

**Die Niederschlags- und Starkregententwicklung der letzten 100 Jahre
im Mitteldeutschen Trockengebiet
als Indikatoren möglicher Klimaänderungen**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

vorgelegt der

Naturwissenschaftlichen Fakultät III
(Agrar-, Geowissenschaften, Mathematik und Informatik)
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Frau Ilka Fabig

geb. am.: 14. 08. 1972 in: Quedlinburg

Gutachter:

1. Prof. Dr. Manfred Frühauf , Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
2. Prof. Dr. Wilfried Endlicher, Humboldt-Universität zu Berlin

Die Verteidigung der Dissertation erfolgte am 31.01.2007

urn:nbn:de:gbv:3-000011424

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000011424>]

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen der Graduiertenförderung des Landes Sachsen-Anhalt angefertigt. Daher gilt mein Dank dem Land Sachsen-Anhalt für die finanzielle Unterstützung der Arbeit.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Betreuer Prof. Dr. Manfred Frühauf, der die Arbeit anregte und mit seinem fachlichen Rat kritisch begleitete. Darüber hinaus hat er nach meiner eineinhalbjährigen Erziehungspause den positiven Abschluss meiner Arbeit weiter unterstützt und mir so die Rückkehr in den wissenschaftlichen Berufsalltag sehr erleichtert.

Ein besonderer Dank gilt den derzeitigen und ehemaligen Doktoranden sowie Mitarbeitern des Institutes für Geowissenschaften, insbesondere Olaf Klammer, Steffen Koch, Wolfram König, Thomas Koschitzki, Anne-Kathrin Lindau, David Morche, Ingo Sahling und Thilo Schmalfeld für die anregenden Diskussionen und den häufigen Gedankenaustausch über fachliche Themen hinaus.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinem Freund Daniel bedanken, der stets an mich geglaubt, ermuntert und unterstützt hat. Seine konstruktive Kritik hat so manchen Denkanstoß geliefert und mich immer wieder angespornt – danke! Nicht zuletzt bin ich meinem kleinen Sohn Mattis, meiner Familie und meinen Freunden dankbar, die außerhalb der Arbeit für den notwendigen Ausgleich gesorgt haben.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	IX
1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit	5
2. Stand der Forschung	7
2.1 Niederschlag - Grundlagen, Messung und Qualität der Daten	7
2.2 Langzeitverhalten des Niederschlages – Forschungsstand	9
2.3 Beobachtete Trends in Deutschland – Forschungsstand	12
2.3.1 Gesamtniederschlag	12
2.3.2 Extremniederschlag	14
2.4 Historische Daten	15
2.4.1 Qualität historischer Daten	16
2.4.2 Sammlung und Interpretation historischer Daten – Forschungsstand	17
3. Untersuchungsgebiet	19
3.1 Kurzbeschreibung des Untersuchungsraumes	19
3.2 Auswahl der Niederschlagsstationen	21
4. Methodik	24
4.1 Verfügbarkeit von Niederschlagsdaten	24
4.2 Datenaufbereitung und Datenergänzung	25
4.3 Auswahl der Extremereignisse	26
4.4 Homogenitätsanalyse	30
4.4.1 Homogenitätstests	31
4.4.2 Anwendung der Testverfahren	31
4.4.3 Ergebnisse der Homogenitätstests	33
4.5 Trendanalyse	35
4.5.1 Signifikanz des Trends	37
4.5.2 Auswahl der Untersuchungsintervalle und Betrachtungszeiträume	37
4.6 Historische Daten	39
4.6.1 Datengrundlage und Methodik	40
5. Betrachtung historischer Daten	41
5.1 Zeitraum 1890 - 1900	41

6. Regionale Trendanalyse	45
6.1 Niederschlagsverlauf im Untersuchungszeitraum	45
6.2 Trends für den Zeitraum 1902-2000	46
6.2.1 Auswertung der Jahres-, Halbjahres-, Quartals-, und Monatssummen des Gesamtniederschlags	46
6.2.2 Auswertung der Extremereignisse	50
6.2.2.1 Anzahl der Ereignisse	51
6.2.2.2 Ausmaß der Ereignisse	53
6.2.2.3 Anteil der Starkniederschlagsmenge am Gesamtniederschlag	56
6.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse für den Zeitraum 1902-2000	58
6.3 Trends für weitere ausgewählte Zeiträume	59
6.3.1 Auswertung der Jahres-, Halbjahres- und Quartalssummen des Gesamtniederschlags	60
6.3.2 Auswertung der Extremereignisse	69
6.3.2.1 Anzahl der Ereignisse	69
6.3.2.2 Ausmaß der Ereignisse	79
6.3.2.3 Anteil der Starkniederschlagsmenge am Gesamtniederschlag	83
6.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse für weitere ausgesuchte Zeiträume	87
6.4 Ergebnisse der Regionalen Trendanalyse	87
7. Analyse der Großwetterlagen	92
7.1 Definition	92
7.2 Beobachtete Entwicklung der Großwetterlagen im europäischen Raum	93
7.3 Statistische Auswertungen für den Untersuchungsraum	98
7.3.1 Relative Häufigkeiten und Trends von Zirkulationsformen	98
7.3.2 Relative Häufigkeiten und Trends ausgesuchter Großwetterlagen	102
7.4 Zusammenfassung der Ergebnisse	104
8. Fazit und Ausblick	106
9. Literatur- und Quellenverzeichnis	111
10. Anhang	
11. Anlage	

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abbildung 1.1: Veränderung der globalen Mitteltemperatur 1860- 2000	1
Abbildung 1.2: Klimaentwicklung im Holozän	2
Abbildung 3.1: Untersuchungsgebiet	19
Abbildung 3.2: Lage der Messstationen	22
Abbildung 4.1: Beispiel eines nacherfassten Datenblattes - Station Wippra - Dezember 1892	24
Abbildung 4.2: Niederschlagsereignisse ≥ 10 mm in den Jahren 1912-1914 - Station Amesdorf -	27
Abbildung 4.3: Niederschlagsereignisse ≥ 60 mm im Zeitraum 1902-2002 - Station Annarode -	29
Abbildung 4.4: Abhängigkeit des linearen Trends des Niederschlages vom gewählten Zeitintervall	38
Abbildung 4.5: Untersuchungsintervalle	38
Abbildung 5.1: Niederschläge ≥ 10 mm vor 1901 an den Stationen Wiehe und Wippra – rot dargestellt entsprechende Erwähnung in historischen Zeitungen	43
Abbildung 6.1: Jahressummen des Niederschlages der Station Amesdorf 1891 – 2001 - 10-jährig geglättete Werte (GAUßsche Tiefpassfilterung) und langjähriger Mittelwert	45
Abbildung 6.2: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf das hydrologische Jahr	46
Abbildung 6.3: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr	47
Abbildung 6.4: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf hydrologische Quartale	48
Abbildung 6.5: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr) 1902-2000	51
Abbildung 6.6: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Halbjahre) 1902-2000	52
Abbildung 6.7: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Quartale) 1902-2000	53
Abbildung 6.8: Durchschnittliche Niederschlagsmenge bei einem Starknieder- schlagsereignis ≥ 10 mm für das Winter- und Sommerhalbjahr innerhalb des Zeitraumes 1902-2000 – Station Schraplau	54
Abbildung 6.9: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr) 1902-2000	54

Abbildung 6.10:	Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Halbjahre) 1902-2000	55
Abbildung 6.11:	Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Quartale) 1902-2000	56
Abbildung 6.12:	Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Halbjahre)	57
Abbildung 6.13:	Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 10 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Quartale)	58
Abbildung 6.14:	Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Jahr	61
Abbildung 6.15:	Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Winterhalbjahr	62
Abbildung 6.16:	Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Winterquartal	63
Abbildung 6.17:	Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Frühjahrsquartal	64
Abbildung 6.18:	Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Sommerhalbjahr	66
Abbildung 6.19:	Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Sommerquartal	67
Abbildung 6.20:	Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Herbstquartal	68
Abbildung 6.21:	Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)	70
Abbildung 6.22:	Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)	71
Abbildung 6.23:	Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterquartal)	72
Abbildung 6.24:	Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Frühjahrsquartal)	73
Abbildung 6.25:	Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)	76
Abbildung 6.26:	Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal)	77

Abbildung 6.27:	Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal)	78
Abbildung 6.28:	Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)	80
Abbildung 6.29:	Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)	81
Abbildung 6.30:	Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)	82
Abbildung 6.31:	Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommer- und Herbstquartal)	83
Abbildung 6.32:	Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse am Gesamtniederschlag ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)	85
Abbildung 6.33:	Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse am Gesamtniederschlag ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)	86
Abbildung 7.1:	Relative Häufigkeit von Zirkulationsformen in Mitteleuropa 1902-2000 im hydrologischen Winter- und Sommerhalbjahr	94
Abbildung 7.2:	Relative Häufigkeit von Zirkulationsformen bei Niederschlägen ≥ 10 mm (D=24h) für den Zeitraum 1902-2000; bezogen auf das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr	99
Abbildung 7.3:	Absolute Anzahl und relativer Trend von Zirkulationsformen bei Niederschlägen ≥ 10 mm (D=24h) für den Zeitraum 1902-2000; bezogen auf das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr	100
Abbildung 7.4:	Relative Häufigkeit von Zirkulationsformen bei Niederschlägen ≥ 10 mm (D=24h) für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf hydrologische Quartale	101
Abbildung 7.5:	Relative Häufigkeit von Großwetterlagen bei Niederschlägen ≥ 10 mm (D=24h) für das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr 1902-2000 - Station Schraplau -	102
Abbildung 7.6:	Absolute Anzahl und relativer Trend von Großwetterlagen bei Niederschlägen ≥ 10 mm (D=24h) für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr	103
Abbildung 7.7:	Absolute Anzahl und relativer Trend von Großwetterlagen bei Niederschlägen ≥ 10 mm (D=24h) für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf hydrologische Quartale	104

