

# 2014

Analyse  
klimawandelinduzierter Betroffenheit

## Stadt Zittau

Dipl.-Ing. Sylvia Gleißner  
29.10.2014

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Klimaanpassungsleitlinien</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Gebietsbeschreibung</b> .....	<b>5</b>
3.1. Wesentliche Merkmale der Stadt .....	5
3.2. Klimageographische Einordnung .....	5
<b>4. Bevölkerungsstruktur</b> .....	<b>6</b>
4.1. Bevölkerungsprognose.....	6
<b>5. Luftqualität</b> .....	<b>7</b>
<b>6. Klima</b> .....	<b>9</b>
6.1. Klimatrend.....	9
6.2. Extremwetterereignisse .....	10
6.3. Klimaprojektion .....	11
<b>7. Klimawandelbetroffenheit</b> .....	<b>20</b>
7.1. Menschliche Gesundheit.....	20
7.2. Kommunaler Haushalt .....	22
7.3. Verkehr, Infrastruktur, Versorgungsinfrastruktur .....	23
7.4. Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Frostwirtschaft.....	23
7.5. Bauwesen, Tourismus und Kulturerbe.....	25
<b>8. Chancen des Klimawandels</b> .....	<b>27</b>
<b>9. Klimaanpassungsziele</b> .....	<b>28</b>
<b>10. Klimaanpassungsmaßnahmen</b> .....	<b>29</b>
<b>11. Hinweise zur fehlertoleranten Maßnahmenentscheidung</b> .....	<b>35</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>36</b>

Tabelle 1	aktuelle und prognostizierte Bevölkerungsstruktur .....	6
Tabelle 2	Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit Feinstaub (PM <sub>10</sub> ) .....	7
Tabelle 3	ermittelte Feinstaubbelastung (PM <sub>10</sub> ) für Zittau im Jahr 2013 .....	8
Tabelle 4	Übersicht der projizierten Klimasignale für die Stadt Zittau .....	19
Tabelle 5	konzeptionelle Klimaanpassungsmaßnahmen .....	30
Tabelle 6	Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich Stadtentwicklung und Bauleitplanung ..	31
Tabelle 7	Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich Verkehr .....	32
Tabelle 8	Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich Bauwesen .....	33
Tabelle 9	Klimaanpassungsmaßnahmen in den Bereichen Industrie, Gewerbe,.....	34
Tabelle 10	Klimaanpassungsmaßnahmen in den Bereichen Tourismus und Kulturerbe .....	34
Abbildung 1	PM <sub>10</sub> -Tagesmittelwerte; Zahl der Überschreitungen von 50 µg/m <sup>3</sup> 2013.....	8
Abbildung 2	Darstellung der mittleren Temperatur im Jahresmittel.....	12
Abbildung 3	Darstellung der maximalen Temperatur im Sommer .....	13
Abbildung 4	Darstellung der Anzahl der Sommertage .....	13
Abbildung 5	Darstellung der mittleren Temperatur im Winter .....	14
Abbildung 6	Darstellung der Anzahl der Frosttage .....	14
Abbildung 7	Darstellung des Tagesniederschlags im Jahresmittel .....	15
Abbildung 8	Darstellung der Anzahl von Tagen ohne Niederschlag .....	15
Abbildung 9	Darstellung des Tagesniederschlags im Winter .....	16
Abbildung 10	Darstellung der Anzahl Schneetage mit mindestens 10 cm Schneehöhe .....	16
Abbildung 11	Darstellung des Tagesniederschlags im Sommer .....	17
Abbildung 12	Darstellung der klimatischen Wasserbilanz im Sommer .....	17
Abbildung 13	Sonnenscheindauer im Sommer .....	37
Abbildung 14	Waldbrandindex nach H-Käse (1968) .....	37
Abbildung 15	Grundwasserneubildung.....	37
Abbildung 16	Fotovoltaikpotential.....	37
Abbildung 17	Anzahl Badetage .....	37
Abbildung 18	mittlere Temperatur im Sommer.....	37
Abbildung 19	Anzahl Hitzetage .....	37
Abbildung 20	durchschnittlichen Schneehöhe.....	37
Abbildung 21	minimale Temperatur im Winter .....	37

## **Vorwort**

Berichten des Weltklimarates (IPCC)<sup>1</sup> zufolge hat der Klimawandel längst begonnen. Klima-  
veränderungen sind bereits mess- und beobachtbar und die Mehrheit der Klimaforscher ist  
sich sicher, dass die Hauptursache dafür die Verbrennung fossiler Rohstoffe ist. Der Klima-  
wandel stellt die Menschheit und insbesondere die Industrienationen als maßgebliche Verur-  
sacher vor die große Herausforderung, den Wandel an sich möglichst zu begrenzen, aber auch  
mögliche Schäden klein zu halten. Klimaschutzmaßnahmen in Form von Treibhausgasmini-  
mierung und Ressourcensparen sind ein Bestandteil internationaler, nationaler und regionaler  
Handlungskonzepte. Es müssen jedoch auch Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden, um  
die nicht mehr aufhaltbaren Folgen des Klimawandels beherrschbar zu machen. Die Bundes-  
republik und die Mehrheit der Bundesländer haben bereits eigene Klimaanpassungsstrategien  
veröffentlicht, in denen Handlungsempfehlungen aufgezeigt werden. Der Einfluss kleinerer  
Planungs- und Handlungsräume ist jedoch nicht außer Acht zu lassen. Deswegen ist es erfor-  
derlich, dass Klimafolgenabschätzungen und Klimaanpassungsstrategien auch für Landkreise  
und Kommunen entwickelt werden, damit diese angemessen und kosteneffizient darauf rea-  
gieren können.

---

<sup>1</sup>IPCC (2007): *Climate change, Synthesis Report*

## **1. Einleitung**

Als EEA-Kommune ist sich die Stadt Zittau der Klimaschutzverantwortung bewusst und nimmt sich der Aufgabe an, Klimaschutzpolitik - durch die Erstellung und Umsetzung eines integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes - umzusetzen.

Aktuelle Studien zeigen bereits einen eindeutigen Trend bezüglich einer anthropogen beschleunigten Klimaentwicklung. Zusätzlich zum Klimaschutz ist es deshalb erforderlich, Klimatrends und –projektionen und die damit verbundene lokale Betroffenheit bei der Planung zukünftiger kommunaler Maßnahmen zu berücksichtigen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Klimaentwicklung und deren Auswirkung auf die Stadt Zittau zu erörtern.

Der vorliegende Bericht stellt, unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten, bisherige Wetterereignisse und Klimaveränderungen sowie regionaler Klima- und Bevölkerungsprognosen eine erste Einschätzung für die Stadt Zittau dar, aufgeteilt in Risiken und etwaige Chancen der Klimaveränderung und sich daraus ergebender grundlegender kommunaler Aufgaben. Er dient unter anderem zur Sensibilisierung der Thematik Klimawandel und zur Verdeutlichung der lokalen Auswirkungen auf die Stadt Zittau.

Die zu beantwortenden Fragestellungen dabei sind:

- Welche Klimaeffekte werden durch den Klimawandel in der Kommune verstärkt?
- Welche lokalspezifische Betroffenheit ergibt sich daraus für die Kommune?
- Welche Chancen bieten sich für die Kommune?
- Welche Anpassungsziele lassen sich daraus ableiten?
- Welche kommunalen Maßnahmen sind zu ergreifen?

## **2. Klimaanpassungsleitlinien**

Die Stadt Zittau schützt die Bevölkerung, Sachwerte und natürliche Lebensgrundlagen durch Minimierung der absehbaren Risiken des Klimawandels. Sie nutzt die Chancen, die sich aufgrund des Klimawandels ergeben und unterstützt die Anpassungsfähigkeit der Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt.

### 3. Gebietsbeschreibung

#### 3.1. Wesentliche Merkmale der Stadt

Als südöstlichste Stadt des Freistaates Sachsen befindet sich Zittau in der Euroregion Neiße-Nisa-Nysa, im Dreiländereck zur Tschechischen Republik und der Republik Polen. Das Stadtgebiet erstreckt sich seit dem Jahr 2007 auf 6.674 ha und umfasst zusätzlich acht Eingemeindungen.

Naturräumlich ist die Stadt Zittau ins Zittauer Becken eingeordnet, umgeben vom Zittauer Gebirge, vom Lausitzer Bergland und Oberlausitzer Hügelland. Die Stadt selbst ist geprägt durch den vollständig unter Denkmalschutz stehenden historischen Stadtkern (ca. 44 ha) und den ortsansässigen Hochschulen; die Hochschule Zittau/Görlitz (FH) und das Internationale Hochschulinstitut (IHI) der TU Dresden.

Die Stadt Zittau besitzt ca. 4000 ha Wald im Zittauer Gebirge und ist somit Sachsens größter kommunaler Waldbesitzer. Zittau bietet als größter kommunaler Waldbesitzer Sachsens und als Mitglied des „Naturparks Zittauer Gebirge“ vielfältigste Möglichkeiten der Funktionsverflechtung mit dem Umland.

#### 3.2. Klimageographische Einordnung

Makroklimatisch liegt das Stadtgebiet Zittau im Übergangsklima zwischen maritim westeuropäischem und kontinental osteuropäischem Klima. Der kontinentale Einfluss dominiert im makroklimatischen Übergangsklima; und durch das verstärkte Auftreten von Vb-Wetterlagen werden Niederschläge aus dem Mittelmeerraum heran geführt. Das kontinentale Klima ist charakterisiert durch eine hohe Temperaturamplitude zwischen Sommer und Winter und höhenabhängige Verteilung der Klimaparameter, einer Temperaturabnahme und einem Niederschlagszuwachs mit zunehmender Höhe.

Lokalklimatisch bestimmt das südwestlich gelegene Zittauer Gebirge das Klima von Zittau und Umgebung. Im Gegensatz zur zentralen und nördlichen Oberlausitz ist in Zittau die Vegetationsperiode kürzer, die Temperaturamplitude weniger stark ausgeprägt und im Sommer ein gemäßigeres Klima.

Kaltböiger Südostwind gelangt durch Kanalisierungseffekte aus dem Böhmischem Becken ins Neißetal (Böhmische Wind).

#### 4. Bevölkerungsstruktur

Die aktuelle Bevölkerungsstruktur von Zittau ist geprägt durch einen stetigen Bevölkerungsrückgang: Aufgrund von geringer Geburtenrate und der jährlich höheren Fort- als Zuzüge.

Ebenfalls charakteristisch ist die Überalterung der kommunalen Bevölkerung: Aufgrund gesteigerter Lebenserwartung (Zunahme der über 65-jährigen), Geburtenrückgang (Abnahme der unter 15-jährigen) und Abwanderung. (Tabelle 1)

Tabelle 1 Aktuelle und prognostizierte Bevölkerungsstruktur für die Stadt Zittau, basierend auf der 5. regionalisierten Bevölkerungsprognose für den Freistaat Sachsen

Einwohnerzahl Angabe in 1.000	2012	2015	2020	2025
jünger 6 Jahre	1,3	1,2	1	0,8
6 – 15 Jahre	1,7	1,7	1,7	1,5
15 – 25 Jahre	2,5	2	2	2
25 - 40 Jahre	4,3	4,1	3,4	2,9
40 – 65 Jahre	9,8	9,1	8,2	7,4
älter als 65 Jahre	8,2	8,1	8,2	8,2
Insgesamt	27,8	26,2	24,5	22,8

##### 4.1. Bevölkerungsprognose

Die Bevölkerungsprognose beruht auf der 5. regionalisierten Bevölkerungsprognose für den Freistaat Sachsen vom 30.11.2010, Variante 2.

Aus Plausibilitätsgründen erstrecken sich die Bevölkerungsprojektionen bis zum Jahr 2025. Entsprechend basiert die Abschätzung der klimainduzierten Betroffenheit für die Zeit ab dem Jahr 2025 auf den Bevölkerungsprognosen des Jahres 2025.

Die für die vorliegende Analyse relevanten Aussagen der Bevölkerungsprognose für die Stadt Zittau sind:

- ein kontinuierlicher Bevölkerungsrückgang
- zunehmende Überalterung der Bevölkerung

## 5. Luftqualität

Die Luftqualität hat in Sachsen bereits seit mehreren Jahren ein gutes Niveau erreicht. Damit werden die meteorologischen Einflüsse deutlicher sichtbar. Sowohl der Ausstoß von Luftschadstoffen (z. B. durch verstärktes Heizen bei tiefen Temperaturen) als auch deren Ausbreitung in der Atmosphäre sind unmittelbar mit der Witterung verbunden.

Für die Stadt Zittau und Umgebung gibt es Messwerte bezüglich der Luftqualität nur für den Parameter Feinstaub. Deshalb erfolgt die Einschätzung der lokalen Luftqualität nur anhand der Feinstaubbelastung bewertet. Weitere Parameter zur Charakterisierung der Luftqualität,

- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)
- Stickoxide (NO<sub>x</sub>)
- Ozon

werden aufgrund mangelnder Werte nicht berücksichtigt.

### Feinstaub

Feinstaub wird vor allem durch menschliches Handeln erzeugt, primär durch Emissionen aus Kraftfahrzeugen, Kraft- und Fernheizwerken, Öfen und Heizungen in Wohnhäusern, natürlichen Ursprungs durch Bodenerosion und sekundär aus Vorläuferstoffen landwirtschaftlicher Emissionen. Während in den 1990er Jahren die Staubemissionen drastisch reduziert werden konnten, ist zu erwarten, dass die Staubkonzentrationen in der Luft zukünftig nur noch langsam abnehmen werden.

Als PM<sub>10</sub> beziehungsweise PM<sub>2,5</sub> (PM = particulate matter) wird dabei die Massenkonzentration aller Schwebstaubpartikel mit aerodynamischen Durchmessern unter 10 µm bzw. 2,5 µm bezeichnet. Eine bundesweite Übersicht der PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerte ist zur Veranschaulichung in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

Tabelle 2 Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für den Schadstoff Feinstaub (PM<sub>10</sub>) in Deutschland<sup>2</sup>

Mitteilungszeitraum	Grenzwert	Zeitpunkt, ab dem der Grenzwert einzuhalten ist
24 Stunden	50 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> dürfen nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden	ab 1.1.2015 in Kraft
Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub>	ab 1.1.2015 in Kraft

<sup>2</sup> Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG):

Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 02.08.2010 (BGBl. I S. 1065)



In Zittau sind der innerstädtische Straßenverkehr, die Schmalspurbahn und im Winter die Öfen und Heizungen in Wohn- und öffentlichen Gebäuden die dominierenden Staubquellen.

