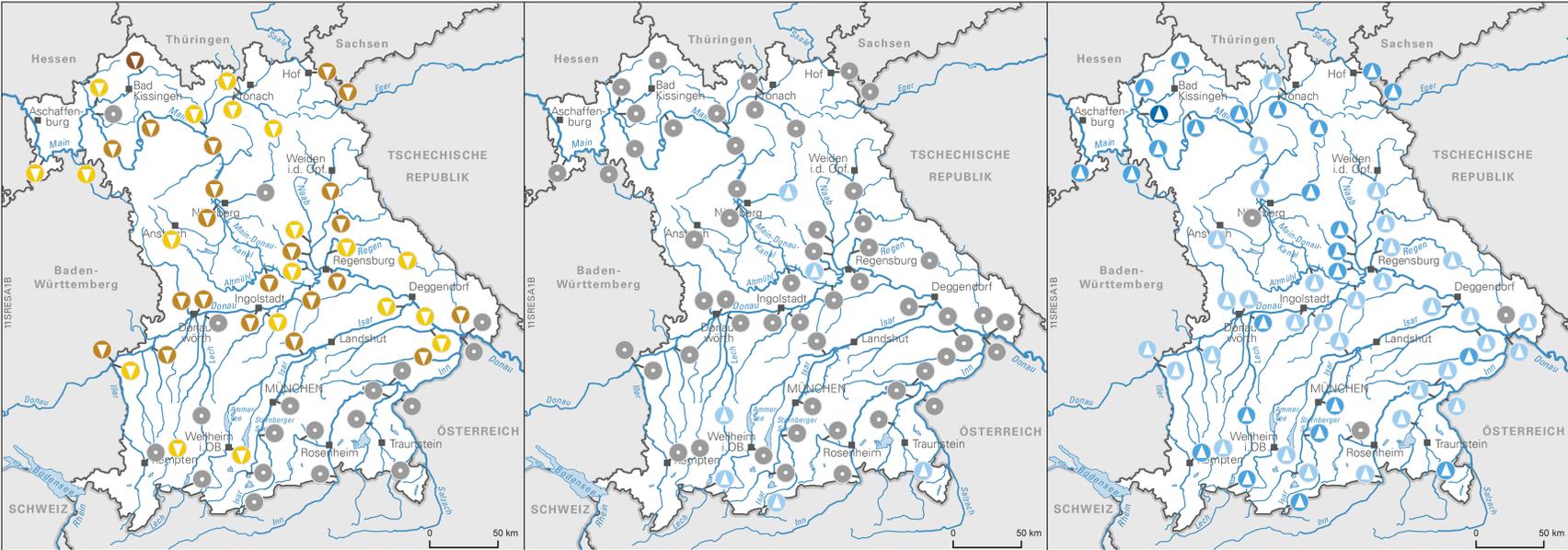
Der Mittlere Niedrigwasserabfluss MNQ ist der arithmetischer Mittelwert über einen längeren Zeitraum (meist >30 Jahre) aus dem jeweils geringsten gemessenen Abflusswert eines Jahresabschnittes (z.B. Halbjahre, Monate, ...). Bezugsjahr ist üblicherweise das Wasserhaushaltsjahr. Die nachfolgenden Karten zeigen die prozentuale Veränderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Wasserhaushaltsjahr sowie dem dazugehörigen 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 MNO in Bayern 2021-2050 vs. 1971-2000  
im Wasserhaushaltsjahr (Apr. - Mär.)  
Fachdaten: Kooperation KLIWA



Minimum

Median

Maximum

Relative Änderung in %

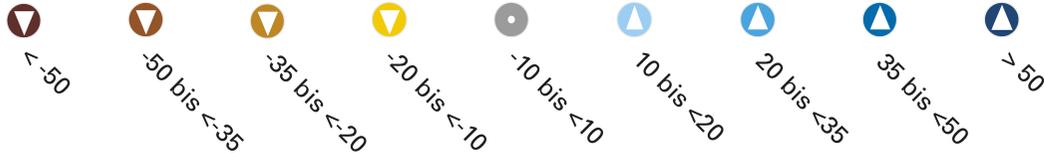


Abb. 1: Prozentuale Änderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Wasserhaushaltsjahr bis Anfang des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MNO in Bayern 2021-2050 vs. 1971-2000  
im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres (Apr. - Sep.)  
Fachdaten: Kooperation KLIWA

