Klimaanalyse

für die Planungsregion Leipzig-Westsachsen und den Südraum Leipzig

Expertise zum Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) "Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel" – Phase II (Verstetigung)

Dipl.-Ing. Andrea Seidel
Im Auftrag des
Regionalen Planungsverbandes Leipzig-Westsachsen



Auftraggeber: Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen

Bautzner Straße 67 04347 Leipzig

Telefon 03 41 / 33 74 16 - 0 Telefax 03 41 / 33 74 16 - 33

Ansprechpartner: klama@rpv-westsachsen.de

Internet www.rpv-westsachsen.de

Auftragnehmer: Andrea Seidel

Dipl.-Ing. für Landschaftsarchitektur

Telefon 0351 / 463 33969

Email: andrea.seidel@tu-dresden.de

Die Klimaanalyse wurde als eigenständiges Ergebnis des Modellvorhabens "Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel" – Phase II (Verstetigung) erstellt, unterstützt mit Mitteln des Modellvorhabens der Raumordnung "Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel" (KlimaMORO).

Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) ist ein Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), betreut durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Forschungsnehmer war der Regionale Planungsverband Leipzig-Westsachsen.

Inhaltsverzeichnis

Tabel	lenverzeichnis	4
Abbil	dungsverzeichnis	5
1	Einordnung der Klimaanalyse	6
2	Methodik der Klimaanalyse	6
2.1	Das aktuelle Regionalisierungverfahren WETTREG 2010	6
2.2	Methodik der Klimaanalyse für Leipzig-Westsachsen und den Südraum Leipzig	7
3	Ergebnisse für die Gesamtregion	9
3.1	Durchschnittliche Temperatur	9
3.2	Mittlerer Niederschlag	13
3.3	Klimatische Wasserbilanz	18
4	Regionale Planungsräume im Klimawandel	23
5	Ergebnisse der Klimaprojektion für den Südraum Leipzigs	25
5.1	Mittlere Temperatur	25
5.2	Mittlerer Niederschlag	27
5.3	Klimatische Wasserbilanz	29
6	Glossar	31
7	Literatur- und Quellenverzeichnis	32
8	Karten	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Vergleich der Mittleren Temperatur für die Referenzzeiträume 1961-1990 und 1991-2010
	unterschieden nach Hügelland und Tieferen Lagen der Region Westsachsen
Tabelle 3-2:	Temperaturänderung zwischen der Klimanormalperiode 1961-90 und den
Tabelle 3-3:	Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)
Tabelle 3-4:	Vergleich des Mittleren Niederschlags innerhalb der Referenzzeiträume 1961-1990 und
	1991-2010 unterschieden nach Hügelland und Tiefland der Region Westsachsen
Tabelle 3-5:	Prozentuale Niederschlagsänderungen für das Hügelland und Tiefland Westsachsens zwischen der Klimanormalperiode 1961-90 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (auf Basis von WETTREG 2010, Szenario A1B)
Tabelle 3-6:	Spannweite der möglichen absoluten Niederschlagswerte im Tiefland Westsachsens,
Tabelle 3-7:	Spannweite der möglichen absoluten Niederschlagswerte im Hügelland Westsachsens, 17
Tabelle 3-8:	Vergleich der Klimatischen Wasserbilanz innerhalb der Referenzzeiträume 1961-1990 und
	1991-2010 unterschieden nach Hügelland und Tiefland der Region Westsachsen 18
Tabelle 3-9:	Änderungen der Klimatischen Wasserbilanz in mm für das Hügelland und Tiefland Westsachsens zwischen der Klimanormalperiode 1961-90 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (auf Basis von WETTREG 2010, Szenarien A1B)
Tabelle 3-10:	Spanne der möglichen Klimatischen Wasserbilanz im Hügelland Westsachsens (Absolutwerte in mm), auf Grundlage von WETTREG 2010 Szenario A1B für die Perioden 2041-2050 und
Tabelle 3-11:	2091-2100
Tabelle 4-1:	Zusammenfassende Betrachtung der wahrscheinlichen klimatischen Veränderungen für die 24
Tabelle 5-1:	Temperaturänderung im Südraum Leipzigs zwischen Klimanormalperiode 1961-90, Referenzperiode 1991-2010 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100
	(WETTREG 2010, Szenarien A1B)
Tabelle 5-2:	Gegenüberstellung der Mittleren Temperatur (Absolutwerte) für den Südraum Leipzig; Referenzzeiträume (1961-90 und 1991-2010) und Projektionszeiträume 2041-2050 und 2091- 2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)
Tabelle 5-3:	Niederschlagsänderungen in % im Südraum Leipzigs zwischen Klimanormalperiode 1961-90, Referenzperiode 1991-2010 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)
Tabelle 5-4:	Gegenüberstellung des mittleren Niederschlags (Absolutwerte) für den Südraum Leipzig; Referenzzeiträume (1961-90 und 1991-2010) und Projektionszeiträume 2041-2050 und 2091- 2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)
Tabelle 5-5:	Änderungen der Klimatischen Wasserbilanz in mm im Südraum Leipzig zwischen der Klimanormalperiode 1961-90, Referenzperiode 1991-2010 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)
Tabelle 5-6:	Spanne der möglichen Klimatischen Wasserbilanz im Südraum Leipzig (Absolutwerte in mm), auf Grundlage von WETTREG 2010, Szenario A1B für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100

Abbildungsverzeichnis

Appliaung 3-1:	Spanne der mittleren Temperatur im Hugelland Westsachsen: Gegenüberstellung der
	Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und
	2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B
Abbildung 3-2:	Spanne der mittleren Temperatur im Tiefland Westsachsen: Gegenüberstellung der
J	Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und
	2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B)
Abbildung 3-3:	Gegenüberstellung der Mittleren Temperatur im Frühjahr für die Referenzzeiträume (1961-
Abbildung 3 3.	1990 und 1991-2010), die Klimaprojektionen nach WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2) und
	WETTREG 2010 (Szenario A1B) für die ausgewählten Projektionszeiträume 2041-50 und 2091-
	2100, vgl. Karten 1-1 bis 1-6 für die übrigen Jahreszeiten
Abbildung 3-4:	Gegenüberstellung der Referenzwerte mit den projizierten jährlichen
	Niederschlagsrückgängen im Hügelland und Tiefland Westsachsen (Basis WETTREG 2010,
	Szenario A1B)
Abbildung 3-5:	Spanne des mittleren Niederschlags im Hügelland Westsachsen: Gegenüberstellung der
	Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und
	2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B
Abbildung 3-6:	Spanne des mittleren Niederschlags im Tiefland Westsachsen: Gegenüberstellung der
	Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und
	2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B
Abbildung 3-7:	Gegenüberstellung des mittleren Niederschlags im Sommer für die Referenzzeiträume (1961-
J	1990 und 1991-2010), die Klimaprojektionen nach WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2) und
	WETTREG 2010 (Szenario A1B) für die ausgewählten Projektionszeiträume 2041-50 und 2091-
	2100, vgl. Karten 1-1 bis 1-6 für die übrigen Jahreszeiten
Abbildung 3-8:	Entwicklungs der Klimatischen Wasserbilanz in Sachsen in den Projektionszeiträumen 2036-
Abbildulig 5-6.	
4 h h i l d	2065 und 2071-2100 (Quelle: Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung, TU Dresden) 19
Abbildung 3-9:	Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz im Hügelland Westsachsens, Vergleich der
	Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und
	2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B)
Abbildung 3-10:	Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz im Tiefland Westsachsens, Vergleich der
	Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und
	2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B)
Abbildung 3-11:	Gegenüberstellung der klimatischen Wasserbilanz im Winterhalbjahr für die
	Referenzzeiträume (1961-1990 und 1991-2010), die Klimaprojektionen nach WEREX IV
	(Szenario B1, A1B, A2) und WETTREG 2010 (Szenario A1B) für die ausgewählten
	Projektionszeiträume 2041-50 und 2091-2100, vgl. Karten 1-1 bis 1-6 für die übrigen
	Jahreszeiten
Abbildung 4-1: F	Planungsräume im Klimawandel auf Grundlage der Klimaprojektionen
•	Spanne der mittleren Temperatur im Südraum Leipzig: Gegenüberstellung der
	Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und
	2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B)
Abbildung 5-2:	Spanne des mittleren Niederschlags im Südraum Leipzig: Gegenüberstellung der
Abbildulig 3-2.	
	Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und
A h h il d	2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B
Abbildung 5-3:	Spannweiten für die klimatische Wasserbilanz im Südraum Leipzig: Gegenüberstellung der
	Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und
	2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B

1 Einordnung der Klimaanalyse

In einem ersten Modellvorhaben der Raumordnung wurde für die Planungsregion Westsachsen eine Vulnerabilitätsanalyse gegenüber Klimaänderungen verfasst (vgl. Schmidt et al. 2011a). Als ein grundlegender Baustein wurde das zu dieser Zeit aktuelle Regionalisierungsverfahren WEREX IV bezüglich möglicher Klimaveränderungen ausgewertet. Ergebnisse der Analyse bildeten die Basis um räumliche Empfindlichkeiten zu untersuchen und planerische Strategien abzuleiten.

Im November 2011 bekam der Regionale Planungsverband Leipzig-Westsachsen die Zusage für eine Fortsetzung des MORO in einer Verstetigungsphase. Ziel ist es die "Auswirkungen des Klimawandels auf den Südraum Leipzig unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und die Erholungsnutzung sowie der Anforderungen an Waldumbau und Waldmehrung" zu untersuchen (Nähere Informationen unter: www.rpv-westsachsen.de/projekte/moro/klimamoro-phase-i-2.html).

Inzwischen liegt mit WETTREG 2010 ein weiterentwickeltes Regionalisierungsverfahren vor. Im Rahmen der Verstetigungsphase des MORO sollen mit Hilfe der vorliegenden Klimaanalyse die Aussagen zu Klimaveränderungen überprüft und der Südraum Leipzigs vertiefend betrachtet werden.

2 Methodik der Klimaanalyse

2.1 Das aktuelle Regionalisierungverfahren WETTREG 2010

Um das regionale Ausmaß der möglichen Klimaändung abschätzen zu können, werden aufbauend auf globalen Klimamodellen, welche die Veränderung von Zirkulationsströmen berechnen, Regionalisierungverfahren verwendet, die klimatische Kenngrößen für einen planerisch fassbaren Maßstab projizieren. Das aktuelle dynamisch-statistische Regionalsierungverfahren für Deutschland stellt WETTREG 2010 dar, welches auf dem globalen Klimamodell ECHAM5/MPI-OM, Szenario A1B¹, Lauf 1 basiert (LFULG 2012). Es löst damit das Vorgängermodell WETTREG 2006 ab, das dem sächsischen Regionalisierungsmodell WEREX IV zugrunde lag.

Eine Weiterentwicklung des Regionalisierungsverfahrens WETTREG 2006 war notwendig, da insbesondere die Projektion der thermischen Entwicklung zum Ende des 21. Jahrhunderts als zu schwach abgebildet wurde und deutlich von vergleichbaren Klimamodellen (STAR, REMO) abwich (LFULG 2012).