Anhand der bundesweiten Übersichtskarte der PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerte (Abbildung 1) erfolgt vermutlich ein zusätzlicher witterungsbedingter Feinstaubeintrag (Böhmischer Wind) aus den Industriegebieten des Böhmisches Beckens der Tschechischen Republik.

Die in Zittau ermittelten Werte (Tabelle 3) sind vergleichbar mit denen aus Städten wie Dresden und Leipzig.

Tabelle 3 vom Umweltbundesamt ermittelte Feinstaubbelastung (PM<sub>10</sub>) für Zittau im Jahr 2013

Stationsumgebung	Art der Station	Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>	Zahl der Tageswerte > 50 µg/m <sup>3</sup>
<b>vorstädtisches Gebiet</b>	Hintergrund	24	30

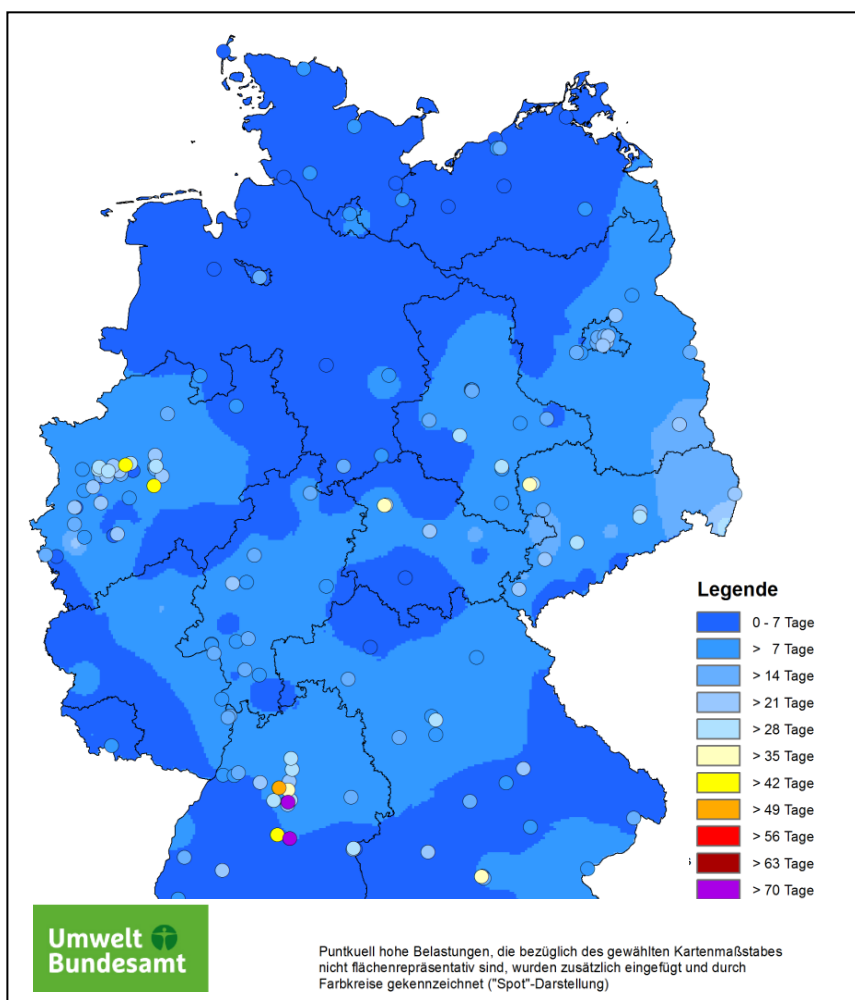


Abbildung 1 PM<sub>10</sub> – Tagesmittelwerte; Zahl der Überschreitungen von 50 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2013

## 6. Klima

Die Relevanz bezüglich der Aussagen regionaler Klimatrends und -projektionen nimmt auf Grund sich häufender Wetterereignisse mit Schadpotential stetig zu. Die aktuell (2014) durchgeführten bzw. kürzlich abgeschlossenen regionalen Studien mit den Schwerpunkten Klima und Wasser sind zentral beim Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft erfasst (siehe Anhang). Die bisher veröffentlichten Ergebnisse gehen, wenn lokal relevant, mit in den hier vorliegenden Bericht ein.

### 6.1. Klimatrend

Eine aktuelle regionale Klimauntersuchung<sup>3</sup> zeigt gegenwärtig bereits einen signifikanten Erwärmungstrend für den polnisch-sächsischen Grenzraum auf. Daraus abgeleitet ist eine signifikante Zunahme von Sommer- und Hitzetagen in der gesamten Projektregion zu beobachten, insbesondere für den Norden der Oberlausitz.

Die Charakterisierung des beobachteten Klimatrends erfolgt auf der Basis der Auswertung landesweiter Daten. Auf eine lokale Interpretation wird verzichtet.

Der für Sachsen beobachtete Klimatrend ist folgendermaßen charakterisiert:

- kontinuierliche Zunahme der Jahresmitteltemperatur
- Anstieg der Sommertage (> 25 °C), insbesondere außerhalb der Mittelgebirge
- flächendeckende Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen
- Zunahme der Sonnenscheindauer
- abnehmende Niederschlagssummen in Vegetationsperiode I (April, Mai, Juni), zunehmende Niederschlagssummen in der Vegetationsperiode II (Juli, August, September)
- deutlich erhöhtes Trockenheitsrisiko in der Vegetationsperiode
- Trockenperioden werden zunehmend von Starkregenereignissen unterbrochen
- Variabilität der Winter in Sachsen nimmt tendenziell zu, Abwechslung von milden, regenreichen und kalten, schneereichen Wintern

---

<sup>3</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2014): *Das Klima im polnisch-sächsischen Grenzraum*

## 6.2. Extremwetterereignisse

Nach Untersuchungsergebnissen<sup>4</sup> des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ist im Gegensatz zum zentral-östlichen Teil Deutschlands sowie Südpolen im westlichen Deutschland eine robuste Trendentwicklung bezüglich Starkniederschläge zu verzeichnen. Die Studie weist deutlich auf eine hohe räumliche Variabilität der analysierten Trends hin. Das bedeutet dass die Starkniederschläge regional sehr unterschiedlich ausfallen und es somit schwierig ist Aussagen zu treffen, bezüglich der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen.

Aktuelle Ergebnisse regionaler Klimauntersuchungen<sup>5</sup> zeigen bezüglich Extremwetterereignisse folgende Trends auf:

- erhöhte Hitzebelastung im Sommer im Zuge einer kontinuierlichen Erwärmung
- ein erhöhtes Trockenheitsrisiko in der Vegetationsperiode I (April bis Juni), insbesondere durch Niederschlagsabnahme
- erhöhtes Erosionsrisiko in der Vegetationsperiode II (Juli bis September) durch Niederschlagszunahmen, Zunahme des Starkregenanteils an Niederschlagssummen
- Zunahme der Häufigkeit und der Intensität von Starkregenereignissen
- trockene Abschnitte werden von Starkregenereignissen unterbrochen

---

<sup>4</sup> Deutsche Wetterdienst (2012): *Auswertung regionaler Klimaprojektionen für Deutschland hinsichtlich der Änderung des Extremverhaltens von Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit*

<sup>5</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: *Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen, Zusammenfassung*, Dr. .J. Franke, 03.08.2014

Von einschneidenden lokalen Klimaereignissen, kennzeichnend durch hohe Sachschäden, ist auch die Stadt Zittau betroffen. Die Ereignisse sind sowohl

- Hochwasserereignisse aufgrund über die Ufer tretender Fließgewässer (Neiße, Mandau),
- Sturzfluten und Schlammlawinen, basierend auf einer hohen Reliefenergie des direkten, hauptsächlich landwirtschaftliche genutzten Umlandes,
- und Trockenheitsereignisse

Von den Extremwetterereignissen besonders betroffen sind:

- Siedlungsgebiete
- Gewerbegebiete
- Versorgungsinfrastruktur (Stromversorgung, Fernwärme, Wasserqualität, Abwasserentsorgung)
- Verkehrsinfrastruktur (Bahn, Straßen, Brücken)
- landwirtschaftliche Flächen (Bodenabtrag)
- touristische Infrastruktur (Tierpark, Neißeradweg, Waldwege, Parkanlagen)

### **6.3. Klimaprojektion**

Die folgenden Klimaprojektionen basieren auf dem Szenarium RCP 8.5 und werden von der Internetplattform [www.klimafolgenonline.de](http://www.klimafolgenonline.de) zur Verfügung gestellt. In den Abbildungen ist zur Veranschaulichung jeweils eine Simulation von 100, repräsentativ für den Trend, dargestellt. Die Kernaussagen der Klimaprojektionen sind vergleichbar mit anderen Klimasimulationen<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> RCP 8.5: RCP-Szenarien (Repräsentative Konzentrationspfade) sind die Nachfolger der SRES Szenarien (Special Report on Emissions Scenario). Anders als bei den SRES-Szenarien wird bei den RCP-Szenarien der Schwerpunkt nicht auf die Emission, sondern auf die Konzentration und den Strahlungsantrieb der Treibhausgase gelegt.

## Temperatur

Nach den aktuellen Simulationen wird es in Sachsen in den nächsten 100 Jahren deutlich wärmer. Die mittlere Lufttemperatur steigt bis 2100 um etwa 2 bis 3 Grad an. Die projizierte Zunahme der Lufttemperatur weist dabei jahreszeitliche Unterschiede auf.<sup>7</sup>

Der Beginn von Frühjahr, Sommer und Herbst wird sich deutlich nach vorne verschieben. Während sich der Herbst verlängert, nimmt die Länge der Winter ab. Dies führt zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode von mindestens 37 Tagen bis zum Jahr 2100.<sup>8</sup>

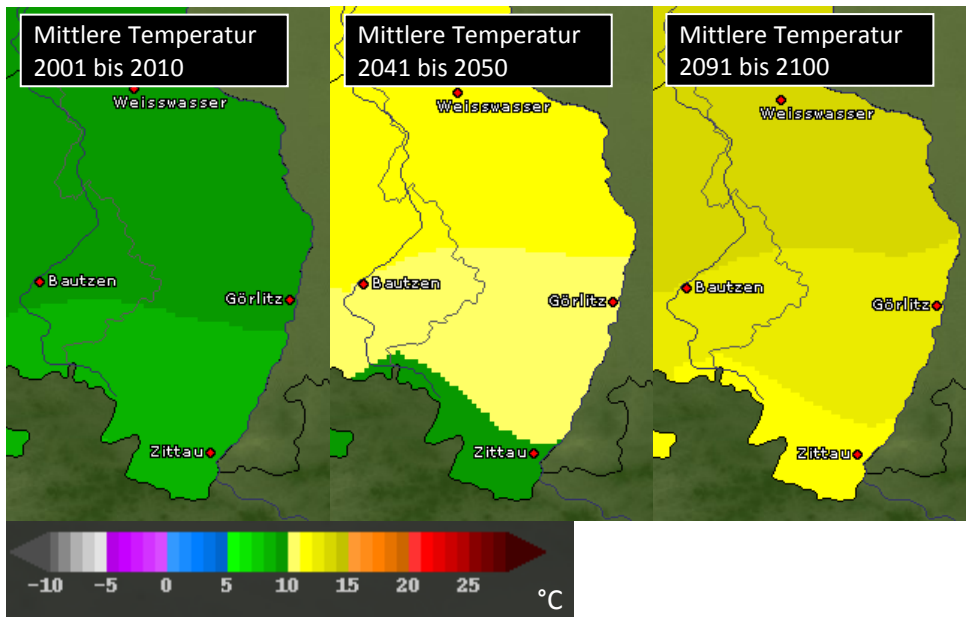


Abbildung 2 Darstellung der heutigen (2001-2010) mittleren Temperatur im Jahresmittel und Projektionen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung der Temperatur in [°C] aufsteigend von niedrig zu hoch: hellgrün-dunkelgrün-hellgelb-dunkelgelb

<sup>7</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Künftige Klimaentwicklung in Sachsen, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/klima/1289.htm>, 03.08.2014

<sup>8</sup> Helmholtz Gemeinschaft, Regionaler Klimaatlas Deutschland, <http://www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/jahr/vegetationsperiode/deutschland/mittlereanderung.html>, 03.08.2014

Für den Sommer bedeutet das neben dem Anstieg der durchschnittlichen Tagestemperatur auch einen Anstieg der maximalen Tagestemperatur und eine Zunahme an Sommer- ( $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ ) und Hitzetagen ( $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ ).