Verzeichnis der Tabellen

		Seite
Tabelle	1.1: Wahrscheinlichkeitslevel prognostizierter und beobachteter Veränderungen extremer Wetter- und Klimaereignisse	3
Tabelle	2.1: Niederschlagsarten nach ihrem Entstehungsprozess	7
Tabelle	2.2: Absoluter Trend der Niederschlagssummen (Flächenmittel Deutschland) für verschiedene Zeitintervalle und hydrologische Bezugszeiträume	13
Tabelle	2.3: Relative Trends von Anzahl und Ausmaß der Starkniederschlagstage in Deutschland	14
Tabelle	2.4: Typen klimageschichtlicher Daten	15
Tabelle	3.1: Verzeichnis der Niederschlagsstationen – rot gekennzeichnete Stationen: Tageswerte ≥ 100 Jahre	22/23
Tabelle	4.1: Auflistung der eigenständig nacherfassten Niederschlagsstationen	25
Tabelle	4.2: Definition für die Skala der Niederschlagsstärke (DWD)	28
Tabelle	4.3: Mindesthöhe und -intensität für Starkregen gemäß der Formel 4.1	28
Tabelle	4.4: Einflüsse auf die Messung des Niederschlages	30
Tabelle	4.5: Definition der Homogenitätsklassen	32
Tabelle	4.6: Ergebnisse der Homogenitätstests nach 1. und 2. Durchlauf (Auszug)	33
Tabelle	4.7: Homogenitätsklassen der verwendeten Stationen	34
Tabelle	4.8: Signifikanzgrenzen des Mann-Kendall-Trendtestwertes (Q-Wert)	37
Tabelle	4.9: Zeiträume – hydrologische Betrachtung	39
Tabelle	4.10: Bestand regionaler Zeitungen	40
Tabelle	4.11: Stationen mit täglichen Niederschlagsaufzeichnungen vor 1900	40
Tabelle	5.1: Niederschlagsstationen mit Tageswerten vor 1901 und regionale Tagezeitungen 1890-1900	41
Tabelle	5.2: Gegenüberstellung des gemessenen Niederschlages mit entsprechenden Zeitungsarchivdaten (Auszug)	42
Tabelle	6.1.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf hydrologische Zeiträume [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]	49
Tabelle	6.2: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf 12 Monate [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]	50
Tabelle	6.3: Anzahl der Niederschlagsstationen innerhalb unterschiedlicher Betrachtungszeiträume	59
Tabelle	6.4: Anzahl der Niederschlagsstationen innerhalb unterschiedlicher Betrachtungszeiträume	69
Tabelle	6.5: Zusammenfassung der Ergebnisse	88
Tabelle	7.1: Einteilung der Wetterlagen	92
Tabelle	7.2: Entwicklung der Großwetterlagen (GWL) innerhalb des Winter- und Sommerhalbjahres 1902-2000	95

Tabelle	7.3: Entwicklung der Großwetterlagen (GWL) innerhalb des Winterhalbjahres 1961-1990/1971-2000 (signifikante Veränderungen)	96
Tabelle	7.4: Entwicklung der Großwetterlagen (GWL) innerhalb des Sommerhalbjahres 1961-1990/1971-2000 (signifikante Veränderungen)	97

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Anh.	Anhang
Anl.	Anlage
Apr	April
Aug	August
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
CLINO	climate normals
Dez	Dezember
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (heute DWA)
DWD	Deutscher Wetterdienst
Feb	Februar
Frühj_ quar	Frühjahrsquartal
Früh_ qu	Frühjahrsquartal
ggf.	gegebenenfalls
GWL	Großwetterlage
h	homogen
Herb_ quar	Herbstquartal
Herb_ qu	Herbstquartal
Homog.-klasse	Homogenitätsklasse
hydrol.	hydrologisch
i	Intensität
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
Jan	Januar
Jh.	Jahrhundert
Jul	Juli
Jun	Juni
Kap.	Kapitel
Mär	März
mehrhtl.	mehrheitlich
min.	Minute
mm	Millimeter
mm/a	Millimeter/Jahr
mm/d	Millimeter/Tag
mm/min	Millimeter/Minute
mNN	Meter über Normal-Null
Nov	November
Nr.	Nummer
Okt	Oktober
r	Korrelationskoeffizient
R ²	Bestimmtheitsmaß
Sep	September
Som_ halbj	Sommerhalbjahr
Som_ hj	Sommerhalbjahr
Som_ quar	Sommerquartal
Som_ qu.	Sommerquartal
Std.	Stunde
Tab.	Tabelle
Temp.	Temperatur
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche

Win_halfj	Winterhalbjahr
Win_hj	Winterhalbjahr
Win_qu	Winterquartal
Win_quar	Winterquartal
WMO	World Meteorological Organization
z.B.	Zum Beispiel

Das Wasser ist ein freundliches Element für den, der damit bekannt ist und der es zu behandeln weiß.

Johann Wolfgang v. Goethe

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts wird sowohl in der Wissenschaft als auch der breiten Öffentlichkeit über einen möglichen Klimawandel und dessen Folgen diskutiert, wobei vor allem eine Frage im Mittelpunkt des Interesses steht: Hat sich das globale Klima bereits verändert? Aus heutiger Sicht kann ohne Zweifel festgestellt werden: Ja, das Klima unterliegt einem weltweiten Wandel, der regional unterschiedlich ausgeprägt sein kann.

Zahlreiche Untersuchungen belegen: Angestoßen durch eine Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes, verursacht durch die Erhöhung der atmosphärischen Konzentrationen von Treibhausgasen, ist die globale Mitteltemperatur, insbesondere in den letzten zwei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts, deutlich angestiegen (Abb. 1.1) (IPCC 2001, HANSEN et al. 1999, JONES et al. 1999, PETERSON et al. 1999).

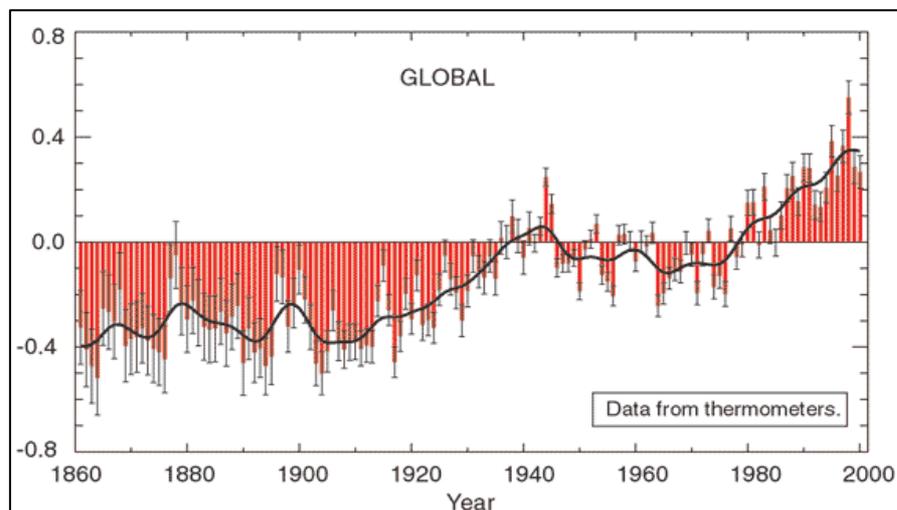


Abb. 1.1: Veränderung der globalen Mitteltemperatur 1860- 2000 (IPCC 2001)

Dabei sind **Klimaänderungen** keine Phänomene der jüngeren Geschichte. Vielmehr ist das Klimageschehen durch natürliche Schwankungen gekennzeichnet, die sowohl räumlich als auch zeitlich unterschiedlich ausgeprägt sein können (HOUGHTON et al. 2001, PFISTER 1999, HOUGHTON 1997, FRAKES et al. 1992 u.a.). Diesbezüglich traten in der Vergangenheit immer wieder Veränderungen auf, die über Zeiträume von Jahrzehnten, Jahrhunderten bis Jahrtausenden andauerten und auch die Entwicklung des Menschen maßgeblich beeinflusst haben (Abb. 1.2) (GRABL 1999).

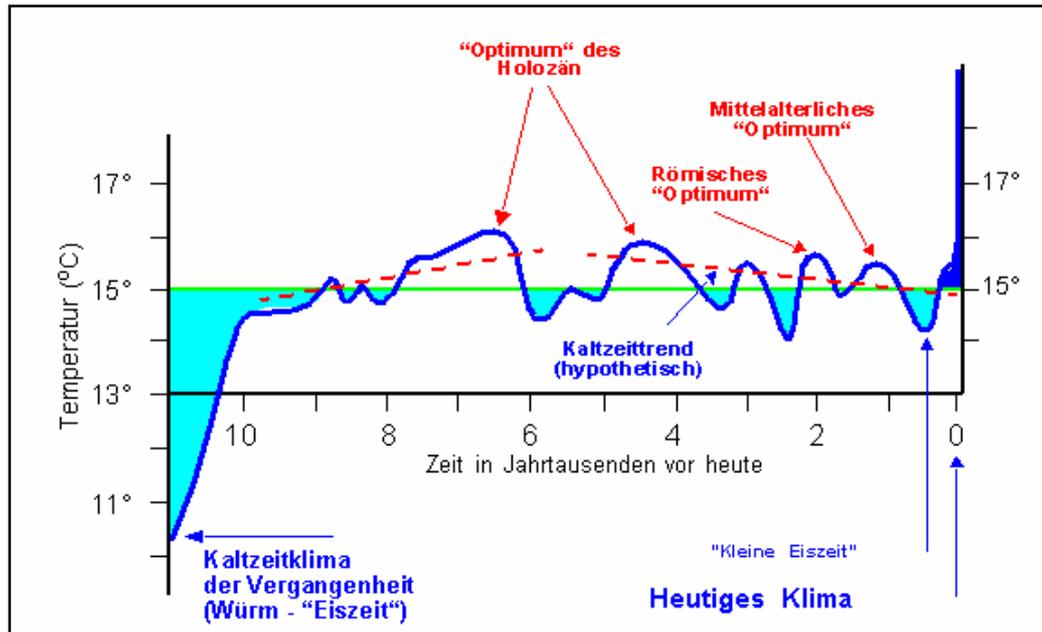


Abb. 1.2: Klimaentwicklung im Holozän (Quelle: nach SCHÖNWIESE 1995)

Die derzeitigen Veränderungen im Klimaregime, so ist sich die Mehrheit der Klimaforscher einig, unterscheiden sich hingegen von dieser natürlichen Wechselhaftigkeit (HOUGHTON et al. 2001, RAHMSTORF 2001, CUBASCH & KASANG 2000 u.a.). Noch nie zuvor in der Klimageschichte gab es einen derart raschen Wandel innerhalb weniger Jahrzehnte, der nicht zuletzt die Anpassung der ökologischen Systeme an die veränderten Rahmenbedingungen bedeutend schwieriger gestaltet.

