Modellvorhaben der Raumordnung (MORO)

„Raumentwicklungs-strategien zum Klimawandel"

Region Westsachsen

Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen

Mai 2011

Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen (Hrsg.)

TU Dresden, Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung

Die Vulnerabilitätsanalyse wurde als eigenständiges Ergebnis des Modellvorhabens "Klimawandel Westsachsen" 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 Westsachsen. Die Forschungsassistenz übernahm das Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung der TU Dresden. Die Analyse wurde u. a. auf Grundlage des Fachbeitrags Naturschutz und Landschaftspflege zum Landschaftsrahmenplan Planungsregion Westsachsen (RPV 2007) erstellt.

Für die vielfältige Unterstützung bei der Erarbeitung der vorliegenden Vulnerabilitätsanalyse, insbesondere für die Bereitstellung von Daten und die zahlreichen intensiven fachlichen Diskussionen, bedanken wir uns herzlich bei allen Mitwirkenden, insbesondere bei dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, der Landesdirektion Leipzig, der Kommunalen Wasserwerke GmbH Leipzig, der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH, dem Staatsbetrieb Sachsenforst, den Landratsämtern Leipzig und Nordsachsen, der Stadtverwaltung Leipzig und dem Deutschen Wetterdienst.

Inhaltliche Bearbeitung:

TU Dresden

Prof. Dr.-Ing. Catrin Schmidt
Dipl.-Ing. Andrea Seidel
Dipl.-Ing. Jan Kolodziej

Regionale Planungsstelle Leipzig

Prof. Dr. habil. Andreas Berkner
Dipl.-Geograf Katrin Klama
Dipl.-Ing. Manfred Friedrich
Dipl.-Ing. (FH) Maja Schottke
Dipl.-Geograf Stephan Chmieleski

Ansprechpartner:

Katrin Klama
Regionale Planungsstelle Leipzig

Tel.: 03 41 - 33 74 16 13
Fax: 03 41 - 33 74 16 33
E-Mail: klama@rpv-westsachsen.de

Prof. Dr. Catrin Schmidt
Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung TU Dresden
Tel.: 03 51 - 46 33 75 70
Fax: 03 51 - 46 33 70 16
E-Mail: landschaftsplanung@tu-dresden.de

Es wird darauf hingewiesen, dass der Regionale Planungsverband mit Inkrafttreten des novellierten Sächsischen Landesplanungsgesetzes am 06.07.2010 nach § 9 Abs. 1 dieses Gesetzes den Namen **„Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen“** trägt. Die weitere Verwendung des Namens „Regionaler Planungsverband Westsachsen“ erfolgt zur Wahrung der Kontinuität im bisherigen MORO-Prozess.

Dieser Bericht kann wie folgt zitiert werden:

Schmidt, C.; Seidel, A.; Kolodziej, J., Klama, K.; Schottke, M.; Berkner, A.; Friedrich, M.; Chmieleski, S.: Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen. Bearbeitet durch TU Dresden im Auftrag des Regionalen Planungsverbandes Leipzig-Westsachsen (Hrsg.). Dresden/Leipzig, Mai 2011.

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen 15

1.1 Klimatische Charakteristik 17

1.2 Das Klima Westsachsens vor 1961 19

1.3 Klimaprojektion 20

1.4 Ergebnisse des Vergleichs langjähriger Messreihen, aktueller Tendenzen und Klimaprojektionen 25

1.5 Ableitung von Planungsräumen im Klimawandel für die Region Westsachsen 41

2 Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen 43

2.1 Methodischer Ansatz 43

2.2 Exposition 44

2.3 Sensitivität, Anpassungskapazität und Vulnerabilität in der Gesamtregion 44

2.4 Sensitivität, Anpassungskapazität und Vulnerabilität in ausgewählten potentiellen Belastungsräumen 48

3 Vulnerabilität gegenüber Starkregen 59

3.1 Methodischer Ansatz 60

3.2 Exposition 60

3.3 Sensitivität, Anpassungskapazität und Vulnerabilität in Bezug auf die Wassererosionsdisposition 62

3.4 Sensitivität, Anpassungskapazität und Vulnerabilität in Bezug auf das Retentionsvermögen 64

3.5 Vertiefende Untersuchung zum Abflussgeschehen im Fokusgebiet „Ostelbien“ 72

4 Vulnerabilität gegenüber Hochwasser 74

4.1 Methodischer Ansatz 74

4.2 Exposition 75

4.3 Sensitivität 76

4.4 Anpassungskapazität 77

4.5 Vulnerabilität 77

5 Vulnerabilität gegenüber einer Verringerung des sommerlichen Wasserdargebots 83

5.1 Methodischer Ansatz 83

5.2 Exposition 84

5.3 Sensitivität 85

5.4 Anpassungskapazität 87

5.5 Vulnerabilität 87

5.6 Analyse der Temperaturentwicklung drei ausgewählter Seen der Region 90

6 Vulnerabilität von Raumnutzungen gegenüber Klimaveränderungen 93

6.1 Wasserver- und -entsorgung 93

6.2 Forstwirtschaft 101

6.3 Landwirtschaft 129

6.4 Naturschutz 135

6.5 Erholung 140

7 Vulnerabilität der Kulturlandschaft 146

7.1 Kulturlandschaft 146

7.2 Fokus Bergbaufolgelandschaft 162

8 Vernetzung von Klimaschutz und Klimaanpassung 166

8.1 CO_2-Effizienz der Raum- und Siedlungsstruktur 166

8.2 Klimaschutzrelevanz von Landnutzungen und Ökosystemen 172

9 Handlungsempfehlungen und Fokusgebiete 182

9.1 Handlungsempfehlungen 182

9.2 Projekte und Ergebnisse in den Fokusgebieten (Dokumentationsblätter) 195

9.3 Sonstige Aktivitäten in der Region Westsachsen 227

10 Literatur- und Quellenverzeichnis 229

11 Verwendetes Datenmaterial in Karten 235

12 Glossar 237

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Übersicht über die Herangehensweise 15
Abbildung 1-2: Ablauf des vorliegenden MORO-Projektes in Westsachsen 16
Abbildung 1-3: Methodisches Vorgehen zur Analyse möglicher klimatischer Veränderungen in der Region Westsachsen..... 21
Abbildung 1-4: Eingabemaske der Rasterklimadatenbank, um Klimaszenarien von WEREX IV zu bestellen..... 22
Abbildung 1-5: Temperaturspannen im Hügelland Westsachsens für die Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV, (Szenario B1, A1B, A2, Periode 2091-2100)..... 27
Abbildung 1-6: Vergleich der Temperaturspannen im Tiefland Westsachsens für die Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV, (Szenario B1, A1B, A2, Periode 2091-2100) 28
Abbildung 1-7: Gegenüberstellung der Jahresdurchschnittstemperatur in der Klimanormalperiode (1961-1990), mit den Veränderungen im Zeitraum 1991-2005 und den Klimaprojektionen für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100 auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2)..... 28
Abbildung 1-8: Aktuelle und prognostizierte Hitzetage der Perioden 1951-2006 und 2051-2060 im Vergleich 29
Abbildung 1-9: Gegenüberstellung der saisonalen Niederschlagsspannen für das Hügelland Westsachsens in der Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2, Spannweite der Perioden 2041-50 und 2091-2100) 33
Abbildung 1-10: Gegenüberstellung der saisonalen Niederschlagsspannen für das Tiefland Westsachsens in der Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2, Spannweite der Perioden 2041-50 und 2091-2100) 33
Abbildung 1-11: Gegenüberstellung der jährlichen Niederschlagsrückgänge im Hügelland und Tiefland der Region 34
Abbildung 1-12: Gegenüberstellung der durchschnittlichen Niederschläge in der Klimanormalperiode (1961-1990), mit den Veränderungen im Zeitraum 1991-2005 und den Klimaprojektionen für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100 auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2)..... 34
Abbildung 1-13: Gegenüberstellung der Klimatischen Wasserbilanz für das Hügelland Westsachsens in der Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2, Spannweite der Perioden 2041-50 und 2091-2100) 36
Abbildung 1-14: Gegenüberstellung der Klimatischen Wasserbilanz für das Tiefland Westsachsens in der Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2, Spannweite der Perioden 2041-50 und 2091-2100). Die roten Kästchen zeigen den Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil), während die vertikalen Linien (Whisker) die gesamte Spannbreite der Niederschlagswerte abdecken. 37
Abbildung 1-15: Gegenüberstellung der klimatischen Wasserbilanz in der Klimanormalperiode (1961-90), mit den Veränderungen im Zeitraum 1991-2005 und den Klimaprojektionen für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100 auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2) 37
Abbildung 1-16: Projizierte Temperaturentwicklung nach dem Modell WETTREG 2010 in Sachsen (tiefpassgefiltert, 11-jähriges Mittel m = 11a, mittlerer Sonnenfleckenzyklus)..... 38
Abbildung 1-17: Projizierte Entwicklung des Jahresniederschlags nach dem Modell WETTREG 2010 in Sachsen (tiefpassgefiltert, 11-jähriges Mittel m = 11a, mittlerer Sonnenfleckenzyklus)..... 39
Abbildung 1-18: Verteilung von Windspitzen im Bereich von 33 bis 41 m/s in der Region Westsachsen für den Zeitraum 1971 bis 2008, mit freundlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes. 40
Abbildung 1-19: Planungsräume im Klimawandel auf Grundlage der Klimaprojektionen 41
Abbildung 2-1: Überblick über den methodischen Ansatz..... 43
Abbildung 2-2: Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen in der Region Westsachsen..... 47
Abbildung 2-3: Altersgruppenspezifische Sensitivität der Städte Leipzig, Markkleeberg und Taucha 49
Abbildung 2-4: Dichte sensitiver sozialer Einrichtungen der Städte Leipzig, Markkleeberg und Taucha 50

Abbildung 2-5: Demographische Sensitivität der Städte Leipzig, Markkleeberg und Taucha 51
Abbildung 2-6: Versiegelungsgrad, Komfortinseln und Oaseneffekte für die Städte Leipzig, Markkleeberg und Taucha 54
Abbildung 2-7: Ausweichräume in der „30-Minuten-Naherholungszone“ der Stadt Leipzig 55
Abbildung 2-8: Vulnerabilität der Städte Leipzig, Markkleeberg und Taucha gegenüber Hitzebelastungen 56
Abbildung 2-9: Potentieller Oaseneffekt von ausgewählten Brachflächen im Stadtgebiet Leipzig 58
Abbildung 3-1: Ausgewählte Zeitungsmitteilungen aus der Region zu Starkregenereignissen 2009 59
Abbildung 3-2: Überblick über den methodischen Ansatz 60
Abbildung 3-3: Zahl der Tage pro Jahreszeit mit mehr als 55 mm Tagesniederschlag an mindestens einer der 100 Niederschlagsmessstellen in Sachsen bis 2050 (aus: KÜCHLER 2005) 61
Abbildung 3-4: Zunahme der Anzahl an Tagen mit Vb-Wetterlagen im Sommer nach Daten aus STOCK (2003) 61
Abbildung 3-5: Vulnerabilität von Ackerflächen gegenüber Wassererosion 63
Abbildung 3-6: Retentionsvermögen in der Region Westsachsen unter Berücksichtigung der Landnutzung ... 71
Abbildung 3-7: Ergebnisse der Grabenkartierung im Fokusgebiet Ostelbien auf Grundlage historischer und aktueller Messtischblätter 73
Abbildung 4-1: Überblick über den methodischen Ansatz 74
Abbildung 4-2: Einzelrisiken und Konzentrationsbereiche mit sozioökonomischer Vulnerabilität 79
Abbildung 4-3: Einzelrisiken und Konzentrationsbereiche mit hohem bis sehr hohem Konfliktpotential 81
Abbildung 4-4: Räume mit vordringlichster Handlungspriorität 82
Abbildung 5-1: Überblick über den methodischen Ansatz 83
Abbildung 5-2: Auswirkungen einer Abflussverminderung auf verschiedenen Betrachtungsebenen (aus: MEYER 2004 in SCHLUMPRECHT ET AL. 2005) 85
Abbildung 5-3: Sensitivität und Exposition von Fließgewässern bzw. ihrer Vulnerabilität gegenüber Austrocknung 88
Abbildung 5-4: Sensitivität und Exposition von Standgewässern bzw. ihrer Vulnerabilität gegenüber Austrocknung 89
Abbildung 5-5: Temperaturverlauf des Monatsmittelwertes Mai unter Anwendung des gleitenden 10-jährigen Mittel (1990-2006) ermittelt. 91
Abbildung 5-6: Gemittelte monatliche Durchschnittstemperaturen des Kulkwitzer Sees im Vergleich der Zeiträume 1996-1998 und 2005-2007 92
Abbildung 5-7: Gemittelte monatliche Durchschnittstemperaturen des Ammelshainer Sees im Vergleich der Zeiträume 1994-1996 und 2006-2008 92
Abbildung 5-8: Gemittelte monatliche Durchschnittstemperaturen des Auensees im Vergleich der Zeiträume 1979-1981 und 2000-2002 92
Abbildung 6-1: Einzugsbereich der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH in der Region Westsachsen (STANDFUß 2009) 93
Abbildung 6-2: Einzugsbereich der Kommunalen Wasserwerke Leipzig GmbH (WINKLER 2009) 94
Abbildung 6-3: Entwicklung des Trinkwasserverbrauchs im Einzugsbereich der Kommunalen Wasserwerke Leipzig (WINKLER 2009) 95
Abbildung 6-4: Entwicklung des Trinkwasserabsatzes im Einzugsbereich der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH (STANDFUß 2009) 95
Abbildung 6-5: Mögliche Auswirkungen abflussreduzierender Faktoren sowie von Klimaänderungen auf die Abwassernetze (Darstellung nach WINKLER 2010) 96
Abbildung 6-6: Auszug aus dem WHG 2010 (Darstellung nach WINKLER 2010) 97
Abbildung 6-7: Die Elbtalwanne (STANDFUß 2009) 98
Abbildung 6-8: Schnitt durch die Elbtalwanne (STANDFUß 2009) 98
Abbildung 6-9: Netzbereiche mit Stagnationsgefahr in dunkelblau (STANDFUß 2009) 99
Abbildung 6-10: Überblick über den methodischen Ansatz 101
Abbildung 6-11: Aktuelle Waldbrandgefahrenklassen (STAATSBETRIEB SACHSENFORST) 106

Abbildung 6-12: Vulnerabilität von waldbaulich genutzten Standorten gegenüber Trockenphasen 108
Abbildung 6-13: Vulnerable Standorte in Bezug auf die Ausbildung von Trockenwäldern 109
Abbildung 6-14: Vulnerabilität der Wälder gegenüber Trockenphasen anhand der Hauptbaumarten (Fichte, Buche) 110
Abbildung 6-15: Vulnerabilität von Wäldern gegenüber Schädlingsbefall und Sturmwurfgefahr 111
Abbildung 6-16: Vulnerabilität der Wälder gegenüber Waldbrand 113
Abbildung 6-17: Vulnerabilität der Wälder Westsachsens 116
Abbildung 6-18: Wälder mit Bodenschutzfunktion in der Planungsregion 122
Abbildung 6-19: Wälder mit Wasserschutzfunktion in der Planungsregion 123
Abbildung 6-20: Wälder mit Luft- und Klimaschutzfunktion in der Planungsregion 123
Abbildung 6-21: Wälder mit Naturschutzfunktion in der Planungsregion 124
Abbildung 6-22: Wälder mit Landschaftsschutzfunktion in der Planungsregion 124
Abbildung 6-23: Wälder mit Schutzfunktion für Kulturgüter in der Planungsregion 125
Abbildung 6-24: Wälder mit Erholungsfunktion in der Planungsregion 125
Abbildung 6-25: Überlagerungen der Waldfunktionen im Rahmen der WFK in der Planungsregion 126
Abbildung 6-26: Veranstaltungen zum Themenbereich „Forst/WFK“ im Rahmen des MORO Westsachsen 126
Abbildung 6-27: Gebietskulisse zur Ausweisung von Vorranggebieten Waldschutz (Anspruchsfassung) 127
Abbildung 6-28: Überblick über den methodischen Ansatz 129
Abbildung 6-29: Anteile besonders wasserzehrender Fruchtarten aus Agrarstrukturerhebungen von 2003 und 2007 131
Abbildung 6-30: Vulnerabilität landwirtschaftlicher Böden gegenüber Austrocknung 133
Abbildung 6-31: Vulnerabilität landwirtschaftlich genutzter Flächen in der Region Westsachsen 134
Abbildung 6-32: Überblick über den methodischen Ansatz 135
Abbildung 6-33: Sensitivität grundwasserabhängiger Biotope und FFH-Gebiete, in denen sensitive Arten gemeinschaftlichen Interesses vorkommen 138
Abbildung 6-34: Überblick über den methodischen Ansatz 140
Abbildung 6-35: Vulnerabilität erholungsbedeutsamer Räume 144
Abbildung 7-1: Ausgewählte sensitive Kulturlandschaftselemente in den Lößhügellandschaften 149
Abbildung 7-2: Ausgewählte sensitive Kulturlandschaftselemente in den Bergbaufolgelandschaften 151
Abbildung 7-3: Ausgewählte sensitive Kulturlandschaftselemente der Porphyrhügellandschaften 153
Abbildung 7-4: Ausgewählte sensitive Kulturlandschaftselemente der Auenlandschaften 156
Abbildung 7-5: Ausgewählte sensitive Kulturlandschaftselemente der Heidelandschaften 158
Abbildung 7-6: Ausgewählte sensitive Kulturlandschaftselemente der Sandlöß-Ackerebenen-Landschaften 161
Abbildung 8-1: Szenario 1 – Konzentration der Entwicklung auf das Oberzentrum Leipzig (LINDNER & BUTTKE 2011) 168
Abbildung 8-2: Szenario 1 – CO_2-Emissionen und Endenergieverbrauch (LINDNER & BUTTKE 2011) 168
Abbildung 8-3: Szenario 2 – Konzentration der Entwicklung auf das Oberzentrum Leipzig und ausgewählte Mittelzentren (LINDNER & BUTTKE 2011) 169
Abbildung 8-4: Szenario 2 – CO_2-Emissionen und Endenergieverbrauch (LINDNER & BUTTKE 2011) 169
Abbildung 8-5: Szenario 3 – Ungesteuerte Entwicklung (LINDNER & BUTTKE 2011) 170
Abbildung 8-6: Szenario 3 – Ungesteuerte Entwicklung CO_2-Emissionen und Endenergieverbrauch (LINDNER & BUTTKE 2011) 170
Abbildung 8-7: Vergleich der Szenarien hinsichtlich CO_2-Emissionen und Endenergieverbrauch 171
Abbildung 8-8: Kohlenstoffvorräte in Abhängigkeit von der Bodenart 173
Abbildung 8-9: CO_2-Senkenpotential der Böden 174
Abbildung 8-10: Klimaschutzrelevanz und Wirksamkeit der Böden 175
Abbildung 8-11: Kohlenstoffvorräte in Abhängigkeit der Landnutzung 176
Abbildung 8-12: CO_2-Senkenpotentiale in Abhängigkeit der Landnutzung 177
Abbildung 8-13: CO_2-Quellen in der Region 179