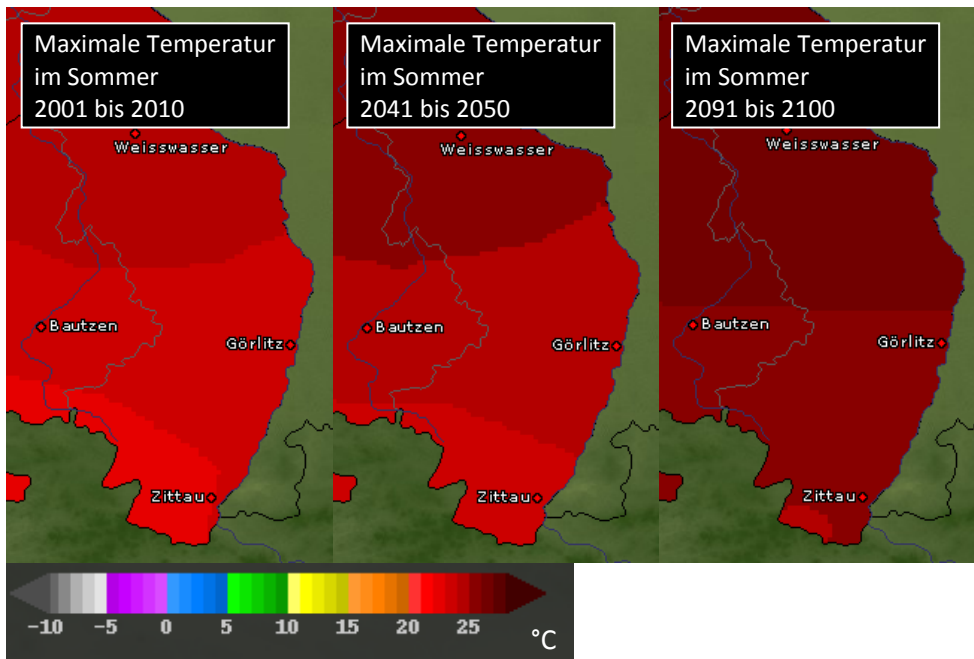


Abbildung 3 Darstellung der heutigen (2001-2010) maximalen Temperatur im Sommer und Projektionen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung der Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$  aufsteigend von niedrig zu hoch: rot-dunkelrot

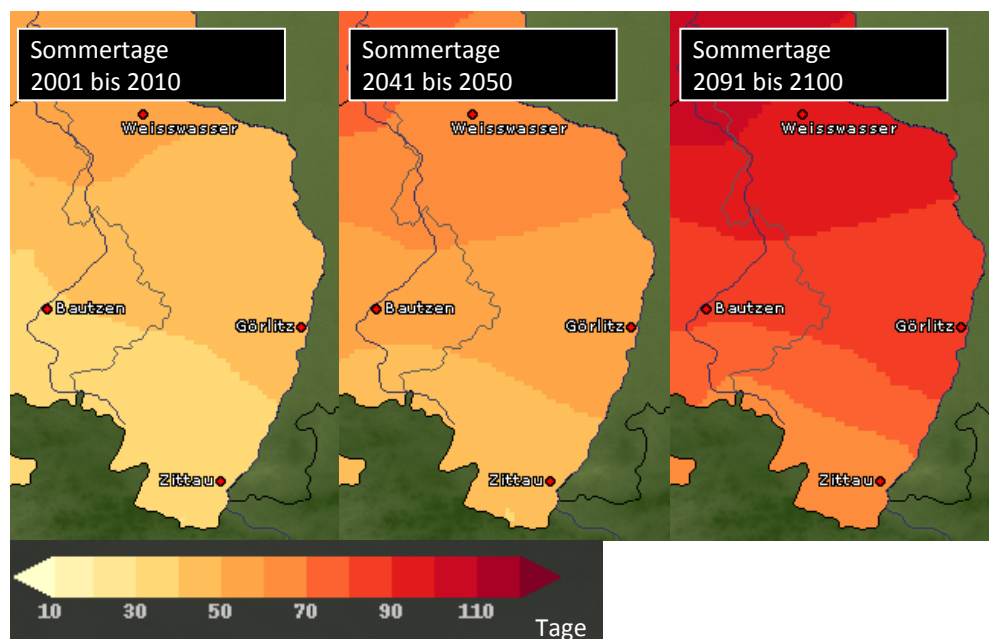


Abbildung 4 Darstellung der heutigen (2001-2010) Anzahl der Sommertage und Projektionen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung der Tagesanzahl aufsteigend von niedrig zu hoch: gelb-hellorange-dunkelorange-rot

Für den Winter ist neben einem Anstieg der durchschnittlichen Tagestemperatur ein Anstieg der minimalen Tagestemperatur und eine Abnahme von Frost- ( $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ ) und Eistagen ( $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ) zu erwarten.

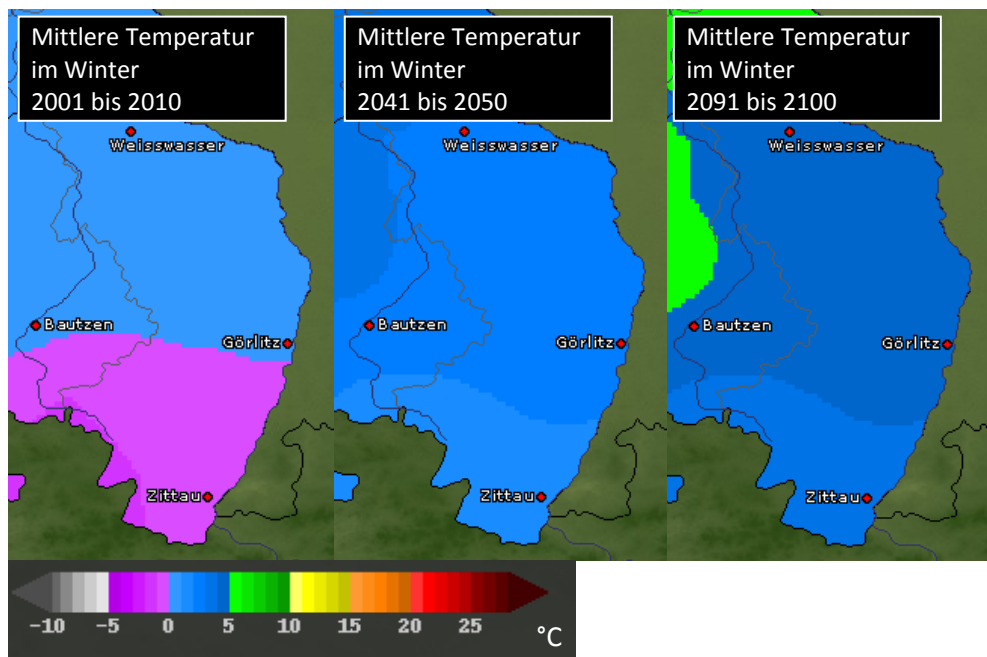


Abbildung 5 Darstellung der heutigen (2001-2010) mittleren Temperatur im Winter und Projektionen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung der Temperatur in [ $^{\circ}\text{C}$ ] aufsteigend von niedrig zu hoch: violett-hellblau-dunkelblau

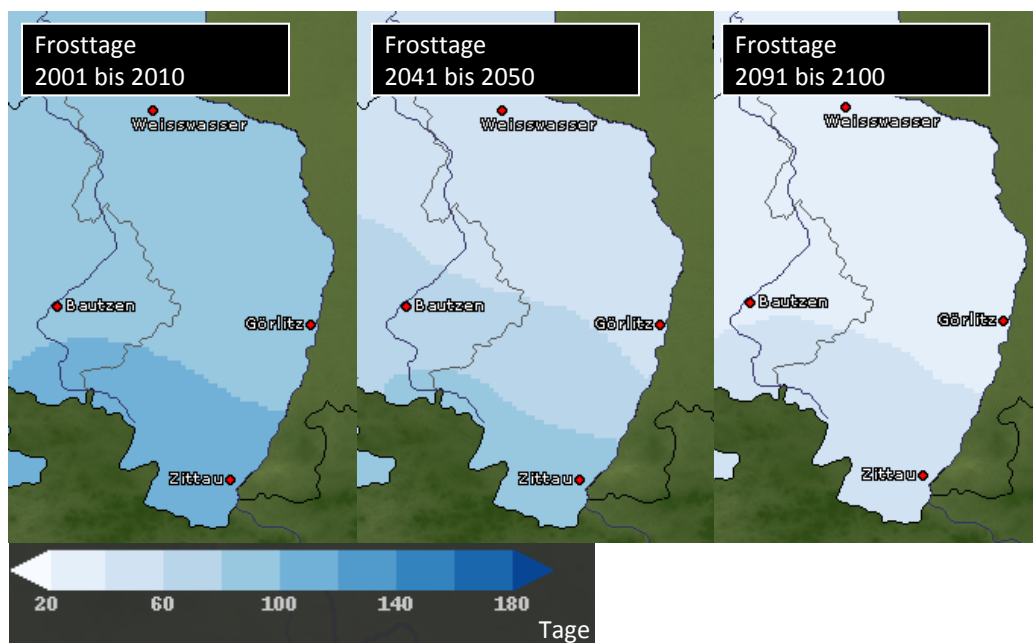


Abbildung 6 Darstellung der heutigen (2001-2010) Anzahl der Frosttage und Prognosen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung der Tagesanzahl aufsteigend von niedrig zu hoch: gelb-hellorange-dunkelorange-rot

## Niederschlag und Wasserdargebot

Der durchschnittliche Tagesniederschlag im Jahresmittel bleibt für Zittau stabil, jedoch ändert sich die Verteilung des Niederschlags über das Jahr. Die Sommer werden insgesamt trockener, während die Niederschläge im Winter zunehmen. Die Intensität einzelner Niederschlagsereignisse nimmt zu, erkennbar an dem auf wenige Tage im Jahr verteilten durchschnittlichen Tagesniederschlag.

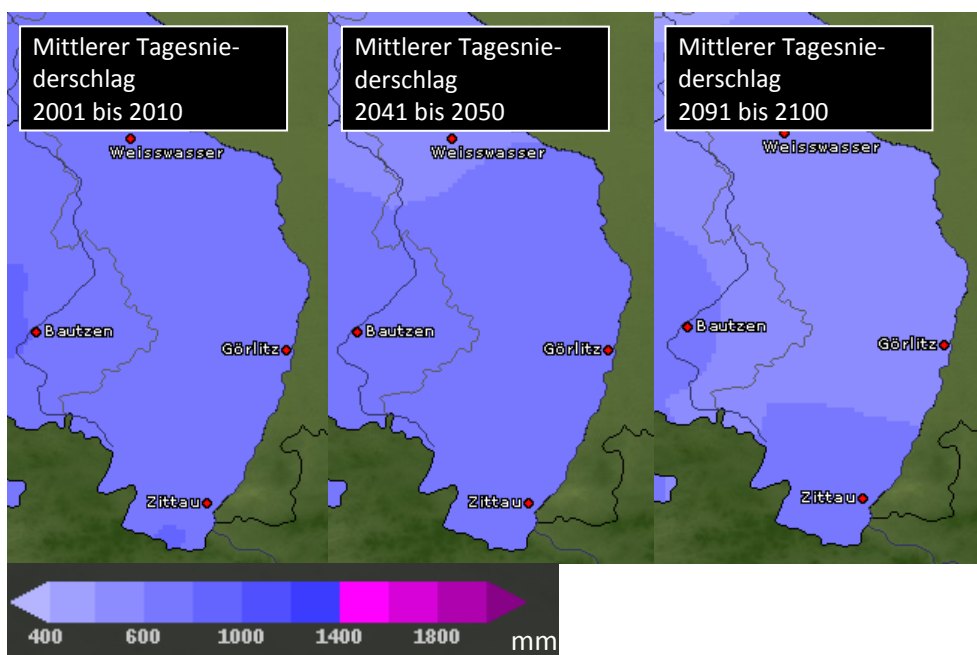


Abbildung 7 Darstellung des heutigen (2001-2010) Tagesniederschlags im Jahresmittel und Prognosen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung des Niederschlags in [mm] aufsteigend von niedrig zu hoch: hellblau-dunkelblau

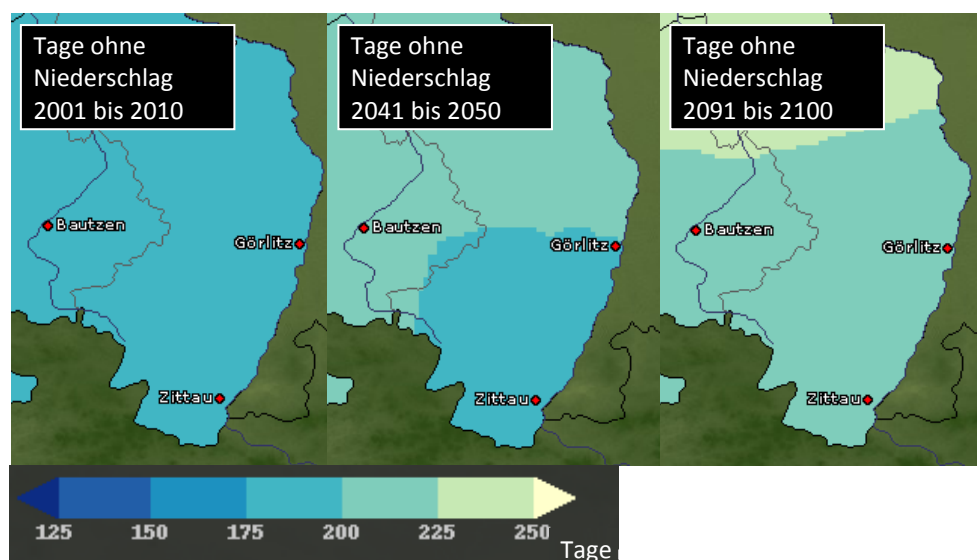


Abbildung 8 Darstellung der heutigen (2001-2010) Anzahl von Tagen ohne Niederschlag und Projektionen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung der Tagesanzahl aufsteigend von niedrig zu hoch: dunkelblau-hellblau



Im Winter ist mit einer Zunahme des Niederschlags zu rechnen. Aufgrund des parallelen Temperaturanstiegs ist die Art des Niederschlags eher Regen als Schnee.