Vorliegende Kenntnisse über den zeitlichen Verlauf einzelner Klimavariablen, wie Niederschlag und Temperatur, lassen bereits zum jetzigen Zeitpunkt die Folgen für unser Ökosystem sichtbar werden (MACKAY 2005, LOZÁN et al. 2001, RUDDIMAN 2001, JONES et al. 1999, MANN et al. 1999, v. STORCH 1999 u.a.). Neben der Veränderung des Niederschlagsregimes und der Zunahme von Trockenperioden, können auch ein Rückzug alpiner Gletscher sowie ein Flächenrückgang von Schnee- und Meereisbedeckungen auf der Nordhemisphäre beobachtet werden (IPCC 2001).

Diesen sich auf globaler Ebene vollziehenden Wandel nimmt die Gesellschaft als weniger bedrohlich wahr. Bedeutung erlangen hingegen die *lokalen Ausprägungen*, wie der Zuwachs von extremen Wetterereignissen (Tab. 1.1) (BERZ 2001, CLAUSSEN 2001, HOUGHTON et al. 2001, MÜNCHNER RÜCK 2001 u.a.). Sturm und Hochwasser, aber auch lang anhaltende Dürreperioden, wie sie im Sommer 2003 in Mitteleuropa auftraten, werden als Indizien für einen sich vollziehenden Klimawandel gewertet. Somit rücken, nicht zuletzt auf Grund einer fokussierten Berichterstattung, außergewöhnliche Ereignisse in den Mittelpunkt des Interesses und werfen in der

Öffentlichkeit die Frage auf, ob eine derartige Häufung, wie sie die jüngere Vergangenheit gezeigt hat, noch im Bereich der natürlichen Schwankungsbreite liegt.

Veränderungen	Wahrscheinlichkeitslevel prognostiziert (während des 21. Jh.)	Wahrscheinlichkeitslevel beobachtet (zweite Hälfte des 20. Jh.)
Höhere Maximumtemperaturen – mehr heiße Tage über nahezu allen Landgebieten	Sehr wahrscheinlich	Wahrscheinlich
Höhere Minimumtemperaturen – weniger kalte Tage und Frosttage über nahezu allen Landgebieten	Sehr wahrscheinlich	Sehr wahrscheinlich
Reduzierter Unterschied zwischen Tagesmaxima und -minima über den meisten Landgebieten	Sehr wahrscheinlich	Sehr wahrscheinlich
Höherer Hitze-Index über Landgebieten	Sehr wahrscheinlich über den meisten Gebieten	Wahrscheinlich über vielen Gebieten
Häufigere Starkregen	Sehr wahrscheinlich über den meisten Gebieten	Wahrscheinlich über vielen Landgebieten der mittleren und höheren Breiten der Nordhalbkugel
Zunahme kontinentaler Trockenheit und Dürreerisiken im Sommer	Wahrscheinlich über den meisten kontinentalen Gebieten der mittleren Breiten (Fehlen konsistenter Prognosen für andere Gebiete)	Wahrscheinlich über wenigen Gebieten
Zunahme der Windgeschwindigkeitsspitzen von Hurrikans	Wahrscheinlich über einigen Gebieten	In den wenigen vorliegenden Analysen nicht beobachtet
Zunahme der mittleren und extremen Niederschlagsstärken bei Hurrikans	Wahrscheinlich über einigen Gebieten	Zu wenige Daten für eine Beurteilung

Tab. 1.1: Wahrscheinlichkeitslevel prognostizierter und beobachteter Veränderungen extremer Wetter- und Klimaereignisse

(nach IPCC 2001)

Die Vielzahl vorliegender Datengrundlagen ermöglicht es, tatsächliche Veränderungen im Klimaregime nachzuweisen. So lässt sich bezüglich des *Niederschlags* eine ca. 1% Zunahme seit Beginn des 20. Jahrhunderts im globalen Maßstab feststellen. Dies trifft insbesondere auf die mittleren und höheren Breiten der Nordhalbkugel zu (RUDOLF et al. 2002, HOUGHTON et al. 2001, LOZÁN et al. 2001 u.a.). Demgegenüber sind große Teile des westlichen Mittelmeerraumes um ein Vielfaches trockener geworden (RUDOLF et al. 2002, SCHÖNWIESE 2002).

Auf regionaler Ebene kann für Deutschland eine signifikante Zunahme der Winterniederschläge und eine Veränderung der Sommerniederschläge nachgewiesen werden, wobei deutliche Unterschiede zwischen der feuchteren Westhälfte und der trockeneren Osthälfte Deutschlands festzustellen sind (RAPP & SCHÖNWIESE 1998). Unabhängig von der Entwicklung des mittleren Niederschlags wird auch eine Verstärkung des Ausmaßes von Niederschlagsereignissen erwartet, da, bedingt durch die Fähigkeit der Atmosphäre, vermehrt Wasserdampf aufzunehmen, ein größeres Potenzial für die Wahrscheinlichkeit intensiverer Niederschläge gegeben ist (MAY

at al. 2002, HOUGHTON et al. 2001, CUBASCH et al. 2000, GRABL 1999, FREI et al. 1998 u.a.). Dem Nachweis einer möglichen Häufigkeitszunahme derartiger Extreme kommt somit eine große Bedeutung zu.

Trotz erheblicher Fortschritte in der Klimamodellierung können gegenwärtig nur großräumige Entwicklungen nachgebildet werden. Aus diesem Grund sind regionale Aussagen auf Grundlage globaler Klimamodelle, nicht zuletzt hinsichtlich Ausmaß und Verteilung von Starkregenereignissen, mit großen Unsicherheiten verbunden (EDWARDS 2002, MOORE III et al. 2001).

Neben den Erkenntnissen zu Ursachen und Ausmaß künftiger Klimaänderungen stehen die **regionalen Folgewirkungen** dieses Prozesses im Mittelpunkt des Interesses. Im Gegensatz zu benachbarten Bundesländern (WECHSUNG et al. 2005, TLUG 2004, GERSTENGARBE et al. 2003, ENKE et al. 2001) muss für das Land Sachsen-Anhalt der derzeitige Kenntnisstand bezüglich regionaler Folgen globaler Klimaveränderungen als unzureichend bewertet werden (*Kap. 2.2*). Vor allem vor dem Hintergrund der klimatischen und naturräumlichen Rahmenbedingungen (*Kap. 3.1*) und der daraus resultierenden außerordentlich hoch eingeschätzten Vulnerabilität gegenüber dem aktuellen und zukünftigen Klimawandel (ZEBISCH et al. 2005) ist es zwingend erforderlich, in diesem Raum Untersuchungen zu Ursachen, Verlauf und Folgen bezüglich des Klimawandels voranzutreiben.

Dies gilt in verstärktem Maße für das **Mitteldeutsche Trockengebiet**, das, begründet durch die Regenschattenwirkung des Harzes, mit Jahresniederschlägen unter 500 mm eine der niederschlagsärmsten Regionen Mitteleuropas darstellt (HENDL & ENDLICHER 2003) (*Kap. 3.1*). Räumliche und saisonale Verschiebungen des Niederschlagsangebotes und eine Erhöhung der Verdunstungsraten aufgrund steigender Temperaturen hätten für den Wasserhaushalt des Untersuchungsgebietes weit reichende Folgen. Insbesondere in einem, bedingt durch die fruchtbaren Schwarzerdeböden, agrarisch sehr intensiv genutzten Raum, könnte sich die bereits heute angespannte Wasserhaushaltssituation weiter verschärfen (ZEBISCH et al. 2005). Darüber hinaus würde, begründet durch die hohe ackerbauliche Nutzung und die Substrateigenschaften des Lösses, eine Zunahme intensiver Niederschlagsereignisse das Gefährdungspotenzial für den Bodenabtrag weiter heraufsetzen. Diese durch Bodenerosion bedingten Sedimenteinträge in die Vorfluter stellen eine zusätzliche Beeinflussung des Gewässerzustandes dar und haben weit reichende Folgen für die Gewässergüte (FOHRER et al. 2003, SCHRÖDER et al. 1995).

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Um Kenntnisse über den sich gegenwärtig vollziehenden Klimawandel zu erhalten, ist es unverzichtbar, das Klimageschehen der Vergangenheit zu betrachten. Angesichts der für den Untersuchungsraum bisher nur in geringem Umfang durchgeführten Grundlagenforschung bezüglich regionaler Erscheinungsformen globaler Klimaänderungen (*Kap. 2.2*) und nicht zuletzt unter dem Gesichtspunkt der besonderen klimatischen und hydrologischen Verhältnisse des Mitteldeutschen Trockengebietes (*Kap. 3.1*) entstand die vorliegende Arbeit.

Als **primäres Ziel** rückt vor allem die statistische **Auswertung von Klimazeitreihen** und im Ergebnis dessen eine detaillierte Bestandsaufnahme des räumlich sowie zeitlich differenzierten Niederschlagsgeschehens, unter besonderer Berücksichtigung von Starkregenereignissen, in den Mittelpunkt des Interesses. Die Interpretation der Trends ist einerseits für wasserwirtschaftliche Fragestellungen als auch für Abschätzungen regionaler Folgewirkungen globaler Klimaänderungen von entscheidender Bedeutung.

