

## **Anlagenband**

Schriftenreihe des LfULG, Heft 40/2011

## **Klimawandel und Wasserwirtschaft**

## Anlagenverzeichnis

- |          |  |
|----------|--|
| Anlage 1 | Aufarbeitung und Auswertung der meteorologischen Daten   |
| Anlage 2 | Veränderungen der Lufttemperatur, des Niederschlages und der Sonnenscheindauer vom Kontrollzeitraum (Ist-Zustand) zur Mitte des 21. Jahrhunderts |
| Anlage 3 | Zeitreihen der gemessenen Luft- und Wassertemperaturen und saisonale Entwicklung   |
| Anlage 4 | Darstellung saisonaler Hystereseeffekte  |

## **Anlage 1**

**Aufarbeitung und Auswertung der meteorologischen Daten**

## Aufbereitung und Auswertung der meteorologischen Daten

### 1 Ausgangsdaten

Im Rahmen der Vorstudie [C&E 09-5] wurden vom LfULG, Referat 55, Klimadaten beschafft. Dabei handelt es sich um Messdaten (Datenquelle CLISAX, [SMUL 08-2]) und WEREX-IV-Projektionsergebnisse aus dem globalen Klimamodell ECHAM5/MPI-OM T63L31, Szenario A1B, Ausbildung „feucht“, „normal“ und „trocken“ [Enk 06-1] der folgenden Klimastationen:

Tabelle 1.1 Meteorologische Stationen mit Datenübergabe Messdaten und WEREX-IV-Projektion

Name	Land	RW	HW	Hoehe	Art
Ceska Lipa	CZ	4678800	5617800	252	klim
Cheb	CZ	4527100	5548000	471	klim
Chemnitz	SN	4561300	5629500	418	klim
Cottbus	BB	4660000	5739600	70	klim
Doberlug-Kirchhain	BB	4609300	5724900	100	klim
Dresden-Klotzsche	SN	4622400	5667300	222	klim
Eisleben-Helfta	ST	4470100	5707100	146	klim
Fichtelberg	SN	4567400	5588500	1213	klim
Gera-Leumnitz	TH	4509100	5638100	311	klim
Görlitz	SN	4706200	5674500	238	klim
Hof-Hohensaas	BY	4491400	5575800	567	klim
Jablonne Podjettedi	CZ	4695300	5629500	320	klim
Jonsdorf, Kurort	SN	4690000	5638200	460	nied
Leipzig	SN	4529200	5687100	141	klim
Leipzig-Schkeuditz	SN	4515900	5699300	141	nied
Marienberg	SN	4581200	5613100	639	klim
Nova Ves v Horach	CZ	4604700	5608000	726	klim
Plauen	SN	4509200	5593600	386	klim
Torgau	SN	4569200	5716400	80	klim
Varnsdorf	CZ	4684100	5645800	338	klim
Zinnwald-Georgenfeld	SN	4623500	5622900	877	klim

mit klim Klimastation (T, P, S, rel. F.,  $v_{Wind}$ )  
 nied Niederschlagsstation  
 Koordinaten: Gauß-Krüger, Zone 4

Anlage 1: Aufarbeitung und Auswertung der meteorologischen Daten

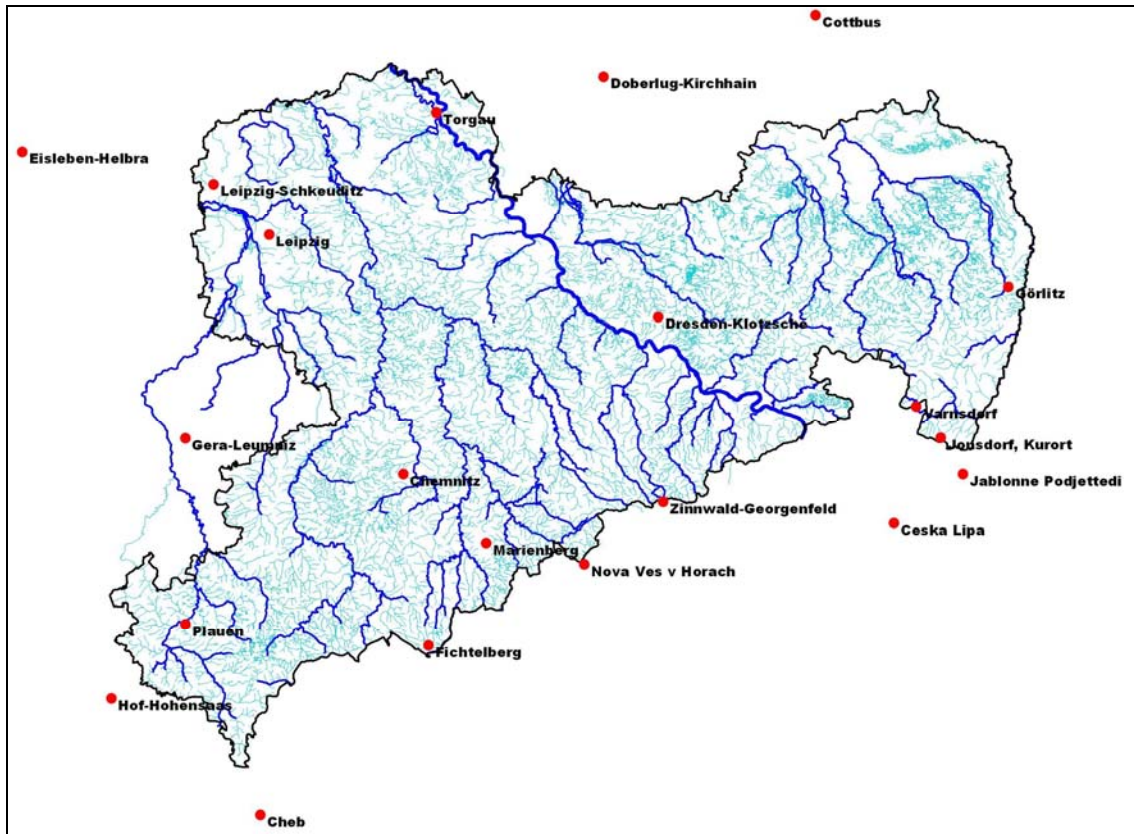


Abbildung 1.1 Meteorologische Stationen mit Beobachtungs- und Projektionsdaten

Die Messdaten überdecken den Zeitraum von 1961 bis Mitte 2009. Die Modellergebnisse liegen für den Kontrolllauf (4 Dekaden), der den Zeitraum 1971-2000 nachbilden soll [LfULG 10-1], und für die Dekaden 2041-2050 und 2051-2060 vor. Übergeben wurden die Daten der aus hydrologischer Sicht besonders relevanten Größen Lufttemperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit in Form von Tagesreihen. Die Tagesreihen beinhalten Tagesmittelwerte oder Tagessummen. Die Daten liegen nicht für alle Standorte vor und einige Datenreihen weisen Lücken auf (vgl. Tabelle 1.2).

Tabelle 1.2 Tagesreihen der Ausgangsdaten

Station	T [°C]			P [mm/d]			S [h/d]			Rel. F. [%]			v <sub>10</sub> [%]		
	M	K	P	M	K	P	M	K	P	M	K	P	M	K	P
Ceska Lipa	X	X	X	X	X	X	1)	X	X	X	X	X	X	X	X
Cheb	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chemnitz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cottbus	X	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-
Doberlug-Kirchhain	X	X	X	X	X	X	1)	X	X	X	X	X	X	X	X
Dresden-Klotzsche	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X

Anlage 1: Aufarbeitung und Auswertung der meteorologischen Daten

Station	T [°C]			P [mm/d]			S [h/d]			Rel. F. [%]			v <sub>10</sub> [%]		
	M	K	P	M	K	P	M	K	P	M	K	P	M	K	P
Eisleben-Helfta	-	-	-	1)	-	-	1)	-	-	1)	-	-	1)	-	-
Fichtelberg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gera-Leumnitz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Görlitz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hof-Hohensaas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Jablonne Podjettedi	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X
Jonsdorf, Kurort	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leipzig	X	X	X	X	X	X	1)	X	X	X	X	X	1)	X	X
Leipzig-Schkeuditz	1)	-	-	1)	X	X	1)	-	-	1)	-	-	1)	-	-
Marienberg	X	-	-	1)	-	-	1)	-	-	X	-	-	1)	-	-
Nova Ves v Horach	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1)	X	X	1)	X	X
Plauen	X	X	X	X	X	X	1)	X	X	X	X	X	X	X	X
Torgau	1)	X	X	1)	X	X	1)	X	X	1)	X	X	1)	X	X
Varnsdorf	X	X	X	X	X	X	1)	X	X	X	X	X	X	X	X
Zinnwald-Georgenf.	1)	X	X	1)	X	X	1)	-	-	1)	X	X	1)	-	-

- mit
- T Tagesmittelwert Lufttemperatur
  - P Tagessumme Niederschlag
  - S Sonnenscheindauer
  - Rel. F. Relative Luftfeuchte
  - v<sub>10</sub> Windgeschwindigkeit in Messhöhe 10 m
  - X Datenreihe vorhanden (≥80 % des Zeitraums)
  - 1) Datenreihe unvollständig (<80 % des Zeitraums)
  - keine Daten vorhanden

## 2 Interpolation der meteorologischen Daten

Die für die einzelnen Stationen vorliegenden Daten wurden auf die gesamte Fläche des Freistaates Sachsen interpoliert, so dass im Ergebnis für jeden Standort Datenreihen der meteorologischen Größen ermittelt werden können. Die Interpolation erfolgte auf ein Punktraster der Dimension 1 x 1 km.

Die Interpolation erfolgte für jede Größe und für jeden Tag der Zeitreihen. Zur Interpolation wurde zunächst anhand der Werte aller Stationen der Höhengradient und die horizontalen W-E- und N-S-Gradienten der meteorologischen Größe berechnet. Die Interpolation der Daten für einen konkreten Gitterpunkt erfolgte höhenabhängig anhand der konkreten Geländehöhe, lageabhängig anhand der konkreten Koordinaten und zusätzlich anhand der Werte der jeweils nächstgelegenen Stationen (abstandsgewichtete Interpolation). Zur Berechnung wurde das Modell WaSiM-ETH angewandt ([Scu 97], [Scu 00]).

## 2.1.1 Höhenabhängige Regression

Zunächst wurden lineare Regressionsbeziehungen für die Höhenabhängigkeit der jeweiligen meteorologischen Größe nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet (vgl. Abbildung 2.1). Dies erfolgte anhand der vorhandenen Datensätze aller Stationen (vgl. Tabelle 1.2) für alle Größen und Zeiträume (Monats-, Quartals-, Halbjahres- und Jahreswerte). Die Berechnung erfolgte mit einem entsprechenden Modul der Modellsoftware von WaSiM-ETH ([Scu 97], [Scu 00]).

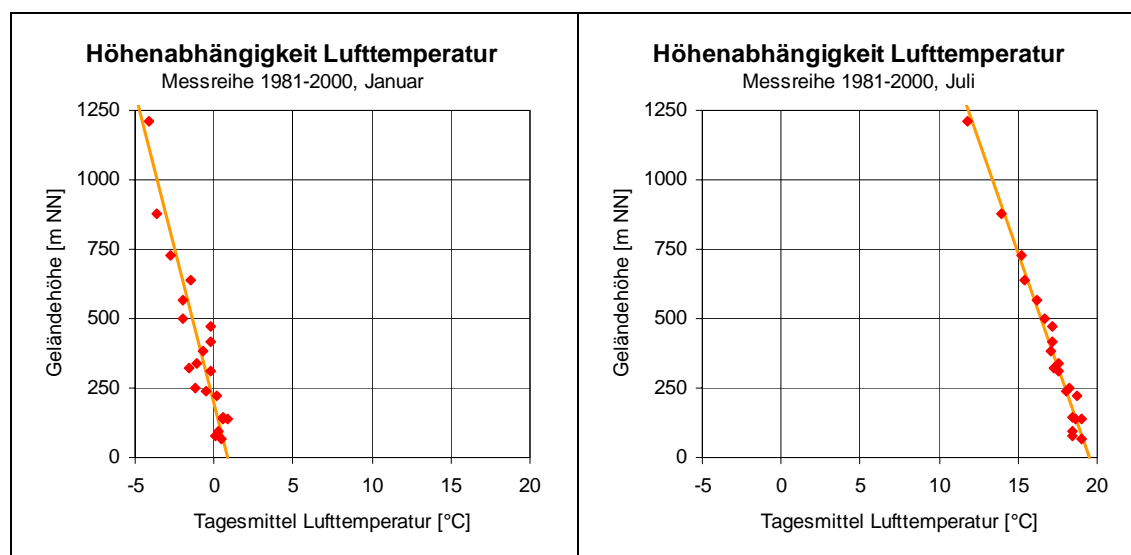


Abbildung 2.1 Exemplarische Darstellung der Höhenabhängigkeit der Lufttemperatur

Zusätzlich wurden die Bestimmtheitsmaße der linearen Abhängigkeiten berechnet (Tabelle 2.1).

Tabelle 2.1 Bestimmtheitsmaße  $R^2$  der linearen Höhenabhängigkeit für die Jahresmittelwerte/-summen der einbezogenen Stationen

Größe	Messreihe 1981-2000	Modellreihe 1981-2000	Modellreihe 2041-2060
Tagesmittel Lufttemperatur	0,95	0,94	0,94
Tagesminimum Lufttemperatur	0,89	0,88	0,82
Tagesmaximum Lufttemperatur	0,97	0,97	0,97
Niederschlag	0,83	0,81	0,82
Relative Luftfeuchte	0,74	0,75	0,70
Windgeschwindigkeit	0,56	0,57	0,59
Sonnenscheindauer	0,32	0,31	0,22
Anzahl Eistage	0,92	0,93	0,90

Anlage 1: Aufarbeitung und Auswertung der meteorologischen Daten

Größe	Messreihe 1981-2000	Modellreihe 1981-2000	Modellreihe 2041-2060
Anzahl Frosttage	0,90	0,91	0,89
Anzahl Tage mit T > 5 °C	0,93	0,92	0,90
Anzahl Tage mit T > 10 °C	0,96	0,95	0,93
Anzahl Sommertage	0,93	0,94	0,96
Anzahl Heiße Tage	0,82	0,83	0,85
Kältesumme	0,91	0,86	0,85
Anzahl Nassperioden	0,64	0,75	0,63
Dauer Nassperioden	0,76	0,64	0,51
Anzahl Trockenperioden	0,64	0,74	0,72
Dauer Trockenperioden	0,61	0,64	0,66

Bei der Windgeschwindigkeit ist eine lineare Abhängigkeit über den gesamten Höhenbereich nicht immer gegeben, sie steigt im Höhenbereich > 600 m NN stärker mit der Geländehöhe an als im Höhenbereich < 600 m NN. Für die Windgeschwindigkeit wurde deshalb jeweils eine Regressionsgerade für die genannten Höhenbereiche berechnet, um den nichtlinearen Verlauf besser nachzubilden. Bei der Unterteilung in zwei Bereiche wurden die folgenden Grenzen vorgegeben (Tabelle 2.2):

Tabelle 2.2 Unterteilung der höhenabhängigen Regressionsbeziehungen in Bereiche

Lufttemperatur	eine Regression
Niederschlag	eine Regression
Relative Luftfeuchte	eine Regression
Windgeschwindigkeit	zwei Regressionen, Grenze bei 600 m NN ± 100 m NN
Sonnenscheindauer	eine Regression

## 2.1.2 Berücksichtigung überregionaler horizontaler Veränderungen

Unabhängig von der Geländehöhe können meteorologische Größen aufgrund z. B. unterschiedlicher Kontinentalität einen überregionalen W-E- bzw. N-S-Trend aufweisen. Dieser äußert sich in Unterschieden zwischen verschiedenen Standorten bei ansonsten gleicher Höhenlage bzw. durch systematische lokale Abweichungen von den aus der höhenabhängigen Regression berechneten Erwartungswerten. Diese Trends wurden berücksichtigt mittels linearer Regression der Abhängigkeiten der Abweichungen von den höhenabhängigen Regressionsgeraden, d. h. der Residuen, vom Rechts- bzw. Hochwert. Die genannten Abweichungen werden danach durch eine ebene Trendfläche repräsentiert, die es ermöglicht, für jeden Punkt in Sachsen die Abweichung von der höhenabhängigen Regression zu berechnen. Die Berechnung der Trendfläche erfolgt mit der Datenaufbereitungssoftware von WaSiM-ETH



untrennbar verbunden mit der höhenabhängigen Regression ([Scu 97], [Scu 00]).

### **2.1.3 Abstandsgewichtete Interpolation**

Bei allen betrachteten Größen streuen die Werte der Stationen mehr oder weniger stark um die Regressionsgerade der Höhenabhängigkeit. Dies ist u. a. auf regionale Unterschiede bzw. regionale Besonderheiten zurückzuführen. Weiterhin ist bei einigen Größen ein nur schwacher Zusammenhang zur Geländehöhe vorhanden, worauf die geringen Bestimmtheitsmaße z. B. bei der Sonnenscheindauer, der Windgeschwindigkeit oder der relativen Luftfeuchte schließen lassen.

Zur Berücksichtigung regionaler Unterschiede bzw. höhenunabhängiger Zusammenhänge wurde zusätzlich eine abstandsgewichtete Interpolation (Inverse-Distance-Weighting Interpolation IDW) durchgeführt. Dieses Verfahren bestimmt für jeden Gitterpunkt einen Wert unabhängig von Höhenlage und geografischer Länge bzw. Breite ausschließlich anhand der vorhandenen Werte der einbezogenen Stationen. Die Interpolation erfolgte unter Verwendung der Modellsoftware WaSiM.ETH ([Scu 97], [Scu 00]).

### **2.1.4 Wichtung der Interpolationsverfahren**

Für jeden meteorologischen Datensatz wurden die drei genannten Interpolationsverfahren angewandt. Dabei wurde die Höhenabhängigkeit und die überregionale Trendfläche in einem Schritt berechnet. In einem weiteren Schritt erfolgte die abstandsgewichtete Interpolation. Anschließend wurden beide Ergebnisse zusammengeführt, indem der gewichtete Mittelwert beider Ergebnisse für jeden Gitterpunkt berechnet wurde. Als Wichtungsfaktor wurde der Grad der Höhenabhängigkeit herangezogen, welcher in Form des Bestimmtheitsmaßes bekannt ist. Letzteres beträgt Null, wenn keine Höhenabhängigkeit gegeben ist. Ist die Größe ausschließlich höhenabhängig, d. h. liegen die Werte aller Stationen im Höhendigramm auf einer Geraden, beträgt das Bestimmtheitsmaß 1. Das Bestimmtheitsmaß kann deshalb direkt als Wichtungsfaktor für die Höhenabhängigkeit verwendet werden [Scu 97]. Die Tabelle 2.3 enthält die verwendeten Wichtungsfaktoren.

Tabelle 2.3      Wichtungsfaktoren für die Interpolationsverfahren

<b>Größe</b>	<b>Wichtungsfaktor Höhenabhängigkeit</b>	<b>Wichtungsfaktor IDW</b>
Lufttemperatur	0,94	0,06
Niederschlag	0,82	0,18
Relative Luftfeuchte	0,70	0,30
Windgeschwindigkeit	0,59	0,41
Sonnenscheindauer	0,28	0,72

### 3 Anwendung der Ergebnisse

#### 3.1 Messdaten Istzustand

Die interpolierten Messdaten des Istzustandes waren gemessenen Pegel­daten im Istzustand zuzuordnen. Die etwa 1300 Pegel in Fließgewässern liegen in der gesamten Landesfläche Sachsens. Für die vereinfachte Zuordnung meteorologischer Daten wurden im Rahmen der Vorstudie [C&E 09-5] 54 Regionen mit gleichen klimatischen Bedingungen ausgewiesen (vgl. Abbildung 3.1).