Abbildung 9-1: Organisationsstruktur des Modellvorhabens 195
Abbildung 9-2: Akteursstrukturen in den Fokusgebieten der Region Westsachsen 197
Abbildung 9-3: Dokumentationsblatt des Fokusgebietes Bergbaufolgelandschaften 201
Abbildung 9-4: Dokumentationsblatt des Fokusgebietes Colditzer Forst 2095
Abbildung 9-5: Dokumentationsblatt des Fokusgebietes Dübener Heide 213
Abbildung 9-6: Dokumentationsblatt des Fokusgebietes Elbaue/Ostelbien 2175
Abbildung 9-7: Dokumentationsblatt des Fokusgebietes Leipzig und Umland 22319
Abbildung 9-8: Dokumentationsblatt des Fokusgebietes Weiße Elster 2265

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Klimagebiete Westsachsens (nach BFT 1972) 17
Tabelle 1-2: Phänologische Jahreszeiten – Normalwerte der Periode 1961-1990 für die Station Leipzig Schkeuditz (Quelle: DWD 2007) 18
Tabelle 1-3: Gegenüberstellung wichtiger Klimakennwerte vor 1961 und in der Klimanormalperiode 19
Tabelle 1-4: Datenverfügbarkeit der Rasterklimadatenbank (Modell: WEREX IV (Lauf 1) und ausgewählter Elemente für das MORO Westsachsen 22
Tabelle 1-5: Vor- und Nachteile der Nutzung der Rasterklimadatenbank aus planungspraktischer Sicht 23
Tabelle 1-6: Tendenzielle Entwicklung der Minimum- und Maximumtemperaturen für die Station Leipzig zwischen 1961-1990 und 1991-2005 (verändert nach SMUL 2008) 25
Tabelle 1-7: Temperaturerhöhungen im Hügelland und im Tiefland auf Grundlage von WEREX IV, Szenarien B1, A1B, A2 für die Projektionszeiträume 2041-2050 und 2091-2100 26
Tabelle 1-8: Spannweite der möglichen absoluten Temperaturen auf Grundlage von WEREX IV, Szenarien B1, A1B, A2 in der Periode 2091-2100 27
Tabelle 1-9: Tendenzielle Entwicklung der Niederschlagsmengen im sächsischen Tiefland zwischen 1961-1990 und 1991-2005 (verändert nach SMUL 2008) 30
Tabelle 1-10: Spanne der Niederschlagsrückgänge im Hügelland und im Tiefland für die Dekaden 2041-2050 und 2091-2100 31
Tabelle 1-11: Spannweite der möglichen absoluten Niederschlagswerte auf Grundlage von WEREX IV, Szenarien B1, A1B, A2 für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100 32
Tabelle 1-12: Spanne der Wasserbilanzänderungen im Hügelland und im Tiefland für die Dekaden 2041-2050 und 2091-2100 35
Tabelle 1-13: Spannweite der möglichen Absolutwerte für die klimatische Wasserbilanz auf Grundlage von WEREX IV, Szenarien B1, A1B, A2 in den Perioden 2041-2050 und 2091-2100 36
Tabelle 1-14: Niederschlagsstationen in Westsachsen mit der vermutlich niedrigsten Jahressumme der Niederschläge Mitte des 21. Jahrhunderts 39
Tabelle 1-15: Zusammenfassende Betrachtung der wahrscheinlichen klimatischen Veränderungen für die Teilregionen Westsachsens 42
Tabelle 2-1: Versiegelungsgrad nach MOSIMANN (1999) auf Basis der Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLNK 2005) 45
Tabelle 2-2: Verschneidungsmatrix zur Ermittlung des Überhitzungsrisikos bzw. des Risikos von Hitzebelastungen 46
Tabelle 2-3: Charakteristika des Großstadtklimas in den mittleren Breiten gegenüber dem nicht bebauten Umland (Auszüge aus KUTTLER 1998) 48
Tabelle 2-4: Einstufung der Anzahl sensitiver Einwohner (EW) pro Hektar versiegelter Fläche 49
Tabelle 2-5: Einstufung der Dichte sensitiver sozialer Einrichtungen 50
Tabelle 2-6: Verschneidungsmatrix der Dichte sensitiver sozialer Einrichtungen und der Anzahl sensitiver Einwohner pro Hektar versiegelter Fläche zur Ermittlung räumlicher Schwerpunkte 51
Tabelle 2-7: Einstufung des Versieglungsgrades anhand der Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLNK 2005) und der Luftbilder 52
Tabelle 2-8: Methodik zur Ermittlung der Vulnerabilität urbaner Räume gegenüber Hitzebelastungen 55
Tabelle 3-1: Methodik zur Ermittlung des natürlichen Retentionsvermögens bei einem Grundwasserflurabstand über 1 m; verändert nach SCHMIDT (2002) 64
Tabelle 3-2: Einschätzung des nutzungsbedingten Retentionsvermögens 66
Tabelle 3-3: Kategorisierung des Versiegelungsgrades (Grundlage BTLNK 2005) 67
Tabelle 3-4: Bewertung des realen Retentionsvermögens im besiedelten Bereich unter Berücksichtigung des Versiegelungsgrades 68
Tabelle 3-5: Bewertung des Retentionsvermögens unter eingeschränkter Datenlage 69

Tabelle 4-1: Einteilung in Intensitäten abhängig von der Überschwemmungstiefe und der Fließgeschwindigkeit 75
Tabelle 4-2: Ermittlung naturräumlichen Exposition gegenüber Hochwasser 76
Tabelle 4-3: Nutzungen und Infrastrukturen mit hoher Sensitivität gegenüber Hochwasser 76
Tabelle 4-4: Objekte und Infrastrukturen mit hohem Gefährdungspotential 77
Tabelle 4-5: Methodik zur Ermittlung der Vulnerabilität gegenüber Hochwasser 77
Tabelle 4-6: Verschneidungsmatrix zur Ermittlung des Konfliktpotentials im Hochwasserfall 80
Tabelle 5-1: Anzahl der Monate mit positivem bzw. negativem Temperaturtrend über die untersuchten Jahre, für den Kulkwitzer See und den Auensee 91
Tabelle 5-2: Vergleich der Temperaturkurven für zwei Zeitfenster für den Kulkwitzer See, den Ammelshainer See und den Auensee 92
Tabelle 6-1: Eignung von Baumarten auf trockenen Standorten nach ROLOFF und GRUNDMANN (2008) 103
Tabelle 6-2: Vegetationsbedingte Sensitivitäten der Hauptbaumarten Westsachsens 104
Tabelle 6-3: Methodik zur Abschätzung der Sensitivität gegenüber Waldbrand 105
Tabelle 6-4: Vulnerabilität des Standorts gegenüber Trockenphasen unter veränderter klimatischer Wasserbilanz 107
Tabelle 6-5: Methodik zur Einschätzung der Vulnerabilität von Wäldern mit den Hauptbaumarten Buche und Fichte gegenüber Trockenheit 109
Tabelle 6-6: Abschätzung der Vulnerabilität der Wälder Westsachsens gegenüber Waldbrand 112
Tabelle 6-7: Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes in der Planungsregion (verändert nach LFP 2004) 119
Tabelle 6-8: Bewertung der standörtlichen Sensitivität von landwirtschaftlich genutzten Böden gegenüber Austrocknung 130
Tabelle 6-9: Bewertung der Vulnerabilität landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber zunehmenden Trockenphasen 132
Tabelle 6-10: Liste der betrachteten grundwassersensitiven Biotope 136
Tabelle 6-11: In Westsachsen vorkommende kaltstenotherme und steno-hygrophile Arten mit besonderer Sensitivität bezüglich eines Rückgangs des sommerlichen Wasserdargebots 137
Tabelle 6-12: Luftqualitätswirkungskomplex im Vergleich unterschiedlicher Waldtypen (DICK 2009) 142
Tabelle 6-13: Fotoaktinische und thermische Wirkung im Vergleich unterschiedlicher Waldtypen (DICK 2009) 142
Tabelle 6-14: Vielfalt im Vergleich unterschiedlicher Waldtypen (DICK 2009) 143
Tabelle 6-15: Eigenart im Vergleich unterschiedlicher Waldtypen (verändert nach DICK 2009) 143
Tabelle 7-1: Potentiell sensitive eigenartsprägende Landschaftsstrukturen der Lößhügellandschaften 148
Tabelle 7-2: Potentiell sensitive eigenartsprägende Landschaftsstrukturen der Bergbaufolgelandschaften 150
Tabelle 7-3: Potentiell sensitive eigenartsprägende Landschaftsstrukturen der Porphyrhügellandschaften 152
Tabelle 7-4: Potentiell sensitive eigenartsprägende Landschaftsstrukturen der Auelandschaften 155
Tabelle 7-5: Potentiell sensitive eigenartsprägende Landschaftsstrukturen der Heidelandschaften. 157
Tabelle 7-6: Potentiell sensitive eigenartsprägende Landschaftsstrukturen der Sandlöß-Ackerebenen-Landschaften 160
Tabelle 7-7: Übersichtstabelle der charakteristischen Kennzahlen 164
Tabelle 8-1: Sektorale Verteilung des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emission in der Planungsregion Leipzig-Westsachsen 2008 (nach IE 2010) 167
Tabelle 8-2: Räumliche Verteilung des Endenergieverbrauchs und der CO2-Emission in der Planungsregion Leipzig-Westsachsen 2008 (nach IE 2010) 167
Tabelle 8-3: Szenario 1 – Rahmenbedingungen und Annahmen für eine zentrale Konzentration 169
Tabelle 8-4: Szenario 2 – Rahmenbedingungen und Annahmen für eine dezentrale Konzentration 169

Tabelle 8-5: Szenario 3 – Rahmenbedingungen und Annahmen für eine ungesteuerte Entwicklung (Laissez-faire)..... 170
Tabelle 9-1: Strategien/Leitlinien sowie Handlungsempfehlungen und Schlussfolgerungen für mögliche regionalplanerische Festlegungen 183
Tabelle 9-2: Zusammenfassende Darstellung der Themenschwerpunkte in den Fokusgebieten aufgrund ihrer Vulnerabilität im Klimawandel 198
Tabelle 9-3: Handlungsempfehlungen für die Regionalplanung..... 228

Kartenverzeichnis

Kapitel	Kartennummer	Name der Karten		Maßstab
Klima-	1_1	Übersicht Klimaprojektionen		maßstabslos
projektionen	1_2a	Mittlere	Jahr	
	1_2b	Durchschnitts-	Frühjahr	
	1_2c	temperatur	Sommer	
	1_2d		Herbst	maßstabslos
	1_2e		Winter	
	1_2f		Vegetationsperiode 1	
	1_2g		Vegetationsperiode 2	
	1_3a	Mittlerer	Jahr	
	1_3b	Durchschnitts-	Frühjahr	
	1_3c	niederschlag	Sommer	
	1_3d		Herbst	maßstabslos
	1_3e		Winter	
	1_3f		Vegetationsperiode 1	
	1_3g		Vegetationsperiode 2	
	1_4a	Mittlere	Jahr	
	1_4b	klimatische	Sommerhalbjahr	maßstabslos
	1_4c	Wasserbilanz	Winterhalbjahr	
	1_4d		Vegetationsperiode 1	
Stadtklima	2_1	Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastung Region Westsachsen		1:100 000
	2_2	Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastung Leipzig, Markkleeberg, Taucha		1:150 000 bis 1:50 000
	2_3	Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastung Schkeuditz, Delitzsch, Eilenburg		1:100 000 bis 1:50 000
	2_4	Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastung Bad Düben, Dommitzsch, Torgau		1:100 000 bis 1:50 000
Starkregen	3_1	Vulnerabilität gegenüber Starkregen		1:100 000
Hochwasser	4_1	Vulnerabilität gegenüber Hochwasser		1:100 000
	4_2	Schutzbedarf gegenüber Hochwasser		1:300 000
	4_3	Konfliktpotential gegenüber Hochwasser		1:300 000
Niedrigwasser	5_1	Vulnerabilität gegenüber Niedrigwasser		1:100 000
	5_2	Sensitivität von Fließgewässersystemen gegenüber Austrocknung		1:300 000
	5_3	Sensitivität von Standgewässern gegenüber Austrocknung/Verlandung		1:300 000

Kapitel	Kartennummer	Name der Karten	Maßstab
Raumnutzungen	6_1	Forstwirtschaft: Vulnerabilität geg. Schädlingsbefall und Sturmwurf	1:300 000
	6_2	Forstwirtschaft: Standörtliche Vulnerabilität gegenüber Trockenphasen I	1:300 000
	6_3	Forstwirtschaft: Standörtliche Vulnerabilität gegenüber Trockenphasen II	1:300 000
	6_4	Forstwirtschaft: Vulnerabilität ausgewählter Baumarten gegenüber Trockenphasen	1:300 000
	6_5	Forstwirtschaft: Vulnerabilität von Wäldern gegenüber Waldbrand	1:300 000
	6_6	Forstwirtschaft: Gesamtvulnerabilität der Wälder Westsachsens	1:300 000
	6_7	Landwirtschaft: Vulnerabilität landwirtschaftlicher Flächen	1:300 000
	6_8	Naturschutz: Sensitivität von grundwasserabhängigen Biotoptypen und von Arten gemeinschaftlichen Interesses	1:300 000
	6_9	Erholung: Vulnerabilität erholungsbezogener Bereiche	1:300 000
Kulturlandschaft	7_1	Sensitive Kulturlandschaftselemente	1:100 000
Klimaschutz-relevante Landnutzungen und Ökosysteme	8_1	Böden als Kohlenstoffspeicher, CO_2-Senken oder CO_2-Quellen	maßstabslos
	8_2	Landnutzungen als Kohlenstoffspeicher, CO_2-Senken oder CO_2-Quellen	maßstabslos
	8_3	Kohlenstoffspeicher, CO_2-Senken oder CO_2-Quellen Planerische Handlungserfordernisse	maßstabslos
Handlungs-strategien	9_1	Strategien/Leitlinien und Handlungsempfehlungen	1:100 000

Anlagenverzeichnis

A Expertise zum Endenergieverbrauch und zum damit verbundenen Ausstoß an klimarelevanten Treibhausgasen als vereinfachte Energie- und Klimabilanz zur Bewertung der Ausweisungen zur Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktur im Regionalplan Westsachsen 2008 sowie zur Ableitung von weitergehenden regionalplanerischen Handlungsansätzen zur Minderung von Treibhausgasemissionen (Leipziger Institut für Energie GmbH, 2010)

B Berechnung des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet des Lobers unter dem Ansatz prognostischer Klimaszenarien (IBGW Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH Leipzig, 2010)

C Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet der Pleiße in Westsachsen – Analyse der Einflussfaktoren und Ableitung nutzungsbezogener Anpassungsempfehlungen (Ecosystem Saxonia GmbH Dresden, 2011)

D Anpassung an den Klimawandel in der Region Grimma. Siedlungswasserwirtschaft zukunftsweisend ausrichten! (IFOK GmbH Berlin/Bensheim/Grimma, 2010)

1 Grundlagen

Um die Verletzbarkeit der Region Westsachsen gegenüber den Folgewirkungen des Klimawandels auf regionaler Ebene abzuschätzen und daraus Empfehlungen für Klimaanpassungsmaßnahmen und –strategien ableiten zu können, wurden sowohl thematische als auch nutzungs- und funktionsbezogene Schwerpunkte gesetzt. Einen Überblick über die gewählte Herangehensweise verdeutlicht die nachfolgende Abbildung.