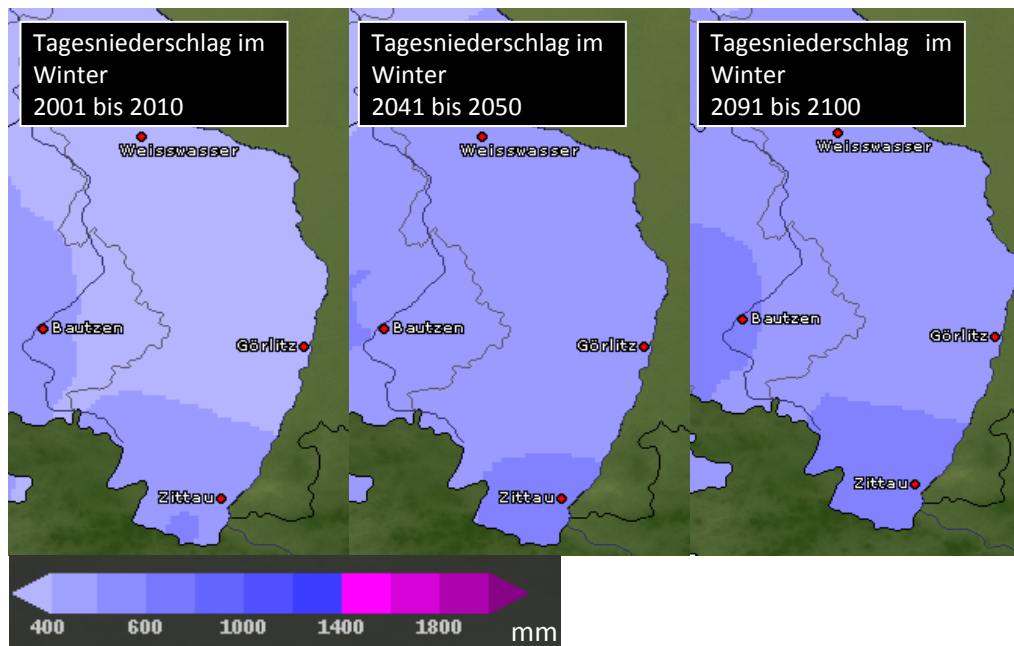


Abbildung 9 Darstellung des heutigen (2001-2010) Tagesniederschlags im Winter und Projektionen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung des Niederschlags in [mm] aufsteigend von niedrig zu hoch: hellblau-dunkelblau

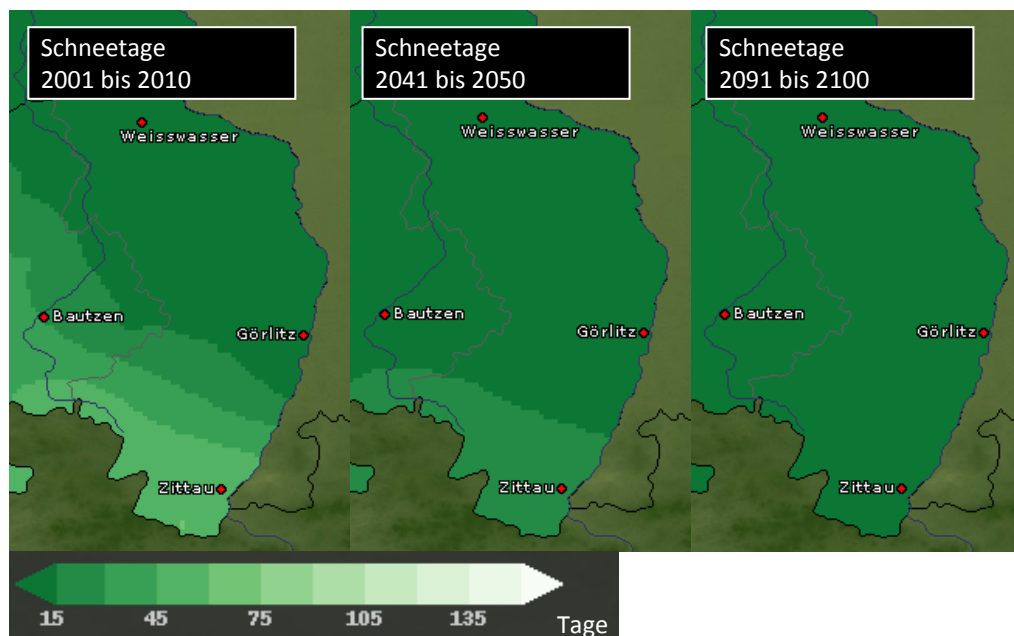


Abbildung 10 Darstellung der heutigen (2001-2010) Anzahl Schneetage mit mindestens 10 cm Schneehöhe und Projektionen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung der Anzahl der Schneetage aufsteigend von niedrig zu hoch: dunkelgrün-hellgrün

Der Niederschlag nimmt im Sommer ab, und damit werden die Sommer insgesamt trockener.

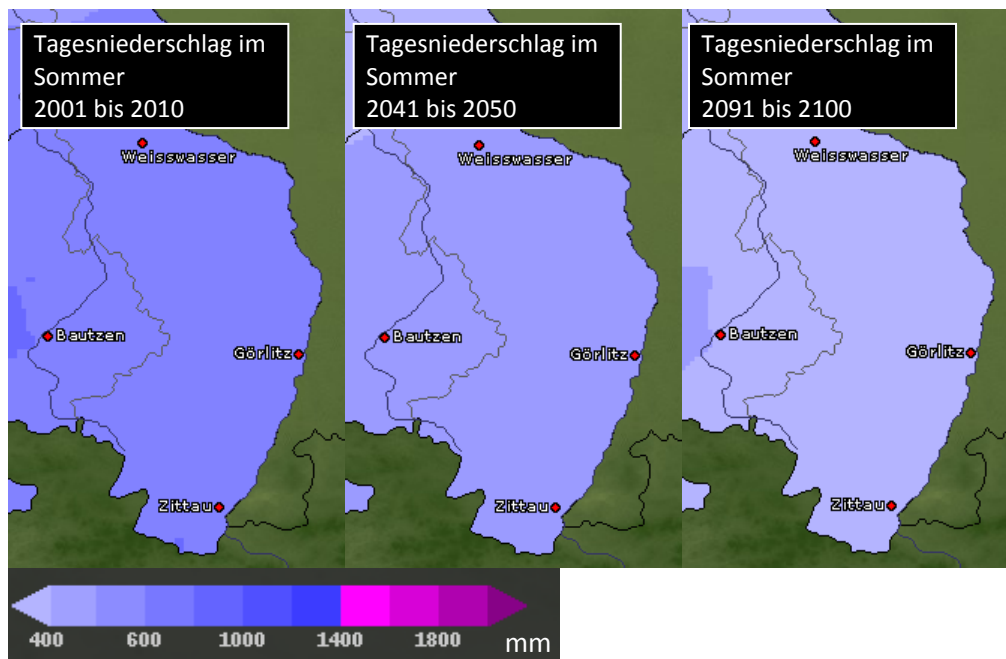


Abbildung 11 Darstellung des heutigen (2001-2010) Tagesniederschlags im Sommer und die jeweiligen Projektionen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung des Niederschlags in [mm] aufsteigend von niedrig zu hoch: hellblau-dunkelblau

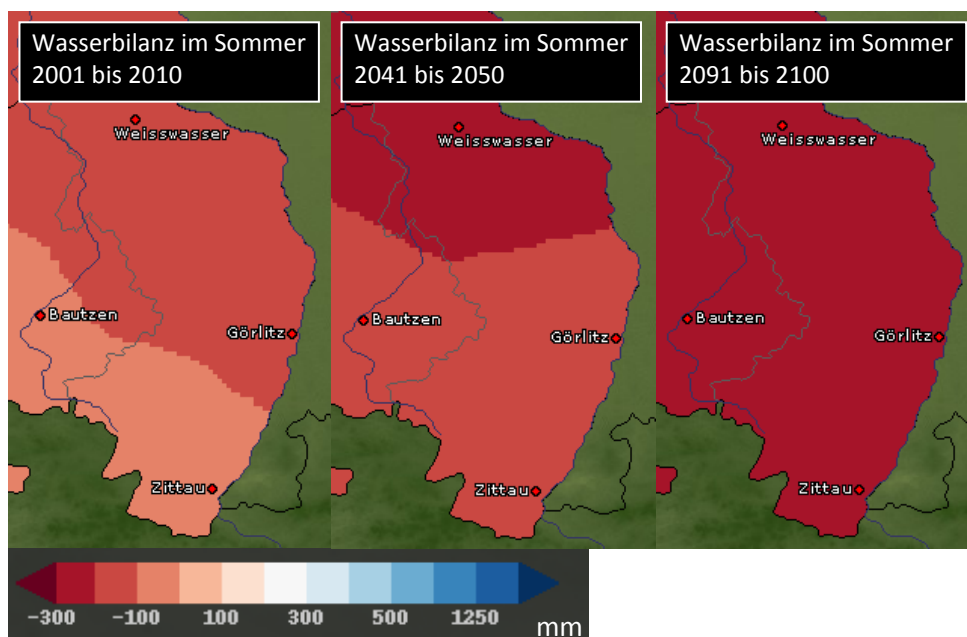


Abbildung 12 Darstellung der heutigen (2001-2010) klimatischen Wasserbilanz im Sommer und die jeweiligen Projektionen für die Zeiträume 2041-2050 und 2091-2100. Farbliche Darstellung der Wasserbilanz in [mm] aufsteigend von niedrig zu hoch: dunkelrot-hellrot

## **Extremwetterereignisse**

Nach der Analyse des DWDs (2012) ist bis zum Jahr 2100 mit einer deutlichen Zunahme der Häufigkeit heute noch relativ seltener Ereignisse sehr hoher Tageshöchsttemperaturen, aber auch täglicher Niederschlagsmengen und Spitzenwindgeschwindigkeiten zu rechnen.

Alle Klimasimulationen der Studie kommen überein, dass insbesondere die Starkniederschläge vergleichsweise häufiger auftreten werden als die eher moderaten Ereignisse. Daher ist zukünftig mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit von einer Zunahme des Anteils der Starkniederschläge am Gesamtniederschlag auszugehen.

Aufgrund der hohen räumlichen Variabilität der Ereignisse und unterschiedlicher statistischer Untersuchungsmethoden und der teilweise schlechten Übereinstimmung der Klimamodelle im Falle des Niederschlags und der Windgeschwindigkeit sind die Prognosen der Untersuchung des DWDs für die Starkniederschläge nur mäßig vertrauenswürdig.

Aufgrund der enormen Unsicherheit der Starkniederschlagsprojektionen ist es ebenfalls schwierig, regionalspezifische Aussagen diesbezüglich zu treffen. Die Mehrzahl der Klimasimulationen tendiert aber zu einer Zunahme von Starkniederschlagsereignissen. Aus stadtplanerischer Sicht und zum Schutze der Bevölkerung, des historischen Gutes und der Sachwerte ist es erforderlich, dass ein Auftreten zukünftiger Hochwasserereignisse, mit dem Ausmaß der Vergangenheit, auf gar keinen Fall ausgeschlossen wird. Diese können in der Häufigkeit und Intensität sogar überschritten werden.

In Übereinstimmung mit anderen Klimasimulationen ist für die Oberlausitz mit einem intensiveren und häufigeren Auftreten von Hitzewellen und Dürren zu rechnen. Jedoch wird wegen der Nähe zum Gebirge die Intensität und Ausprägung der Tageshöchsttemperaturen für die Stadt Zittau im Vergleich zum Oberlausitzer Flachland gemäßigter ausfallen.

## **Zusammenfassung Klimaprojektion**

Aus den dargestellten Klimasignalen in Abhängigkeit von den regionalen Gegebenheiten (siehe Tabelle 4) ergeben sich folgende Kernaussagen der aktuellen Klimaprojektion für die Stadt Zittau bis zum Ende des 21. Jahrhunderts:

- deutlicher Temperaturanstieg im Jahresmittel
- stabile Niederschlagssummen im Jahresmittel, verteilt auf weniger Niederschlagsereignisse → intensivere Niederschlagsereignisse
- Niederschlagsanstieg im Winter (mehr Regen als Schnee)
- deutliche Niederschlagsabnahme im Sommer mit einer Abnahme des Wasserdargebots
- Zunahme von Extremwetterereignissen
- deutliche Verlängerung der Vegetationsperiode

Tabelle 4 Übersicht der projizierten Klimasignale für die Stadt Zittau

<b>Klimasignal</b>	<b>Tendenz der Klimaveränderung</b>
Maximaltemperatur	<i>steigend</i>
Mitteltemperatur	<i>steigend</i>
Minimaltemperatur	<i>steigend</i>
Niederschlag	<i>generell sinkend, Ausnahme zunehmende Niederschlagsmengen im Winter, für Zittau, sind aber im Gegensatz zur restlichen Oberlausitz stabile Niederschlagsmengen prognostiziert</i>
Globalstrahlung	<i>generell steigend, Ausnahme abnehmende Globalstrahlung im Winter</i>
Wasserbilanz	<i>generell sinkend, Ausnahme zunehmende Wasserbilanz im Winter</i>
Sonnenscheindauer	<i>generell zunehmende, Ausnahme stagnierend im Winter</i>
Schneehöhe	<i>abnehmend</i>
Anzahl Schneetage >10cm	<i>abnehmend</i>
Andauer Schneetage >10cm	<i>abnehmend</i>
Anzahl Schneetage >30cm	<i>abnehmend</i>
Andauer Schneetage >30cm	<i>abnehmend</i>
Sommertage	<i>zunehmend</i>
Andauer Sommertage	<i>zunehmend</i>
Tage ohne Niederschlag	<i>zunehmend</i>
Andauer Tage ohne Niederschlag	<i>zunehmend</i>
Hitzetage	<i>zunehmend</i>
Andauer Hitzetage	<i>stagnierend</i>
Frosttage	<i>abnehmend</i>
Andauer Frosttage	<i>abnehmend</i>
Eistage	<i>abnehmend</i>
Andauer Eistage	<i>abnehmend</i>
Starkniederschlag	<i>große Ungenauigkeit aufgrund schlechter Prognostizierbarkeit</i>
Andauer Starkniederschlagstage	<i>große Ungenauigkeit aufgrund schlechter Prognostizierbarkeit</i>

## 7. Klimawandelbetroffenheit

Die lokalspezifische Betroffenheit für die Stadt Zittau ergibt sich aus den bereits dargestellten Klimaprojektionen und den lokalen Gegebenheiten. Die regionale Klimaentwicklung birgt dabei nicht nur Risiken, sondern auch Chancen für Zittau.