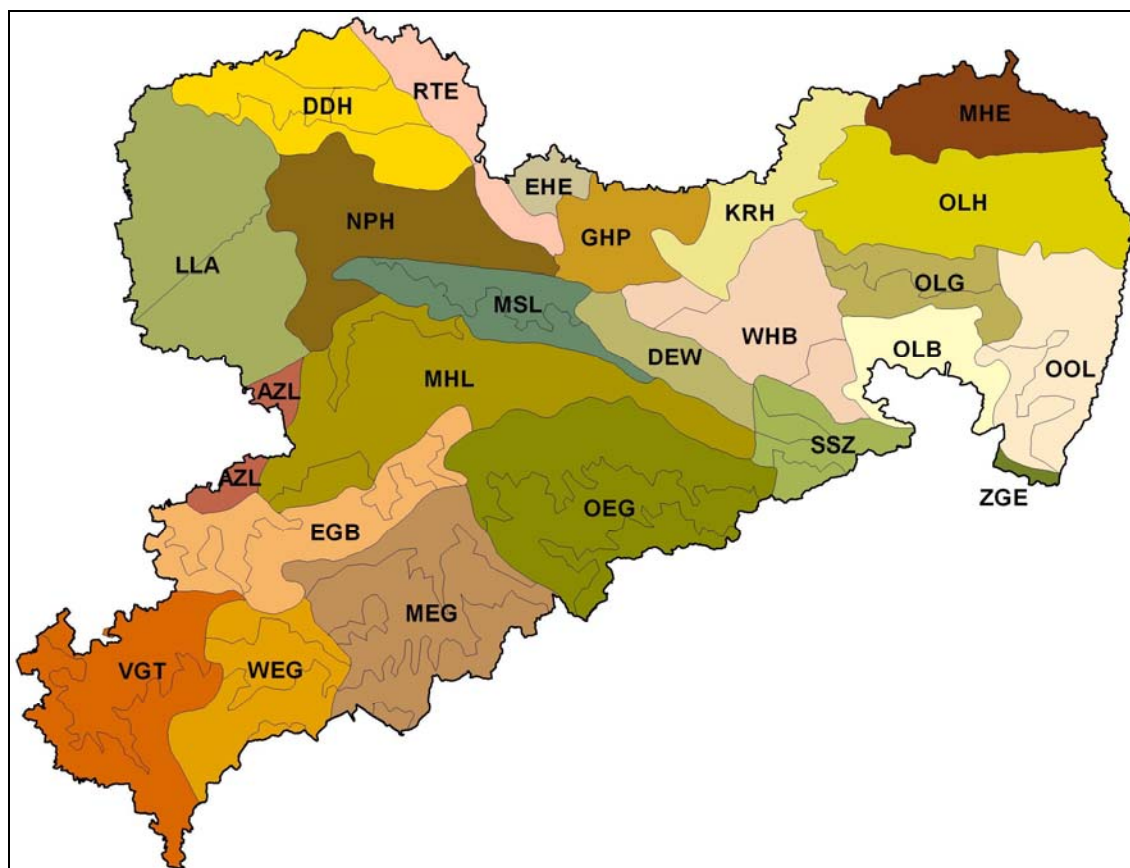


Abbildung 3.1 Klimaregionen nach [C&E 09-5]

Für jede meteorologische Größe und jeden Tag der betreffenden Zeitreihen wurden anhand der interpolierten Daten Mittelwerte für die Klimaregionen berechnet. Diese Mittelwerte wurden anschließend den Pegel­daten je nach Lage der Pegel in einer der Klimaregionen zugeordnet. Zur Zuordnung der Daten wurde die in der Vorstudie erstellte Datenbank der Pegel­daten und Wassertemperaturen in Fließgewässern vervollständigt und aktualisiert.

### 3.2 Modellergebnisse der Klimaprojektion

Gemessene Istzustandsdaten und Modellergebnisse können nicht gemeinsam zur Abschätzung klimatischer Veränderungen ausgewertet werden, da zwischen dem Klimamodell und den tatsächlichen Bedingungen systematische Abweichungen (Bias) bestehen. Dagegen können die Veränderung der Klimagrößen aus den Modellergebnissen ermittelt werden, indem die Ergebnisse des Kontrolllaufes, welcher den derzeitigen Zustand nachbilden soll, und die in die Zukunft projizierten Prognoseergebnisse miteinander verglichen werden. Im Rahmen des Projektes wurden die Differenzen der Lufttemperatur als mittlere monatliche Temperaturabweichung anhand des Kontrolllaufes (Istzustand) und der projizierten Prognoseergebnisse (Periode 2041-2060) berechnet. Anschließend wurden diese Abweichungen monatsbezogen zu den Tageswerten der gemessenen Datenreihen (interpoliert für jede Klimaregion) addiert, so dass für jede Klimaregion eine Zeitreihe für 2041-2060 vorliegt. Dies entspricht der Anwendung eines Betrages der Temperaturveränderung. Beim Niederschlag und der Sonnenscheindauer wurde ähnlich verfahren, hier wurde abweichend zur Temperatur aber der Quotient beider Modelldaten monatsabhängig gebildet und die gemessenen Daten mit diesem Quotienten multipliziert. Dies entspricht der Anwendung einer prozentualen Veränderung. Die Luftfeuchte und die Windgeschwindigkeit wurden nicht betrachtet.

## 4 Abgleich mit den Rasterklimadaten der TU Dresden/LfULG

Zur Bearbeitung lagen weiterhin Auszüge aus der Datenbank RaKliDa in Form von Monatssummen des Niederschlages flächendeckend für Sachsen vor. Dabei handelt es sich um gemessene und interpolierte Niederschläge für den Zeitraum 1961 bis 2005 als auch um die Ergebnisse der WEREX-IV-Klimaprojektion, Szenario A1B, für den Zeitraum für die Dekaden 2021-2030 und 2041-2050.

Tabelle 4.1 Zur Beschreibung und Prognose der zeitlichen Entwicklung des Niederschlages in Sachsen ausgewertete Daten

Datenart	Datenform	Zeitraum	Datenquelle
Messdaten Istzustand	Monatssummen	1961-2005	Sächsische Klimadatenbank CLISAX. Interpolierte Rasterdaten 1 x 1 km (RaKliDa) [SMUL 08-2]
Ergebnisse Klimaprojektion	Monatssummen	1981-2000 2021-2030 2041-2050	WEREX IV, Lauf 1, Szenario A1B, Realisierungen „feucht“, „normal“, „trocken“. Interpolierte Rasterdaten 1 x 1 km (RaKliDa) [Enk 06-1]

Die Interpolation für RaKliDa durch die TU Dresden erfolgt zwar im Wesentlichen mit der gleichen Vorgehensweise wie in Abschnitt 2 beschrieben, allerdings sind die zugrundeliegenden Stationen nicht identisch. Deshalb wurden die Rasterklimadaten genutzt, um die Ergebnisse der in Abschnitt 2 beschriebenen Vorgehensweise auf Grundlage der in Abschnitt 1 dargestellten Daten zu prüfen.

Die Abbildung 4.1 ermöglicht einen Vergleich der nach o.g. Vorgehensweise berechneten Jahresmittelwerte des Niederschlages mit den Rasterklimadaten (RaKliDa). Dargestellt sind die Mittelwerte aller Rasterpunkte innerhalb Sachsens. Es zeigt sich, dass für einige Jahre geringfügige Abweichungen der Jahressummen resultieren, die Schwankungen der Jahressummen dagegen identisch sind.

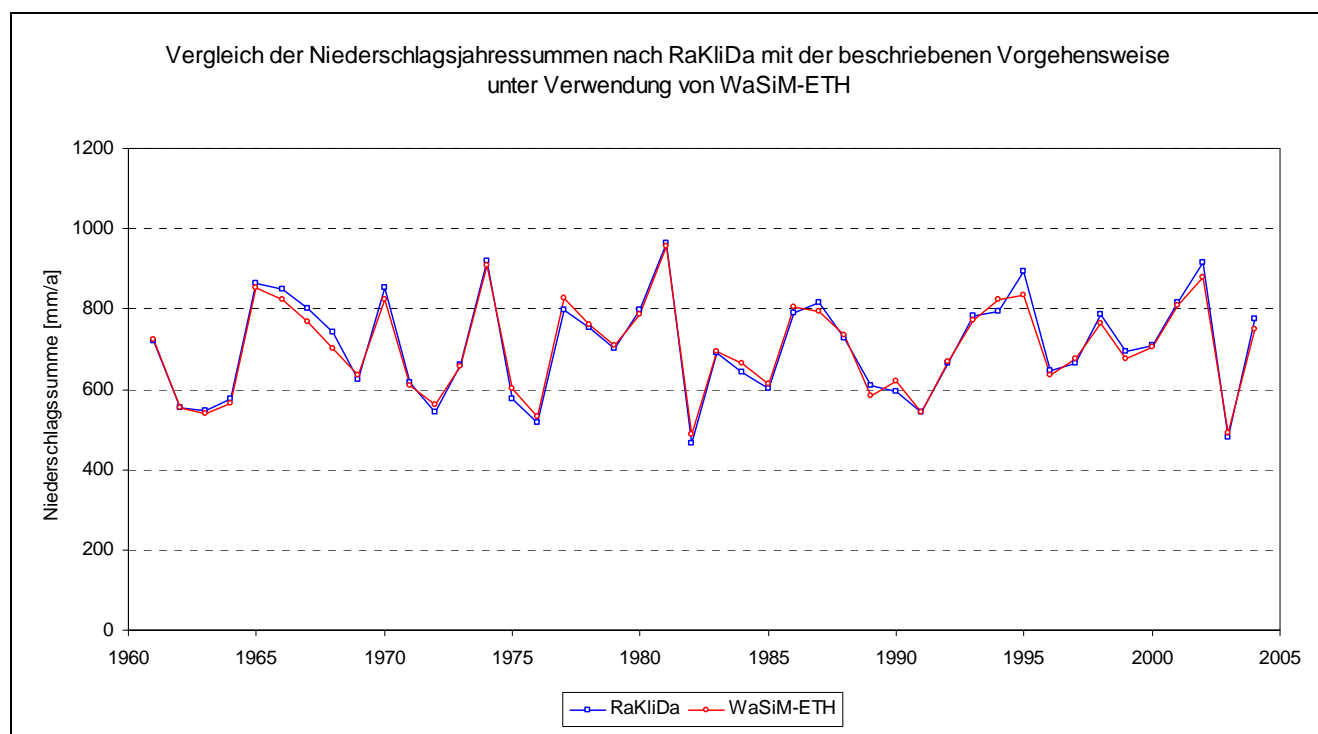


Abbildung 4.1 Vergleich der berechneten Niederschlagsjahressummen (WaSiM-ETH) mit den Rasterklimadaten der TU Dresden/LfULG

Wird die zeitlichen Veränderung im Beobachtungszeitraum betrachtet, kann mittels der Berechnung von linearen Trends ein Anstieg des Niederschlages festgestellt werden (Abbildung 4.2). Der Vergleich der beiden Trends zeigt, dass sowohl der Verlauf der Geraden als auch die Regressionsgleichungen kaum voneinander abweichen. Die Abweichung der Anstiege ist mit ca. 7 % gering und im Hinblick auf die Unsicherheiten bezüglich der Ergebnisse der Klimamodelle vernachlässigbar.

Anlage 1: Aufarbeitung und Auswertung der meteorologischen Daten

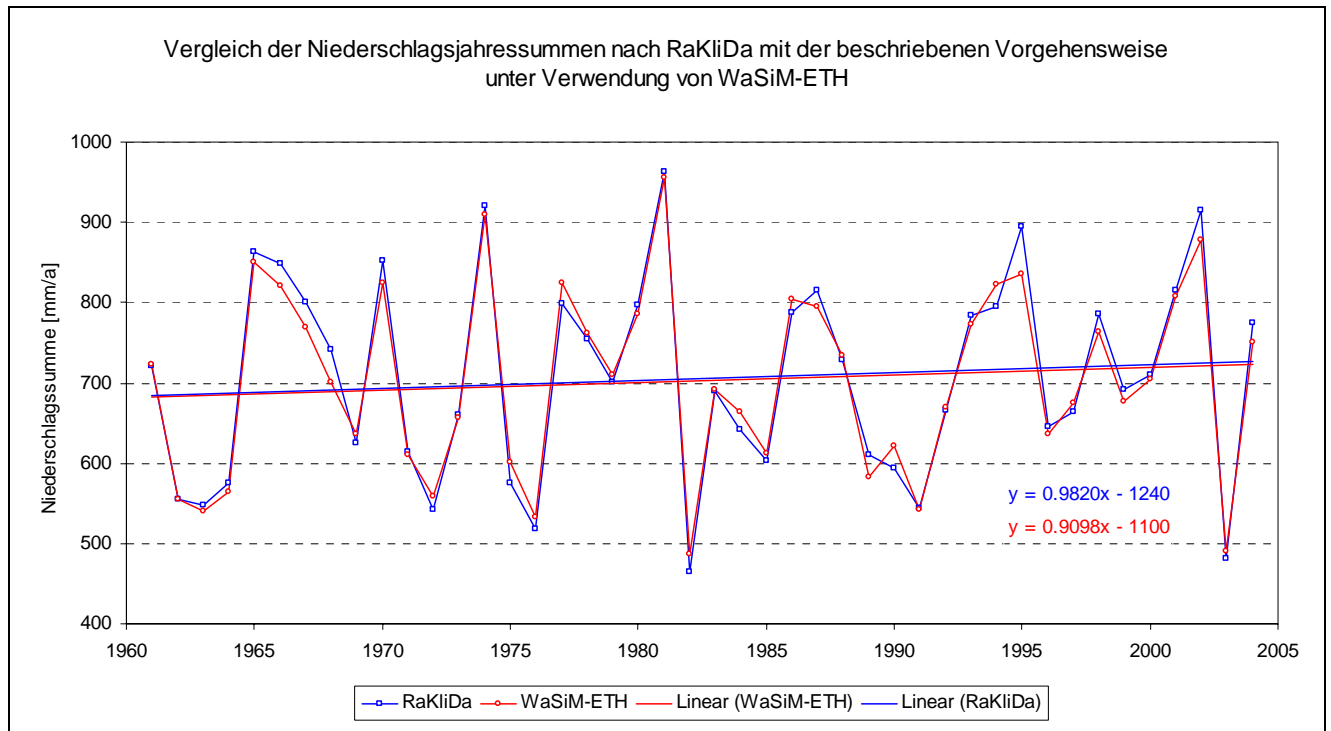


Abbildung 4.2 Vergleich der linearen Trends der Jahresniederschlagssummen im Beobachtungszeitraum

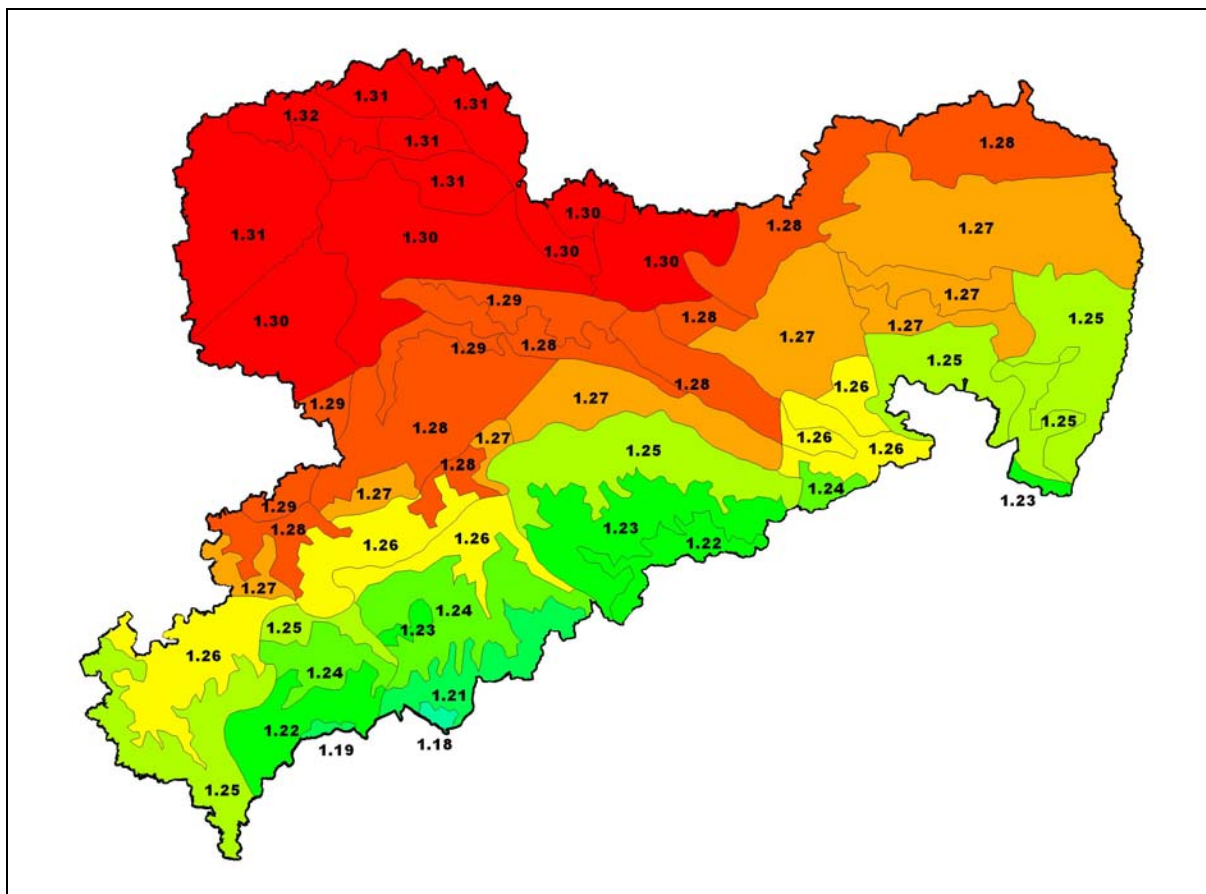
## Quellenverzeichnis

- [C&E 09-5] C&E Consulting und Engineering GmbH  
Klimawandel und Wasserwirtschaft – Vorstudie zu  
Recherche, Homogenisierung und Plausibilisierung von  
verfügbaren Daten zu Langzeit-Temperaturreihen von  
Oberflächen-, Sicker-, Boden- und Grundwasser in Sachsen.  
Abschlussbericht.  
Chemnitz, November 2009
- [Enk 06-1] Enke W., F. Kreienkamp, A. Spekat  
WEREX IV – Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten  
Wetterlagen für den Freistaat Sachsen und Bereitstellung  
regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen  
Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis  
2100 für die Szenarios B1, A1B und A2. Abschlussbericht der  
Climate and Environment Consulting Potsdam GmbH zum  
LfULG-Forschungsvorhaben WEREX, Potsdam, 79 S.
- [LfULG 10-1] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und  
Geologie  
F&E-Projekt: Synopse beobachteter und projizierter Klimate  
für Sachsen auf der Basis deutscher statistischer und  
dynamischer Regionalmodelle (REGKLIM).  
Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse.  
Dresden, Juni 2010
- [Scu 97] Schulla, J.  
Hydrologische Modellierung von Flussgebieten zur  
Abschätzung der Folgen von Klimaveränderungen.  
Dissertation, TU Dresden, Oktober 1966
- [Scu 00] Schulla, J., Jasper, K.  
Model Description WaSiM-ETH.  
ETH Zürich, 2000
- [SMUL 08-2] Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und  
Landwirtschaft (SMUL)  
Sachsen im Klimawandel. Eine Analyse.  
Publikation des Sächsischen Ministeriums für Umwelt und  
Landwirtschaft, 211 S.