Für WETTREG 2010 wurden zusammengefasst folgende Neuerungen vorgenommen:

- höhere zugrunde liegende Stationsdichte (387 Klima- und 2943 Niederschlagsstationen, deutschlandweit)
- erweiterter Beobachtungszeitraum (1971 2007)
- veränderte Methode (transiente Rechenläufe, Wetterlagenklassifikation, Transwetterlagen)

Vertiefende Angaben sind in der Veröffentlichung des LFULG 2012 "Klimaprojektionen für Sachsen", Stand 04/2012 nachzulesen.

Über das Internetportal www.rekis.org lassen sich klimatische Projektionen auf Basis von WETTREG 2010 für selbstgewählte Zeiträume und Raumausschnitte beziehen. Um die Daten auswerten zu können, ist eine weitere Bearbeitung mit GIS oder vergleichbaren Programmen notwendig.

¹ Von den Klimamodellen werden unterschiedliche Szenarien ausgegeben, die jeweils von einer spezifischen Entwicklung der Treibhausgasemissionen "angetrieben" werden. Dabei wird für das B1-Szenario der geringste, für das A1B-Szenario ein mittlerer und für das A1FI-Szenario der höchste Anstieg der Treibhausgase angenommen.

6

2.2 Methodik der Klimaanalyse für Leipzig-Westsachsen und den Südraum Leipzig

Klimaprojektionen sind, wie Prognosen jeglicher Art, zwangsläufig mit Unsicherheiten verbunden. Obgleich die Berechnungsmodelle immer besser die globalen klimatischen Abläufe mit den Gegebenheiten vor Ort verknüpfen, wie z. B. dem Relief, und Rückkopplungsprozesse einbeziehen, stellen Ursachen des Klimawandels wie der CO₂-Ausstoß oder die Landnutzung keine fixen Einflussgrößen dar, sondern verändern sich ständig. Im planerischen Umgang mit Klimaprojektionen gilt es daher Signale mit hoher Verlässlichkeit von unsicheren Projektionen zu trennen, planerische Schlussfolgerungen nicht (allein) an berechneten Werten sondern Spannweiten und Tendenzen abzuleiten. Zudem sind Maßnahmen zu wählen, die bei nicht-Eintreten der Klimaänderung keine Nachteile oder Schäden nach sich ziehen (vgl. SCHMIDT ET AL. 2011a).

Betrachtungszeiträume

Als Betrachtungszeiträume für die folgende Analyse wird die klimatische Entwicklung für vier Zeitschnitte dargestellt, wobei es sich um zwei Referenzzeiträume und zwei Projektionszeiträume handelt:

- Referenzzeitraum 1961-1990 (vorangehende Klimanormalperiode), mit langjährigen Mittelwerten auf Basis sächsischer Wetterstation, bereits heute widerspiegeln die klimatischen Mittelwerte nicht mehr dem aktuellen Zustand,
- Referenzeitraum 1991-2010 (aktuelle Referenz), basierend auf Datenreihen des Deutschen Wetterdienstes, in denen erste Änderungen im Vergleich zur vorangehenden Klimanormalperiode (s.o.) deutlich werden
- Projektionszeitraum 2041-50, mit modellierten Klimaänderungen für Mitte des 21. Jahrhunderts
- Projektionszeitraum 2091-2100, mit modellierten Klimaänderungen für Ende des 21. Jahrhunderts

Die gewählten Zeiträume lehnen sich eng an die Methodik der Vulnerabilitätsanalyse Leipzig-Westsachsen an und dienen der Vergleichbarkeit mit deren Ergebnissen (SCHMIDT ET AL. 2011a). Zudem ist die Gegenüberstellung mit weiteren Studien zum Klimawandel möglich (vgl. SCHLUMPRECHT ET AL. 2005, GEMBALLA UND SCHLUTOW 2007).

Klimatische Kenngrößen

In Anlehnung an die Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen wurden folgende Klimaelemente ausgewertet:

- **die mittlere Temperatur,** stellt den Mittelwert aller gemessenen oder modellierten Temperaturwerte für einen festgelegten Zeitraum dar (im Gegensatz zu Hitze- oder Kältetagen)
- der mittlere korrigierte Niederschlag, stellt den Mittelwert der gemessenen und modellierten Regensummen dar. Eine Korrektur ist aufgrund charakteristischer, jahreszeitlich bedingter Fehler notwendig, wobei bereits korrigierte Werte durch das Regionalisierungsverfahren ausgegeben wurden.
- die korrigierte klimatische Wasserbilanz, berechnet sich aus der Differenz des korrigierten Niederschlags und der potentiellen Verdunstung (SMUL 2008). Sie gibt das potentielle Wasserdargebot in einem Gebiet wieder. Negative Werte kennzeichnen Phasen der Austrocknung des Bodens. In der hier dargestellten klimatischen Wasserbilanz sind der Bodentyp und die Vegetationsbedeckung bzw. Landnutzung nicht eingerechnet. Gleichwohl haben sie einen entscheidenden Einfluss auf die reale Wasserverfügbarkeit. Die Ergebnisse sind daher als erste Tendenz zu verstehen. Eine Modellierung des Grundwasserdargebotes im Klimawandel wird im Projekt KLIWES des LfULG Sachsen durchgeführt. (www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/8214.htm).

Zeitliche Perioden

Für jeden Betrachtungszeitraum wurden folgende saisonalen Perioden dargestellt:

- Gesamtjahr
- Frühling (März bis Mai)
- Sommer (Juni bis August)
- Herbst (September bis November)
- Winter (Dezember bis Februar)
- Vegetationsperiode I (April bis Juni)

In der vorliegenden Klimaanalyse wurde die Vegetationsperiode II (Juli bis September) nicht mehr untersucht.

Räumliche Einteilung

In der Analyse der Ist- und Projektionsdaten wurde eine räumliche Differenzierung vorgenommen, die jedoch noch nicht die Einteilung in Planungsräume vorwegnehmen sollte. Die regionsweiten Daten wurden hierfür in drei Stufen unterteilt und jeweils die Stufe mit den höchsten Temperaturen und geringsten Niederschlägen als Gruppe "Tiefland" bezeichnet. Sie kennzeichnet schwerpunktmäßig die geographisch tieferen Lagen der Region im Norden, Nordwesten und tlw. Westen der Region. Dem gegenüber steht die Analysegruppe "Hügelland", in welcher die niedrigsten Temperaturen und höchsten Niederschlage abgegrenzt werden. Keine Auswertung erfuhren die klimatischen Werte der mittleren Stufe. Die räumliche Ausdehnung der betrachteten Stufen variiert innerhalb der Betrachtungszeiträume und zeitlichen Perioden. Erst in der Gesamtbetrachtung werden Planungsräume ausgeschieden, die sich an den Naturraumgrenzen orientieren (vgl. Kap. 4).

Aufgabe der vorliegenden Klimaanalyse war es die mögliche klimatische Entwicklung für den Südraum Leipzigs zu untersuchen. Räumlich erstreckt sich der Südraum Leipzig von 110 bis 160 m ü. NN vom tiefsten Punkt in der Elster-Pleiße-Luppe-Aue bis zur höchst gelegenen Gegend im Kohrener Land. Interessanterweise repräsentiert der Südraum damit die Gesamtregion im Kleinen, denn er vereint Teile des Tieflandes und des Hügellandes. Dennoch erschien es nicht sinnvoll, den Südraum in Teilräume zu untergliedern. Insbesondere vor dem Hintergrund der räumlichen Auflösung des Klimamodells im Raster 1000 x 1000 m wäre die Vergröberung der klimatischen Kennwerte zu stark. So wird die klimatisch mögliche Bandbreite über Spannweiten tabellarisch und kartographisch aufgezeigt.

Verwendete Datengrundlagen

Aus der Vulnerabilitätsanalyse Leipzig-Westsachsen konnten die Referenzwerte für den Zeitraum 1961-90 wieder verwendet werden. Eine Veränderung oder Anpassung war nicht notwendig. Datenquelle ist die Studie "Sachsen im Klimawandel" (SMUL 2008).

Datenreihen des Referenzeitraumes 1991-2010 wurden über die Plattform REKIS bezogen. Als Datenquelle wird der Deutsche Wetterdienst (DWD) angegeben. Es handelt sich somit um gemessene, korrigierte Werte.

Die modellierten Klimawerte für die beiden Projektionszeiträume wurden ebenfalls über die Plattform REKIS bezogen. Wie dargestellt, sind sie durch das Regionalisierungsverfahren WETTREG 2010 modelliert.

3 Ergebnisse für die Gesamtregion

3.1 Durchschnittliche Temperatur

3.1.1 Aktuelle Tendenzen

Zwischen den **Referenzzeiträumen** 1961-90 und 1991-2010 ist ein flächendeckender Temperaturanstieg für das Frühjahr, den Sommer und Winter nachzuweisen. Basis der Referenzzeiträume sind gemessene Werte des Deutsche Wetterdienstes (DWD). Im jahreszeitlichen Mittel beträgt der Anstieg 0,65 °C (vgl. Tabelle 3-1). Damit bestätigt auch die erweiterte Zeitreihe des Referenzzeitraumes 1991-2010 den nachgewiesenen Trend, jedoch fällt das Erwärmungssignal etwas schwächer aus als durch das Vorgängermodell WEREX IV für die Zeitreihe 1991-2005 abgleitet (vgl. SCHMIDT ET AL. 2011a).