Die dabei zu analysierenden Bereiche sind:

- menschliche Gesundheit
- kommunaler Haushalt
- Verkehr, Infrastruktur und Versorgungsinfrastruktur
- Industrie, Gewerbe, Forstwirtschaft, Landwirtschaft
- Tourismus und Kulturerbe

### 7.1. Menschliche Gesundheit

Klimaparameter	Sozio-ökonomische Faktoren
<ul style="list-style-type: none"><li>• steigende Temperaturen</li><li>• zunehmende Strahlungsintensität</li><li>• abnehmende Niederschlagsmengen</li><li>• Extremwetterereignisse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• hoher Versiegelungsgrad</li><li>• hohe Dichte an Siedlungs- und Verkehrsflächen</li><li>• PM<sub>10</sub>- Belastung</li><li>• hoher Anteil sensibler Bevölkerungsgruppen (&gt;65 Jahre), mit zunehmender Tendenz</li><li>• innerstädtischer Verkehr</li><li>• hohe Reliefenergie des Umlandes</li><li>• siedlungsnaher Hochwassergefährdungsbereiche</li></ul>

#### Hitzestress

Durch den hohen Anteil versiegelter Flächen ist die Verdunstung reduziert, während gleichzeitig die Sonneneinstrahlung auf Gebäude- und Straßenoberflächen gespeichert wird. Dies führt zur Ausbildung von Hitzeinseln. Die gespeicherte Wärme wird über die Nacht nur langsam abgegeben, wodurch eine Nachtabkühlung in besonders warmen Perioden im Jahr nur minimal ist. Zusätzlich ist aufgrund des Temperaturanstiegs und der Zunahme von Hitzeperioden von einer allgemeinen thermischen Belastung der Bevölkerung auszugehen.

Von der thermischen Belastung betroffen sind insbesondere sensible Bevölkerungsgruppen wie Kinder, Kranke und Senioren. Gerade letztere werden nach den aktuellsten Bevölkerungsprognosen für Zittau bis zum Jahr 2025 anteilmäßig an Zuwachs gewinnen.

Die thermische Belastung führt bei Betroffenen zu Herz-Kreislauf-Problemen. Studien zeigen, dass zunehmende und anhaltende Hitzeperioden zu einer erhöhten Mortalität führen, was insbesondere für den verhältnismäßig hohen älteren Bevölkerungsanteil ein sehr großes Gefährdungspotential darstellt.

## **Atemwegserkrankungen**

Durch die Kombination von Feinstäuben mit Pollen bzw. frei in der Luft schwebenden Allergenpartikeln kommt es zu einer erhöhten Sensibilisierungspotenz und Auslösung allergischer Reaktionen an der Augen-, Nasen- und Bronchialschleimhaut. Dies führt zu einer erhöhten Zahl an Pollenallergikern und einem vermehrten Auftreten von allergischem Schnupfen und Asthma bei Kindern. Aufgrund der länger werdenden Vegetationsperiode ist generell mit einer Zunahme der Pollenbelastung zu rechnen.

## **Kombination Hitze und Luftschadstoffbelastung**

Zunehmende Hitzeperioden mit erhöhter Strahlungsintensität in Verbindung mit der Schadstoffbelastung der Luft führt zu Kombinationseffekten, die eine Gesundheitsgefährdung für vulnerable Bevölkerungsgruppen deutlich erhöht.

## **Starkniederschlag**

Langanhaltende lokale Starkniederschläge, wie im August 2010, führten im Stadtgebiet zu Hochwasserereignissen an Mandau und Neiße und zu Sturzfluten und Erdrutschereignissen. Betroffen waren auch Siedlungsgebiete; unter anderem mussten 600 Personen mit Booten evakuiert werden.

Durch die Zunahme von Starkniederschlagsereignissen bestehen für die Bevölkerung direkte und indirekte Gesundheitsgefährdungen.

Direkte gesundheitliche Auswirkungen:

- Unfälle, Ertrinken (Todesfolge)
- Unterkühlung (lebensbedrohlich)
- toxische Belastung, Infektion (Kontakt mit verunreinigtem Oberflächenwasser)
- psychische Folgen (akute Belastungsstörung, Depression, Angststörung)

Indirekte gesundheitliche Auswirkungen:

- durch Schäden an der Infrastruktur (z.B. unzureichende medizinische Versorgung oder Trinkwasserverschmutzung)
- toxische Reaktionen durch Schimmel im Gebäude
- Verletzungen bei Aufräumarbeiten

## 7.2. Kommunalen Haushalt

Klimaparameter	sozio-ökonomische Faktoren
<ul style="list-style-type: none"><li>• steigende Temperaturen</li><li>• zunehmende Strahlungsintensität</li><li>• abnehmende Niederschlagsmengen</li><li>• Extremwetterereignisse</li><li>• abnehmende Heizgradtage</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vielzahl kommunaler Liegenschaften</li><li>• Energiekosten für Klimatisierung</li><li>• Instandhaltungskosten für Versorgungs- und Verkehrsinfrastruktur</li><li>• Kosten klimabedingter Schäden, z.B. Gebäudeschaden</li><li>• steigende Versicherungsbeiträge</li><li>• Kosten durch hitzebedingten Personalausfall</li><li>• steigender Bedarf an Versorgungseinrichtungen und Einsatzkräften bei Extremwetterereignissen</li></ul>

Es entstehen durch die Klimaentwicklung zunehmende Kosten, z.B.

- *Steigende Energiekosten* durch erforderliche Klimatisierung in kommunalen Liegenschaften, insbesondere Kindergärten und Schulen. Dem gegenüber stehen zwar Heizkosteneinsparungen durch eine prognostizierte Abnahme von Heizgradtagen, jedoch sind lang andauernde Winter nicht auszuschließen.
- *Reparatur- und Instandhaltungskosten* für Versorgungs- und Verkehrsinfrastruktur. Zunehmende Temperaturen und Strahlungsintensitäten führen zu thermisch-mechanischen Belastungen der technischen Infrastruktur.
- *Beseitigung von Schäden nach Extremwetterereignissen*, wie Gebäudeschäden, Verkehrs- und Ent-/Versorgungsinfrastrukturschäden nach Hochwasser, Sturm- oder Hagelschaden
- *Steigende Versicherungsbeiträge*, basierend auf den bisherigen Extremwetterereignissen
- *Steigende Personalkosten* aufgrund von hitzebedingten Personalausfällen und einem steigenden Bedarf an Einsatzkräften bei Extremwetterereignissen

### 7.3. Verkehr, Infrastruktur, Versorgungsinfrastruktur

Klimaparameter	sozio-ökonomische Faktoren
<ul style="list-style-type: none"><li>• steigende Temperaturen</li><li>• Strahlung</li><li>• Extremwetterereignisse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Abwasserinfrastruktur</li><li>• Verkehrsinfrastruktur</li><li>• Trinkwasserversorgung</li><li>• Stromversorgung</li></ul>

Aufgrund bereits betroffener Versorgungs- und Verkehrsinfrastruktur durch Sturm- und Hochwasserereignisse ist auch in Zukunft mit enormen Beeinträchtigungen diesbezüglich zu rechnen.

Besonders gefährdet sind:

- die städtische Abwasserinfrastruktur (Lage Kläranlage in unmittelbarer Nähe zur Neiße)
- Trinkwasserversorgung
- Verkehrsinfrastruktur
- Stromversorgungsinfrastruktur

Ebenfalls besteht auch eine Gefährdung durch die zunehmende thermische Belastung auf die technische und verkehrstechnische Infrastruktur, was eine Zunahme von Reparatur- und Instandhaltung als Folge hat.

### 7.4. Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Frostwirtschaft

Klimaparameter	sozio-ökonomische Faktoren
<ul style="list-style-type: none"><li>• steigende Temperaturen</li><li>• abnehmende Niederschlagsmengen</li><li>• Extremwetterereignisse/ Starkregenereignisse</li><li>• abnehmende Heizgradtage</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• häufige Beeinträchtigung von Industrie und Gewerbe bei Extremwetterereignissen</li><li>• intensive Landwirtschaft mit stark ausgeprägter Reliefenergie</li><li>• große landwirtschaftliche Flächen ohne Strukturierungseinheiten</li><li>• Instandhaltungskosten für Versorgungs- und Verkehrsinfrastruktur</li></ul>

#### Industrie und Gewerbe

Aufgrund der häufigen Beeinträchtigungen durch Extremwetterereignisse bei Industrie und Gewerbe lässt sich keine günstige Standortssicherheit bezüglich eines direkten Schadpotentials ableiten. Direkte Schäden bedeuten Verlust an Material, Werkzeug, Lagergut, Verlust an Mobiliar und Archiven sowie Schäden am Gebäudebestand. Eine Gefährdung für die Umwelt - durch ein Auslaufen von umwelt- und wassergefährdenden Stoffen - kann dabei nicht ausgeschlossen werden.



Zusätzlich sind Industrie und Gewerbe indirekt betroffen, durch die Schäden in der Verkehrs- und Versorgungsinfrastruktur, wie sie bereits mehrfach in Erscheinung getreten sind. Die indirekte Betroffenheit äußert sich unter anderem in Form von Behinderung bei der An- bzw. Auslieferung und führt zu Verzögerungen oder zum Produktionsstopp im eigenen Betrieb und bei den Kunden. Die Betroffenheit ergibt sich insbesondere aus der Sensitivität der Gewerbestandorte, der Versorgungs- und Verkehrsinfrastruktur gegenüber Hochwasser- und Sturzflut. Eine bundesweite Unternehmerbefragung<sup>9</sup> stellt dar, dass Unternehmer zunehmend sensibilisierter sind bezüglich der Thematik Klimawandel und Extremwetterereignisse. Sie erwarten, dass direkte und indirekte Betroffenheit durch das Klimawandelphänomen bis 2030 zunehmen wird und zwar in negativer Weise. Das bedeutet dass bei der Standortwahl die Sicherheit und Schutz- bzw. Anpassungsmaßnahmen gegenüber von Extremwetterereignissen stärker Beachtung finden. Verdeutlicht wird dies durch die Möglichkeit, bei diversen Versicherungsanbietern, online die Hochwassergefährdung eines Standorts zu ermitteln und einzusehen.

### **Landwirtschaft**

Ebenfalls betroffen im gewerblichen Bereich sind die lokalen Landwirtschaftsbetriebe. Die Ertragssicherheit ist massiv gefährdet durch die zunehmende Trockenheit mit abwechselnder Nässe, insbesondere während sensibler Phasen wie Blüh- bzw. Reproduktionsphase. Zusätzlich können Schäden durch Starkniederschläge, Überflutung bei Hochwasser und Hagel, durch erhöhte Spätfrostgefährdung (vor allem im Obstbau) sowie verringerte Winterhärte zunehmen. Darüber hinaus können sich Pflanzenschutzprobleme verstärken, die mit neuen Schadorganismen sowie einer Zunahme des Befalldrucks durch derzeit unauffällige Schadorganismen einhergehen. Besonders anfällig für Schadorganismen sind dabei großflächige Monokulturen.

Die Reliefenergie, die Großflächigkeit der Landwirtschaftsflächen und die Art der Bodenbearbeitungen sind die unmittelbaren Gründe bezüglich der Sensitivität des Bodens gegenüber Starkniederschlägen und Trockenheit. Starkniederschläge führen zum Bodenabtrag von landwirtschaftlich genutzten Flächen und zum Verlust an Bodenmaterial, Humus und Nährstoffen. Dies bedeutet nicht nur ein enormes Schadpotential für die angrenzende Siedlungs-, Versorgungs- und Verkehrsinfrastruktur, sondern führt auch zur unmittelbaren Verarmung der Böden und erzeugt irreversible Schäden, da der jährliche Bodenabtrag wesentlich größer ist als die Bodenneubildung. Bei Starkregenereignissen unmittelbar nach der Aussaat, erfolgt auch ein direkter Schaden für den Landwirt durch Saatgutverlust.

Ebenfalls erfolgt ein Abtrag des Bodens durch Winderosion aufgrund von zunehmender Trockenheit in Kombination mit geringer Bodenbedeckung, begünstigt durch die Größe und

---

<sup>9</sup> Dr. M. Mahammadzadeh (2013): *Klimawandelinduzierte Verletzlichkeitsanalyse von Unternehmen und Branchen für 2030*

Strukturlosigkeit der Flächen. Bodenabtrag durch Winderosion bedeutet auch eine zusätzliche Belastung der Luft mit Feinstaub.

### **Forstwirtschaft**

Als größter kommunaler Waldbesitzer in Sachsen ist für Zittau die Forstwirtschaft von nicht unerheblicher Bedeutung. Eine lokale Forschungsarbeit<sup>10</sup> bzgl. der Waldentwicklung unter veränderten Umweltbedingungen zeigt, dass die sich verändernden Klimabedingungen zu einer Abnahme des Reaktionsvermögens der Waldbestände auf Bewirtschaftungsmaßnahmen führt, was gleichbedeutend ist mit einem Verlust an Steuerungsmöglichkeiten für den Waldplaner. Wenn insbesondere noch das prognostizierte häufigere Auftreten von Schadergebnissen hinzu gerechnet wird, besteht die Gefahr, dass der Betrieb zukünftig waldbaulich nur noch reagieren und nicht mehr steuern kann, was letztendlich auch immer zu wirtschaftlichen Einbußen führen wird. Der immerhin 27%ige Laubholzanteil im Zittauer Wald dürfte hierbei eine gewisse Pufferfunktion mit Blick auf die Zuwachseinbußen ausüben. In Waldflächen mit deutlich geringeren Laubholzanteilen würden die Auswirkungen der Klimaänderungen noch mehr zum Tragen kommen.

### **7.5. Bauwesen, Tourismus und Kulturerbe**

Klimaparameter	sozio-ökonomische Faktoren
<ul style="list-style-type: none"><li>• steigende Temperaturen</li><li>• längere Dauer von Hitzeperioden</li><li>• Extremwetterereignisse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dichte historischer Gebäude und Denkmäler</li><li>• Energiekosten</li><li>• Gebäudeschäden</li><li>• fließgewässernahe touristische Infrastruktur</li></ul>

Zu den indirekten Wirkfolgen der Klimaentwicklung zählen die Betroffenheit von Tourismus und Kulturerbe. Durch die Schäden an Gebäuden und Denkmälern leidet die Attraktivität für den Tourismus und steigen die Kosten für die Instandhaltung. Der Schaden des kulturhistorischen Wertes bei der Zerstörung von Baudenkmalern z.B. durch Starkregenereignisse ist dabei unmessbar.