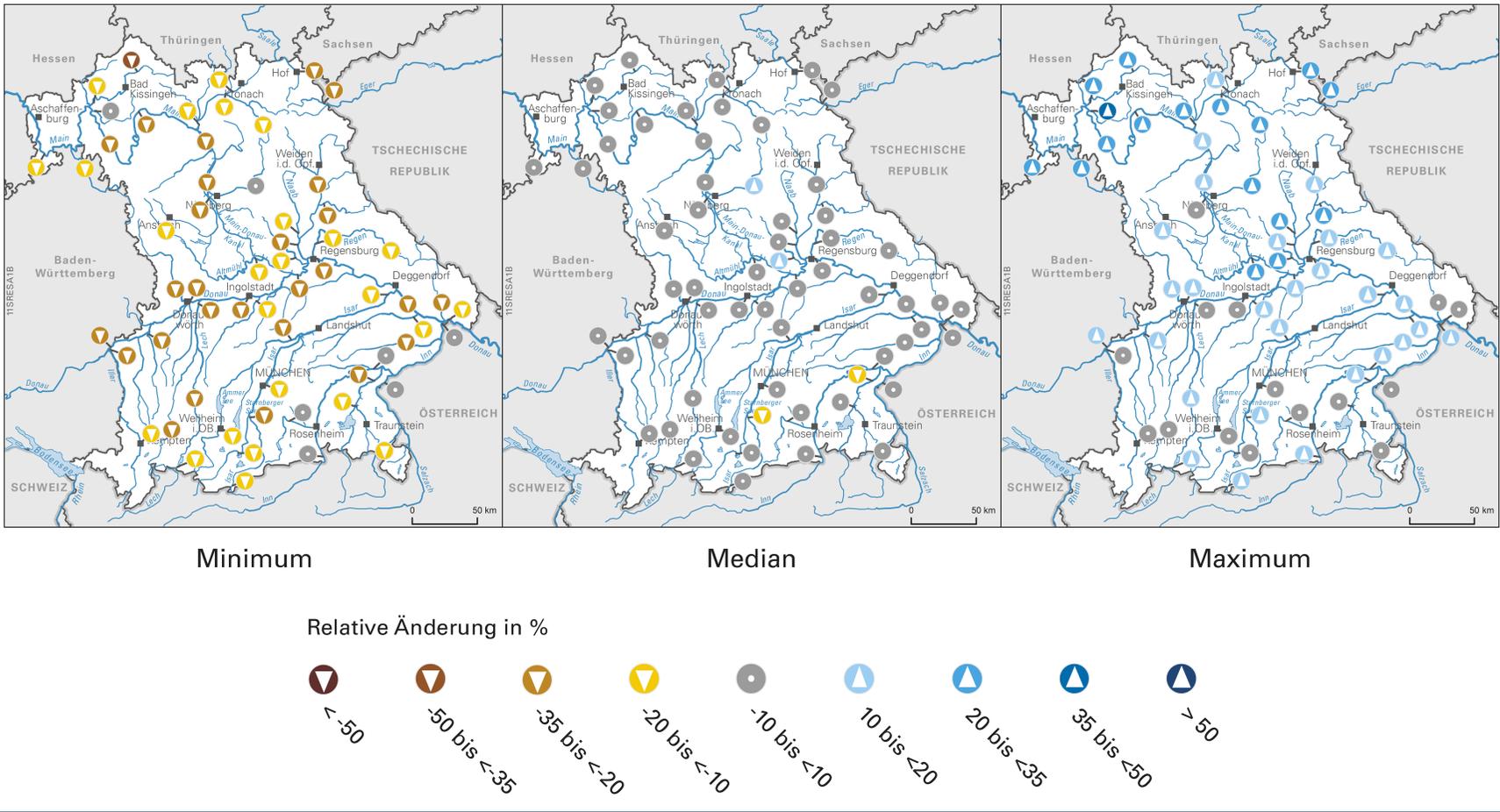


Abb. 2: Prozentuale Änderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres bis Anfang des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MNO in Bayern 2021-2050 vs. 1971-2000  
im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres (Okt. - Mär.)  
Fachdaten: Kooperation KLIWA