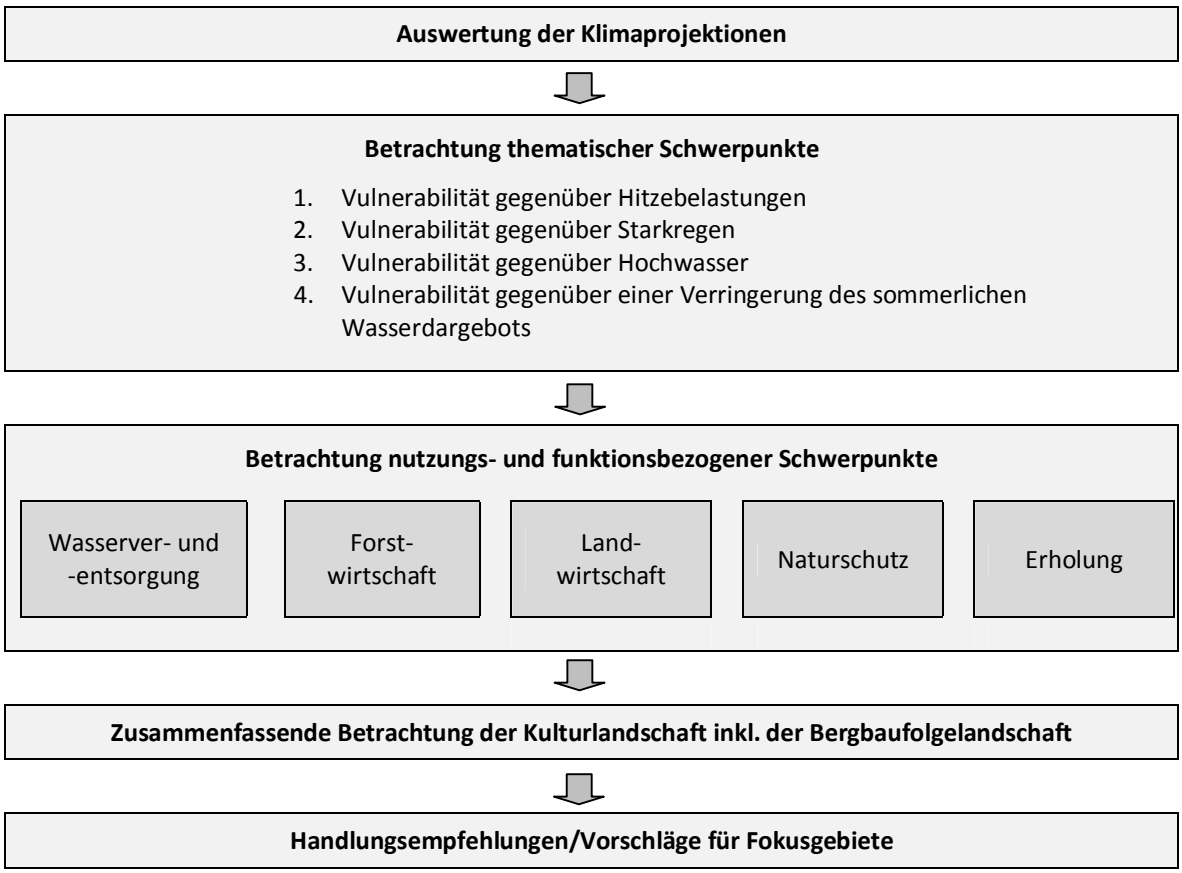


Abbildung 1-1: Übersicht über die Herangehensweise

In den nachfolgenden Kapiteln werden nicht nur die wesentlichen Erkenntnisse der dargelegten Arbeitsschritte zusammengefasst, sondern es erfolgen auch umfangreiche Erläuterungen zur Methodik, die der Nachvollziehbarkeit für andere Regionen und weitere interessierte Planer dienen sollen.

Für die Vulnerabilitätsanalyse konnte nicht auf ein grundlagenorientiertes Forschungsprojekt zurückgegriffen werden. Ansatz war vielmehr, weitestgehend aus vorhandenen Daten und Informationen – durch zielgerichtete Auswertungen und Verknüpfungen – Aussagen und Handlungsempfehlungen abzuleiten. Die Vulnerabilitätsanalyse stellt das Ergebnis der Phase I des Modellvorhabens der Raumordnung und zugleich die Grundlage für Phase II dar (vgl. Abbildung 1-2). Sie fasst in Kapitel 9.2 zugleich die Ergebnisse der Phase III des Projektes zusammen.

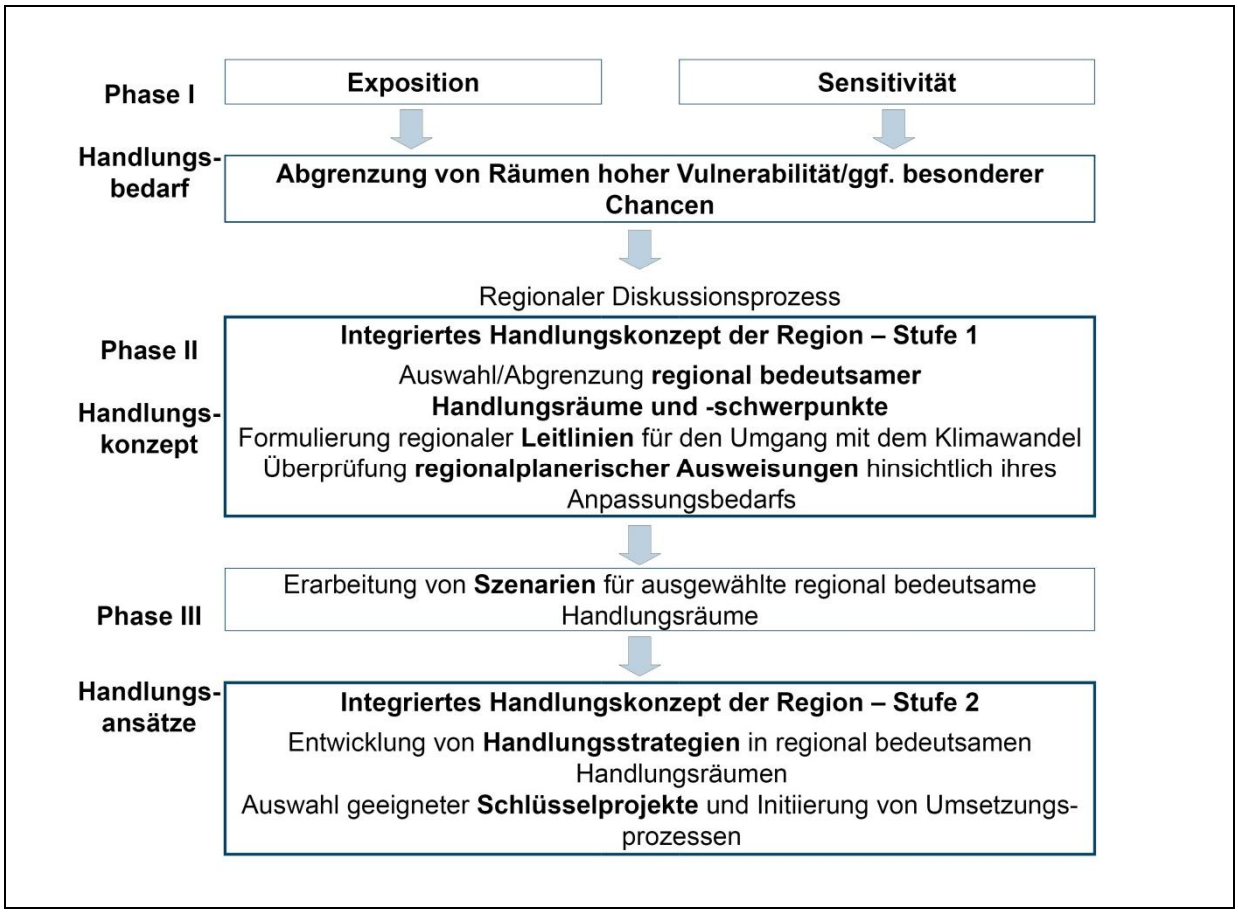


Abbildung 1-2: Ablauf des vorliegenden MORO-Projektes in Westsachsen

1.1 Klimatische Charakteristik

Westsachsen gehört zur warmgemäßigten Klimazone der mittleren Breiten mit feuchttemperiertem Klima. Der ozeanische Einfluss, der von Nordwest nach Südost abnimmt, sorgt im Vergleich zu anderen Regionen für relativ milde Winter und nicht zu heiße Sommer. Westsachsen ist wegen seiner größeren Entfernung zum Atlantik relativ trocken. Zudem macht sich der Regenschatteneffekt des Harzes in Teilen Westsachsens deutlich bemerkbar (KÜCHLER 2005). Da in Deutschland der kontinentale Einfluss nach Osten hin eine immer größere Bedeutung erlangt, wird das Klima Westsachsens im deutschlandweiten Vergleich bereits relativ stark kontinental geprägt. An der West-, Nord- und Ostgrenze Westsachsens bestehen fließende Übergänge zu den naturräumlichen Klimagebieten Sachsen-Anhalts und Brandenburgs. Im Sommer sind die Niederungen aufgrund des stärkeren kontinentalen Einflusses etwa genauso warm wie der milde Südwesten Deutschlands.

Westsachsen kann grundsätzlich in die Klimagebiete

- Subkontinentales Binnentieflandklima und
- Subkontinentales Hügellandklima Nordwest- und Mittelsachsens

unterteilt werden (BFT 1972). Hierbei lassen sich weitere Teilräume mit spezifischen Charakteristika unterscheiden, welche in Tabelle 1-1 aufgeführt sind.

Tabelle 1-1: Klimagebiete Westsachsens (nach BFT 1972)

Klimagebiet: Subkontinentales Binnentieflandklima			
Teilraum	**Charakteristik**		
Lee des Harzes	- im Mittel höchste Temperaturen der Region, höchste Zahl frostfreier Tage, längste Vegetationsperiode, geringste Niederschläge - ausgeprägte Trockenheit des Winterhalbjahres (September-April: 70-80 % trockene Monate) - kein Ausgleich des Herbst- und Winter-Feuchtdefizits trotz 20-30 % feuchter Monate bei > 40% normaler Monate von Mai-August durch hohe Verdunstungsansprüche des Sommers - Übergangsgebiet zu Trockengebiet		
Leipziger Land	- im regionalen Vergleich hohe Temperaturen und geringe Niederschläge - kaum thermische, aber schwache Lee- und Luvwirkung infolge geringer Reliefunterschiede - hygrisch differenziert:		
	Ausprägung im Norden	**Ausprägung im Westen**	**Ausprägung im Süden**
	- deutliche Trockenheit des Winterhalbjahres (September-April 50-70% trockene Monate) - Mai-August meist > 70 % normale und feuchte Monate - Elbaue bei Torgau durch Leewirkung der Dahlener Heide im Februar-März besonders trocken, 70 % trockene Monate	- Herbst und Frühwinter besonders trocken (September-Januar > 60 % trockene Monate)	- Frühjahr und Herbst vor allem im Übergangsbereich zum Hügelland etwas feuchter (April-Mai und September-Oktober 10 % mehr feuchte und normale Monate als im Norden der Region)

Klimagebiet: Subkontinentales Hügellandklima Nordwest- und Mittelsachsens		
Teilraum	**Charakteristik**	
außerhalb des Mittelgebirgs-vorlandes	- Übergangsklima zwischen den trockenen, warmen Tieflagen und dem feuchteren, gemäßigt tempertierten Hügellandklima - geringe thermische Unterschiede - Täler meist stärker frostgefährdet - bei südwestlich-südlicher Strömung Bewölkung föhnig aufgelockert - hygrisch differenziert:	
	Ausprägung im Osten und Süden	**Ausprägung im Norden**
	- deutlich höhere Frühjahrsfeuchte (Mai-Juni 70-75% normale und feuchte Monate) - während gesamter Speicherphase des Winter-halbjahres etwa 50% normale und feuchte Monate - ausreichende Durchfeuchtung in der Vegetationsperiode	- 590-620 mm Jahres-Niederschlag im Sommerhalbjahr > 5% höherer Anteil von trockenen Monaten - Winterhalbjahr wie Ausprägung im Süden und Osten der Region - Niederschlag auslösende Wirkung der Dübener Heide besonders bei SW-Lagen (Februar-März) deutlich
feuchteres Hügellandklima im Vorland der Mittelgebirge (Erzgebirge)	- im regionalen Vergleich niedrigste Temperaturen, kürzeste Vegetationsperiode, höchste Niederschlagsmenge - im Frühjahr deutlich höhere Niederschlagsspende (April-Juni 20-30 % feuchte Monate bei zumeist < 20% trockenen Monaten) - während des gesamten Sommerhalbjahres knapp 80% normale und feuchte Monate - Feuchtregime vom noch bestehenden Winterdefizit (50 % trockene Monate, 50% normale und feuchte Monate) unabhängig	

Die Planungsregion Westsachsen ist dem „**Windsystem Nord- und Westsachsen**“ zuzuordnen. Dieses Gebiet erstreckt sich vom Südosten bis zum Nordosten Sachsens, etwa parallel und vorgelagert zum Erzgebirgskamm (SMUL 1994). Die Hauptwindrichtung ist ausgeprägt und liegt bei ca. 240°, d. h. Südwest.

Als Klimaelement gilt gleichfalls die **Phänologie**, die jährlich wiederkehrende Wachstums- und Entwicklungs-erscheinungen der Pflanzen beschreibt. Die Phänologie befasst sich dabei mit den Zusammenhängen zwischen dem Lebens- und Wachstumszyklus der Pflanzen auf der einen sowie der Witterung und dem Klima auf der anderen Seite (DWD 2001). Die phänologischen Jahreszeiten sind in der Planungsregion Westsachsen hinsicht-lich ihres Eintretens und der Dauer lokal unterschiedlich. In den thermisch begünstigten Regionen, wie den Tieflandsbereichen und der Elbaue, ist der Phaseneintritt jeweils einige Tage früher zu beobachten. Exemplarisch für Westsachsen sind die phänologischen Jahreszeiten des Naturraums Leipziger Land am Beispiel der Beobachtungen an der Station Leipzig-Schkeuditz wiedergegeben (Tabelle 1-2).

Tabelle 1-2: Phänologische Jahreszeiten – Normalwerte der Periode 1961-1990 für die Station Leipzig Schkeuditz (Quelle: DWD 2007)

phänologische Jahreszeit	**Beginn**	**Ende**	**Dauer (Tage)**	**phänologische Leitphase**	
Vorfrühling	3. März	2. April	31	Schneeglöckchen	Beginn der Blüte
Erstfrühling	3. April	3. Mai	31	Stachelbeere	Beginn der Blattentfaltung
Vollfrühling	4. Mai	2. Juni	30	Apfel	Beginn der Blüte
Frühsommer	3. Juni	20. Juni	18	Schwarzer Holunder	Beginn der Blüte
Hochsommer	21. Juni	31. Juli	41	Sommer-Linde	Beginn der Blüte
Spätsommer	1. August	31. August	31	Apfel, frühreifend	Beginn der Pflückreife
Frühherbst	1. September	21. September	21	Schwarzer Holunder	erste reife Früchte
Vollherbst	22. September	11. Oktober	20	Stiel-Eiche	erste reife Früchte
Spätherbst	12. Oktober	26. Oktober	15	Stiel-Eiche	Blattverfärbung
Winter	27. Oktober	2. März	127	Winterweizen	Auflaufen*

* Auflaufen - Keimscheide durchbricht die Bodenoberfläche

1.2 Das Klima Westsachsens vor 1961

Aus historischen Quellen lassen sich Rückschlüsse auf das Klima und dessen Schwankungen vor 1961 ziehen. Es ist jedoch zu beachten, dass es sich selten um durchgehende Zeitreihen handelt und nur Auswertungen für einzelne Zeitfenster vorliegen. Gleichwohl lassen sich aus den Angaben normale Schwankungsbreiten und Durchschnittswerte ableiten.

Die **Jahresdurchschnittstemperatur** betrug im langjährigen Mittel im Zeitraum 1864 – 1920 an der Station Leipzig **8,7 °C** (SCHÖNE 1925), im Zeitraum 1901-1950 **8,9° C.** Dabei galt als höchste Lufttemperatur 38 °C (9.6.1943), als niedrigste -29 °C. Letztere wurde am 11.2.1929 erreicht (STAATLICHE ZENTRALVERWALTUNG FÜR STATISTIK BERLIN 1974). Eine etwas feinere Messreihe ab 1901 für die Station Leipzig zeigt einen Temperaturanstieg zwischen 1901 bis etwa 1930, der bis Mitte des 20. Jahrhunderts wieder deutlich abfällt. Danach beginnt eine sehr steile Phase des Temperaturanstieges bis heute, der bereits auf Zeichen des Klimawandels zurückzuführen sein könnte (SMUL 2008).

In langjährigen Reihen von 1891 bis 1920 wird für die Station Leipzig ein mittlerer **Jahresniederschlag von 602,7 mm** angegeben (SCHÖNE 1925), für die Reihe von 1901-1950 noch **545 mm** (STAATLICHE ZENTRALVERWALTUNG FÜR STATISTIK BERLIN 1974). Auch hier werden aufgrund der feineren Auflösungen Schwankungen deutlich, die jedoch keinem signifikanten Trend folgen (vgl. SMUL 2008).

Die mittlere Anzahl an Niederschlagstagen, also Tagen mit mindestens 0,1 mm Niederschlag, schwankt im Zeitraum von 1891 bis 1920 nur zwischen 12,1 Tagen im September und 15 Tagen im Dezember (SCHÖNE 1925). An durchschnittlich 15 Tagen im Jahr fielen in der Periode 1901-1950 Niederschläge von mehr als 15 mm (STAATLICHE ZENTRALVERWALTUNG FÜR STATISTIK BERLIN 1974).

Als Mitteldatum des letzten Nachtfrostes galt für den Zeitraum von 1864 bis 1920 der 20. April, für den Frühlingseinzug der 5. Mai. Die Periode mit 5 °C betrug für die Station Leipzig nach SCHÖNE (1925) im Zeitraum 1891-1920 232 Tage, mit 10 °C 168 Tage im Jahr. Es gab 92 Frosttage (im Zeitraum vom 22. Oktober bis 20. April) sowie 34 Sommertage (im Zeitraum vom 14. Mai bis 6. September). Die Temperaturmittel betrugen für den Winter 0,2 °C, für das Frühjahr (März-Mai) 8,3 °C, für den Sommer 17,6 °C und den Herbst (September – November) 8,7 °C (SCHÖNE 1925).