Die Betroffenheit des kulturhistorischen Guts von Zittau ergibt sich aus der Zunahme der Extremwetterereignisse Starkregen, Sturm und Hagel. Insbesondere Starkregenereignisse mit ausgeprägtem Hochwasser und Sturzfluten stellen auch zukünftig eine große Gefährdung dar. Der Einfluss durch Hitze und Strahlung auf die Bausubstanz von Denkmälern rückt zunehmen in den Fokus des Denkmalschutzes, ist aber noch nicht hinreichend untersucht.

---

<sup>10</sup> R. Moshhammer, T. Rötzer, H. Pretzsch (2009): *Analyse der Waldentwicklung unter veränderten Umweltbedingungen – Neue Informationen für die Forstplanung durch Kopplung von Modellen am Beispiel des Forstbetriebes Zittau, Tharandt*

Des Weiteren betroffen ist die fließgewässernahe touristische Infrastruktur an Neiße und Mandau. Die Betroffenheit ergibt sich aus direkten Beeinträchtigungen während bzw. nach einem Hochwasserereignis aufgrund von Sperrungen und Verunreinigungen der Radwege sowie aus indirekter Beeinträchtigung aufgrund der Müllanschwemmung am Uferrand auch schon nach kleineren Hochwasserereignissen, die die Attraktivität der Landschaft beeinflussen.

Der Tierpark Zittau ist aufgrund seiner Nähe zur Neiße und der tieferliegenden Lage ein besonders durch Hochwasser gefährdeter touristischer Bestandteil der Stadt Zittau, wie das Hochwasserereignis 2010 zeigte.

## 8. Chancen des Klimawandels

Durch die guten sommerlichen Wetterbedingungen und die günstige gebirgsnahe Lage bieten sich Chancen bezüglich der Steigerung des touristischen Interesses. Insbesondere die historischen und kulturellen Stadtelemente, der ländliche Charakter und nahegelegene Bademöglichkeiten können in Kombination mit der gemäßigten Temperaturerhöhung im Vergleich zum Oberlausitzer Flachland durchaus attraktiv wirken.

Gesteigerte Lebensqualität durch begrünte und bewässerte Stadtstrukturen und gute innerstädtische Luftqualität kann sich, zuzüglich zur Steigerung der touristischen Attraktivität, langfristig auch positiv auf Ab- und Zuwanderung auswirken. Ebenfalls positiv auswirken auf Zu- und Abwanderung kann sich eine erhöhte Sicherheit bezüglich Extremwetterereignisse.

Durch die Steigerung des Stadtimages mit Hilfe von Klimaanpassung und Klimaschutz, unter Berücksichtigung des demografischen Wandels kann sich Zittau aufgrund der enormen Herausforderung des hohen Durchschnittsalters der Bevölkerung als Vorreiter positionieren und somit deutschlandweit in Kommunen Interesse erwecken.

Die Stadt Zittau kann durch die Anwesenheit der Hochschule mit energierelevanten Studiengängen Existenzgründern im Bereich Klimaschutz (regenerative Energie etc.) und Klimaanpassung gute Standortbedingungen bieten. Durch die immer weiter wachsende Nachfrage energieeffizienter Technologien und Klimaschutzmaßnahmen ist dies ein wachsender Gewerbesektor, den die Stadt Zittau mit der ansässigen Hochschule mit Technologie und Fachkräften bereichern kann. Eine Positionierung als Standort für Klimaanpassungs- und Klimaschutztechnologien ist eine Chance, das Profil zu schärfen und langfristig Investitionen und Arbeitsplätze zu sichern. Gekoppelt mit einer durch Klimaanpassung geschaffenen Standortsicherheit fürs Gewerbe bezüglich klimatischer Einflüsse wie Hochwasserereignisse und durch die Versorgungs- und Produktionssicherheit mit Wasser, durch die prognostizierte stabile Wasserbilanz steht Zittau in einem sehr guten Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Standorten in der Oberlausitz. Die negative Bevölkerungsentwicklung und die Zentralisierungsstrategie bzgl. der Innenstadtstärkung begünstigen einen Rückbau und eine Entsiegelung bezüglich der Schaffung von Hochwasserschutzzonen und Frischluftschneisen. Eher eintretender Frühling und späterer Herbst sorgen für eine Vegetationsverlängerung und begünstigen die Tourismussaison und den regionalen Gemüse- und Obstanbau. Geringe kommunale Kosten durch steigende Temperaturen in den Bereichen Gebäudebeheizung, Winterdienst, Reparaturkosten frostbedingter Straßenschäden. Die prognostizierte gesteigerte Strahlungsintensität erhöht das lokale Potential bezüglich Photovoltaik und Solarthermie. Das Nutzen dieser lokalen Gegebenheiten sorgt für eine Stärkung der regionalen Wertschöpfung.

## **9. Klimaanpassungsziele**

Die dargestellten klimatischen Veränderungen sind teilweise von der Wissenschaft bestätigte belastbare Aussagen, jedoch hinsichtlich vieler dynamischer klimateinwirkender Faktoren auch sehr unberechenbar und mit großen Unsicherheiten verbunden. Der Temperaturanstieg und die Verringerung des Niederschlags gelten als sicher. Ein Ausbleiben von Starkniederschlägen mit starken Hochwasserereignissen, feuchte Sommer und langanhaltende Winter sind deshalb aber weiterhin nicht auszuschließen. Dementsprechend wichtig ist es, dass die Klimaanpassungsstrategie und die Klimaanpassungsmaßnahmen flexibel gestaltet werden und Handlungsspielräume für die Zukunft erhalten bleiben. Aufgrund dieser Unsicherheit ist es ratsam, Anpassungsmaßnahmen zu priorisieren, die kurzfristig einen Nutzen haben, die sich voraussichtlich in naher Zukunft auszahlen und Optionen für spätere Änderungen enthalten.

### **Ziele bezüglich Art und Umfang der Klimaanpassungsmaßnahmen**

- flexible Anpassungsstrategie, offenhalten von Handlungsspielräumen
- Wechselwirkungen kommunaler Handlungsbereiche stärker berücksichtigen
- Priorität auf Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser und Sturzflut

### **Ziele zum Schutz vor Starkregen und Hochwasser**

- Hochwasserschutz verstärken
- Starkniederschlagsabfluss gewährleisten
- Anlieger- und Objektschutz
- Hochwasser- und Grundwasserschutz am Bau
- Schutz des Bodens vor Wassererosion

### **Ziele zum Schutz vor Trockenheit und Hitze**

- Luftqualität im städtischen Bereich steigern und erhalten
- innerstädtische Hitzeinseln vermeiden
- klimaangepasste Bauweise
- Erhalt des Wasserdargebots und der Wasserqualität
- Auswahl klimagünstiger Standorte
- Reduzierung von Hitzeeinwirkung auf Infrastruktur
- thermische Entlastung der Bevölkerung

## 10. Klimaanpassungsmaßnahmen

Das Klimasystem reagiert träge, und allein der Einfluss der bisherigen menschlichen Aktivitäten wird viele Jahrzehnte lang sichtbar sein und Städte, Landschaft und Natur beeinflussen. Die frühzeitige Anpassung an den bestehenden Klimawandel ist somit zwingend erforderlich, um rational mit diesen Themen umzugehen und die Auswirkungen und Kosten unter Kontrolle zu halten.

Klimaanpassung kann definiert werden als eine rationale und geplante Änderung der Umwelt-, Gesellschafts- und Wirtschaftssysteme hinsichtlich gegenwärtiger oder erwarteter Klimaänderungen. Eine Anpassung an den Klimawandel führt zu Änderungen von Prozessen, Methoden und Strukturen, mit denen entweder negative Wirkungen abgemildert oder vermieden und gleichzeitig neue, durch den Klimawandel entstehende Chancen genutzt werden.

Die Auflistung der Anpassungsmaßnahmen ist bezüglich der zeitlichen Handlungsrelevanz folgendermaßen definiert:

kurzfristige Maßnahmen	-	Umsetzung ab 2015
mittelfristige Maßnahmen	-	Umsetzung ab 2020
langfristige Maßnahmen	-	Umsetzung ab 2025

Tabelle 5 Konzeptionelle Klimaanpassungsmaßnahmen

Maßnahme	Zeithorizont
<b>Bestimmung klimasensitiver Stadtbereiche</b>	kurzfristig
<b>verstärkte Kooperation mit der Wissenschaft für die Konkretisierung der Vulnerabilitäten</b>	kurzfristig
<b>Priorisierung und Konkretisierung von handlungsbereichsweisen Maßnahmen, dabei Synergien identifizieren und nutzen</b>	kurzfristig
<b>Entwicklung eines Verkehrsmanagement- und Informationssystems, um auch bei Extremwetterereignissen Verkehrsströme lenken und Umweltdaten liefern zu können</b>	kurzfristig
<b>um die Reaktionszeit zu verkürzen und potentielle Gefährdungsorte identifizieren zu können, muss ein Risikomanagement betrieben werden; u.a. Rettungskräfte verstärkt in die Alarm- und Gefahrenabwehrplanung der Anlagenbetreiber einbeziehen</b>	kurzfristig
<b>Klimaanpassung in bestehende Strategien, Strukturen, Prozesse und Ziele integrieren</b>	kurzfristig
<b>Akzeptanz schaffen; Bürger über das Vorgehen im Rahmen der Klimaanpassung informieren, Maßnahmen erläutern und Handlungsmöglichkeiten aufzeigen</b>	kurzfristig
<b>aufgrund der erforderlicher Anpassungsflexibilität und Unsicherheit bezüglich des Ausmaß ist ein natürlicher, vorsorgender Hochwasserschutz (mit Freiflächen) technischen Hochwasserschutzmaßnahmen vorzuziehen</b>	kurz- langfristig
<b>Erstellung eines Luftreinhalteplans</b>	kurzfristig
<b>der Zunahme der Einsatzhäufigkeit durch Extremereignisse muss durch Personalplanung und Einsatzmanagement begegnet werden</b>	kurz- mittelfristig
<b>verstärkte Kooperation mit der Wissenschaft für die Ausarbeitung und Umsetzung von Maßnahmen</b>	kurz- langfristig
<b>Erstellung eines Hitzewarnsystem, insbesondere mit Kindertagesstätten, Seniorenstätten und sonstigen Pflegeeinrichtungen</b>	mittelfristig

Tabelle 6 Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich Stadtentwicklung und Bauleitplanung

Maßnahme	Zeithorizont
<b>Informationsgrundlage für die Planung aufbauen; Ermittlung klimasensitiver Siedlungsbereiche</b>	kurzfristig
<b>bei Neuerstellung oder Aktualisierung von stadtplanerischen Konzepten Klimafolgen durch Integration von Anpassungsmaßnahmen berücksichtigen</b>	kurzfristig
<b>Bauverordnungen und andere Normen an Extremwetterereignisse anpassen</b>	kurzfristig
<b>Aufnahme klimatologischer Potentiale in Brachflächenkataster</b>	kurzfristig
<b>Auswahl klimaangepasster Pflanzen in Grünflächen</b>	langfristig
<b>klimaangepasste Wegebeläge</b>	langfristig
<b>Begünstigung freiräumlicher Entsiegelung</b>	kurzfristig
<b>Förderung von blauen und grünen städtischen Strukturen: Dach- Fassadenbegrünung, Straßenbäume, Straßenbegleitgrün, zusammenhängende Grünflächen, zusammenhängende Wasserflächen</b>	mittelfristig
<b>Kaltluft und Frischluftschneisen öffnen und erhalten</b>	kurz- langfristig
<b>hitzeoptimiertes Straßen- und Gebäudedesign</b>	langfristig
<b>bei Neubauten Standort auf Klimaanpassung bewerten</b>	kurzfristig
<b>bei der Infrastrukturplanung (Neubau, Reparatur, Instandhaltung) veränderte Intensität und Häufigkeit von Extremereignissen berücksichtigen</b>	kurzfristig
<b>Retentionsflächen sind als Schutzmaßnahmen zur Minderung von Hochwasserereignissen einzuplanen und ggf. auszuweiten</b>	kurzfristig
<b>beim Rückbau von baulichen Anlagen aufgrund des demographischen Wandels sollten prioritär Anlagen zurückgebaut werden, die hochwassergefährdet sind</b>	kurz- langfristig
<b>Förderung von blauen und grünen städtischen Strukturen: Dach- Fassadenbegrünung, Straßenbäume, Straßenbegleitgrün, zusammenhängende Grünflächen, zusammenhängende Wasserflächen</b>	kurz- langfristig
<b>Innerstädtische Begrünung, insbesondere mit schattenspendenden Laubbäumen (Schatten im Sommer, Sonne im Winter)</b>	kurz- langfristig
<b>Dach- und Fassadenbegrünung unter Berücksichtigung des historischen Stadtbilds insbesondere in den Hinterhöfen fördern, Private Unterstützung für Stadtgrün</b>	kurz- langfristig
<b>bestehende Überschwemmungsgebiete sind nachrichtlich zu übernehmen. Überschwemmungsgefährdete und hochwassergeschützte Gebiete sind zu kennzeichnen</b>	kurzfristig
<b>in überschwemmungsgefährdeten und deichgeschützten Gebieten sollten besonders gefährdete und gefährliche Nutzungen (kritische Infrastruktur) ausgeschlossen bzw. bestehende bautechnisch ertüchtigt werden</b>	kurz- mittelfristig



<b>bestehende Überschwemmungsgebiete und überschwemmungsgefährdete Gebiete sind zu überprüfen und ggf. verändert festzulegen</b>	kurz- mittelfristig
<b>planfeststellungspflichtige Anlagen des technischen Hochwasserschutzes müssen auf eine ausreichende Dimensionierung hin überprüft und ggf. angepasst werden</b>	kurz- mittelfristig
<b>Förderung des naturnahen Ausbaus von Fließgewässern, z. B. Rückbau von Verrohrungen, Aufweitung Bachbett</b>	kurz- langfristig
<b>Gefährdung von und durch Straßenbäume bei Hochwasser, die entsprechend zu überwachen und ggf. zu entfernen sind</b>	kurz- langfristig
<b>um das Ausmaß der Folgen von Niederschlägen zu minimieren, sollten Notentwässerungswege definiert werden</b>	kurzfristig

