



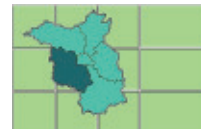
POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

Expertise 1 " Klimawandel in der Region Havelland-Fläming"

Bericht zum

Modellvorhaben der Raumordnung

**Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel für die Region
Havelland-Fläming**



Auftraggeber:

Regionale Planungsgemeinschaft Havelland-Fläming

Oderstraße 65

14513 Teltow

Autoren: P.C. Werner, F.-W. Gerstengarbe

Forschungsbereich „Klimawirkung und Vulnerabilität“

Inhaltsverzeichnis

1. Klima	8
1.1. Aufgabenstellung	8
1.2. Methodik	9
1.2.1. Datengrundlage.....	9
1.2.2. Regionales Klimamodell STAR II.....	10
1.3. Ergebnisse.....	11
1.3.1. Beobachtungszeitraum	11
1.3.1.1. Lufttemperatur	11
1.3.1.2. Niederschlag	13
1.3.1.3. Klimatische Wasserbilanz	17
1.3.1.4. Extremereignisse	18
1.3.2. Szenariumzeitraum	19
1.3.2.1. Lufttemperatur	20
1.3.2.2. Niederschlag	22
1.3.2.3. Klimatische Wasserbilanz	23
1.3.2.4. Extremereignisse	24
1.4. Zusammenfassung	28
1.5. Anhang.....	28
1.5.1. Szenarienzeitraum 2011-40	29
1.5.1.1. Vergleich zum Basiszeitraum 1961-90	29
1.5.1.2. Vergleich zum Basiszeitraum 1977-2006	35
1.5.2. Szenarienzeitraum 2031-60	41
1.5.2.1. Vergleich mit dem Basiszeitraum 1961-90	41
1.5.2.2. Vergleich mit dem Basiszeitraum 1977-2006	47
1.6. Literatur	51

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	Mittlere Jahrestemperatur (°C) im Basiszeitraum 1961-90.....	12
Abb. 1.2:	Mittlere Jahrestemperatur (°C) im Basiszeitraum 1977-2006	12
Abb. 1.3:	Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Basiszeitraum 1961-90.....	13
Abb. 1.4:	Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Basiszeitraum 1977-2006	14
Abb. 1.5:	Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Hydrologischen Sommer (Mai- Oktober) im Basiszeitraum 1961-90.....	15
Abb. 1.6:	Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Hydrologischen Sommer (Mai- Oktober) im Basiszeitraum 1977-2006	15
Abb. 1.7:	Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Hydrologischen Winter (November- April) im Basiszeitraum 1961-90.....	16
Abb. 1.8:	Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Hydrologischen Winter (November- April) im Basiszeitraum 1977-2006	16
Abb. 1.9:	Mittlere klimatische Wasserbilanz (mm) im Basiszeitraum 1961-90.....	17
Abb. 1.10:	Mittlere klimatische Wasserbilanz (mm) im Basiszeitraum 1977-2006	18
Abb. 1.11:	Differenz der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario	20
Abb. 1.12:	Differenz der Mitteltemperatur (K) von Mai-Oktober, Vergleich des Zeit- raums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario.....	21
Abb. 1.13:	Differenz der Mitteltemperatur (K) während des hydrologischen Winters von November-April, Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario	21
Abb. 1.14:	Differenz des Niederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario	22
Abb. 1.15:	Differenz des Niederschlages (mm) während des hydrologischen Winters von November-April, Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario	23
Abb. 1.16:	Differenz der Mittleren Klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario	24
Abb. 1.17:	Differenzen der Häufigkeit der Frost- und Sommertage, Vergleich der Zeiträume 2011-2040, bzw. 2031-60 mit den Jahren 1961-90 für das OK, 2K und 3K-Szenario.....	24
Abb. 1.18:	Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011- 2040 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario	29
Abb. 1.19:	Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011- 2040 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario	30
Abb. 1.20:	Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011- 2040 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario	30
Abb. 1.21:	Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario.....	31
Abb. 1.22:	Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario.....	32
Abb. 1.23:	Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario.....	32
Abb. 1.24:	Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario	33

Abb. 1.25: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario	34
Abb. 1.26: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario	34
Abb. 1.27: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario.....	35
Abb. 1.28: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario.....	36
Abb. 1.29: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario.....	36
Abb. 1.30: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario	37
Abb. 1.31: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario	38
Abb. 1.32: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario	38
Abb. 1.33: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario.....	39
Abb. 1.34: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario.....	40
Abb. 1.35: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario.....	40
Abb. 1.36: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario	41
Abb. 1.37: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario	42
Abb. 1.38: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario	42
Abb. 1.39: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario.....	43
Abb. 1.40: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario.....	44
Abb. 1.41: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario.....	44
Abb. 1.42: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario	45
Abb. 1.43: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario	46
Abb. 1.44: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario	46
Abb. 1.45: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario.....	47
Abb. 1.46: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario.....	48
Abb. 1.47: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario	49

- Abb. 1.48: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario 49
- Abb. 1.49: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario..... 50
- Abb. 1.50: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario..... 51

Tabellenübersicht

Tab. 1.1:	Thematische Leistungsbeschreibung der Expertise 1, gegliedert nach Betrachtungszeiträumen und vorgesehene Art der Ergebnisdarstellung	8
Tab. 1.2:	Verzeichnis der meteorologischen Größen	9
Tab. 1.3:	Extremereignisse, verwendete Abkürzungen und Beschreibung der Berechnung	18
Tab. 1.4:	Mittlere Häufigkeit von Ereignistagen an ausgewählten Stationen für die Zeiträume 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06)	19
Tab. 1.5:	Differenzen der Häufigkeit der Frosttage, Szenarienzeiträume 2011-40 und 2031-60 verglichen mit den Basiszeiträumen 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06) für das OK, 2K und 3K-Szenario	25
Tab. 1.6:	Differenzen der Häufigkeit der Sommertage, Szenarienzeiträume 2011-40 und 2031-60 verglichen mit den Basiszeiträumen 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06) für das OK, 2K und 3K-Szenario	25
Tab. 1.7:	Differenzen der Häufigkeit der Heißen Tage, Szenarienzeiträume 2011-40 und 2031-60 verglichen mit den Basiszeiträumen 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06) für das OK, 2K und 3K-Szenario	26
Tab. 1.8:	Differenzen der Häufigkeit der Tropennächte, Szenarienzeiträume 2011-40 und 2031-60 verglichen mit den Basiszeiträumen 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06) für das OK, 2K und 3K-Szenario	26
Tab. 1.9:	Differenzen der Häufigkeit der Starkniederschlagstage, Szenarienzeiträume 2011-40 und 2031-60 verglichen mit den Basiszeiträumen 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06) für das OK, 2K und 3K-Szenario.....	27

Kernaussagen:

- Das Ostdeutsche Tiefland (Potsdam-Mittelmark, Teltow-Fläming) liegt klimamäßig im Übergangsbereich von maritimer zu kontinentaler Beeinflussung, wobei letztere etwas überwiegt. Der Landkreis Havelland wird noch dem Nordostdeutschen Tiefland mit stärkerem maritim beeinflusstem Klima zugerechnet.
- Der Sommer ist relativ warm und die Niederschlagsmengen von 250-350 mm sind etwas höher als im restlichen Jahr. Im Winter, der im Mittel als mild bis mäßig kalt eingeschätzt werden kann, gibt es mehr Tage mit Niederschlag als im Sommer mit jedoch geringeren Gesamtniederschlagsmengen.
- Der zukünftige Anstieg der Lufttemperatur ist verbunden mit einem Niederschlagsrückgang im hydrologischen Sommerhalbjahr von Mai-Oktober, der sich auch in der Abnahme der Niederschlagsjahressumme niederschlägt. Im Winterhalbjahr nehmen die Niederschläge zum Teil leicht zu, bei den 2K- und 3K-Szenarien im Südosten des Untersuchungsgebietes ab. Insgesamt sind die Niederschlagsveränderungen nicht signifikant.
- Durch die ansteigende Verdunstung verschlechtert sich im betrachteten Gebiet die klimatische Wasserbilanz generell. Besonders deutlich wird dies im Sommer, es handelt sich dabei um eine in Zukunft stärker an Bedeutung zunehmende Entwicklung.
- In den nächsten Jahrzehnten sinkt die Kältebelastung durch Frosttage merklich. Bei der Wärmebelastung muss dagegen sogar von einer dramatischen Zunahme ausgegangen werden.

1. Klima

1.1. Aufgabenstellung

Für die Berechnung verschiedener Szenarien unter Klimawandel wird das statistische Regionalmodell STAR des PIK genutzt. Für die Simulation wird ein Temperaturanstieg um 0, 2 und 3 Kelvin (T0.0, T2.0 und T3.0) bis zum Jahr 2060 unterstellt. Die Änderungen ausgewählter meteorologischer Größen in den Vergleichszeiträumen werden in Form von Tabellen und Karten dargestellt und interpretiert (Tab. 1.1).

Tab. 1.1: Thematische Leistungsbeschreibung der Expertise 1, gegliedert nach Betrachtungszeiträumen und vorgesehene Art der Ergebnisdarstellung

lfd Nr.	Beschreibung	Zeiträume	Art der Darstellung
1a	Analyse der Klimatologie für das Untersuchungsgebiet für ausgewählte meteorologische Größen	1961-90 1977-2006	Karten
1b	Analyse der Klimatologie für das Untersuchungsgebiet für ausgewählte meteorologische Größen für die Klimaszenarien 0, 2 und 3K-Temperaturanstieg bis 2060	2011-40 2031-60	Karten
2a	Analyse der Extremereignisse bezüglich Häufigkeit, Intensität und Trend für ausgewählte meteorologische Stationen	1961-90 1977-2006	Tabellen
2b	Analyse der Extremereignisse bezüglich Häufigkeit, Intensität und Trend für ausgewählte meteorologische Stationen	2011-40 2031-60	Tabellen

Um eine Einschätzung des gegenwärtigen und zukünftigen Klimas sowie seiner Veränderung und Auswirkungen in der Region Havelland-Fläming besser vornehmen zu können, wurde für die Auswertungen das ganze Land Brandenburg und weitere Gebiete herangezogen.

In den Unterkapitel 1.2.1 und 1.2.2 werden die verwendeten meteorologischen Daten und das regionale Klimamodell STAR II, mit dem die zukünftige klimatische Entwicklung berechnet wurde, beschrieben. Im Kapitel 1.3 werden auswahlweise Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

1.2. Methodik

1.2.1. Datengrundlage

Für die vorliegenden Untersuchungen standen im PIK meteorologische Daten von ganz Deutschland auf Tageswertbasis für den Zeitraum 1951–2006 zur Verfügung. Die ursprünglichen Daten wurden vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellt und am PIK geprüft, ergänzt und gegebenenfalls homogenisiert. Die jeweiligen Zeitreihen der Klimastationen umfassen 11 Größen (Tab. 1.2). Das Stationsnetz wird ergänzt durch Niederschlagsmessstellen. Auf diese wurden von den Klimastationen die anderen meteorologischen Größen interpoliert. Dazu wurde ein vom Deutschen Wetterdienst übernommenes Rechenprogramm verwendet mit einem Verfahren, das abstandsgewichtet interpoliert und eine Höhenabhängigkeit berücksichtigt.

Die Szenarienberechnungen wurden für alle 2.342 deutsche Stationen durchgeführt. Das ermöglicht auch einen späteren Vergleich mit den Ergebnissen aus anderen Regionen, für die auch am PIK und anderen Institutionen Studien durchgeführt werden. Aus dem Gesamtdatensatz wurden anschließend die entsprechenden Stationen für die jeweilige Aufgabe entnommen. Das waren beispielsweise für die Darstellung der Klimakarten von Brandenburg 152 Stationen.

Für die Analyse der statistischen Parameter wurden aus den Datenreihen der beobachteten Daten der Vergangenheit die Zeiträume 1961–1990 und 1977–2006 und für die simulierten Daten die Jahre 2011–2040 und 2031–2060 gewählt (vgl. Tab. 1.1). Jeweils für diese 30 Jahre wurden statistischen Parameter wie Mittelwerte, Häufigkeit von Ereignistagen und Differenzen zwischen unterschiedlichen Zeiträumen berechnet. Diese Berechnungen wurden für das Gesamtjahr und verschiedene Jahresabschnitte durchgeführt.

Tab. 1.2: Verzeichnis der meteorologischen Größen

Meteorologische Größe	Maßeinheit	Abkürzung
Tagesmaximum der Lufttemperatur	°C	Tmax
Tagesmittel der Lufttemperatur	°C	Tmit
Tagesminimum der Lufttemperatur	°C	Tmin
Tagessumme des Niederschlags	mm	Nied
Tagesmittel der Relativen Luftfeuchte	%	Relf
Tagesmittel des Luftdrucks	hPa	Ludr
Tagesmittel des Wasserdampfdrucks	hPa	Dadr
Tagessumme der Sonnenscheindauer	h	Sonn
Tagesmittel des Bedeckungsgrades mit Wolken	Achtel	Bewo
Tagessumme der Globalstrahlung	J-cm ²	Gstr
Tagesmittel der Windgeschwindigkeit	m-s	Wind

Anmerkung: Mittels der vorliegenden meteorologischen Größen wurde nach der Methode von Turc-Ivanov die potentielle Verdunstung (Potv) berechnet und aus der Differenz von Nied – Potv ergibt sich die Klimatische Wasserbilanz (Wabi).

1.2.2. Regionales Klimamodell STAR II

Das regionale Klimamodell STAR II erzeugt fundierte, räumlich wie zeitlich hoch aufgelöste Abschätzungen regionaler Klimaentwicklungen. Eine wichtige Besonderheit des Verfahrens ist, dass die Simulationsreihen lediglich durch ein vorgegebenes lineares Temperaturregime (etwa Mittelwert und Zunahme über die Simulationsperiode) beschränkt werden. Die Simulationsreihen werden dabei aus vergangenen Beobachtungen der Beobachtungsperiode zusammengesetzt, und zwar so, dass die Neuaneinanderreihung der Beobachtungen eine Temperaturreihe ergibt, die dem vorgegebenen Temperaturregime (Trend) entspricht. Da die Beobachtungen außer der Temperatur auch alle anderen erfassten Messgrößen (Niederschlag usw.) enthalten und diese bei der Neuaneinanderreihung mitgeführt werden, enthalten die Simulationsreihen alle beobachteten Messgrößen in physikalisch konsistenten Kombinationen. Das Gleiche gilt für die Konsistenz der räumlichen Verteilungen, da die Reihenfolge der Neuaneinanderreihung an allen Stationen die Gleiche ist. Heuristische Kriterien stellen außerdem sicher, dass die Simulationsreihen realistische Jahresgänge und Erhaltungsneigungen aufweisen. Stochastische Elemente des Verfahrens ermöglichen die Erzeugung ganzer Simulationsensembles, wodurch die Bandbreite möglicher Klimaentwicklungen zu dem vorgegebenen Temperaturregime untersucht werden kann. Verschiedene Prüfverfahren zeigen, dass das Modell sehr gut in der Lage ist, die beobachtete Klimatologie einer Region zu reproduzieren. Die Übereinstimmung beschränkt sich dabei nicht auf einfache Statistiken wie langjährige Mittel, sondern schließt Extremereignisse (z.B. Starkniederschläge) ebenso wie Andauerereignisse (Hitzeperioden) ein. Der Vergleich mit einem ähnlichen Experiment eines dynamischen Modells zeigt, dass der statistische Ansatz eine erheblich bessere Übereinstimmung mit den Beobachtungen erbringt (Orlowsky et al., 2008). Durch seine Konstruktion und eine effiziente Programmierung erlaubt dieses Verfahren, schnell zu hoch aufgelösten Abschätzungen regionaler Klimaentwicklungen zu gelangen, die als fundierter Ausgangspunkt für Klimafolgeuntersuchungen dienen können. Eine genaue Modellbeschreibung findet sich u. a. bei Werner, Gerstengarbe (1997) und Orlowsky et al. 2008.

Das Modell ist prinzipiell in der Lage, für jedes Szenarium beliebig viele Realisierungen zu berechnen. Dabei versteht man unter einer Realisierung die Berechnung **eines** Szenarienlaufs. Sollen für ein Szenarium mehrere Realisierungen berechnet werden, wird die Abfolge der Daten über eine Monte-Carlo-Simulation variiert, ohne dass dabei die Vorgaben verändert werden. Auf diese Art und Weise erhält man beliebig viele zufällig erzeugte Realisierungen für das vorgegebene

Szenarium. Damit ist es möglich, Aussagen zur Schwankungsbreite der durch das Modell erzeugten Ergebnisse zu machen.

Da, wie oben genannt, für eine Szenariensimulation nur die Vorgabe eines linearen Trends für die Temperatur benötigt wird, also keine Abhängigkeit zu einem übergeordneten dynamischen Klimamodell besteht, können die verschiedensten Trendvorgaben umgesetzt werden. Im Fall der vorliegenden Untersuchungen waren es für den Zeitraum 2007 – 2060 die Trends von 0K (also kein Trend, die mittlere Temperatur bewegt sich um den Wert, der am Ende des Beobachtungszeitraums (Mittel) vorhanden war), 2K (ist für diese Region dem Temperaturanstieg im A1B-Szenarium, wie er vom ECHAM5-OS simuliert wird, ähnlich) und 3K. Diese Zunahmen der Jahresmitteltemperatur gelten im Mittel für Deutschland, räumlich ergeben sich dabei aber Unterschiede.

Die Realisierungen (hier 100) für ein Szenarium können anhand eines ausgewählten Kriteriums charakterisiert werden. Bewährt hat sich für viele Untersuchungen, dazu den Trend der Klimatischen Wasserbilanz zu benutzen. Die Charakterisierung reicht dann von trocken (meist starker abnehmender Trend in Deutschland), über den Medianwert (mittlere Realisierung) bis zu feucht (ansteigender Trend). Wird nur eine Realisierung für Klimafolgenberechnungen verwendet, wählt man in der Regel, wie hier getan, die mittlere aus.

1.3. Ergebnisse

Neben den Beispielen aus dem Beobachtungszeitraum werden exemplarisch Ergebnisse nur für das 3K-Szenario dargestellt. Herangezogen werden die meteorologischen Größen Lufttemperatur (Tmit), Niederschlag (Nied) und Klimatische Wasserbilanz (Wabi). Die nicht im Text erscheinenden Karten und die zu den Auswertungen insgesamt befinden sich im Anhang (Kap. 1.5).

1.3.1. Beobachtungszeitraum

Der Beobachtungszeitraum umfasst die Jahre von 1951-2006. Im Folgenden werden die beiden Basiszeiträume 1961-90 und 1977-2006 jeweils separat dargestellt.

1.3.1.1. Lufttemperatur

Die Region Havelland-Fläming zählt zu den wärmeren Gebieten in Brandenburg. Gleichzeitig sieht man aber auch, dass im Vergleich der Zeiträume 1961-1990 (Abb. 1.1) und 1977-2006 (Abb. 1.2) zwar die räumlichen Strukturen erhalten geblieben sind, jedoch es deutlich (trotz Überlappung der beiden Perioden) wärmer geworden ist (in der Regel eine 0.5-Grad-Klasse höher). Fast das Gleiche gilt für das hydrologische Sommer- (Mai – Oktober) und Winterhalbjahr (November – April).

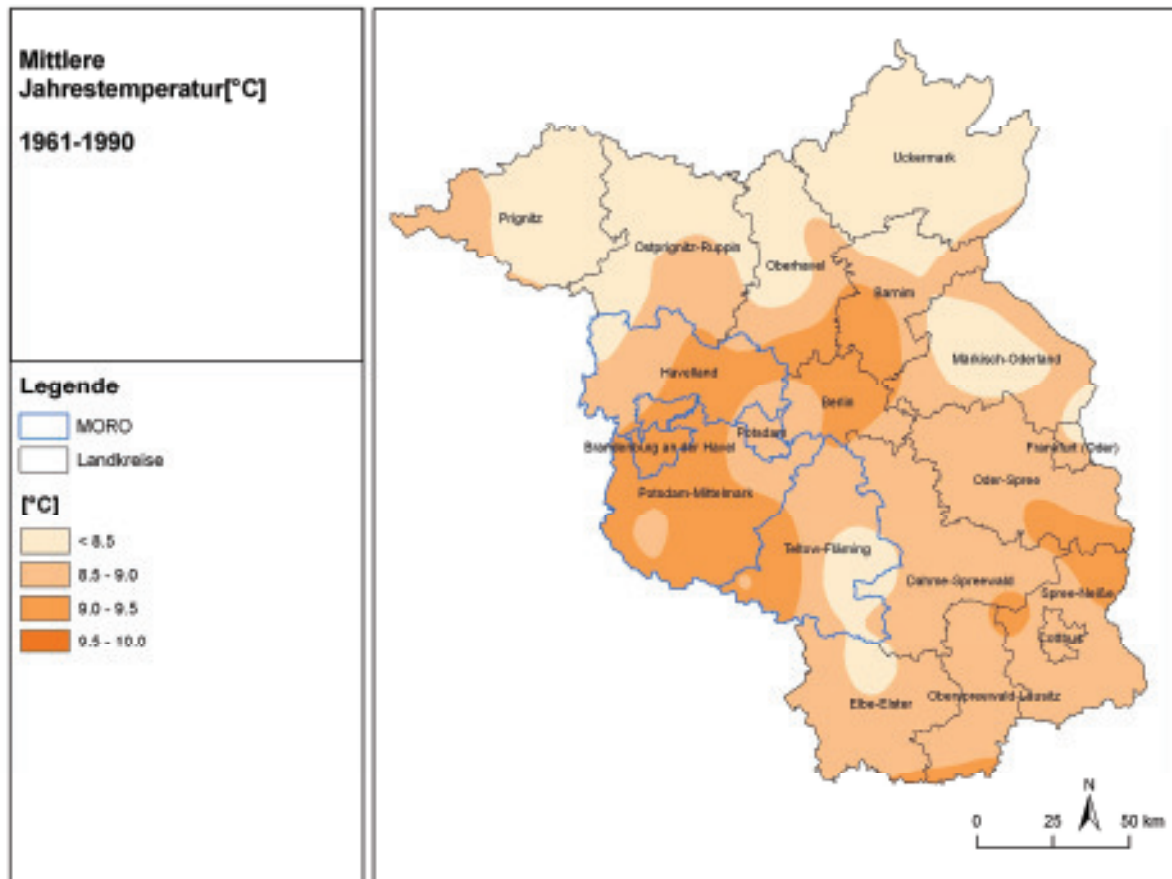


Abb. 1.1: Mittlere Jahrestemperatur (°C) im Basiszeitraum 1961-90

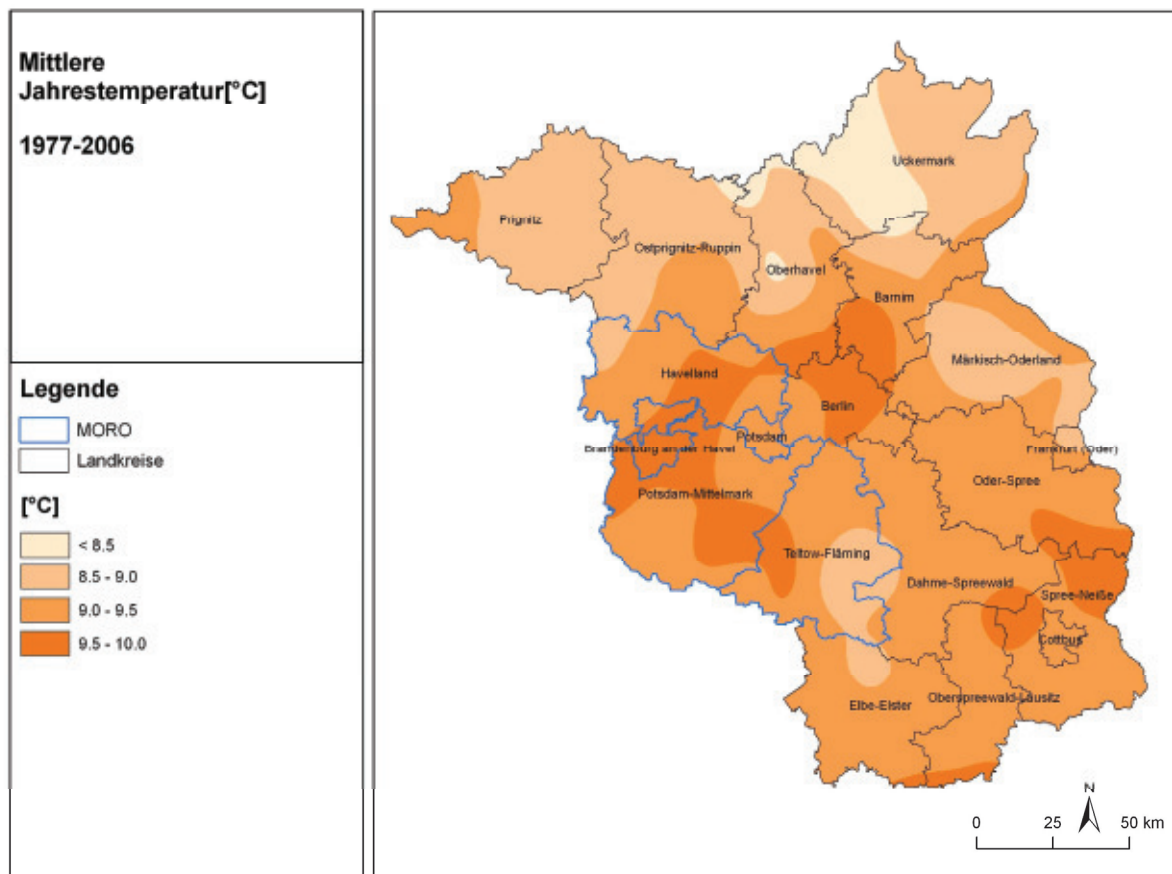


Abb. 1.2: Mittlere Jahrestemperatur (°C) im Basiszeitraum 1977-2006

1.3.1.2. Niederschlag

Im Vergleich zu Gesamtbrandenburg gehört die Untersuchungsregion eher zu den etwas trockeneren Gebieten, wobei der Niederschlag in einigen Teilen zwischen 1961-1990 (Abb. 1.3) und 1977-2007 (Abb. 1.4) etwas zugenommen hat. Beide Aussagen gelten wiederum sowohl für das Jahr (Abb. 1.5) als auch das hydrologische Sommerhalbjahr (Abb. 1.6).