Tabelle 3-1: Vergleich der Mittleren Temperatur für die Referenzzeiträume 1961-1990 und 1991-2010 unterschieden nach Hügelland und Tieferen Lagen der Region Leipzig-Westsachsen

	Mittlere Tempe	eratur im Hügelland	Mittlere Temp	eratur im Tiefland
	1961-1990 1991-2010		1961-1990	1991-2010
Jahr	8,6 °C	9,2 °C	9,3 °C	10,0 °C
Frühjahr	8,1 °C	9,0 °C	8,8 °C	9,8 °C
Sommer	17,4 °C	17,9 °C	17,2 °C	17,7 °C
Herbst	9,2 °C	9,1 °C	9,7 °C	9,8 °C
Winter	0,2 °C	0,7 °C	0,8 °C	1,5 °C

KNP = Klimanormalperiode 1961-1990 (Datengrundlage SMUL 2008)

3.1.2 Projektionsergebnisse von WETTREG 2010

Die Projektionsergebnisse von WETTREG 2010 bestätigen den Trend steigendender Durchschnittstemperaturen für die Region in allen Jahreszeiten bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. Im jährlichen Mittel ist bis 2091-2100 eine Erwärmung im Mittel um +2 °C für die tieferen Lagen und +3,7 °C für das Hügelland zu erwarten. Im Winter ist der drastischste Anstieg mit bis zu +6°C im Tiefland projiziert, gefolgt von den Sommermonaten (+4°C). Am schwächsten fällt der Temperaturanstieg im Herbst aus (+ 2,3 °C im Tiefland bis 2091-2100). Unterschiede in der Erwärmungsintensität werden zwischen Hügelland und Tiefland mit 0,1 °C Differenz kaum deutlich (vgl. Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2: Temperaturänderung zwischen der Klimanormalperiode 1961-90 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)

	Temperaturänderu	ng im Hügelland	Temperaturänderung im Tieflan	
	KNP zu 2041-2050	KNP zu 2091-2100	KNP zu 2041-2050	KNP zu 2091-2100
Jahr	+1,8 bis +1,9 °C	+3,6 bis +3,7 °C	+ 1,9 °C	+3,6 bis +3,7 °C
Frühjahr	+1,6 bis +1,7 °C	+2,5 bis +2,6 °C	+ 1,7 bis +1,9 °C	+2,6 bis +2,7 °C
Sommer	+0,8 bis +1,8 °C	+2,9 bis +3,9 °C	+1,8 bis +1,9 °C	+4,0 °C
Herbst	+1,4 °C	+2,2 bis +2,3 °C	+1,4 bis +1,5 °C	+2,3 °C
Winter	+ 3,7 bis +3,8 °C	+5,7 bis +5,8 °C	+3,8 bis +3,9 °C	+5,9 bis 6,0 °C

KNP = Klimanormalperiode 1961-1990 (Datengrundlage SMUL 2008)

Für die Land- und Forstwirtschaft stellt die Vegetationsperiode I (April bis Juni) einen sensiblen Abschnitt in der Vegetationsentwicklung dar. Da keine Werte für die Klimanormalperiode 1961-90 vorlagen, ist nur der Vergleich zwischen 1991-2010 und den Projektionszeiträumen möglich, wobei ein Anstieg um 0,6 °C bis Mitte des 21. Jahrhunderts und 2,0 °C bis Ende des 21. Jahrhunderts projiziert wird. Die Spannweite aller Niederschlagsänderungen im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-90 sind in Tabelle 3-2 zusammengestellt.

In Tabelle 3-3 sind die Spannweiten der absoluten Durchschnittstemperaturen im Vergleich des Referenzzeitraums 1990 bis 2010 mit den zwei Projektionszeiträumen basierend auf WETTREG 2010 dargestellt. Es wird darauf verwiesen, dass es sich um tendenzielle Entwicklungen handelt. In der planerischen Anwendung sollten keine projizierten absoluten Werte Anwendung finden.

Tabelle 3-3: Projizierte Entwicklung der Temperatur für das Hügelland und die Tieflagen Westsachsen auf Grundlage von WETTREG 2010, Szenarien A1B für die Projektionszeiträume 2041-2050 und 2091-2100

		Hügelland		Tiefland		
	Referenz	Projektion	Projektionszeitraum		Projektionszeitraum	
	1991-2010	2041-50	2041-50 2091-2100		2041-50	2091-2100
Jahr	9,0 bis 9,5 °C	10,3 bis 10,7 °C	12,1 bis 12,5 °C	9,8 bis 10,3 °C	11,0 bis 11,5 °C	12,7 bis 13,3 °C
Frühjahr	8,7 bis 9,3 °C	9,4 bis 10,0 °C	10,3 bis 10,9 °C	9,6 bis 10,1 °C	10,3 bis 10,9 °C	11,1 bis 11,7 °C
Sommer	17,6 bis 18,2 °C	18,5 bis 19,0 °C	20,6 bis 21,2 °C	18,5 bis 18,9 °C	19,3 bis 19,8 °C	21,5 bis 21,9°C
Herbst	8,8 bis 9,4 °C	20,3 bis 10,8 °C	11,2 bis 11,6 °C	9,6 bis 10,0 °C	11,0 bis 11,4 °C	11,8 bis 12,2 °C
Winter	0,5 bis 1,0 °C	3,7 bis 4,2 °C	5,6 bis 6,2 °C	1,3 bis 1,8 °C	4,4 bis 4,9 °C	6,5 bis 7,0 °C
Vegetations- periode I	12,8 bis 13,3°C	13,3 bis 13,9 °C	14,7 bis 15,3 °C	13,6 bis 14,1 °C	14,2 bis 14,7 °C	15,6 bis 16,2 °C

Insgesamt ist aus den Modellberechnungen ein gleichmäßiger Temperaturanstieg bis zum Ende des 21. Jahrhunderts abzulesen. Lediglich im Hügelland ist der Anstieg der Sommertemperatur bis 2041-50 relativ verhalten projiziert, gewinnt aber bis Ende des 21. Jahrhunderts deutlich an Stärke. Das Erwärmungssignal kann als robust angesehen werden. Abbildung 3-1 und Abbildung 3-2 verdeutlichen die Temperaturerhöhung in den wärmsten und gemäßigten Lagen (Tiefland bzw. Hügelland), wobei Mindest- und Maximalwerte der Projektionswerte die Grenze der Balken markieren.

23 21 19 17 15 Temperatur Mittel [°C] 13 11 9 7 5 1961-1990 3 1 2091-2100 -1 Frühjahr Sommer Herbst Winter

Abbildung 3-1: Spanne der mittleren Temperatur im **Hügelland Westsachsen:** Gegenüberstellung der Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und 2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B



Abbildung 3-2: Spanne der mittleren Temperatur im **Tiefland Westsachsen:** Gegenüberstellung der Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und 2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B)

3.1.3 Vergleich der Klimaprojektionen WEREX IV und WETTREG 2010

Das projizierte Erwärmungssignal tritt im neuen Klimamodell WETTREG 2010 stärker als im Vorgängermodell hervor. Während bis Mitte des 21. Jahrhunderts die Temperaturzunahme nach WETTREG 2010 nur leicht über den projizierten Werten des alten Klimamodells liegt, ist zum Ende des 21. Jahrhunderts eine wesentlich steilere Erwärmungskurve im Vergleich zu WEREX IV zu erwarten. Die aktuelle Projektion von WETTREG 2010 liegt näher an den Modellverläufen anderer Klimamodelle wie REMO oder STAR (LfULG 2012) und ist daher als wahrscheinlicher anzusehen. Eine graphische Gegenüberstellung der Projektion von WEREX IV und WETTREG 2010 für alle betrachteten Zeiträume findet sich in den Karte 1-1 bis 1-6. Beispielhaft ist der Vergleich für das Frühjahr in Abbildung 3-3 dargestellt.

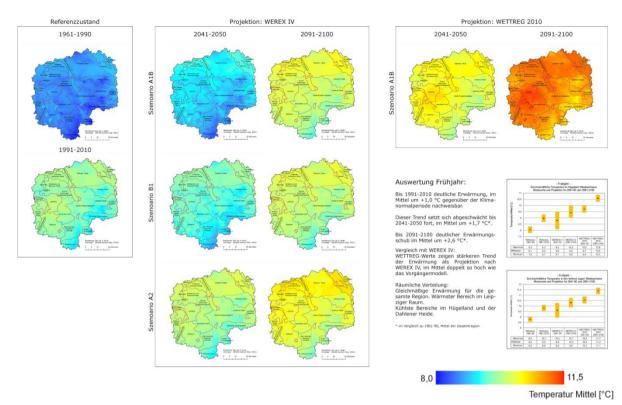


Abbildung 3-3: Gegenüberstellung der Mittleren Temperatur im Frühjahr für die Referenzzeiträume (1961-1990 und 1991-2010), die Klimaprojektionen nach WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2) und WETTREG 2010 (Szenario A1B) für die ausgewählten Projektionszeiträume 2041-50 und 2091-2100, vgl. Karten 1-1 bis 1-6 für die übrigen Jahreszeiten

3.1.4 Räumliche Verteilung der Temperaturänderung

Derzeit tritt der nordwestliche Bereich Westsachsens als besonders wärmegetönt hervor. Auch zukünftig sind nach WETTREG 2010 die wärmsten Bereiche in den Tieflagen zu erwarten. Es zeigt sich jedoch eine jahreszeitliche Varianz in der räumlichen Ausprägung. So wird in den Frühjahres- und Herbstmonaten ein heftiges Erwärmungssignal für den Leipziger Raum modelliert. Im Sommer liegt der Bereich höchster Temperaturen tendenziell nördlich der Prellheide-Noitzscher Heide und dem Elbraum. Das räumliche Erwärmungssignal bestätigt damit nicht die Ergebnisse von WEREX IV, wonach sich ein neuer Hitze-Schwerpunkt allein im Nordosten (Elbaue) mit den wärmsten Durchschnittstemperaturen ausbildet.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Klimaprojektion nicht die aktuelle Landnutzung einbezieht. Folglich ist im städtischen Raum ein zusätzliches Aufheizungspotential anteilig der versiegelten Fläche hinzuzurechnen (ebenso wie ein ausgleichender Effekt entsprechend der Vegetations- oder Wasserbedeckung).

3.2 Mittlerer Niederschlag

3.2.1 Aktuelle Tendenzen

Im Vergleich der Jahreswerte ist eine erhöhte Niederschlagssumme im Zeitraum 1991-2010 gegenüber der Klimanormalperiode 1961-90 auffällig. Diese liegt im Hügelland fast doppelt so hoch verglichen mit den tieferen Lagen der Region. Ausschlaggebend ist eine deutliche Zunahme der Niederschläge im Sommer (+ 10 % im Hügelland) sowie im Herbst. Im Tiefland ist dagegen nur im Herbst eine eindeutige Niederschlagszunahme erkennbar. Im Frühjahr und Winter dominiert ein leichter Rückgang des Niederschlags. Insgesamt erhöht sich vor allem die Schwankungsbreite der Regenereignisse quantitativ und räumlich.

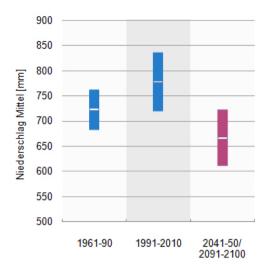
Tabelle 3-4: Vergleich des Mittleren Niederschlags innerhalb der Referenzzeiträume 1961-1990 und 1991-2010 unterschieden nach Hügelland und Tiefland der Region Leipzig-Westsachsen

	Hügell	a n d	Tiefland	
	Korrigierter Niederschlag 1961-1990	Änderung KNP zu 1991-2010	Korrigierter Niederschlag 1961-1990	Änderung KNP zu 1991-2010
Jahr	685 - 765 mm	+5,3 bis +9,5 %	565 - 641 mm	+3 bis +4 %
Frühjahr	166 - 191 mm	-1,8 bis -2 %	133 - 155 mm	+0,5 bis -1,6 %
Sommer	215 - 245 mm	+9,9 bis +11,5 %	185 - 200 mm	+7,5 bis -1,2 %
Herbst	154 - 169 mm	+10,5 bis 17,4 %	129 - 146 mm	+2 bis +8 %
Winter	151 - 173 mm	+0,2 bis +3,5 %	114 - 138 mm	-0,4 bis -2,6 %

KNP = Klimanormalperiode 1961-1990 (Datengrundlage SMUL 2008)

3.2.2 Projektionsergebnisse von WETTREG 2010

Auf Grundlage von WETTREG 2010 ist für alle Jahreszeiten eine Abnahme der Niederschläge möglich. Bis 2041-50 ist ein sehr drastischer Rückgang möglich, insbesondere im Frühjahr und Sommer. Für das Hügelland wird im jährlichen Mittel eine Abnahme um ca. -8 % und im Tiefland im Mittel um -15 % gegenüber der Klimanormalperiode 1961-90 projiziert. Im weiteren Verlauf bis Ende des 21. Jahrhunderts könnte sich die Regenmenge wieder erhöhen. Ihre Summe bleibt aber hinter den aktuellen Werten zurück (vgl. Tabelle 3-5). Eine kontinuierliche Reduzierung des Niederschlags bis 2091-2100 wird für das Frühjahr und den Sommer projiziert. Insbesondere im Sommer fällt ein heftiges Trockensignal auf mit bis zu -37 % Niederschlag für das Tiefland und, abgeschwächt, bis zu -14 % im Hügelland (im Vergleich mit 1961-90, vgl. Tabelle 3-5). Vegetationsperiode I zeigt im Vergleich des Zeitraumes 1991-2010 mit den modellierten Werten ebenfalls eine deutliche Niederschlagsabnahme mit bis zu -28 % für Tiefland und um -14% für das Hügelland bis Ende des 21. Jahrhunderts.