Tabelle 1-3: Gegenüberstellung wichtiger Klimakennwerte vor 1961 und in der Klimanormalperiode 1961-1990

Periode	Jahresdurchschnittstemperatur	Jahresniederschlag
1864-1920	8,7 °C	603 mm
1901-1950	8,9 °C	545 mm
1961-1990	9,1 °C	512 mm

1.3 Klimaprojektion

1.3.1 Lufttemperatur, Niederschlag, Wasserbilanz

Klimaprojektionen sind, wie Prognosen jeglicher Art, zwangsläufig mit Unsicherheiten verbunden. Denn obwohl die Berechnungsmodelle immer besser die globalen klimatischen Abläufe mit den Gegebenheiten vor Ort, wie z. B. dem Relief, verknüpfen und Rückkopplungsprozesse einbeziehen, stellen Ursachen des Klimawandels wie der CO_2-Ausstoß oder die Landnutzung keine fixen Einflussgrößen dar. Sie sind ständigen Wandlungen unterworfen. Zudem sind manche Wirkungszusammenhänge noch nicht hinreichend bekannt. Vor diesem Hintergrund wird es wohl auch künftig keine hundertprozentig sicheren Klimaprojektionen geben. Mit Prognoseunsicherheiten ist vielmehr planerisch vorausschauend umzugehen. Im vorliegenden Projekt erfolgt dies, indem

- die langjährigen Mittelwerte der Periode 1961-1990 (Klimanormalperiode) mit aktuellen Daten des Zeitraums 1991-2005 verglichen werden und damit aktuell real ablesbare Tendenzen des Klimawandels berücksichtigt werden,
- nicht nur ein Szenario der Klimaprojektion ausgewählt wird, sondern die Spannweiten der verschiedenen Szenarien kartographisch und im Diagramm aufgezeigt werden,
- zwei unterschiedliche Dekaden der Prognosen betrachtet werden (2041-2050 und 2091-2100), um auch Schwankungen in der zeitlichen Entwicklung zu berücksichtigen,
- auf der Basis der Auswertung der Klimaprojektionen „Planungsräume im Klimawandel“ abgeleitet werden, die durch eine Typisierung Schwankungen und Unsicherheiten der Prognosen ausgleichen.

Als **Klimamodell** wurde WEREX IV ausgewählt, da es ein speziell entwickeltes regionalisiertes Modell für Sachsen darstellt. Zudem können Szenarienläufe individuell und schnell berechnet werden und ermöglichen so eine hohe Anpassung an die Rahmensetzungen des MORO.

Angesichts der hohen Bandbreite möglicher Entwicklungen wurden alle im Modell WEREX zur Verfügung gestellten **Szenarien** verwendet:

- B1 (optimistisches Szenario, welches abnehmende CO_2-Emissionen in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts beschreibt)
- A1B (geht von einer zukünftig ausgewogenen Nutzung fossiler und nichtfossiler Energiequellen aus)
- A2 (pessimistisches Szenario, welches eine wirtschaftliche Orientierung widerspiegelt und einen steten Anstieg der CO_2-Emissionen bis Ende des 21. Jahrhunderts beschreibt).

Als **Betrachtungszeiträume** wurden die Klimanormalperiode (1961-1990), ein auf Messdaten basierender aktueller Vergleichszeitraum (1991-2005) und zwei auf Projektionsdaten basierende Dekaden (2041-2050 und 2091-2100) verwendet. Der Zeitraum 1991-2005 geht auf eine 2008 veröffentlichte Studie „Sachsen im Klimawandel“ zurück, worin erste Tendenzen für Klimaänderungen deutlich werden (SMUL 2008). Die Projektionszeiträume lehnen sich an Studien zum Klimawandel an, um eine Vergleichbarkeit der Untersuchungen zu gewährleisten (vgl. SCHLUMPRECHT ET AL. 2005, GEMBALLA UND SCHLUTOW 2007).

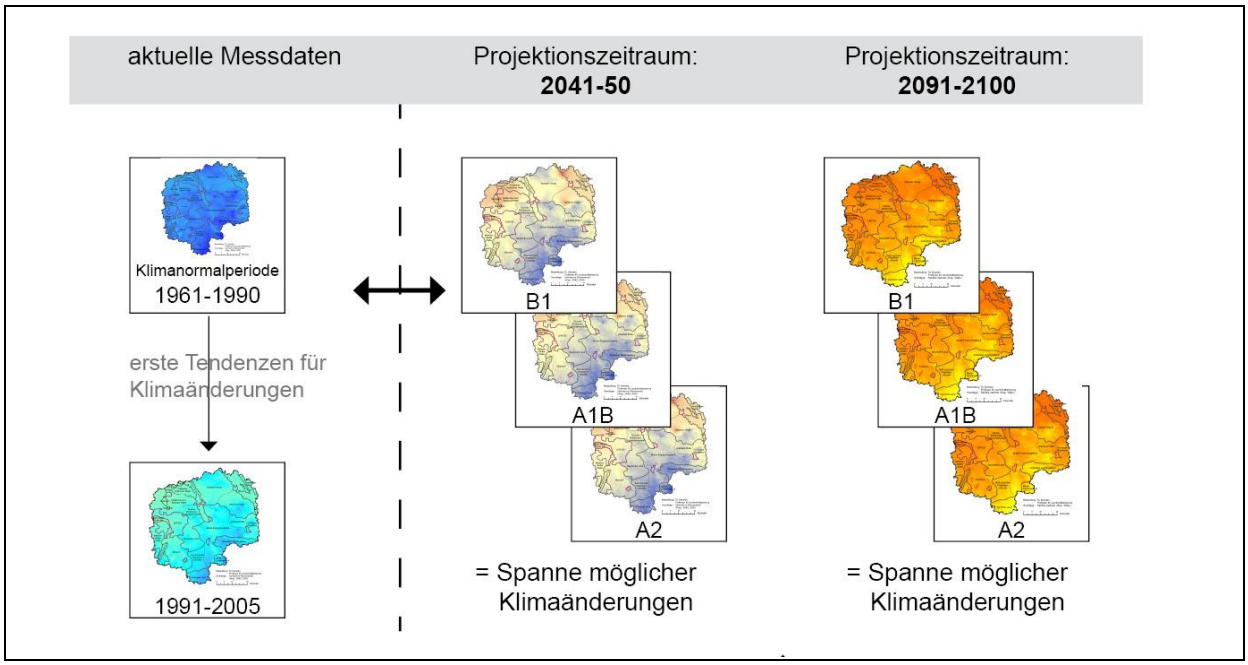


Abbildung 1-3: Methodisches Vorgehen zur Analyse möglicher klimatischer Veränderungen in der Region Westsachsen.

Das aktuellste regionalisierte Modell, um in Sachsen Klimaprojektionen zu erstellen ist WEREX IV.[1] Die Modellläufe sind über das Internetportal RaKliDa (Rasterklimadatenbank) zu beziehen (Quelle: http://141.30.160.222:8082/RaKliDa_WebServlet/). Die Daten können in einem Raster von 10 x 10 km abgefragt werden und beruhen auf einer Auflösung von 1 x 1 km.

Nach Lieferung der Daten als ascii-Format per E-Mail, konnten die Berechnungen im GIS eingelesen werden. Eine Betrachtung in handelsüblichen Bildbearbeitungsprogrammen ist zunächst nicht möglich.

[1] Seit 1999 begleitet das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie Projekte zur Entwicklung regionaler Klimaprognosen. Derzeit wird mit dem Modell WEREX gearbeitet, welches mit einem speziell auf die sächsischen Verhältnisse zugeschnittenen, statistischen Regionalisierungsverfahren arbeitet. Grundlage für die Regionalisierung bildet eine objektive Analyse der Wetterlagen und der meteorologischen Beobachtungswerte der vergangenen Jahrzehnte in Sachsen. Auf Basis der durch globale Klimamodelle vorgegebenen Veränderungen der Häufigkeiten einzelner Wetterlagen, können auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse regionalklimatische Charakteristika abgeleitet werden. Als Eingangsgröße zur Herleitung von erwarteten Wetterlagenhäufigkeiten in der Zukunft finden hierbei die Ergebnisse des aktuellen globalen Klimamodells ECHAM5- MPI-OM des Max-Planck-Institutes Hamburg Verwendung (FESKE 2009).

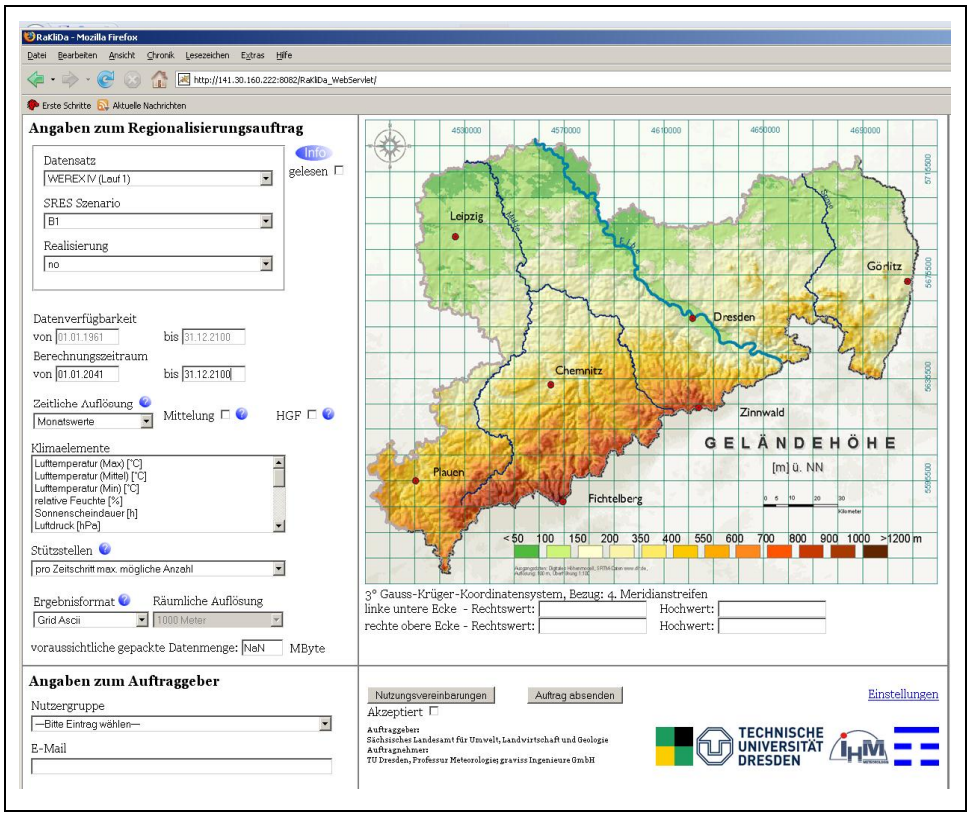


Abbildung 1-4: Eingabemaske der Rasterklimadatenbank, um Klimaszenarien von WEREX IV zu bestellen

Tabelle 1-4: Datenverfügbarkeit der Rasterklimadatenbank (Modell: WEREX IV (Lauf 1) und ausgewählter Elemente für das MORO Westsachsen

verfügbare Klimaelemente	**Auswahl für MORO Westsachsen**
Lufttemperatur (max.)	
Lufttemperatur (mittel)	x
Lufttemperatur (min.)	
Relative Feuchte	
Sonnenscheindauer	
Luftdruck	
Dampfdruck	
Bedeckungsgrad	
Niederschlag [mm]	x
Windgeschwindigkeit (10 m ü. EOF)	
Windgeschwindigkeit (2 m ü. EOF)	
Windstärke	
Globalstrahlung	
pot. Verdunstung	x
Wasserbilanz	x

Verfügbare Modelle	Auswahl für MORO Westsachsen
B1	x
A1B	x
A2	x

Zeitliche Auflösung	Auswahl für MORO Westsachsen
täglich	
monatlich	x
jährlich	x

Zusammenfassung zu 4 Jahreszeiten und 2 Vegetationsperioden

Datenverfügbarkeit	Auswahl für MORO Westsachsen
01.01. 1961 bis 31.12.2100	2041-2050 / 2091-2100

Da zwei Zeiträume (2041-2050 und 2091-2100) sowie drei Szenarien im saisonalen und jährlichen Vergleich betrachtet wurden, summierte sich die Zahl der ascii-Dateien insgesamt auf über 200. Die monatlichen Einzelwerte wurden anschließend zu den vier Jahreszeiten sowie den Vegetationsperioden I und II zusammengefasst. Diese Berechnungen waren jedoch nur für die Durchschnittstemperatur (Mittelwert) und den Niederschlag (Summe) möglich. Die Aufsummierung der Wasserbilanz ergab keine realistischen Werte, so dass stattdessen die Szenarien für die potentielle Verdunstung über die Rasterklimadatenbank bezogen wurden. Nach Aufsummierung der Einzelmonate konnte die Verdunstung vom Niederschlag abgezogen werden und ergab plausible Werte und Abgrenzungen für die Wasserbilanz (vgl. Methodik in SMUL 2008). Weitere Auswertungen von Klimaelementen, wie die Zahl der Hitzetage oder Aussagen zu Starkregenniederschlägen, ließen sich in dem Projekt zur Verfügung stehenden Zeitumfang nicht aus der Rasterklimadatenbank auswerten, da dazu Tageswerte betrachtet werden müssten. Für die Abschätzung von Hitzetagen wurde stattdessen auf die aufgearbeiteten Daten des Potsdamer Institutes für Klimafolgenforschung (PIK) zurückgegriffen. Mit dem Klimamodell STAR wurden Hitzetage für alle FFH-Gebiete in der Region berechnet und können frei über die Internetseite des PIK bezogen werden (http://www.pik-potsdam.de/infothek/klimawandel-und-schutzgebiete).

Tabelle 1-5: Vor- und Nachteile der Nutzung der Rasterklimadatenbank aus planungspraktischer Sicht

Vorteile	Nachteile
- Daten liegen für Tages-, Monats- und Jahreswerte vor. - Eine Mittelwertberechnung ist für einen ausgewählten Zeitraum möglich. - Die Auswahl zwischen 15 Klimaelementen ist umfänglich und auskömmlich. - Eine individuell räumliche Eingrenzung ist über ein Gitterraster möglich.	- Insbesondere bei Tageswerten handelt es sich bei regionalen Auswertungen leicht um unüberschaubare Datenmengen. - Es fehlt eine Erläuterung der Eingangsdaten und der Methodik zur Erstellung der Projektionen. - Es fehlt eine Handlungsanleitung, insbesondere zum Umgang mit den ausgegebenen Datenformaten (z. B. Hinweis, dass eine Bearbeitung ohne GIS nicht möglich ist).

Aktuelle Messwerte für die Klimaelemente Durchschnittstemperatur, Niederschlag und Wasserbilanz wurden über die Untersuchungen des Institutes für Hydrologie und Meteorologie, Professur Meteorologie der TU Dresden (Prof. Bernhofer, Dr. Goldberg) bezogen. Die Berechnungen für Jahreszeiten und Jahreswerte lagen bereits als ascii-Format vor und mussten lediglich im ArcGIS auf die Region zugeschnitten werden.

Um die Stärke der Klimaveränderungen zwischen den Szenarien und der Klimanormalperiode vergleichen zu können, wurden die Höchst- und Tiefstwerte für alle Szenarien und den Messdaten für ein Klimaelement und Zeitraum ermittelt und der Skala zugrunde gelegt. So zeigte sich eine Spannbreite für die durchschnittliche jährliche Wasserbilanz zwischen der Klimanormalperiode und den Szenarien B1, A1B, A2 für den Zeitraum 2041-2050 und 2091-2100 von -177 mm und +178 mm.

Alle Ergebnisse des Vergleichs zwischen der Klimanormalperiode und den zwei Betrachtungszeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 sind in den Karten 1_2 bis 1_4 dargestellt.

1.3.2 Hitzetage

Für die Einschätzung von Hitzeperioden in der Region Westsachsen wurden neben den Durchschnittstemperaturen auch Hitzetage betrachtet. Dabei ist von dem äquivalent verwendeten Begriff der „heißen Tage“ die Rede, wenn die Tagestemperatur über 30 °C steigt. Als Datengrundlage stellte das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) Projektionswerte für den Zeitraum 2007-2060 des regionalen Modells STAR II zur Verfügung (PIK 2010: A1B-Szenario, ECHAM5 – 1. Lauf, regionales Modell STAR II mittlere Realisierung). Für den Referenzzeitraum 1951-2006 wurden Beobachtungsdaten verwendet. Alle Temperaturwerte wurden auf die Landschaftstypen Westsachsens bezogen, so dass eine Vergleichbarkeit mit den Auswertungen aus der Rasterklimadatenbank gegeben ist.

Mit 43 Projektionsstandorten in Westsachsen bilden diese Daten die Grundlage für eine eigene Ermittlung flächendeckender prognostizierter regionaler Hitzetage. Neben sich möglicherweise kleinräumig stark unterscheidenden Niederschlagsmustern liegen Ungenauigkeiten vor allem dann vor, wenn sich ein Schutzgebiet über verschiedene Höhenlagen erstreckt. Für das reliefarme Westsachsen eignen sich die Werte aber verhältnismäßig gut.

Insgesamt zeigen die Projektionen auf Grundlage des Klimamodells STAR im Vergleich mit dem sächsischen Modell WEREX IV, auf dem die weiteren Untersuchungen basieren, ähnlich differenzierte Erwärmungssignale. Die hier angeführten Projektionen können daher als robust eingeschätzt werden.

1.3.3 Sturm / Windspitzen

Derzeit liegen keine statistisch abgesicherten Prognosen zur Entwicklung der Sturmhäufigkeit und –stärke vor. Stattdessen wurden dem Projekt Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes von gemessenen Tageswindspitzen von 130 Stationen aus dem Zeitraum 1971-2008 zur Verfügung gestellt. Die Daten zeigen Windspitzen (Böengeschwindigkeit im Mittelungsintervall 3 Sekunden), deren Auftreten im Mittel einmal in 50 Jahren (Wiederkehrzeit) zu erwarten ist (vgl. Abbildung 1-18).

Die Windspitzen für extrem lange Wiederkehrzeiten (Wiederkehrwerte) konnten nicht direkt aus den Messdaten entnommen werden, da sie nicht für ausreichend lange Zeiträume vorliegen. Sie mussten vielmehr anhand vorhandener Messdaten geschätzt werden. Dazu bediente man sich der Extremwertanalyse, die Methoden zur Extrapolation seltener Ereignisse aus den Beobachtungswerten liefert. Aussagen zum Einfluss des Klimawandels auf diese Ereignisse sind damit allerdings nicht möglich.

Gemäß den angewandten statistischen Verfahren sind die abgebildeten Windspitzen mit Unsicherheiten behaftet, die bei der vorliegenden Kartierung für jeden Rasterwert bei einer 95 %-igen Wahrscheinlichkeit liegt.