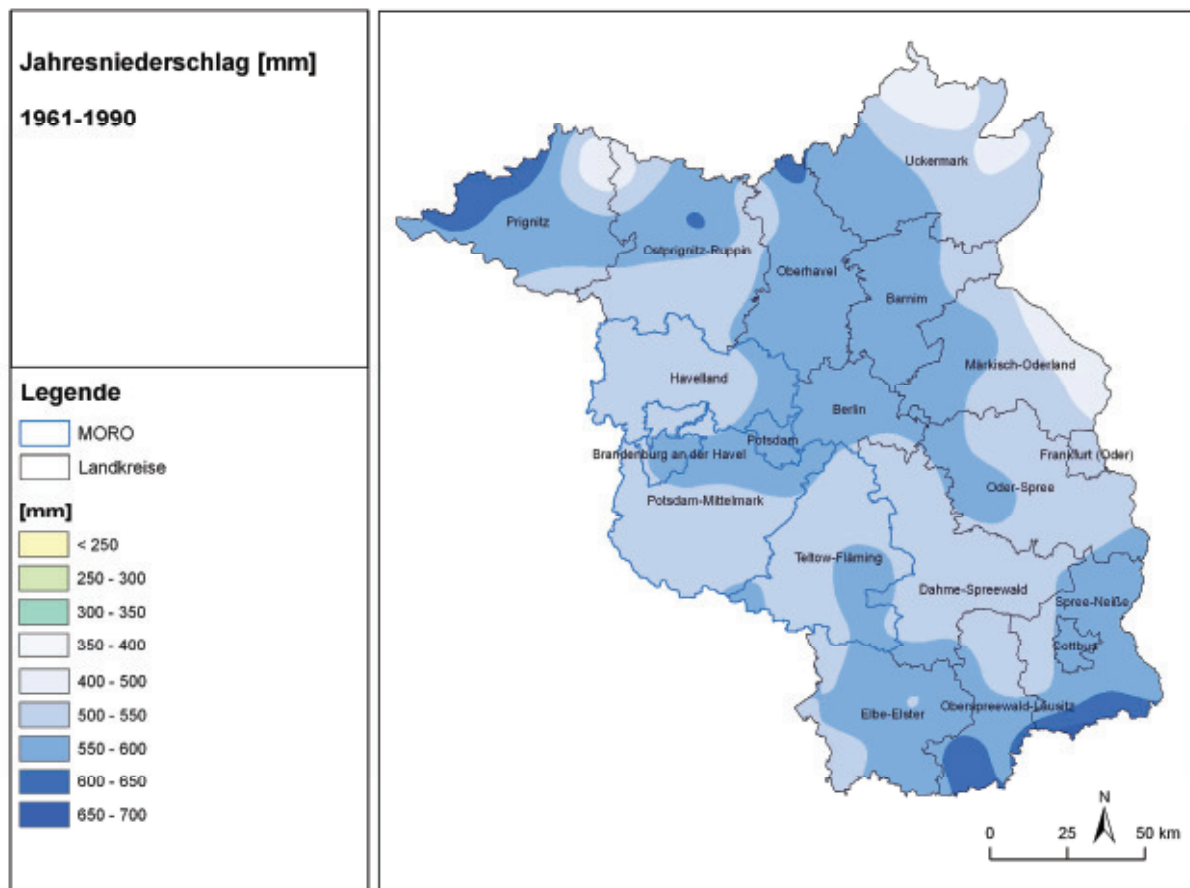


Abb. 1.3: Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Basiszeitraum 1961-90

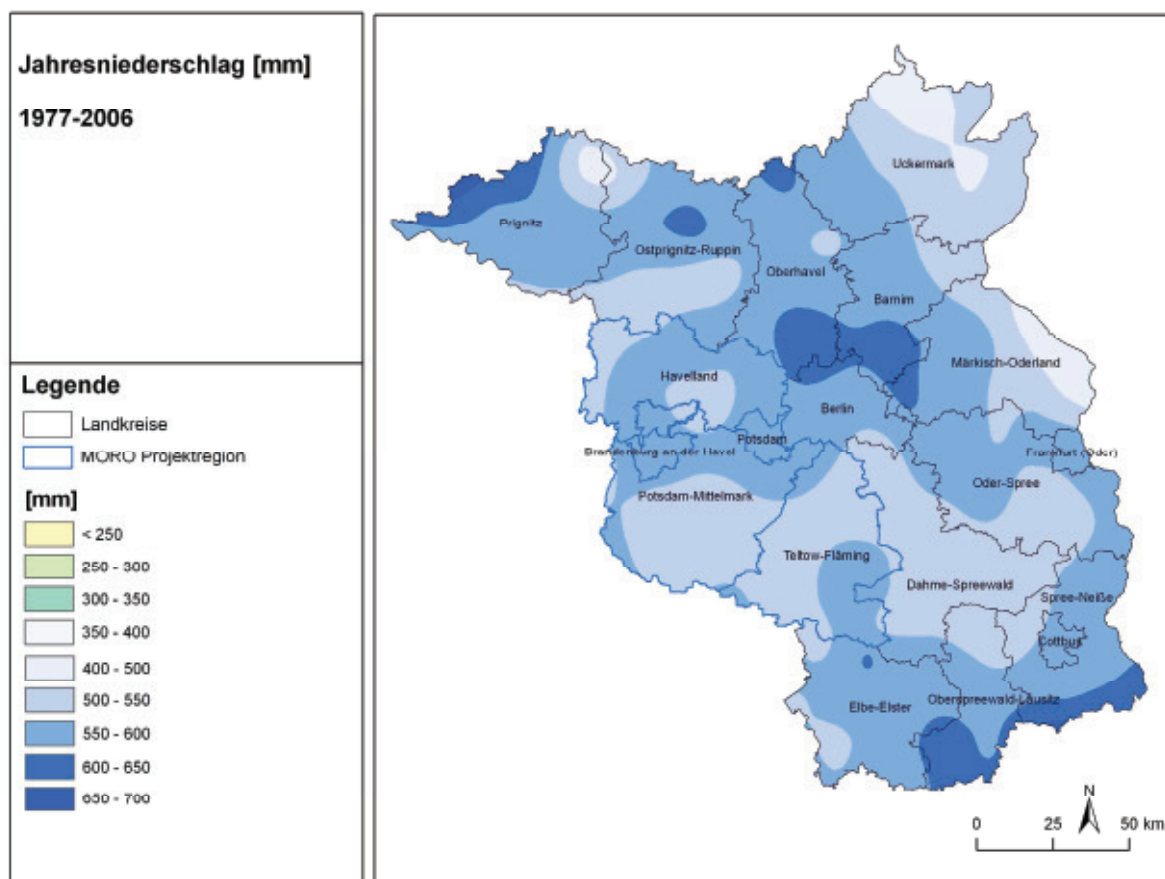


Abb. 1.4: Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Basiszeitraum 1977-2006

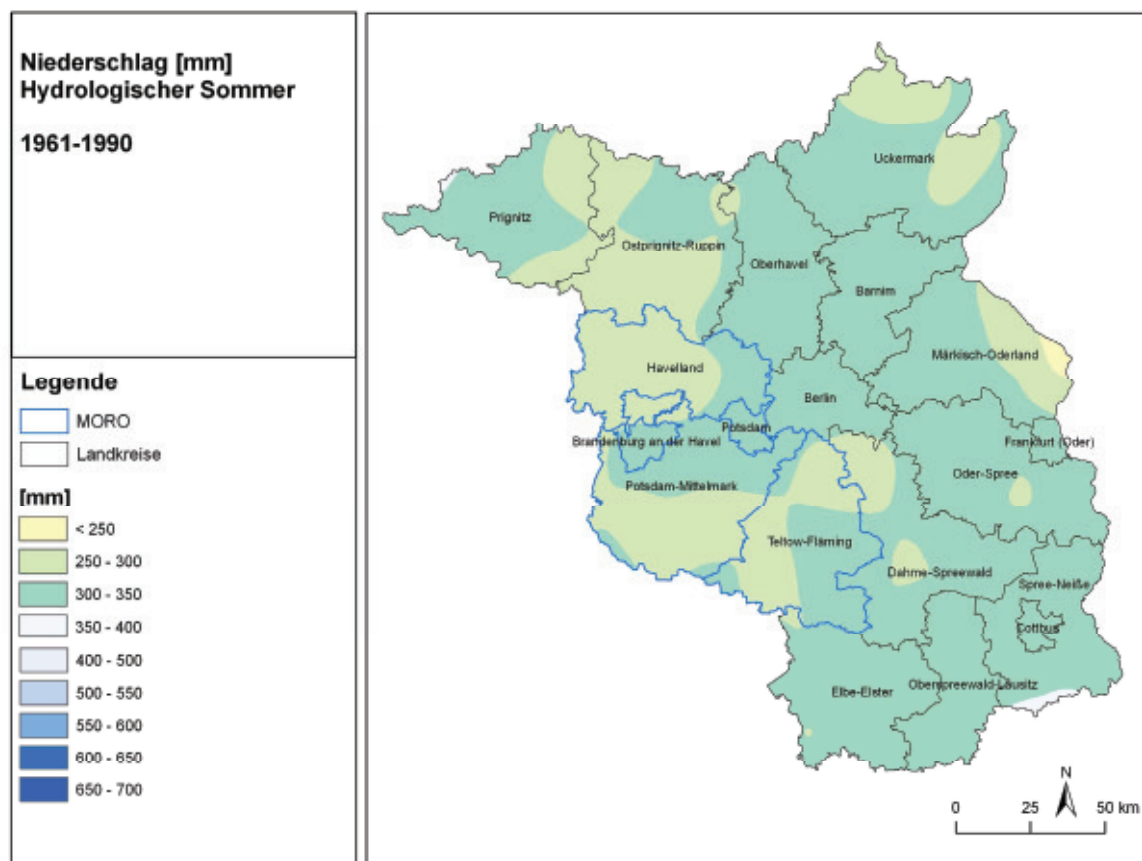


Abb. 1.5: Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Hydrologischen Sommer (Mai-Oktober) im Basiszeitraum 1961-90

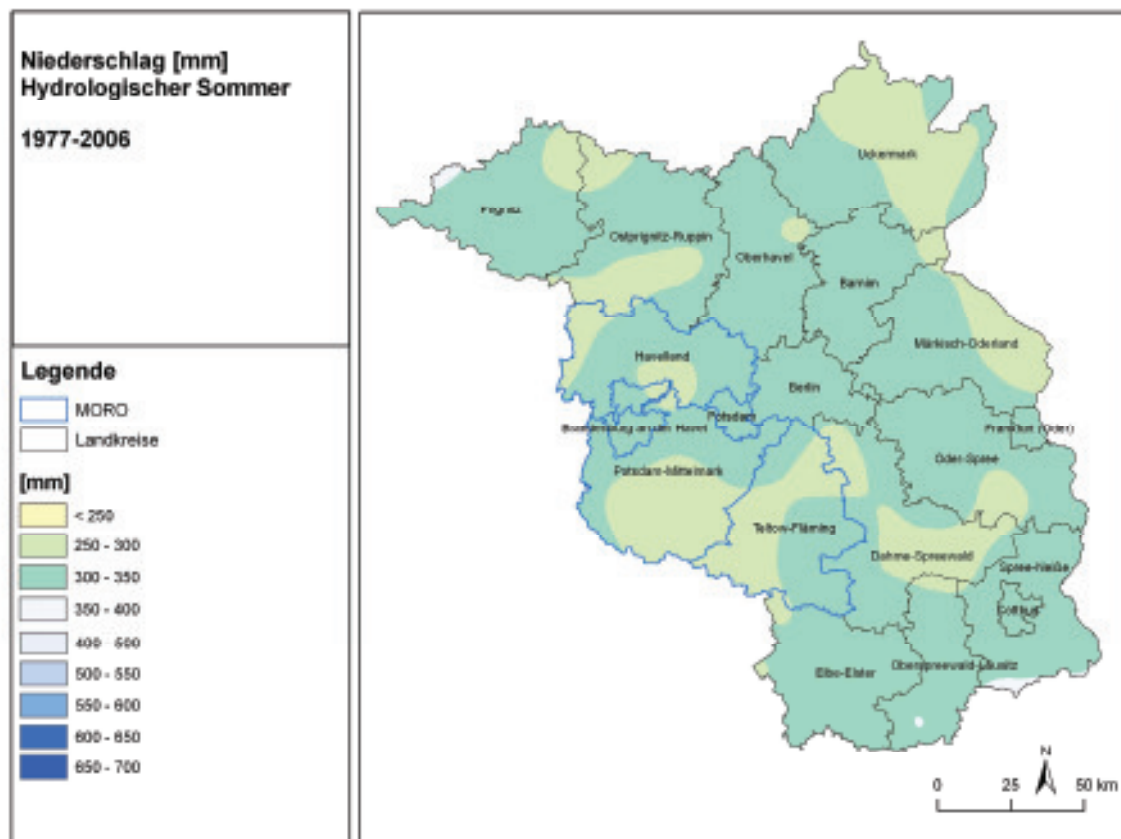


Abb. 1.6: Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Hydrologischen Sommer (Mai-Oktober) im Basiszeitraum 1977-2006

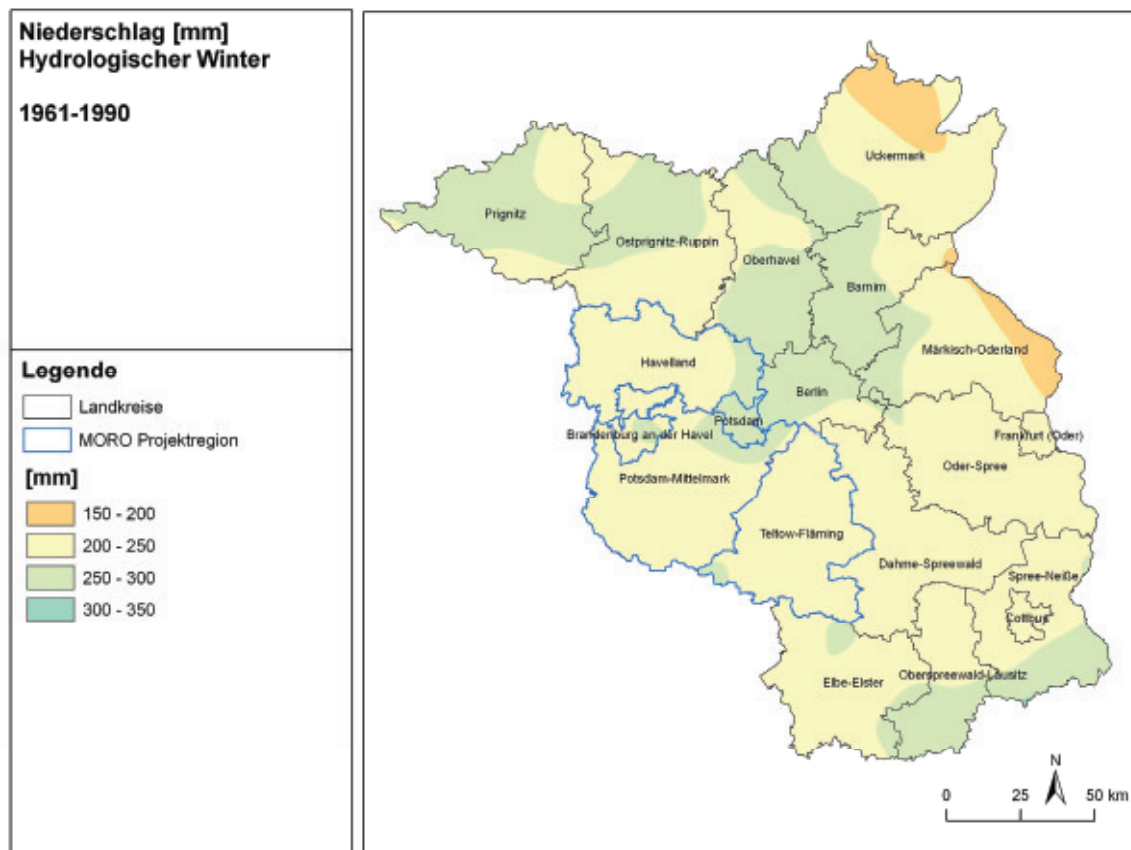


Abb. 1.7: Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Hydrologischen Winter (November-April) im Basiszeitraum 1961-90

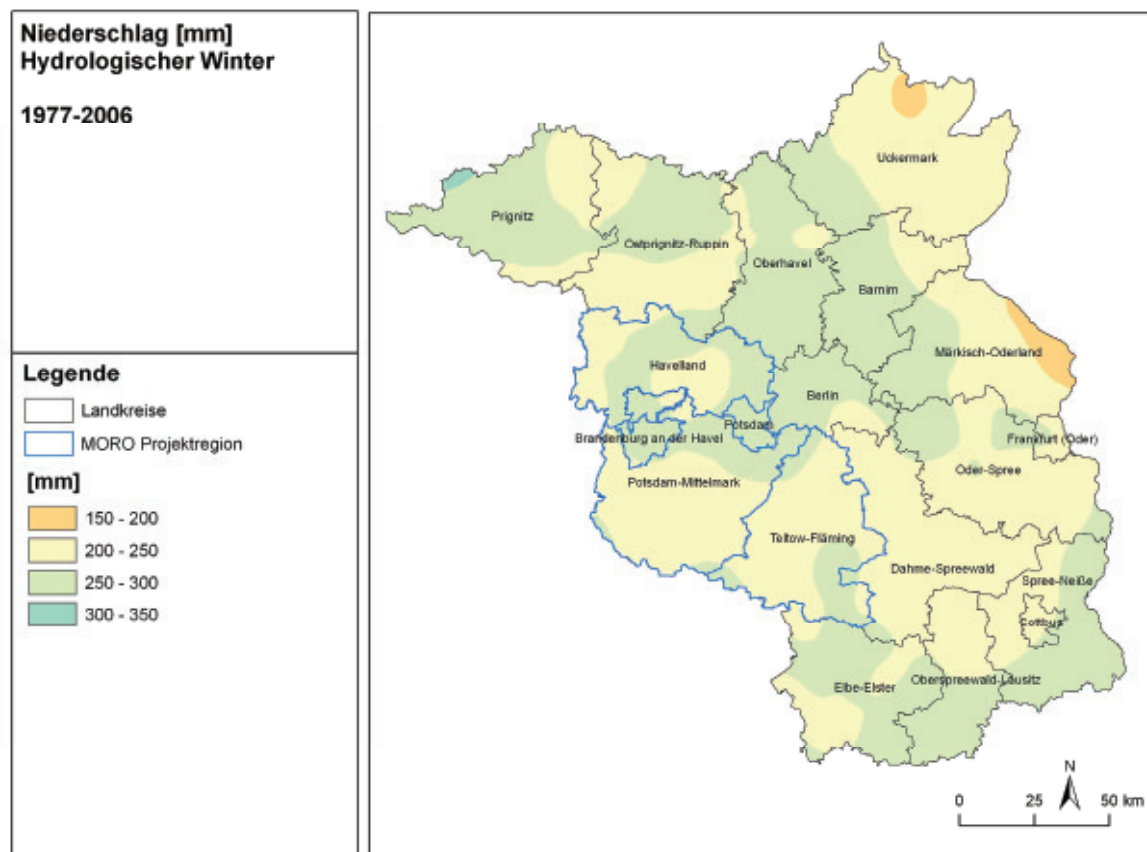


Abb. 1.8: Mittlerer Jahresniederschlag (mm) im Hydrologischen Winter (November-April) im Basiszeitraum 1977-2006

1.3.1.3. Klimatische Wasserbilanz

Da die Lufttemperatur und der Niederschlag wesentliche Größen für die Bestimmung der Klimatischen Wasserbilanz sind, spiegeln sich ihre Strukturen und Tendenzen im Verhalten der Wasserbilanz wider (Abb. 1.9 und Abb. 1.10). Das heißt in diesem Fall, dass die Region Havelland-Fläming relativ trocken ist, ganz besonders im Sommer, und dass zwischen den beiden Zeiträumen fast keine Änderungen auftreten, da gegensätzlich Trends von Temperatur (höher = mehr Verdunstung) und Niederschlag (höher = mehr Wasser) vorhanden sind.