Tabelle 7 Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich Verkehr

<b>Maßnahme</b>	<b>Zeithorizont</b>
<b>Förderung des ÖPNV</b>	kurz- mittelfristig
<b>hitzeoptimiertes Straßendesign</b>	langfristig
<b>Schutz der Verkehrsinfrastruktur vor Extremwetterereignissen und deren Folgen (z.B. Hangrutsch) durch Umsetzung technischer Maßnahmen; wie Anker, Netze, Stützmauern oder natürlicher Maßnahmen durch die Entsprechende Bepflanzung</b>	kurz- mittelfristig
<b>Verbesserung der innerstädtischen Luftqualität durch Verringerung des innerstädtischen Verkehrs</b>	mittelfristig
<b>Entwicklung eines Verkehrsmanagementnotfallplanes</b>	kurzfristig

Tabelle 8 Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich Bauwesen

Maßnahme	Zeithorizont
<b>Ertüchtigung sozialer Infrastruktur: die bestehenden baulichen Anlagen der sozialen Infrastruktur müssen gegenüber der Zunahme von Extremereignissen (Sturm, Hochwasser, Schnee) technisch vorbereitet werden.</b>	kurzfristig
<b>Bauverordnungen und Normen an extreme Wetterereignisse anpassen</b>	kurzfristig
<b>Wärmeschutzmindestanforderungen für öffentliche Gebäude festlegen, z.B. Kindergärten, Schulen</b>	langfristig
<b>Baukonstruktionen an Witterungsextreme anpassen, z.B. hochwasserangepasstes Bauen, stärker belastbare Materialien einsetzen</b>	kurzfristig
<b>Schutzmaßnahmen für gefährdete Wohngebäude wie z.B. Rückstauventile, Rückstauklappen, Hebeanlagen, Dachverstärkung, Tauchpumpen und Notstromgeneratoren vorsehen</b>	kurzfristig
<b>Innenräume durch Wärmeschutzmaßnahmen vor Überhitzung schützen, z. B. durch Verschattungen, insbesondere wenn besonders gefährdete Personen dort leben</b>	langfristig
<b>Wärmedämmung technischer Anlagen</b>	langfristig
<b>Neuartige wärme- bzw. kältespeichernder Baustoffe verwenden / Fassadenelemente "Solarwand"</b>	langfristig
<b>Wasser nachhaltig nutzen durch Einbau innovativer Sanitärsysteme, z.B. durch die Trennung von Abwasser und Regenwasser</b>	langfristig
<b>Beschattung der Gebäude verbessern (z.B. durch Begrünung, solare Energiesysteme)</b>	langfristig
<b>Gebäudedesign und Ausrichtung für Hitzeperioden optimieren, Albedo (Reflexionsvermögen) von überhitzungsgefährdeten Gebäuden erhöhen</b>	mittelfristig
<b>Bestehende kommunale Anlagen sind im Hinblick auf anstehende Hochwasserereignisse zu überprüfen und ggf. zu schützen, z.B. Sicherung von Kellerschächten, die Verlagerung empfindlicher Einrichtungen (Stromverteiler) aus dem Keller</b>	kurzfristig
<b>Neue kommunale Gebäude müssen hochwasserangepasst errichtet werden</b>	kurzfristig

Tabelle 9 Klimaanpassungsmaßnahmen in den Bereichen Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Forstwirtschaft

Maßnahme	Zeithorizont
<b>Industrie- und Gewerbestandorte auf Sensitivität gegenüber Extremwetterereignissen bewerten und Handlungsmaßnahmen ableiten</b>	kurzfristig
<b>bei der Neuplanung von Gewerbegebieten Hochwasser- und Sturzflutschutz als wichtiges Kriterium definieren</b>	kurzfristig
<b>Organisation von Gesprächsrunden und Informationsveranstaltungen für Landwirte, bzgl. Risikominimierung durch klimaangepasste Bewirtschaftung und Erosions-, Bevölkerungs- und Sachwertschutz; Kooperative Zusammenarbeit fördern</b>	kurzfristig
<b>ableiten von standortgerechten klimabedingten Zielzuständen für die Waldentwicklung</b>	kurzfristig
<b>Struktur und Baumartzusammensetzung von Forsten und Wäldern an sich ändernde Standortfaktoren anpassen</b>	langfristig
<b>nachhaltige und stetige Holzproduktion als Beitrag der Forstwirtschaft zum Ersatz von fossilen Energieträgern und Rohstoffen durch Holz</b>	mittel- langfristig
<b>Sensibilisierung von Unternehmen durch Information zur Klimaanpassung</b>	kurz- mittelfristig

Tabelle 10 Klimaanpassungsmaßnahmen in den Bereichen Tourismus und Kulturerbe

Maßnahme	Zeithorizont
<b>Sensibilisierung von Akteuren der Tourismusbranche mittels Informationen zur Klimaanpassung</b>	kurz- mittelfristig
<b>Integration der Klimaentwicklung und –anpassung in kommunale Marketingkonzepte</b>	langfristig
<b>Entwicklung von witterungsunabhängigen Tourismusalternativen</b>	kurz- langfristig
<b>durch Extremwetterereignisse gefährdete bauliche Anlagen von kulturhistorischem Wert müssen identifiziert und im Ereignisfall gesichert werden</b>	kurz- mittelfristig

## **11. Hinweise zur fehlertoleranten Maßnahmenentscheidung**

Angesichts der Unsicherheit von Klimaveränderungen sind Maßnahmen, die in eine oder mehrere der folgenden Kategorien fallen, ein guter Ausgangspunkt für das Identifizieren von Anpassungsmaßnahmen.

- Maßnahmen, die auch bei ausbleibenden Klimaveränderungen oder gegenläufigen Trends von Vorteil sind. Hierzu zählen die Isolierung von Bürogebäuden oder Maßnahmen, die zusätzliche Ziele wie Klimaschutz oder Kostenreduktion voranbringen.
- Maßnahmen, die durch geringe Zusatzausgaben die Sicherheit einer Organisation erhöhen, beispielsweise die Wahl eines größeren Durchmessers bei der Neuverlegung eines Abwassersystems.
- Umkehrbare und flexible Maßnahmen wie die Nicht-Bebauung von Kaltluftschneisen oder Maßnahmen, die eine flexible Nachsteuerung ermöglichen und keine hohen Zusatzkosten verursachen.
- Kurz- und mittelfristig wirkende Maßnahmen, die den Zeithorizont bis zu einer bevorstehenden Investition erweitern und damit einer umfangreichen Entscheidungsfindung Zeit verschaffen. Eine solche Verzögerungsstrategie führt zu einer fundierten Entscheidungsfindung, wenn die gewonnene Zeit für zusätzliche Recherchen genutzt wird.
- Vorausschauende Anpassungsmaßnahmen, wie z.B. das Erforschen von Klimarisiken und Anpassungstechnologien, Bevölkerungsinformation und das Fördern von Verhaltensänderungen, zum Beispiel durch die Sensibilisierung für gesundheitliche Gefahren von Hitzewellen. Zudem sorgen sie für eine Verteilung von Schäden, beispielsweise durch Versicherung, Diversifikation oder Risiko-Hedging. Hierzu zählt eine derartige Umstrukturierung, dass beim Schadensfall nie alle kritischen Bereiche einer Organisation gleichzeitig betroffen sind. Vorausschauende Anpassungsmaßnahmen umfassen auch das Thema Notfallplanung, beispielsweise die Entwicklung von Strategien für den Eintritt von Ereignissen mit geringer Wahrscheinlichkeit, jedoch großem Schadenspotenzial.

## Anhang

Aktuelle klimarelevante Projekte mit thematischem und regionalem Bezug:

### Sächsische Projekte

Analyse der Klimaentwicklung im Freistaat Sachsen	2012- 2014
Vulnerabilitätsstudie Sachsen	2012- 2014

### Nationale Projekte

REGKLAM – Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Modellregion Dresden	2008- 2013
KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähiger gestalten	2008- 2013
Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) – Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel	2008- 2013
MORO Klimafit – Modellvorhaben der Raumordnung	
MORO – Raumentwicklungsstrategie zum Klimawandel	
Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Bodenwasserhaushalt	2008
Forschungsvorhaben Schutz vor Bodenerosion in der Landwirtschaft	
Forschungsvorhaben zu Folgen der Klimaveränderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt in den Einzugsgebieten der sächsischen Gewässer – KliWES	2008- 2014
Klimabedingte Anbaustrategien	2013
Europäische Projekte	
INTERKLIM – Internationale Klimakooperation für den Böhmischesächsischen Grenzraum	2013- 2014
KLAPS – Klimawandel, Luftverschmutzung und Belastungsgrenzen von Ökosystemen im Polnisch-Sächsischen Grenzraum	2012- 2014
NEYMO – Lausitzer Neiße/Nysa Luzycka – Klimatische und hydrologische Modellierungen	2012- 2014

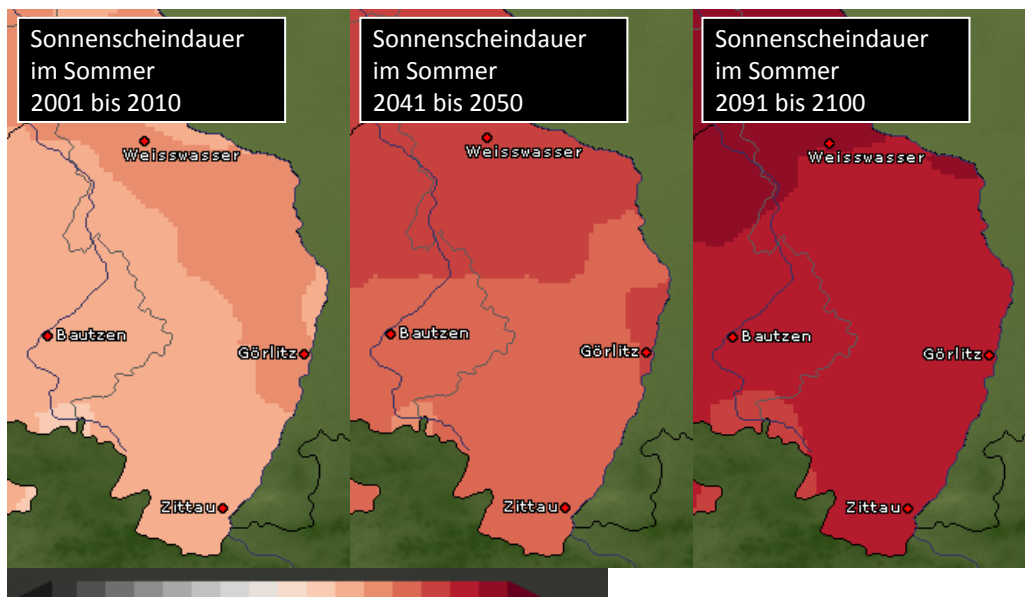


Abbildung 13 Sonnenscheindauer im Sommer

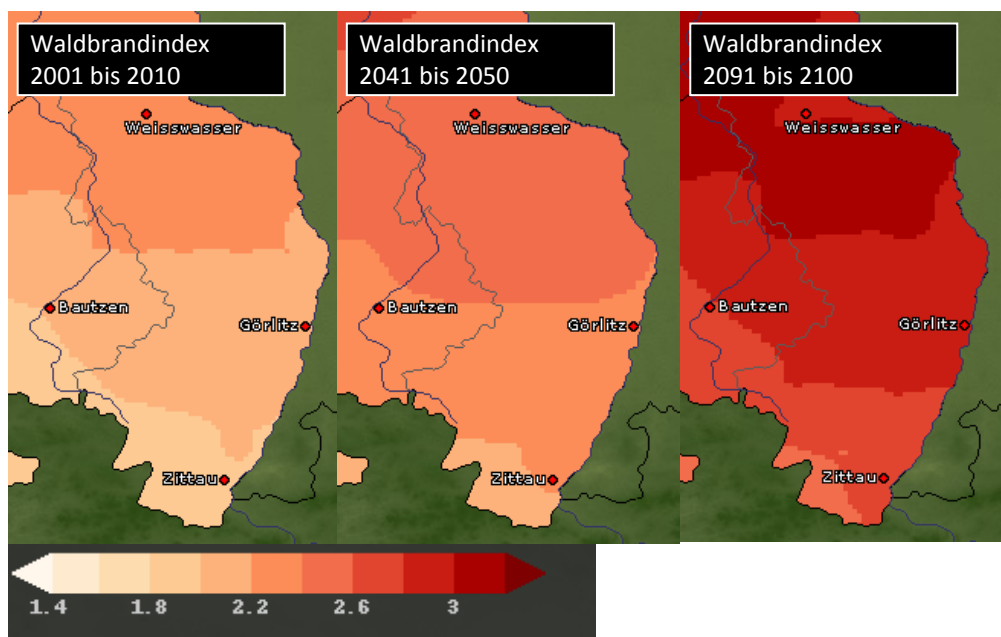


Abbildung 14 Waldbrandindex nach H-Käse (1968)