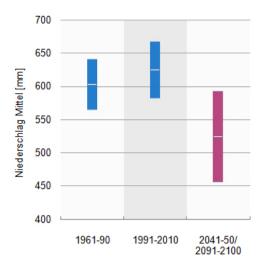


Abbildung 3-4: Gegenüberstellung der Referenzwerte mit den projizierten jährlichen Niederschlagsrückgängen im Hügelland und Tiefland Westsachsen (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B)

Tabelle 3-5: Prozentuale Niederschlagsänderungen für das Hügelland und Tiefland Westsachsens zwischen der Klimanormalperiode 1961-90 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (auf Basis von WETTREG 2010, Szenario A1B)

	Projektion für d	as Hügelland	Projektion für	das Tiefland
	Änderung KNP zu Änderung KNP zu 2041-2050 2091-2100		Änderung KNP zu 2041-2050	Änderung KNP zu 2091-2100
Jahr	-5,5 bis -10,6 %	-5,3 bis -7,4 %	-11,7 bis -19,4 %	-7,4 bis -13,3 %
Frühjahr	-8,3 bis -9,1 %	-10,6 bis -12,7 %	-9,1 bis -11,4 %	-12,9 bis -19,8 %
Sommer	-7,6 bis -11,0 %	-3,8 bis -13,5 %	-12,8 bis -19,8 %	-15,8 bis -37,4 %
Herbst	-2,8 bis -7,5 %	+6 bis +25 %	-11,7 bis -27,3 %	-3,1 bis -19,1 %
Winter	-11,2 bis -12,9 %	+1,3 bis -2,3 %	-13,9 bis -18,9 %	-4 bis -6 %

KNP = Klimanormalperiode 1961-1990 (Datengrundlage SMUL 2008)

Im Herbst und Winter ist der Zeitraum 2041-50 durch einen abnehmenden Trend geprägt. Für 2091-2100 ist eine Entspannung der Niederschlagssituation möglich, die aber nur für die Herbstniederschläge im Hügelland höhere Werte über den aktuellen Summen berechnet (vgl. Abbildung 3-5). Insgesamt zeigen die WETTREG-Projektionen eine hohe Spannweite der möglichen Niederschlagsentwicklung (siehe Abbildung 3-6 und Abbildung 3-5). Der Trend zu erhöhter Trockenheit bleibt dabei trotz der Bandbreite der möglichen Entwicklung vorherrschend. MELLENTIN 2009 verweist diesbezüglich auf zurückliegende Perioden sehr feuchter Winter (1998/1999, 1999/2000) als auch trockener Winter (2000/2001). Diese Variabilität könnte sich in den nächsten Jahrzehnten fortsetzen.

Spannweiten der absoluten Niederschlagssummen für alle Betrachtungszeiträume sind in Tabelle 3-6 und Tabelle 3-7 einzusehen.

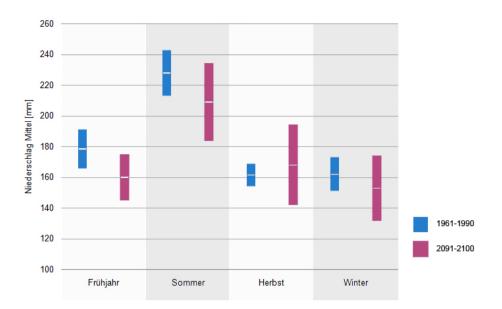


Abbildung 3-5: Spanne des mittleren Niederschlags im **Hügelland Westsachsen:** Gegenüberstellung der Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und 2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B

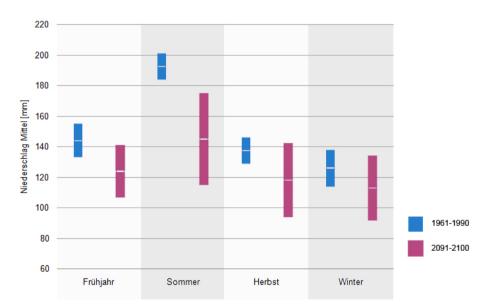


Abbildung 3-6: Spanne des mittleren Niederschlags im **Tiefland Westsachsen:** Gegenüberstellung der Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und 2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B

3.2.3 Vergleich der Klimaprojektionen WEREX IV und WETTREG 2010

Im Vergleich mit WEREX IV ist ein wesentlich stärkeres Signal zum Niederschlagsrückgang in allen Betrachtungszeiträumen zu verzeichnen. Trotz der festgestellten Streuung der projizierten Werte, bleiben die Spannweiten dennoch enger als im Vorgänger-Modell und zeichnen eindeutiger den Trend zu zunehmender Trockenheit nach. Die modellierten Ergebnisse von WETTREG 2010 zeigen zudem weniger konsistent auf die Elbaue als räumlichen Schwerpunkte höchster Trockenheit (vgl. Kap. 3.2.3.). Ein Vergleich der räumlichen Niederschlagsverteilungen beider Modelle und der Referenzzustände zeigen die Karten 2-1 bis 2-6.

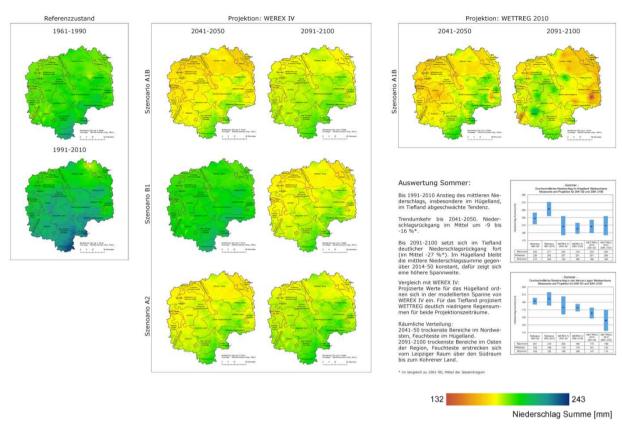


Abbildung 3-7: Gegenüberstellung des mittleren **Niederschlags im Sommer** für die Referenzzeiträume (1961-1990 und 1991-2010), die Klimaprojektionen nach WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2) und WETTREG 2010 (Szenario A1B) für die ausgewählten Projektionszeiträume 2041-50 und 2091-2100, vgl. Karten 1-1 bis 1-6 für die übrigen Jahreszeiten

3.2.4 Räumliche Verteilung der Niederschlagsänderung

Auf Basis von WEREX IV war ein Bereich des Niederschlagsrückgangs im Nordosten der Region (Elbaue) auszulesen. Dieses Signal wird durch WETTREG 2010 nicht bestätigt. Stattdessen könnte sich ein Schwerpunkt höchster Trockenheit im Nordwesten und Westen der Region verstärken. Im Frühjahr 2041-50 wird sogar südwestlich von Leipzig ein Bereich höchster Trockenheit projiziert. Gegenläufig wird der Leipziger Raum im Zeitraum 2091-2100 als feuchtester Bereich dargestellt. Im Winter sticht ein markanter West-Ost-Abfall der Niederschläge hervor. Dieser könnte auf die veränderte Anströmrichtung der Wetterlagen zurückzuführen sein, die dem Klimamodell zugrunde liegen (vgl. LfULG 2012) und welche insbesondere in Sachsen großen Einfluss auf die Niederschlagsverteilung haben. Die Elbaue zählt mit hoher Wahrscheinlichkeit weiterhin zu den Bereichen mit sehr niedrigen Regenmengen.

Saisonal ist insgesamt eine divers gestreute Niederschlagsverteilung möglich. Regenreichste Gebiete sind nicht länger nur auf das Hügelland beschränkt und reichen zum Teil tief in die Übergangslagen hinein (Bad Lausicker Hügellandschwelle, Mulde-Porphyrhügelland und Naunhofer Land).

In den Karten 2-1 bis 2-6 zeigen sich mitunter kleinräumige Niederschlagsspitzen. Diese sind auf Niederschlagsstationen an dieser Stelle zurückzuführen, die sich in der Projektion durchschlagen. Auch aufgrund der hohen zeitlichen und räumlichen Schwankungsbreite der Niederschlagsprojektion wird empfohlen planerische Schlussfolgerung nur für größere Räume zu formulieren. Liegen Projektionsergebnisse sehr kleiner Raumausschnitte zugrunde, besteht die Gefahr, dass Handlungsstrategien aus lokal abweichenden Klimatrends abgeleitet werden. Die Einteilung in drei bis vier Planungsräume im Klimawandel bestätigt sich vor diesem Hintergrund (vgl. Kapitel 4)

Tabelle 3-6: Spannweite der möglichen absoluten Niederschlagswerte im Tiefland Westsachsens, auf Grundlage von WETTREG 2010 Szenario A1B für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100

	Referenzw	erte Hügelland	Projektionswerte Hügelland	
	1961-1990 1991-2010		2041-2050	2091-2100
Jahr	565 – 641 mm	582 – 668 mm	456 – 566 mm	490 – 593 mm
Frühjahr	133 – 155 mm	134 – 152 mm	118 – 141 mm	107 – 135 mm
Sommer	184 – 201 mm	182 – 216 mm	147 – 175 mm	115 – 169 mm
Herbst	129 – 146 mm	132 – 158 mm	94 – 129 mm	104 – 142 mm
Winter	114 – 138 mm	111 – 137 mm	92 – 119 mm	108 – 134 mm
Vegetations- periode I	-	135 – 157 mm	122 – 150 mm	98 – 134 mm

Tabelle 3-7: Spannweite der möglichen absoluten Niederschlagswerte im Hügelland Westsachsens, auf Grundlage von WETTREG 2010 Szenario A1B für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100