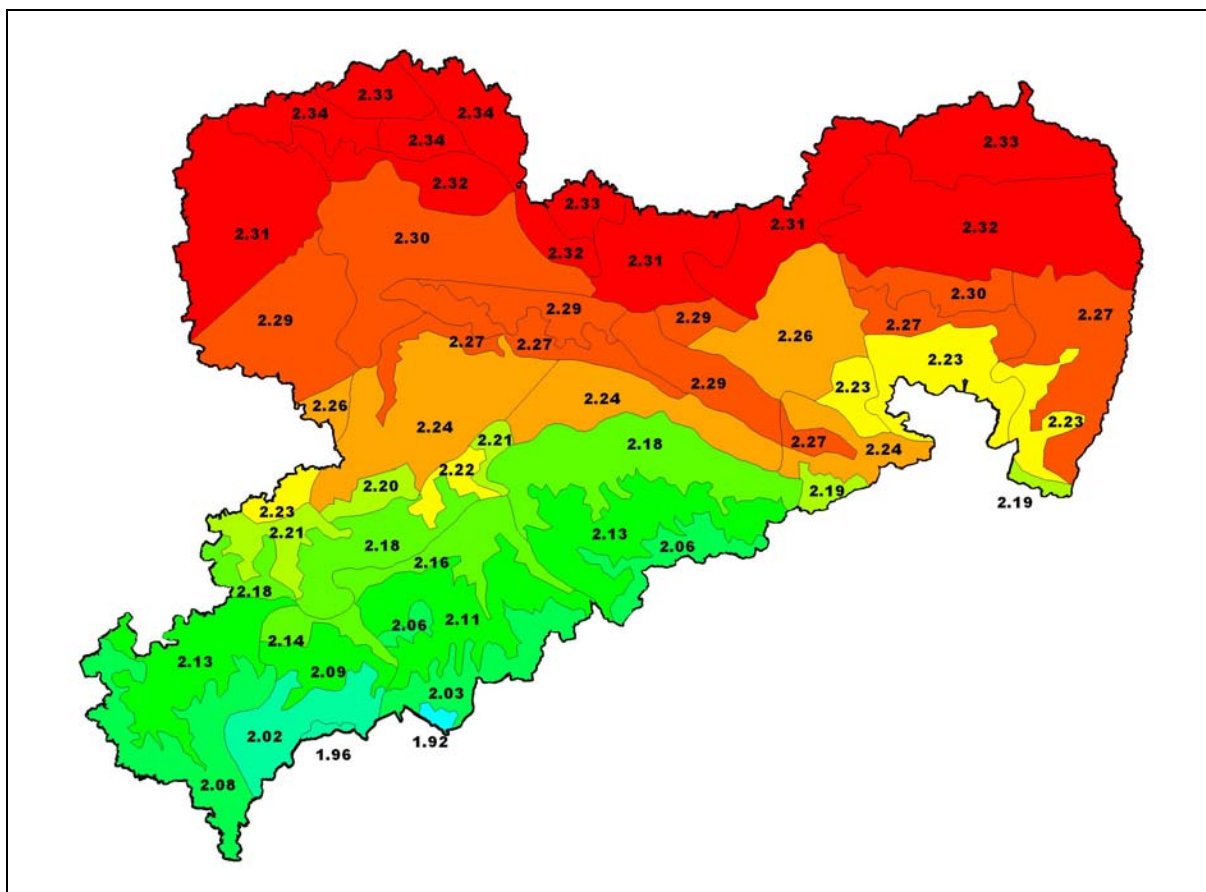
## **Anlage 2**

**Veränderungen der Lufttemperatur, des Niederschlages und der  
Sonnenscheindauer vom Kontrollzeitraum (Ist-Zustand) zur Mitte des  
21. Jahrhunderts**

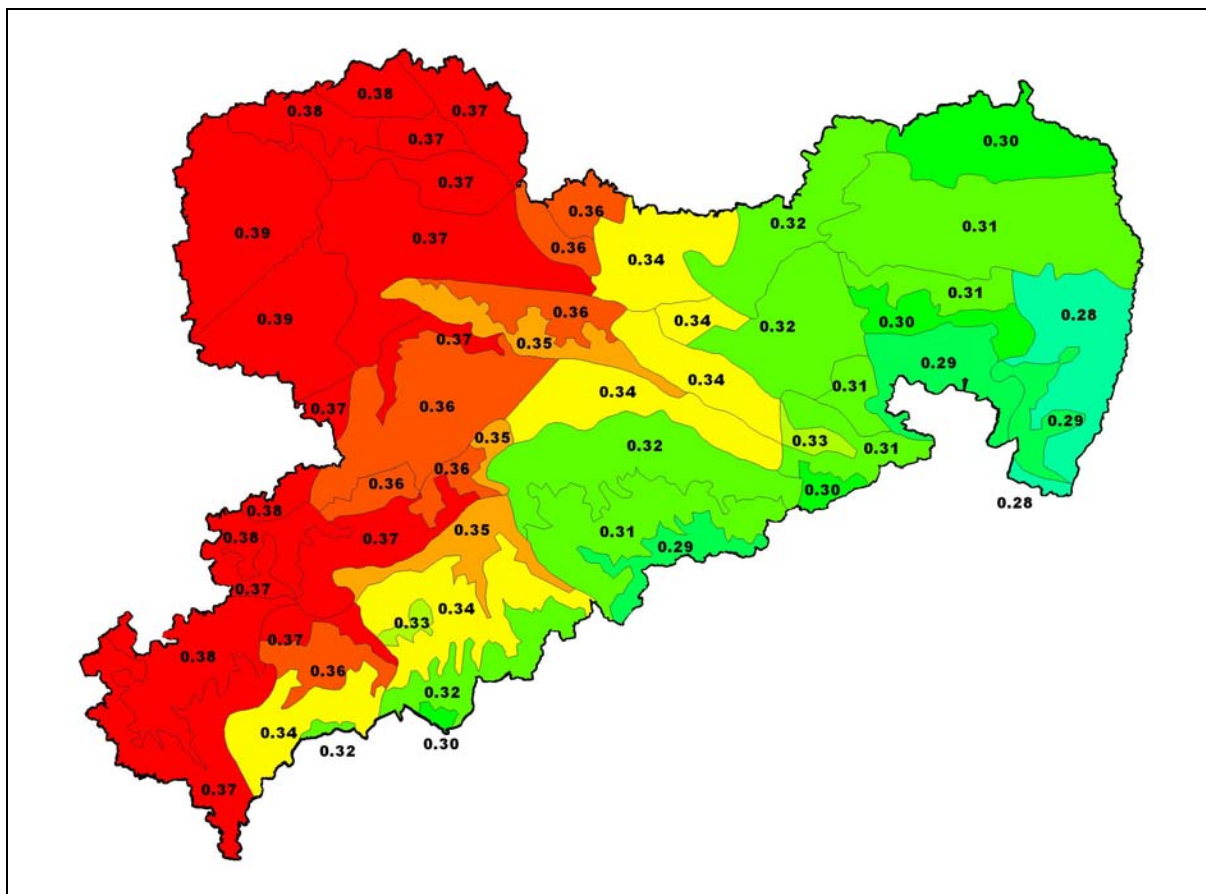




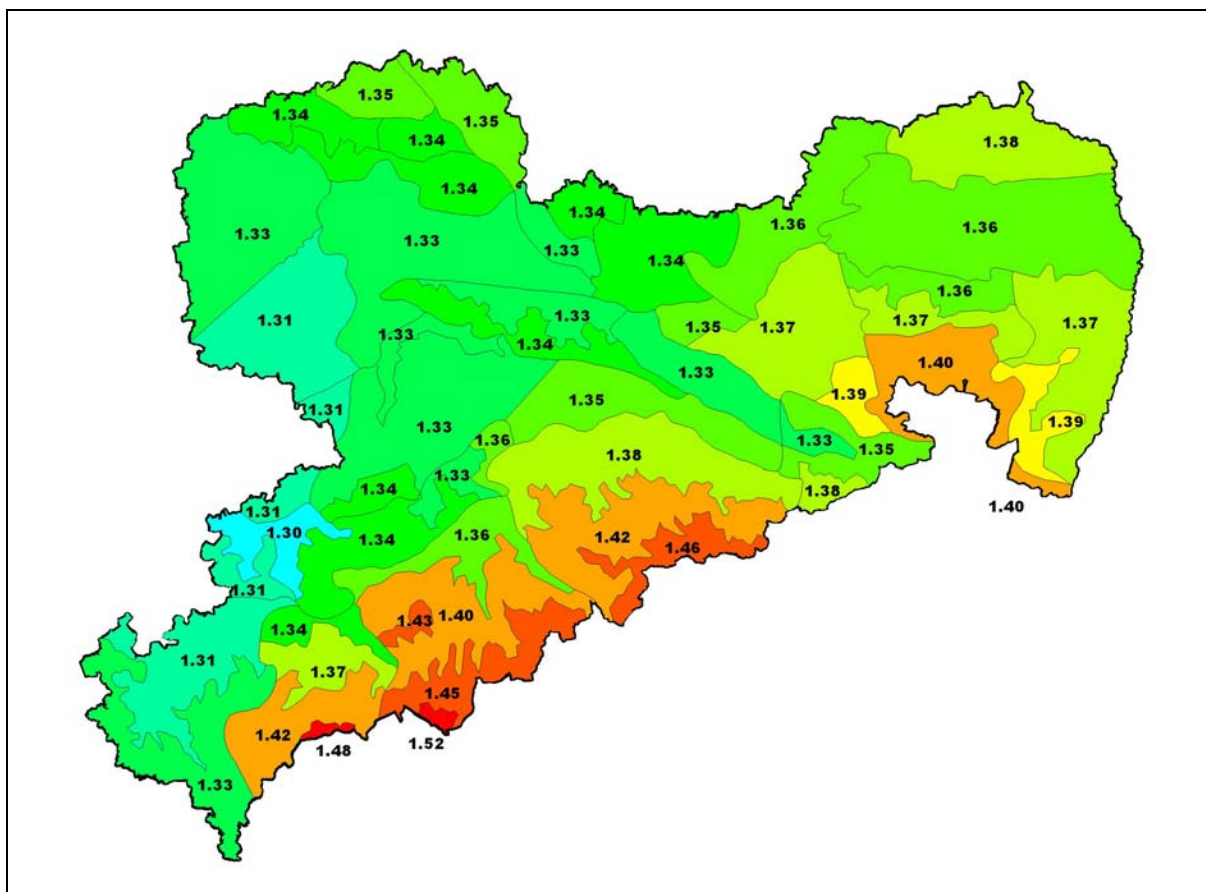
Veränderung der mittleren Lufttemperatur [K] (Jahresmittel) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



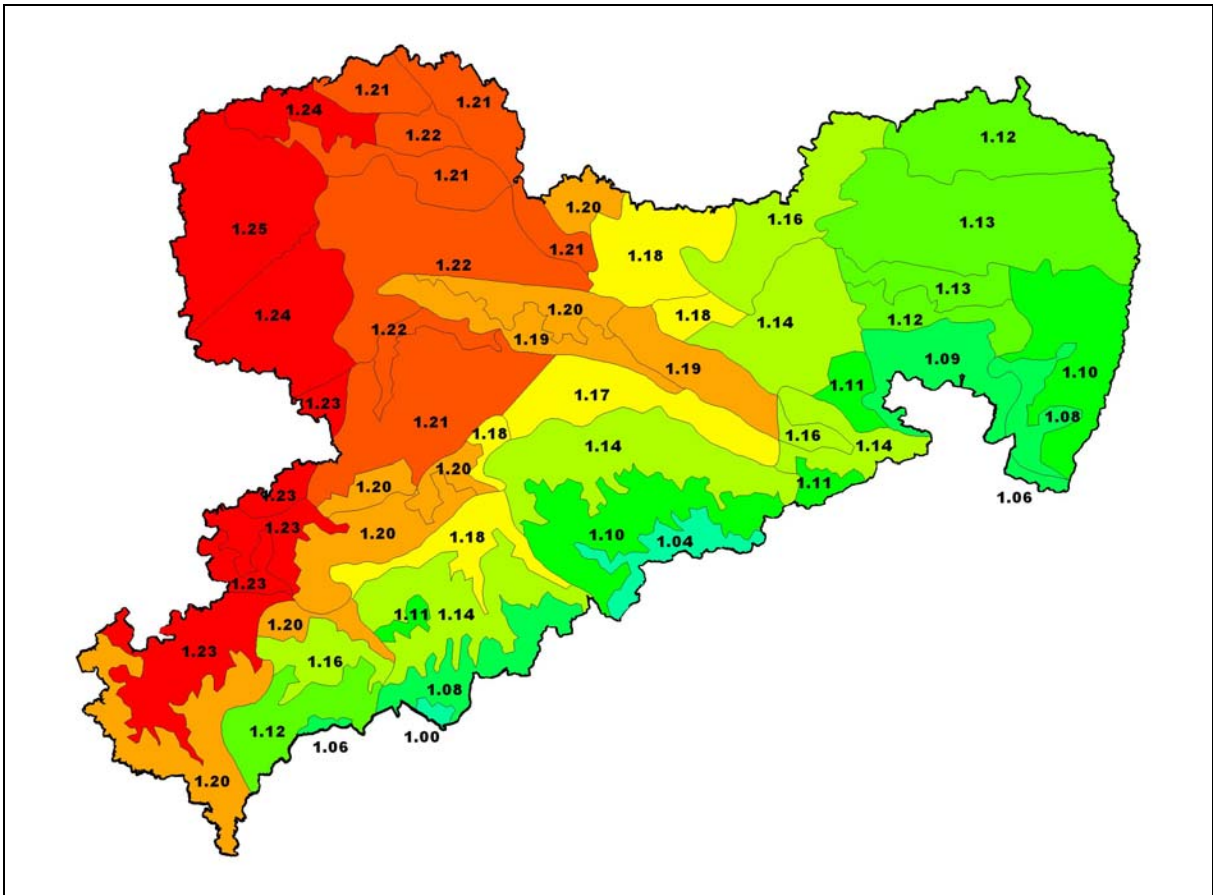
Veränderung der mittleren Lufttemperatur [K] im Winter (Dezember bis Februar) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



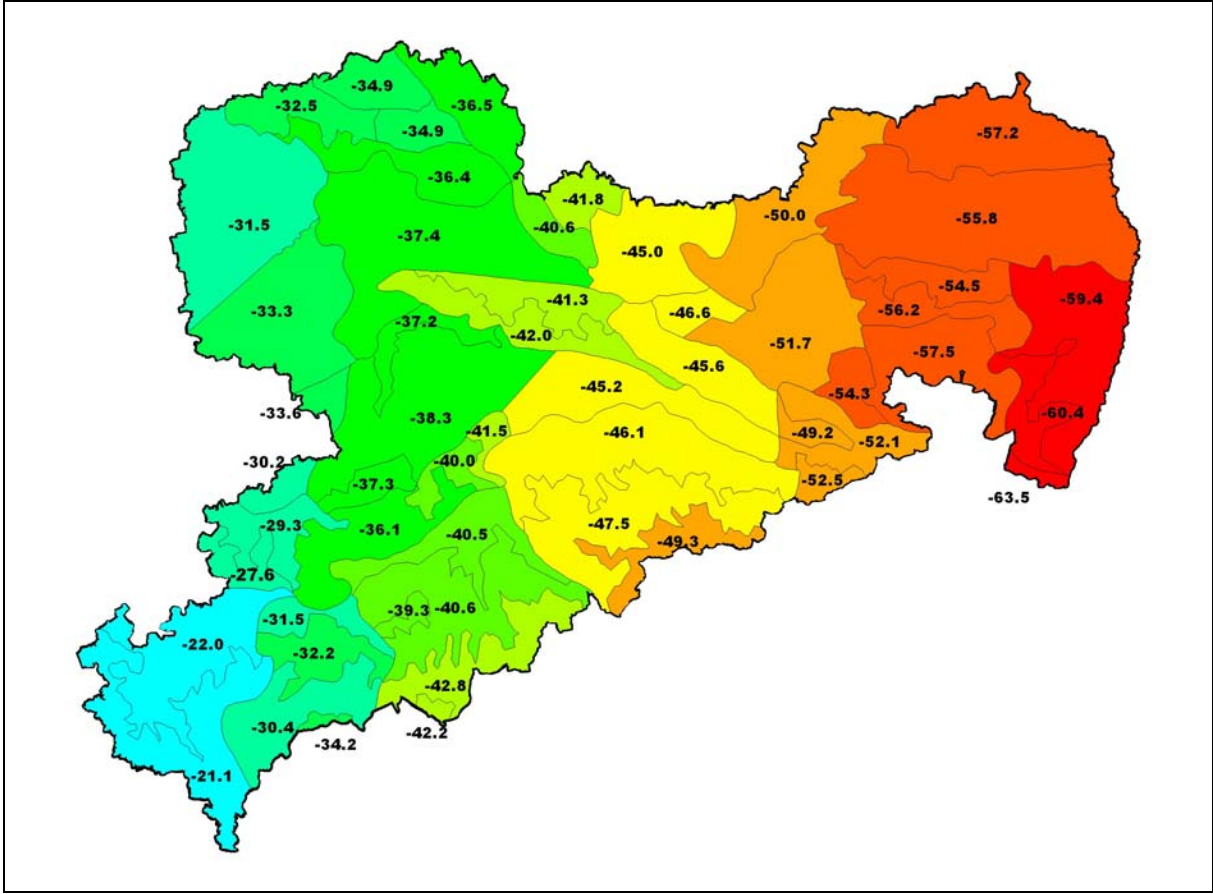
Veränderung der mittleren Lufttemperatur [K] im Frühjahr (März bis Mai) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



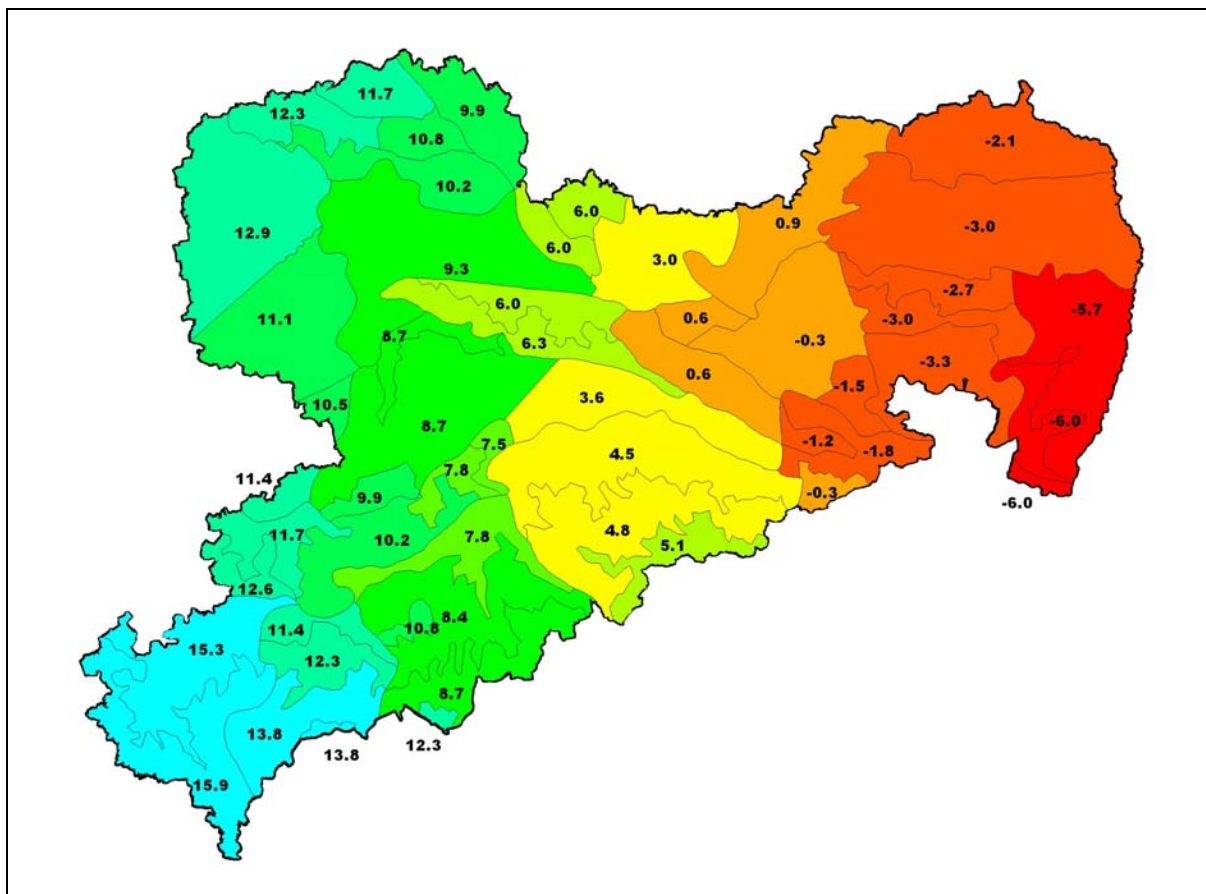
Veränderung der mittleren Lufttemperatur [K] im Sommer (Juni bis August) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