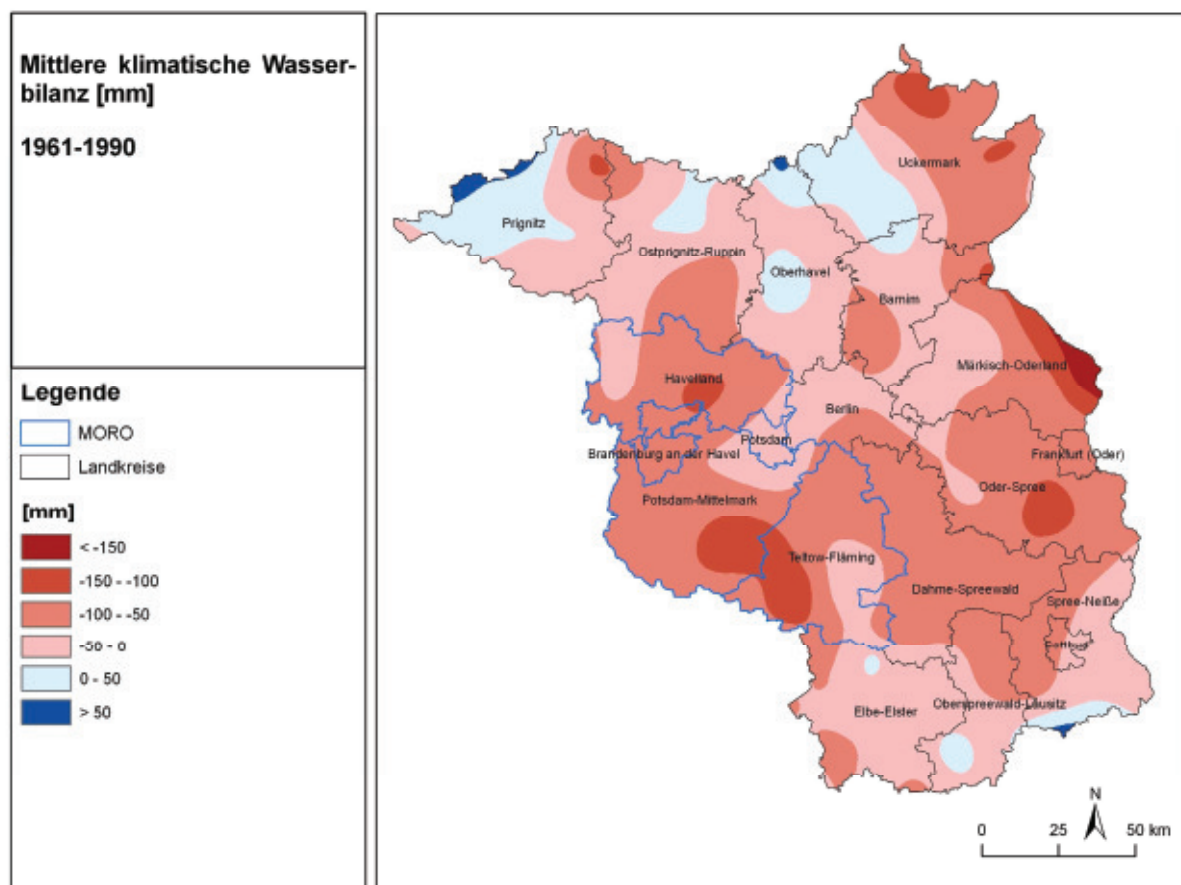


Abb. 1.9: Mittlere klimatische Wasserbilanz (mm) im Basiszeitraum 1961-90

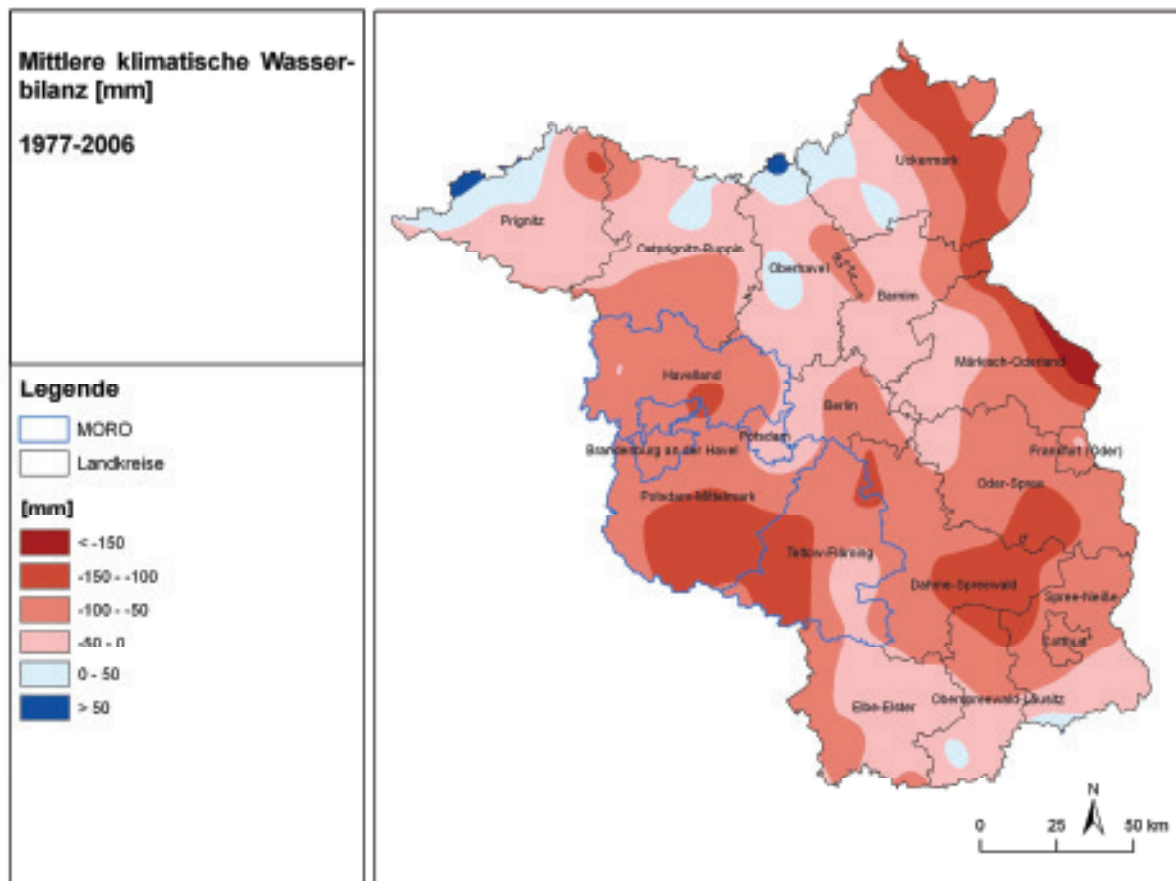


Abb. 1.10: Mittlere klimatische Wasserbilanz (mm) im Basiszeitraum 1977-2006

1.3.1.4. Extremereignisse

Neben den Angaben zu den mittleren Verhältnissen spielen in der Praxis auch die Ereignistage eine gewisse Rolle. Dazu wurden die mittleren Häufigkeiten für 14 Stationen in der Region ausgewertet. Folgende Ereignisse wurden herangezogen:

Tab. 1.3: Extremereignisse, verwendete Abkürzungen und Beschreibung der Berechnung

Ereignis	Abkürzung	Beschreibung
Frosttage	FT	$T_{min} < 0.0^{\circ} \text{ C}$
Sommertage	ST	$T_{max} \geq 25.0^{\circ} \text{ C}$
Heiße Tage	HT	$T_{max} \geq 30.0^{\circ} \text{ C}$
Tropennacht	TN	$T_{min} \geq 20.0^{\circ} \text{ C}$
Starkniederschlagstag	SN	$Nied \geq 10.0 \text{ mm}$

Tab. 1.4: Mittlere Häufigkeit von Ereignistagen an ausgewählten Stationen für die Zeiträume 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06)

Station	FT		ST		HT		TN		SN	
	61-90	77-06	61-90	77-06	61-90	77-06	61-90	77-06	61-90	77-06
Potsdam	90	86	38	43	8	10	0	1	13	12
Luckenw	86	82	40	45	9	10	0	1	11	10
Treu.b.	83	79	41	47	9	11	0	1	10	11
Brück	84	80	41	46	9	11	0	1	11	11
G Kreutz	84	80	41	46	9	11	0	1	13	12
Brb.-G.	78	77	35	42	6	9	0	0	11	11
Päwesin	79	77	34	41	6	8	0	0	11	10
Rathen.	87	84	34	38	7	9	0	0	11	12
Nauen	79	77	34	41	6	8	0	0	11	11
Kemnitz	93	91	40	44	8	9	0	1	11	12
Dahme	104	100	36	40	7	8	0	0	12	12
Petkus	111	107	32	36	6	7	0	0	13	13
Da.Eck.	91	87	39	44	8	11	0	0	11	11
Jüterbog	85	81	40	46	9	11	0	0	9	10
Mittel	88	85	37	43	8	9	0	> 0	11	11

Luckenw – Luckenwalde; Treu.b. – Treuenbrietzen; G Kreutz – Groß Kreutz

Brb.G. – Brandenburg-Görden; Rathen. – Rathenow;

Da.Eck. - Danna-Eckmannsdorf

Die Werte in Tab. 1.4 spiegeln die im Beobachtungszeitraum bereits ablaufende Erwärmung wider. Im Mittel nehmen die Sommertage um 6 Tage (16 %) und die Heißen Tage um 1 Tag (12 %) zu. An einigen Stationen tauchen sogar schon 1977-2006 Tropennächte auf. Dagegen nehmen die Frosttage, wenn auch nur gering, um 4 Tage ab (4 %). Die Anzahl der Tage mit Starkniederschlägen hat sich nicht verändert.

1.3.2. Szenariumszeitraum

Da die räumlichen Strukturen für die einzelnen meteorologischen Größen sich im Vergleich zum Beobachtungszeitraum meist nicht fundamental ändern, werden nur die Differenzen zwischen dem Basiszeitraum 1977-2006 und der Szenariumsperiode 2031-2060 (in Ausnahmefällen auch 2011-2040) diskutiert und der Schwerpunkt der Auswertungen auf das 3K-Szenario gelegt.

1.3.2.1. Lufttemperatur

Der Gesamtzeitraum des Klimaszenarios erstreckt sich von 2007-2060 und der vorgegebene Trend von 3K-Temperaturerhöhung bezieht sich auf diesen Zeitraum. Das bedeutet, dass naturgemäß die Differenz aus 2031-2060 vs 1977-2006 etwas unter diesem Trendwert bleibt. Da sich die Trendvorgabe auf den Jahreswert bezieht, können Mittelwerte für einzelne Jahreszeiten mehr oder weniger deutlich davon abweichen. In der Untersuchungsregion liegen die Differenzen der Jahresmittel ca. zwischen 2.5K und 2.9K (Abb. 1.11). Dabei liegt ein schwacher Gradient von Nordwest nach Südost vor, wie man ihn im gesamten Land Brandenburg beobachten kann. Im hydrologischen Sommerhalbjahr (Abb. 1.12) sind die räumlichen Strukturen der Änderung ähnlich, nur fallen die Werte etwas geringer aus. Im Winterhalbjahr ist die Temperaturzunahme dagegen größer (Abb. 1.13).

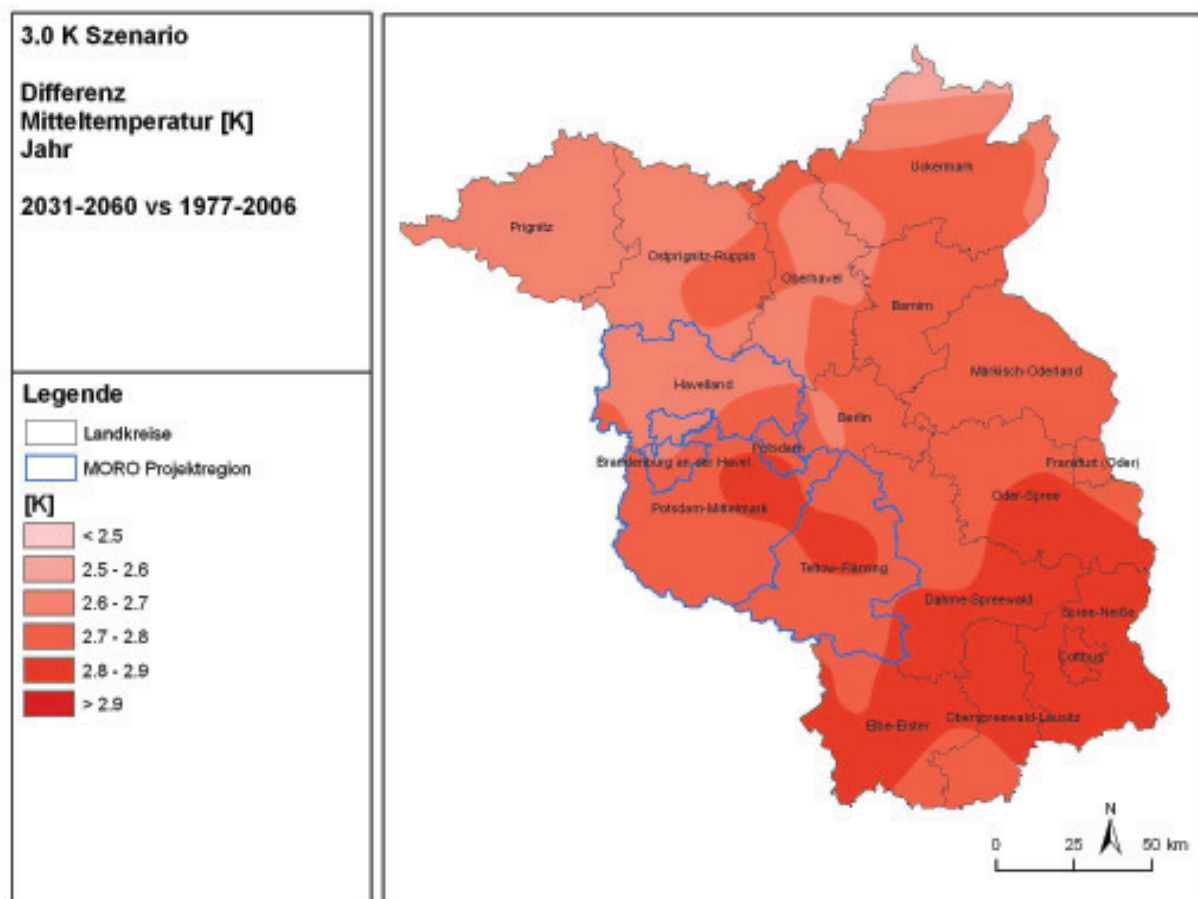


Abb. 1.11: Differenz der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario

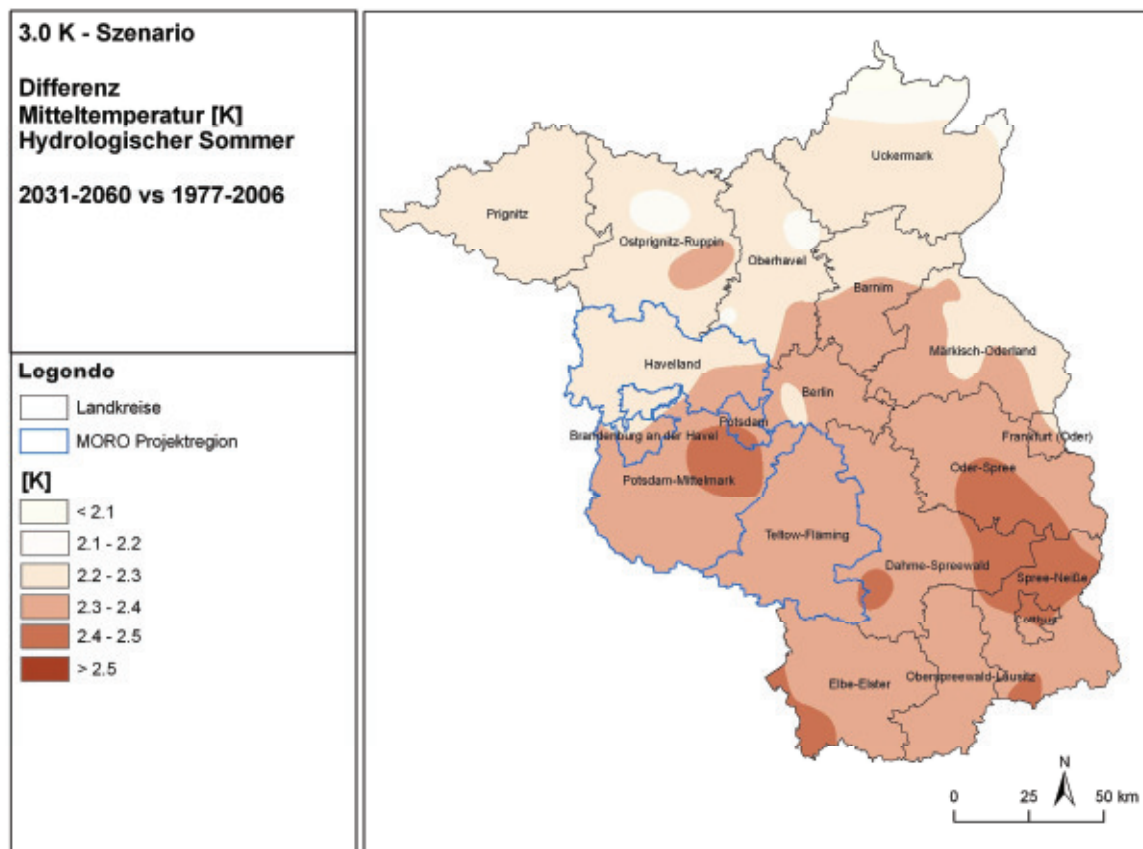


Abb. 1.12: Differenz der Mitteltemperatur (K) von Mai-Oktober, Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario

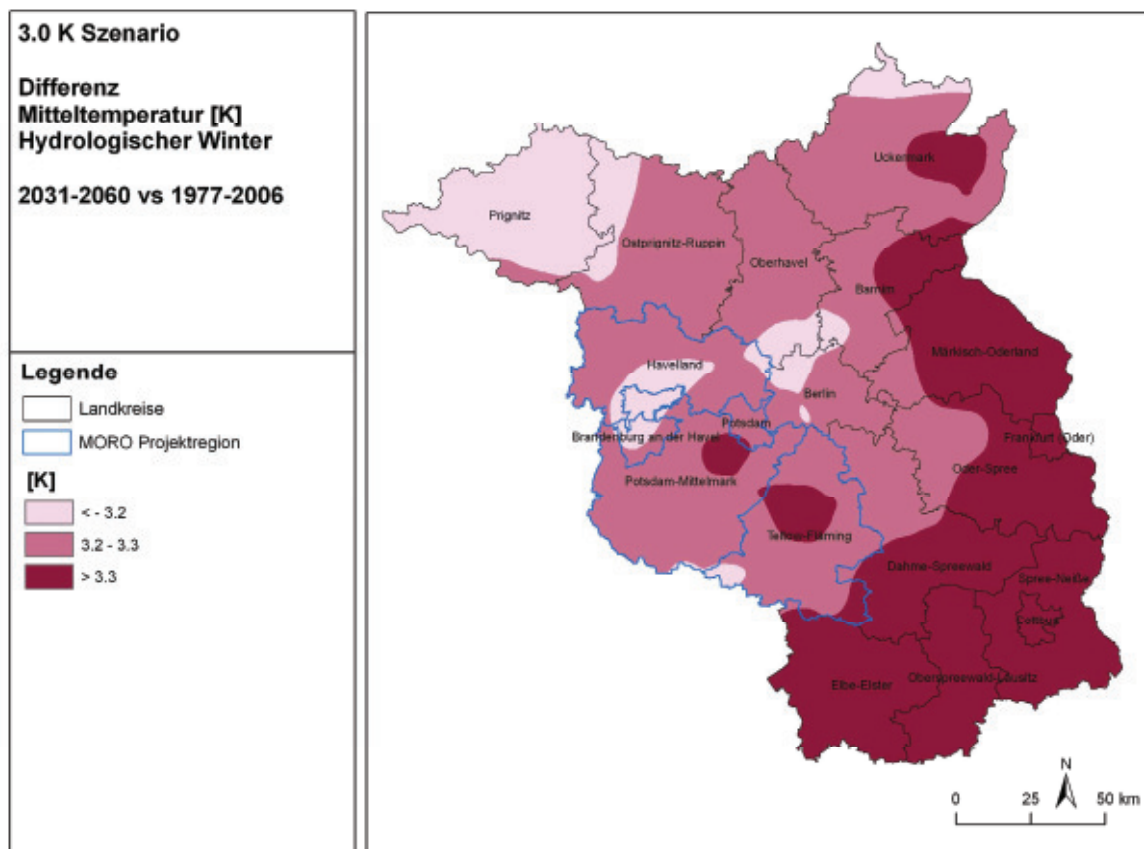


Abb. 1.13: Differenz der Mitteltemperatur (K) während des hydrologischen Winters von November-April, Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario

1.3.2.2. Niederschlag

Der Jahresniederschlag (Abb. 1.14) nimmt wie in ganz Brandenburg ab. Dabei liegen die Werte in der Region Havelland-Fläming zwischen etwa -75 mm (mittlerer und östlicher Teil) und -25 mm (Nord- und Südwesten). Dies wird vor allem durch den starken Niederschlagsrückgang im Sommer (hier nicht dargestellt) verursacht, bei dem etwa die gleichen Differenzen wie für das Jahr auftreten. Meist sind allerdings die Differenzen nicht statistisch signifikant und hängen oft nicht unwesentlich von den gewählten Mittlungsperioden ab. So gibt es zum Beispiel im Fall 2011-2040 – 1961-90 (Abb. 1.23) sogar im Havelland eine leichte Zunahme. Im Winterhalbjahr nehmen die Niederschläge zum Teil leicht zu, bei den 2K- und 3K-Szenario im Südosten des Untersuchungsgebietes dagegen ab (Abb. 1.16).

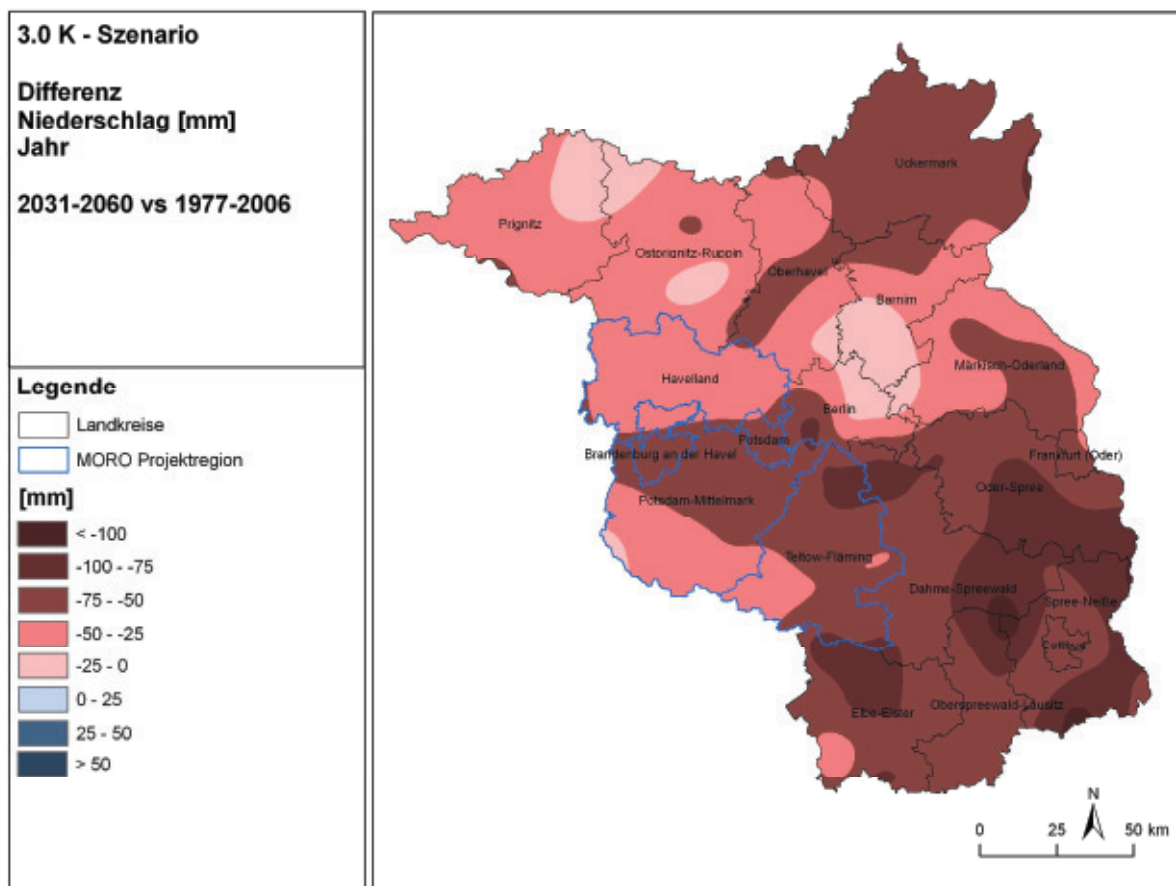


Abb. 1.14: Differenz des Niederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario

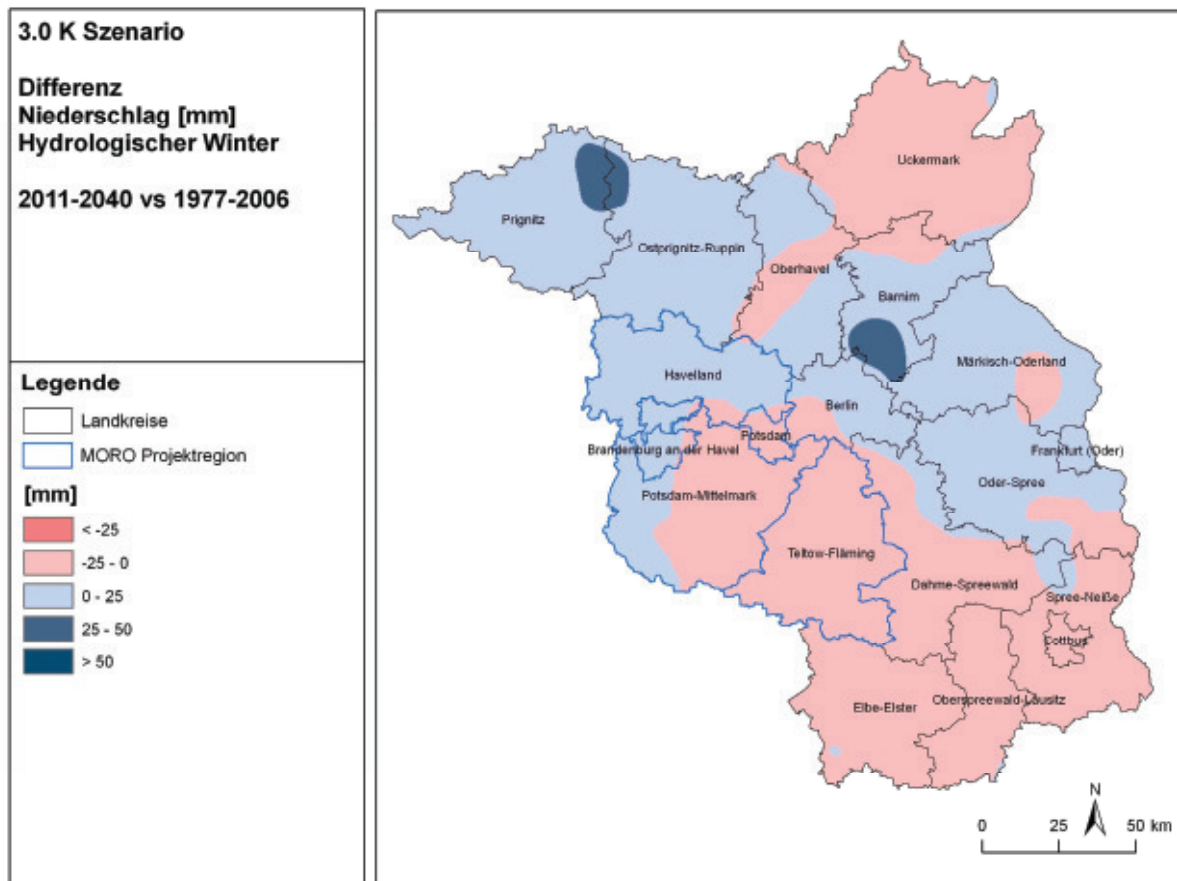


Abb. 1.15: Differenz des Niederschlages (mm) während des hydrologischen Winters von November-April, Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario

1.3.2.3. Klimatische Wasserbilanz

Die Klimatische Wasserbilanz nimmt „dramatisch“ ab. Die Absolutwerte der Differenzen (Abb. 1.16) sind größer als die der Mittelwerte von 1977-2006 (Abb. 1.10). Dieser Umstand lässt sich wiederum leicht aus den Änderungen von Temperatur (Zunahme = mehr Verdunstung) und Niederschlag (Abnahme = weniger Wasser) erklären. Das Änderungsmuster für die Wasserbilanz steht damit im engen Zusammenhang mit dem Muster dieser anderen beiden Größen. Das räumliche Änderungsmuster für das hydrologische Sommerhalbjahr ist dem für das Jahr sehr ähnlich, jedoch fällt die Abnahme etwas geringer aus, was bedeutet, dass auch im hydrologischen Winterhalbjahr die Klimatische Wasserbilanz abgenommen hat, wenn auch naturgemäß viel geringer.