1.4 Ergebnisse des Vergleichs langjähriger Messreihen, aktueller Tendenzen und Klimaprojektionen

1.4.1 Mittlere Durchschnittstemperatur

Aktuelle Tendenzen im Vergleich der Klimanormalperiode (KNP) mit dem Zeitraum 1991-2005 zeigen bereits einen flächendeckenden Temperaturanstieg. Für die Station Leipzig wurde bis 2005 eine Temperaturerhöhung um +1 °C festgestellt (vgl. SMUL 2008). Lediglich im Herbst wurde ein leichter Temperaturrückgang verzeichnet (-0,3 °C) (ebd.). Die Veränderungen der Minimum- und Maximumtemperaturen für die Station Leipzig zeigt Tabelle 1-6.

Tabelle 1-6: Tendenzielle Entwicklung der Minimum- und Maximumtemperaturen für die Station Leipzig zwischen 1961-1990 und 1991-2005 (verändert nach SMUL 2008)

	Mittlere Minimumtemperatur in °C		**Mittlere Maximumtemperatur in °C**	
	1961-1990	**1991-2005**	**1961-1990**	**1991-2005**
Frühjahr	4,4	5,5	13,3	14,6
Sommer	12,6	13,8	22,9	23,9
Herbst	6,3	6,4	13,8	13,5
Winter	-1,8	-0,9	3,3	4,4
Jahr	5,4	6,5	13,3	14,1

Nach **Auswertung der Klimaprojektionen** auf Basis von WEREX IV ist **in allen Jahreszeiten ein Temperaturanstieg zu erwarten** (vgl. hierzu auch MELLENTIN 2009). Besonders deutlich ist das Erwärmungssignal im Herbst und Winter. Vergleiche mit anderen Klimamodellen (z. B. REMO) zeigen jedoch, dass die Temperaturerhöhung im Sommer und vor allem im Frühjahr zu niedrige Werte zeigt. Angesichts des aktuellen Wissenstandes zu den stetig steigenden CO_2-Emissionen, die bereits die Annahmen des wirtschaftlich orientierten A2-Szenarios übersteigen, ist **die Temperaturspanne des Zeitraums 2091-2100 realistischer für die Planung anzusetzen**. Um den Unsicherheiten im Klimawandel zu begegnen, wird die Schwankungsbreite aller Szenarien (B1, A1B, A2) für die Planung zugrunde gelegt.

Tabelle 1-7: Temperaturerhöhungen im Hügelland und im Tiefland auf Grundlage von WEREX IV, Szenarien B1, A1B, A2 für die Projektionszeiträume 2041-2050 und 2091-2100

(Werte mit höherer Eintrittswahrscheinlichkeit sind fett gedruckt. Unterstrichene Werte zeigen ein stärkeres Erwärmungssignal)

	Temperaturänderung im Hügelland		**Temperaturänderung im Tiefland**	
	2041-2050 zu KNP	**2091-2100 zu KNP**	**2041-2050 zu KNP**	**2091-2100 zu KNP**
Frühjahr	+0,3 bis +1,5 °C	**+1 bis +2 °C**	+ 0,8 bis +1 °C	**über +1 bis +1,5 °C**
Sommer	+1,5 bis +2 °C	**+2,5 bis +3 °C**	+1,5 bis +2 °C	**+2 bis +2,5 °C**
Herbst	+0,5 bis +1,5 °C	**+2 bis über +4 °C**	+0,5 bis + 2 °C	**+ 2 bis +4 °C**
Winter	+ 2 bis +3 °C	**+4 bis +5 °C**	+1 bis +4 °C	**+4,5 bis +5 °C**
Jahr	+1 bis +2 °C	**+2 bis +3 °C**	+1 bis +2,5 °C	**+2,5 bis +3,5 °C**

Indiz dafür, dass die Frühjahrstemperaturen zu niedrig sind, zeigt der Vergleich der Frühjahrswerte mit aktuellen Messwerten für die Periode 1991-2005, welche ähnliche Temperaturen zeigt wie im Szenario A2 für die Periode 2041-2050 projiziert wird (vgl. Karte 1_2b). Damit ist in dieser Jahreszeit das Temperaturniveau bereits erreicht, welches nach WEREX IV für Mitte des 21. Jahrhunderts berechnet wurde[2]. Die Temperaturzunahmen weisen unterschiedliche Schwankungsbreiten auf. Besonders hohe Unsicherheiten zeigen sich im Herbst und Winter, wobei ein höheres Maß an Varianz in den nächsten Jahrzehnten auch für das Frühjahr und den Sommer nicht ausgeschlossen werden kann. Abbildung 1-5 und Abbildung 1-6 verdeutlichen die Temperaturerhöhung in den wärmsten und gemäßigten Lagen (Tiefland bzw. Hügelland), wobei Mindest- und Maximalwerte der durchschnittlichen Temperatur beider Projektionen die Grenze markieren.

Für planerische Abschätzungen wurde auch die durchschnittlichen Temperaturen in der Vegetationsperiode I (April bis Juni) und Vegetationsperiode II (Juli bis September) berechnet (vgl. Karten 1_2f und 1_2g). Insbesondere die Vegetationsperiode I stellt den sensibelsten Abschnitt der Gesamtvegetationsperiode nicht nur für die Landwirtschaft dar. Hierbei zeigt der Vergleich der Perioden 2041-2050 und 2091-2100 einen Temperaturanstieg um ca. 1 °C. Auch diese Werte sind voraussichtlich noch zu niedrig angesetzt (MELLENTIN 2009).

[2] Dennoch sind auch zukünftig Schwankungen der Temperaturen zu erwarten, die durchaus mit zeitweilig rückläufigen Tendenzen der Klimagrößen verbunden sein können.

Tabelle 1-8: Spannweite der möglichen absoluten Temperaturen auf Grundlage von WEREX IV, Szenarien B1, A1B, A2 in der Periode 2091-2100

	Station Leipzig	langjähriges Mittel Tiefland	Projizierter Absolutwert im Tiefland	langjähriges Mittel Hügelland	Projizierter Absolutwert im Hügelland
	1864-1920	**1961-1990**	**2091-2100**	**1961-1990**	**2091-2100**
Frühjahr	8,3 °C	um 9,0 °C	10,0 bis 10,5 °C	um 7,8 °C	8,8 bis 9,8 °C
Sommer	17,6 °C	17,5 bis 18 °C	19,5 bis 20,5 °C	16,5 bis 17 °C	19,0 bis 20,0 °C
Herbst	8,7 °C	9,5 bis 10 °C	11,5 bis 14 °C	um 9,0 °C	11,0 bis 13,0 °C
Winter	0,2 °C	um 1,0 °C	5,0 bis 5,5 °C	0,0 bis 0,4 °C	4,0 bis 5,5 °C
Vegetations-periode 1	-	-	14,0 bis 15,0 °C	-	13,0 bis 14,0 °C
Vegetations-periode 2	-	-	19,0 bis 20,0 °C	-	18,0 bis 19,0 °C

Derzeit tritt vor allem der nordwestliche Bereich Westsachsens als besonders wärmegetönt hervor. Dieser Bereich höchster Durchschnittstemperaturen verschiebt sich in den Projektionen deutlich nach Nordosten in die Elbaue und Annaburger Heide sowie die tiefsten Lagen der Muldeaue und den nördlichen Bergbauraum (Goitzsche) an der Regionsgrenze. Hier sind besonders starke Temperaturerhöhungen zu erwarten. Das Hügelland zeigt im Frühjahr und Herbst stärkere Erwärmungstendenzen als die tieferen Lagen (vgl. Abbildung 1-5 und Tabelle 1-7). Gleichwohl sind die Räume (süd)westlich von Leipzig bis in das Stadtgebiet, der Nordraum mit der Delitzscher und Brehnaer Platte sowie die Prellheide-Noitzscher Heide und die Dahlener Heide nach wie vor zu den wärmsten Bereichen der Region zu zählen (vgl. Abbildung 1-7).

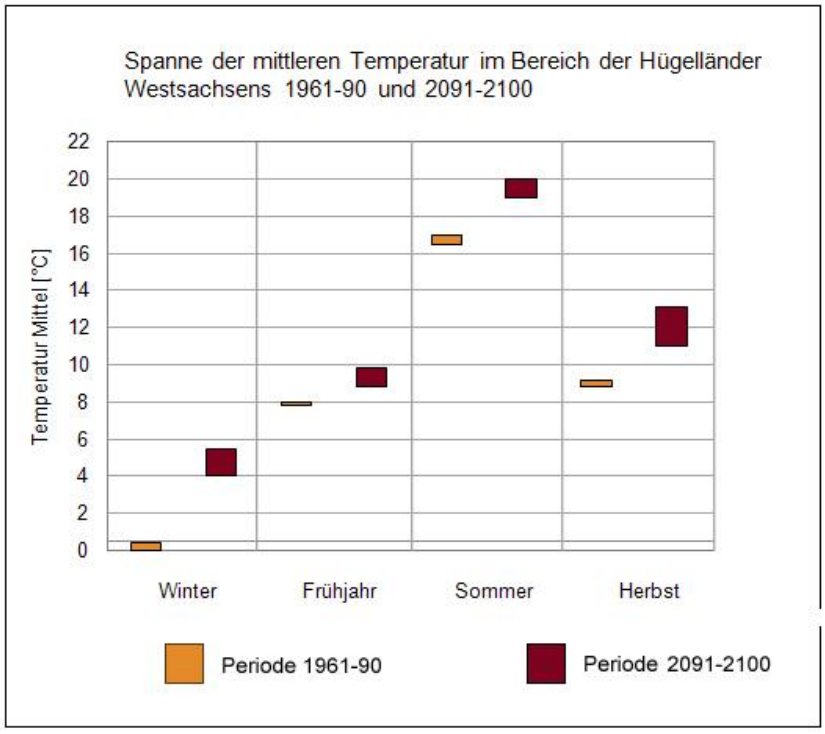


Abbildung 1-5: Temperaturspannen im Hügelland Westsachsens für die Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV, (Szenario B1, A1B, A2, Periode 2091-2100)

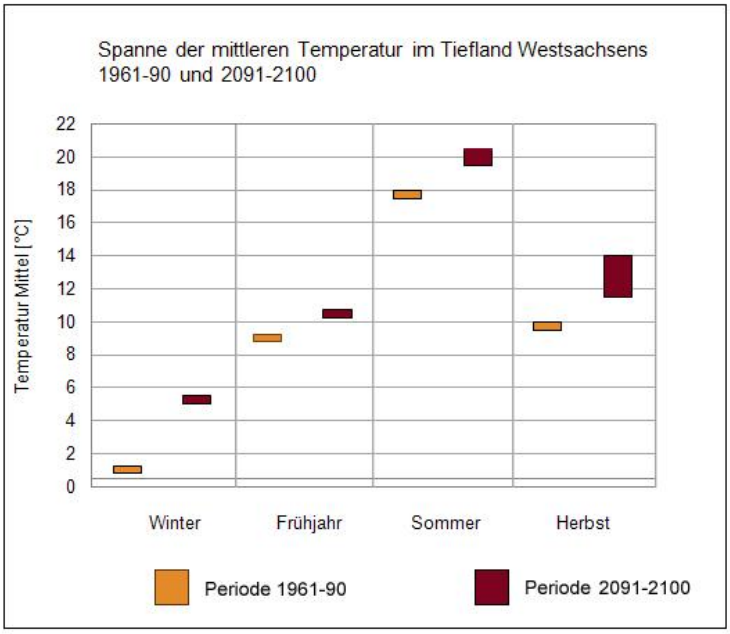


Abbildung 1-6: Vergleich der Temperaturspannen im Tiefland Westsachsens für die Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV, (Szenario B1, A1B, A2, Periode 2091-2100)

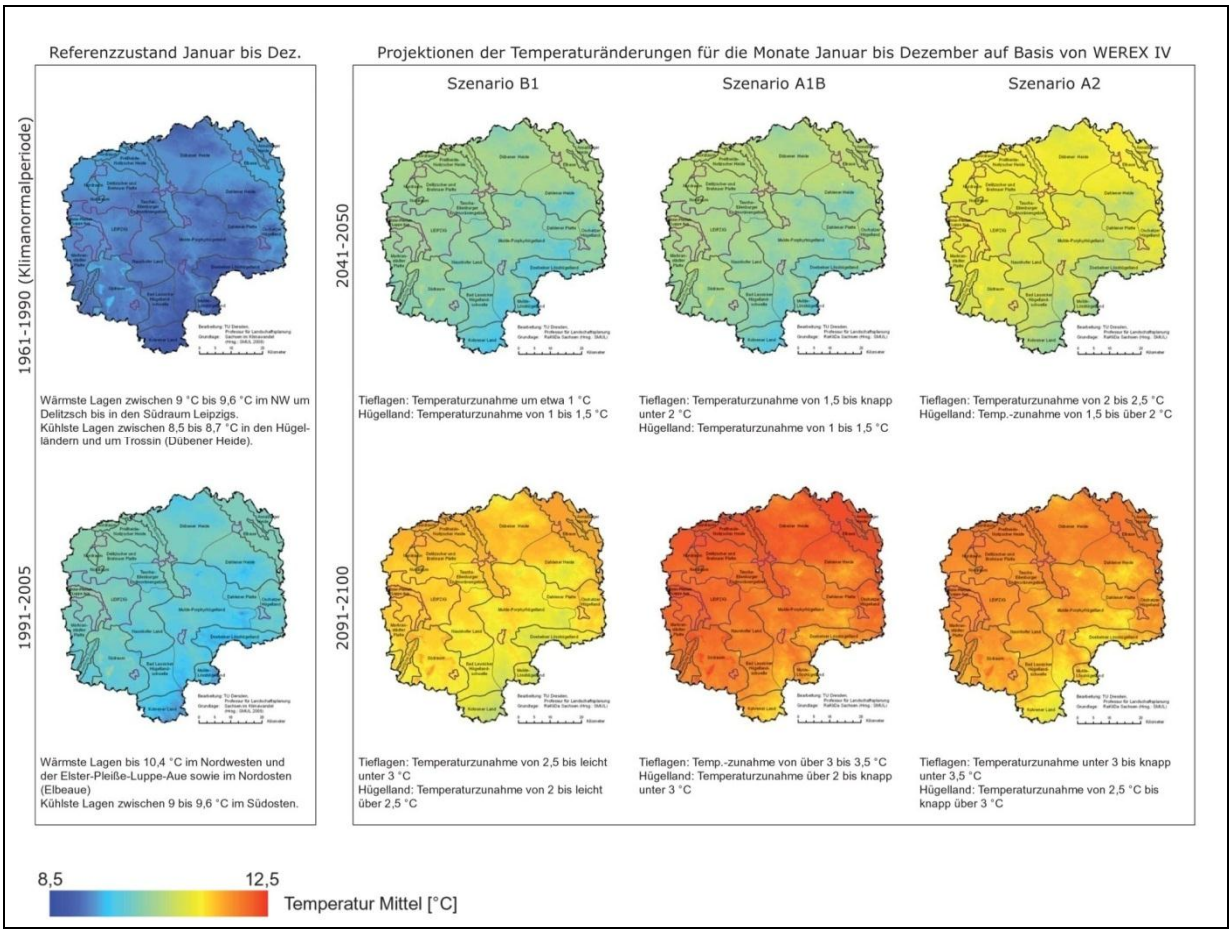
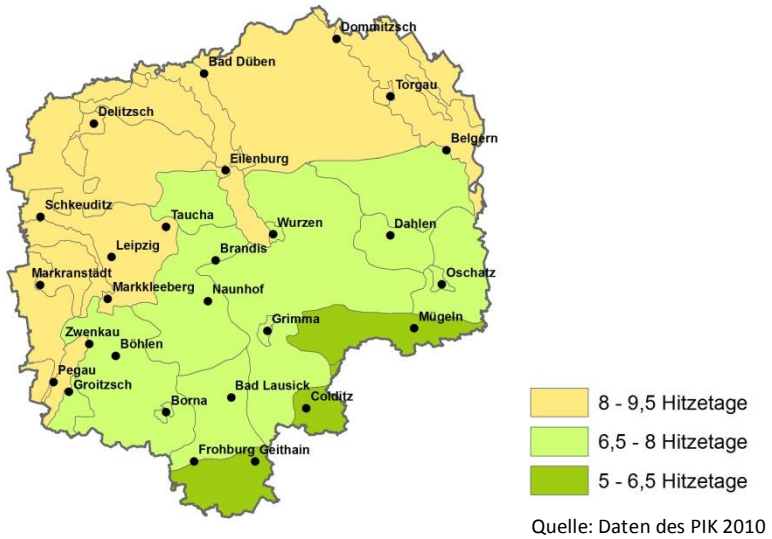


Abbildung 1-7: Gegenüberstellung der Jahresdurchschnittstemperatur in der Klimanormalperiode (1961-1990), mit den Veränderungen im Zeitraum 1991-2005 und den Klimaprojektionen für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100 auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2) vgl. Karten 1_2a bis 1_2g

1.4.2 Hitzetage

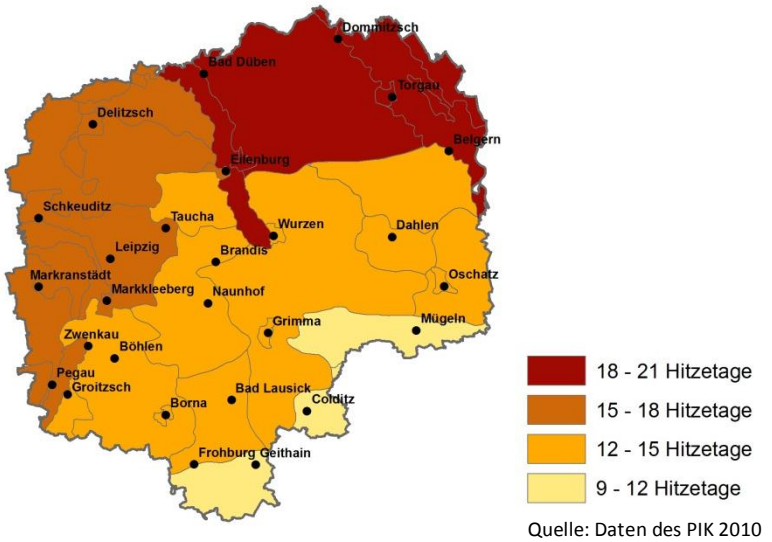
Im Vergleichszeitraum von 1951 bis 2006 waren in Westsachsen zwischen 5 und 9 Hitzetage zu verzeichnen. Bis Mitte dieses Jahrhunderts steigt die Anzahl der „heißen Tagen“ auf 9 bis 21. Während sich die klimatische Belastung durch Hitze im südlichen Teil des Untersuchungsraums – dem Hügelland – um ca. das Doppelte erhöht, können dort aber noch vergleichsweise geringe Werte erwartet werden. In Zukunft werden die Bereiche zwischen Vereinigter Mulde und Elbaue/Annaburger Heide der stärksten Hitzebelastung ausgesetzt sein. Dort werden mit bis zu 21 Hitzetagen mehr als doppelt so viele belastende Tage erwartet (vgl. Abbildung 1-8). Aber auch weitere Teile im Norden und Westen der Region sind mit mehr als 15 Hitzetagen einer enormen Belastung ausgesetzt. Dies kann als besorgniserregend eingeschätzt werden, weil sich in diesen Bereichen relativ dicht bebaute und bevölkerungsreiche Siedlungen befinden, die zusätzlich auch durch den städtischen Wärmeinseleffekt als belastet gelten können.