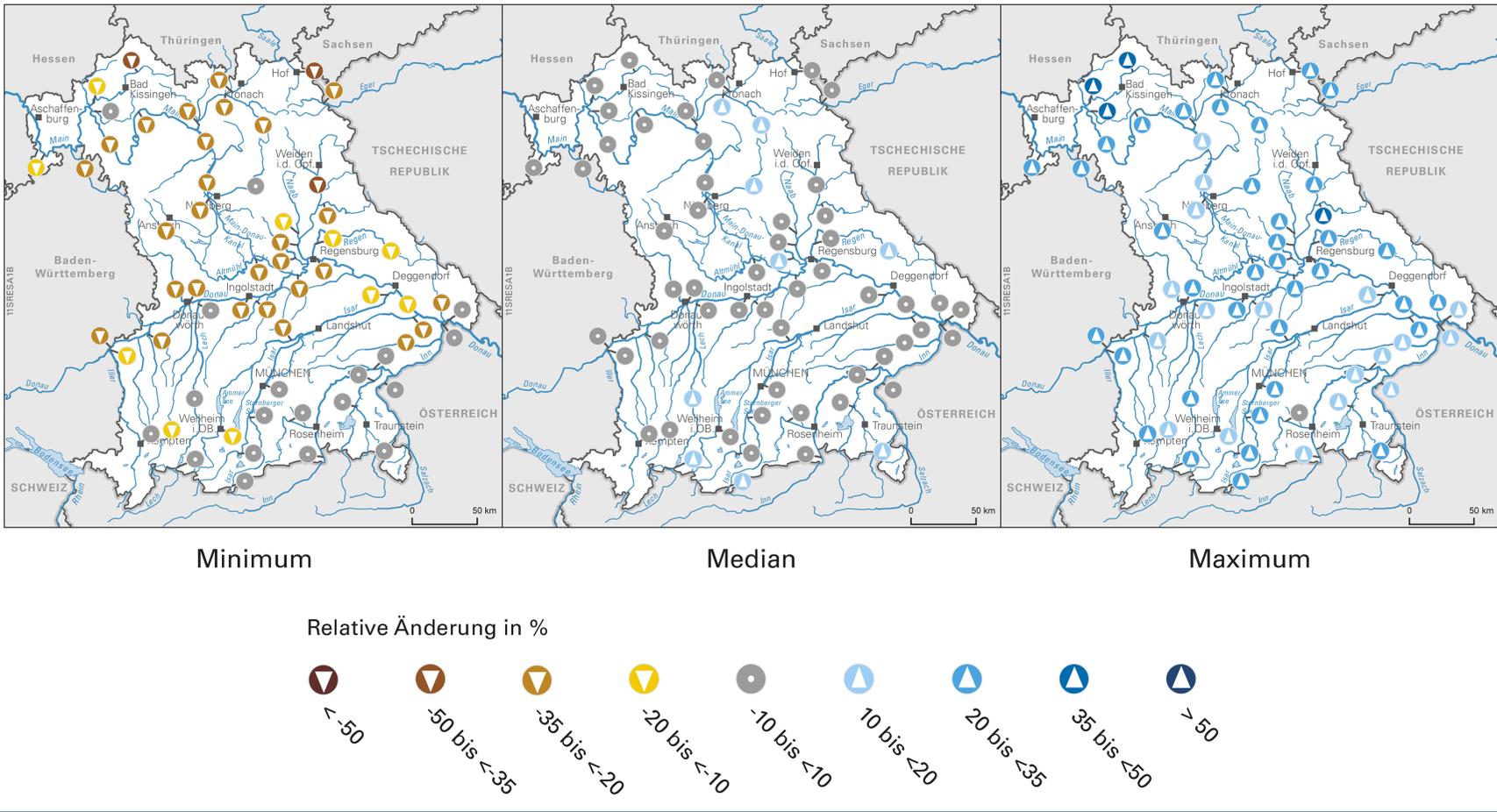


Abb. 3: Prozentuale Änderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres bis Anfang des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Im **Wasserhaushaltsjahr** (Abb. 1) der nahen Zukunft zeigen sich für den Median überwiegend keine Änderungen der mittleren Niedrigwasserabflussmengen. Im Minimum des Ensembles ergeben sich entlang der Donau und nördlich davon leichte bis mäßige Abnahmen, im Maximum überall leichte bis mäßige Zunahmen.

Auch im **Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres** (Abb. 2) ändert sich für 2021 – 2050 im Median der mittleren Niedrigwasserabflussmengen überwiegend nichts. Im Minimum des Ensembles ergeben sich überall leichte bis mäßige Abnahmen, im Maximum vor allem nördlich der Donau leichte bis mäßige Zunahmen.

Im **Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres** (Abb. 3) der nahen Zukunft verzeichnet der Median überwiegend keine Änderungen der mittleren Niedrigwasserabflussmengen. Im Minimum des Ensembles ergeben sich vor allem entlang der Donau und nördlich davon Abnahmen, im Voralpenraum ändert sich sehr wenig. Das Ensemblemaximum zeigt überall leichte bis mäßig starke Zunahmen.

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 MNO in Bayern 2041-2070 vs. 1971-2000

im Wasserhaushaltsjahr (Apr. - Mär.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA

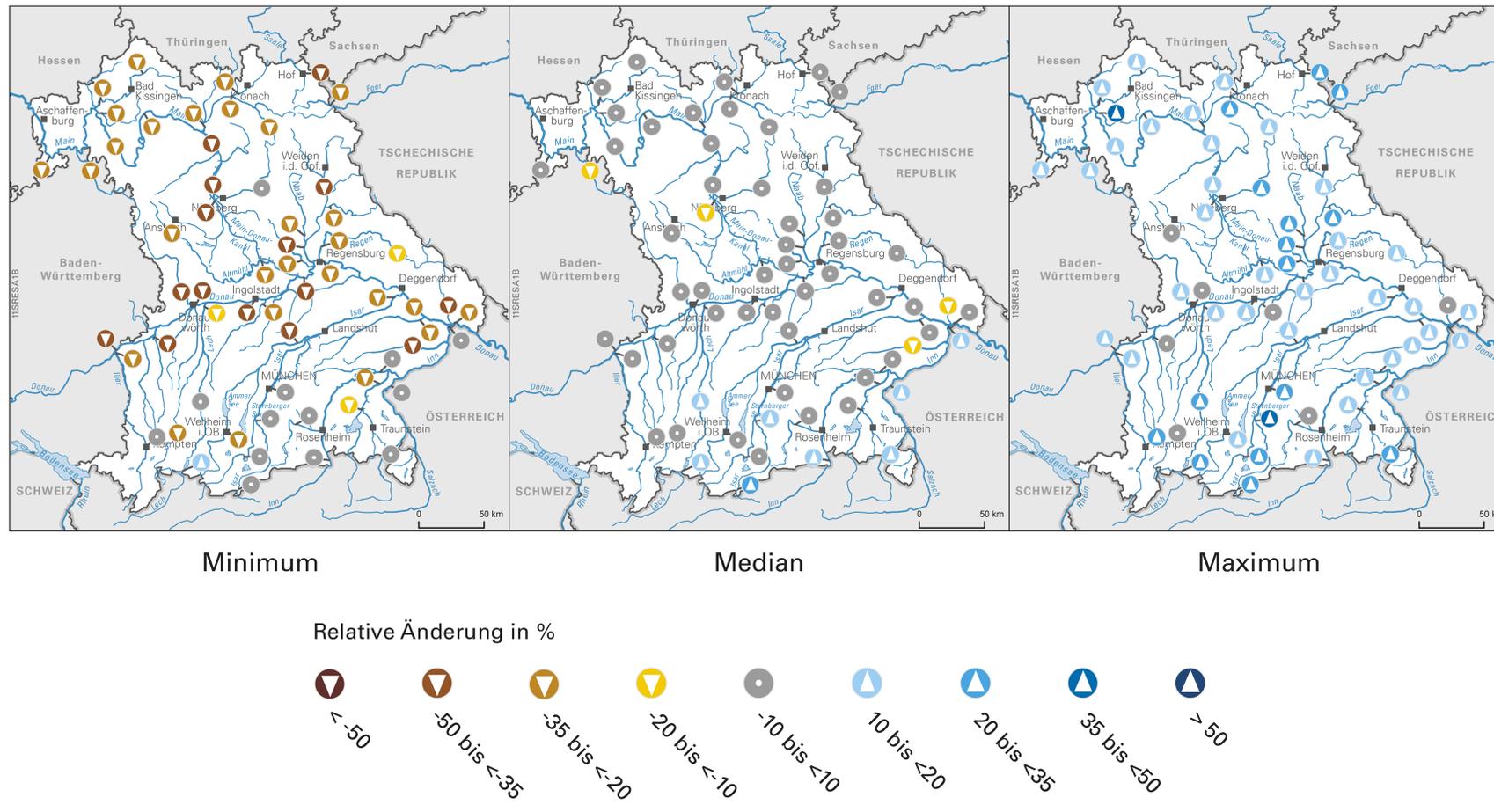
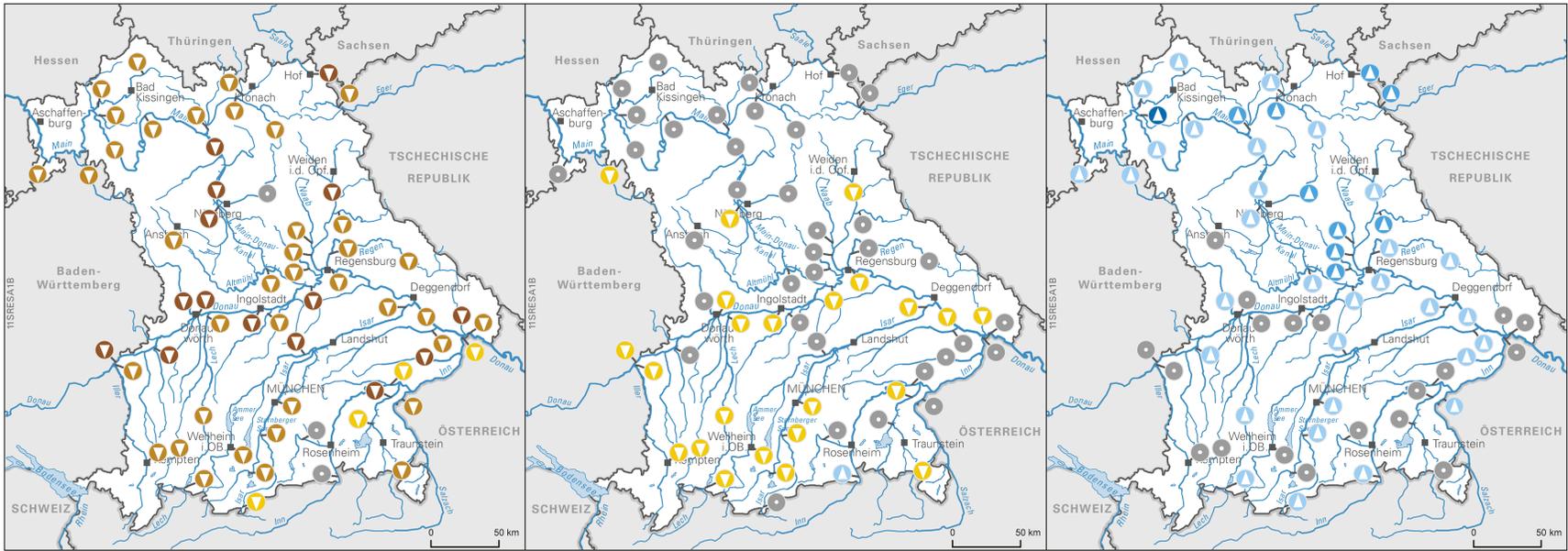


Abb. 4: Prozentuale Änderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Wasserhaushaltsjahr bis Mitte des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

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

im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres (Apr. - Sep.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA



Minimum

Median

Maximum

Relative Änderung in %

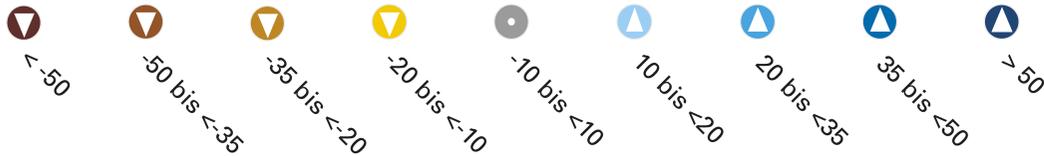


Abb. 5: Prozentuale Änderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres bis Mitte des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MNO in Bayern 2041-2070 vs. 1971-2000  
im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres (Okt. - Mär.)  
Fachdaten: Kooperation KLIWA

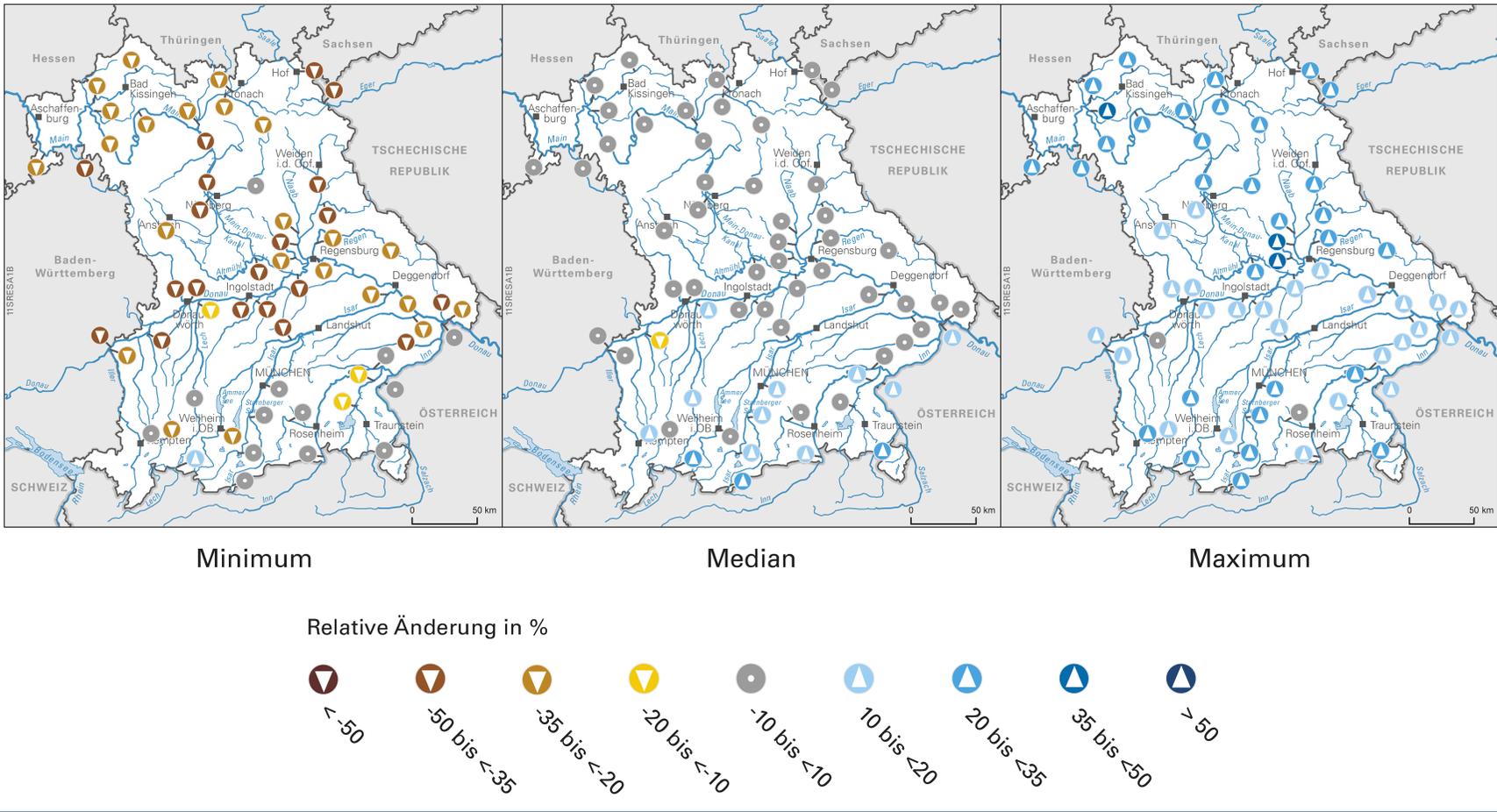


Abb. 6: Prozentuale Änderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres bis Mitte des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Im **Wasserhaushaltsjahr** (Abb. 4) der mittleren Zukunft zeigen sich für den Median überwiegend keine Änderungen der mittleren Niedrigwasserabflussmengen.. Im Minimum des Ensembles ergeben sich mit Ausnahme des Alpenvorlandes leichte bis starke Abnahmen, im Maximum fast überall leichte Zunahmen.

Auch im **Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres** (Abb. 5) ändert sich für 2041-2070 im Median nördlich der Donau wenig, südlich und entlang der Donau nehmen die mittleren Niedrigwasserabflussmengen leicht ab. Die Unterschiede im Jahresgang werden dort im Zusammenspiel mit den Änderungen des Winterhalbjahres also an einigen eher nival beeinflussten Pegeln geringer. Auch hier ergeben sich im Minimum des Ensembles so gut wie überall mäßige bis mäßig starke Abnahmen, im Maximum vor allem nördlich der Donau leichte Zunahmen.