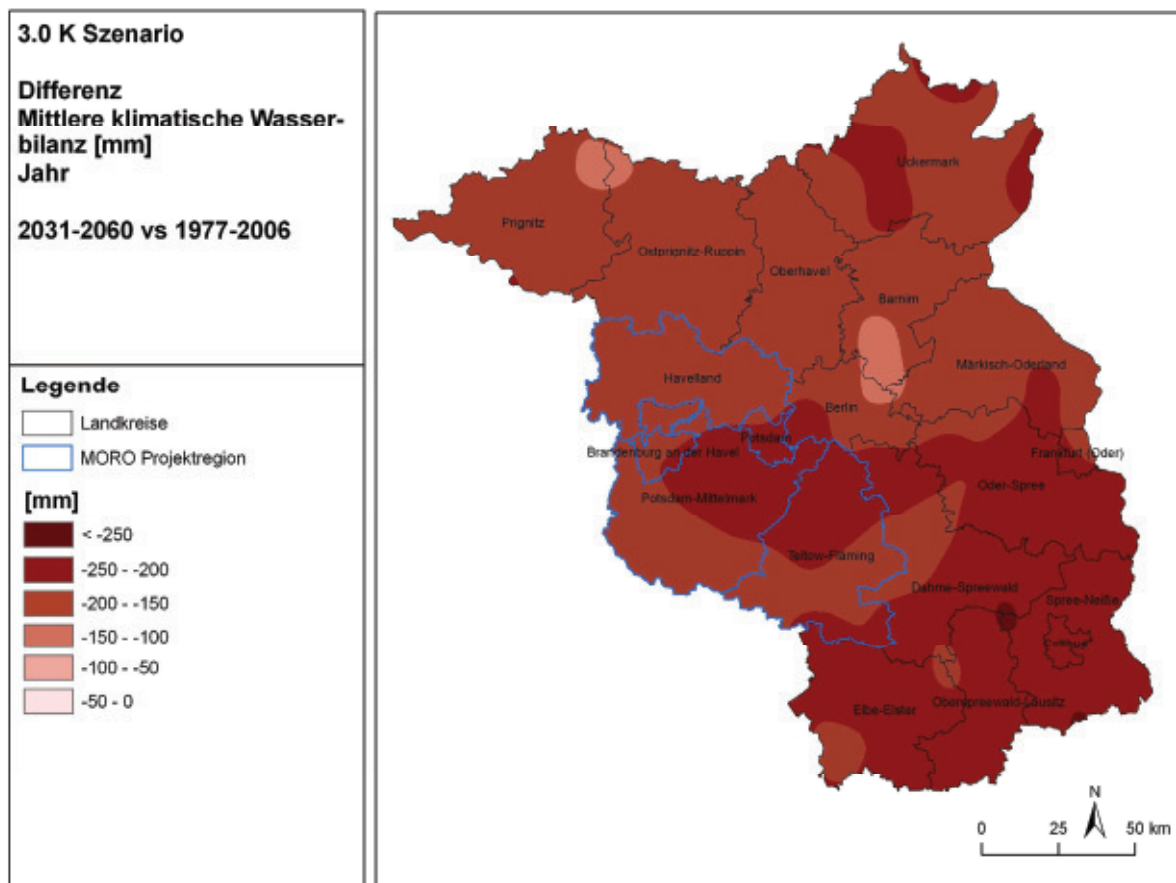


Abb. 1.16: Differenz der Mittleren Klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario

1.3.2.4. Extremereignisse

Mit zunehmendem Temperaturanstieg wird die Anzahl der Sommertage (rot) zunehmen, gleichzeitig geht die Anzahl der Frosttage (blau) zurück (Abb. 1.17).

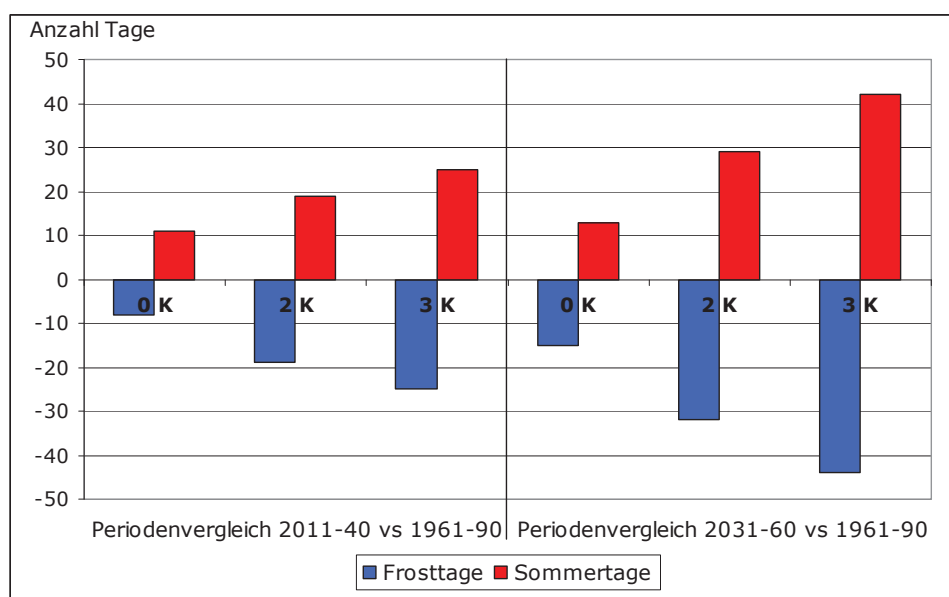


Abb. 1.17: Differenzen der Häufigkeit der Frost- und Sommertage, Vergleich der Zeiträume 2011-2040, bzw. 2031-60 mit den Jahren 1961-90 für das OK, 2K und 3K-Szenario

In den nachfolgenden Tabellen sind die Differenzen der Häufigkeit von Extremereignissen ausgesuchter Station für die Periodenvergleiche aufgeführt.

Tab. 1.5: Differenzen der Häufigkeit der Frosttage, Szenarienzeiträume 2011-40 und 2031-60 verglichen mit den Basiszeiträumen 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06) für das OK, 2K und 3K-Szenario

Station	11-40 vs 61-90			11-40 vs 77-06			31-60 vs 61-90			31-60 vs 77-06		
	OK	2K	3K	OK	2K	3K	OK	2K	3K	OK	2K	3K
Potsdam	-10	-22	-28	-6	-18	-23	-17	-34	-47	-13	-30	-43
Luckenw	-10	-22	-27	-6	-18	-23	-17	-34	-46	-13	-30	-42
Treu.b.	-8	-19	-25	-4	-15	-21	-15	-32	-44	-11	-28	-40
Brück	-10	-21	-27	-6	-17	-23	-17	-33	-45	-13	-29	-41
G Kreutz	-10	-21	-27	-6	-17	-23	-17	-33	-45	-13	-29	-41
Brb.-G.	-4	-16	-22	-3	-15	-21	-13	-28	-40	-12	-27	-39
Päwesin	-5	-16	-23	-3	-14	-21	-14	-29	-40	-12	-27	-38
Rathen.	-11	-21	-25	-8	-18	-22	-16	-33	-45	-13	-30	-42
Nauen	-5	-16	-23	-3	-14	-21	-13	-29	-40	-11	-27	-38
Kemnitz	-6	-17	-22	-4	-15	-20	-13	-29	-43	-11	-27	-41
Dahme	-9	-18	-25	-5	-14	-21	-15	-32	-45	-11	-28	-41
Petkus	-9	-20	-26	-5	-16	-22	-15	-33	-47	-11	-29	-43
Da.Eck.	-9	-20	-26	-5	-16	-22	-16	-33	-46	-12	-29	-42
Jüterbog	-8	-19	-25	-4	-15	-21	-15	-32	-44	-11	-28	-40
Mittel	-8	-19	-25	-5	-16	-22	-15	-32	-44	-12	-29	-41

Tab. 1.6: Differenzen der Häufigkeit der Sommertage, Szenarienzeiträume 2011-40 und 2031-60 verglichen mit den Basiszeiträumen 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06) für das OK, 2K und 3K-Szenario

Station	11-40 vs 61-90			11-40 vs 77-06			31-60 vs 61-90			31-60 vs 77-06		
	0 K	2 K	3 K	0 K	2 K	3 K	0 K	2 K	3 K	0 K	2 K	3 K
Potsdam	10	18	24	5	13	19	13	28	40	8	23	35
Luckenw	10	19	24	5	14	19	13	29	41	8	24	36
Treu.b.	13	21	28	7	15	22	15	31	46	9	25	40
Brück	10	19	25	5	14	20	13	29	43	8	24	38
G Kreutz	10	19	24	5	14	19	12	29	41	7	24	36
Brb.-G.	13	21	27	6	14	20	14	30	44	7	23	37
Päwesin	12	20	27	5	13	20	14	30	43	7	23	36
Rathen.	9	17	24	5	13	20	11	27	40	7	23	36
Nauen	12	20	26	5	13	19	13	30	42	6	23	35
Kemnitz	10	17	23	6	13	19	12	27	41	8	23	37
Dahme	9	15	21	5	11	17	11	26	37	7	22	33
Petkus	9	15	22	5	11	18	11	25	36	7	21	32
Da.Eck.	12	20	27	7	15	22	14	30	45	9	25	40
Jüterbog	13	22	28	7	16	22	15	32	46	9	26	40
Mittel	11	19	25	5	13	19	13	29	42	7	23	36

Station	11-40 vs 61-90			11-40 vs 77-06			31-60 vs 61-90			31-60 vs 77-06		
	0K	2K	3K	0K	2K	3K	0K	2K	3K	0K	2K	3K
Potsdam	4	7	9	2	5	7	5	11	16	3	9	14
Luckenw	4	7	9	3	6	8	5	11	16	4	10	15
Treu.b.	6	8	11	4	6	9	6	14	20	4	12	18
Brück	4	7	10	2	5	8	5	12	18	3	10	16
G Kreutz	4	7	10	2	5	8	5	12	17	3	10	15
Brb.-G.	5	7	9	2	4	6	5	12	15	2	9	12
Päwesin	4	6	8	2	4	6	5	11	14	3	9	12
Rathen.	4	6	8	2	4	6	4	10	15	2	8	13
Nauen	4	6	8	2	4	6	4	11	14	2	9	12
Kemnitz	3	5	7	2	4	6	4	9	13	3	8	12
Dahme	3	4	6	2	3	5	3	9	12	2	8	11
Petkus	3	3	5	2	2	4	3	7	10	2	6	9
Da.Eck.	5	8	11	2	5	8	6	14	20	3	11	17
Jüterbog	6	8	11	4	6	9	6	14	19	4	12	17
Mittel	4	6	9	3	5	8	4	11	15	3	10	14

[illegible]

Tab. 1.9: Differenzen der Häufigkeit der Starkniederschlagstage, Szenarienzeiträume 2011-40 und 2031-60 verglichen mit den Basiszeiträumen 1961-1990 (61-90) und 1977-2006 (77-06) für das OK, 2K und 3K-Szenario

Station	11-40 vs 61-90			11-40 vs 77-06			31-60 vs 61-90			31-60 vs 77-06		
	OK	2K	3K	OK	2K	3K	OK	2K	3K	OK	2K	3K
Potsdam	-1	0	0	0	1	1	-1	0	-1	0	1	0
Luckenw	-1	1	-1	0	2	0	0	0	-1	1	1	0
Treu.b.	1	1	1	0	0	0	0	1	1	-1	0	0
Brück	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1
G Kreutz	-1	-1	0	0	0	1	-2	0	-2	-1	1	-1
Brb.-G.	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0
Päwesin	-1	0	0	0	1	1	-1	0	-1	0	1	0
Rathen.	1	1	1	0	0	0	0	2	0	-1	1	-1
Nauen	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	-1	1	0
Kemnitz	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-1
Dahme	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	0	-1	-1	0	-1
Petkus	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1
Da.Eck.	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Jüterbog	0	1	0	-1	0	-1	0	2	1	-1	1	0
Mittel	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0

In den Zukunftsszenarien setzen sich die Trends, wie sie im Beobachtungszeitraum auftraten, in ähnlicher Weise fort. So gibt es bei den Tagen mit Starkniederschlägen praktisch keine Änderungen. Deutlich fallen allerdings besonders beim 3K-Szenarium die Häufigkeitsänderungen bei den temperaturbezogenen Ereignistagen aus. Hier gehen die Frosttage um 48 % zurück (2031-2060 vs 1977-2006; alle weiteren Angaben beziehen sich auch auf die beiden Zeiträume und die Mittel). Dagegen nehmen die Sommertage um 84 % und die Heißen Tage sogar um 156 % zu. Damit einhergeht die Zunahme der Hitzebelastung am Tag. Dagegen ist die Zunahme der Tropennächte nur schwach ausgeprägt.

1.4. Zusammenfassung

Ein Temperaturanstieg im Mittel um 2K in Deutschland bis zum Jahr 2060, welcher dem A1B-Szenariolauf nahekommt, wird zu einem Anstieg der Jahresmitteltemperatur um bis zu 2,4K in der MORO-Projektregion Havelland-Fläming führen. Im Vergleich zu den Jahren 1961-90 kann die Temperatur im 3K-Szenario bis zur Mitte des Jahrhunderts regional sogar um bis zu 3,3K ansteigen. Der Anstieg wird am höchsten in Teilen Potsdam-Mittelmarks und Teltow-Fläming sein.

Bei den Extremereignissen wird es zu einer deutlichen Zunahme der Sommer- und Hitzetage bei ansteigenden Temperaturen zur Mitte des Jahrhunderts kommen. Durch die stärkere Hitzebelastung werden die Menschen in der Region einem höheren Gesundheitsrisiko ausgesetzt. Auf der anderen Seite werden die Tage mit Temperaturen unterhalb des Frostpunktes, also die Frosttage, zurückgehen.

Die Veränderung des Jahresniederniederschlages wird nicht signifikant sein. Allerdings kann von einem leichten Rückgang des Niederschlages in Teilen Potsdam-Mittelmarks und Teltow-Fläming während der Hauptwachstumszeit ausgegangen werden, mit einer leichten Zunahme kann dagegen im östlichen Havelland gerechnet werden.

Die Klimatische Wasserbilanz ist in großen Teilen Brandenburgs negativ, im Mittel der Jahre 1961-90 lag sie bei bis zu -150 mm. Durch ansteigende Temperaturen wird die Verdunstung zukünftig weiter zunehmen. Die Folge wird ein weiterer Rückgang der Klimatischen Wasserbilanz sein. Bei etwa gleichbleibendem Niederschlagsniveau wird daher insbesondere in der Wachstumszeit das Wasserdargebot in einigen Regionen zurückgehen.

1.5. Anhang

Im Anhang befinden sich, nach Szenarienzeiträumen und thematischer Anordnung sortiert, die Grafiken. Soweit die Grafiken schon in den vorangegangenen Kapiteln eingebunden wurden, erfolgt ein Verweis auf die Abbildungsnummer.