	Referenzwe	rte Hügelland	Projektionsw	erte Hügelland
	1961-1990	1991-2010	2041-2050	2091-2100
Jahr	685 - 765 mm	719 - 836 mm	611 - 721 mm	632 – 722 mm
Frühjahr	166 - 191 mm	163 – 187 mm	151 – 175 mm	145 – 171 mm
Sommer	215 - 245 mm	234 – 271 mm	189 – 224 mm	184 – 234 mm
Herbst	154 - 169 mm	170 – 198 mm	142 – 174 mm	160 – 194 mm
Winter	151 - 173 mm	151 – 179 mm	132 – 154 mm	148 – 174 mm
Vegetations- periode I	-	168 – 191 mm	160 – 185 mm	144 – 163 mm

3.3 Klimatische Wasserbilanz

3.3.1 Aktuelle Tendenzen

In der Periode 1961-90 treten kleinräumig verstreut Gebiete mit ganzjährig negativer Bilanz auf, vornehmlich innerhalb der Naturräume Ostelbien, Prellheide-Noitzscher Heide, Delitzscher Platte bis Elster-Pleiße-Luppe-Aue auf. Im Tiefland liegt 1991-2010 die mittlere jährliche Klimatische Wasserbilanz etwa auf dem gleichen Niveau mit einer Spannweite von 70 bis 200 mm. Allerdings weiten sich die Bereiche mit negativer Jahresbilanz aus und ziehen sich aktuell als Streifen von der Elster-Pleiße-Luppe-Aue bis zur Prellheide-Noitzscher Heide (vgl. Karte 3-1). Im Hügelland ist 1991-2010 im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-90 eine positivere Bilanz im Jahresmittel festzustellen (im Mittel +22 mm), die sich aus den erhöhten Niederschlagssummen in diesem Zeitraum ergibt (vgl. Kap. 3.2). Im Sommerhalbjahr ist die Region in beiden Referenzzeiträumen durch Wasserzehrung (negative klimatische Wasserbilanz) gekennzeichnet. Bis 1991-2010 verringert sich die Wasserverfügbarkeit weiter. Vor allem der Norden Westsachsens zeigt eine Vergrößerung kritischer Bereich im Vergleich zu 1961-90. (vgl. Tabelle 3-8, Karte 3-2). Das Winterhalbjahr zeigt sich konträr in der Periode 1991-2010 ein positiver Trend in der Klimatischen Wasserbilanz. Im Mittel höhere Wasserverfügbarkeit besteht für die Übergangslagen und die Dahlener Heide (Karte 3-3).

Tabelle 3-8: Vergleich der Klimatischen Wasserbilanz innerhalb der Referenzzeiträume 1961-1990 und 1991-2010 unterschieden nach Hügelland und Tiefland der Region Leipzig-Westsachsen

	Hügel	land	Tiefland	
١	Klimatische Wasserbilanz absolut 1961-1990	Änderung KNP zu 1991-2010	Klimatische Wasserbilanz absolut 1961-1990	Änderung KNP zu 1991-2010
Jahr	61 bis 160 mm	+8 bis +35 mm	12 bis -67 mm	+2 bis -3 mm
Sommerhalbjahr	-32 bis -107 mm	-8 bis -17 mm	-137 bis -173	-12 bis -39 mm
Winterhalbjahr	173 bis 215 mm	+13 bis +29 mm	109 bis 151 mm	+/-0 bis +8 mm
VND - Vlimanorma	Unariada 1061 1000 (Da	tenarundlage SMIII 2008)	I	

KNP = Klimanormalperiode 1961-1990 (Datengrundlage SMUL 2008)

3.3.2 Projektionsergebnisse von WETTREG 2010

Basierend auf WETTREG 2010 ist für 2041-50 eine regionsweit angespannte klimatische Wasserbilanz zu erwarten, die sich bis Ende 2091-2100 noch stärker in den negativen Bereich verschiebt. Im jährlichen Mittel könnte sich die Wasserverfügbarkeit im Tiefland im Mittel um -188 mm bis 2041-50 und um -204 mm bis 2091-2100 im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-90 entwickeln. Für das Hügelland ist eine ähnliche Entwicklung mit einer Reduktion im Mittel um -148 mm bis 2041-50 und -194 mm bis 2091-2100 projiziert (vgl. Tabelle 3-9).

Tabelle 3-9: Änderungen der Klimatischen Wasserbilanz in mm für das Hügelland und Tiefland Westsachsens zwischen der Klimanormalperiode 1961-90 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (auf Basis von WETTREG 2010, Szenarien A1B)

	Projektion für das Hügelland		Projektion für das Tiefland		
	Änderung KNP zu 2041-2050	Änderung KNP zu 2091-2100	Änderung KNP zu 2041-2050	Änderung KNP zu 2091-2100	
Jahr	-138 bis -159 mm	-193 bis -195 mm	-160 bis -216 mm	-189 bis -219 mm	
Sommerhalbjahr	-112 bis -117 mm	-155 bis -178 mm	-113 bis -150 mm	-152 bis -188 mm	
Winterhalbjahr	-29 bis -37 mm	-43 bis -51 mm	-57 bis -39 mm	-53 bis -69 mm	
VND - Vlimanorma	Inariada 1061 1000 (Da	stanarundlaga SMIII 2009	2)		

KNP = Klimanormalperiode 1961-1990 (Datengrundlage SMUL 2008)

Im Sommerhalbjahr (März bis September) sinkt laut Projektion die klimatische Wasserbilanz bis 2041-50 im Mittel um -130 mm im Tiefland und -115 mm im Hügelland gegenüber 1961-90. Auch dieser Trend könnte sich bis 2091-2100 weiter verstärken (vgl. Tabelle 3-9). Das Winterhalbjahr zeigt ebenso ein Signal abnehmender Wasserverfügbarkeit, welches aber nicht so stark ausgeprägt ist wie im Sommerhalbjahr. Eine Gesamtbilanz im positiven Bereich (keine Wasserzehrung) scheint im Winterhalbjahr für die gesamte Region auch zukünftig wahrscheinlich. Bis 2091-2100 sinkt die Bilanz im Mittel auf einen Absolutwert von 70 mm im Tiefland und auf 150 mm im Hügelland im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-90 (vgl. Tabelle 3-11 und Tabelle 3-10).

Das höchste Wasserbedürfnis besteht in der Vegetationsperiode I (April bis Juni). Für beide Projektionszeiträume wird ebenfalls eine sinkende Wasserverfügbarkeit projiziert. Im Tiefland fehlen im Vergleich zu 1991-2010 im Mittel um -30 mm bis 2041-50 und -65 mm bis 2091-2100. Das Hügelland unterscheidet sich kaum mit einem Rückgang um -25 mm bis 2041-50 und -60 mm bis 2091-2100.

Bemerkenswert erscheint darüber hinaus der sächsische Vergleich. Hierbei erweist sich die Region Leipzig-Westsachsen am betroffensten von allen Planungsregionen des Bundeslandes gegenüber einer Minderung der Klimatischen Wasserbilanz wie in Abb. Dargestellt (Basis WETTREG 2010 für den Zeitraum 2036-2065 bzw. 2071-2100, siehe Klimacheck zum LEP Sachsen in SCHMIDT ET AL. 2011b).

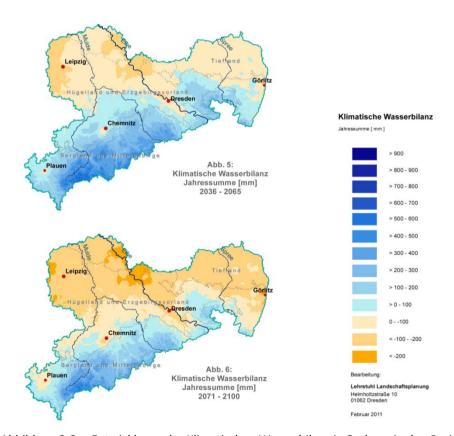


Abbildung 3-8: Entwicklungs der Klimatischen Wasserbilanz in Sachsen in den Projektionszeiträumen 2036-2065 und 2071-2100 (Quelle: Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung, TU Dresden)



Abbildung 3-9: Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz im Hügelland Westsachsens, Vergleich der Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und 2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B)

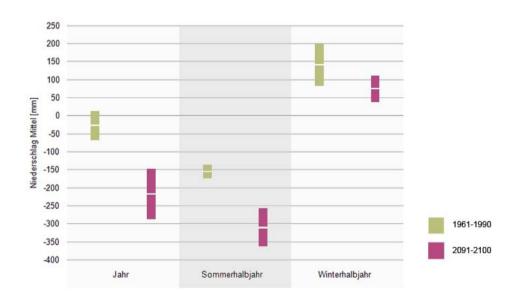


Abbildung 3-10: Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz im Tiefland Westsachsens, Vergleich der Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und 2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B)

3.3.3 Vergleich der Klimaprojektionen WEREX IV und WETTREG 2010

In der WEREX IV-Projektion zeigte sich eine weite Streuung der möglichen klimatischen Wasserbilanz. Diese Varianz wurde durch WETTREG 2010 nicht bestätigt. In der aktuellen Regionalisierung tritt ein deutliches Signal für eine zukünftige Trockenheit hervor. Im Sommer- und Winterhalbjahr ist eine sinkende Bilanz wahrscheinlich. Teilräume mit der höchsten Trockenheit verteilen sich breiter als von WEREX IV projiziert im gesamten Tiefland (Norden der Region bis Westen von Leipzig). Ein leichter Schwerpunkt könnte sich im Nordwesten von Leipzig ausbilden (vgl. Karte 3-1 bis 3-4).

In Abbildung 3-11 wird exemplarisch die klimatische Entwicklung im Winterhalbjahr dargestellt.

KLIMA Analyse Leipzig-Westsachsen 2012

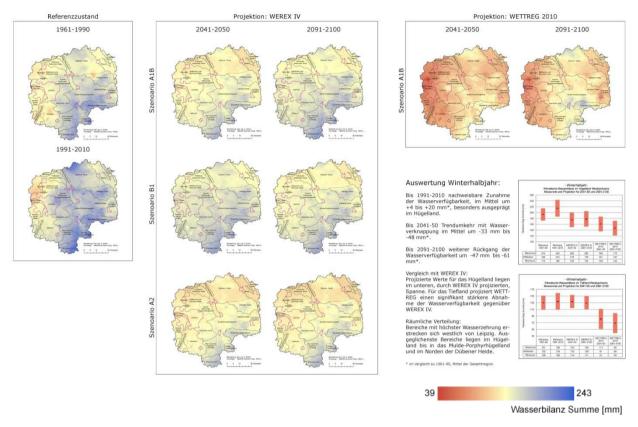


Abbildung 3-11: Gegenüberstellung der **klimatischen Wasserbilanz im Winterhalbjahr** für die Referenzzeiträume (1961-1990 und 1991-2010), die Klimaprojektionen nach WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2) und WETTREG 2010 (Szenario A1B) für die ausgewählten Projektionszeiträume 2041-50 und 2091-2100, vgl. Karten 1-1 bis 1-6 für die übrigen Jahreszeiten

3.3.4 Räumliche Verteilung der klimatischen Wasserbilanz

Auf Basis von WETTREG 2010 ist eine flächendeckende Verknappung des Wasserdargebotes in der Region bis Ende des 21. Jahrhunderts kennzeichnend.