Im **Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres** (Abb. 6) der mittleren Zukunft verzeichnet der Median kaum Änderungen der mittleren Niedrigwasserabflussmengen, lediglich im Alpenvorland steigen die Niedrigwasserabflussmengen leicht. Im Minimum des Ensembles ergeben sich, ausgenommen im Alpenvorland viele Abnahmen. Im Maximum zeigen sich fast überall Zunahmen, vor allem im Norden.

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 MNQ in Bayern 2071-2100 vs. 1971-2000

im Wasserhaushaltsjahr (Apr. - Mär.)

Fachdaten: Kooperation KLIWA

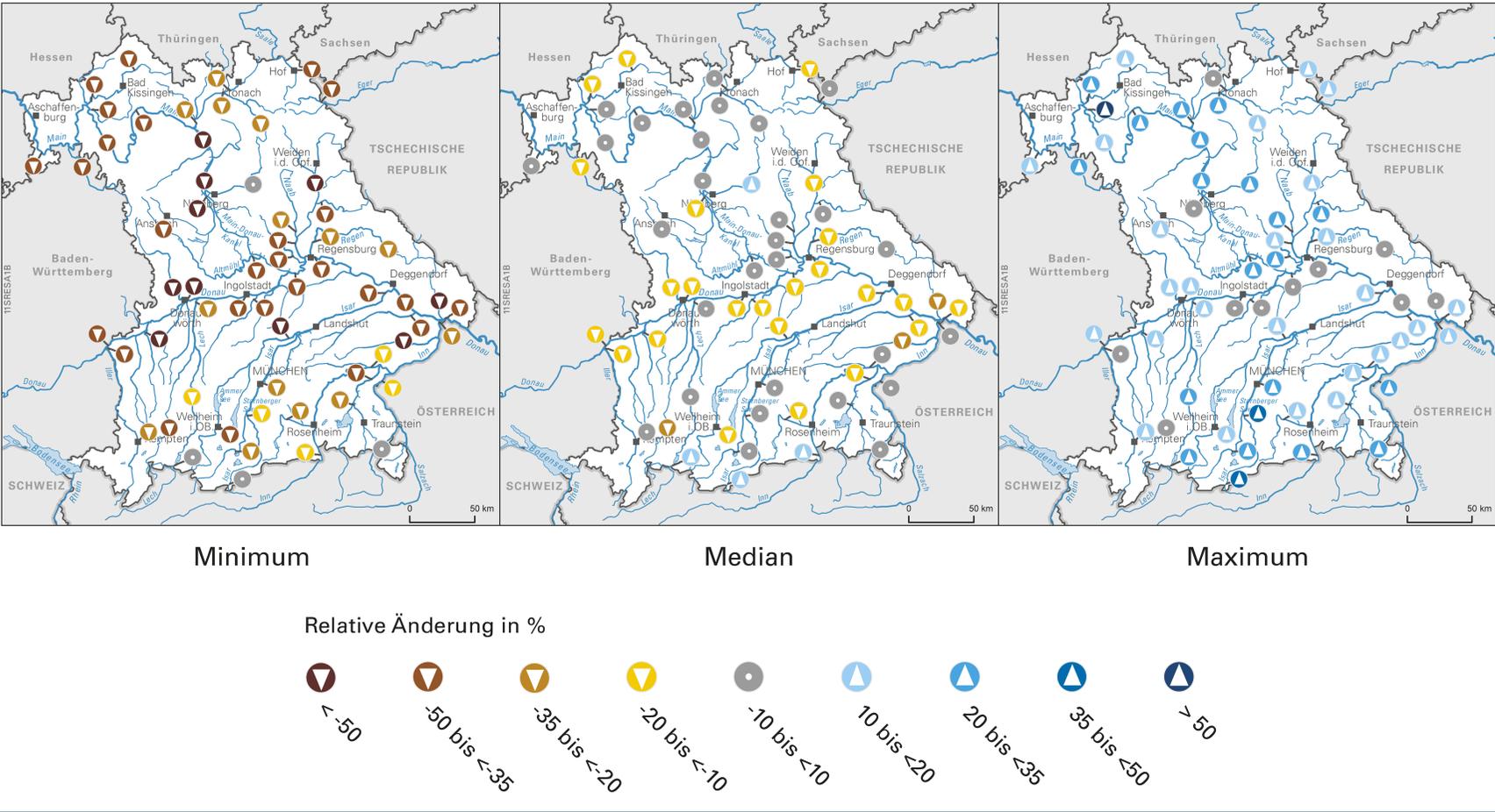


Abb. 7: Prozentuale Änderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Wasserhaushaltsjahr bis Ende des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MNO in Bayern 2071-2100 vs. 1971-2000  
im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres (Apr. - Sep.)  
Fachdaten: Kooperation KLIWA