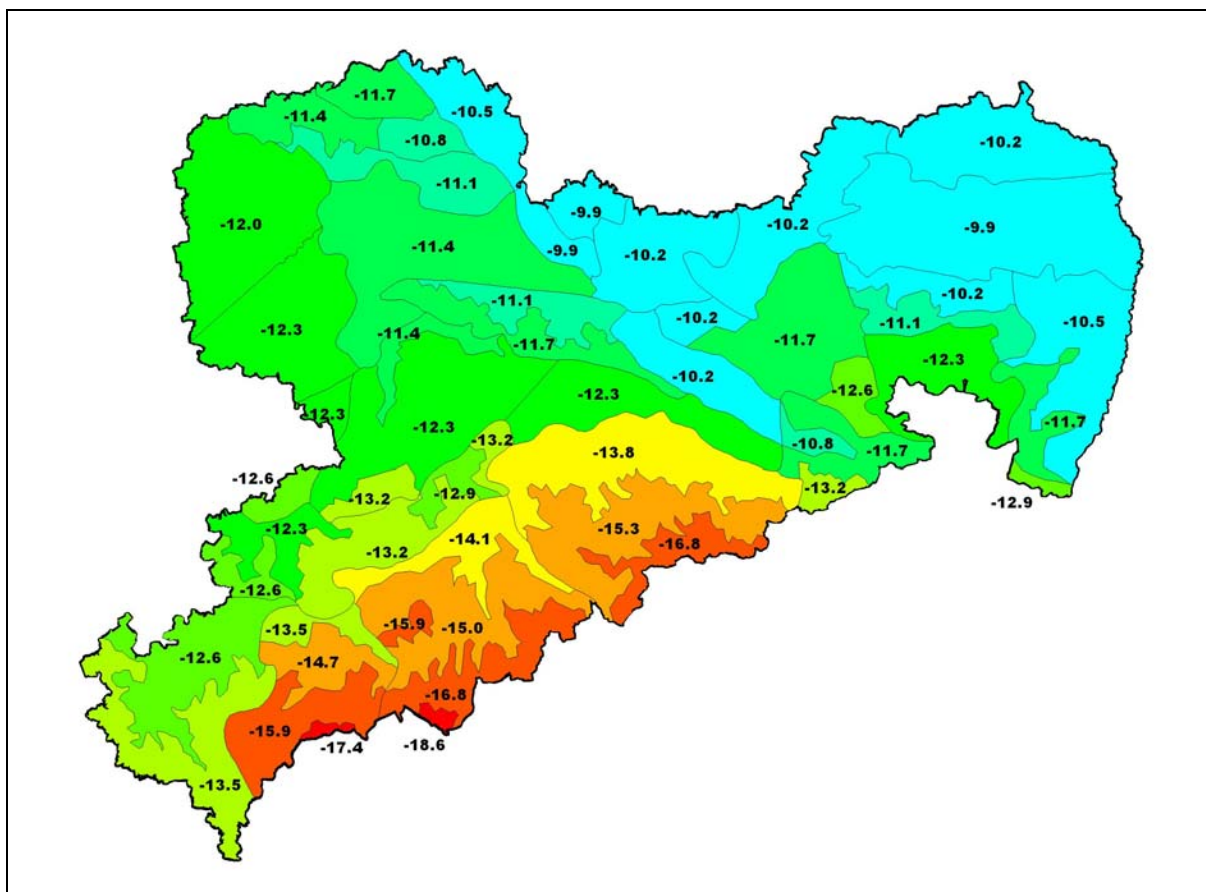
Veränderung der mittleren Lufttemperatur [K] im Herbst (September bis November) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



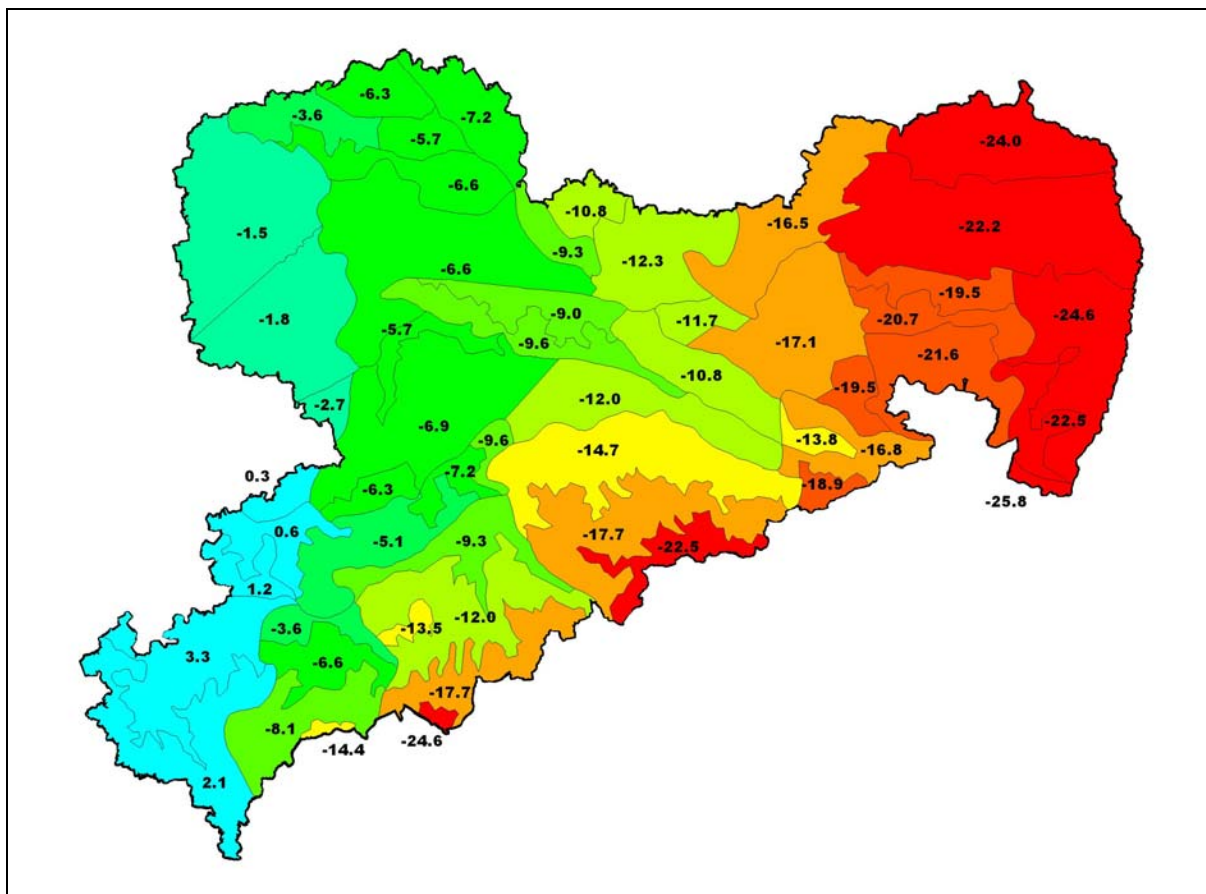
Veränderung der Jahresniederschlagssumme [mm/a] im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



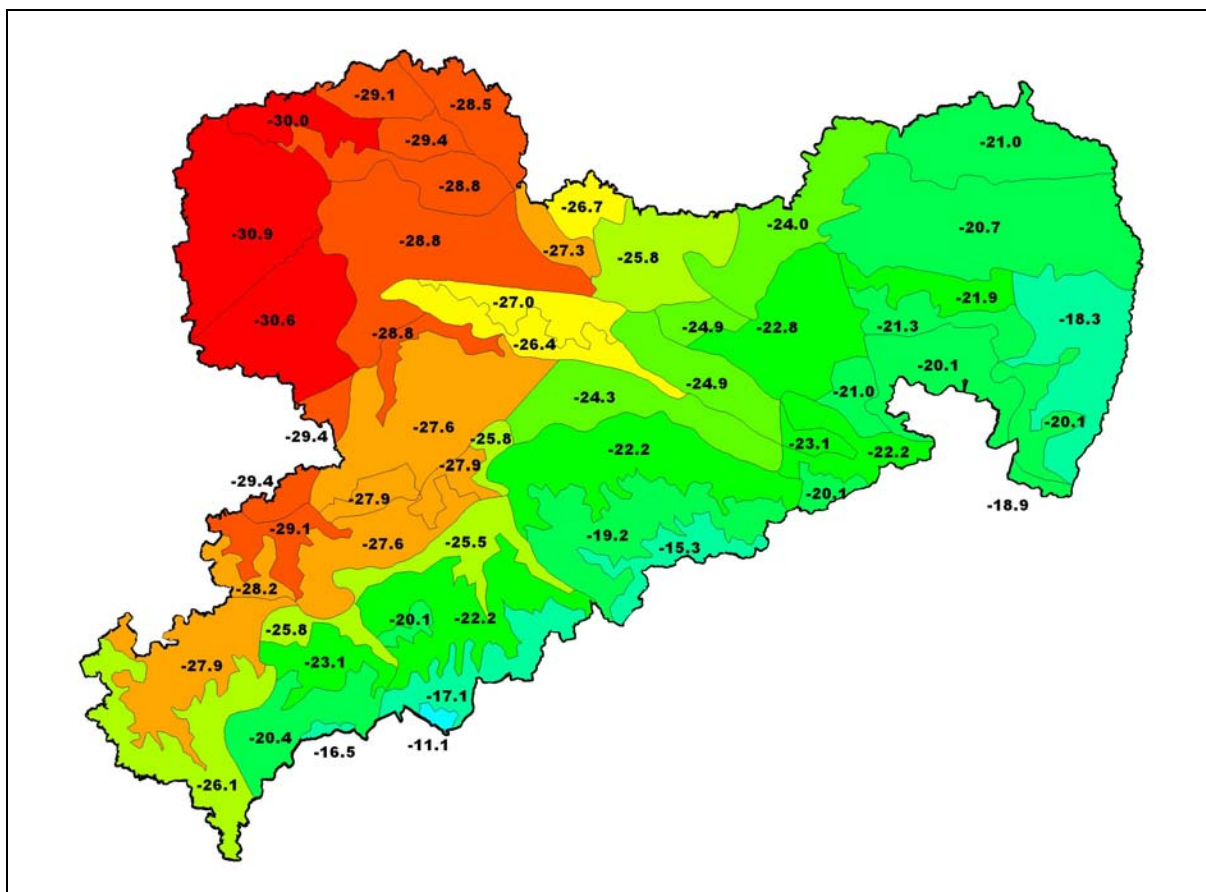
Veränderung der Niederschlagssumme [mm] im Winter (Dezember bis Februar) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



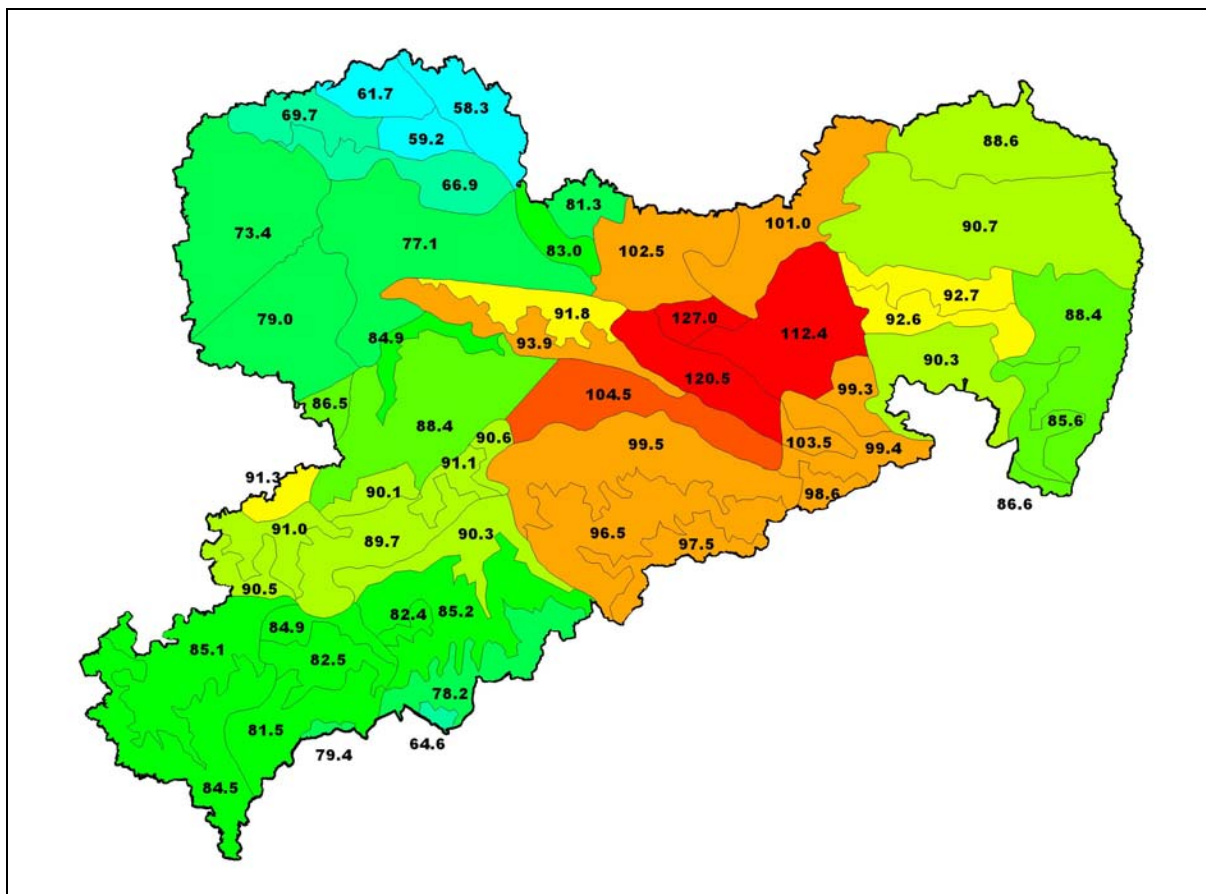
Veränderung der Niederschlagssumme [mm] im Frühjahr (März bis Mai) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



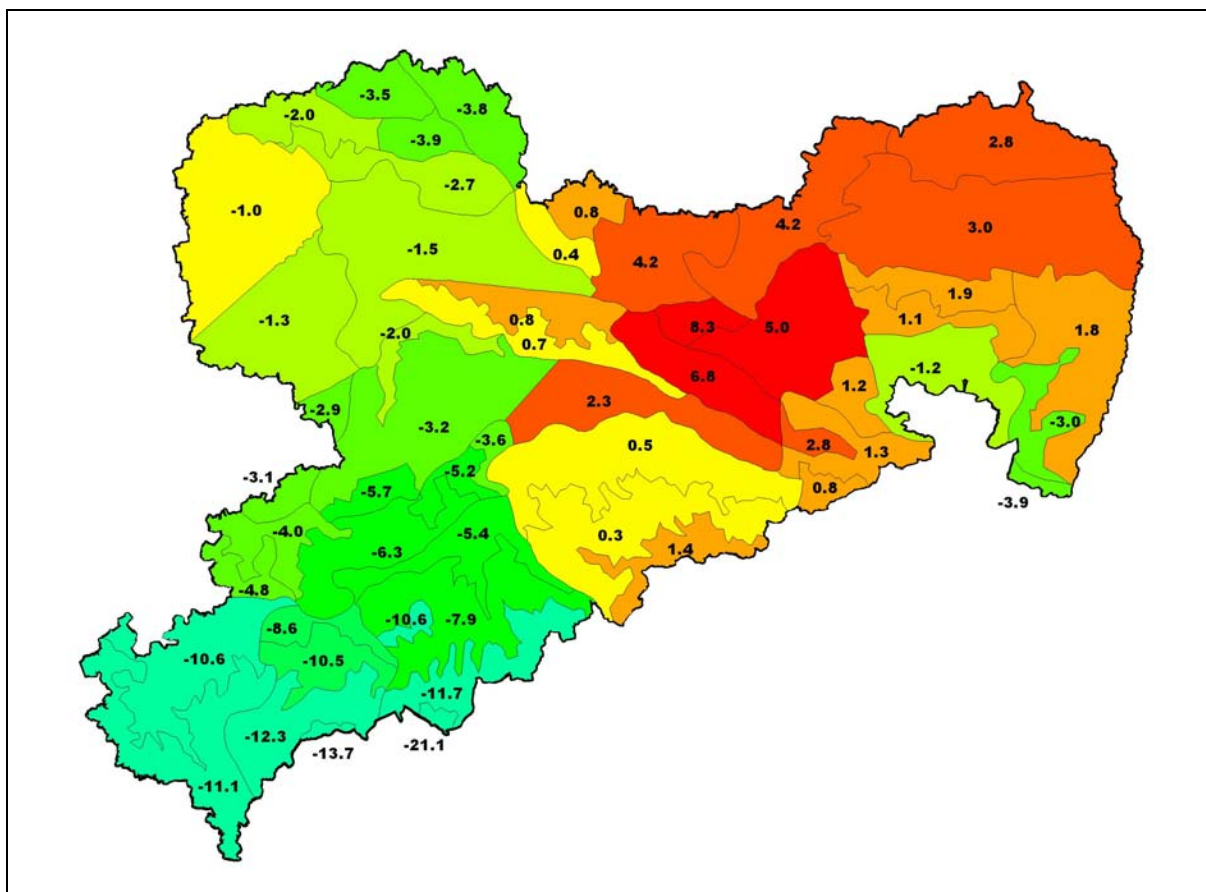
Veränderung der Niederschlagssumme [mm] im Sommer (Juni bis August) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



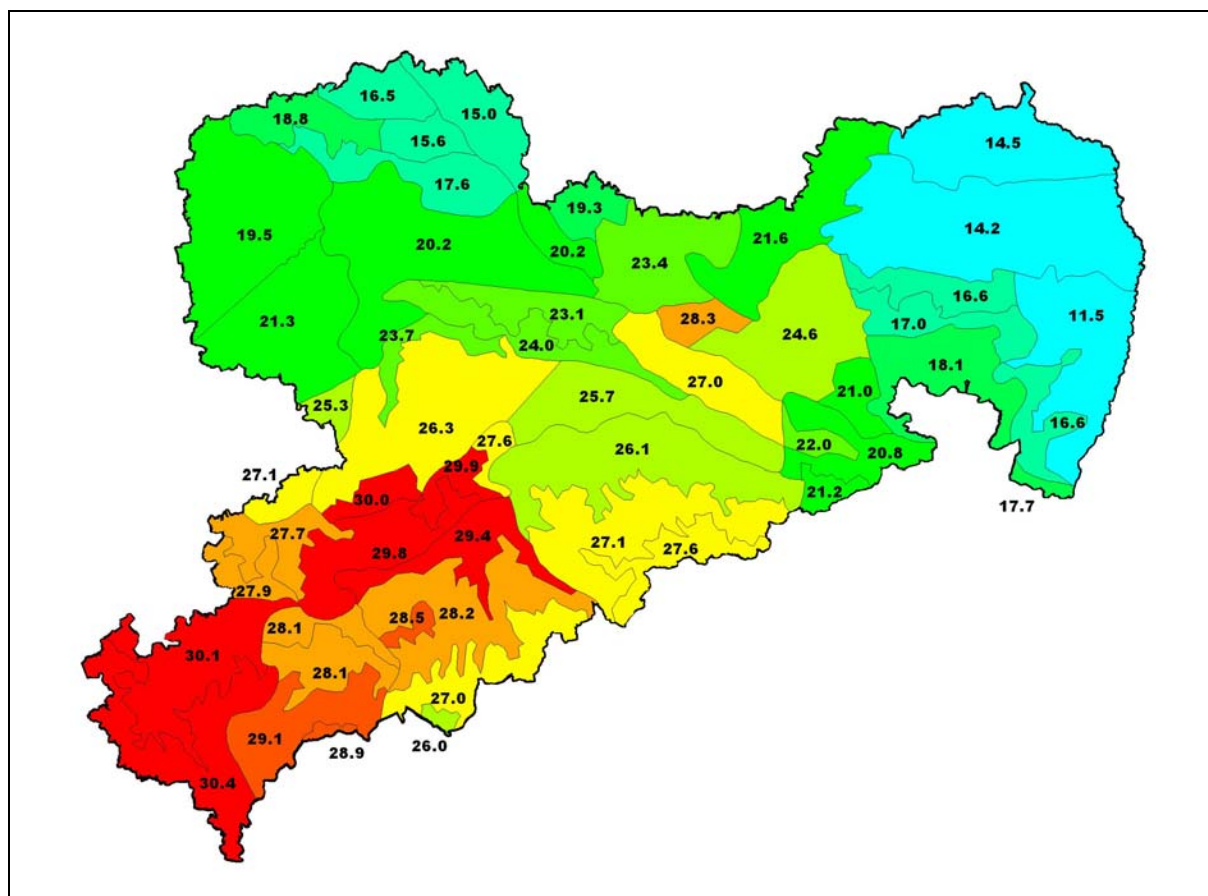
Veränderung der Niederschlagssumme [mm] im Herbst (September bis November) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