Die räumliche Niederschlagsverteilung ist eng mit den horizontalen und vertikalen Luftbewegungen in der Atmosphäre verbunden. Tritt diesbezüglich ein Wandel ein, so muss auch mit Änderungen im Niederschlagsgeschehen gerechnet werden (FRICKE 2003). So bildet neben der Betrachtung der Niederschlagsverhältnisse das **Auswerten starkniederschlagsbedingender Wetterlagen** einen weiteren Schwerpunkt der Arbeit.

Die **Einbindung historischer Datenquellen** stellt einen zusätzlichen Analyseschritt im Rahmen der Erforschung vergangener Klimaentwicklungen dar. In der vorliegenden Arbeit werden dementsprechende Daten als eine Ergänzung zu „herkömmlichen“ Analyseverfahren (vgl. *Trendanalyse Kap. 6*) im Rahmen der Auswertung berücksichtigt. Anhand ausgewählter historischer Ereignisse sollen die Grenzen, aber auch die Möglichkeiten dieses Methodenansatzes aufgezeigt und diskutiert werden.

Die Umsetzung der eingangs formulierten Zielstellungen erfordert die Auswahl und Anwendung verschiedener Methoden, mit der Trendanalyse als wesentlichen Schwerpunkt. Die Trendanalyse setzt als zwingende Maßgabe eine weit zurückreichende, flächendeckende und homogene Ausgangsdatenbasis voraus. Daraus ableitend können folgende Arbeitsschritte festgehalten werden:

- Aufbereitung historischer Daten zur Rekonstruktion der Niederschlagsentwicklung, insbesondere von Starkniederschlagsereignissen, im Mitteldeutschen Trockengebiet vor Beginn der Aufzeichnung gemessener Daten
- Statistische Aufbereitung der gemessenen Niederschlagsdaten

- Analyse des Trendverhaltens von Jahres-, Monats- und Tagesniederschlägen auf Basis unterschiedlicher Betrachtungszeiträume und Untersuchungsintervalle
- Analyse des Trendverhaltens von Großwetterlagen zur regionalen Charakterisierung potentieller Zusammenhänge zwischen Wetterlagen und Starkregenereignissen

Auf der Grundlage der aufgeführten Arbeitsschritte lassen sich einige wesentliche Fragestellungen formulieren:

- Welche Auswirkungen auf das Niederschlagsgeschehen sind im Rahmen eines globalen Klimawandels im Mitteldeutschen Trockengebiet zu erwarten und welche Aussagen sind hinsichtlich regionaler Ausprägungen möglich?
- Treffen die Darstellungen zu den großräumig ermittelten Niederschlagstrends auf den Untersuchungsraum zu oder sind regionale Unterschiede nachweisbar?
- Sind Teilräume mit einem erhöhten Starkniederschlagsrisiko nachweisbar?
- Welchen Einfluss hat ein verändertes Wetterlagenverhalten auf das lokale Witterungsgeschehen?
- Welche Konsequenzen für zukünftige Entwicklungsvorhaben erwachsen aus den Ergebnissen für den Untersuchungsraum?

2. Stand der Forschung

2.1 Niederschlag - Grundlagen, Messung und Qualität der Daten

Der **Niederschlag**, nach der Definition des Deutschen Instituts für Normung (DIN 1996), „das Wasser der Atmosphäre, das nach Kondensation oder Sublimation von Wasserdampf in der Lufthülle ausgeschieden wird“, stellt die wichtigste Eingangsgröße für den Wasserhaushalt dar. Er ist zeitlich und räumlich extrem variabel und zudem ein wichtiger Faktor zur Bestimmung des lokalen Klimas. Zum Niederschlag zählen alle Kondensationsprodukte, die aus der Atmosphäre zum Boden gelangen (MANIAK 2004). Nach ihrem Entstehungsprozess können folgende **Niederschlagsarten** unterschieden werden:

Entstehungsprozess	Niederschlagsarten
Fallender Niederschlag	Regen, Schnee, Hagel, Graupel, Griesel
Abgesetzter Niederschlag	Tau, Reif
Abgefangener Niederschlag	Nebelniederschläge, Eisablagerungen

Tab. 2.1: Niederschlagsarten nach ihrem Entstehungsprozess (BAUMGARTNER & LIEBSCHER 1996)

Neben der Niederschlagsart können drei unterschiedliche **Niederschlagstypen** mit charakteristischer Dauer sowie Mengen- und Intensitätsverlauf beschrieben werden.

Konvektive Niederschläge werden verursacht durch das Aufsteigen erwärmter Luft in eine kältere, dichtere Umgebung. Die Ereignisse zeichnen sich durch relativ kurze Andauerzeiten mit begrenzter Flächenausdehnung und unterschiedlichen Intensitäten aus, deren Skala von leichten Schauern bis zu Starkregen und Wolkenbrüchen reicht. Charakteristisch sind das Auftreten von bevorzugten „Schauerstraßen“ und eine große räumliche Veränderlichkeit. Konvektive Niederschläge sind von besonderer Bedeutung, da sie hauptsächlich für die Feststoffumlagerung (Erosion) verantwortlich sind (BAUMGARTNER & LIEBSCHER 1996, DYCK & PESCHKE 1995).

Die **orographischen Niederschläge** werden auch als Stauniederschläge bezeichnet. Sie entstehen durch am Gebirge aufsteigende feuchte Luftmassen, die sich dabei langsam abkühlen und auf der Luvseite als Niederschlag ausfallen. Im Lee wird dadurch ein Niederschlagsdefizit erzeugt (BAUMGARTNER & LIEBSCHER 1996, DYCK & PESCHKE 1995).

Die **zyklonalen (oder auch advektiven) Niederschläge** sind an bestimmte Wetterfronten gebunden und können in Warmfront- und Kaltfrontniederschläge unterteilt werden. In Warmfronten gleitet feuchte Luft über die schwerere Kaltluft. Die sich daraus ergebenden ausgedehnten Niederschläge sind nicht sehr intensiv, können aber durch ihre lange Dauer sehr ergiebig sein. An der Kaltfront entstehen durch plötzliche Hebungsvorgänge kurze, aber intensive gewittrige Niederschläge (BAUMGARTNER & LIEBSCHER 1996, DYCK & PESCHKE 1995).

Niederschläge in fester oder flüssiger Form werden überwiegend konventionell mit Hilfe von *Messgeräten* erfasst, die mehr oder weniger gleichmäßig über die Fläche verteilt sind. Die ersten Niederschlagsmessungen wurden bereits in historischer Zeit durchgeführt. In Mitteleuropa kam Ende des 18. Jahrhunderts der Gedanke auf, ein lückenloses Stationsmessnetz zu installieren (RAPP & SCHÖNWIESE 1996). 1879 veranlasste G. HELLMANN, etwa 2000 Regenstationen in Norddeutschland zu errichten. Viele deutsche Stationen verwenden seit Beginn der Messungen (ab 1891) die noch heute gebräuchliche Konstruktion des *HELLMANN-Niederschlagssammlers*. Diesem Umstand ist es zu verdanken, dass Inhomogenitäten im Datensatz größtenteils nicht durch Veränderungen des Messgerätes bedingt sind (RAPP & SCHÖNWIESE 1996).

Das *Hauptproblem* der herkömmlichen *Messmethode* besteht in der punkthaften Registrierung der Niederschlagsdaten. Dabei ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass kurzzeitige kleinräumig begrenzte Starkregen nur zum Teil oder gar nicht erfasst werden. Dies trifft insbesondere auf konvektive Niederschläge zu, die in unseren Breiten vor allem im Sommer zu beobachten sind. So stellt SEUFFERT (2002) fest, dass die aus Bodendaten ermittelten Flächenniederschläge im Mittel um mindestens 80-100% von den tatsächlichen Niederschlägen abweichen. In diesem Zusammenhang wird die Radarmessung als weitaus genauere Methode zur Niederschlagserfassung genannt. Mit Hilfe des Radars ist es möglich, die Niederschlagssumme eines großen Gebietes flächendeckend und mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zu liefern. Dieses Verfahren wird in Mitteleuropa jedoch erst seit rund 30 Jahren verwendet (SEUFFERT 2004). So muss bei der Bearbeitung langer Zeitreihen (> 30 Jahre) auf herkömmlich erhobene Niederschlagswerte zurückgegriffen werden.

Bei konventionell gemessenen Niederschlagsdaten ist zusätzlich zu beachten, dass, trotz des einfachen Prinzips der Regenmessung und der Regeln zur Aufstellung der Messgeräte, *Fehler* als Folge technischer Defekte (Gerätefehler), nachlässig erhobener Daten (Beobachterfehler) oder äußerer Einflüsse (z.B. Wind) auftreten können. Neben dem Windeinfluss können Benetzungsverdunstung (5 bis 10%) und Verdunstung aus der Sammelkanne (bis zu 3%) zu fehlerhaften Werten führen. Dabei dominieren vor allem im Winter die Wind- (Auswehung von Schnee 15 bis 35%) und im Sommer die Benetzungs- und Verdunstungsfehler (MANIAK 2004, DYCK & PESCHKE 1995). Beim Berechnen von Trends sind sie jedoch vernachlässigbar. Eine rechnerische Korrektur des Messfehlers ist allerdings dann erforderlich, wenn der Wasserhaushalt prozessadäquat und fehlerarm quantifiziert werden muss (DYCK & PESCHKE 1995).

2.2 Langzeitverhalten des Niederschlages - Forschungsstand

Das Ansteigen der globalen Mitteltemperatur bewirkt einerseits eine Zunahme der Verdunstung und andererseits eine Erhöhung der Wasserdampfkapazität der Atmosphäre. Als Folge dieses Prozesses wird eine Intensivierung des hydrologischen Kreislaufes angenommen (TRENBERTH et al. 2003, CLAUSSEN 2001, HOUGHTON et al. 2001). Dabei ändert sich bei einem wärmeren Klima die Niederschlagshäufigkeit nur gering. Vielmehr steht für ein Ereignis mehr Wasserdampf zur Verfügung, so dass intensivere Niederschläge möglich sind (HOUGHTON et al. 2001, LOZÁN et al. 2001) (*Kap. 1.1*).