Bereiche mit der höchsten Wasserzehrung treten räumlich variierend in den tieferen Lagen der Region auf. Sie erstrecken sich im Sommerhalbjahr und Gesamtjahresvergleich von der Elbaue bis in den Norden Leipzigs, während im Winterhalbjahr der äußerste Westen und Oster der Region mit stärkster Wasserverknappung auffällt. In nahezu allen Betrachtungszeiträumen ist die Wahrscheinlichkeit der Wasserzehrung für den Nordwesten von Leipzig gegeben. Ausgeglichenste Bereiche bezüglich der Wasserverfügbarkeit konzentrieren sich nach WETTREG im Kohrener, Mulde-Lösshügelland und Döbelner Lösshügelland, wobei in einigen Projektionsschnitten auch das Regionszentrum, die Dahlener Heide und der Norden der Dübener Heide durch den schwächsten Trend zur Wasserverknappung auffällt.

Aus Tabelle 3-10 bzw. Tabelle 3-11 kann abgelesen werden, dass sich im Tiefland die Wasserverfügbarkeit stärker reduziert als im Hügelland. Im Resultat könnte die regionsweite Spanne von trockenem Tiefland zu vergleichsweise feuchtem Hügelland innerhalb der Region größer werden und sich ein steilerer Gradient ausbilden.

Tabelle 3-10: Spanne der möglichen Klimatischen Wasserbilanz im Hügelland Westsachsens (Absolutwerte in mm), auf Grundlage von WETTREG 2010 Szenario A1B für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100

	Referenzwerte Hügelland		Projektionswerte Hügelland	
	1961-1990	1991-2010	2041-2050	2091-2100
Jahr	61 bis 160 mm	69 bis 196 mm	+22 bis -98 mm	-33 bis -134 mm
Sommerhalbjahr	-32 bis -107 mm	-49 bis -116 mm	-150 bis -219 mm	-210 bis -262 mm
Winterhalbjahr	173 bis 215 mm	186 bis 243 mm	136 bis 186 mm	122 bis 172 mm
Vegetationsperiode I	-	-61 bis -90 mm	-86 bis -115 mm	-125 bis -149 mm

Tabelle 3-11: Spanne der möglichen Klimatischen Wasserbilanz im Tiefland Westsachsens (Absolutwerte in mm), auf Grundlage von WETTREG 2010 Szenario A1B für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100

	Referenzwerte Tiefland		Projektionswerte Tiefland	
	1961-1990	1991-2010	2041-2050	2091-2100
Jahr	12 bis -67 mm	9 bis -65 mm	-148 bis -284 mm	-177 bis -287 mm
Sommerhalbjahr	-137 bis -173	-212 bis -149 mm	-250 bis -323 mm	-289 bis -361 mm
Winterhalbjahr	109 bis 151 mm	109 bis 159 mm	51 bis 111 mm	39 bis 98 mm
Vegetationsperiode I	-	-105 bis -130 mm	-129 bis -166 mm	-162 bis -201 mm

4 Regionale Planungsräume im Klimawandel

Die WETTREG 2010- Projektion bestätigt eine klimatische Abstufung in die Räume Hügelland – Übergangslagen – Tiefland. In den Naturräumen Kohrener Land, Mulde-Lösshügelland und Döbelner Lösshügelland sind auch zukünftig im regionsweiten Vergleich die höchste Niederschläge zu erwarten, bei gleichzeitig gemäßigsten Temperaturen und dem ausgeglichensten Wasserdargebot. Dem gegenüber sind regional für die tieferen Lagen mit höchste Temperaturen und geringste Niederschlägen wahrscheinlich, woraus ein markanter Trend zunehmender Trockenheit resultiert. Dies umfasst die Naturräume: Annaburger Heide, Elbaue, südliche Dübener Heide, Prellheide-Hoitzscher Heide, Nordraum, Delitzscher und Brehnaer Platte, Leipzig mit der Elster-Pleisse-Luppe-Aue, Markranstädter Platte und Südliche Elsteraue. Die übrigen Gebiete sind den Übergangslagen zuzurechnen. Sie zeigen in der graphischen Darstellung Wechselbereiche an und weisen teilweise ähnliche Feuchte- und Temperaturwerte auf wie das Hügelland (vgl. Karte 3-2: Niederschlagsverteilung im Frühjahr 2041-50). In anderen Jahreszeiten zeigen sich in den Übergangslagen dagegen deutlich abweichende Signale vom Hügelland (vgl. Karte 1-6, Mittlere Temperatur in der Vegetationsperiode I). Die Zwischenstellung dieses Raumes wird damit bestätigt.

Gebiete der höchsten Extreme (größte Hitze, größte Trockenheit) verteilen sich auf Basis der Datengrundlage räumlich divers zwischen dem Westen, Nordwesten und Nordosten. Damit bestätigt WETTREG 2010 nicht den Klimaraum "nördliche Tieflagen". Vor diesem Hintergrund ist es nicht möglich einen vierten Raum "höchster Temperaturen und geringster Niederschläge" auszugrenzen. Es wird empfohlen, diesen mit dem Raum Tieflagen zu vereinen. Weiterhin wird vorgeschlagen die Dübener Heide in den Raum Übergangslagen einzuordnen. Häufig fällt insbesondere der nördliche Bereich der Dübener Heide durch abweichende Werte im Vergleich mit den angrenzenden Naturräumen des Tieflandes auf.

Die vorgeschlagenen Anpassungen der räumlichen Gliederung auf Basis der Klimaanalyse von WETTREG 2010-Projektion ist in Abbildung 4-1 sowie in der tabellarischen Übersicht (Tabelle 4-1) aufgeführt.

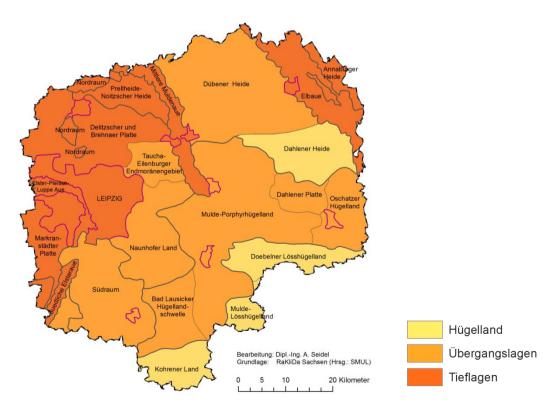


Abbildung 4-1: Planungsräume im Klimawandel auf Grundlage der Klimaprojektionen

Tabelle 4-1: Zusammenfassende Betrachtung der wahrscheinlichen klimatischen Veränderungen für die Teilregionen Leipzig-Westsachsens

.

	Klima des Hügellandes	Übergangsklima	Klima des Tieflandes
Naturräume	Kohrener Land Mulde-Lößhügelland Döbelner Lößhügelland Dahlener Heide	Oschatzer Hügelland Dahlener Platte Dübener Heide Mulde-Porphyrhügelland Bad Lausicker Hügellandschwelle Naunhofer Land Südraum Leipzig Taucha-Eilenburger Endmoränengebiet	Mittlere Muldenaue Prellheide-Noitzscher Heide Delitzscher und Brehnaer Platte Nordraum Leipzig Stadt Leipzig Makranstädter Platte Elster-Pleiße-Luppe-Aue Südliche Elsteraue Elbaue Annaburger Heide (in der Region) Nördlicher Teil des Nordraums Leipzig
Temperatur	<u>Kühlste</u> absolute Durchschnittstemperaturen	Gemäßigte absolute Durchschnittstemperaturen	<u>Hohe</u> absolute Durchschnittstemperaturen
Niederschlag	Höchste durchschnittliche Niederschläge	<u>Gemäßigte</u> durchschnittliche Niederschläge	<u>Niedrige</u> durchschnittliche Niederschläge
Wasserbilanz	Negative jährliche Wasserbilanz	<u>Leicht bis deutlich</u> negative jährliche <u></u> Wasserbilanz	<u>Deutlich</u> negative_jährliche und sommerliche Wasserbilanz
Änderungssignal	Gemäßigste regionale Erwärmung und Niederschlagsrückgänge	<u>Deutliche</u> Temperaturerhöhung und Niederschlagsrückgänge	Höchste regionale Temperaturerhöhungen sowie hohe Vorbelastung

Alle Entwicklungen sind nur als Tendenz zu betrachten und sind abhängig von sich verändernden Rahmenbedingungen (Ursachen des Klimawandels) sowie dem zugrunde liegenden Regionalisierungsverfahren.

5 Ergebnisse der Klimaprojektion für den Südraum Leipzigs

5.1 Mittlere Temperatur

Im Referenzzeitraum 1991-2010, der am besten die aktuelle Situation widerspiegelt, reicht die jährliche Durchschnittstemperatur von 9,4 °C im Kohrener Land bis 10,3 °C im Stadtgebiet von Leipzig. Die klimatische Spannweite weist damit ca. 1 °C Unterschied auf. Bis Mitte des 21. Jahrhunderts ist im Mittel eine Temperaturerhöhung um 2 °C möglich, bis 2091-2100 um 3,6 °C im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-90. Das stärkste Erwärmungssignal wird für die Wintermonate berechnet (bis zu + 6°C bis 2091-2100), gefolgt von den mittleren Temperaturen im Sommer (+ 4°C bis 2091-2100) (vgl. Tabelle 5-1).

Tabelle 5-1: Temperaturänderung im Südraum Leipzigs zwischen Klimanormalperiode 1961-90, Referenzperiode 1991-2010 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)

		Südraum Leipzig	
	Referenzzeitraum	Projektion	szeiträume
	KNP zu 1991-2010	KNP zu 2041-2050	KNP zu 2091-2100
Jahr	+0,7 bis +0,9 °C	+1,9 bis + 2,0 °C	+3,6 °C
Frühjahr	+1,1 bis +1,4 °C	+1,9 bis + 2.0 °C	+2,6 bis +2,7 °C
Sommer	+1,0 bis +1,4 °C	+1,9 bis +2,3°C	+4 °C
Herbst	+0,2 °C	+1,5 bis +1,7 °C	+2,3 bis +2,4 °C
Winter	+0,6 bis +0,7 °C	+3,9 bis +4,0 °C	+5,6 bis +6,0 °C

Auch zukünftig folgt der Temperaturgradient einem Nord-Südverlauf, wobei die vergleichsweise kühlsten Temperaturen mit hoher Wahrscheinlichkeit im Kohrener Land auftreten. Das wärmste Zentrum verschiebt sich tendenziell von der Elster-Pleiße-Luppe-Aue in das Leipziger Stadtgebiet, wobei die Erwärmung durch versiegelte Flächen noch nicht eingerechnet ist. Ein kartographischer Vergleich der betrachteten Zeiträume findet sich in den Karten 4-1 bis 4-4.