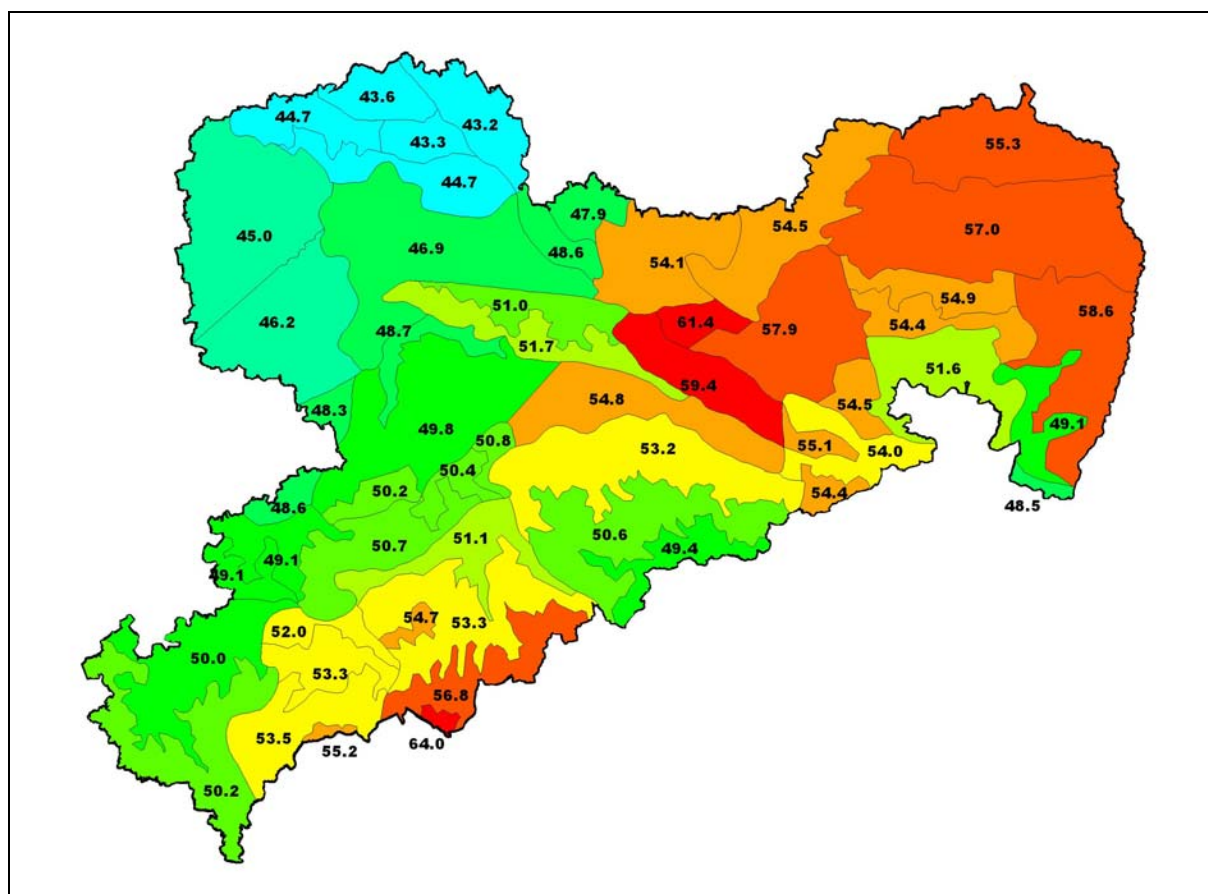
Veränderung der Jahressumme der Sonnenscheindauer [h] im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



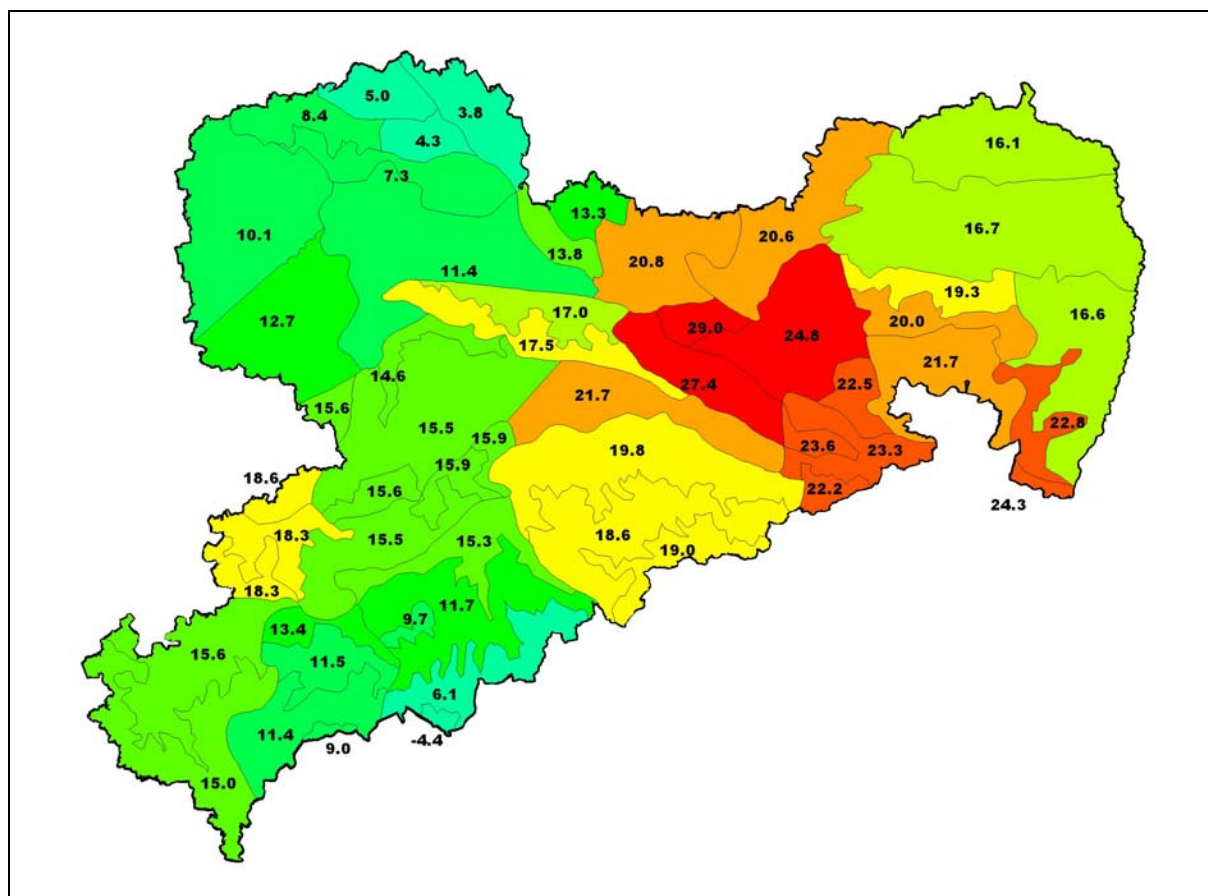
Veränderung der Sonnenscheindauer [h] im Winter (Dezember bis Februar) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



Veränderung der Sonnenscheindauer [h] im Frühjahr (März bis Mai) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)



Veränderung der Sonnenscheindauer [h] im Sommer (Juni bis August) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)

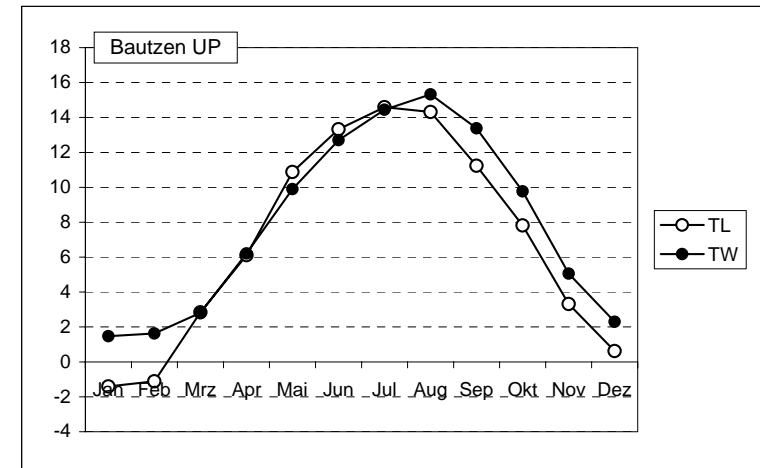
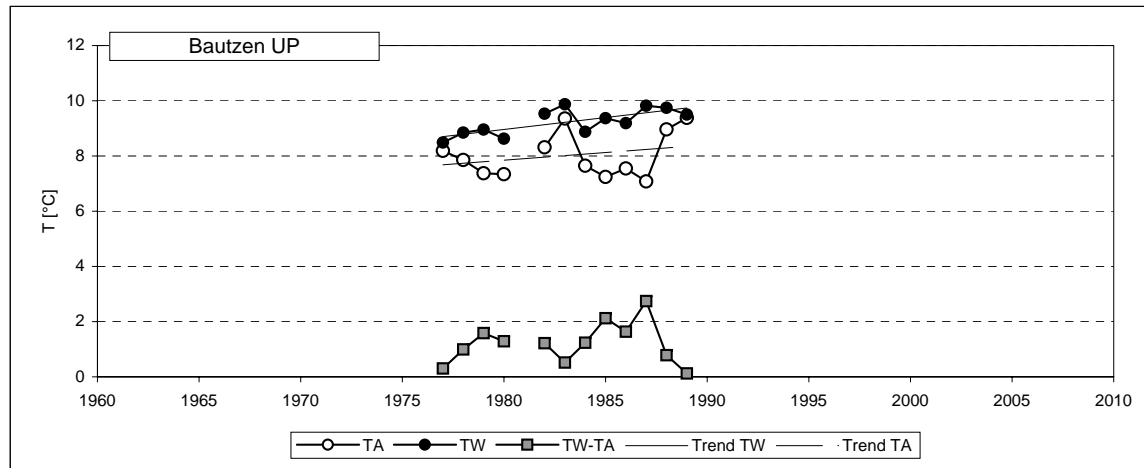
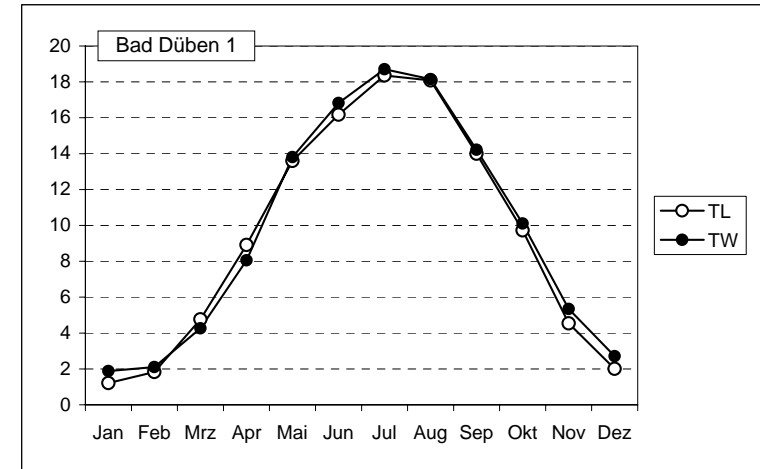
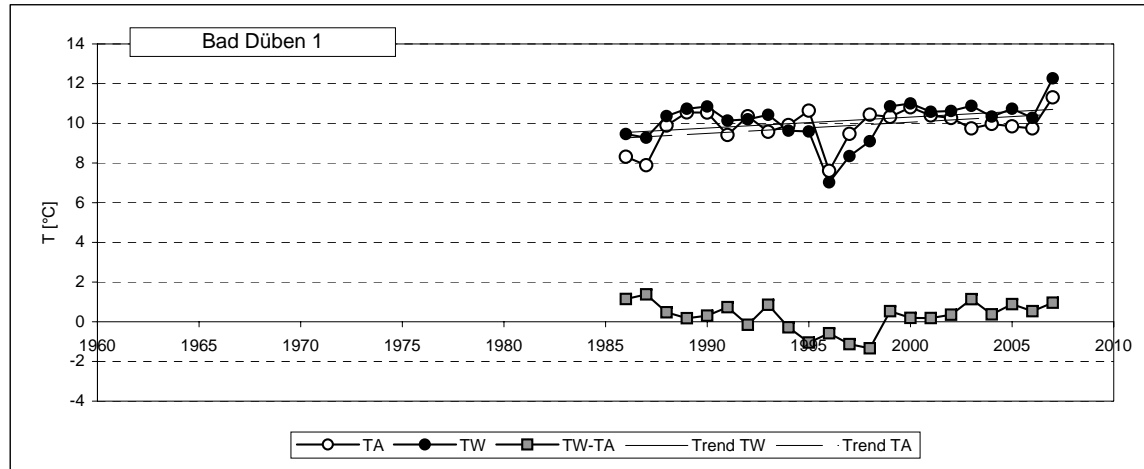


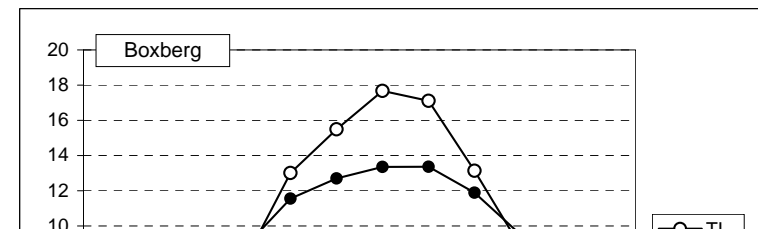
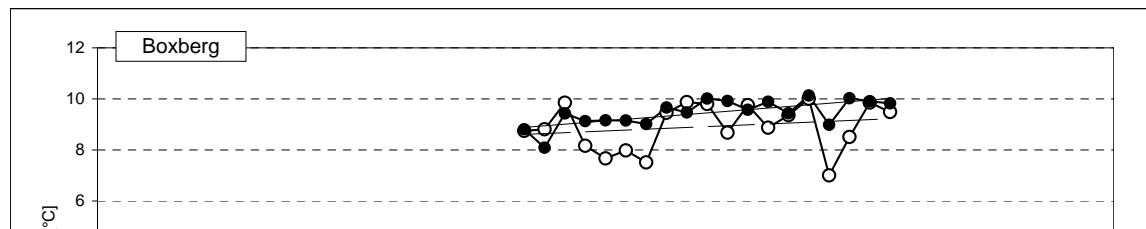
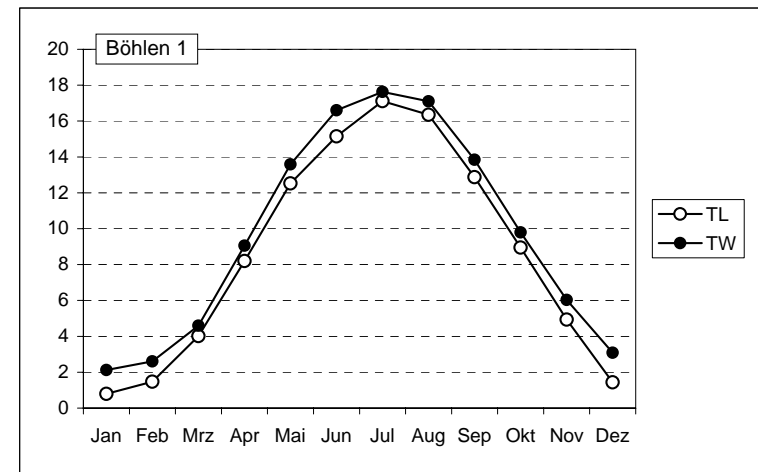
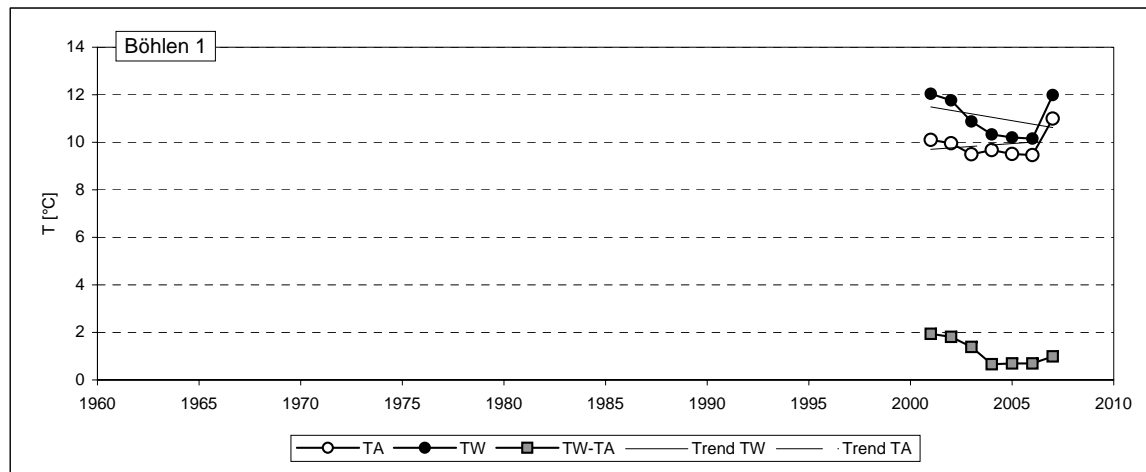
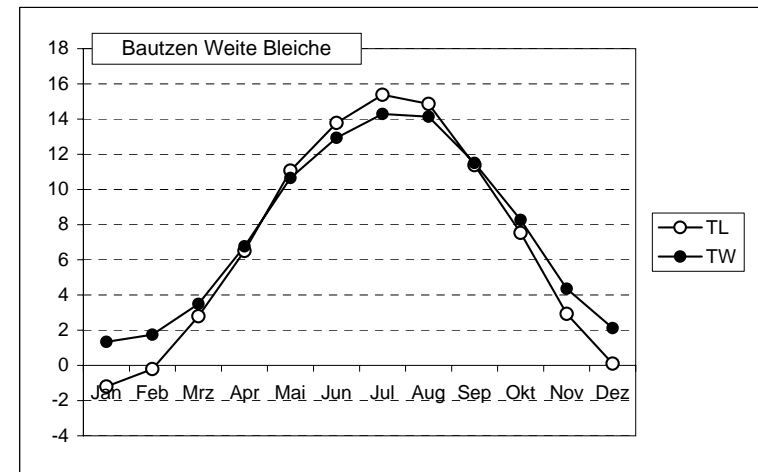
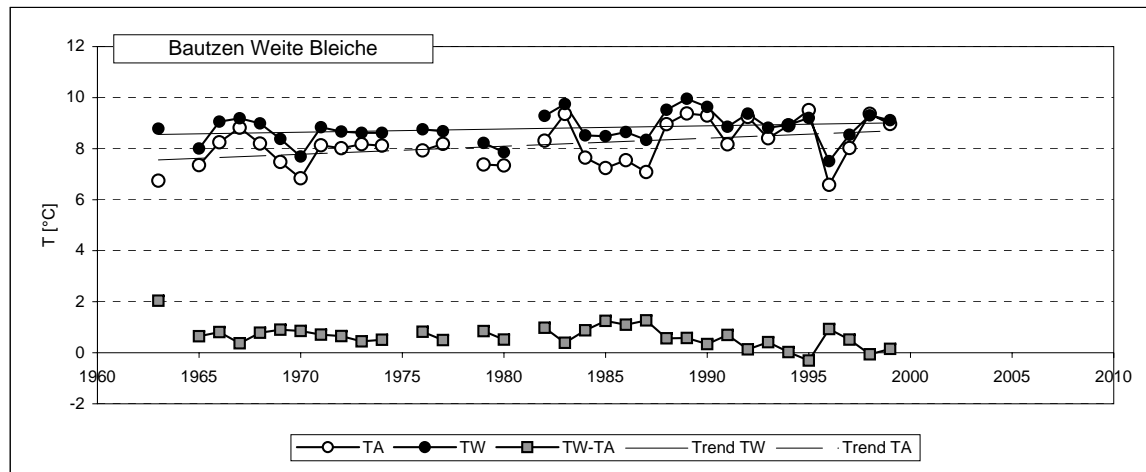
Veränderung der Sonnenscheindauer [h] im Herbst (September bis November) im Klimamodell (Regionalisierung WEREX IV, Szenario A1B, Ausbildung „normal“)