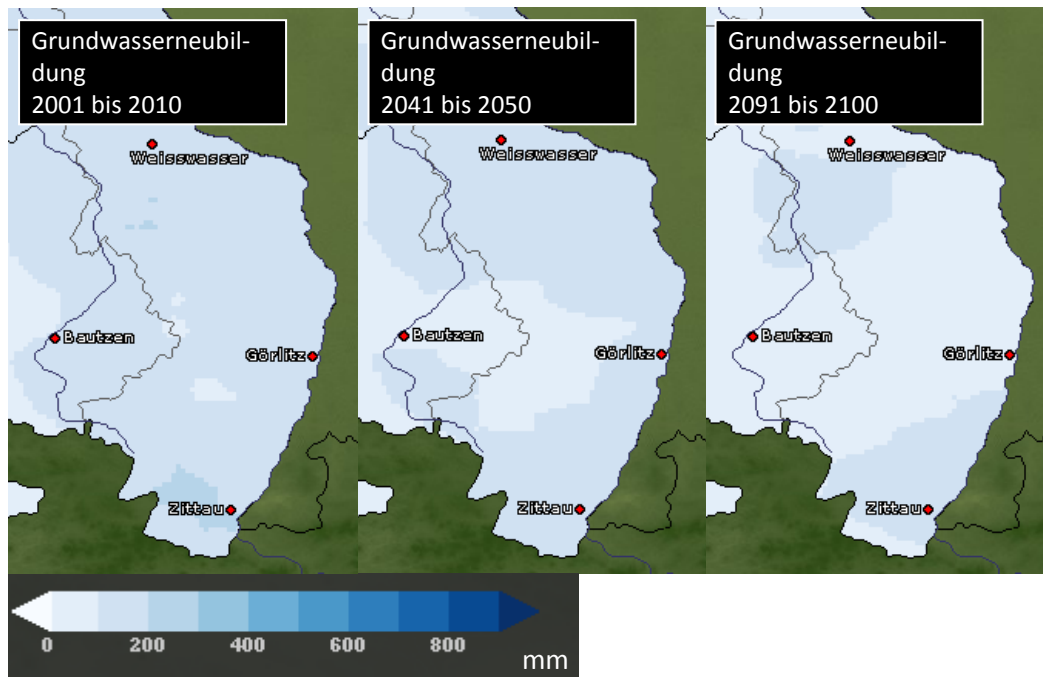


Abbildung 15 Grundwasserneubildung

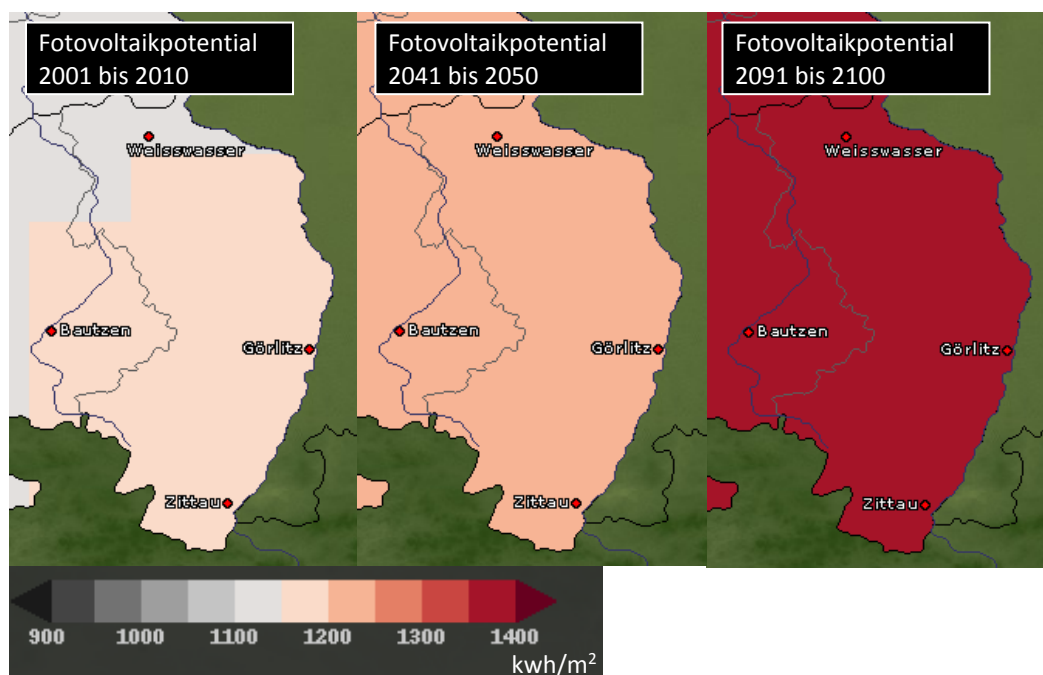


Abbildung 16 Fotovoltaikpotential

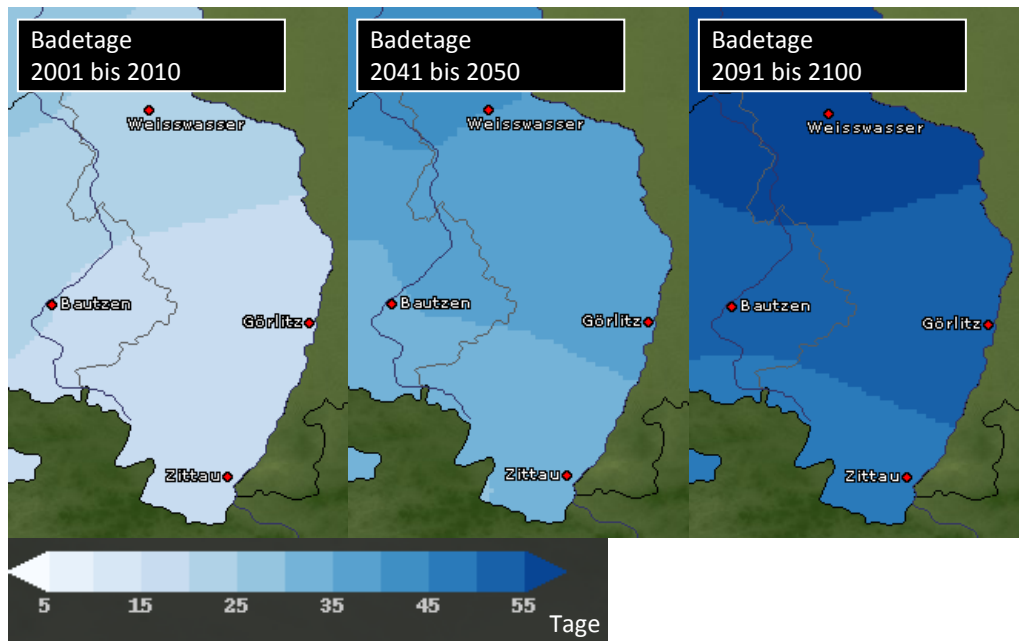


Abbildung 17 Anzahl Badetage

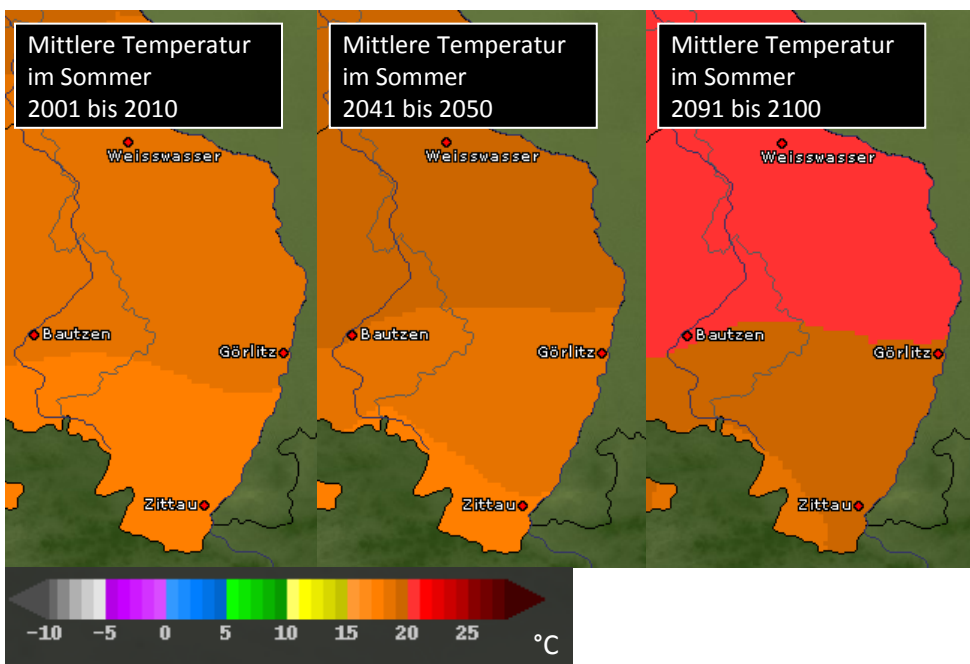


Abbildung 18 mittlere Temperatur im Sommer



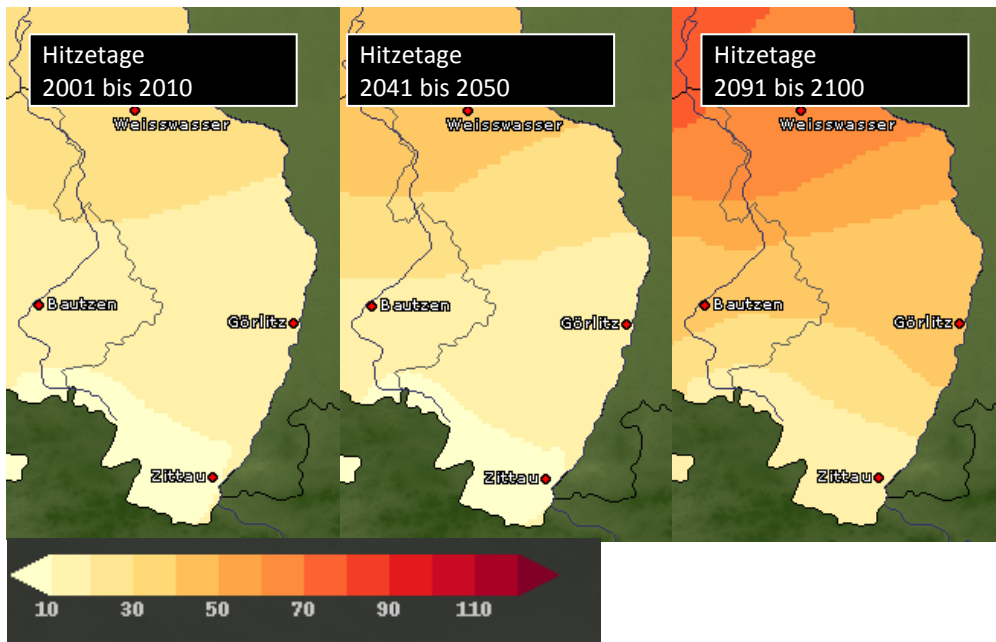


Abbildung 19 Anzahl Hitzetage

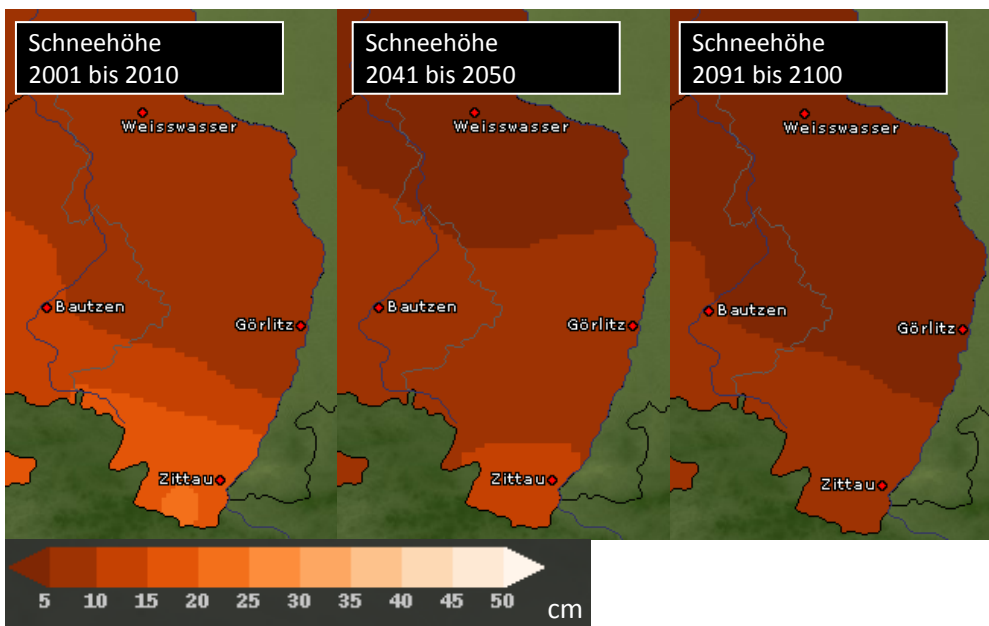


Abbildung 20 durchschnittlichen Schneehöhe

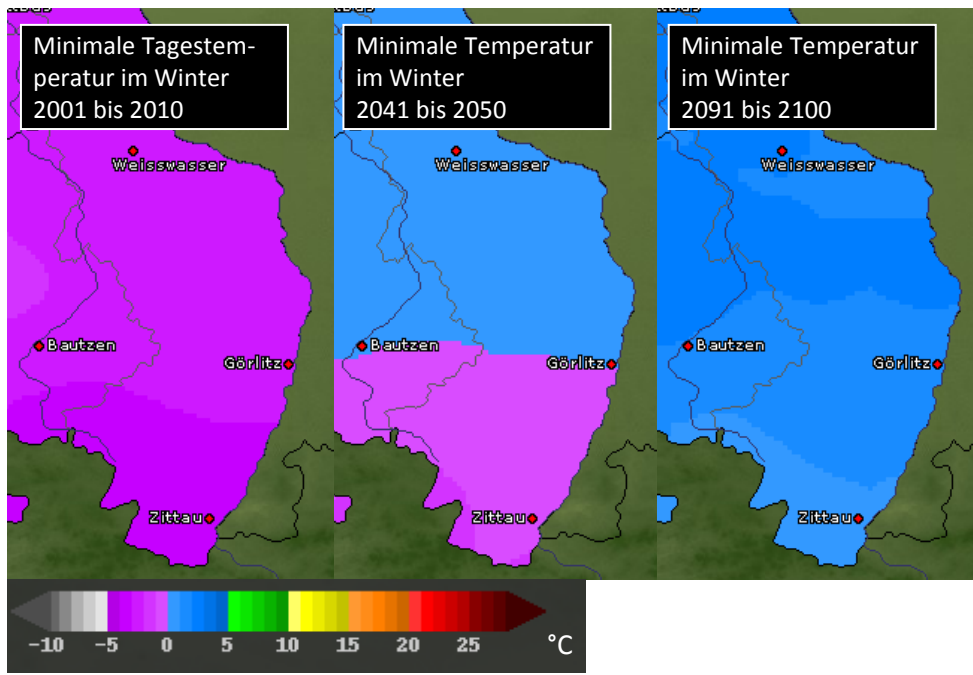


Abbildung 21 minimale Temperatur im Winter