Beiträge zum **Themenfeld Niederschlag** und dessen langjährigem Trendverhalten sind überwiegend in Arbeiten zum allgemeinen Klimawandel integriert. Dabei werden insbesondere jahreszeitliche wie auch quantitative Modifikationen des Niederschlages untersucht. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist jedoch zwischen Trendberechnungen auf der Grundlage eines Klimamodells und der Auswertung absolut gemessener Daten zu unterscheiden. So sagen Klimamodellrechnungen für die Zukunft zwar eine Zunahme von extremen Ereignissen voraus. Regionale Vorhersagen sind aber aufgrund begrenzter Rechnerleistungen nur in geringem Umfang und mit deutlich begrenzter Auflösung möglich. Somit rücken Trends gemessener Niederschlagswerte in Hinblick auf die regionalen Auswirkungen des globalen Klimawandels in den Mittelpunkt des Interesses.

Betrachtet man in diesem Zusammenhang die **europäischen Nachbarländer**, so sind es vor allem die Alpenanrainerstaaten, die aufgrund ihrer naturräumlichen Lage die Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Klimafolgenforschung weiter intensivieren. Dabei ist es insbesondere die Zunahme von Schaden verursachenden Ereignissen, wie z.B. durch Starkniederschläge ausgelöste Murgänge, durch die ein Handlungsbedarf angezeigt wird. Zusätzlich bewirkt das Wegschmelzen des Gletscher- und Untergrundeises (Permafrost) eine Instabilität des hochalpinen Schuttmaterials, so dass sich bei größeren Niederschlagsereignissen lokal eine noch größere Zerstörungskraft entwickelt (ZEMP et al. 2006, KÄÄB et al. 2005). Für die Schweiz haben Trendanalysen des Niederschlages gezeigt, dass die winterliche Niederschlagsmenge in den letzten 100 Jahren um bis zu 30% angestiegen ist (WIDMANN & SCHÄR 1997). Bei den Tagesniederschlägen ist ein ähnlicher Trend festzustellen. So weisen FREI & SCHÄR (2001) in ihrer Arbeit nach, dass intensive Tagesniederschläge im Winter und im Herbst an den meisten Langzeitstationen des Mittellandes und des nördlichen Alpenrandes zugenommen haben. Bei den intensiven Sommerniederschlägen zeigen sich dagegen keine größeren Veränderungen.

Österreichische Wissenschaftler haben sich fachübergreifend in der Klimaforschungsinitiative „AustroClim“ zusammengeschlossen (<http://www.austroclim.at>). Seit 2002 setzen sie sich im Rahmen der Forschungsgemeinschaft interdisziplinär mit dem Klimawandel und seinen Auswirkungen auseinander.

Für das Gebiet der **Bundesrepublik Deutschland** liegen eine Vielzahl naturwissenschaftlicher Arbeiten zum Themenfeld Klimawandel vor, wenn auch teilweise mit sehr unterschiedlichen Ansätzen. Aus diesem Grund ist es mitunter schwierig, die Ergebnisse zu vergleichen. Als grundlegende Arbeit ist zunächst die Veröffentlichung von RAPP & SCHÖNWIESE (1996) anzuführen, die sich in ihrem „Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends“ der Erforschung möglicher Klimatrends in Deutschland zwischen 1891 und 1990 widmen, wobei Lufttemperatur und Gesamtniederschlag im Vordergrund der Untersuchung stehen. Die Arbeit stellt einen Beitrag zur Klimadiagnostik in Deutschland dar, ist allerdings für regionalklimatische Fragestellungen nur bedingt anwendbar (RAPP & SCHÖNWIESE 1996).

Ausführungen zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens von möglichen Starkregenereignissen enthält das KOSTRA Projekt - 2000 (Koordinierte – Starkniederschlags – Regionalisierungs - Auswertung) (BARTELS et al. 2005). Hierbei handelt es sich um eine Arbeit, die den KOSTRA - Atlas von 1997 (BARTELS et al. 1997) inhaltlich weiterführt, jedoch den bisherigen Auswertzeitraum 1951-1980 bis auf das Jahr 2000 hinaus erweitert. Im Ergebnis der Untersuchungen wurden Berechnungsgrundlagen über Eintrittswahrscheinlichkeiten von Starkniederschlagshöhen geschaffen, die u.a. für die Konzipierung wasserwirtschaftlicher Anlagen große Bedeutung besitzen. Anhand der neuen Auswertungen ist zudem für bestimmte Regionen Deutschlands der prognostizierte Wandel zu häufigeren Starkniederschlägen erkennbar.

Einen weiteren Beitrag zur regionalen Diagnostik liefert die Arbeit von SÁNCHEZ PENZO & RAPP (1997), die sich mit dem langfristigen Niederschlagsverhalten in Baden-Württemberg, auf Basis von Tages- und Monatssummen beschäftigt. Für den Untersuchungsraum erbrachte diese Arbeit wichtige Erkenntnisse hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Niederschlagsmengen und Extremniederschläge (SÁNCHEZ PENZO & RAPP 1997).

Außerdem sei an dieser Stelle das BayFORKLIM - Programm (BAYFORKLIM 1999) erwähnt. Ziel des 1999 beendeten Projektes war es, die regionalen Auswirkungen des Klimawandels für das Gebiet Bayerns aufzuzeigen. Das KLIWA-Projekt (KLIWA 2002), eine Untersuchung ausschließlich für die Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg, beschäftigt sich mit dem Langzeitverhalten von Starkniederschlägen innerhalb der Zeitintervalle 1931-1998/99 und 1901-1998/99. BECK & GRIESER (2003) betrachten in ihrer Untersuchung die Entwicklung der extremen Niederschläge seit 1900 auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Dabei ist einschränkend zu bemerken, dass lediglich 11 heterogen im Untersuchungsraum verteilte Messstationen in die Auswertung einfließen. Aus diesem Grund sind regionale Aussagen anhand der Ergebnisse als äußerst unsicher zu bewerten.

Die Auswahl unterschiedlicher Arbeiten zeigt, dass vor allem in den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg der Erforschung regionaler Folgewirkungen globaler Klimaänderungen eine hohe Bedeutung beigemessen wird. Fokussiert man hingegen auf den **östlichen Teil Deutschlands**, für den weitaus stärkere Folgen erwartet werden und er daher als äußerst vulne-

rabel gegenüber Klimaveränderungen einzuschätzen ist (ZEBISCH et al. 2005), so sind adäquate Untersuchungen bisher in einem weitaus geringerem Umfang durchgeführt wurden.

Für das Bundesland Sachsen kann an dieser Stelle die Arbeit von HÄNSEL et al. (2005) angeführt werden, in der extreme Niederschlagsereignisse und Trockenperioden für den Zeitraum 1934–2000 ausgewertet werden. Daneben liegt eine Klimaprognose vor, die sich auf eine Regionalisierung von globalen Klimamodellergebnissen stützt (ENKE et al. 2001). Eine weitere regional-klimatische Studie existiert für das Land Brandenburg, in der ebenfalls das so genannte „down-scaling“ – Prinzip zur Anwendung kommt. Im Rahmen dieser Arbeit werden zusätzlich auch langjährige Beobachtungsreihen statistisch so aufbereitet, dass sie Veränderungen in Form eines Szenariums wiedergeben (GERSTENGARBE et al. 2003). Beide Untersuchungen betrachten vor allem die zukünftige Entwicklung und beleuchten weniger das vergangene Klimageschehen. Außerdem werden keine weiterführenden Analysen zum Verhalten der Starkniederschläge durchgeführt, sondern nur allgemeine Aussagen getroffen, die aus der Entwicklung des saisonalen Niederschlages abgeleitet werden.

Für **Sachsen-Anhalt** fehlen indessen flächendeckende Untersuchungen zu den Erscheinungsformen und Folgewirkungen des Klimawandels, wie sie z.B. für die benachbarten Bundesländer Brandenburg, Sachsen oder Thüringen bereits vorliegen (SMUL 2005, WECHSUNG et al. 2005, TLUG 2004, ENKE et al. 2001). Dies ist gerade unter dem Gesichtspunkt der besonderen klimatischen und hydrologischen Verhältnisse und nicht zuletzt im Hinblick auf die intensive ackerbauliche Nutzung des Mitteldeutschen Trockengebietes (*Kap. 3.1*) außerordentlich bedenklich.

Aufgrund der genannten Besonderheiten des *Untersuchungsraumes* (*Kap. 3.1*) wurden Teilbereiche bereits häufig für geoökologische Fragestellungen gewählt. Zum klimatischen Themenfeld können u.a. die Arbeiten von DÖRING (2004) und DÖRING et al. (1995), MÜLLER et al. (2002, 1998) sowie WENDLING (2002) gerechnet werden. Statistische Betrachtungen von Niederschlagshäufigkeiten sind in den Arbeiten von FABIG (2000), SCHRÖDER (1982), und THOMAS (1980) zu finden, die jedoch für klimarelevante Aussagen aus Gründen des kurzen Betrachtungszeitraums nicht herangezogen werden können. Weiterhin seien die Untersuchungen von WURBS (2005) sowie KLAPPER (2000) erwähnt, die im Zuge einer Vielzahl von Arbeiten im Hinblick einer möglichen Wiederentstehung des Salzigen Sees, im Kern des Mitteldeutschen Trockengebietes gelegen, entstanden sind. Allerdings orientieren sich die genannten Projekte auf Teilbereiche des Mitteldeutschen Trockengebietes und sind demnach nur für den jeweiligen Ausschnitt des Untersuchungsraumes von Bedeutung.

Zusammenfassend lässt sich formulieren, dass Aussagen zu den Erscheinungsformen und regionalen Auswirkungen des globalen Klimawandels für das Bundesland Sachsen-Anhalt und speziell für das Mitteldeutsche Trockengebiet bisher nicht in ausreichendem Umfang möglich sind. Daraus ableitend kann ein großer Forschungsbedarf, insbesondere für diesen Teil Deutschlands angezeigt werden.