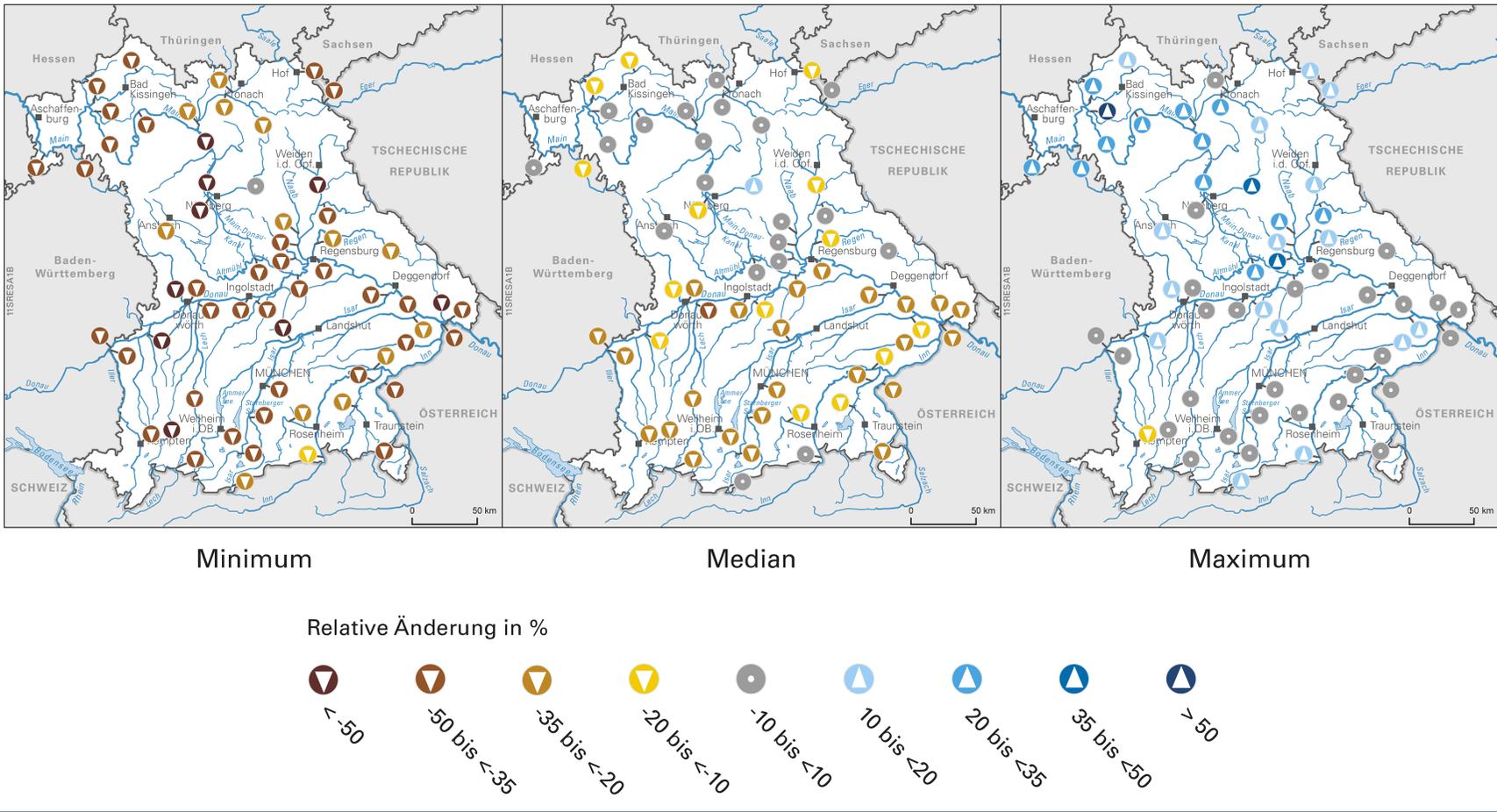


Abb. 8: Prozentuale Änderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres bis Ende des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Projizierte Veränderung des MNO in Bayern 2071-2100 vs. 1971-2000  
im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres (Okt. - Mär.)  
Fachdaten: Kooperation KLIWA