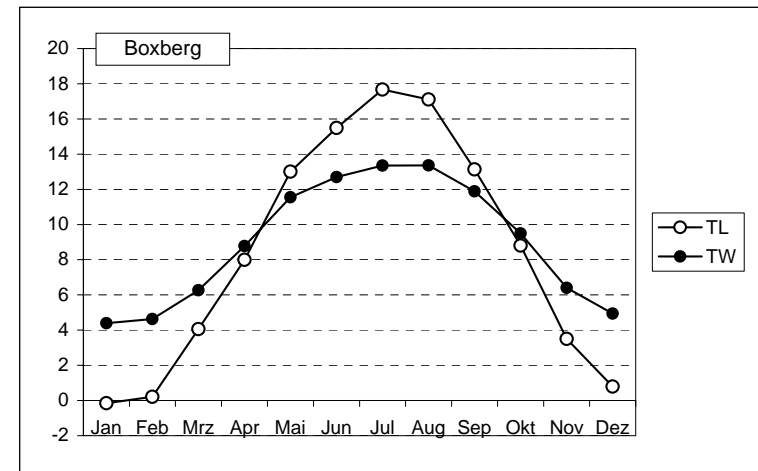
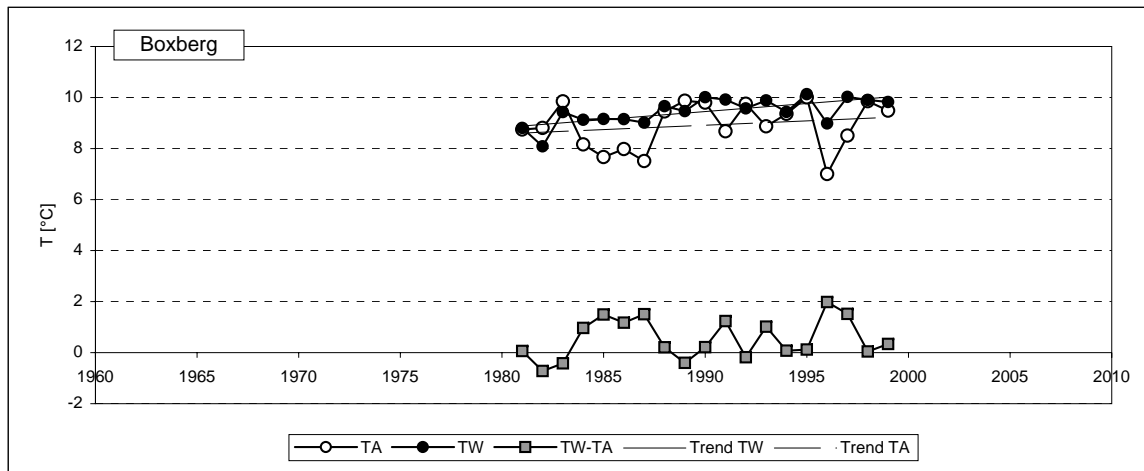


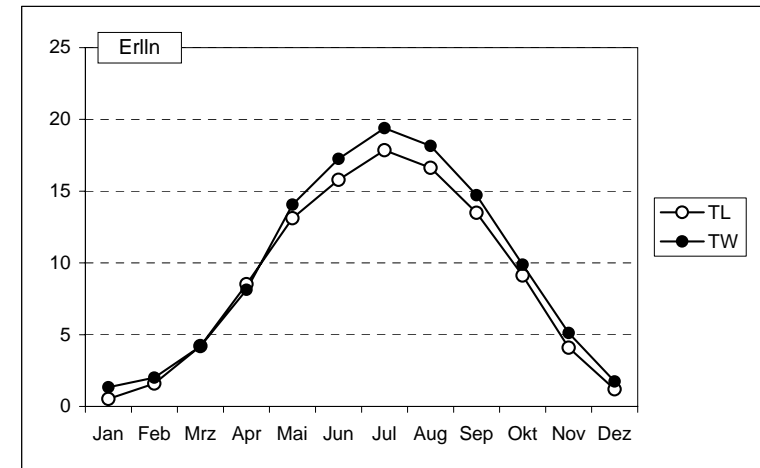
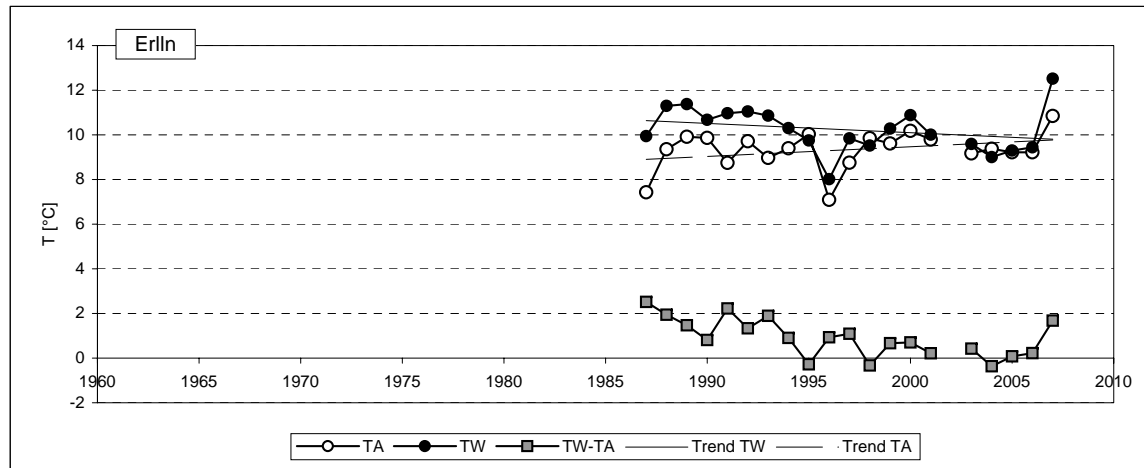
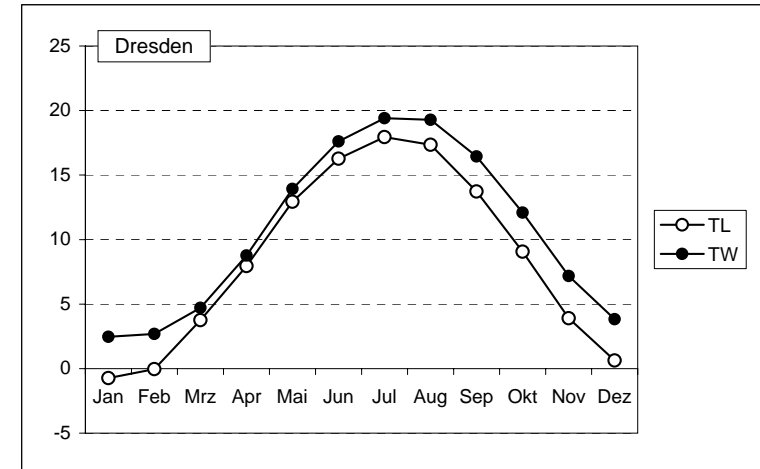
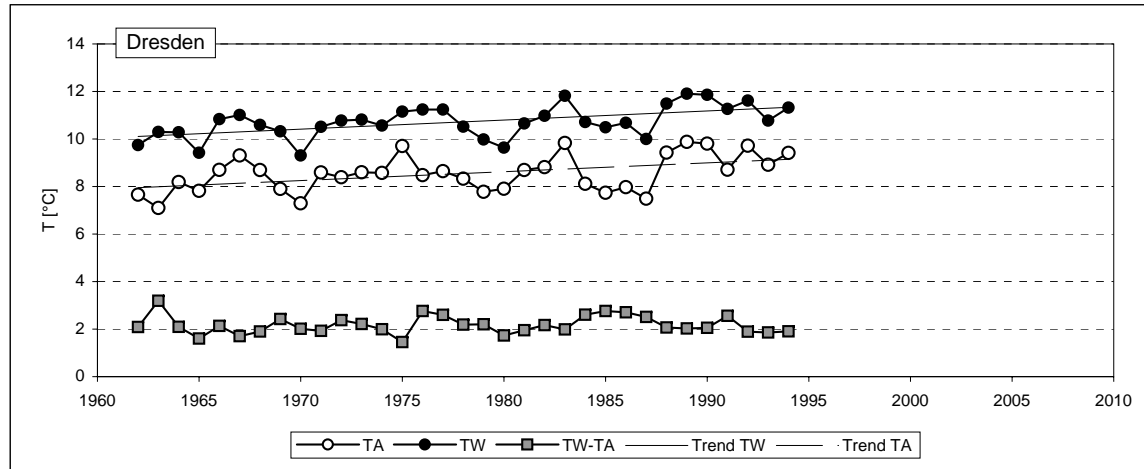
## **Anlage 3**

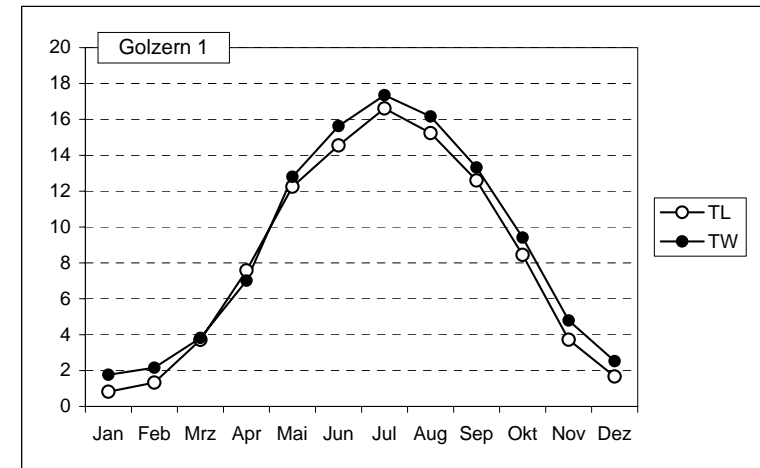
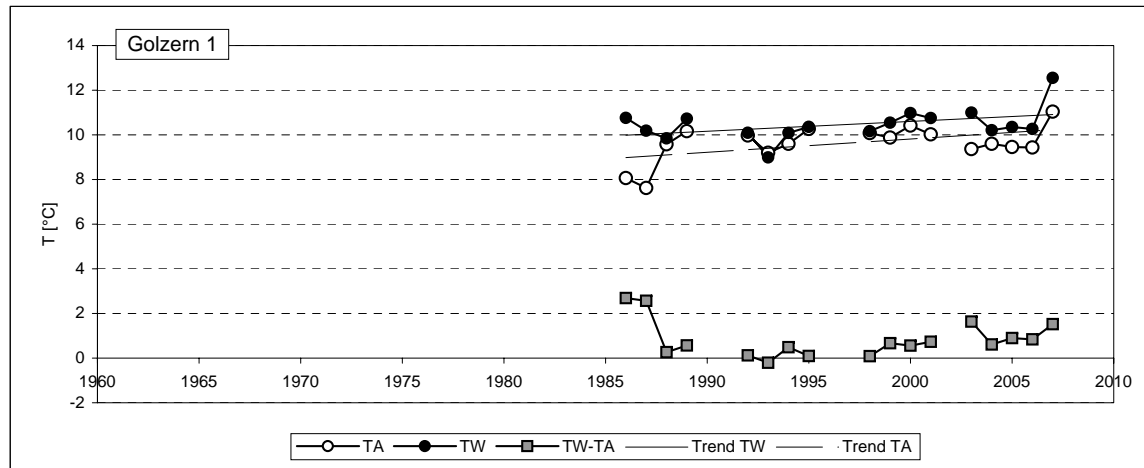
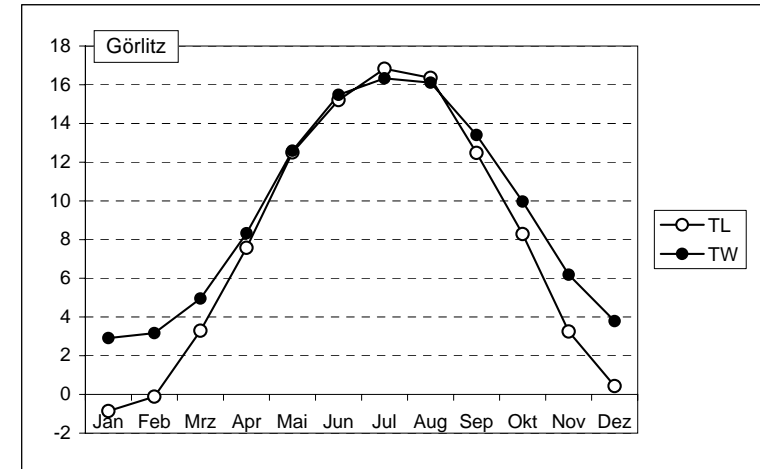
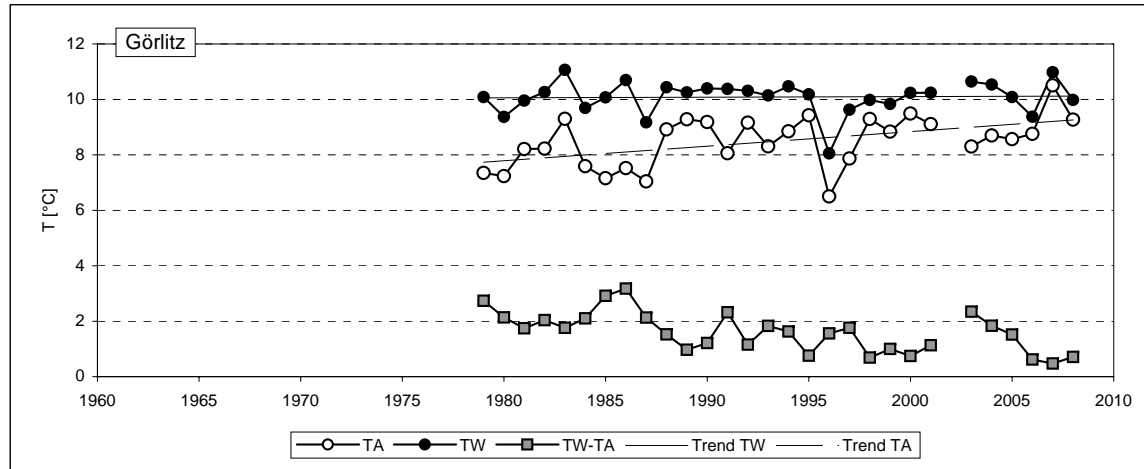
**Zeitreihen der gemessenen Luft- und Wassertemperaturen und  
saisonalen Entwicklung**

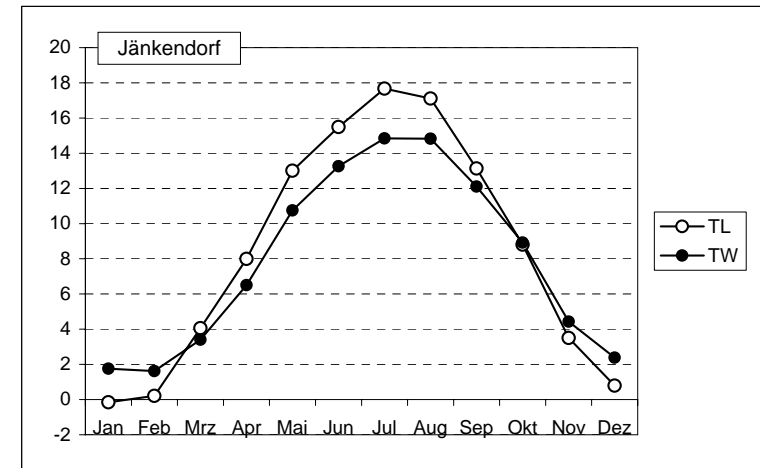
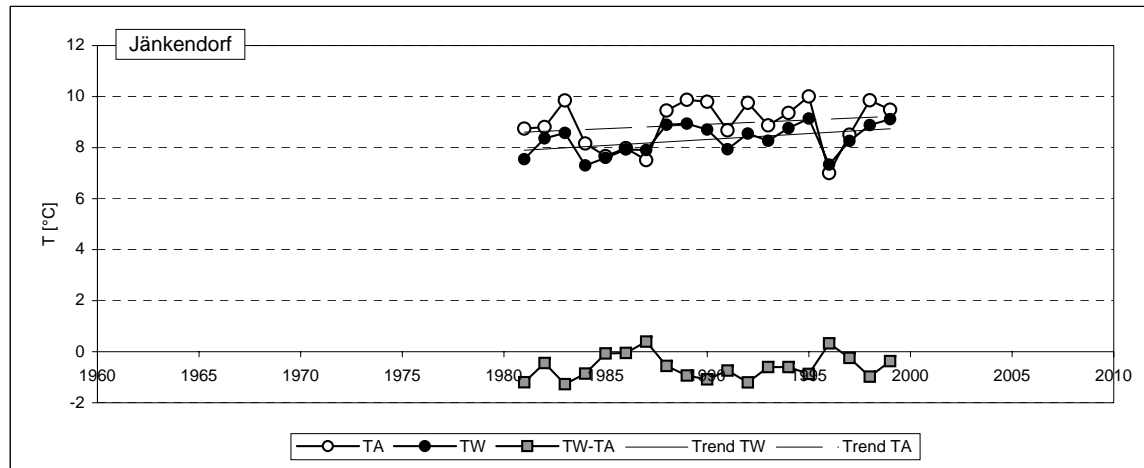
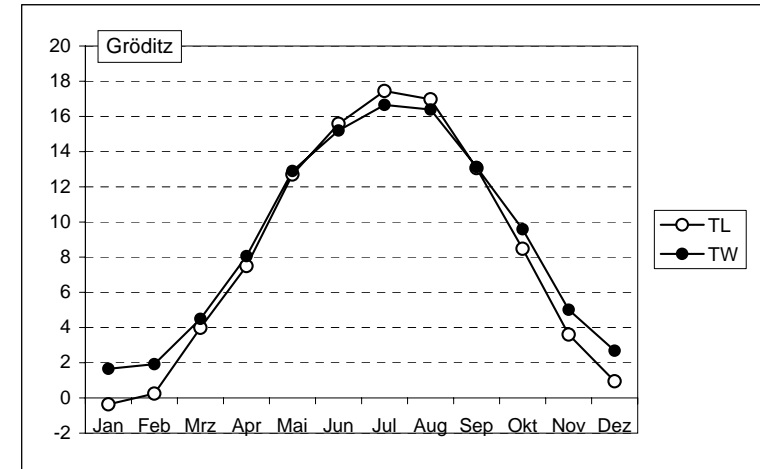
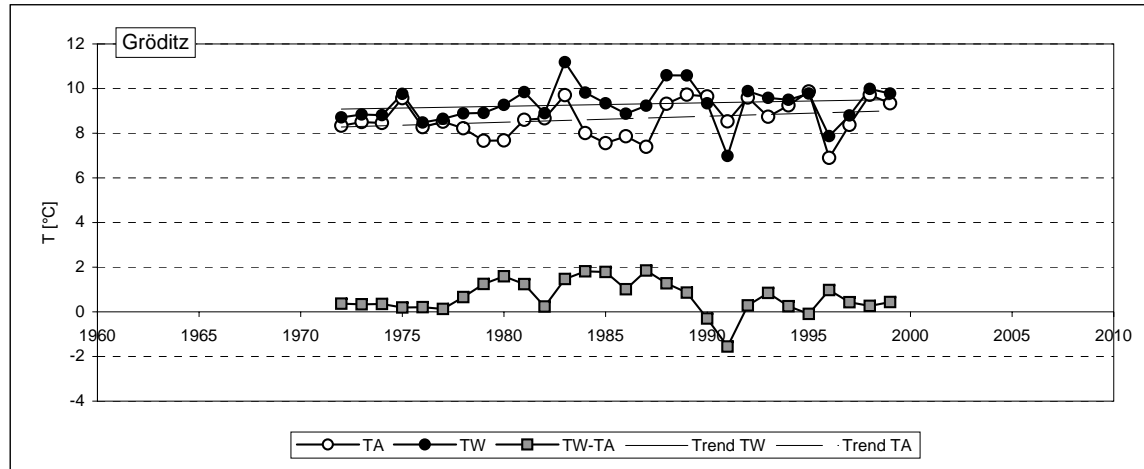