2.3 Beobachtete Trends in Deutschland - Forschungsstand

Die Niederschläge in Deutschland sind räumlich und saisonal sehr unterschiedlich entwickelt und teilweise starken Schwankungen unterworfen. Anhand der nachfolgenden Betrachtung soll ein Überblick über den innerjährlichen Verlauf und mögliche Umverteilungen gegeben werden. Anschließend werden zwei ausgewählte Untersuchungen zum Trendverhalten von Extremereignissen vorgestellt.

2.3.1 Gesamtniederschlag

Die Tabelle 2.2 (nach SCHÖNWIESE 2003a) veranschaulicht den absoluten Trend des Niederschlages auf Basis unterschiedlicher Intervalle und Beobachtungszeiträume. Der Blick auf die vergangenen 100 Jahre zeigt einen deutlichen Anstieg des **jährlichen Niederschlages** von 65,7 mm, der überwiegend auf den Zuwachs im Winterhalbjahr zurückzuführen ist.

Unterteilt nach **hydrologischen Quartalen** können steigende Trends für Frühling-, Sommer- und Winterquartal nachgewiesen werden, wobei der letztgenannte Zeitraum mit einer Zunahme von insgesamt 36,2 mm deutlich gegenüber den anderen Quartalen hervortritt. Im Herbstquartal ist im Gegensatz zu allen anderen Betrachtungsintervallen eine Abnahme zu verzeichnen, die sich vor allem aus dem Niederschlagsrückgang im August erklärt.

Bei der Bewertung des Winterniederschlages soll jedoch einschränkend darauf hingewiesen werden, dass die beachtlichen Zunahmen der Art der Niederschlagsmessung geschuldet sein könnten. Begründet durch die globale Temperaturerhöhung kommt es in den Wintermonaten zu einer Verminderung des Schneeanteils und damit zu einer Reduzierung des Messfehlers (Kap. 2.1). Der bedeutende Niederschlagszuwachs wäre somit nicht ausschließlich die Folge eines veränderten Niederschlagsverhaltens. Dieser Sachverhalt darf bei der Interpretation der Ergebnisse nicht unerwähnt bleiben.

Monat/Quartal/ Halbjahr	Absoluter Trend [mm] 1901-2000	Absoluter Trend [mm] 1961-1990	Absoluter Trend [mm] 1971-2000
Januar	6,2	20,3	4,2
Februar	8,7	6,0	31,0
März	16,0	16,4	28,2
April	-1,2	-10,7	-0,2
Mai	7,5	-18,2	-5,0
Juni	13,8	4,1	-11,8
Juli	-8,3	-3,5	21,5
August	-12,2	-22,3	0,6
September	2,7	14,7	22,4
Oktober	2,5	14,4	17,2
November	11,6	-2,4	-12,6
Dezember	18,4	14,3	19,3
Winterquartal	36,2	32,2	10,9
Frühjahrsquartal	23,5	11,7	59,0
Sommerquartal	13,0	-17,6	4,7
Herbstquartal	-7,0	6,8	40,2
Winterhalbjahr	59,7	43,9	69,9
Sommerhalbjahr	6,0	10,8	44,9
Jahr (gesamt)	65,7	33,1	114,8

Tab. 2.2: Absoluter Trend der Niederschlagssummen (Flächenmittel Deutschland) für verschiedene Zeitintervalle und hydrologische Bezugszeiträume

(SCHÖNWIESE 2003a, verändert)

Wählt man einen *kürzeren Messzeitraum*, wie z.B. die CLINO-Periode 1961-1990, lässt sich ein ähnliches Bild erkennen, d.h., ein auf das Jahr bezogener Zuwachs des Niederschlages, der sich vor allem im Winterhalbjahr zeigt. Betrachtet man einen um 10 Jahre versetzten Auswertzeitraum, ist eine weitaus höhere Zunahme des Gesamtniederschlags nachweisbar. Besonders auffällig ist die Entwicklung des Niederschlages für die Monate Juli, August und September, denn hier hat in den letzten 30 Jahren eine Trendumkehr bzw. positive Verstärkung eingesetzt. Möglicherweise kann das als ein Indiz für die Zunahme von Starkniederschlagsereignissen betrachtet werden. Diese Fragestellung wird in *Kapitel 6*, welches die Auswertung der Einzelergebnisse thematisiert, Gegenstand der Untersuchungen sein.

Aus den Ergebnissen lässt sich *zusammenfassend* ableiten, dass in den letzten 100 Jahren eine *deutliche Zunahme der Winterniederschläge* für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland zu verzeichnen ist. Die *Sommerniederschläge* waren dagegen *weniger starken Veränderungen* unterworfen. Eine Trendverstärkung zeigt sich insbesondere für die jüngste CLINO-Periode. In den folgenden Untersuchungen gilt es zu zeigen, ob die Aussagen zur großräumigen Niederschlagsentwicklung auf den Untersuchungsraum zutreffen oder ob regionale Unterschiede nachweisbar sind (vgl. *Kap. 6*).

2.3.2 Extremniederschlag

In der Arbeit von BECK & GRIESER (2003) werden *Extremniederschläge* in Deutschland ab dem Jahr 1901 eingehend untersucht. Wie bereits am Beispiel des Gesamtniederschlages festgestellt (Kap. 2.3.1), hat auch hinsichtlich der Starkniederschläge eine Trendverstärkung stattgefunden. Besonders ausgeprägt ist der *Extremwertezuwachs* innerhalb des *Winterhalbjahres* (Tab. 2.3). Aber auch während des hydrologischen *Sommerhalbjahres* sind *Anzahl und Menge* der untersuchten *Einzelereignisse angestiegen*. Dabei wurden innerhalb der jüngsten Periode 1961-2000 die stärksten Veränderungen beobachtet. Somit kommt diesem Zeitraum die größte Bedeutung zu.

	Relativer Trend [%] 1901-2000	Relativer Trend [%] 1921-2000	Relativer Trend [%] 1941-2000	Relativer Trend [%] 1961-2000
Stationsanzahl	11	11	54	54
Jahreszeit (hydrol.)	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr
Tage pro Jahr	25	24	13	13
Niederschlagsmenge	41	37	14	16
Jahreszeit (hydrol.)	Sommer	Sommer	Sommer	Sommer
Tage pro Jahr	17	13	9	19
Niederschlagsmenge	26	17	11	20
Jahreszeit (hydrol.)	Winter	Winter	Winter	Winter
Tage pro Jahr	46	40	31	25
Niederschlagsmenge	74	72	26	26

Tab. 2.3: Relative Trends von Anzahl und Ausmaß der Starkniederschlagstage in Deutschland

(BECK & GRIESER 2003; verändert)

Als weitere jahreszeitlich und regional differenzierte Untersuchung ist das *KOSTRA-90*-Projekt (BARTELS et al. 1997) und in seiner Weiterführung *KOSTRA 2000* (BARTELS et al. 2005) anzuführen. Für alle Zeitspannen (Jahr, Sommer, Winter) konnte eine Steigerung der Niederschlagshöhen nachgewiesen werden. Betrachtet man die räumliche Verteilung der Ergebnisse, zeigt sich, dass Trendverstärkungen vor allem vom Norden Baden-Württembergs bis zum Bayerischen Wald auftreten. Insgesamt wird festgestellt, dass speziell im Mittelgebirgsraum eine Starkniederschlagszunahme zu beobachten ist und sich dagegen in anderen Gebieten nur wenig verändert (BARTELS et al. 2005). Die nachfolgenden Betrachtungen sollen zeigen, ob im Mitteldeutschen Trockengebiet ähnliche Entwicklungen stattgefunden haben und ob möglicherweise räumliche Besonderheiten bestehen (Kap. 6).

2.4 Historische Daten

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um Aufschluss über Klimabedingungen der Vergangenheit zu erhalten. Instrumentelle Messungen reichen in unseren Breiten flächendeckend rund 120 Jahre weit zurück (*Kap. 2.1*) (RAPP & SCHÖNWIESE 1996). Für wenige Stationen existieren noch ältere Aufzeichnungen, die aber nicht durchgängig erfasst wurden. Das bedeutet, dass sich die derzeitigen Untersuchungen hinsichtlich der Veränderung unterschiedlicher Klimaparameter ausschließlich auf Daten der letzten rund 150 Jahre stützen. Für diesen Zeitraum wird jedoch bereits eine anthropogene Beeinflussung vermutet (PFISTER 1999).

Archive der Natur		Archive der Gesellschaft		
direkte Daten	<ul style="list-style-type: none"> - Messung von Klimaelementen - Beobachtungen von Wettererscheinungen 	historische Dokumente	Beschreibungen <ul style="list-style-type: none"> - Anomalien - Naturkatastrophen - tägliches Wetter - Witterungsverläufe 	Messdaten <ul style="list-style-type: none"> - Luftdruck - Temp. - Niederschlag - Pegel - Wasserstände - Eis - Schnee - Dauer der Schneedeckung
	organisch <ul style="list-style-type: none"> - Baumringe - Tier- und Pflanzenreste - fossiles Holz - Pollen, Sporen u.a. nicht organisch <ul style="list-style-type: none"> - Eisbohrkerne - terrestrische Sedimente - Seesedimente - Gletscherablagerungen u.a. 		<ul style="list-style-type: none"> - Blüte und Reifezeit - Erntetermine - Weinerträge - Zuckergehalt von Wein - religiöse Quellen - Bittprozessionen - Bildquellen, Karten - Inschriften 	

Tab. 2.4: Typen klimageschichtlicher Daten

(nach PFISTER 1999)

Möchte man wissen, wie sich das Klimasystem unter mehr oder weniger natürlichen Verhältnissen entwickelt hat, sind Aufzeichnungen aus vorindustrieller Zeit von entscheidender Bedeutung (BRADLEY & JONES 1992). Aus diesem Grund ist es sinnvoll, neben der Auswertung direkter Messungen unterschiedlicher Klimaparameter zusätzlich natürliche *Klimaarchive*, wie z.B. die Analyse von Eisbohrkernen, Baumringen oder terrestrischen Sedimenten (Proxydaten) heranzuziehen. Außerdem ist es möglich, *historische Klimaaufzeichnungen* als Datenquelle zu gebrauchen (Abb. 2.4) (GLASER 2001, PFISTER 1999).