Die projizierte Entwicklung der Temperatur für alle Jahreszeiten zeigt das Diagramm in Abbildung 5-1. Mindestund Maximalwerte der Projektionswerte markieren die Grenze der Balken und bilden gleichzeitig die räumliche Spannweite zwischen dem Tief- und Hügelland ab. Ergänzend sind in Tabelle 5-2 die absoluten mittleren Temperaturwerte für die Referenzperioden und die Projektionszeiträume aufgeführt. Die Werte sind allerdings nur als Tendenz anzusehen.

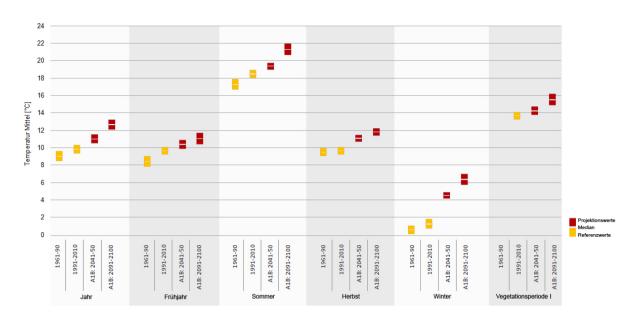


Abbildung 5-1: Spanne der mittleren Temperatur im **Südraum Leipzig:** Gegenüberstellung der Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und 2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B)

Tabelle 5-2: Gegenüberstellung der Mittleren Temperatur (Absolutwerte) für den Südraum Leipzig; Referenzzeiträume (1961-90 und 1991-2010) und Projektionszeiträume 2041-2050 und 2091-2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)

	Südraum Leipzig				
	Referenz	zperioden	Projektions	szeiträume	
	1961-90	1991-2010	2041-50	2091-2100	
Jahr	8,5 bis 9,6 °C	9,4 bis 10,3 °C	10,5 bis 11,5 °C	12,1 bis 13,2 °C	
Frühjahr	7,9 bis 9,0 °C	9,2 bis 10,1 °C	9,9 bis 10,9 °C	10,4 bis 11,7 °C	
Sommer	16,7 bis 17,9 °C	18,0 bis 18,9 °C	19,0 bis 19,8 °C	20,7 bis 21,9 °C	
Herbst	9,0 bis 9,9 °C	9,2 bis 10,1 °C	10,7 bis 11,4 °C	11,4 bis 12,2 °C	
Winter	0,1 bis 1,0 °C	0,7 bis 1,8 °C	4,2 bis 4,9 °C	5,7 bis 7,0 °C	
Vegetations- periode 1		13,2 bis 14,1 °C	13,8 bis 14, 7 °C	14,9 bis 16,2 °C	

5.2 Mittlerer Niederschlag

Die abgeleiteten Tendenzen der Gesamtregion zeigen sich auch in der verfeinerten Betrachtung des Südraums. Im Frühjahr und Sommer sind die deutlichsten Niederschlagsrückgänge zu erwarten, insbesondere in den Frühjahresmonaten mit geradlinigem Trend bis Ende des 21. Jahrhundert (-10 bis -13,5 % bis Mitte des 21. Jh. Und -12,5 bis -20 % bis Ende des 21. Jh.). Im Sommer ist sogar die niedrigste Regensumme im regionsweiten Vergleich möglich. Allerdings zeigt sich zum Ende des Jahrhunderts eine hohe Spannweite der Sommerniederschläge (vgl. Abbildung 5-2)

Im Herbst und Winter werden im Zeitraum 2041-50 nach WETTREG 2010 die niedrigsten Regensummen erreicht (im Herbst im Mittel 150 mm, im Winter im Mittel 130 mm, vgl. Tabelle 5-4). Bis 2091-2100 nehmen die Niederschläge wieder leicht zu, obgleich das Defizit zu aktuellen Regensummen bestehen bleibt. Nur die Herbstniederschläge fallen durch eine hohe Spannweite auf, die im Kohrener Land sogar wieder über den Werten von 1961-90 liegt (vgl. Tabelle 5-3). Die Schwankungsbreite deutet hierbei auf ein unsicheres Signal. In der Vegetationsperiode I kann ein deutlicher Trend zu Trockenheit, im Mittel -18 % bis 2041-50 und -12 % bis 2091-2100, auftreten.

Tabelle 5-3: Niederschlagsänderungen in % im Südraum Leipzigs zwischen Klimanormalperiode 1961-90, Referenzperiode 1991-2010 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)

		Südraum Leipzig	
	Änderung KNP zu 1991-2010	Änderung KNP zu 2041-2050	Änderung KNP zu 2091-2100
Jahr	+4,6 bis +10,2 %	-8,2 bis -16 %	-7,4 bis -10,3 %
Frühjahr	+0,6 bis -1,3 %	-10,2 bis -13,5 %	-12,4 bis -20,1 %
Sommer	+10,6 bis +12,6 %	-11,4 bis -18,6 %	-2,9 bis -21,3 %
Herbst	+11,7 bis +17,5 %	+3,0 bis -16,6 %	+14,8 bis -7,8%
Winter	+1,1 bis +8,2 %	-12,0 bis -15,4 %	-3,9 bis -4,5 %

KNP = Klimanormalperiode 1961-1990 (Datengrundlage SMUL 2008)

Die projizierte Entwicklung der Niederschläge für alle Jahreszeiten und die Monatssumme zeigt das Diagramm in Abbildung 5-2. Mindest- und Maximalwerte der Projektionswerte markieren die Grenze der Balken.

300 275 250 225 Niederschlag Mittel [mm] 200 175 150 125 100 75 50 25 Projektion Median 1961-90 1961-90 A1B: 2041-50 1991-2010 1961-90 1991-2010 1991-2010 1961-90 1991-2010 A1B: 2091-2100 A1B: 2041-50 2091-2100 1991-2010 A1B: 2041-50 A1B: 2091-2100 A1B: 2041-50 A1B: 2091-2100 1961-90 A1B: 2041-50 A1B: 2091-2100 A1B:

Abbildung 5-2: Spanne des mittleren Niederschlags im Südraum Leipzig: Gegenüberstellung der Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und 2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B

Bereiche mit den höchsten Niederschlägen treten mit hoher Wahrscheinlichkeit auch zukünftig im Kohrener Land und seinen Ausläufern auf. Gebiete höchster Trockenheit sind im der Elster-Pleisse-Luppe-Aue und im Leipziger Raum anzunehmen. Somit bleibt der Niederschlagsgradient vom vergleichsweise trockenen Norden in den feuchteren Süden bestehen. Die Maximal- und Minimalwerte in Tabelle 5-2 widerspiegeln die räumliche Verteilung. Alle absoluten Werte sind allerdings nur als Tendenz anzusehen.

Ein kartographischer Vergleich der betrachteten Zeiträume findet sich in den Karten 5-1 bis 5-4.

Tabelle 5-4: Gegenüberstellung des mittleren Niederschlags (Absolutwerte) für den Südraum Leipzig; Referenzzeiträume (1961-90 und 1991-2010) und Projektionszeiträume 2041-2050 und 2091-2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)

Korrigierter Niederschlag 1961-1990 579 – 785 mm	Änderung KNP zu 1991-2010 671 – 836 mm	Änderung KNP zu 2041-2050	Änderung KNP zu 2091-2100
579 – 785 mm	671 – 836 mm	F40 COC	
		549 – 696 mm	581 – 702 mm
141 – 190 mm	156 – 187 mm	138 – 170 mm	134 – 166 mm
185 – 241 mm	223 – 271 mm	171 – 213 mm	170 – 234 mm
129 – 169 mm	159 – 198 mm	125 – 174 mm	141 – 194 mm
115 – 166 mm	135 – 179 mm	111 – 146 mm	123 – 158 mm
-	165 – 191 mm	136 – 162 mm	145 – 179 mm
	185 – 241 mm 129 – 169 mm 115 – 166 mm	185 – 241 mm 223 – 271 mm 129 – 169 mm 159 – 198 mm 115 – 166 mm 135 – 179 mm	185 - 241 mm 223 - 271 mm 171 - 213 mm 129 - 169 mm 159 - 198 mm 125 - 174 mm 115 - 166 mm 135 - 179 mm 111 - 146 mm - 165 - 191 mm 136 - 162 mm

KNP = Klimanormalperiode 1961-1990 (Datengrundlage SMUL 2008)

5.3 Klimatische Wasserbilanz

Im Zeitraum 1961-90 und 1991-2010 treten Bereiche mit negativer jährlicher Gesamtbilanz nur in der Elster-Pleisse-Luppe-Aue auf (vgl. Karte 6-1). Das Maß der Wasserzehrung ist im aktuellen Zeitraum jedoch höher ausgeprägt. Gleichzeitig ist das Hügelland durch einen leichten Wasserüberschuss gekennzeichnet (vgl. Tabelle 5-5). In der Projektion ist für das Gesamtjahr eine wachsende Reduzierung der Wasserressourcen gegenüber dem aktuellen Zustand wahrscheinlich. Bis Mitte des 21. Jahrhunderts ist es möglich, dass der gesamte Südraum in der Jahresbilanz keine positiven Werte erreicht und damit flächendeckend durch Wasserzehrung gekennzeichnet ist. Bis Mitte des 21. Jh. könnte die Wasserverfügbarkeit in der Spanne von -172 bis -230 mm bis 2041-50 und um -188 bis -253 mm bis 2091-2100 sinken (vgl. Tabelle 5-6 und Abbildung 5-3).

Im Sommerhalbjahr wird eine starke Abnahme der Wasserverfügbarkeit für den gesamten Südraum projiziert. Kritischste Gebiete sind für den Nordwesten des Südraums wahrscheinlich. Bis 2041-50 wird eine mittlere Gesamtbilanz von -195 mm (absolut) und -237 mm (absolut) bis 2091-2100 modelliert (vgl. Tabelle 5-6).

Im Winterhalbjahr bleibt die Wasserverfügbarkeit zwischen der Klimanormalperiode 1961-90 und dem Referenzzeitraum 1991-2010 vergleichsweise konstant. Im Hügelland ist sogar eine leichte Zunahme nachzuweisen. Bis Mitte des 21. Jahrhunderts kehrt sich dieser Trend um. Das Signal für zunehmende Trockenheit ist bestimmend, jedoch nicht so stark wie im Sommerhalbjahr (Vegetationsbedeckung nicht eingerechnet). Es zeigt sich ein markanter West-Ost-Gradient in der räumlichen Verteilung, der schon bei der Betrachtung der Gesamtregion auffiel. Die Änderung bis 2041-50 beträgt -40 bis -50 mm gegenüber 1961-90 und verstärkt sich zum Ende des 21. Jahrhunderts kaum noch (vgl. Tabelle 5-5).