Periode 1951-2006:



Quelle: Daten des PIK 2010

Periode 2051-2060:



Quelle: Daten des PIK 2010

Abbildung 1-8: Aktuelle und prognostizierte Hitzetage der Perioden 1951-2006 und 2051-2060 im Vergleich (übertragen auf die naturräumliche Gliederung Westsachsens)

1.4.3 Mittlerer Niederschlag

Im Vergleich der Klimanormalperiode mit dem Zeitraum 1991-2005 wird bereits **in aktuellen Tendenzen eine hohe Varianz der Niederschläge** zwischen den Monaten deutlich. So waren im Sommer hohe Schwankungen im Sächsischen Tiefland erkennbar, die in einer Zunahme der Juliniederschläge um +49,1 % kulminierten und einem markanten Niederschlagsrückgang im April von -22,9 % gegenüberstanden (Tabelle 1-9). FRANKE ET AL. (2004) berechneten einen Rückgang der Sommerniederschläge um 10 bis 30 % zwischen 1951 und 2000. Insgesamt wird eine hohe saisonale Schwankungsbreite deutlich.

Tabelle 1-9: Tendenzielle Entwicklung der Niederschlagsmengen im sächsischen Tiefland zwischen 1961-1990 und 1991-2005 (verändert nach SMUL 2008)

	korrigierter Niederschlag in mm (1961-1990)	**Änderung in % zu 1991-2005**
Januar	45,6	-11,1
Februar	38,9	+10,5
März	42,8	+30,6
April	52,3	-22,9
Mai	59,5	-0,5
Juni	71,0	-17,1
Juli	59,8	+49,1
August	71,5	-1,8
September	50,7	+7,6
Oktober	44,8	-3,6
November	50,5	+5,6
Dezember	57,5	-2,9
Jahr	644,8	+4,4

Auf Grundlage von drei **Klimaszenarien (B1, A1B, A2)** und zwei Projektionszeiträumen zeigt sich eine äußerst weite Spannbreite der möglichen Niederschlagsentwicklungen (vgl. Karten 1_3a bis 1_3g). Diese wird insbesondere im Zeitraum 2041-2050 deutlich, wo neben deutlichen Niederschlagsabnahmen auch Niederschlagszunahmen auftreten. Im Zeitraum 2091-2100 ist die Streuung der Werte geringer und zeigt deutlicher eine Tendenz zu Niederschlagsrückgängen. Um den Unsicherheiten der Projektionen gerecht zu werden, wurden die Werte aller Szenarien und Zeiträume in die Auswertung einbezogen. Eine höhere Eintrittswahrscheinlichkeit wird für den Bereich, in dem die mittleren 50 % der Daten liegen, angenommen (oberes und unteres Quartil). Tabelle 1-10 zeigt die Niederschlagsänderungen für das Hügelland und das Tiefland. Besonders drastisch fallen die Niederschlagsrückgänge im Hügelland und Teilen der Übergangsbereiche aus, die in der Jahressumme -40 mm bis -65 mm erreichen können.

Tabelle 1-10: Spanne der Niederschlagsrückgänge im Hügelland und im Tiefland für die Dekaden 2041-2050 und 2091-2100

	Niederschlagsänderungen im Hügelland 2041-2050/2091-2100 gegenüber 1961-1990		
	Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil)	**Gesamte Spanne möglicher Niederschlagsentwicklungen (alle Werte)**	**Prozentuale Änderungen (bezogen auf das obere und untere Quartil)**
Frühjahr	-5 bis -25 mm	+15 bis -35 mm	-3 bis -14,4 %
Sommer	-25 bis -35 mm	+/-0 bis -40 mm	-11,2 bis -14,9 %
Herbst	-10 bis -25 mm	+/-0 bis -30 mm	- 6,5 bis -14,8 %
Winter	+10 bis -5 mm	+15 bis -15 mm	+6,6 bis -3,6 %
Jahr	-40 bis -65 mm	-20 bis -80 mm	- 5,8 bis -8,7 %

	Niederschlagsänderungen im Tiefland 2041-2050/2091-2100 gegenüber 1961-1990		
	Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil)	**Gesamte Spanne möglicher Niederschlagsentwicklungen (alle Werte)**	**Prozentuale Änderungen (bezogen auf das obere und untere Quartil)**
Frühjahr	+10 bis -15 mm	+30 bis -20 mm	+6,5 bis -9,4 %
Sommer	-15 bis -20 mm	+5 bis -25 mm	-7,5 bis -10,9 %
Herbst	-5 bis -20 mm	+5 bis -25 mm	-2,6 bis -15,5 %
Winter	+5 bis 15 mm	+25 bis -5 mm	+10,9 bis -3,3 %
Jahr	-5 bis -35 mm	+30 bis -50 mm	- 0,4 bis -6,2 %

Auch in den nördlichen und nordwestlichen Tieflagen der Region sind Abnahmen der Niederschlagsmengen im Sommer und Herbst sowie in der Jahressumme (-5 bis -35 mm) zu erwarten. Der Niederschlagsrückgang fällt jedoch geringer aus als in den Hügelländern. Dabei ist zu beachten, dass im Tiefland die Niederschlagssumme bereits heute die niedrigsten Werte der Region aufweist. Dieses Verhältnis wird sich auch zukünftig nicht ändern. Trotz der deutlichen Rückgänge im Hügelland bleiben die Bereiche des Mulde- und Döbelner-Lößhügellandes, das Kohrener Land sowie die Ausläufer des Hügellandes vergleichsweise feucht im Gegensatz zu den westlichen Bereichen um Leipzig, den Flussauen und Plattengebieten sowie dem Nordosten mit der Elbaue und der Dübener Heide. In der Elbaue wird in nahezu jeder Klima-Projektion eine Zone geringster Niederschläge deutlich. Der Schwerpunkt besonders trockener Teilbereiche verschiebt sich damit leicht von Nordwesten nach Nordosten in die Elbaue und den nördlichen Bergbauraum (Goitzsche), welche bereits durch besonders hohe prognostizierte Durchschnittstemperaturen auffielen. In Nordwestsachsen zeigen sich nur schwache Tendenzen zu Niederschlagsrückgängen. Dies könnte mit einer veränderten Anströmrichtung aus derzeit westlicher Richtung hin zu einer zukünftig südlichen Richtung zusammenhängen, womit der Lee des Harzes im nordwestlichen Teil der Region weniger wirksam wird. Sehr differenziert verhält sich der Raum um die Dahlener Heide. Auf kleinstem Raum wechseln hier extreme Trockenbereiche (angrenzend nach Norden zur Dübener Heide und Osten in die Elbaue) und Bereiche mit relativ hohen Niederschlägen in der zentralen Dahlener Heide.

Differenziert nach Jahreszeiten werden weitere Besonderheiten deutlich. Im Tiefland und Hügelland sind in den Sommermonaten deutliche Rückgänge zu verzeichnen (vgl. Karte 1_3c). Das Signal für einen sommerlichen Niederschlagsrückgang ist als robust einzuschätzen (MELLENTIN 2009). Zudem fehlen die Niederschläge in den Hügelländern tendenziell im Frühjahr (-5 bis -25 mm), wobei jedoch gerade in dieser Periode höchste Schwankungsbreiten auffallen (vgl. Abbildung 1-9, Karte 1_3b). Auch andere Regionalisierungsverfahren weisen sehr heterogene Tendenzen auf (vgl. MELLENTIN 2009), wodurch sich weiterhin große Unsicherheiten in der Abschätzung von Klimafolgen ergeben. In den Wintermonaten nehmen die Niederschläge vor allem in den Tieflagen zu (+5 bis +15 mm, vgl. Karte 1_3e). Im Hügelland deutet sich eine höhere Varianz an. MELLENTIN 2009 verweist 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.

Tabelle 1-11: Spannweite der möglichen absoluten Niederschlagswerte auf Grundlage von WEREX IV, Szenarien B1, A1B, A2 für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100

Aufgeführt ist der Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil), in Klammern steht die Spannweite der möglichen Niederschlagsmengen

	Hügelland (Messwerte)	**Projizierter Absolutwert in den Hügelländern**	**Tieflandslagen (Messwerte)**	**Projizierter Absolutwert im Tiefland**
	1961-1990	**2041-2050/2091-2100**	**1961-1990**	**2041-2050/2091-2100**
Winter	150 bis 170 mm	155 bis 170 mm (145 bis 185 mm)	114 bis 138 mm	130 bis 140 mm (120 bis 150 mm)
Frühjahr	165 bis 190 mm	150 bis 170 mm (140 bis 200 mm)	133 bis 155 mm	135 bis 155 mm (125 bis 175 mm)
Sommer	215 bis 245 mm	190 bis 210 mm (185 bis 235 mm)	184 bis 201 mm	185 bis 170 mm (160 bis 205 mm)
Herbst	155 bis 170 mm	135 bis 155 mm (125 bis 165 mm)	129 bis 146 mm	120 bis 135 mm (110 bis 145 mm)
Vegetationsperiode 1	-	170 bis 180 mm (160 bis 195 mm)	-	165 bis 150 mm (140 bis 175 mm)
Vegetationsperiode 2	-	175 bis 195 mm (155 bis 230 mm)	-	150 bis 175 mm (140 bis 175 mm)
Jahr	640 bis 765 mm	640 bis 695 mm (620 bis 725 mm)	565 bis 641 mm	565 bis 600 mm (545 bis 635 mm)

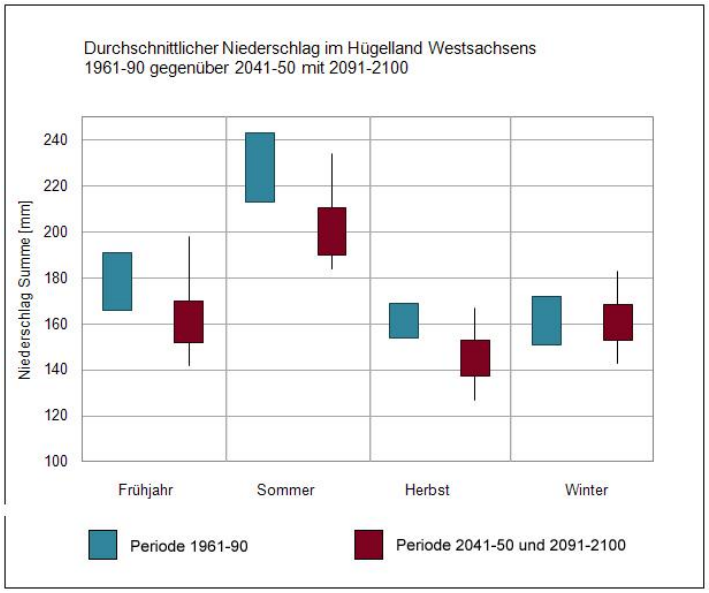


Abbildung 1-9: Gegenüberstellung der saisonalen Niederschlagsspannen für das Hügelland Westsachsens in der Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2, Spannweite der Perioden 2041-50 und 2091-2100)
Die roten Kästchen zeigen den Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil), während die vertikalen Linien (Whisker) die Spannweite der Niederschlagswerte abdecken.

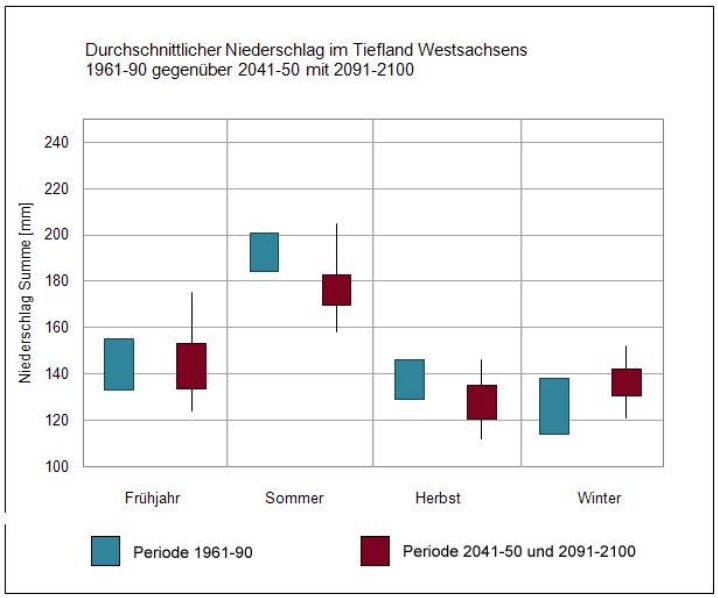


Abbildung 1-10: Gegenüberstellung der saisonalen Niederschlagsspannen für das Tiefland Westsachsens in der Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2, Spannweite der Perioden 2041-50 und 2091-2100)
Die roten Kästchen zeigen den Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil), während die vertikalen Linien (Whisker) die Spannweite der Niederschlagswerte abdecken.

Insgesamt wird eine hohe Unsicherheit bezüglich der Niederschlagsentwicklung deutlich, die eine Vielzahl von Landnutzungen betrifft. Während in den Tieflagen in den Sommer und Herbstmonaten weniger Niederschläge zu erwarten sind, zeichnen sich in den Hügelländern Defizite in bisher gut mit Niederschlag versorgten Räumen ab.

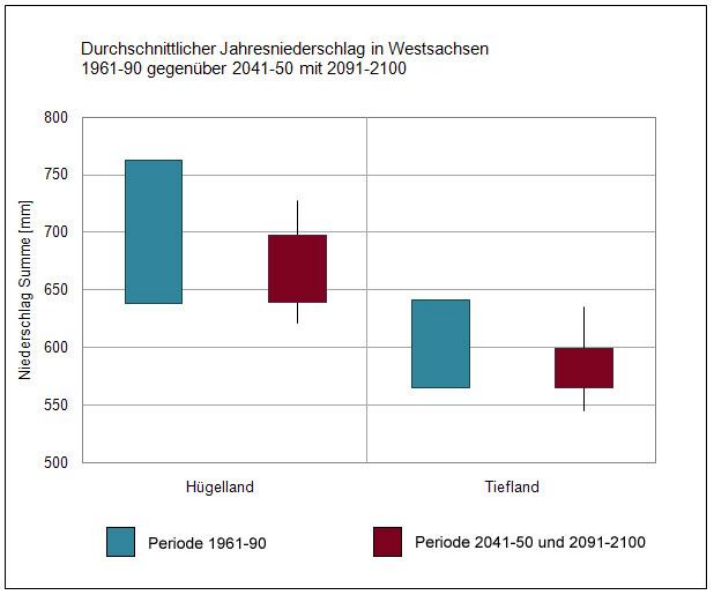


Abbildung 1-11: Gegenüberstellung der jährlichen Niederschlagsrückgänge im Hügelland und Tiefland der Region
Die roten Kästchen zeigen den Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil), während die vertikalen Linien (Whisker) die Spannweite der Niederschlagswerte abdecken.