Historische Dokumente und Aufzeichnungen aus Chroniken, die einen vergangenen Zeitraum von bis zu 1000 Jahren näher beleuchten, enthalten eine Vielzahl von klimarelevanten Angaben. Daneben können *Zeitungsberichte* Hinweise auf extreme Witterungsverläufe oder Naturkatastrophen liefern. Aber auch Wasserstandsaufzeichnungen und Vereisungshinweise von Flüssen und Seen sind ein wertvolles Indiz für den vergangenen Klimaverlauf. Zudem las-

sen Vermerke über Schneefall und -bedeckung, Ernteerträge (z.B. Getreide) und die Reifezeit verschiedener Pflanzen (z.B. Wein) noch heute Rückschlüsse über die Entwicklung der Jahreszeiten zu. Somit ist die Nutzung historischer Klimaaufzeichnungen neben der Auswertung gemessener Daten und berechneter Klimamodelle ein geeignetes Instrument, um Erkenntnisse über den Verlauf des Klimas in den letzten 1000 Jahren zu erhalten (GLASER et al. 2004, GLASER 2001, DAMM 2000, PFISTER 1999, LAMB 1995).

2.4.1 Qualität historischer Daten

Historische Daten als Grundlage statistischer Auswertungen sind *stets kritisch zu bewerten*, denn Klimabeobachtungen standen im Laufe von Jahrhunderten immer wieder unter dem Einfluss unterschiedlicher Geisteshaltungen und Erklärungsansätze. Damit wird deutlich, dass der Wahrheits- und Informationsgehalt der verwendeten Daten stark an die Persönlichkeit des Verfassers und den jeweiligen Zeitgeist der Erhebung gebunden ist. Hinzu kommen weitere Einflüsse auf inhaltliche Angaben historischer Quellen, die politisch motiviert sein können, wie z.B. Kriege oder bestimmte Machtverhältnisse. Dabei sind Übertreibungen, Verstellungen, Fehleinschätzungen und Fehldatierungen keine Seltenheit. Auch durch mehrmaliges Abschreiben und Überliefern alter Aufzeichnungen sind die in späterer Zeit entstandenen Chroniken teilweise sehr fehlerhaft. Aus diesem Grund sind die Angaben aus entsprechenden Quellen nur mit Einschränkungen verwend- und auswertbar (GLASER et al. 2004, GLASER 2001, DAMM 2000, PFISTER 1999, WITTE et al. 1995).

„Überprüfbar“ **Daten** liefern dagegen die Bestände verschiedener **Zeitungsarchive**, die vor allem ab Mitte des 19. Jahrhunderts für zahlreiche Regionen meist lückenlos vorliegen. Überprüfbar bedeutet in diesem Fall, dass die Zeitungsberichte mit gemessenen Werten verglichen werden können. Somit ist es möglich, den Wahrheitsgehalt der Aufzeichnung exakt zu bewerten. Nicht zuletzt der umfangreiche Datenbestand lässt ein Hinzuziehen der Tagespresse als zusätzliche Methode im Rahmen der Klimastatistik zunehmend an Bedeutung gewinnen. Dessen ungeachtet wird die Verwendung historischer Klimaaufzeichnungen als Datenquelle in den Geowissenschaften bis heute unterschätzt.

2.4.2 Sammlung und Interpretation historischer Daten - Forschungsstand

Verschiedene Autoren haben sich bereits mit der *Aufbereitung und Auswertung historischer Daten* beschäftigt. An erster Stelle sei in diesem Zusammenhang die WEIKINN – Edition (1958-2002) genannt, die eine umfassende Text- und Zitatensammlung historischer Witterungsangaben Mitteleuropas umfasst. Eine Auswertung der Daten im statistischen Sinne erfolgt jedoch nicht.

Zu den aktuellsten Forschungsbeiträgen auf dem Gebiet der *Historischen Klimatologie* gehören zweifelsohne die Arbeiten von PFISTER (1999) und GLASER (2001). Beide Autoren sind bestrebt, in ihren Ausführungen über die Ansammlung von Textbeiträgen hinauszugehen. Es wird versucht, die aufgezeichneten Quellen in Werte umzusetzen und anhand einer Zeitskala darzustellen und zu quantifizieren. Der regionale Schwerpunkt liegt bei PFISTER (1999) im Schweizer Alpenraum. GLASER (2001) hingegen betrachtet den gesamten mitteleuropäischen Raum. Zusätzlich hat er im Rahmen seiner Arbeiten sämtliche Quellentexte in einer Datenbank zusammengefasst. Durch den Aufbau der so genannten Historischen Klimadatenbank „HISKLID“, in der alle vorliegenden Quellen nach einer zeitlichen, räumlichen, quellenspezifischen und inhaltlichen Komponente strukturiert sind, ist es möglich, große Mengen an Daten für jeden einzelnen Nutzer zugänglich zu machen (GLASER 2001). Weiterhin seien an dieser Stelle beispielhaft die Untersuchungen von BRAZIDL et al. (1994), RODRIGO (1999) und ALCOFORADO et al. (1999) genannt, in denen die Niederschlagsverhältnisse für verschiedene Regionen Europas anhand von Dokumentendaten rekonstruiert wurden.

Ähnlich wie in den bereits vorgestellten Arbeiten sind auch WITTE et al. (1995) bestrebt, in ihrer Untersuchung die Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet anhand historisch hydrologischer Quellen (Hoch- und Niedrigwasserereignisse, Aufzeichnungen hinsichtlich der Vereisungszeiten von Flüssen und Seen u.a.) zu rekonstruieren. Dabei wird versucht, aus dem deskriptiven Quellenmaterial klimatologische und hydrologische Indexreihen auf monatlicher Grundlage vom Jahr 1000 bis zum durch instrumentelle Messungen dokumentierten Zeitraum abzuleiten.

DAMM (2000) greift in seiner Arbeit auf ein anderes Methodenspektrum zurück. Er verwendet historische Quellen nicht, um diese zur Erstellung einer Klimastatistik heranzuziehen, sondern er wertet die ermittelten witterungsgeschichtlichen Daten aus, um Hinweise auf Massenbewegungen zu erhalten.

Auch BORK et al. (1998), der die Landschaftsveränderungen in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen analysiert, gebraucht neben der Bodenansprache zusätzlich historische Quellen um die Landschaftsgenese nachzuvollziehen. Somit stellt auch bei der Rekonstruktion von Bodenveränderungen die Verwendung witterungsgeschichtlicher Informationen eine geeignete

Ergänzung zu den herkömmlichen Verfahren der Feldarbeit, Auswertung von Luftbildern und dendrochronologischen Untersuchungen dar.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist die Auswertung historischer Datenquellen als eine Ergänzung zu „herkömmlichen“ Analyseverfahren (vgl. *Trendanalyse Kap. 6*) vergangener Klimaentwicklungen anzusehen. Darüber hinaus sollen die Grenzen, aber auch die Möglichkeiten dieses Methodenansatzes aufgezeigt und diskutiert werden.

3. Untersuchungsgebiet

3.1 Kurzbeschreibung des Untersuchungsraumes

Räumliche Einordnung

Das Mitteldeutsche Trockengebiet ist, bis auf einen flächenmäßig kleinen Bereich im Südwesten, administrativ dem Bundesland Sachsen-Anhalt zuzuordnen. Zur Abgrenzung des Untersuchungsraumes wurde die 500 mm - Niederschlagsisohyete (langjähriges jährliches Mittel 1970-2000) gewählt (Abb. 3.1). Folgende **Landschaftseinheiten** haben Anteil am betrachteten Gebiet (nach MUN LSA 1994):

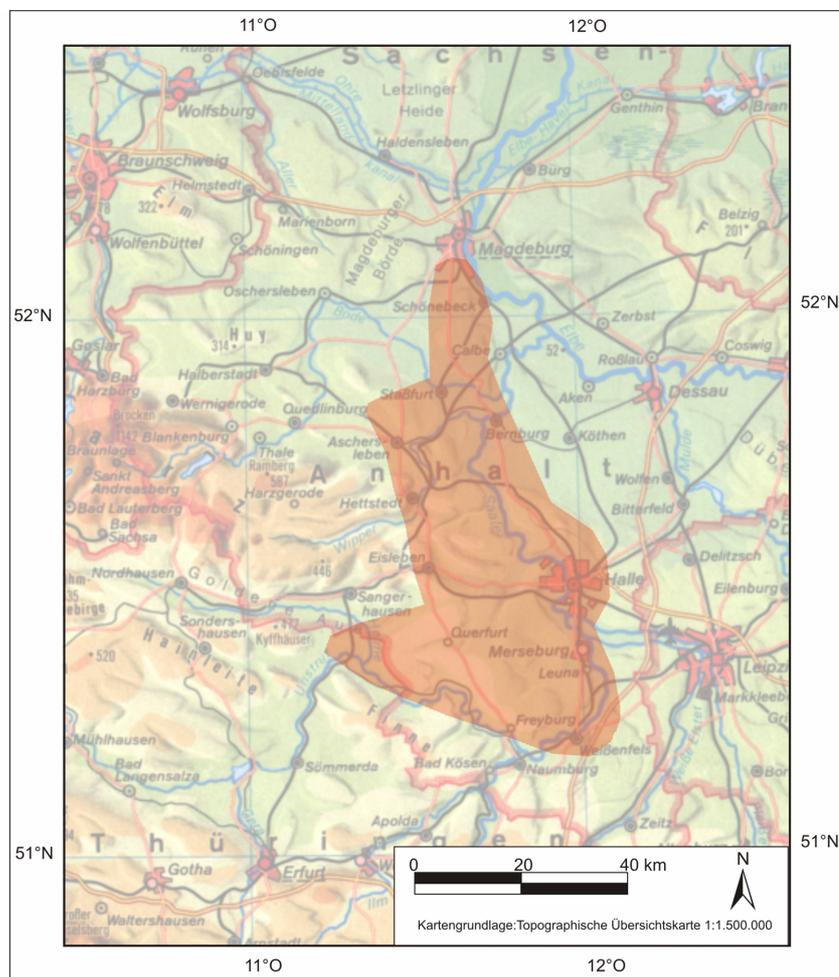


Abb. 3.1: Untersuchungsgebiet

Der Norden umfasst Teile der *Magdeburger Börde*, die hauptsächlich ackerbaulich genutzt werden und überwiegend durch landschaftliche Gleichförmigkeit charakterisiert sind. Im Südosten schließen sich das durch ähnliche Nutzungs- und Landschaftseigenschaften geprägte *Köthener Ackerland* und nachfolgend das *Hallesche Ackerland* an. Südlich der *Magdeburger Börde*, getrennt durch das *Untere Bodetal*, folgt das *Nordöstliche Harzvorland*, ebenfalls weit-