Tabelle 5-5: Änderungen der Klimatischen Wasserbilanz in mm im Südraum Leipzig zwischen der Klimanormalperiode 1961-90, Referenzperiode 1991-2010 und den Projektionszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 (WETTREG 2010, Szenarien A1B)

	Südraum Leipzig		
	Änderung KNP zu 1991-2010	Änderung KNP zu 2041-2050	Änderung KNIP zu 2091-2100
Jahr	+41 bis -7 mm	-172 bis -229 mm	-188 bis -253 mm
Sommerhalbjahr	-11 bis -14 mm	-126 bis -132 mm	-159 bis -172 mm
Winterhalbjahr	+6 bis +40 mm	-40 bis -49 mm	-35 bis -39 mm

KNP = Klimanormalperiode 1961-1990 (Datengrundlage SMUL 2008)

Bereiche mit der höchsten Wasserzehrung treten mit hoher Wahrscheinlichkeit im Bereich des Leipziger Auwaldes aus und strahlen bis in die Südliche Elsteraue aus. Im Sommerhalbjahr des Zeitraumes 2041-50 zeigt die Projektion den höchsten Rückgang der Wasserverfügbarkeit für das Leipziger Stadtgebiet mit der Elsteraue. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Vegetationsperiode I. Im Winterhalbjahr modelliert WETTREG 2010 einen Ost-West Gradienten der Wasserzehrung, wobei die sich die ausgeglichensten Bereiche vom Osten Leipzigs über das Naunhofer Land bis ins Kohrener Land erstrecken. Das Kohrener Land weist in allen Betrachtungszeiträumen eine hohe Wahrscheinlichkeit für die vergleichsweise höchste Wasserverfügbarkeit auf. Insgesamt ist jedoch für den gesamten Südraum ein deutlicher Trend zunehmender Wasserverknappung wahrscheinlich. Lediglich die geographische Abstufung vom vergleichsweise feuchten Hügelland bis in die trockenen Tieflagen bleibt bestehen.

Ein kartographischer Vergleich der betrachteten Zeiträume findet sich in den Karten 6-1 bis 6-4.

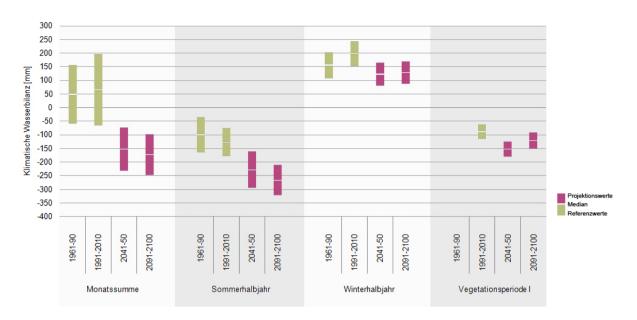


Abbildung 5-3: Spannweiten für die klimatische Wasserbilanz im **Südraum Leipzig:** Gegenüberstellung der Klimanormalperiode (1961-90) mit der projizierten Entwicklung für die Perioden 2041-50 und 2091-2100 (Basis WETTREG 2010, Szenario A1B

Tabelle 5-6: Spanne der möglichen Klimatischen Wasserbilanz im Südraum Leipzig (Absolutwerte in mm), auf Grundlage von WETTREG 2010, Szenario A1B für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100

	Südraum Leipzig			
	Referenzwe	rte Hügelland	Projektionswerte Hügelland	
	Klimatische Wasserbilanz 1961 - 1990	Änderung KNP zu 1991-2010	Änderung KNP zu 2041-2050	Änderung KNP zu 2091-2100
Jahr	+154 bis -58 mm	+196 bis -65 mm	-74 bis -230 mm	-99 bis -246 mm
Sommerhalbjahr	-36 bis -163 mm	-47 bis -177 mm	-162 bis -295 mm	-208 bis -265 mm
Winterhalbjahr	+109 bis +203 mm	+115 bis +243 mm	+60 bis +164 mm	+69 bis +169 mm
Vegetationsperiode I	-	-63 bis -115 mm	-126 bis -180 mm	-91 bis -150 mm

6 Glossar

Jahreszeiten

Frühjahr: März bis Mai Sommer: Juni bis August

Herbst: September bis November Winter: Dezember bis Februar

Klimanormalperiode

Eine Klimanormalperiode (KNP) ist ein festgelegter Zeitraum der Klimabeobachtung von 30 Jahren. Die Weltorganisation für Meteorologie hat als aktuelle KNP den Zeitraum 1991-2020 festgelegt. Die vorangehende Normalperiode 1961-90 gilt als Referenzzeitspanne (www.dwd.de, SMUL 2008).

Klimamodell

Ein Klimamodell ist eine numerische Darstellung des Klimas, die auf den physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften seiner Bestandteile, seinen Wechselwirkungen und Rückkopplungsprozessen basiert und alle oder einige seiner bekannten Eigenschaften berechnet. Klimamodelle werden zur Untersuchung und Simulation des Klimas herangezogen (SMUL 2008).

(Klima)Projektion

Eine Klimaprojektion beschreibt das Klimasystems auf Emissions- oder Konzentrationsszenarien von Treibhausgasen, Aerosolen oder Strahlungsantriebs-Szenarien, häufig auf Klimamodellsimulationen basierend. Klimaprojektionen werden von Klimaprognosen unterschieden, um zu betonen, dass Klimaprojektionen von den verwendeten Emissions-/Konzentrations- und Strahlungsantriebs-Szenarien abhängen, die auf Annahmen, z. B. über zukünftige gesellschaftliche und technologische Entwicklungen, beruhen, die nur eventuell verwirklicht werden und deshalb mit erheblicher Unsicherheit verbunden sind. (SMUL 2008)

(Klima-)Szenario

Ein Klimaszenario ist eine mögliche Realisierung des zukünftigen Klimas (SMUL 2008).

Klimatische Wasserbilanz

Die klimatische Wasserbilanz ist die Differenz aus der korrigierten Niederschlagshöhe und der potentiellen Verdunstung. In der vorliegenden Berechnung ist die aktuelle Landnutzung bzw. Vegetationsbedeckung nicht mit einbezogen.

Rekis (Regionales Klimainformationssystem): Interaktives Werkzeug zur fachgerechten Bereitstellung, Dokumentation, Bewertung und Interpretation von Klimadaten und Klimainformationen der drei Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, www.rekis.org

Vegetationsperiode

Vegetationsperiode I: April bis Juni Vegetationsperiode II: Juli bis September

Vulnerabilitätsanalyse (Vulnerability)

Verletzbarkeit eines Systems, hier eines Raumes, d. h. die Anfälligkeit eines Raumes, einer Landnutzung oder einer räumlichen Funktion gegenüber nachteiligen Auswirkungen klimatischer Veränderungen. Die Vulnerabilität ergibt sich zum einen aus der Art, dem Ausmaß und der Geschwindigkeit von Klimaänderungen und Klimaschwankungen (Climate Impacts, Exposition), zum anderen aus der Sensitivität (Sensitivity) des Systems unter Berücksichtigung seiner Anpassungskapazität (Adaptive Capacity).

7 Literatur- und Quellenverzeichnis

Verwendete Literatur:

- GEMBALLA, R.; SCHLUTOW, A. (2007): Überarbeitung der Forstlichen Klimagliederung Sachsens; in: AFZ; Der Wald; 15/2007. S 822-826.
- IPCC [International Panel on Climate Change] (2008): Intergovernmental Panel on Climate Change, Synthesis Report, Montréal.
- LFULG [SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE] (2012): Klimaprojektionen für Sachsen auf der Basis des dynamisch-statistischen Regionalmodells WETTREG 2010 für die Emissionsszenarios B1, A1B und A2. Stand 04.04.2012.
- MELLENTIN, U. (2009): Klimasignale regionaler Klimaprojektionen für Sachsen. In: TU Dresden (Hrsg.): Klimawandel: Was verändert sich und wie reagieren wir darauf? Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden; Heft 3-4, Dresden.
- Schlumprecht, H.; Flemming, D.; Schneider, P.; Tunger, B.; Löser, R. (2005): Folgewirkungen der Klimaänderungen für den Naturschutz Ausgewählte Ökosysteme und Arten. Studie im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Unveröffentlicht.
- Schmidt, C.; Seidel, A.; Kolodziej, J., Klama, K.; Schottke, M.; Berkner, A.; Friedrich, M.; Chmieleski, S. (2011a): Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen. Bearbeitet durch TU Dresden im Auftrag des Regionalen Planungsverbandes Leipzig-Westsachsen (Hrsg.). Dresden/Leipzig.
- SCHMIDT, C., KRETZSCHMAR, D., HOFMANN, M., LEIN, M., DUNKEL, A. (2011b): Umweltprüfung des Landesentwicklungsplanes Sachsen einschl. Klimacheck und FFH-Vorprüfung. In Kooperation mit dem Büro Planung & Umwelt. Dresden 2011 (unveröffentlicht)
- SMUL [SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT; HRSG.] (2008): Sachsen im Klimawandel Eine Analyse; TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Dresden.

Verwendete Datengrundlagen:

- SMUL [SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT; HRSG.] (2008): Sachsen im Klimawandel Eine Analyse; TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Dresden.
- WEREX IV: Projektionsdaten des Regionalisierungsmodells WEREX IV, Bereitstellung über RaKliDa (Rasterklimadatenbank des LfULG Sachsen) im Rahmen des MORO "Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel", Laufzeit 2009 bis 2011.
- WETTREG 2010: Projektionsdaten des Regionalisierungsmodells WETTREG 2010, Bereitstellung über RaKliDa (Rasterklimadatenbank des LfULG Sachsen, www.rekis.org) im Rahmen des MORO "Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel" Phase II (Verstetigung), Stand der Datenbestellung: April 2012.
- REGIONALE PLANUNGSSTELLE LEIPZIG-WESTSACHSEN: GIS-Daten zur Abgrenzung der Region und des Südraums Leipzig, Datenbereitstellung im April 2012.

8 Karten

Klimaprojektion für die Region Leipzig-Westsachsen		
Kartennr.	Inhalt	
1-1	Mittlere Temperatur	Jahr
1-2		Frühjahr
1-3		Sommer
1-4		Herbst
1-5		Winter
1-6		Vegetationsperiode 1
2-1	Mittlerer	Jahr
2-2	Niederschlag	Frühjahr
2-3		Sommer
2-4		Herbst
2-5		Winter
2-6		Vegetationsperiode 1
3-1	Mittlere klimatische	Jahr
3-2	Wasserbilanz	Sommerhalbjahr
3-3		Winterhalbjahr
3-4		Vegetationsperiode 1

Klimaprojektion für den Südraum Leipzig			
Kartennr.	Inhalt		
1-1		Mittlere Temperatur	Jahr
1-2			Frühjahr
1-3			Sommer
1-4			Herbst
1-5			Winter
1-6			Vegetationsperiode 1
2-1		Mittlerer	Jahr
2-2		Niederschlag	Frühjahr
2-3			Sommer
2-4			Herbst
2-5			Winter
2-6			Vegetationsperiode 1
3-1		Mittlere klimatische	Jahr
3-2		Wasserbilanz	Sommerhalbjahr
3-3			Winterhalbjahr
3-4			Vegetationsperiode 1