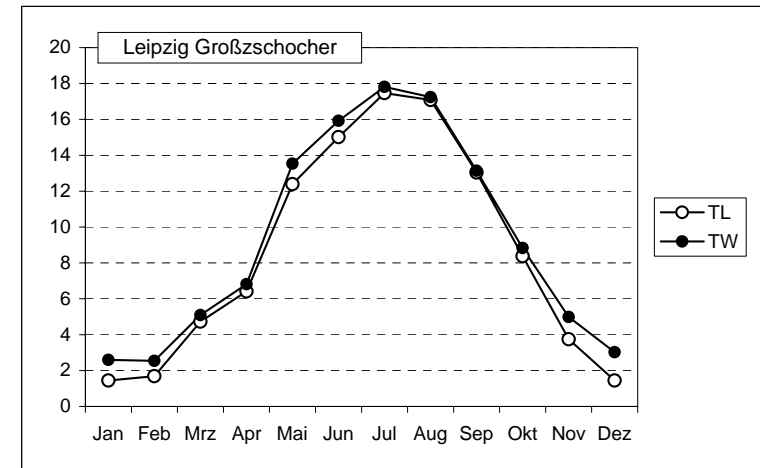
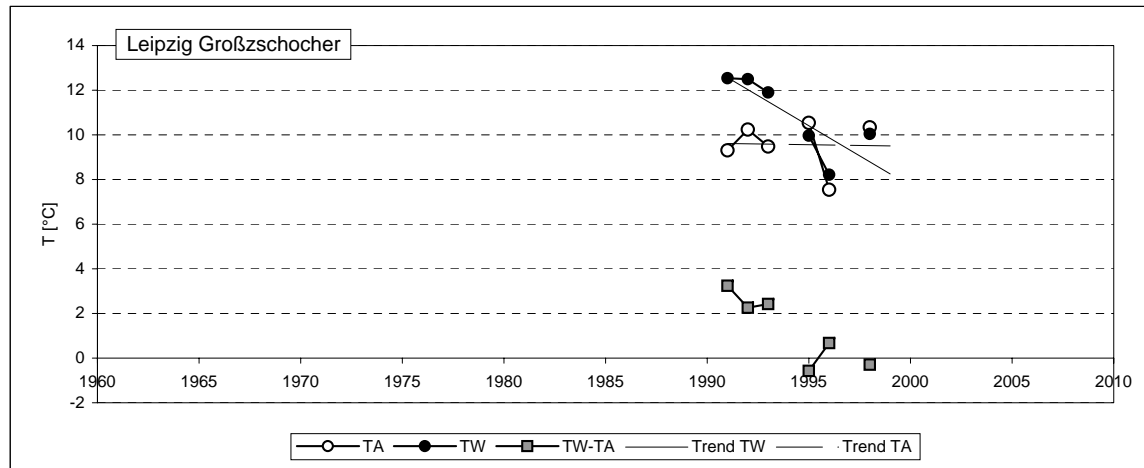
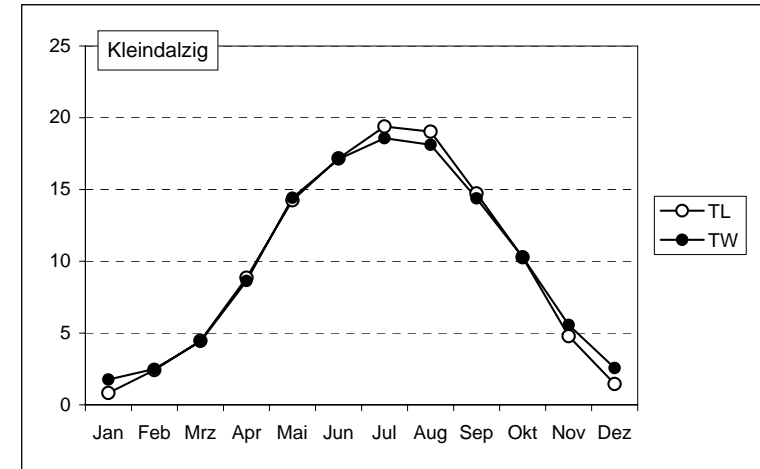
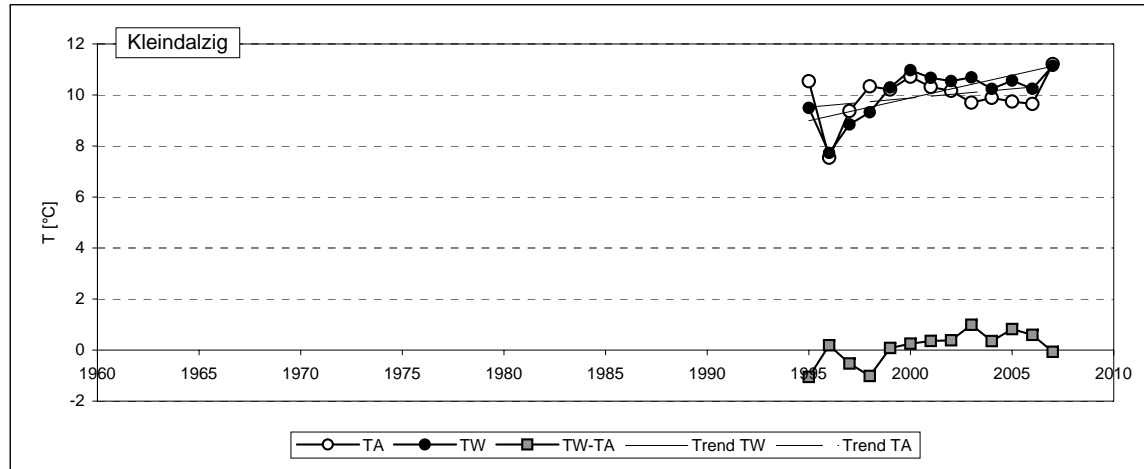




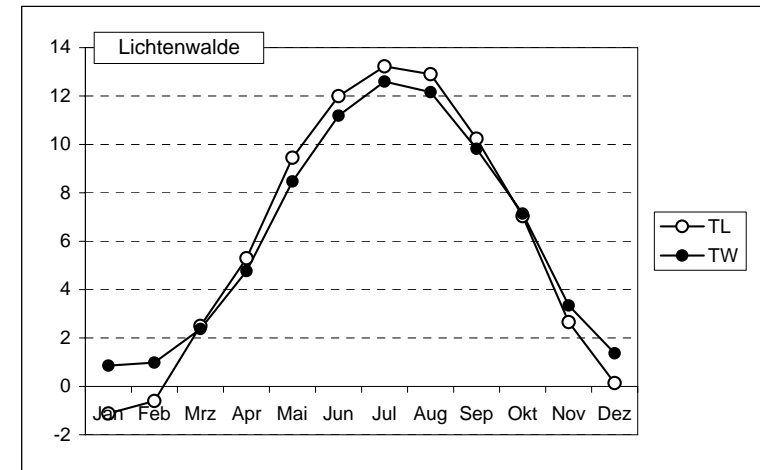
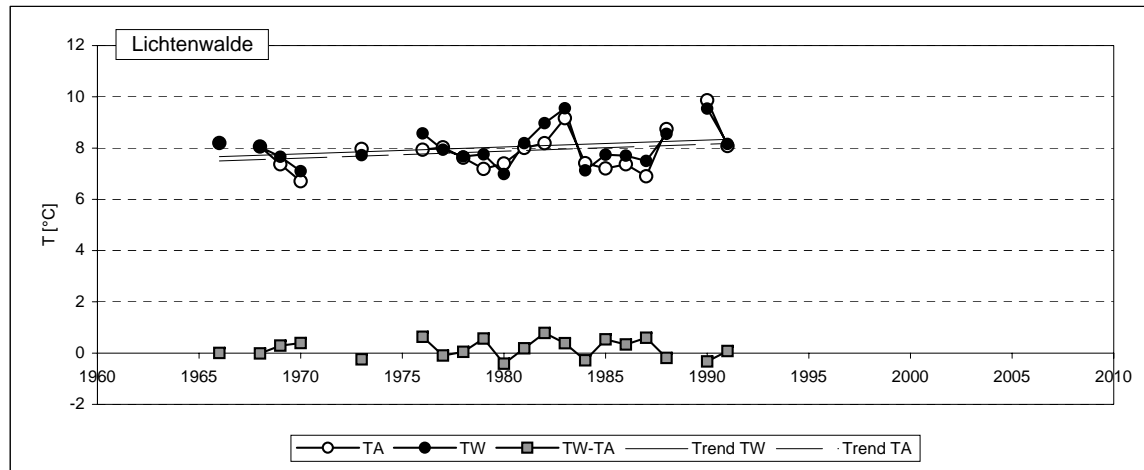
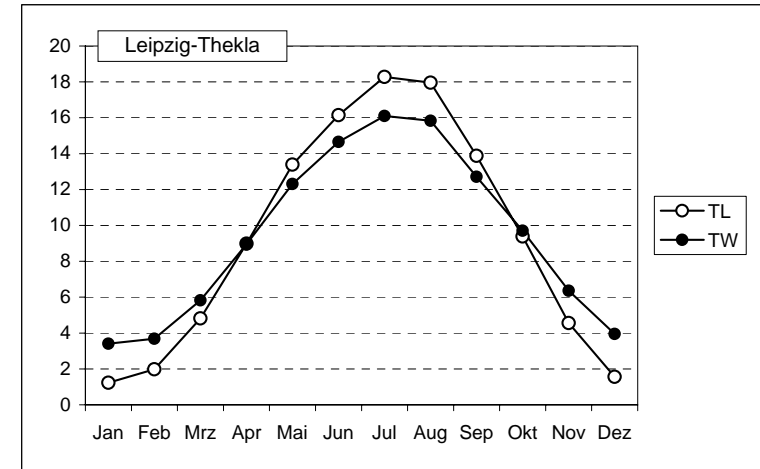
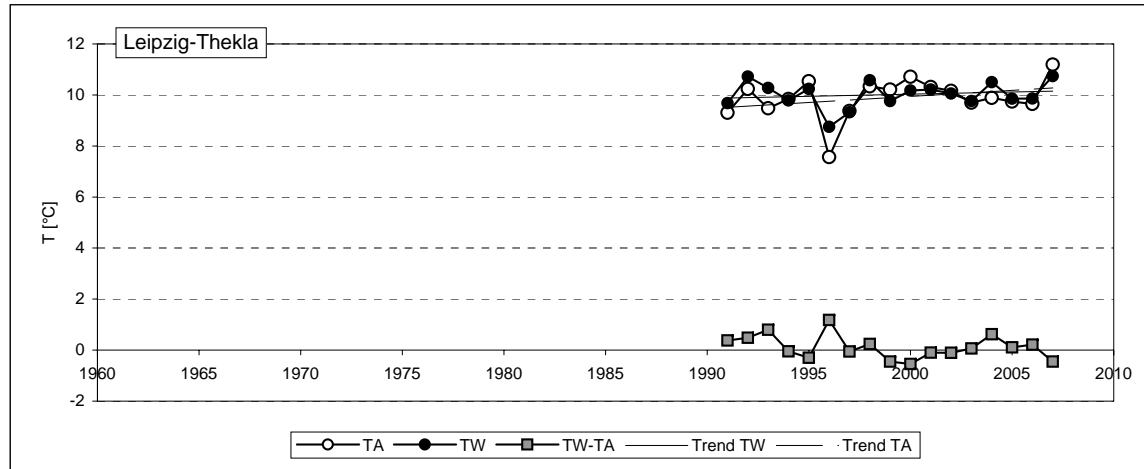


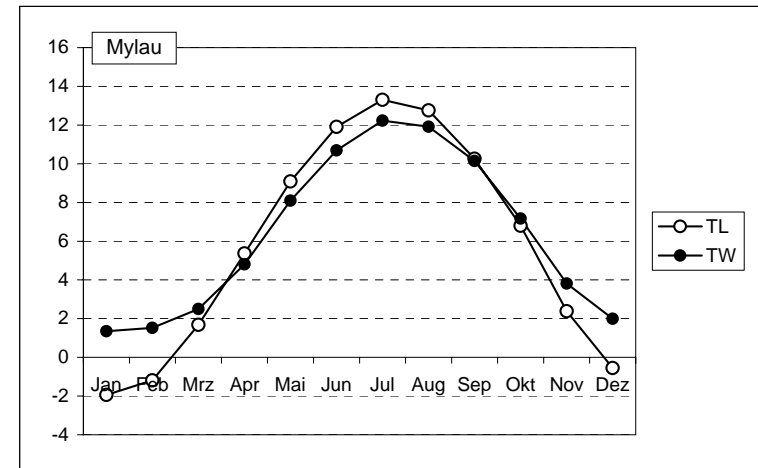
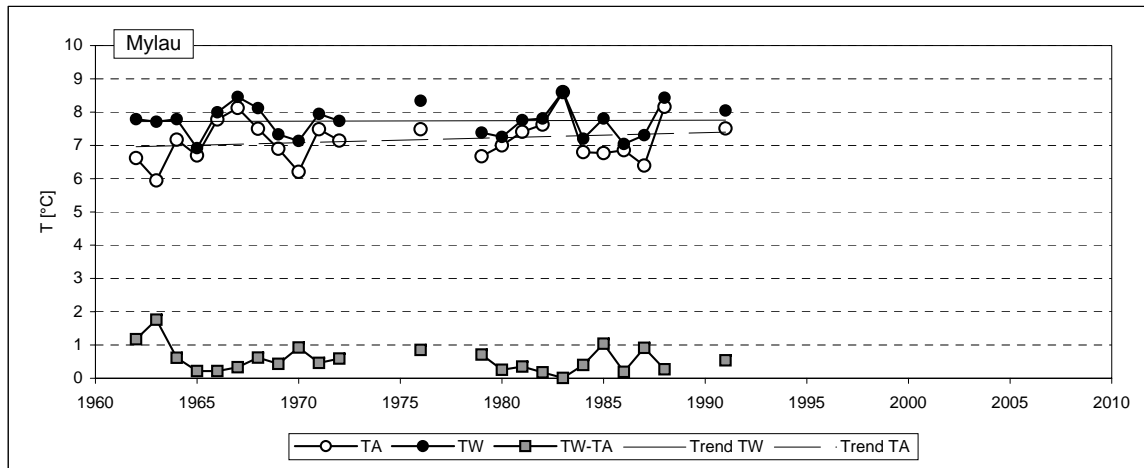
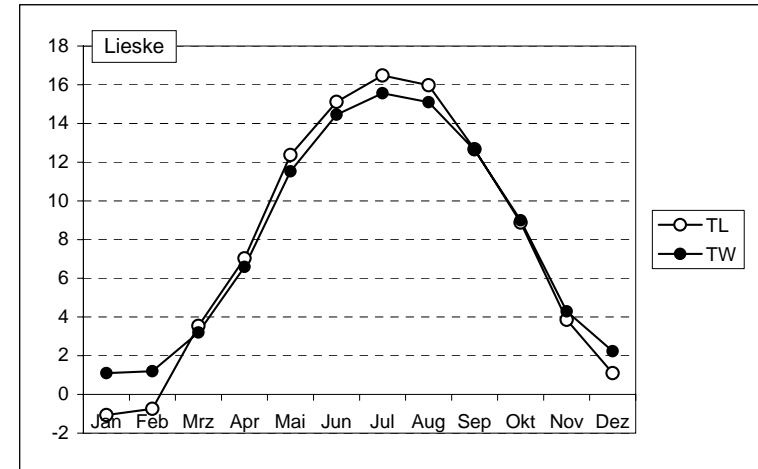
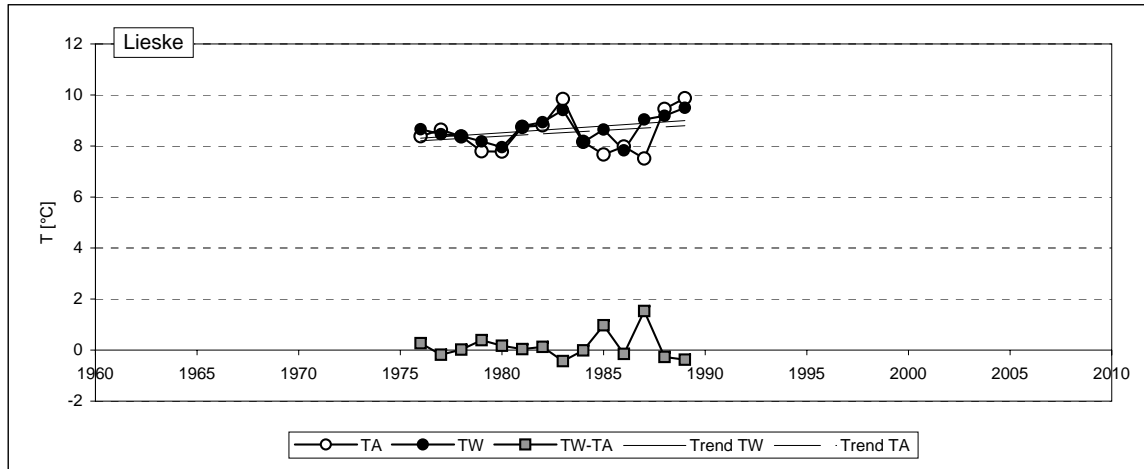