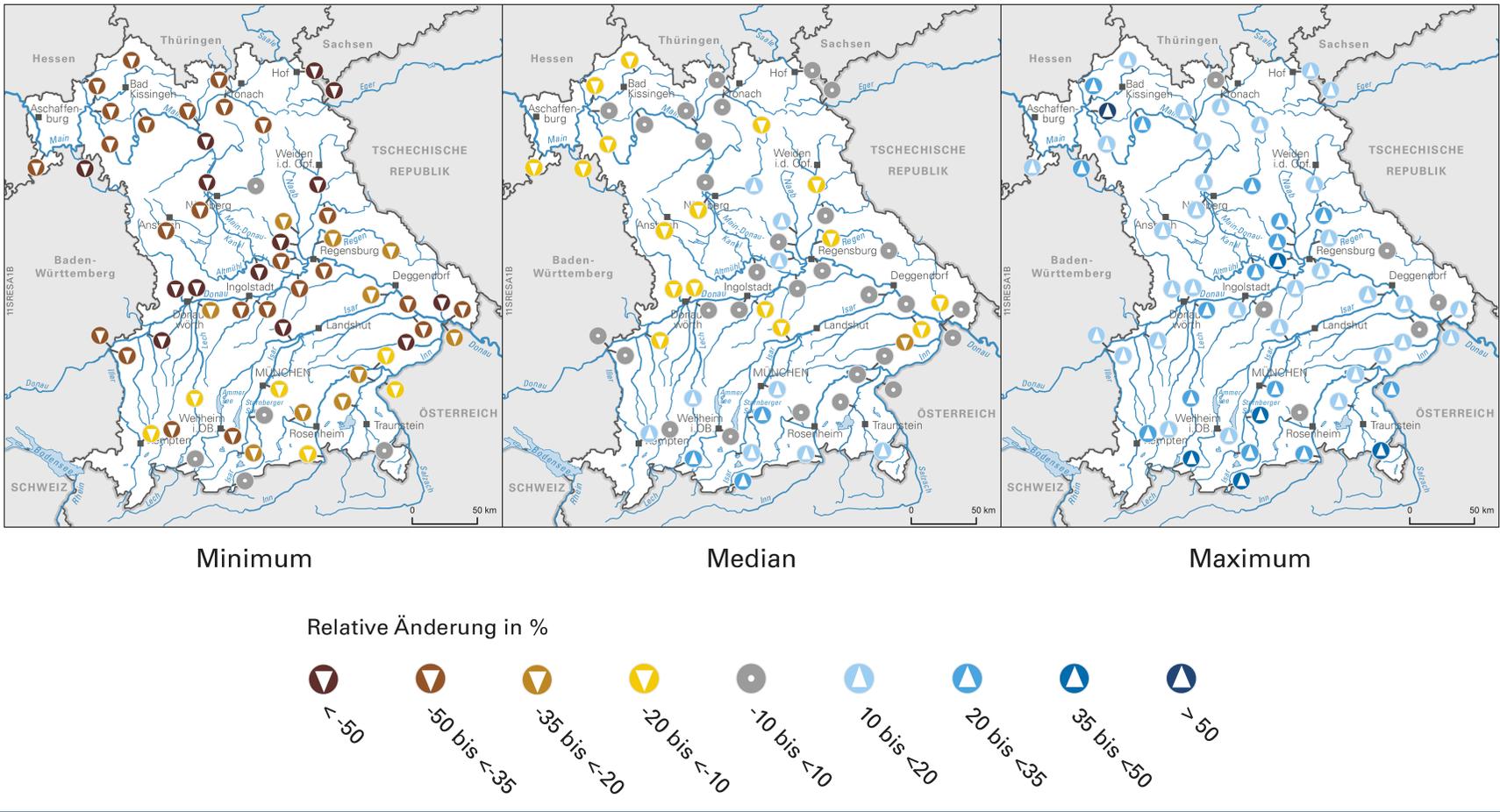


Abb. 9: Prozentuale Änderung des mittleren Niedrigwasserabflusses im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres bis Ende des Jahrhunderts gegenüber dem Referenzzeitraum an 60 ausgewählten Pegeln in Bayern (Abflussprojektionsensemble mit SRES-A1B)

Im **Wasserhaushaltsjahr** (Abb. 7) der fernen Zukunft zeigen sich für den Median größtenteils keine Änderungen oder leichte Abnahmen der mittleren Niedrigwasserabflussmengen. Im Minimum des Ensembles ergeben sich fast überall mäßig starke bis starke Abnahmen. Das Maximum verzeichnet mit Ausnahme einiger Pegel leichte bis starke Zunahmen.

Im **Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres** (Abb. 8) ändert sich für 2071-2100 im Median nördlich der Donau eher wenig. Südlich der Donau nehmen die mittleren Niedrigwasserabflussmengen leicht bis mäßig ab. Die Unterschiede im Jahresgang werden dort also an den eher nival beeinflussten Pegeln geringer, berücksichtigt man die Zunahmen im Winterhalbjahr. Auch hier ergeben sich im Minimum des Ensembles überall mäßig starke bis starke Abnahmen. Im Maximum ergeben sich nördlich der Donau leichte bis mäßig starke Zunahmen, an der Donau selbst und südlich davon kaum Änderungen.

Im **Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres** (Abb. 9) der fernen Zukunft verzeichnet der Median kein einheitliches Bild. Es kommt zu vor allem nördlich der Donau zu leichten Abnahmen, im Alpenvorland und den Alpen zu leichten Zunahmen der mittleren Niedrigwasserabflussmengen. Im Minimum des Ensembles ergeben sich dagegen überall Abnahmen, mit mäßig starken bis starken Änderungen vor allem im Donaauraum und nördlich davon. Das Maximum zeigt dagegen überall leichte bis mäßige 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 CO<sub>2</sub>-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/m<sup>2</sup> (etwa 490 ppm CO<sub>2</sub>eq) vor 2100 und dann ein Sinken bis 2,6 W/m<sup>2</sup> bis 2100. RCP 8.5 (kein Klimaschutz) beschreibt einen steigenden Strahlungsantrieb bis zu 8,5 W/m<sup>2</sup> (etwa 1.370 ppm CO<sub>2</sub>eq) bis 2100.

Wasserhaushaltsjahr: Das Wasserhaushaltsjahr, oder auch Niedrigwasserjahr, reicht vom 1. April bis 31. März des Folgejahres. Der Grund für diese Einteilung ist die vorausgehende Periode der Grundwasserneubildung im Winter und Frühjahr.

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](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.