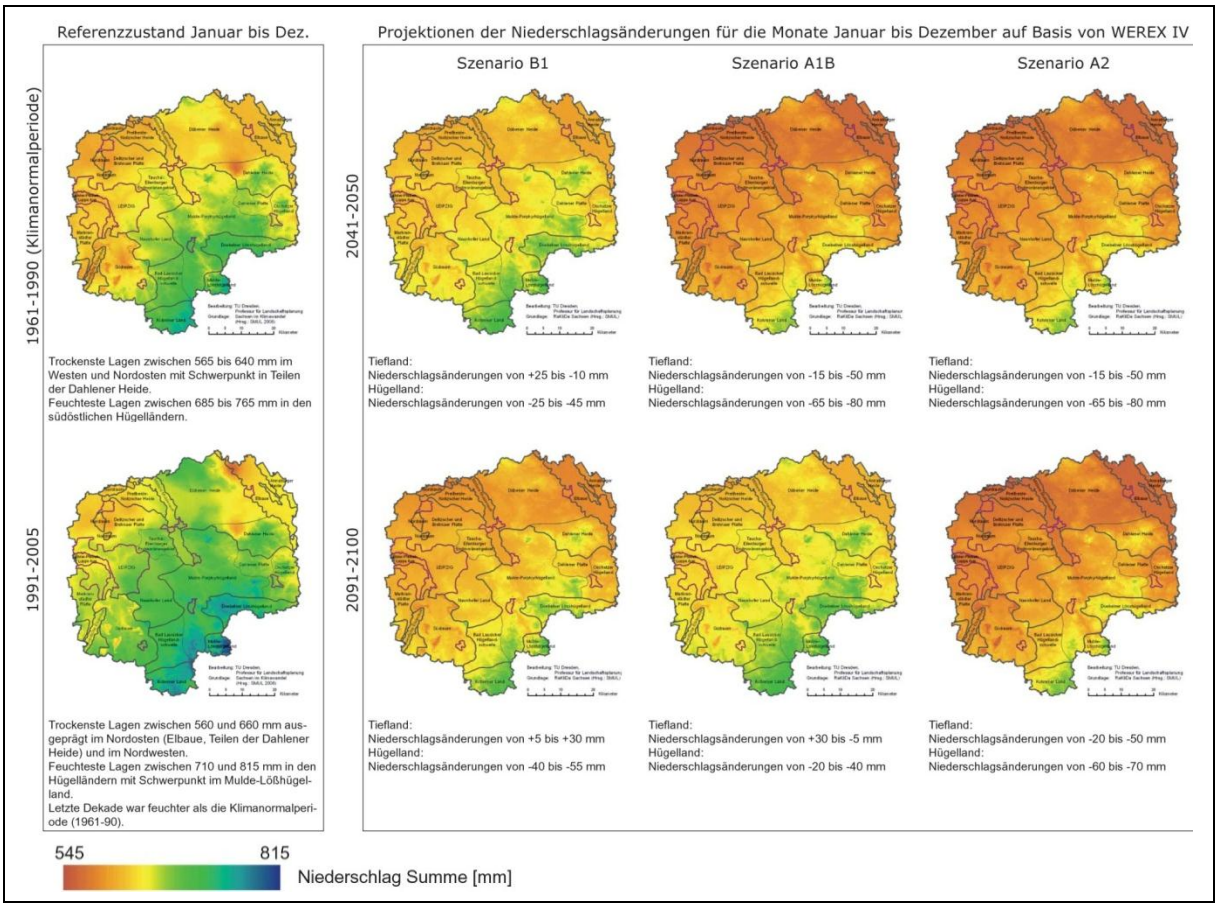


Abbildung 1-12: Gegenüberstellung der durchschnittlichen Niederschläge in der Klimanormalperiode (1961-1990), mit den Veränderungen im Zeitraum 1991-2005 und den Klimaprojektionen für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100 auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2)
vgl. Karte 1_3a bis 1_3g

1.4.4 Klimatische Wasserbilanz

Die klimatische Wasserbilanz ist eine abgeleitete Klimagröße, die sich aus der Differenz des korrigierten Niederschlags und der potentiellen Verdunstung errechnet (SMUL 2008). Sie gibt das potentielle Wasserdargebot in einem Gebiet wieder und kennzeichnet Phasen der Austrocknung des Bodens, wenn der Wert negativ ist. Damit kann die klimatische Wasserbilanz auch als Trockenindex verwendet werden (ebd.). Es ist zu beachten, dass der Bodentyp oder die Bodenbedeckung, die einen erheblichen Einfluss auf die reale Wasserverfügbarkeit haben, nicht mit eingerechnet sind. Die Werte sind daher als erste Tendenz zu verstehen.

Die klimatische Wasserbilanz ist schon gegenwärtig in der Region, die zum „Mitteldeutschen Trockengebiet" gehört, kritischer einzuschätzen als in anderen Regionen Deutschlands. Dabei sind die nördlichsten Teile der Region durch eine besonders angespannte Wasserbilanz gekennzeichnet. Im Bereich Leipzig nahm die Wasserverfügbarkeit zwischen 1991 bis 2005 vor allem in den Monaten April bis Juni und August ab. Dem steht ein deutlicher Anstieg im Juli gegenüber (SMUL 2008). Bezogen auf das Sommerhalbjahr zeigt sich ab 1991 eine leichte Verknappung der Wasserverfügbarkeit in allen Teilen der Region, während im Winter der zentrale Bereich Westsachsens von der Dahlener Heide bis in die Hügelländer eine positivere Wasserbilanz aufweist.

Um eine Vergleichbarkeit der Berechnungen von SMUL 2008 mit den Klimaprojektionen zu gewährleisten, wurde die Wasserbilanz für das Sommerhalbjahr (April bis September) und das Winterhalbjahr (Oktober bis März) sowie als Jahressumme dargestellt.

Die breite Streuung der möglichen Niederschläge spiegelt sich auch in der klimatischen Wasserbilanz wieder, die in der Jahressumme die höchste Varianz aufweist (vgl. Abbildung 1-13 bzw. Abbildung 1-14). Betrachtet man den Bereich, in dem die mittleren 50 % der Daten liegen, zeigt sich die hohe Wahrscheinlichkeit einer Abnahme der Wasserbilanz in allen Teilräumen der Region (vgl. Abbildung 1-13 bzw. Abbildung 1-14).[3] Diese Verknappung der potentiellen Wasserverfügbarkeit äußert sich besonders deutlich im Sommerhalbjahr (vgl. Tabelle 1-12 und Karte 1_4b). Auch das Winterhalbjahr zeigt tendenziell eine sinkende Wasserbilanz, die auf eine steigende Verdunstung durch höhere Durchschnittstemperaturen zurückzuführen ist. Nur im Tiefland sind in einzelnen Szenarien (B1, A1B) auch leichte Zunahmen möglich. Insgesamt wird im Winterhalbjahr auch zukünftig von einer positiven Wasserbilanz in der gesamten Region ausgegangen (vgl. Tabelle 1-13).

Tabelle 1-12: Spanne der Wasserbilanzänderungen im Hügelland und im Tiefland für die Dekaden 2041-2050 und 2091-2100

	Änderung der Wasserbilanz im Hügelland 2041-2050/2091-2100 gegenüber 1961-1990		**Änderung der Wasserbilanz im Tiefland 2041-2050/2091-2100 gegenüber 1961-1990**	
	Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil)	**Gesamte Spanne der klimatischen Wasserbilanz (alle Werte)**	**Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil)**	**Gesamte Spanne der klimatischen Wasserbilanz (alle Werte)**
Sommerhalbjahr (April bis Sept.)	-50 bis -80 mm	-20 bis -95 mm	-30 bis -55 mm	-5 bis -60 mm
Winterhalbjahr (Okt. bis März)	-15 bis -25 mm	+10 bis -30 mm	+5 bis -5 mm	+20 bis -15 mm
Jahr	-70 bis -95 mm	+65 bis -115 mm	-15 bis -60 mm	+110 bis -85 mm

[3] Wie bei der Auswertung des Niederschlags wurden die Werte beider Projektionszeiträume verwendet. Im Bereich der oberen und unteren Quartile, in dem die mittleren 50 % der Daten liegen, kann ein Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit aufgezeigt werden.

Für alle betrachteten Zeiträume sind deutliche Rückgänge vor allem im Bereich der Hügelländer zu erwarten. Die bereits von Trockenheit geprägten Tieflagen weisen jedoch in der Summe immer noch die negativste Wasserbilanz auf. Somit bleibt die aktuelle räumliche Abstufung erhalten mit der regional niedrigsten saisonalen und jährlichen Wasserbilanz im Tiefland und der regional ausgeglichensten saisonalen und jährlichen Wasserbilanz im Hügelland. Die Übergangslagen nehmen auch in diesem Fall eine Zwischenstellung ein.

Tabelle 1-13: Spannweite der möglichen Absolutwerte für die klimatische Wasserbilanz auf Grundlage von WEREX IV, Szenarien B1, A1B, A2 in den Perioden 2041-2050 und 2091-2100
Aufgeführt ist der Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil), in Klammern steht die Spannweite der möglichen Niederschlagsmengen.

	Hügelland (Messwerte) 1961-1990	**Tiefland (Messwerte) 1961-1990**	**Projizierter Absolutwert im Hügelland 2041-2050/2091-2100**	**Projizierter Absolutwert im Tiefland 2041-2050/2091-2100**
Sommerhalbjahr	-30 bis -105 mm	-135 bis -175 mm	-114 bis -155 mm (-85 bis -175 mm)	-175 bis -205 mm (-150 bis -230 mm)
Winterhalbjahr	175 bis 215 mm	110 bis 150 mm	160 bis 190 mm (150 bis 205 mm)	120 bis 140 mm (110 bis 150 mm)
Vegetations-periode 1	-	-	-60 bis -75 mm (-45 bis -85 mm)	-90 bis -102 mm (-80 bis -115 mm)
Jahr	65 bis 160 mm	15 bis -65 mm	75 bis -5 mm (205 bis -35 mm)	-40 bis -95 mm (95 bis -130 mm)

Angesichts einer Verlagerung der Wasserbilanz in den negativen Bereich sind weitreichende Auswirkungen auf verschiedenste Landnutzungen zu erwarten. Dabei ist im bisher gut wasserversorgten Hügelland mit erheblichen Rückgängen zu rechnen, die sich drastischer vollziehen als in den bereits durch einen angespannten Wasserhaushalt vorgeprägten Tieflagen. Leichte Entspannung wird dagegen für den westlichen Bereich um Leipzig projiziert.

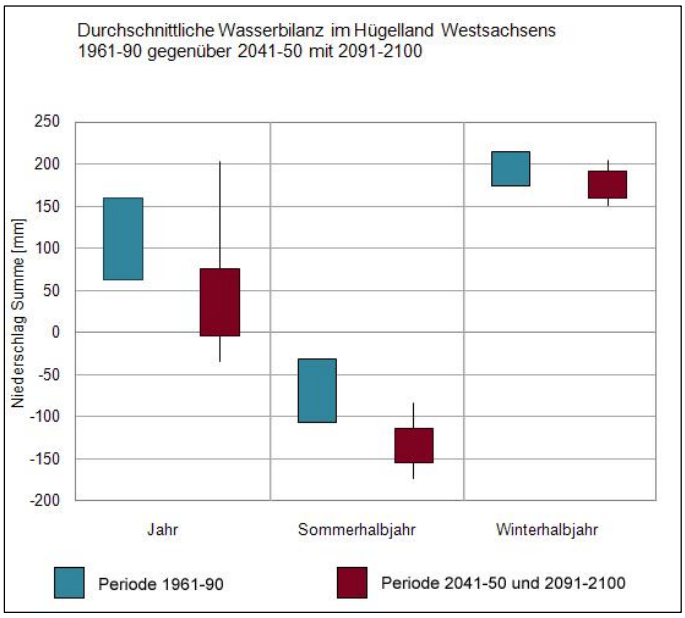


Abbildung 1-13: Gegenüberstellung der Klimatischen Wasserbilanz für das Hügelland Westsachsens in der Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2, Spannweite der Perioden 2041-50 und 2091-2100)
Die roten Kästchen zeigen den Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil), während die vertikalen Linien (Whisker) die gesamte Spannbreite der Niederschlagswerte abdecken.

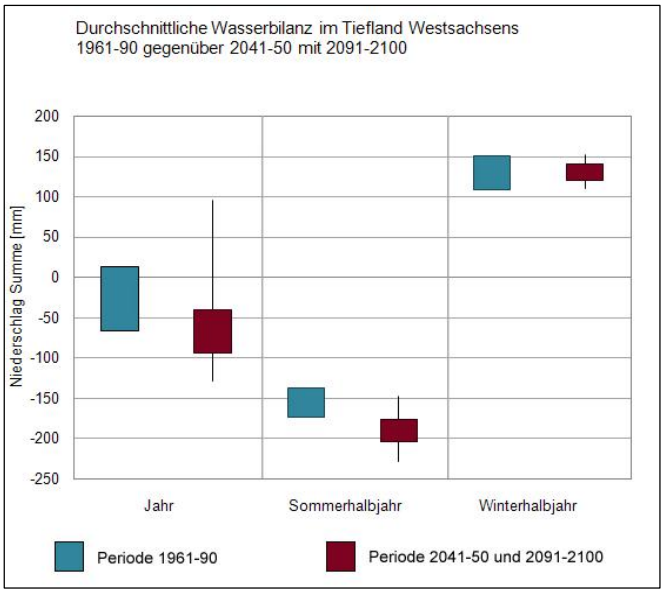


Abbildung 1-14: Gegenüberstellung der Klimatischen Wasserbilanz für das Tiefland Westsachsens in der Klimanormalperiode (1961-90) und Klimaprojektionen auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2, Spannweite der Perioden 2041-50 und 2091-2100). Die roten Kästchen zeigen den Bereich höherer Eintrittswahrscheinlichkeit (oberes und unteres Quartil), während die vertikalen Linien (Whisker) die gesamte Spannbreite der Niederschlagswerte abdecken.

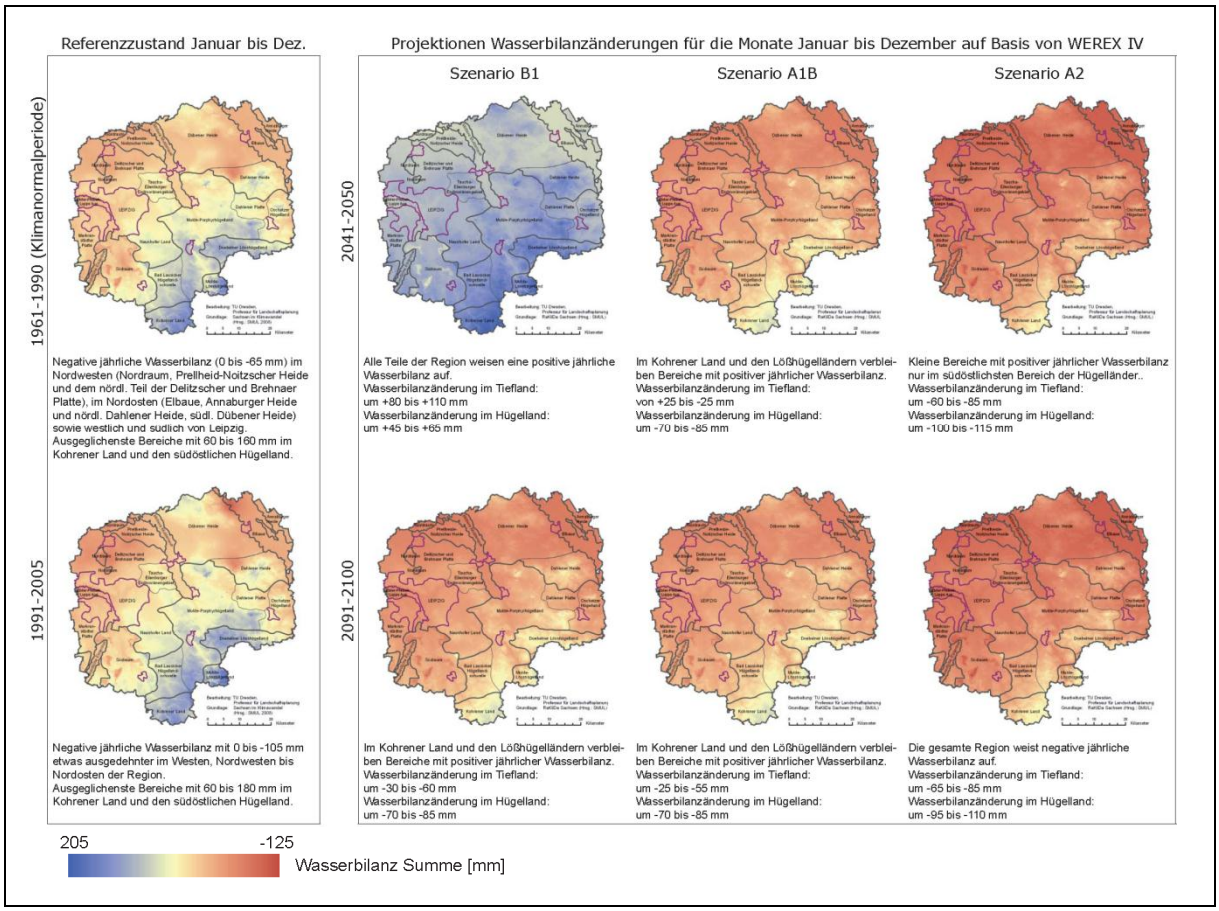


Abbildung 1-15: Gegenüberstellung der klimatischen Wasserbilanz in der Klimanormalperiode (1961-90), mit den Veränderungen im Zeitraum 1991-2005 und den Klimaprojektionen für die Perioden 2041-2050 und 2091-2100 auf Basis von WEREX IV (Szenario B1, A1B, A2)
vgl. Karte 1_4a bis 1_4d

1.4.5 Auszüge aus den Ergebnissen der Projektion WETTREG 2010

In der Abschlussphase des vorliegenden Projekts wurde ein neuer regionaler Szenarienlauf für das Modell ECHAM 5 (Szenario A1B, Lauf 1) auf der Basis der Regionalisierungsmethodik „WETTREG“ für Deutschland fertig gestellt. Der Datensatz „WETTREG 2010“ stellt damit seit März 2011 die aktuellste Datenbasis für Klimaprojektionen auch in Sachsen dar.

Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden geprüft, ob sich daraus Änderungen für die Aussagen der vorliegenden Studie ergeben. Dabei wird auf eine Regionalisierung zurückgegriffen, die von der TU Dresden (Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung) im Zuge des Klimachecks des in Erarbeitung befindlichen Landesentwicklungsplans (LEP) Sachsen erarbeitet wurde (vgl. nachfolgender Auszug aus dem Klimacheck zum LEP).

Temperaturerhöhung nach WETTREG 2010

Aktuell liegt die jährliche Durchschnittstemperatur bei 7,9 °C. Für die Mitte des 21. Jahrhunderts (Projektionszeitraum 2036-2065) wird bei mittleren globalen Treibhausgas-Emissionen von einer Erhöhung der **Temperatur** von 2 °C im Tiefland ausgegangen. Gegen Ende des 21. Jahrhunderts (Projektionszeitraum 2071-2100) wird die Änderung der Temperatur im Jahresmittel für ganz Sachsen voraussichtlich ca. 3,5 °C betragen, im Tiefland ca. 3,4 °C. So kann bei fortschreitenden, mittleren Treibhausgasemissionen angenommen werden, dass die mittlere Jahrestemperatur Mitte des 21. Jahrhunderts in ganz Sachsen bereits bei 9,8 °C und Ende des 21. Jahrhunderts bei 11,2 °C liegen wird (vgl. Abbildung 1-16).