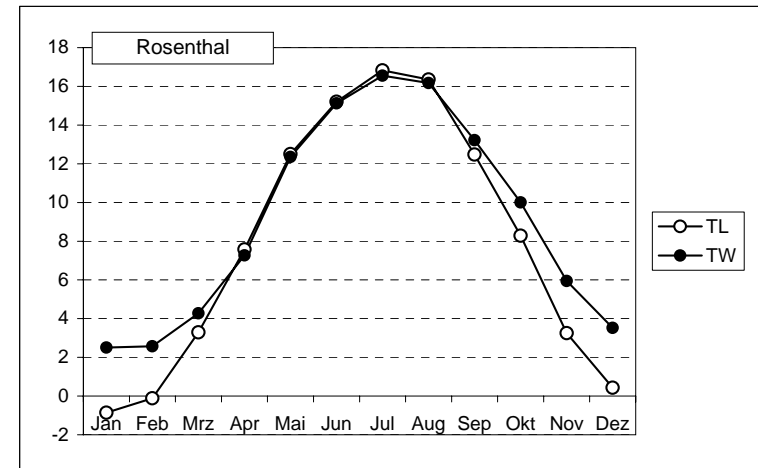
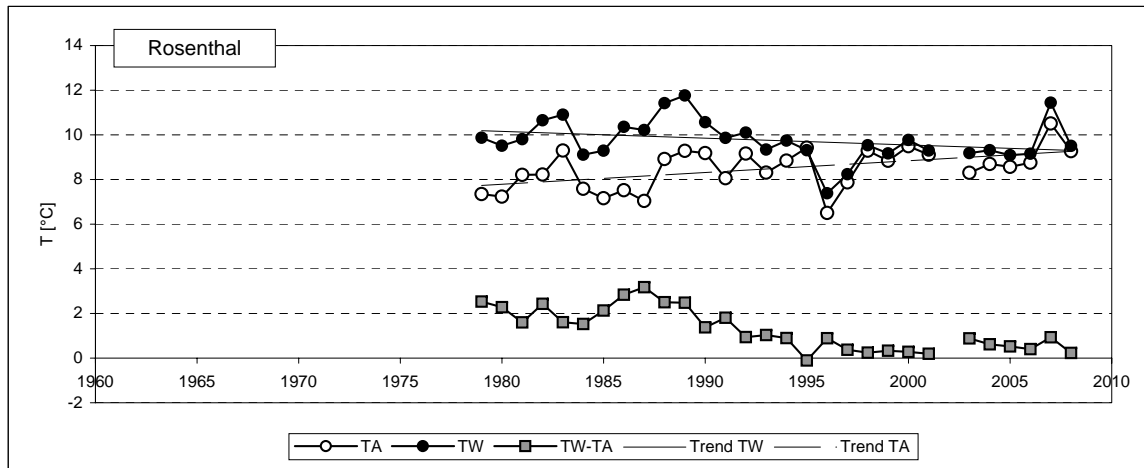
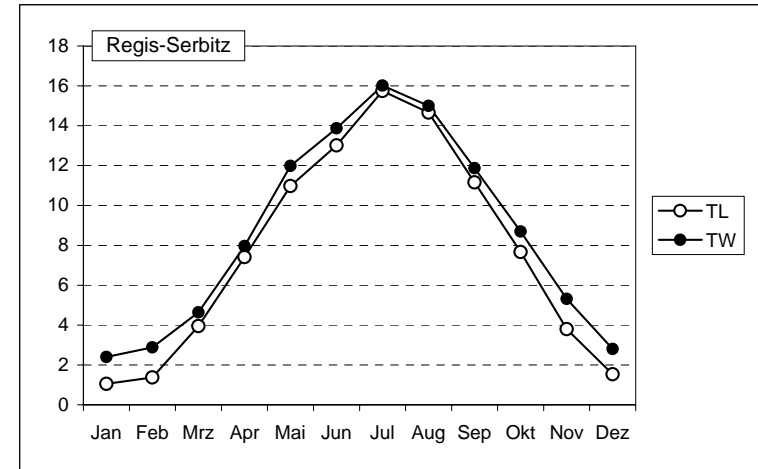
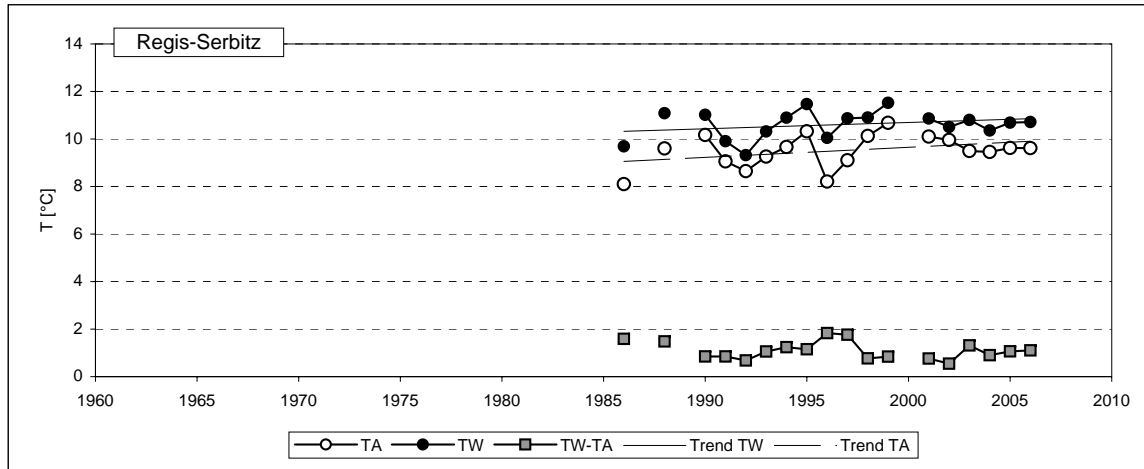


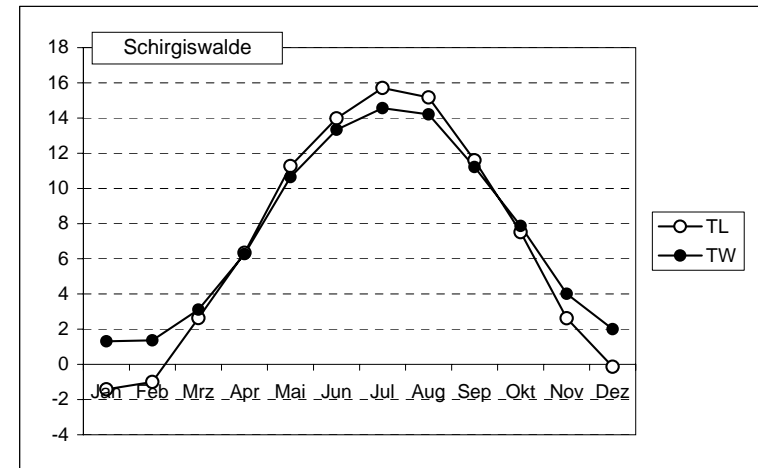
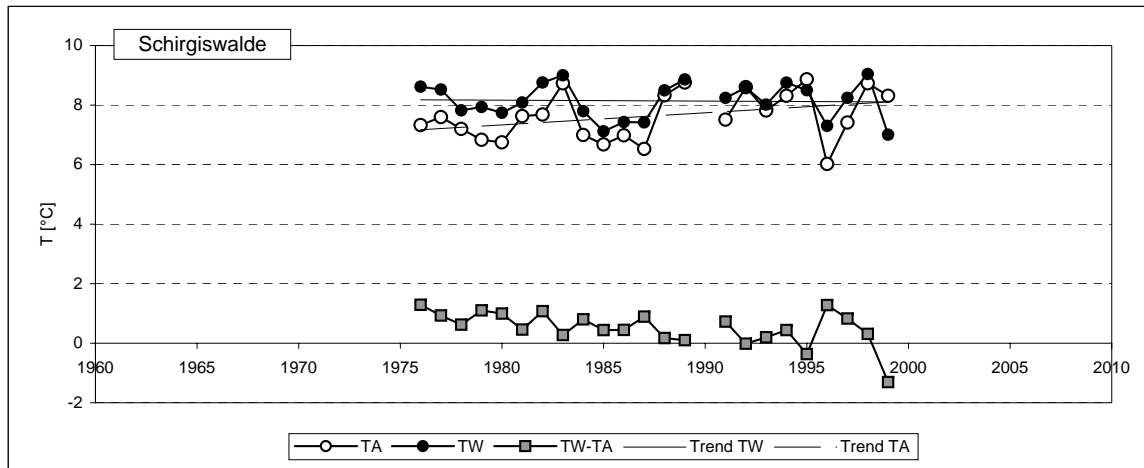
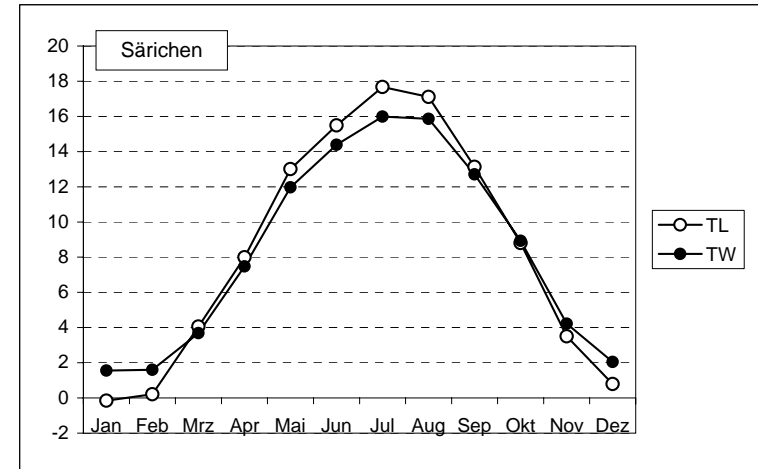
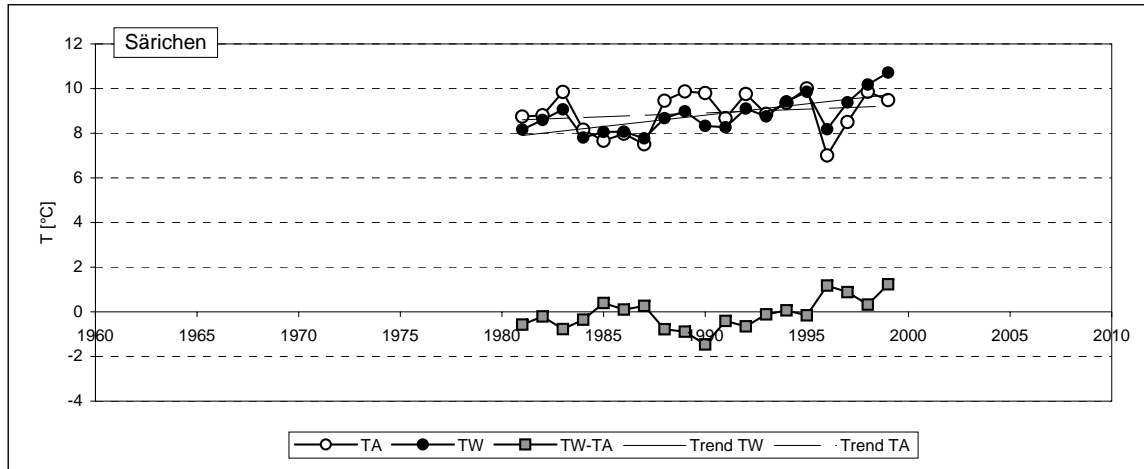


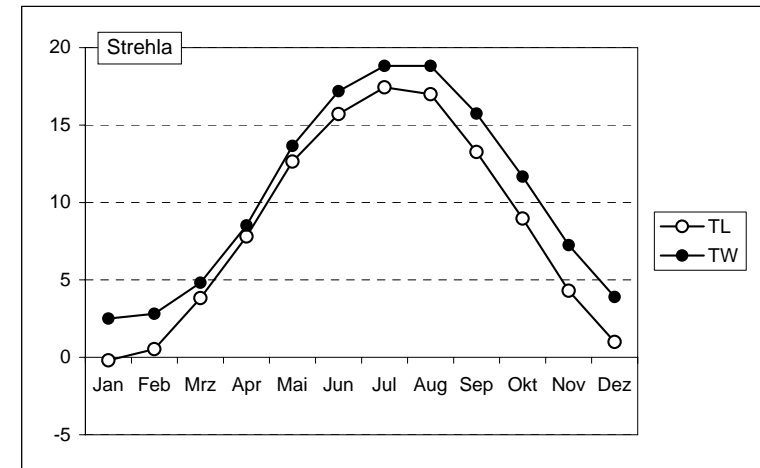
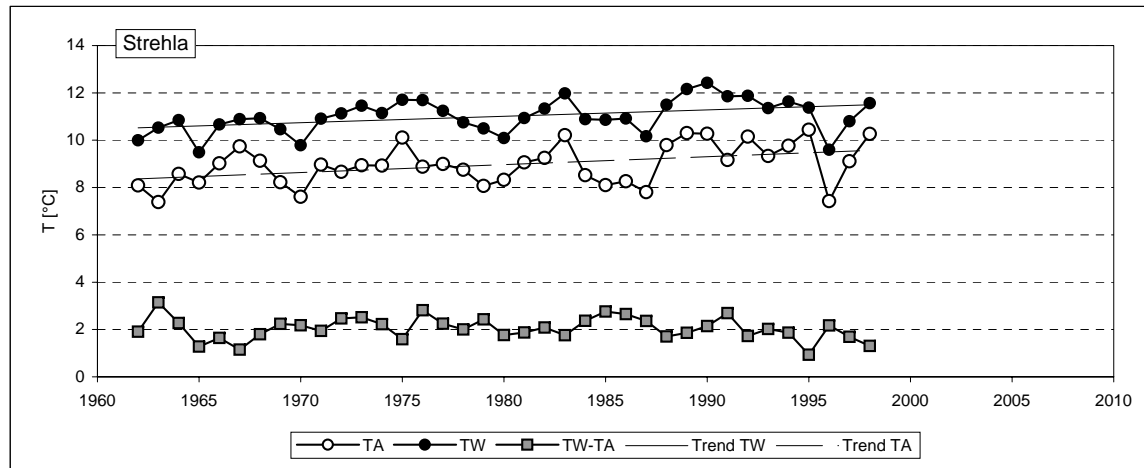
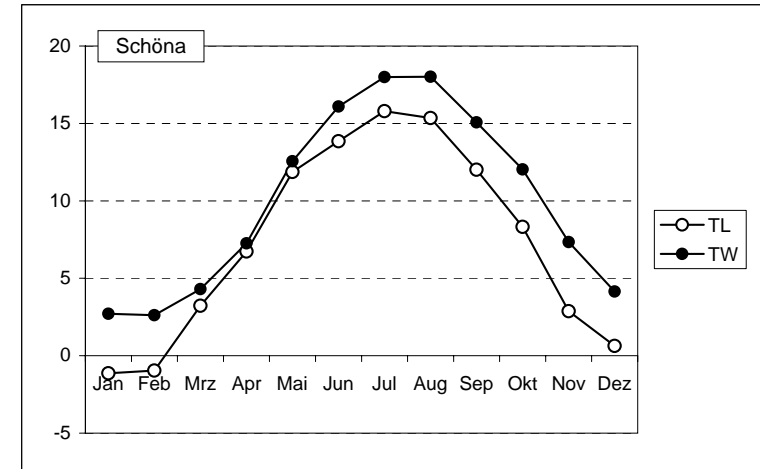
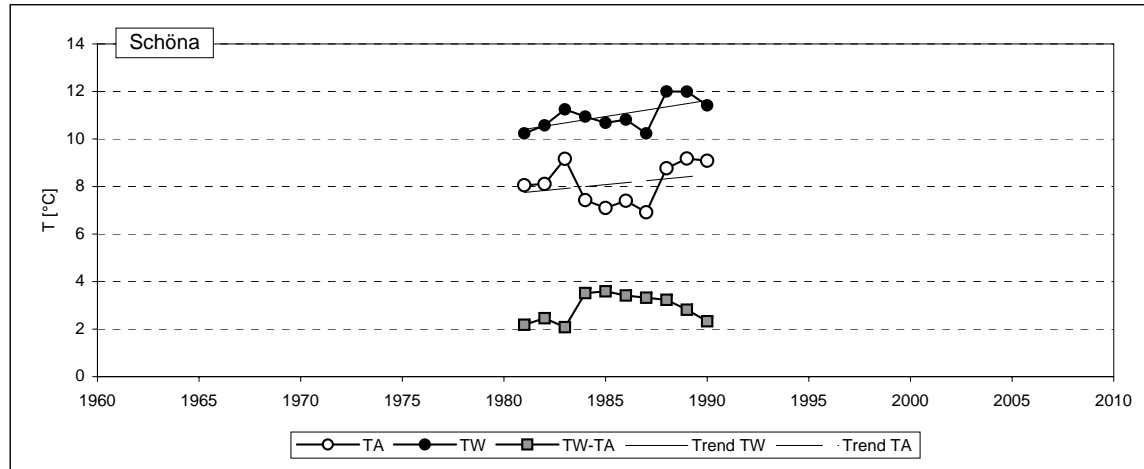


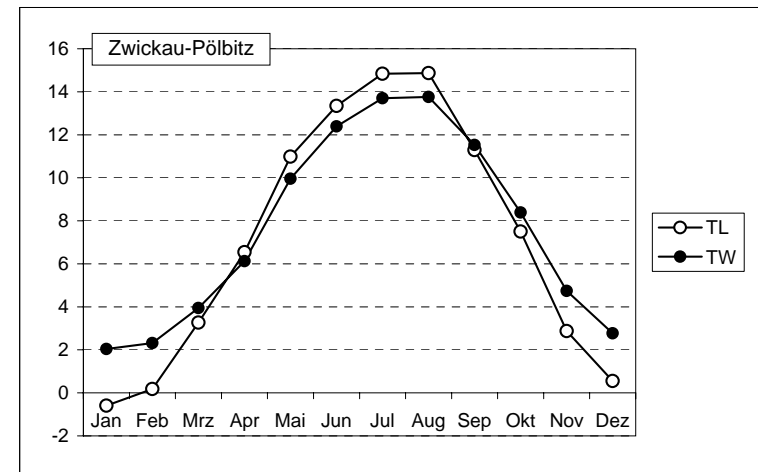
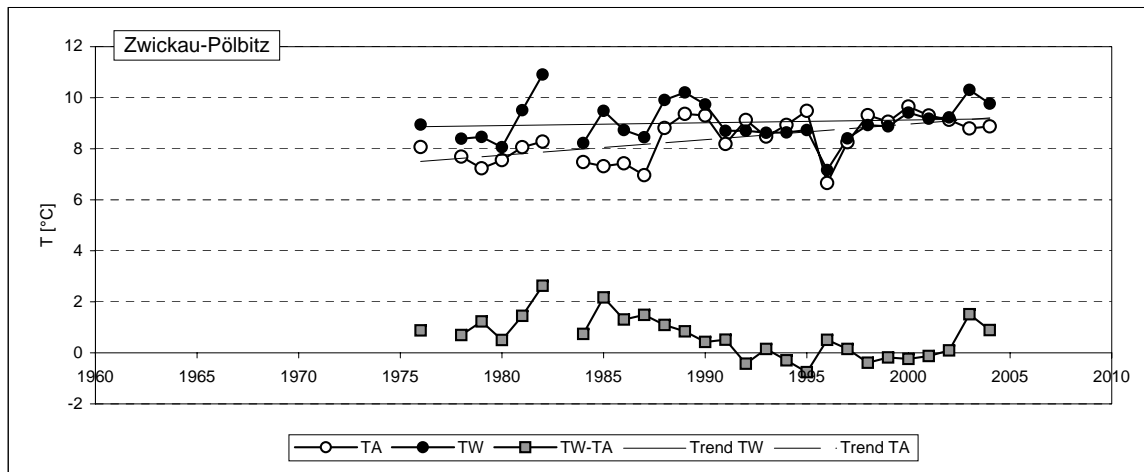
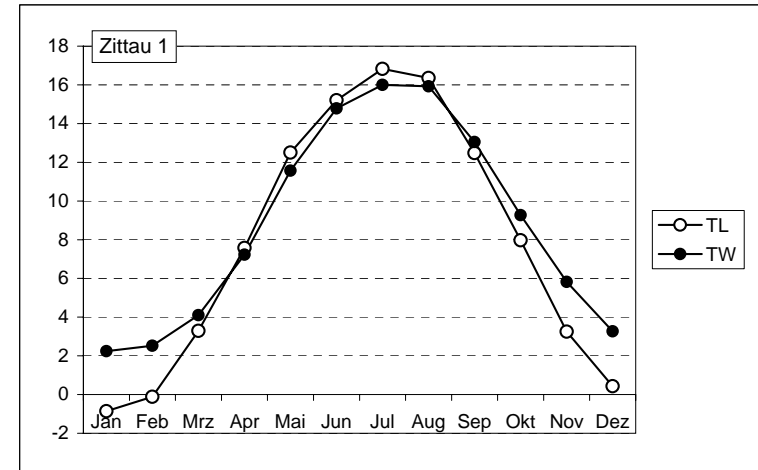
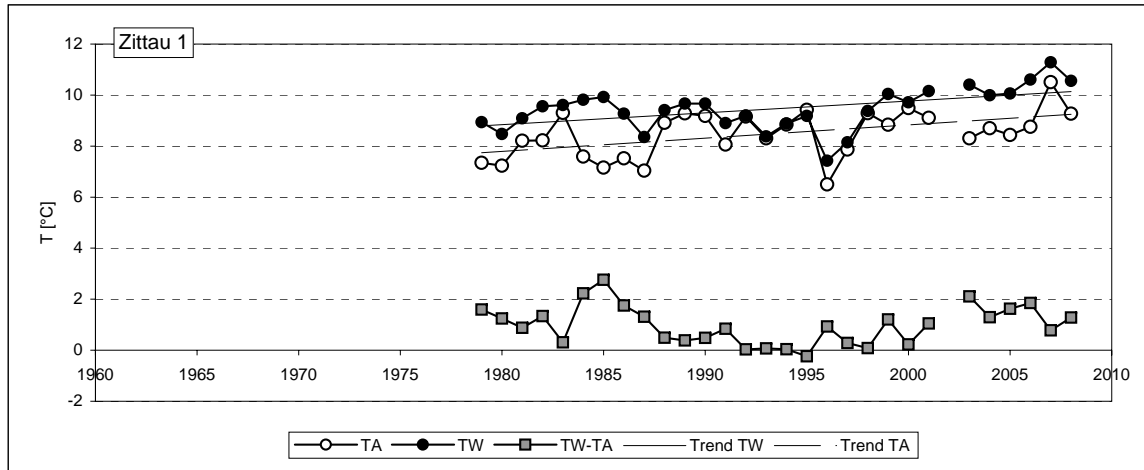












## **Anlage 4**

### **Darstellung saisonaler Hystereseeffekte**