1.5.1. Szenarienzeitraum 2011-40

1.5.1.1. Vergleich zum Basiszeitraum 1961-90

1.5.1.1.1. Temperatur

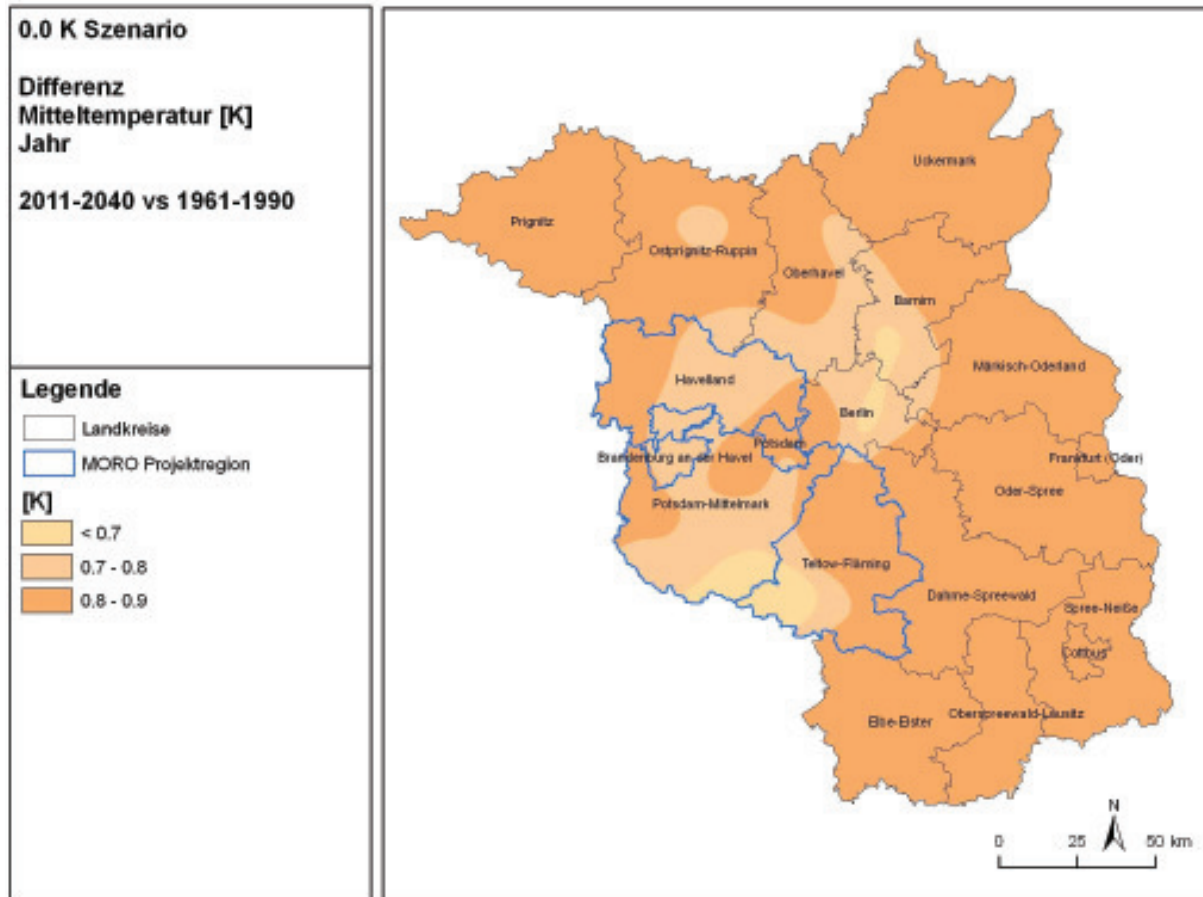


Abb. 1.18: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario

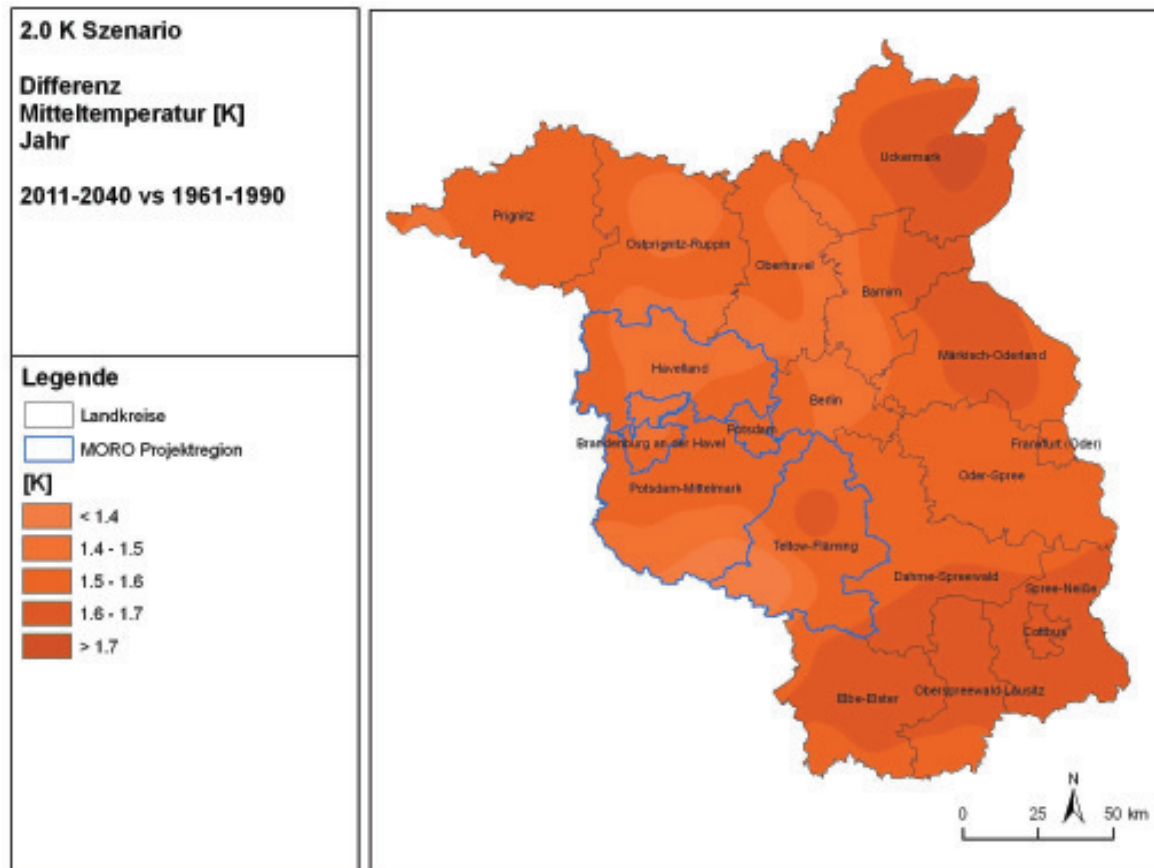


Abb. 1.19: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario

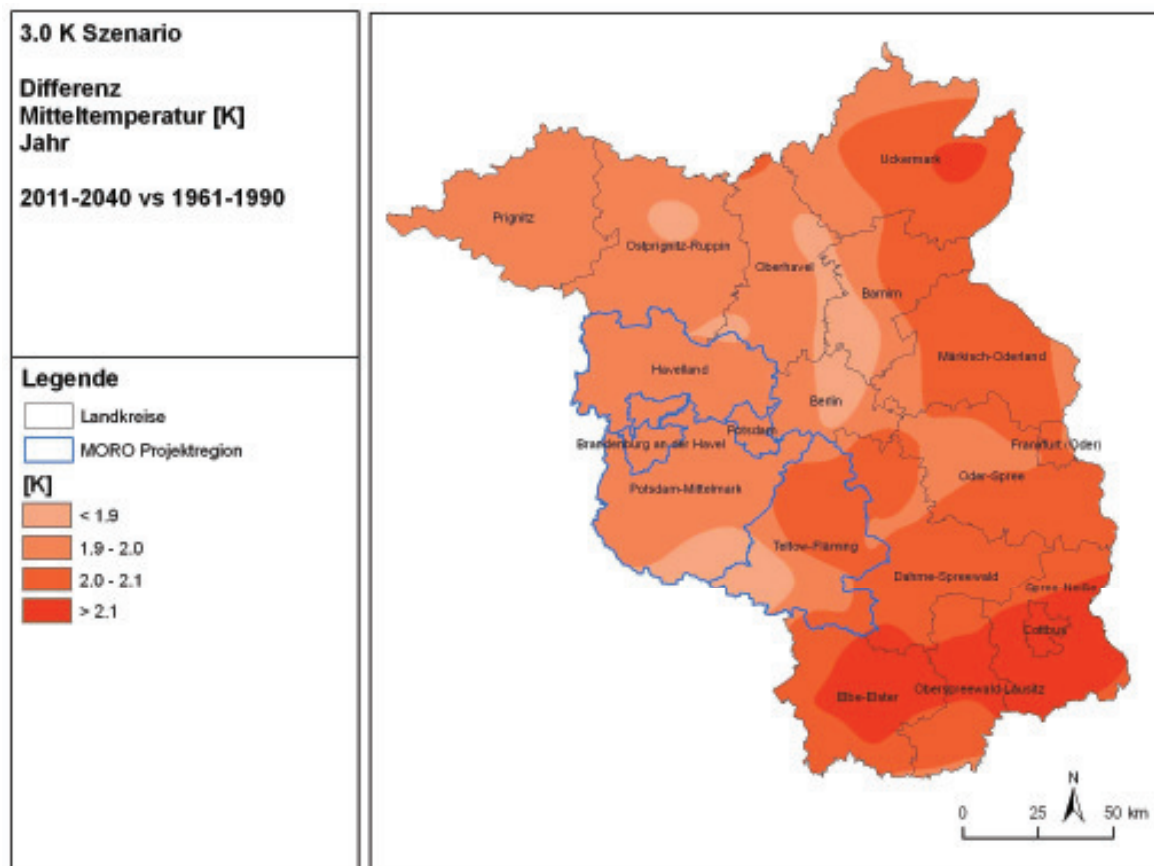


Abb. 1.20: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario

1.5.1.1.2. Niederschlag

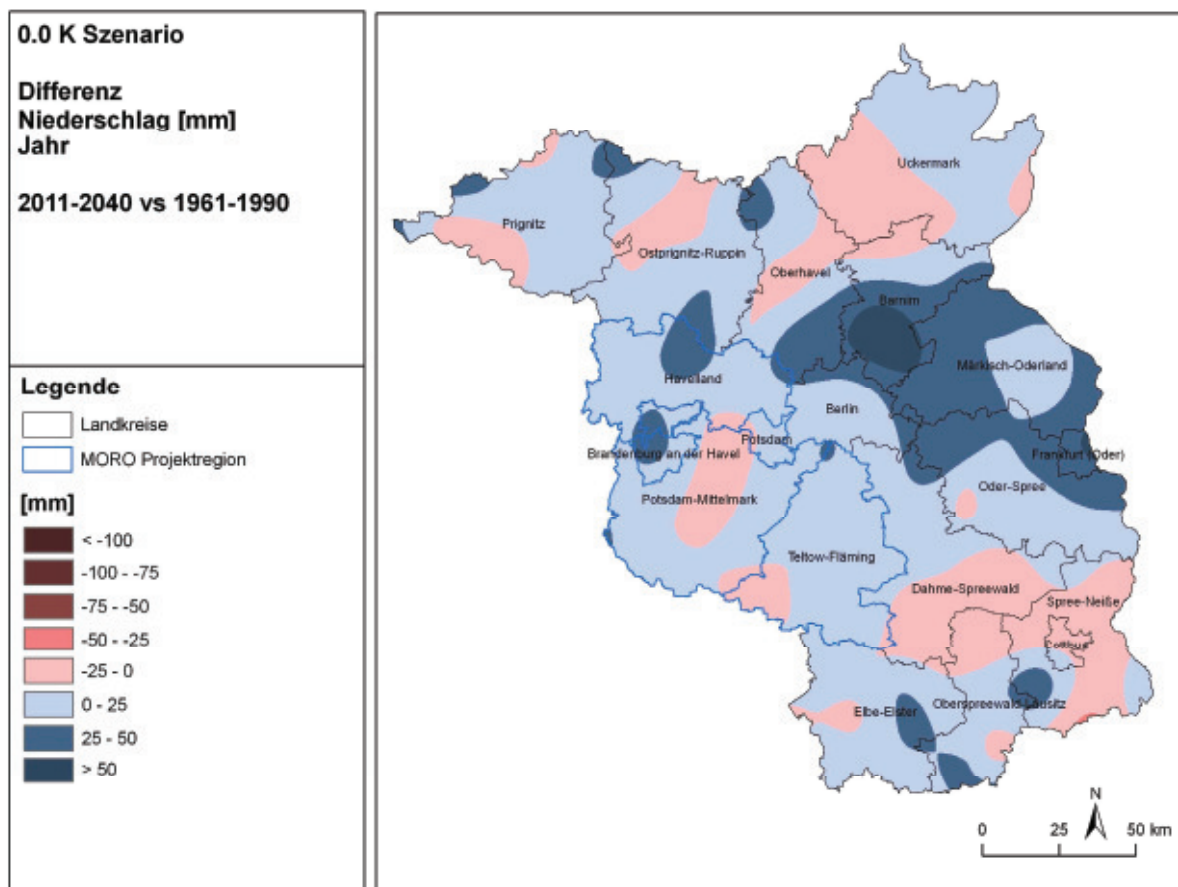


Abb. 1.21: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario

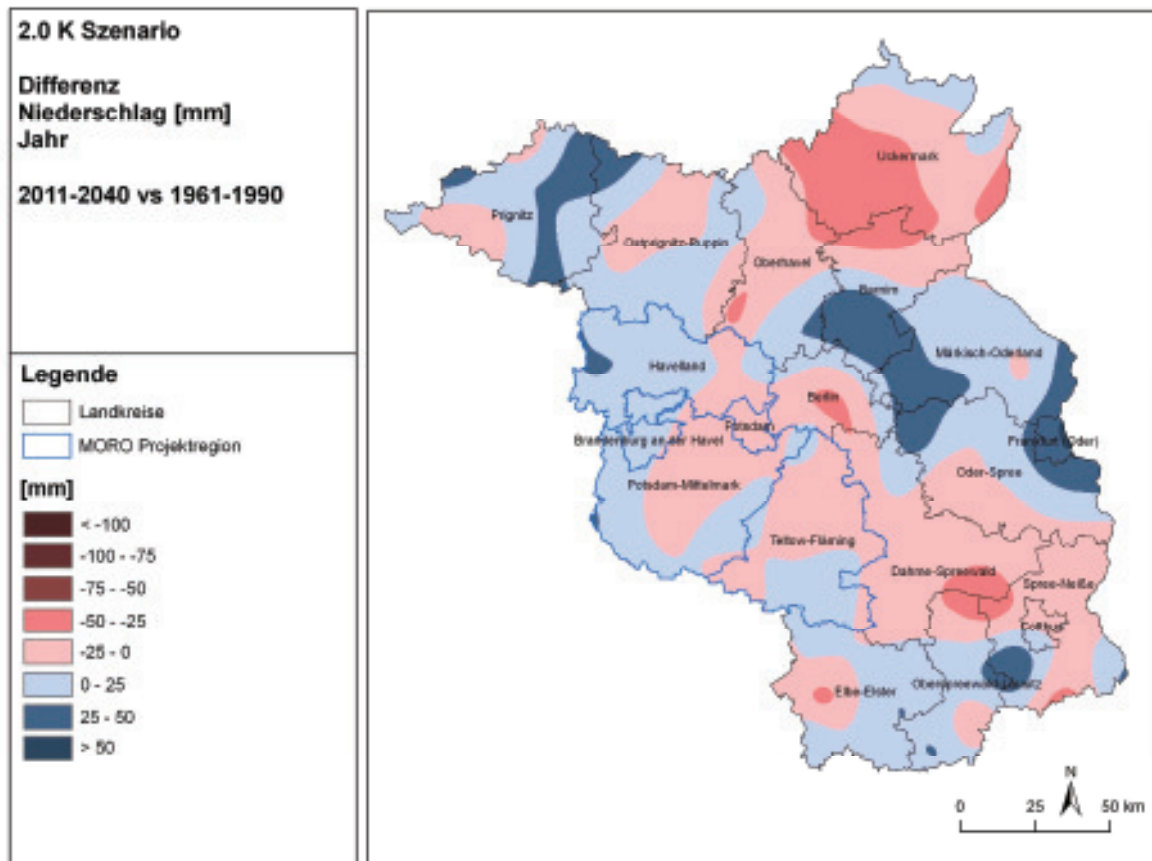


Abb. 1.22: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario

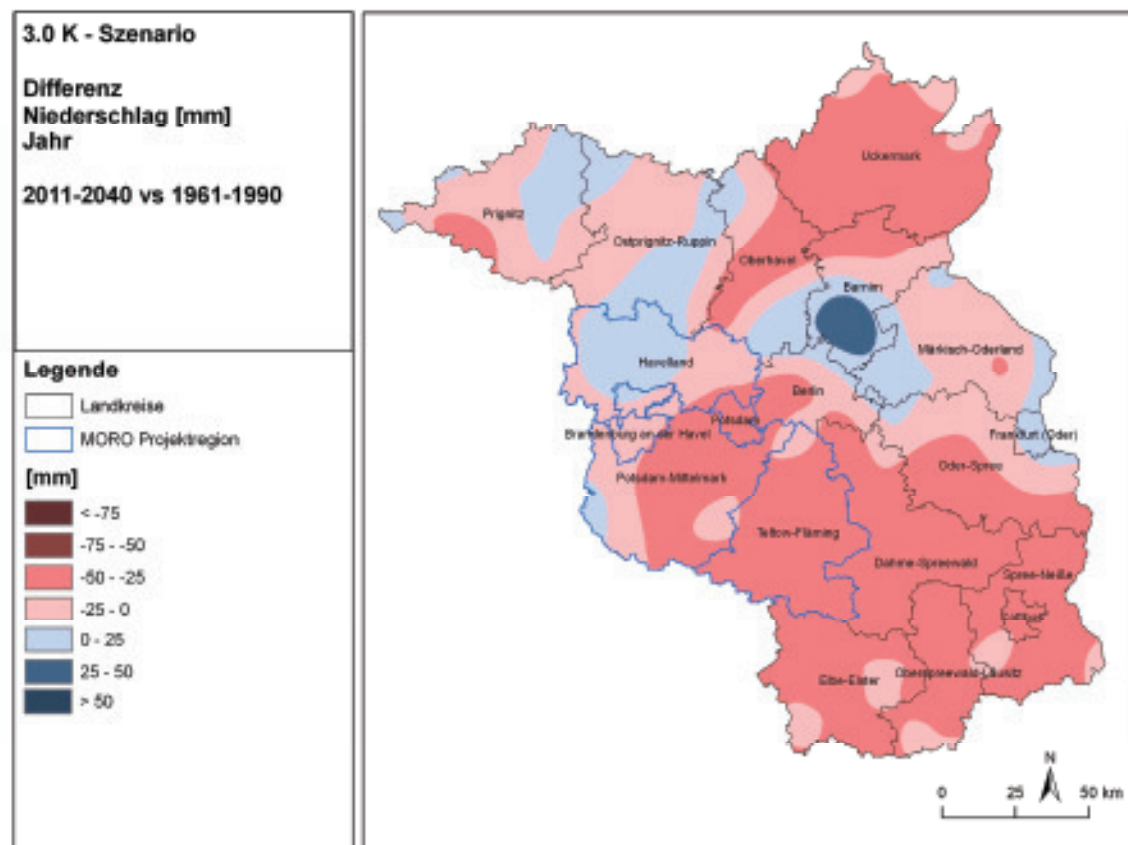


Abb. 1.23: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario

1.5.1.1.3. Klimatische Wasserbilanz

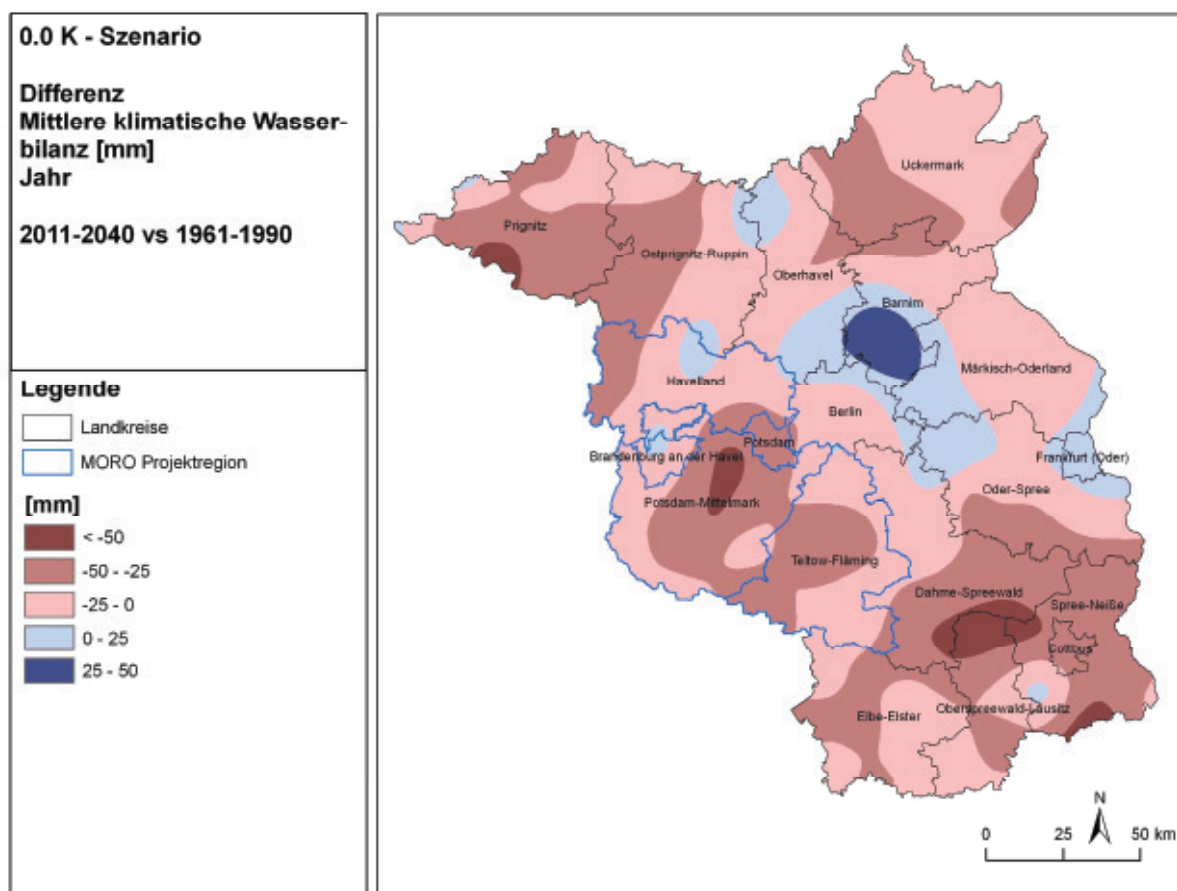


Abb. 1.24: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario

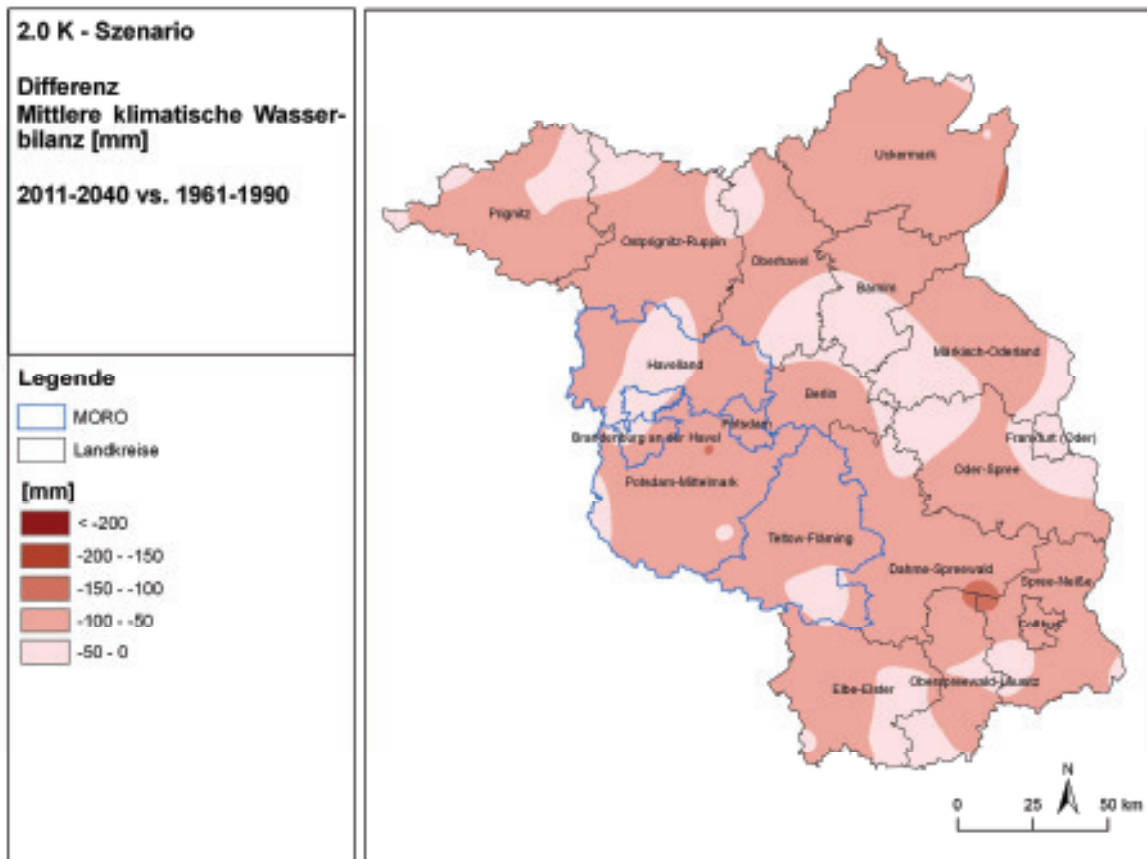


Abb. 1.25: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario

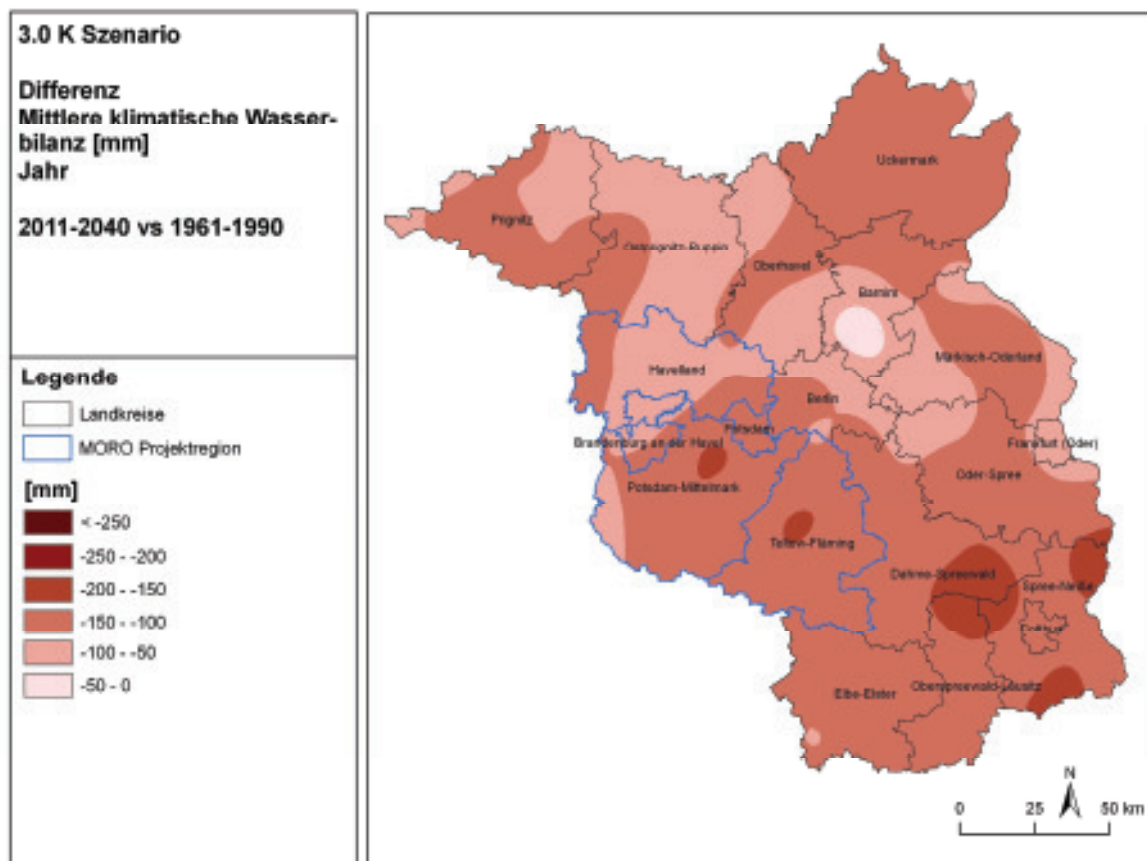


Abb. 1.26: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario

1.5.1.2. Vergleich zum Basiszeitraum 1977-2006

1.5.1.2.1. Temperatur

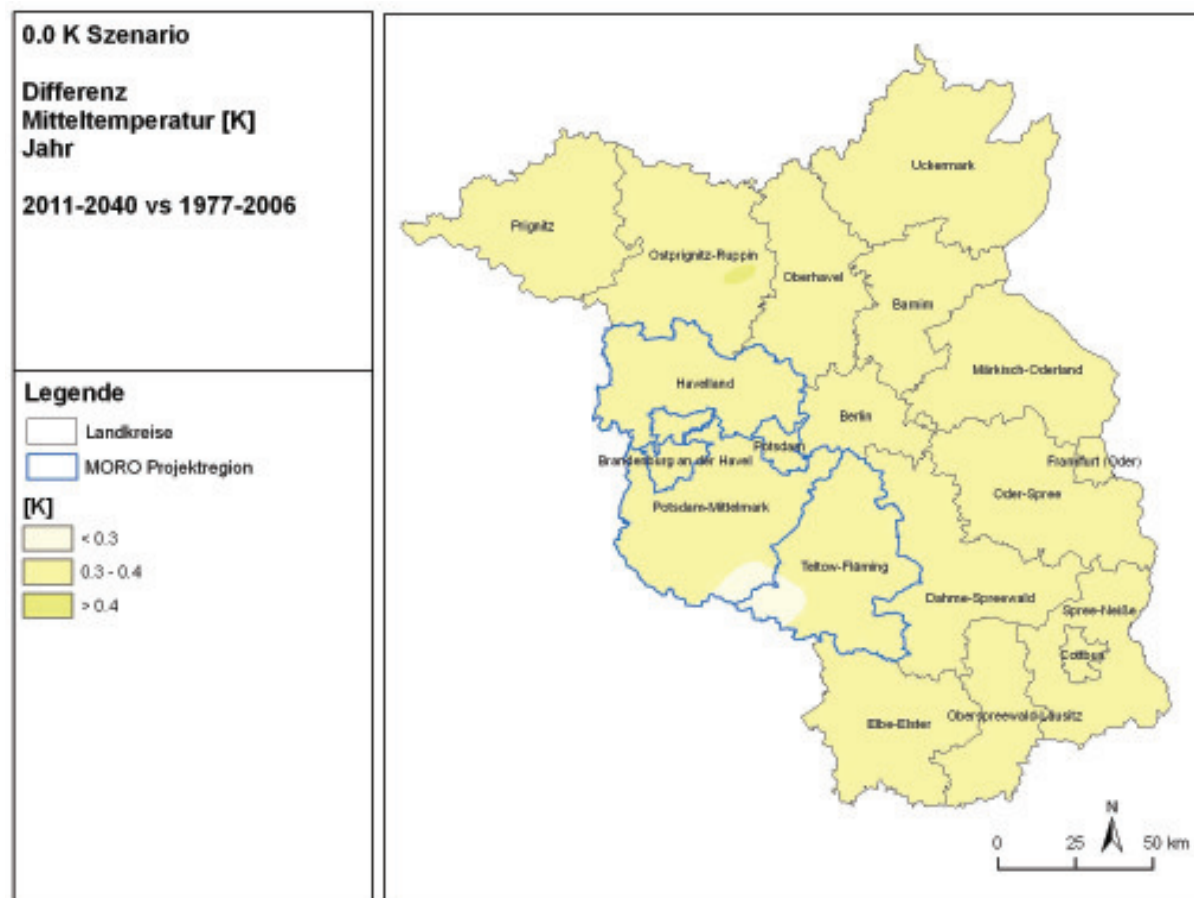


Abb. 1.27: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario

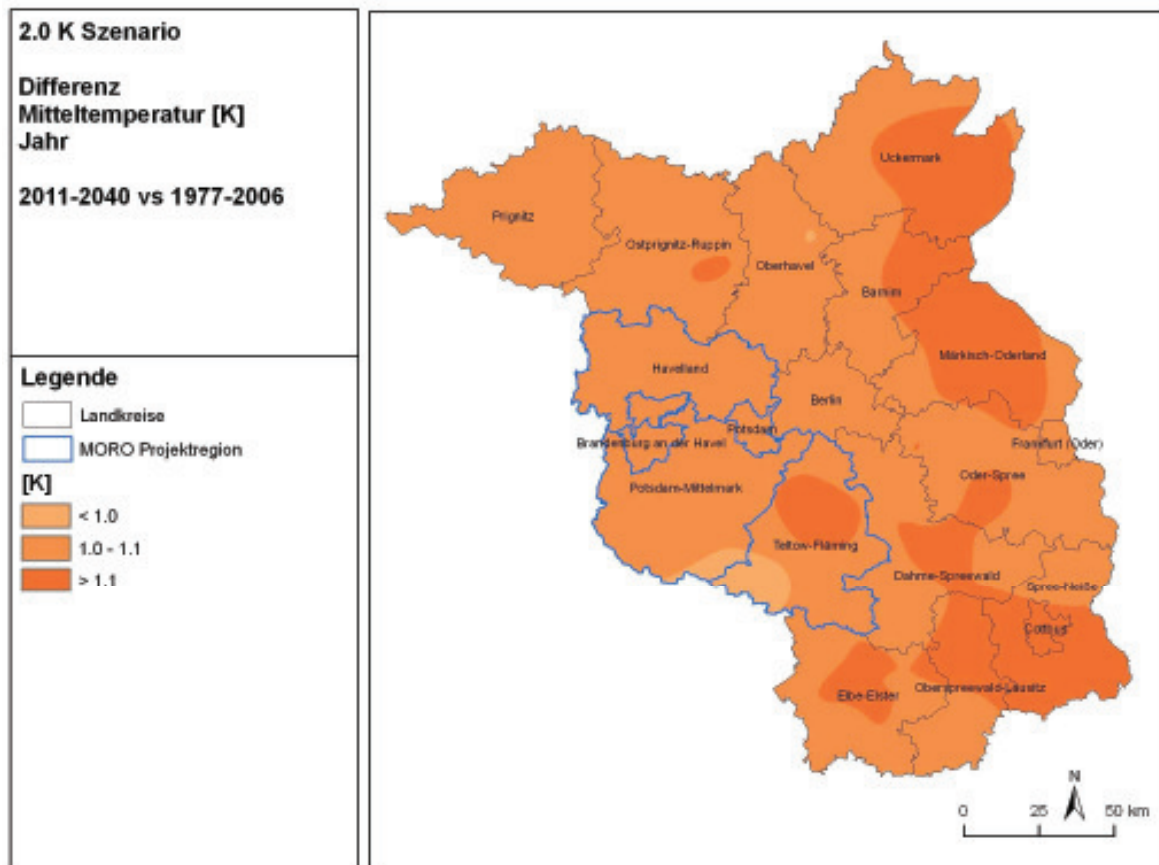


Abb. 1.28: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario

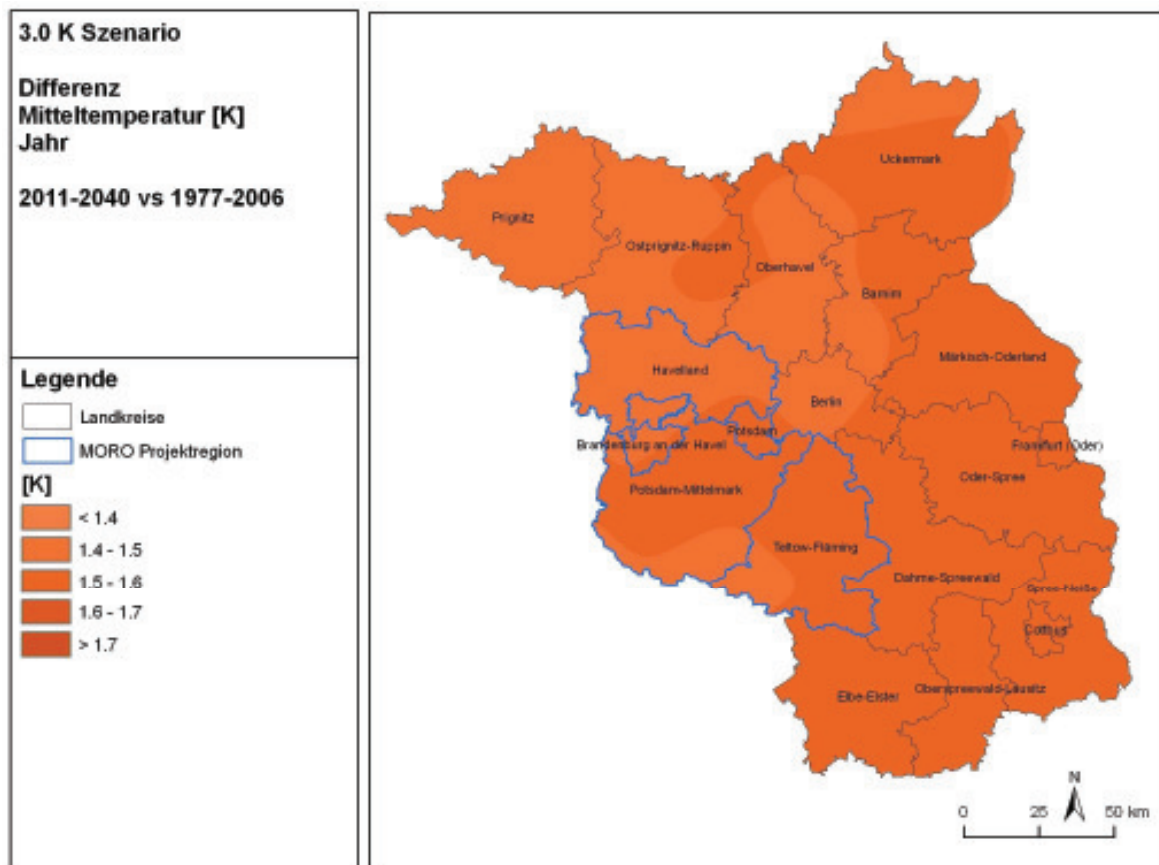


Abb. 1.29: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario

1.5.1.2.2. Niederschlag

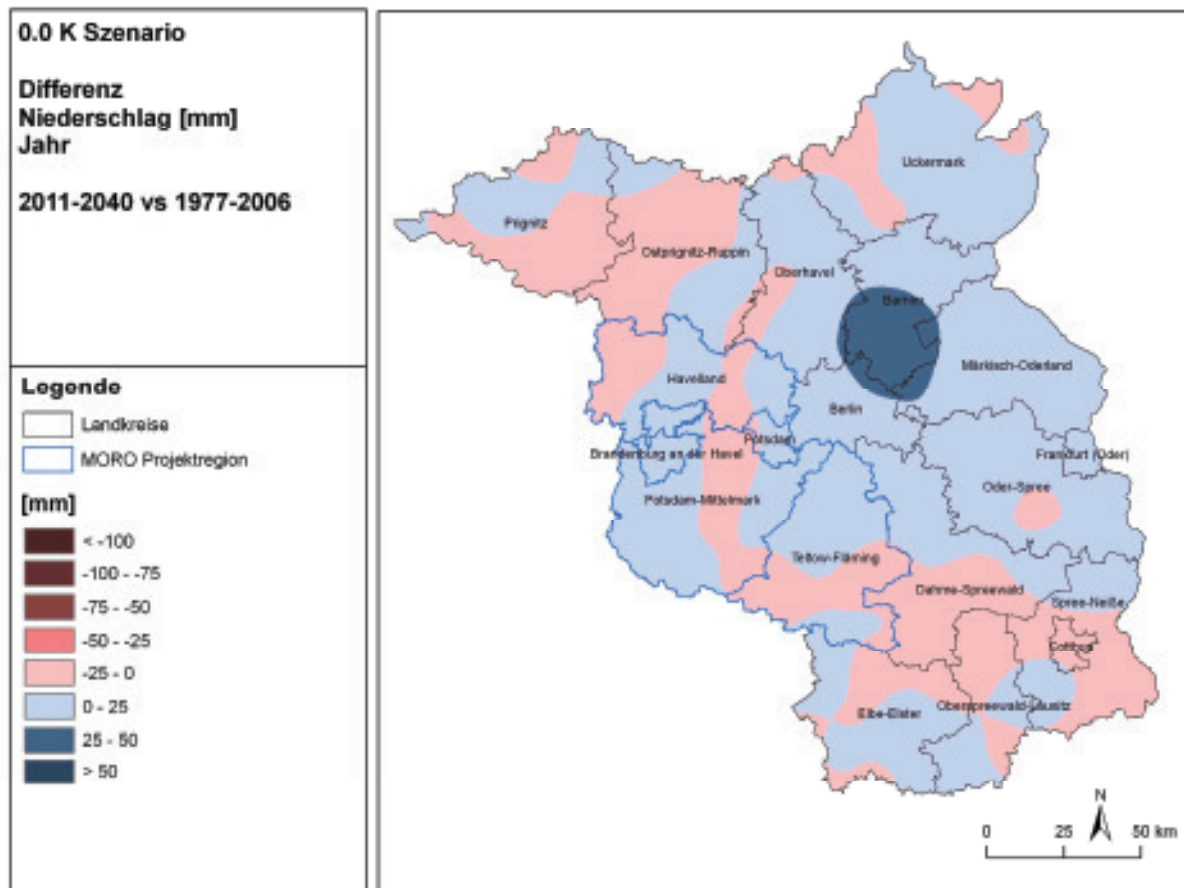


Abb. 1.30: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario

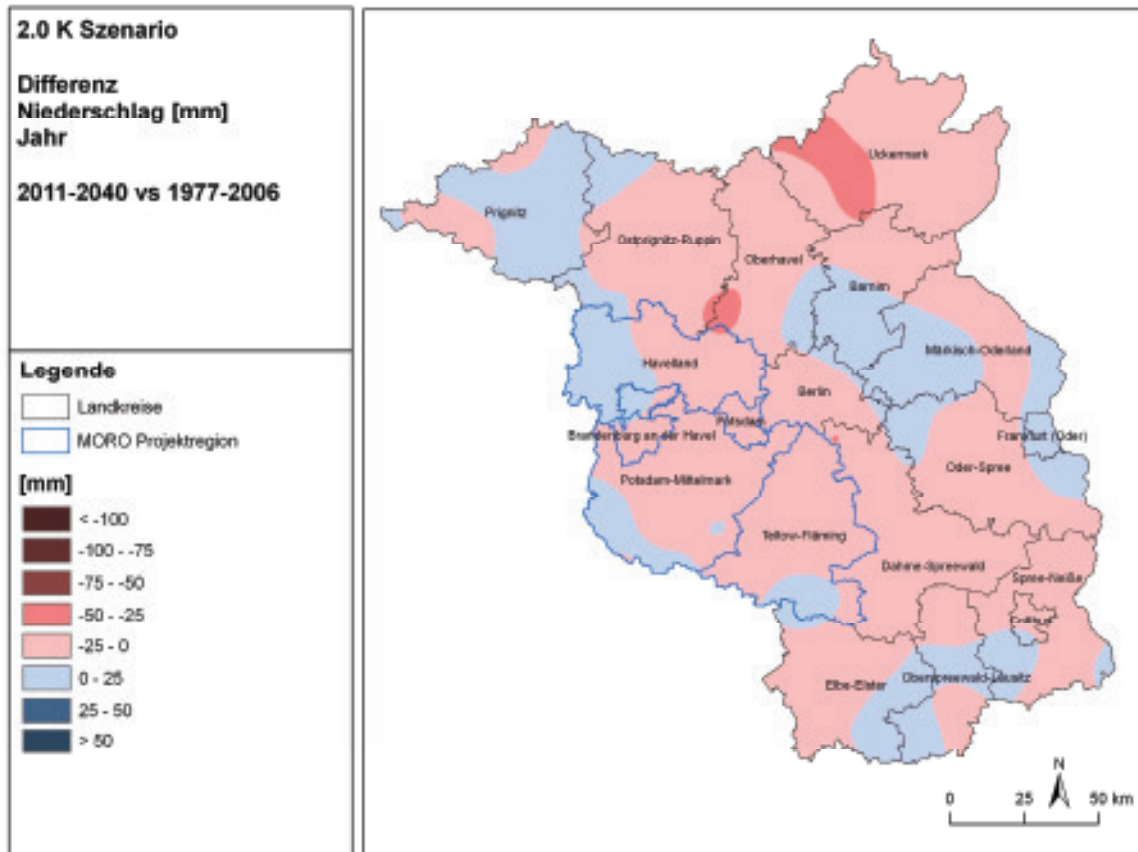


Abb. 1.31: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario

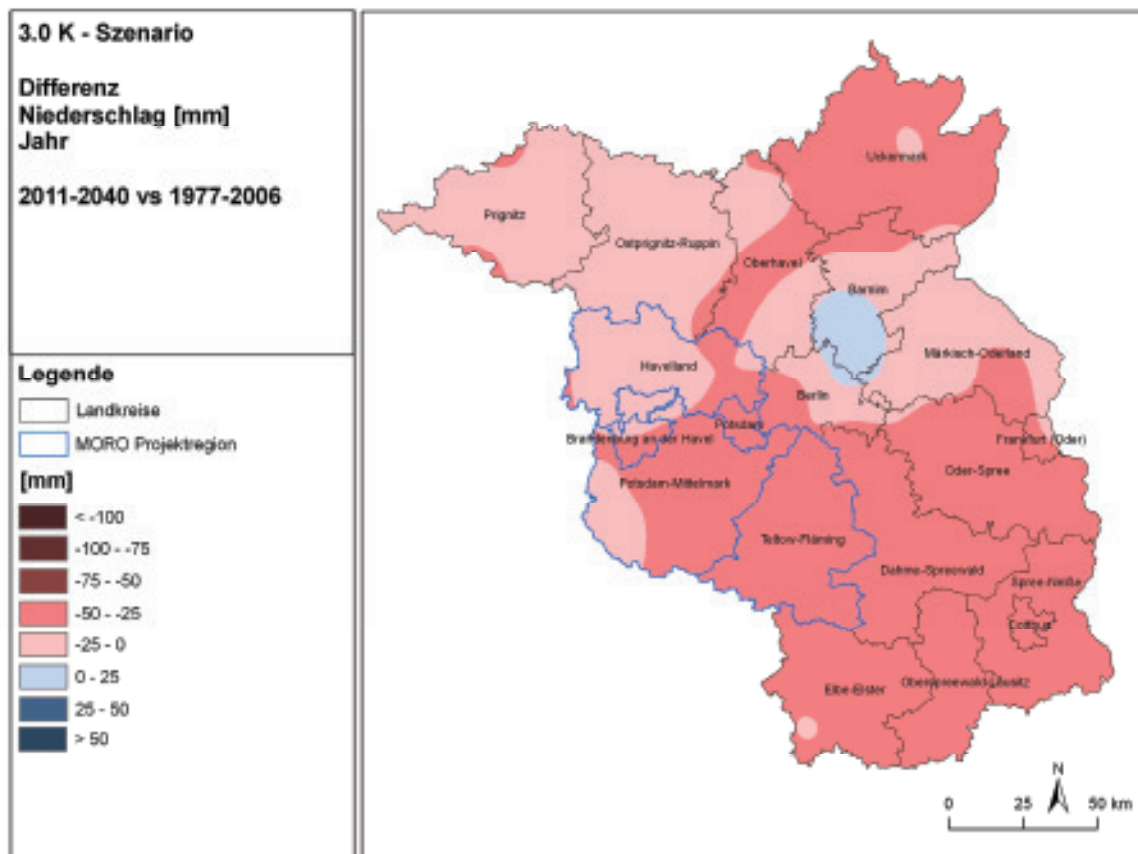


Abb. 1.32: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario

1.5.1.2.3. Klimatische Wasserbilanz

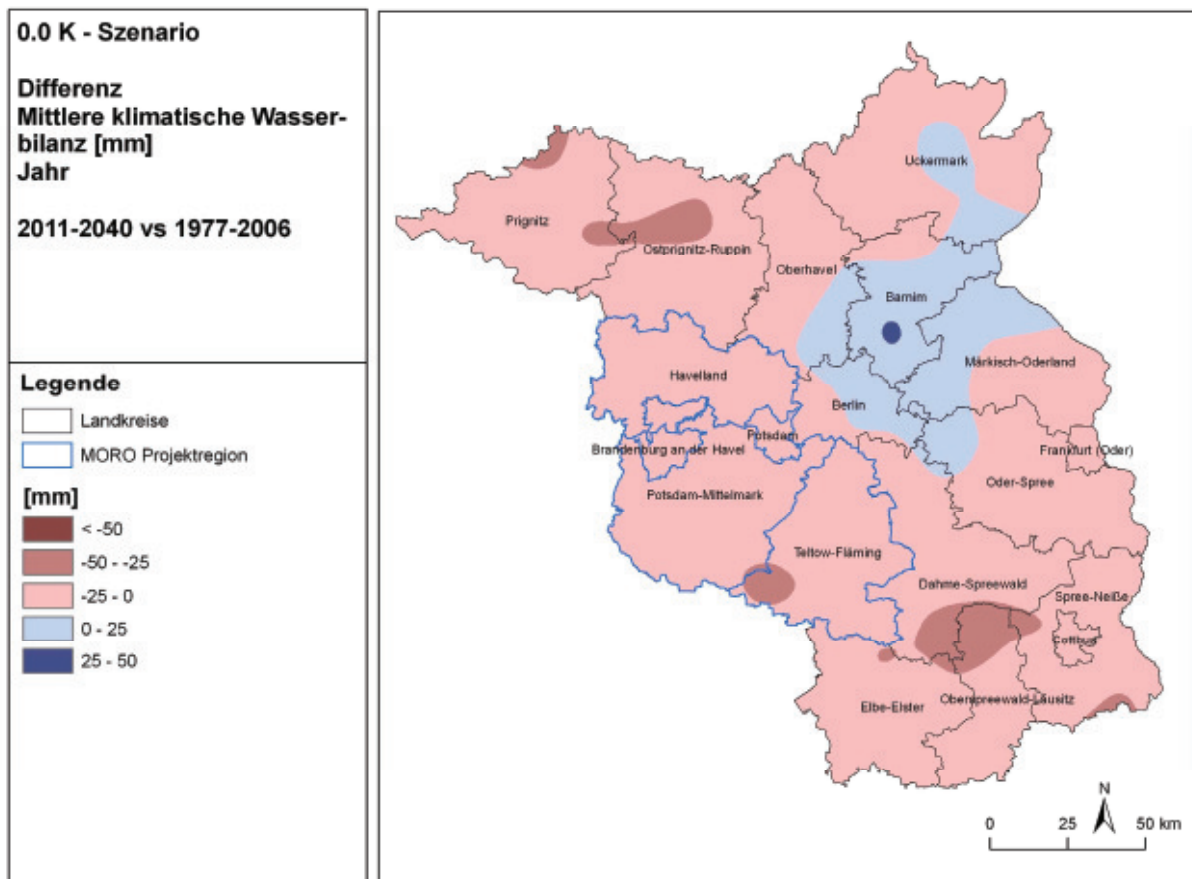


Abb. 1.33: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario

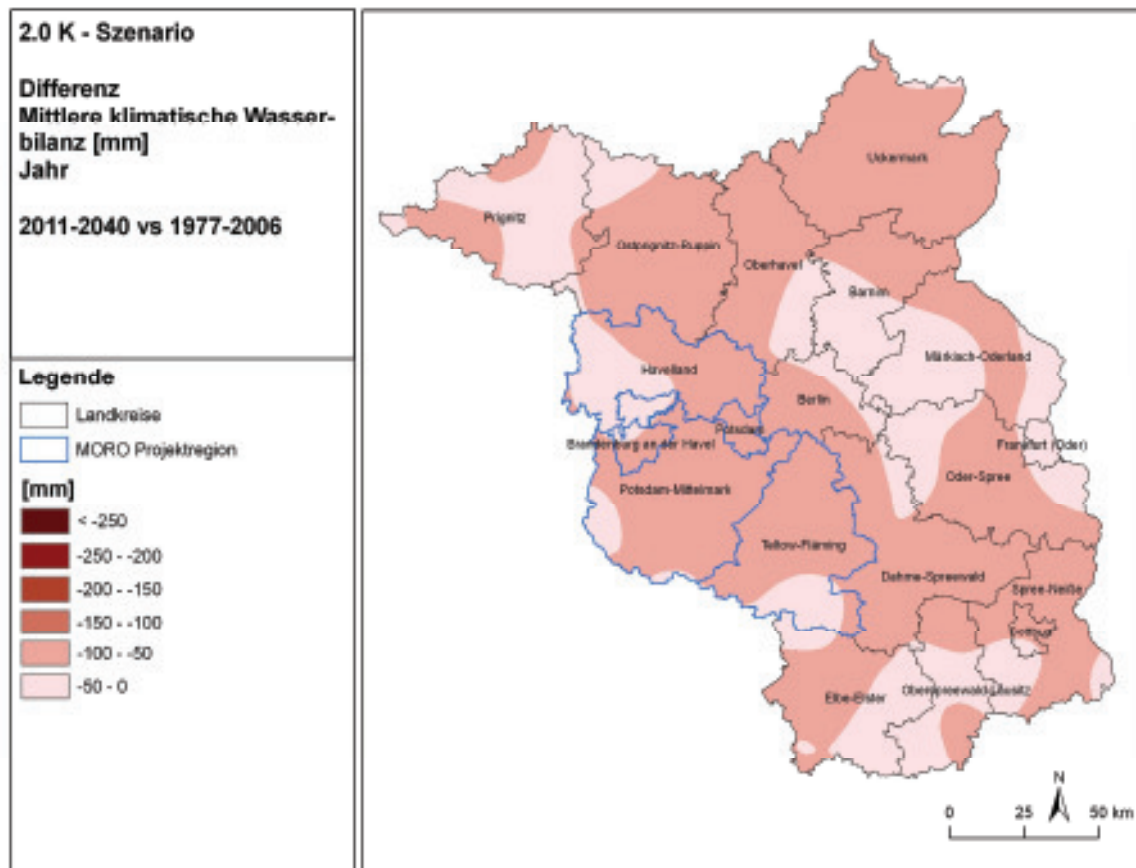


Abb. 1.34: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario

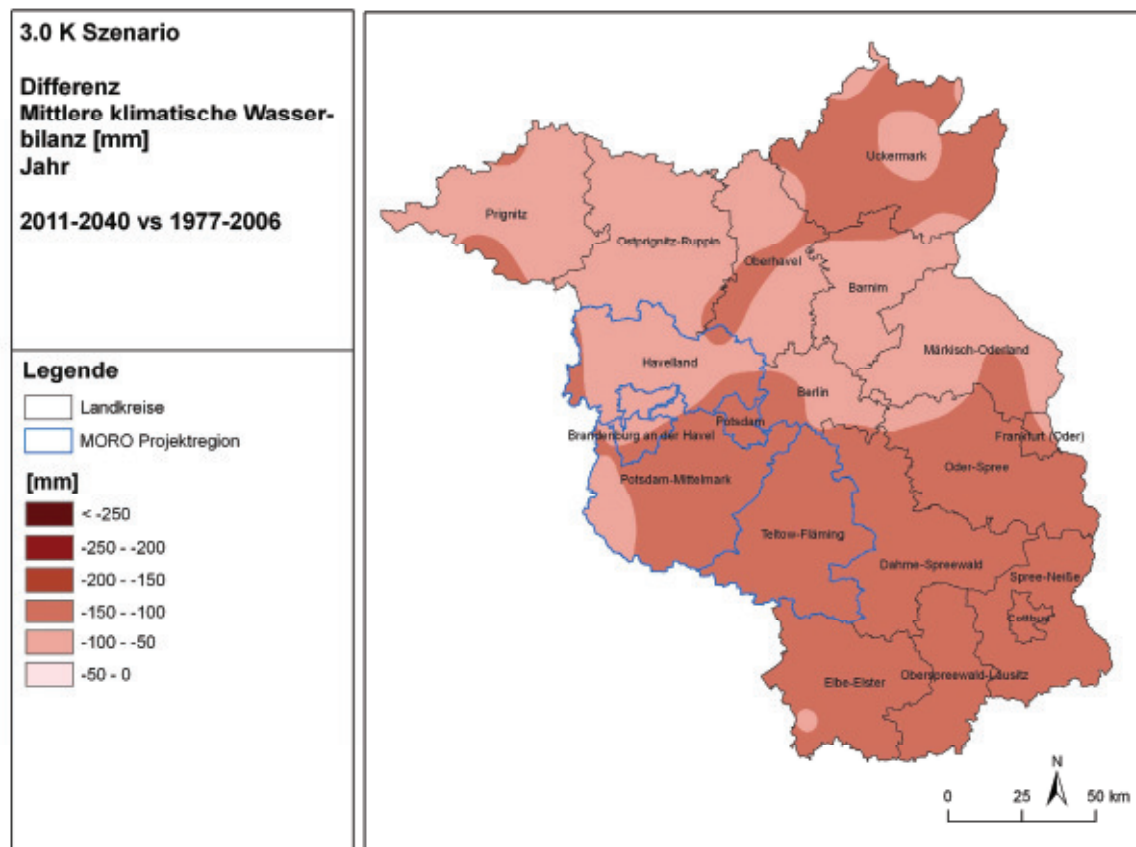


Abb. 1.35: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2011-2040 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario

1.5.2. Szenarienzeitraum 2031-60

1.5.2.1. Vergleich mit dem Basiszeitraum 1961-90

1.5.2.1.1. Temperatur

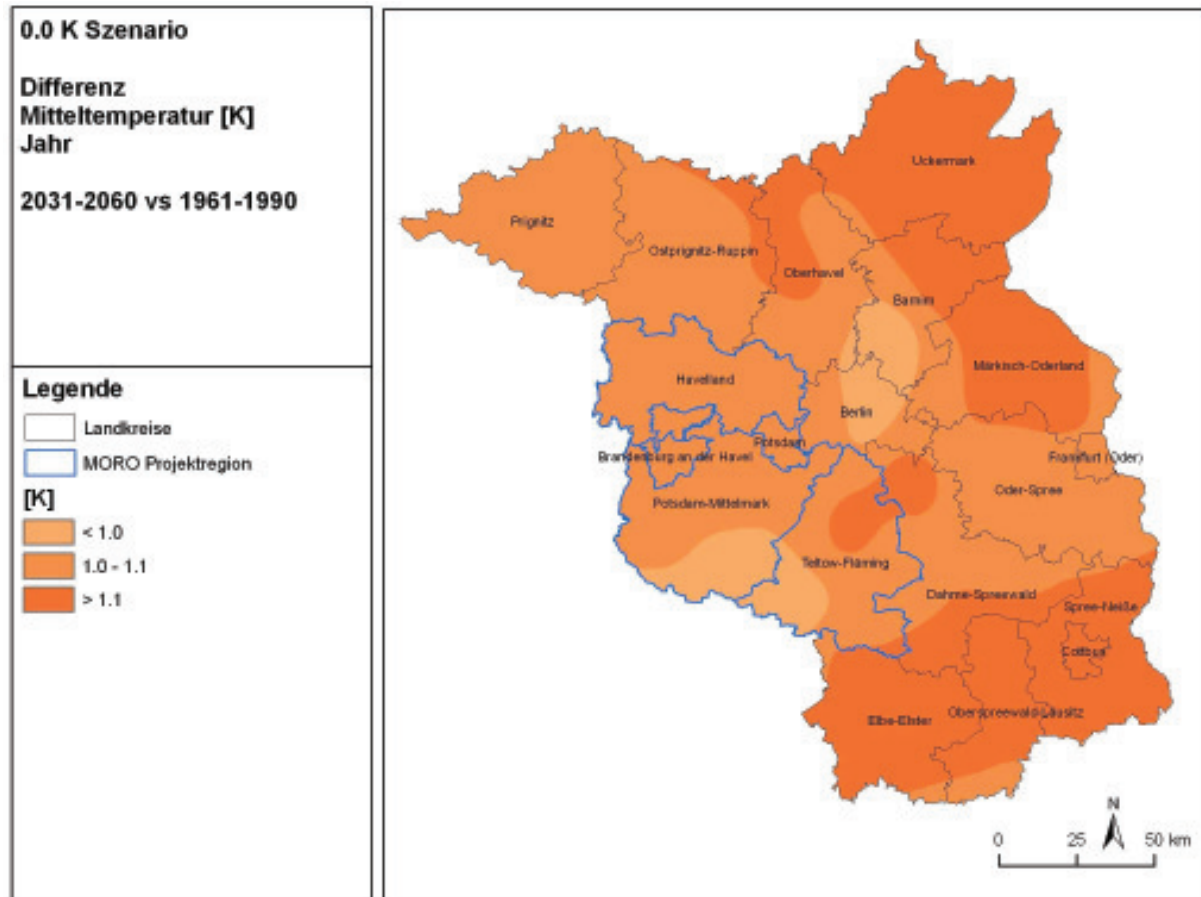


Abb. 1.36: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario

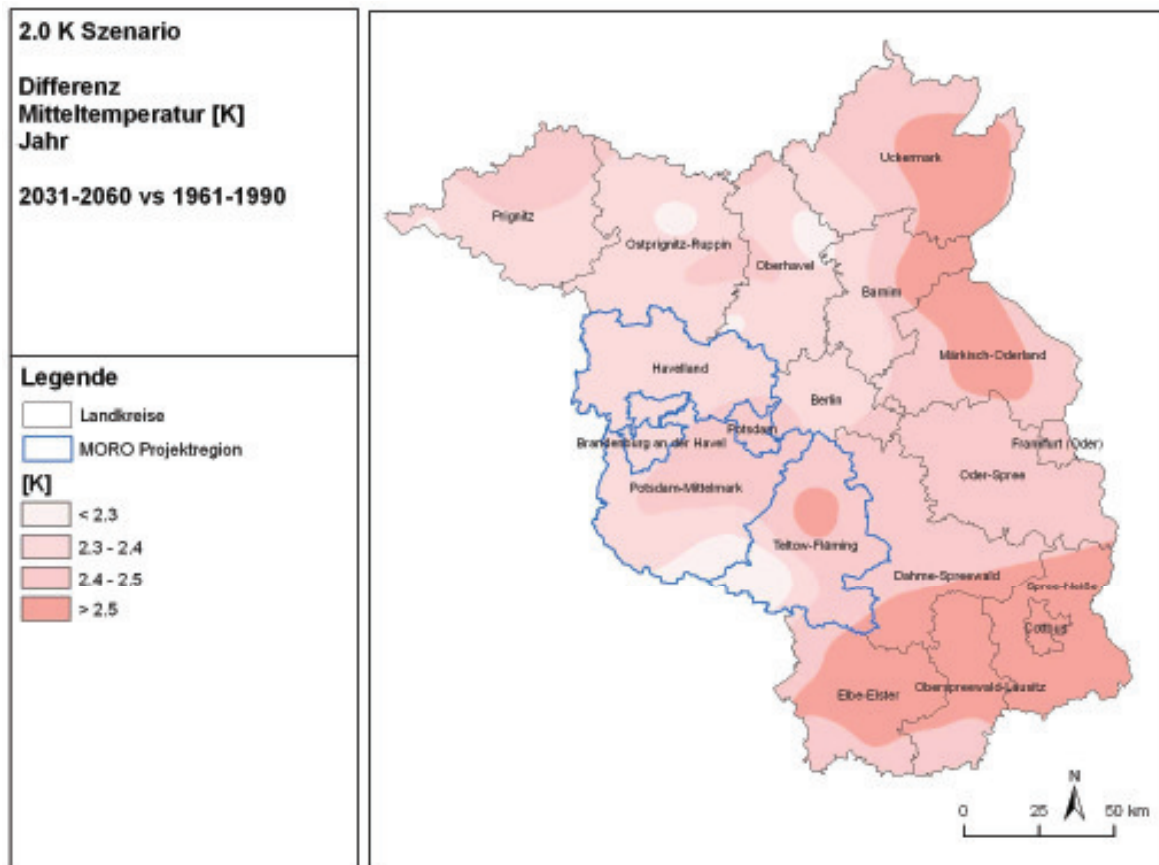


Abb. 1.37: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario

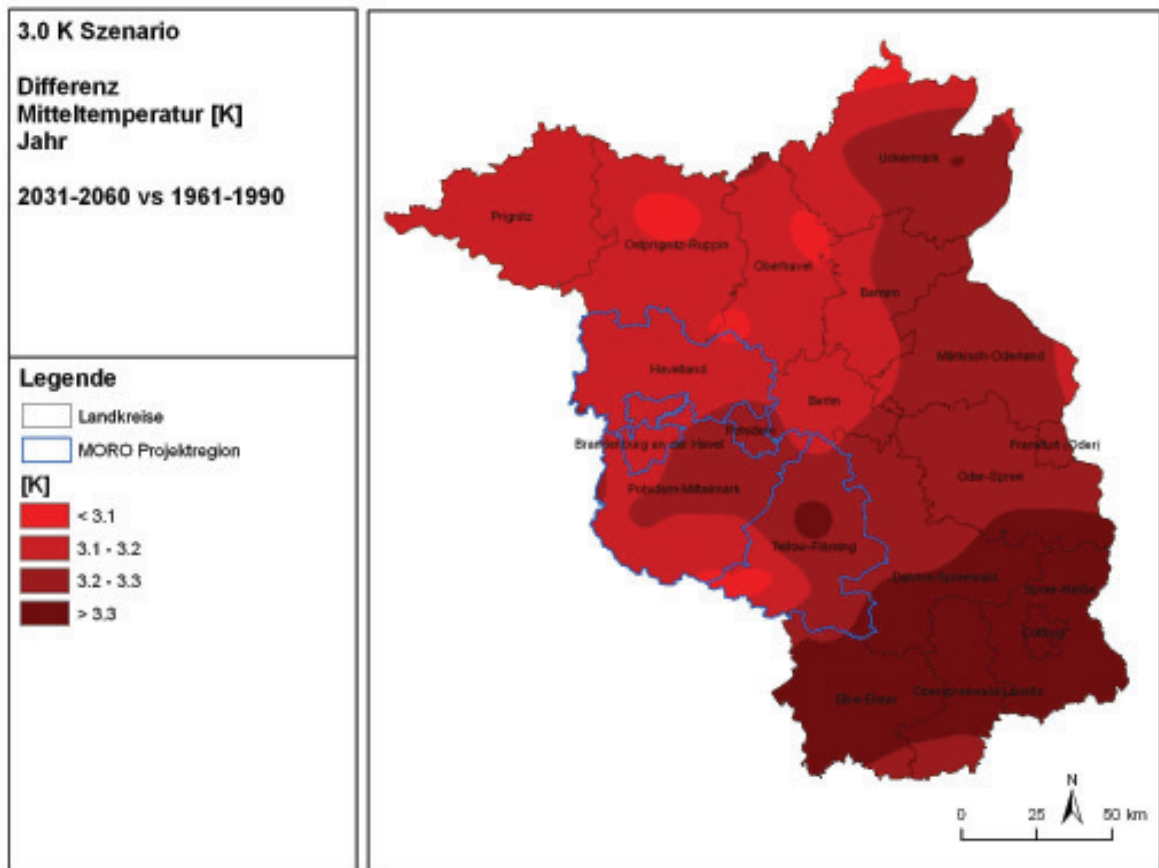


Abb. 1.38: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario

1.5.2.1.2. Niederschlag

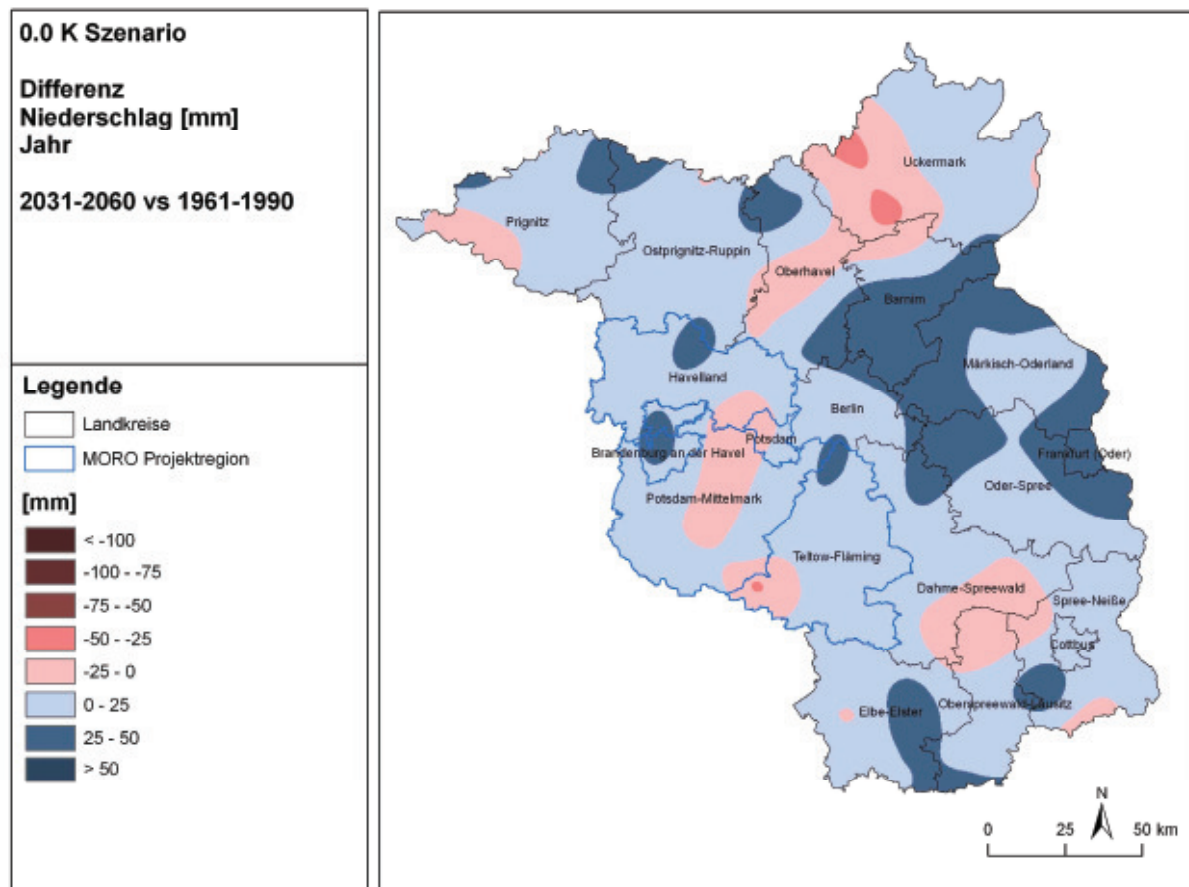


Abb. 1.39: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario

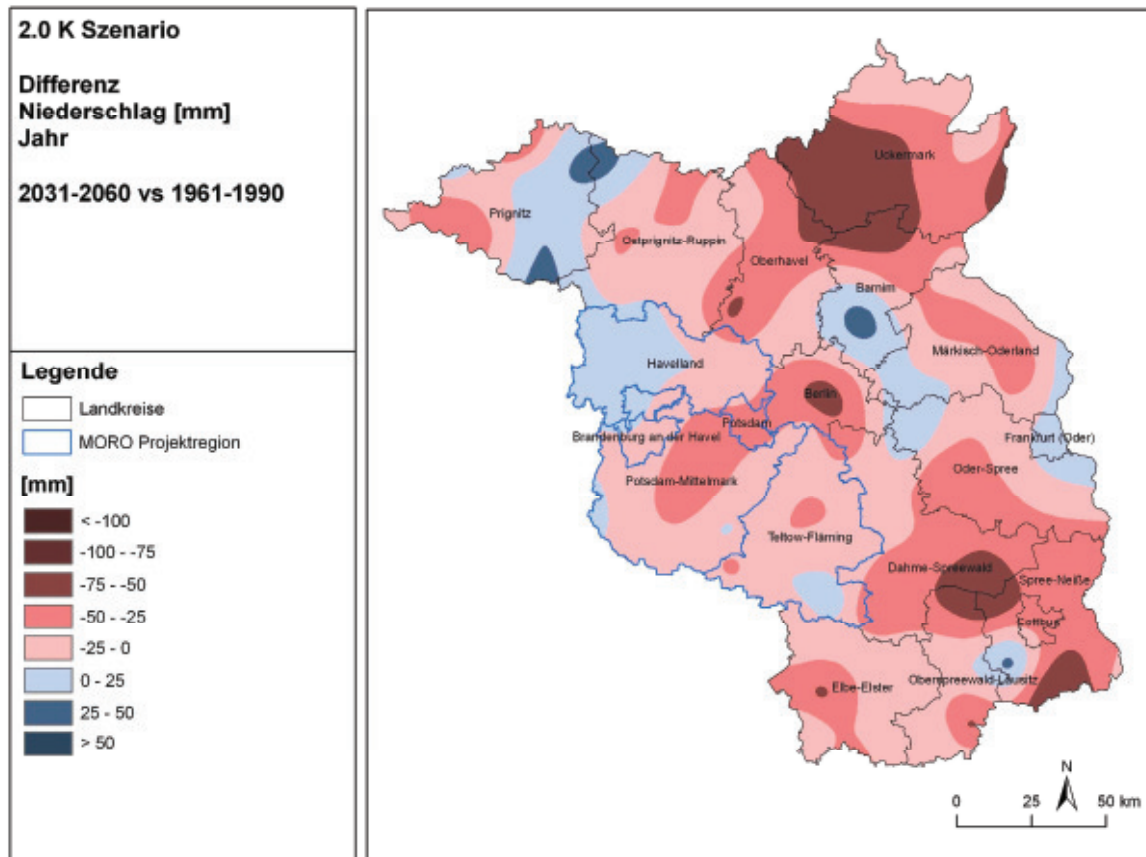


Abb. 1.40: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario

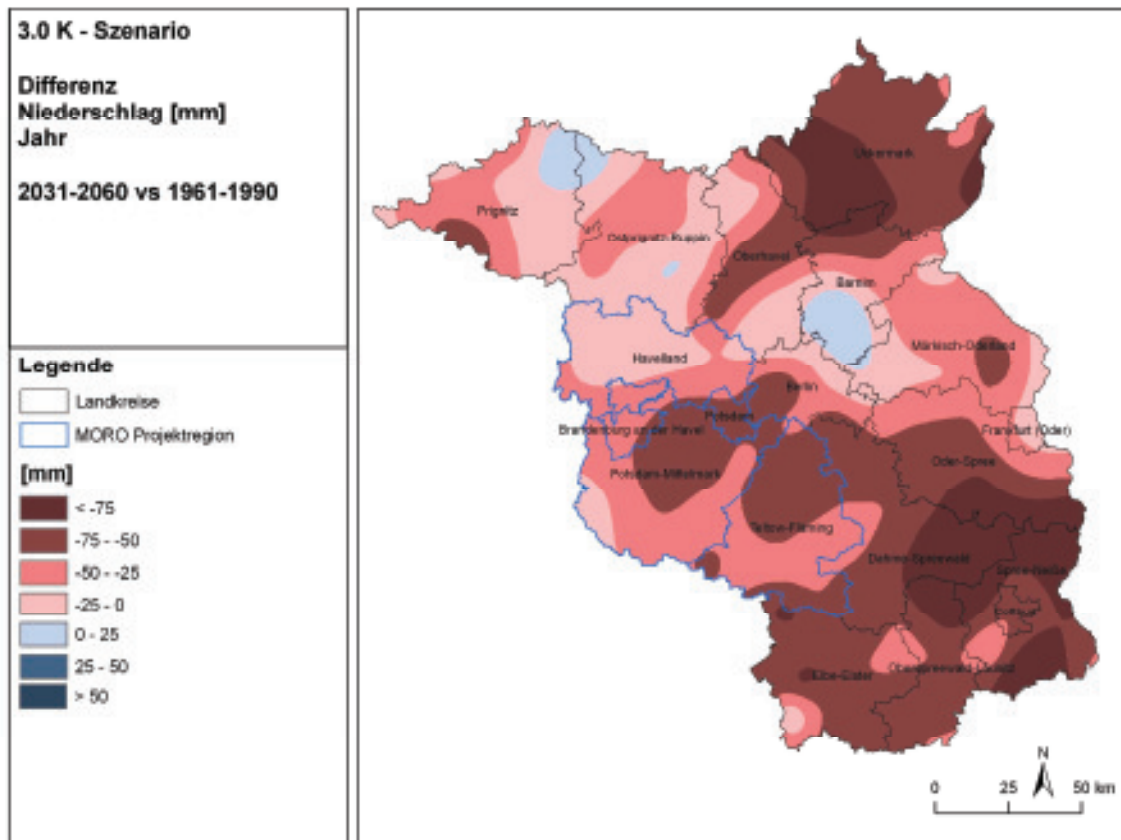


Abb. 1.41: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario

1.5.2.1.3. Klimatische Wasserbilanz

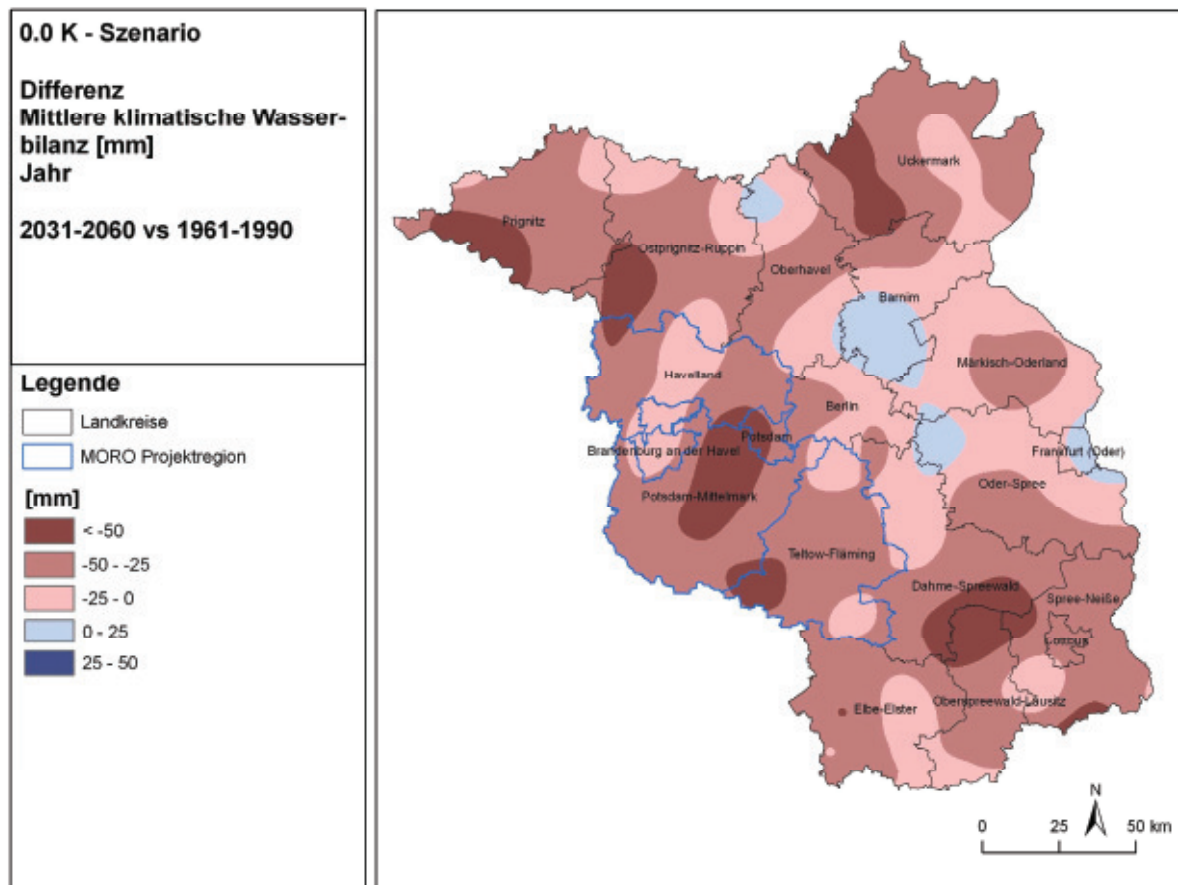


Abb. 1.42: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 0K-Szenario

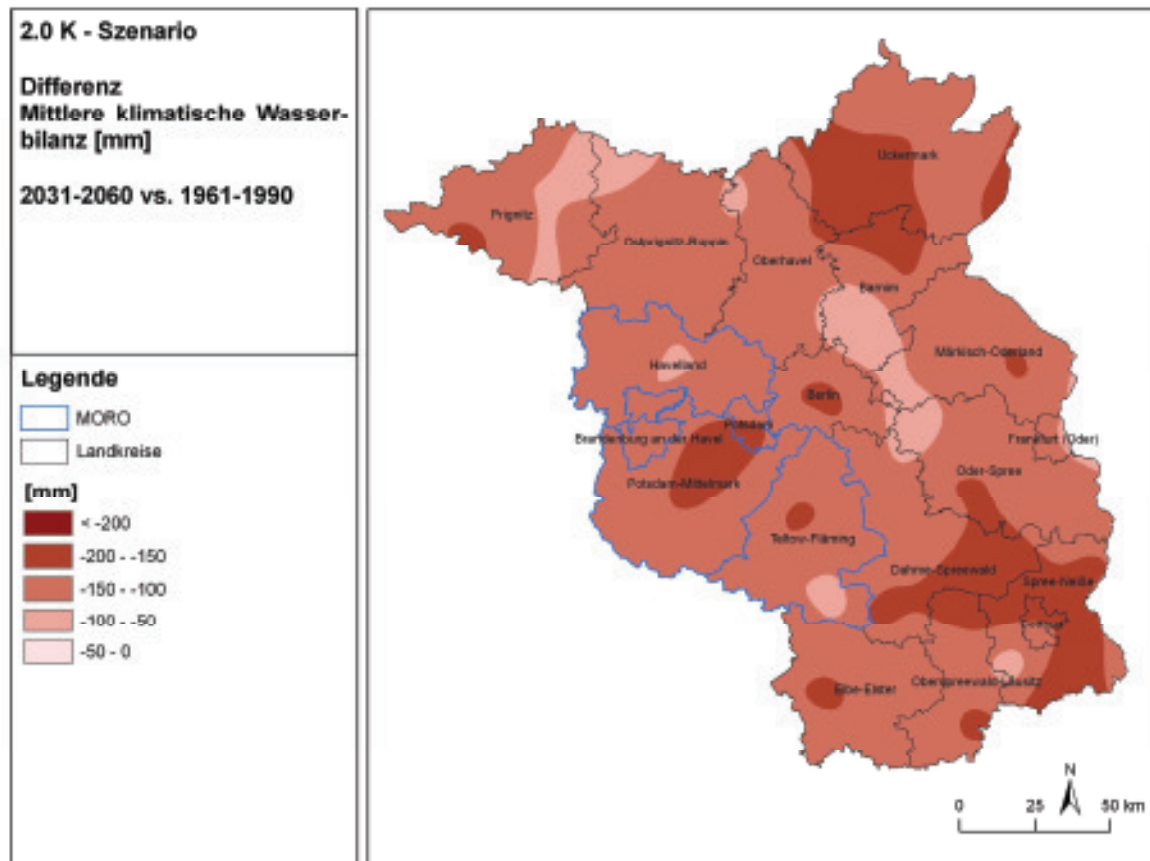


Abb. 1.43: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 2K-Szenario

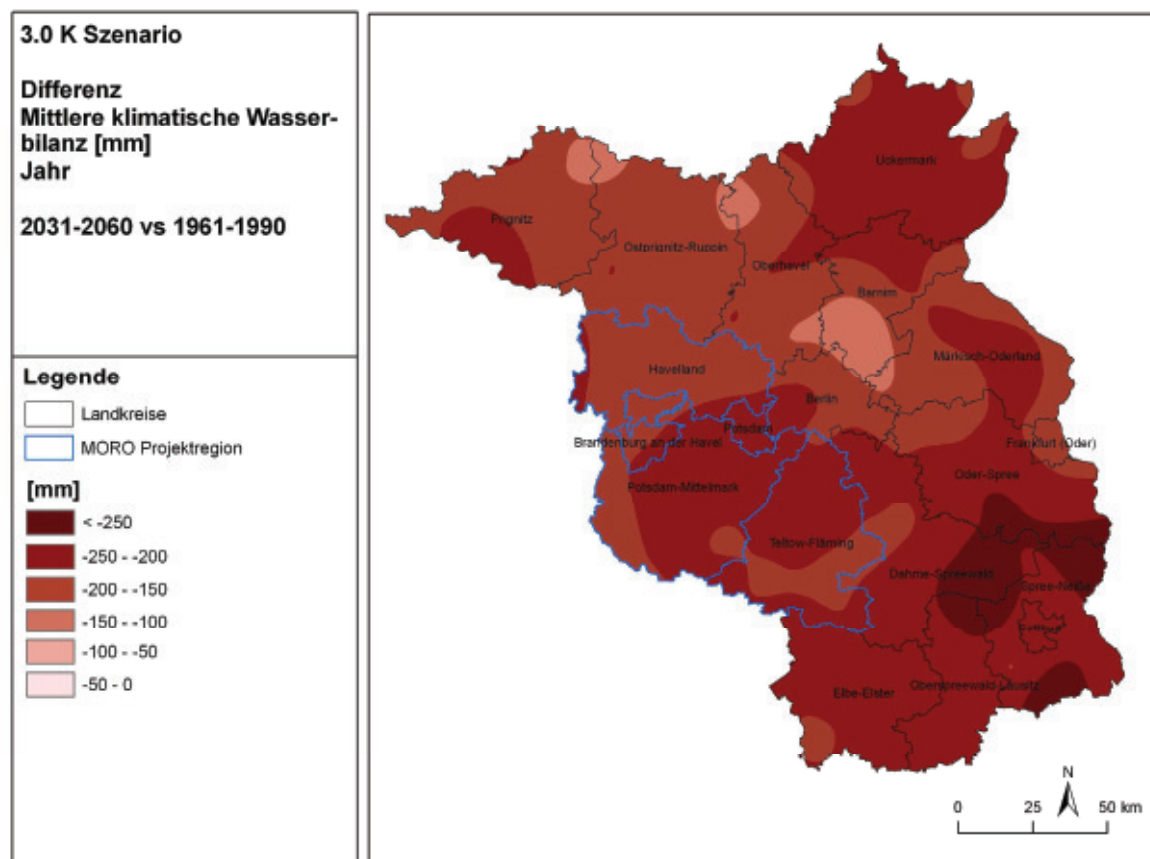


Abb. 1.44: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1961-90 im 3K-Szenario

1.5.2.2. Vergleich mit dem Basiszeitraum 1977-2006

1.5.2.2.1. Temperatur

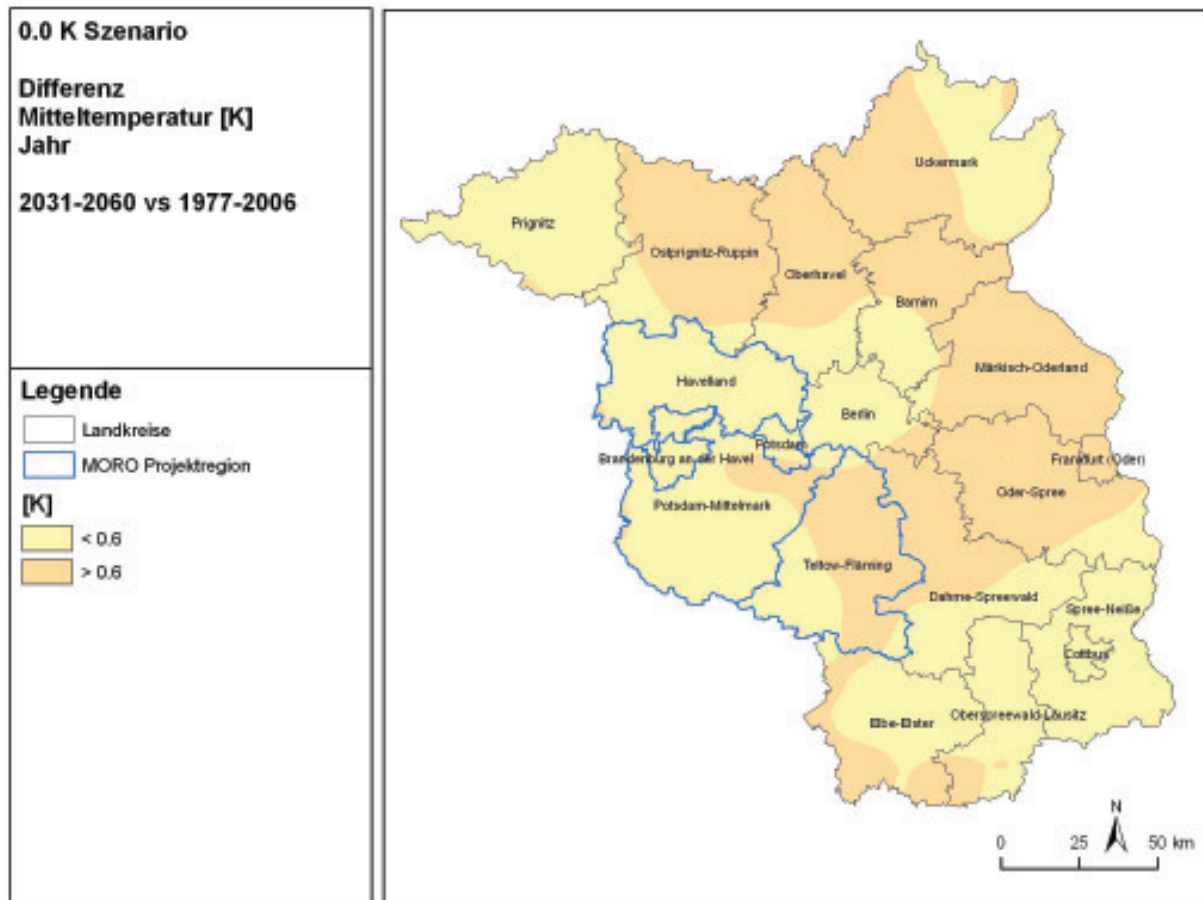


Abb. 1.45: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario

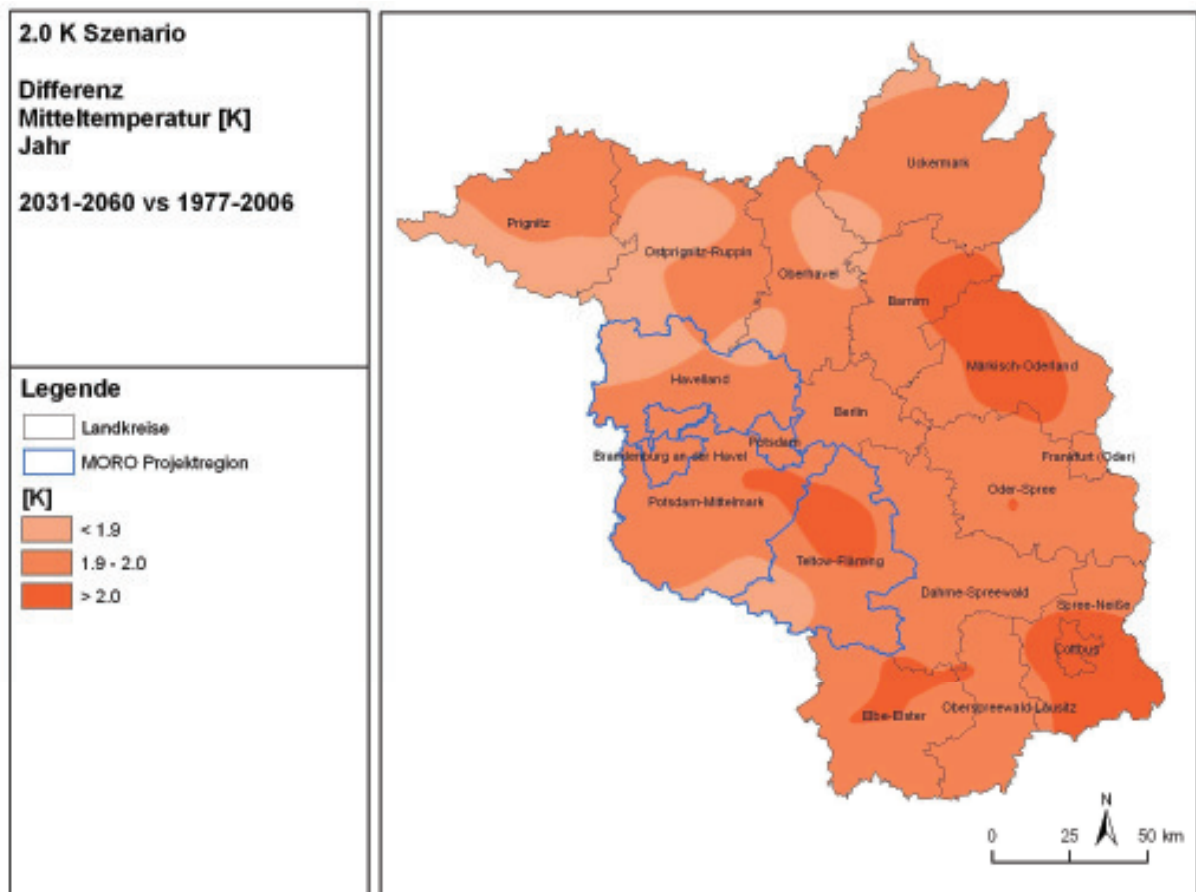


Abb. 1.46: Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario

Veränderung der Mitteltemperatur (K), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario (siehe Abb. 1.11).

1.5.2.2.2. Niederschlag

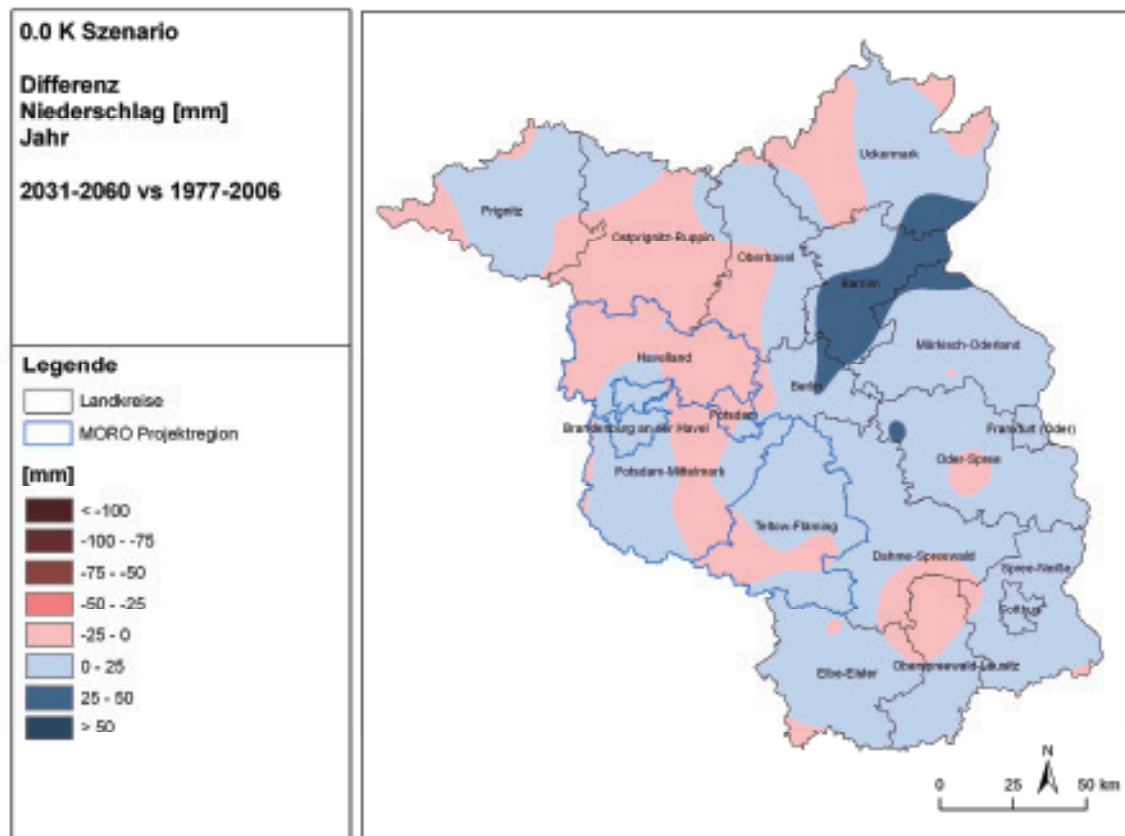


Abb. 1.47: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario

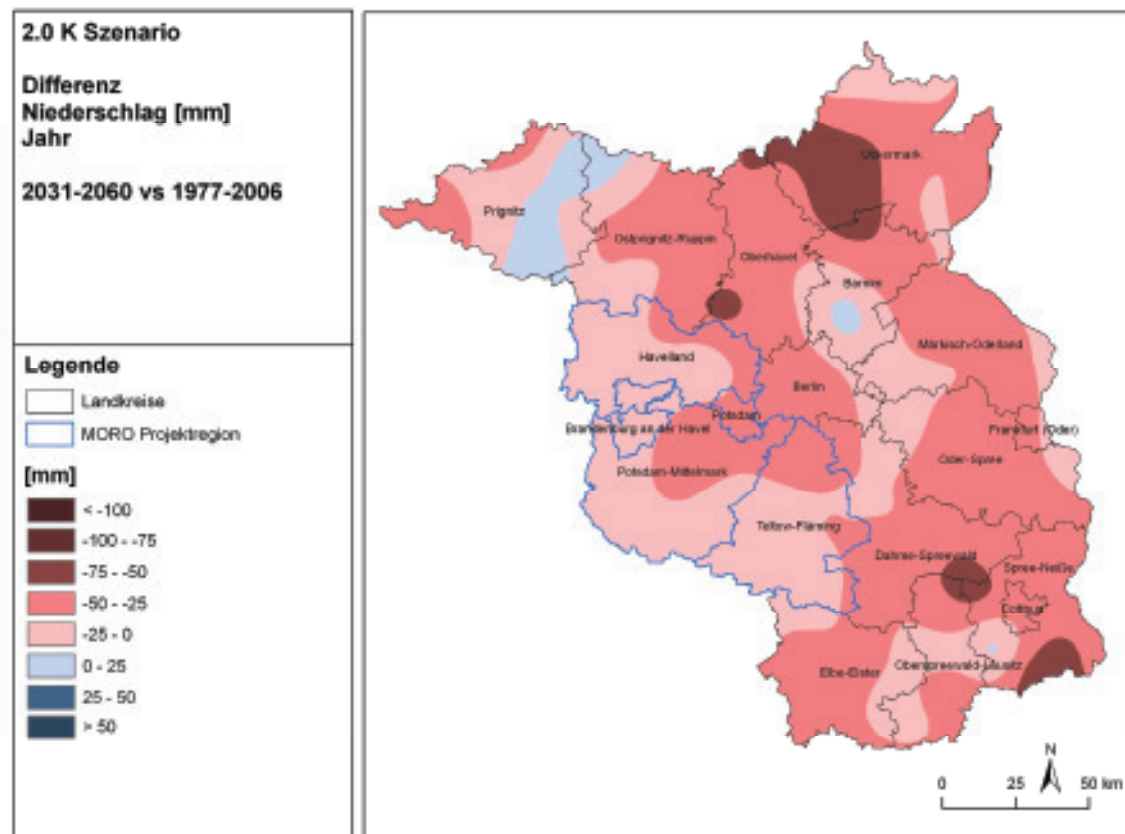


Abb. 1.48: Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario

Veränderung des mittleren Jahresniederschlages (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario (siehe Abb. 1.14).

1.5.2.2.3. Klimatische Wasserbilanz

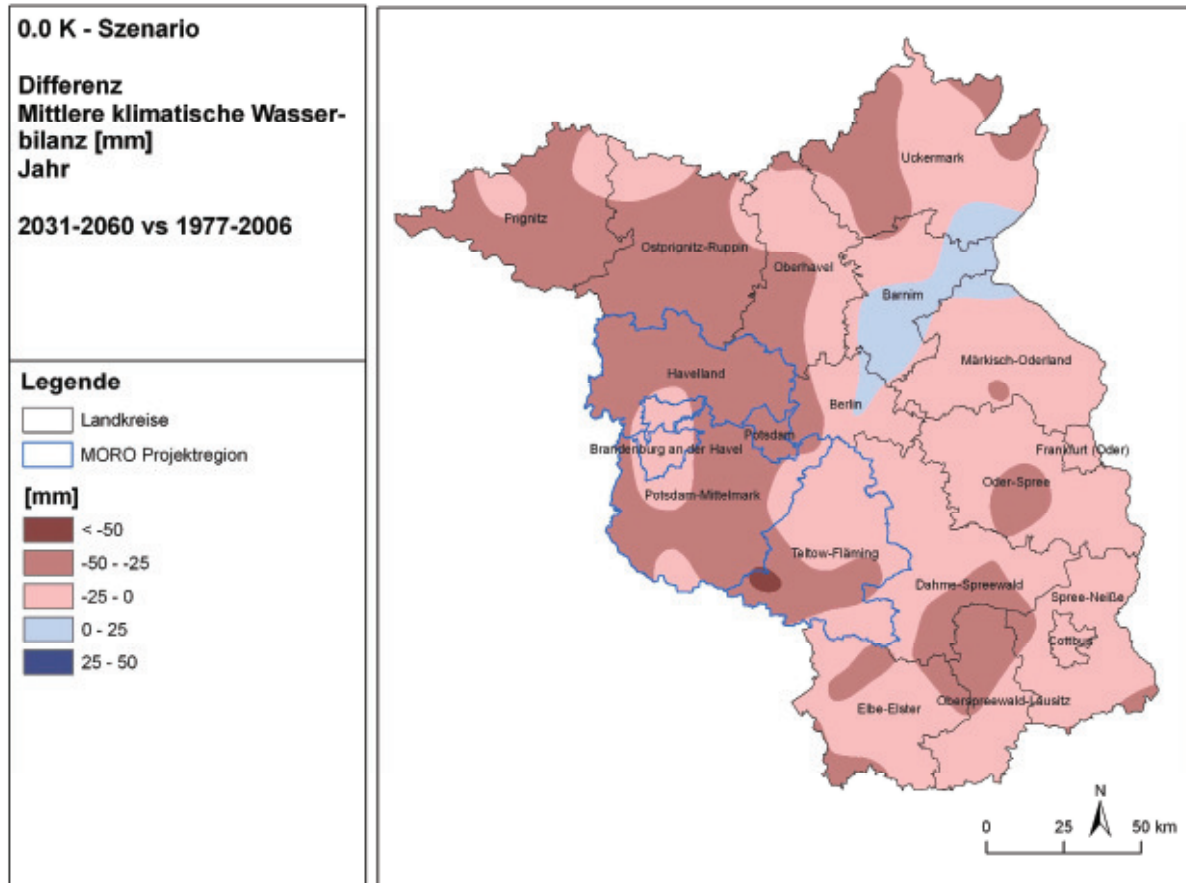


Abb. 1.49: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 0K-Szenario

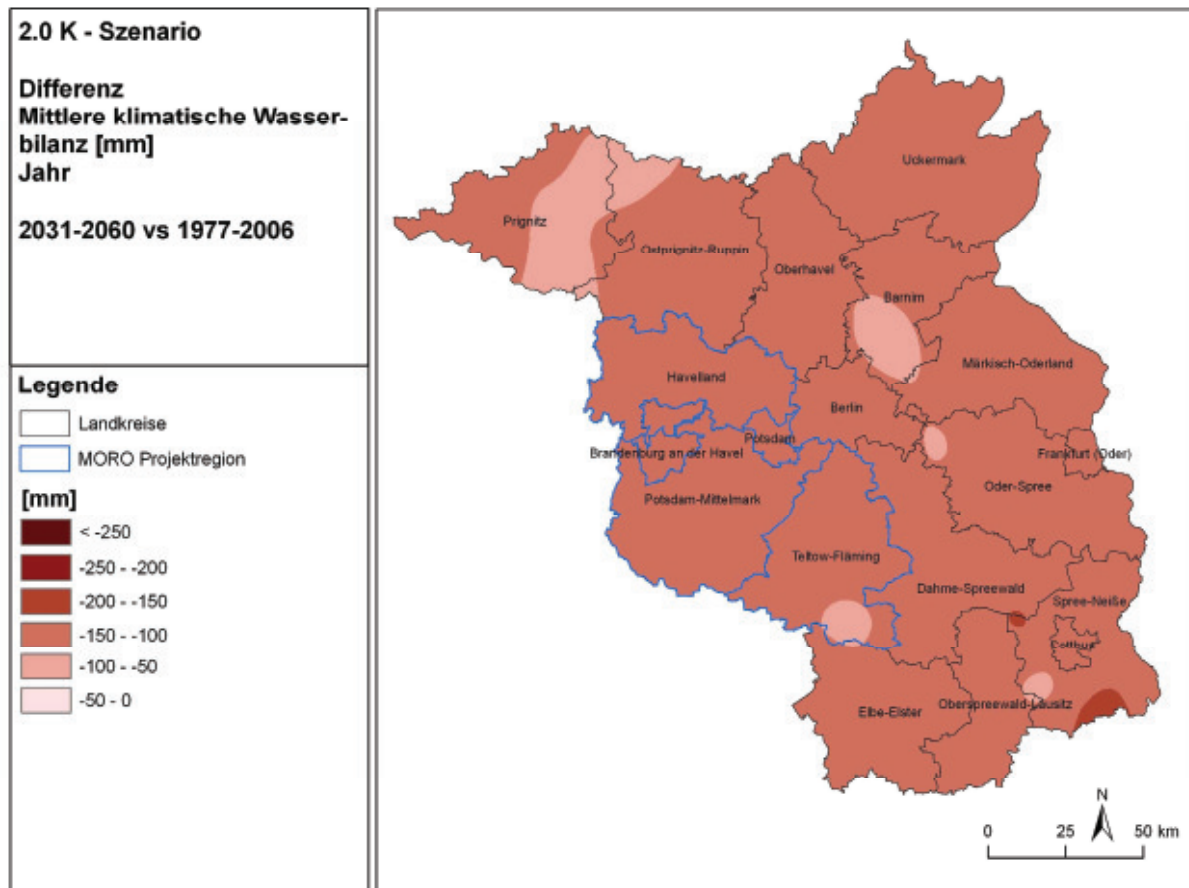


Abb. 1.50: Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 2K-Szenario

Veränderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz (mm), Vergleich des Zeitraums 2031-2060 mit den Jahren 1977-2006 im 3K-Szenario (Abb. 1.16).

1.6. Literatur

- Orlowsky, B., Gerstengarbe, F.-W., Werner, P.C. (2008): A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. Theor. Appl. Climatol. 92, No. 3-4, 209-223
- Werner, P. C., Gerstengarbe, F.-W. (1997): Proposal for the development of climate scenarios. Climate Research, 8, 3, 171-182