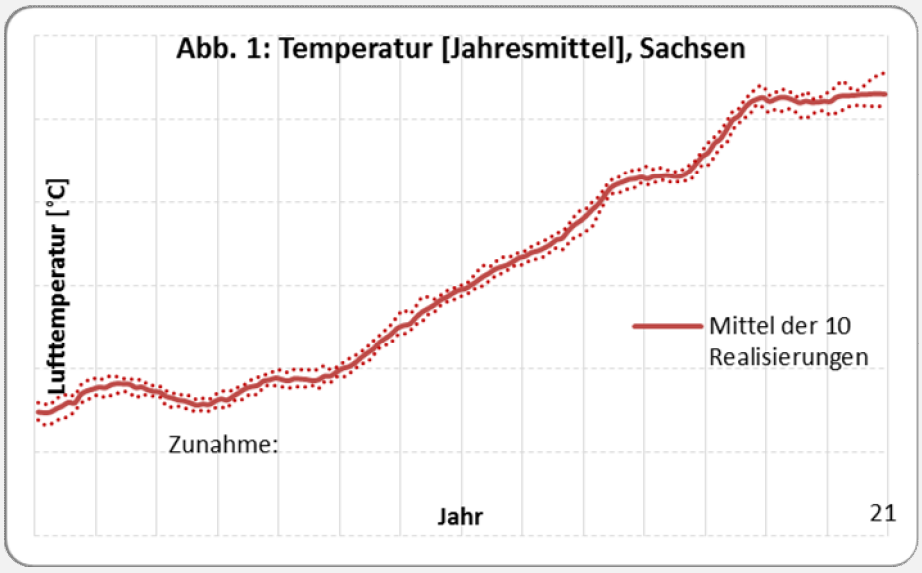


Abbildung 1-16: Projizierte Temperaturentwicklung nach dem Modell WETTREG 2010 in Sachsen (tiefpassgefiltert, 11-jähriges Mittel m = 11a, mittlerer Sonnenfleckenzyklus)

Insbesondere im Tiefland (im Wesentlichen in Mittel- bis Nordsachsen) muss mit einer stärkeren Zunahme an Hitzebelastungen gerechnet werden, da hier bereits heute die höchsten Jahrestemperaturen in Sachsen gemessen werden. So beträgt die simulierte Jahresdurchschnittstemperatur in Leipzig bereits gegen Mitte des 21. Jahrhunderts 11,5 °C (heute: 9,5 °C) und gegen Ende des 21. Jahrhunderts ca. 12,7 °C. Die Anzahl an Hitzetagen nimmt jedoch für Gebiete im Flachland bzw. Hügelland überdurchschnittlich zu – insbesondere in den Großstädten Sachsens. Insgesamt muss auch mit einer äquivalenten Zunahme von längeren Hitzeperioden/ Hitzewellen gerechnet werden.

Niederschlagsveränderungen und Verringerung des Wasserdargebots

Die Simulation der zukünftigen Entwicklung der Niederschläge ist mit größeren Unsicherheiten verbunden als die des Temperaturanstiegs. Hier zeigen sich auch erhebliche Schwankungen im Jahresverlauf. Die Auswertung der Niederschlagsdaten des Klimamodells WETTREG 2010 wurde daher sowohl für den Gesamtjahresverlauf, als auch für die Sommerjahreszeit (Juni, Juli, August) durchgeführt.

Insgesamt wird die **Jahressumme der Niederschläge** bis Mitte des 21. Jahrhunderts leicht abnehmen (um 50 mm bis 100 mm im nordwestlichen Tiefland). Im Winterhalbjahr nehmen die Niederschläge dabei tendenziell leicht zu, im Sommer dagegen deutlich ab. In der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts nimmt die Jahressumme der Niederschläge weiter in geringem Maße ab.

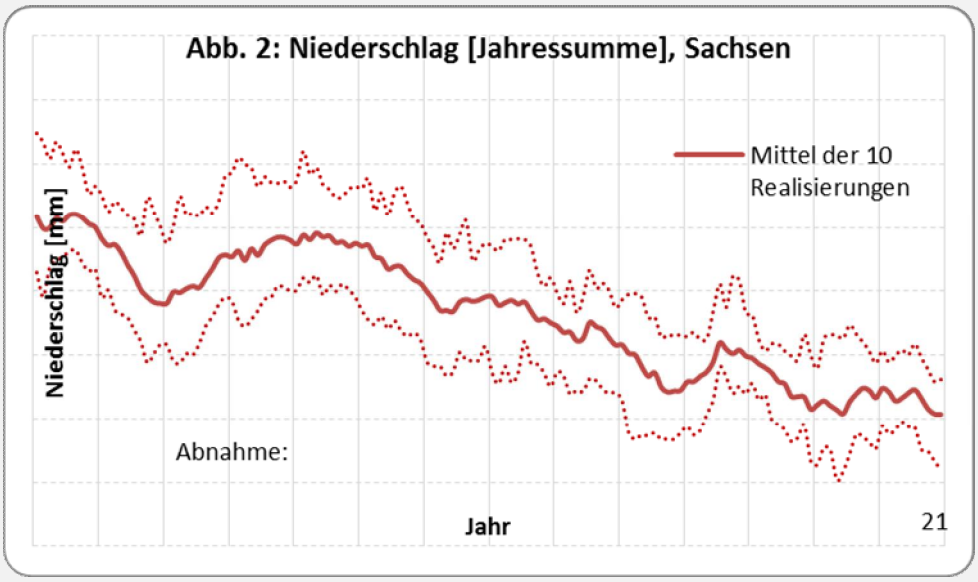


Abbildung 1-17: Projizierte Entwicklung des Jahresniederschlags nach dem Modell WETTREG 2010 in Sachsen (tiefpassgefiltert, 11-jähriges Mittel m = 11a, mittlerer Sonnenfleckenzyklus)

In den **Sommermonaten Juni, Juli und August** kann von einer Minderung der Niederschlagssummen von bis zu 70 mm im westlichen Hügelland und Nordosten Sachsens bis Mitte des 21. Jahrhunderts und bis Ende des 21. Jahrhunderts von bis zu 130 mm im westlichen Hügelland und Nordosten Sachsens ausgegangen werden. Auffällig ist, dass wahrscheinlich der äußerste Osten Sachsens (Görlitz) und der gesamte Nordwesten Sachsens (Leipzig), in denen ohnehin schon die geringsten Niederschlagssummen gemessen werden, mit den größten Niederschlagsminderungen in den Sommermonaten rechnen müssen. Hier könnte sich die Niederschlagsmenge im Sommer bis zum Ende des 21. Jahrhunderts teilweise um mehr als die Hälfte des heutigen Wertes verringern.

Tabelle 1-14: Niederschlagsstationen in Westsachsen mit der vermutlich niedrigsten Jahressumme der Niederschläge Mitte des 21. Jahrhunderts

Lfd. Nr.	Station	Jahressumme der Niederschläge [mm]
1	Leipzig-Schkeuditz	500
2	Grosslehna	550
4	Leipzig-Holzhausen	560
8	Schildau	570
9	Zwenkau-Zitzschen	570
10	Zschortau-Brodenaundorf	580

In Zukunft ist mit einer kontinuierlichen Abnahme **der klimatischen Wasserbilanz** zu rechnen. Die Jahressumme der Klimatischen Wasserbilanz wird vermutlich bereits Mitte des 21. Jahrhunderts in weiten Teilen Nord- bis Mittelsachsens einen negativen Wert von 0 bis -100 mm und bis zu -200 mm (Leipzig) erreichen. Dies bedeutet, dass trotz der noch moderaten Veränderungen der Niederschlagssummen die Auswirkungen auf das Wasserdargebot durch einen Anstieg der Temperaturen stärker zu spüren sein werden und in Teilen Sachsens mit einem deutlich angespannten Wasserhaushalt zu rechnen sein wird.

Im **Vergleich der verschiedenen Klima-Projektionen** ergibt sich eine überwiegende Unterstützung der Tendenzen der RaKliDa-Projektionen. Die projizierte Temperaturerhöhung unterstreicht die Auswertung der RaKliDa, während die Niederschlagsrückgänge von WETTREG 2010 etwas deutlicher ausfallen als in der RaKliDa-Projektion. Unter Einbeziehung der einzukalkulierenden Abweichungen beider Projektionen ähneln sich die Werte insgesamt doch sehr stark, wodurch die Aussagen der RaKliDa-Projektionen grundsätzlich nicht an Gültigkeit und Aussageschärfe verlieren.

1.4.6 Sturm / Windspitzen

Abbildung 1-18 zeigt die Auswertung des Deutschen Wetterdienstes zu Windspitzen in einem Wiederkehrintervall von 50 Jahren auf Grundlage von Messwerten (DWD 2010). Deutlich erkennbar sind insgesamt höhere Windgeschwindigkeiten im Hügelland, die regional die reliefiertesten bzw. höchsten Bereiche darstellen. Aber auch die windoffenen Ackerbereiche westlich und nördlich von Leipzig weisen eine erhöhte Exposition gegenüber Windspitzen auf. Herabgesetzte Windgeschwindigkeiten treten dagegen in den größeren Waldgebieten wie der Dübener und Dahlener Heide und bebauten Bereichen wie der Stadt Leipzig hervor.

Die Ergebnisse ermöglichen keine Aussagen zum Einfluss des Klimawandels auf vergangene oder zukünftige Sturmereignisse. In der aktuellen Diskussion um eine mögliche Erhöhung von Sturmhäufigkeit und –stärke bietet die räumliche Verteilung hoher bzw. niedriger Windspitzen eine Orientierungshilfe für planerische Schwerpunkte.

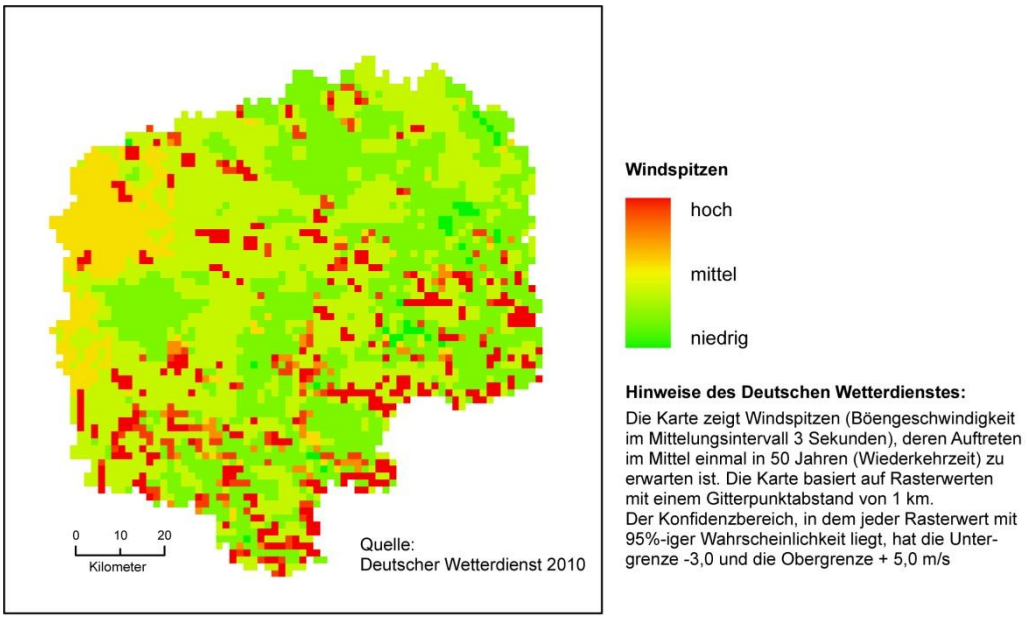


Abbildung 1-18: Verteilung von Windspitzen im Bereich von 33 bis 41 m/s in der Region Westsachsen für den Zeitraum 1971 bis 2008, mit freundlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes.

1.5 Ableitung von Planungsräumen im Klimawandel für die Region Westsachsen

Aus den Ergebnissen der Klimaszenarien können Teilräume mit unterschiedlichen klimatischen Ausprägungen abgeleitet werden. Diese Teilräume gehen fließend ineinander über, eine Abgrenzung ist jedoch zur Ermittlung von Planungsschwerpunkten unabdingbar. Als Hauptkriterium wurde ein wiederholt starkes Klimasignal in einem bestimmten Raum gewertet. Als Bezug wird die Gliederung der Region Westsachsen in Landschaftssubtypen verwendet (vgl. Fachbeitrag zum Landschaftsrahmenplan, 2007). Tabelle 1-15 zeigt eine Einteilung in vier Planungsräume „Klima“, die sich an die Gliederung in Klimagebiete nach BFT 1972 (vgl. Kap. 1.2) in ein Tieflandsklima und Hügellandklima anlehnt.

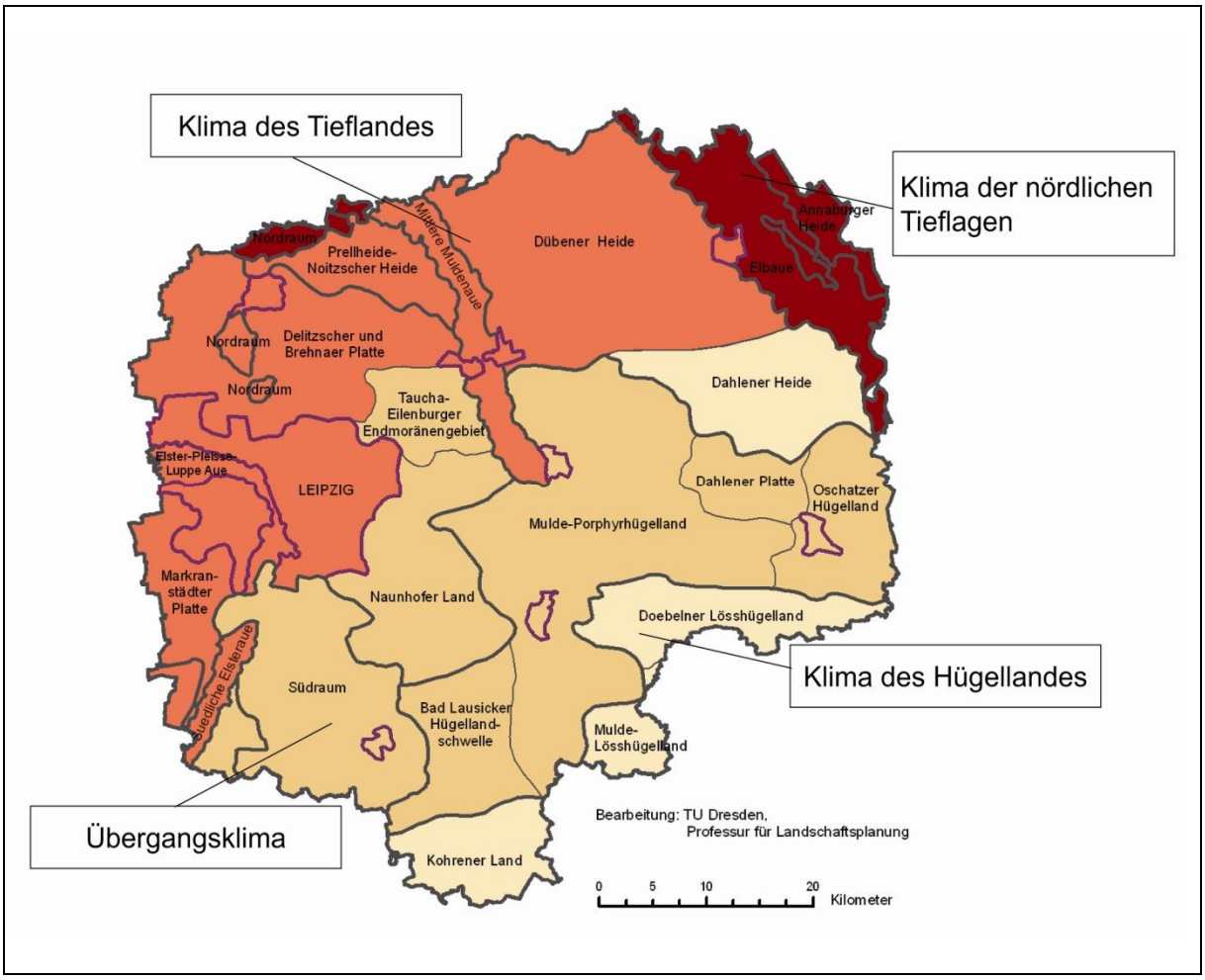


Abbildung 1-19: Planungsräume im Klimawandel auf Grundlage der Klimaprojektionen

Tabelle 1-15: Zusammenfassende Betrachtung der wahrscheinlichen klimatischen Veränderungen für die Teilregionen Westsachsens

Alle Entwicklungen sind nur als Tendenz zu betrachten und müssen in Bezug zu sich verändernden Rahmenbedingungen (Ursachen des Klimawandels) sowie aktualisierten Klimamodellen gesehen werden

	Klima des Hügellandes	**Übergangsklima**	**Klima des Tieflandes**	**Klima der nördlichen Tieflagen**
Naturräume	Kohrener Land Mulde-Lößhügelland Döbelner Lößhügelland Dahlener Heide	Oschatzer Hügelland Dahlener Platte Mulde-Porphyrhügelland Bad Lausicker Hügellandschwelle Naunhofer Land Südraum Leipzig Taucha-Eilenburger Endmoränengebiet	Dübener Heide 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	Kühlste absolute Durchschnitts-temperaturen	Gemäßigte absolute Durchschnittstemperaturen	Hohe absolute Durchschnittstemperaturen	Höchste jährliche Durchschnittstemperaturen
Niederschlag	Höchste durchschnittliche Niederschläge	Gemäßigte durchschnittliche Niederschläge	Niedrige durchschnittliche Niederschläge	Niedrigste durchschnittliche Niederschläge
Änderung	Stärkste regionale Erwärmung und Niederschlagsrückgänge	Deutliche Temperaturerhöhung und Niederschlagsrückgänge	Geringste regionale Temperaturerhöhungen, aber schon hohe Vorbelastung	Deutliche Temperaturerhöhung
Wasserbilanz	Positive Wasserbilanz, deutliche Rückgänge	Niedrige positive bis leicht negative Wasserbilanz	Wahrscheinlich negative jährliche Wasserbilanz	Sehr wahrscheinlich negative Wasserbilanz