räumig durch eine waldfreie Ackerlandschaft geprägt. Daran angrenzend findet sich das *Östliche Harzvorland*, dessen tief eingeschnittene Täler im Bereich des Süßen Sees, Wein- und Obstgärten sowie Halden des Kupferschieferbergbaus landschaftsbestimmend sind. Es ist die größte Einheit des betrachteten Raumes. Nordöstlich wird dieser Bereich durch das *Untere Saaletal* begrenzt (MUN LSA 1994). Das südliche Untersuchungsgebiet ist Teil der hauptsächlich durch Landwirtschaft geprägten *Querfurter Platte*. Im südwestlichen Untersuchungsraum schließt sich das durch Waldflächen und Schichtstufenbereiche bestimmte *Helme-Unstrut-Schichtstufenland* an. Der nördlich daran angrenzende stärker reliefierte *Unterharz* hat ebenfalls einen geringen Anteil am Untersuchungsgebiet (MUN LSA 1994).

Klima

Charakteristisches Merkmal für das Klima des Mitteldeutschen Trockengebietes sind die durch die Lee-Wirkung des Harzes hervorgerufenen geringen *Niederschläge*. Die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen liegen zwischen 450 mm im Gebiet der Mansfelder Seen, dem Kern des Mitteldeutschen Trockengebietes, und 500 mm in den Randbereichen, so dass der gesamte Untersuchungsraum als niederschlagsbenachteiligt zu bezeichnen ist (HENDL & ENDLICHER 2003). In sehr trockenen Jahren können im östlichen Harzvorland nur 230 bis 300 mm Niederschlag erreicht werden, was zumindest vorübergehend zu ariden Bedingungen in diesen Gebieten führen kann (DÖRING et al. 1995). Treten zusätzlich sehr trockene Jahre in rascher Abfolge auf, so können sich die entsprechenden Auswirkungen noch verstärken.

Hinsichtlich der jahreszeitlichen *Niederschlagsverteilung* ist ein kontinentaler Einfluss prägend, der ein Niederschlagsmaximum in den Sommermonaten und ein Minimum in den Monaten Februar und März bewirkt (DÖRING et al. 1995). Charakteristisch für die Sommermonate sind konvektive Ereignisse und ein damit verbundener hoher Anteil erosionsgefährdender Niederschläge (SCHRÖDER 1985).

Das Untersuchungsgebiet wird im Wesentlichen von *Großwetterlagen* beeinflusst, die zu sehr warmen Sommern und milden Wintern führen. Die *Jahresmitteltemperatur* erreicht durchschnittlich 8,4 °C bis 9,9 °C, dabei treten jedoch Werte über 9 °C nur in der Nähe des Saaletales auf (DÖRING et al. 1995). Der wärmste Monat ist der Juli mit durchschnittlich 17,8 °C und der kälteste mit 0 °C der Januar (WENDLING 2002). Das Mansfelder Seengebiet ist klimatisch begünstigt, da durch die Temperatur ausgleichende Wirkung der Standgewässer im Frühjahr nur sehr selten Spätfröste auftreten.

Böden

Auf dem wichtigsten **bodenbildenden Substrat** im Untersuchungsraum, dem weichselzeitlichem **Löss**, sind Böden entwickelt, die zum größten Teil dem Typ der echten oder degradierten *Schwarzerde* zuzurechnen sind. Die *Löss-Schwarzerden*, die durch eine tiefe Bearbeitbarkeit, ein hohes Wasserspeichungsvermögen und eine günstige Nährstoffbilanz charakterisiert sind, zählen zu den fruchtbarsten Böden Deutschlands und werden dementsprechend ackerbaulich genutzt. Durch Bodenerosion oder – degradation sind zudem *Löss-Parabraunerden* und *Löss-Pararendzinen* entwickelt. Daneben haben sich *Löss-Griserden*, *Löss-Fahlerden* (Ziegelrodaer Plateauhügelland), *Berglehm-Braunerden* und *-Staugleye* sowie *Gleye* und *Kalklehm-Rendzinen* in den Tallagen und im Seebecken des ehemaligen Salzigen Sees herausgebildet (GLA LSA 1999).

Hydrologie

Der gesamte Untersuchungsraum ist gesteinsbedingt und klimatisch, insbesondere durch die ausgesprochene Niederschlagsarmut, als **äußerst abflussschwach** zu bewerten. Zeitweise kann es auch zum Trockenfallen kleinerer Gewässer kommen. Andererseits können sommerliche Starkregen kurzfristige Hochwasserereignisse bewirken, was eine hohe innerjährliche Abflussvariabilität zur Folge hat (BUSSKAMP & SCHMIDT 2003, STAU 2001).

Insgesamt ist die Landschaft arm an Stand- und Fließgewässern. Vielfach ließ das Relief nur Kleinstwasserläufe entstehen. Die wesentlichen Zuflüsse, die das Untersuchungsgebiet berühren, sind *Saale*, *Unstrut*, *Querne/Weida*, *Wipper*, *Salza* und *Bode*. Größere Standgewässer sind der *Süße See* im Zentrum des Mitteldeutschen Trockengebietes und der durch die Flutung eines ehemaligen Tagebaus entstandene *Geiseltalsee*.

3.2 Auswahl der Niederschlagsstationen

Um eine ausreichende Qualität der Daten zu gewährleisten, standen als Ausgangsbasis für die im Rahmen der Arbeit durchgeführten Untersuchungen insgesamt 51 Messstationen des Stationsmessnetzes des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung (Abb. 3.2). Neben der geographischen Lage und Höhe jeder Messstation enthält die Tabelle 3.1 zusätzlich Angaben über den vorliegenden Zeitraum der täglichen sowie monatlichen Niederschlagszeitreihen. Vorhandene Datenlücken sind in dieser Aufstellung nicht berücksichtigt, werden jedoch im Anhang (Tabelle 1-5 Anh.) aufgeführt.

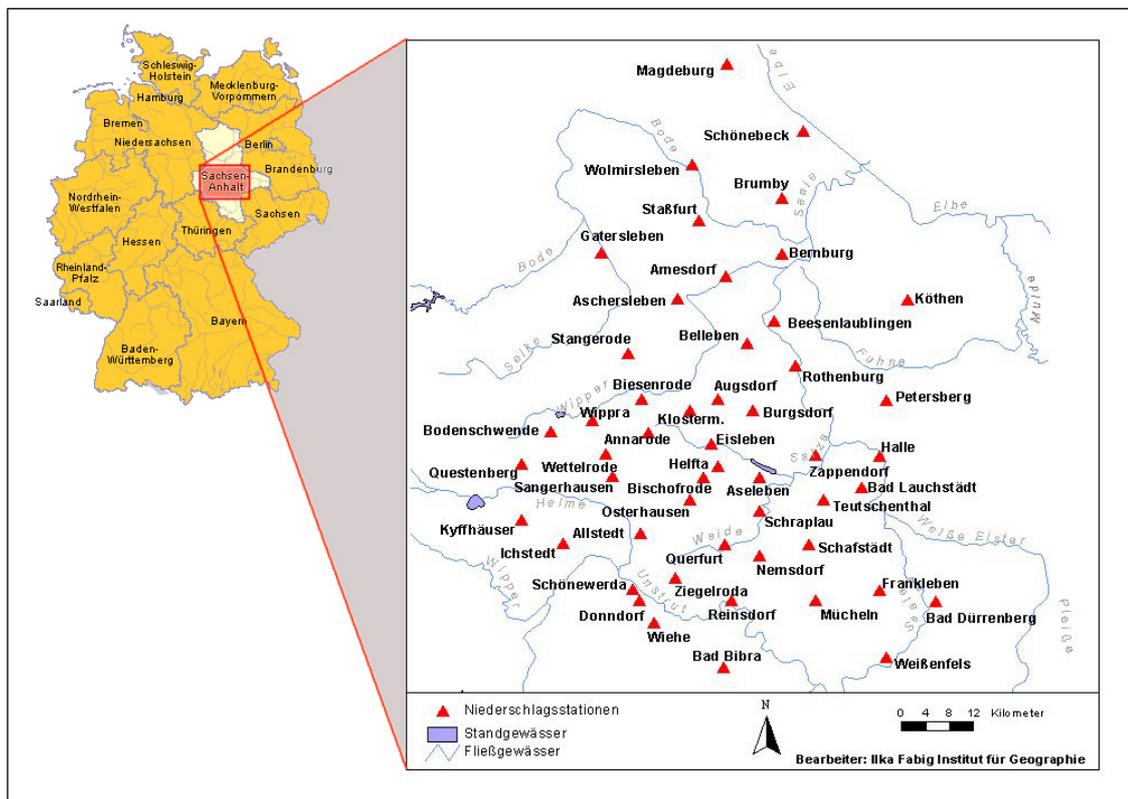


Abb. 3.2: Lage der Messstationen

Für die weitere Verwendung der Messwerte stellt die zeitlich inhomogene Datenbasis ein großes Problem dar. Dabei zeigt sich, dass vor allem Stationen mit sehr langen Tagesreihen nur in begrenzter Anzahl vorhanden sind. Erwartungsgemäß kann ab den 60-er und 70-er Jahren des 20. Jahrhunderts auf deutlich mehr Stationszeitreihen zurückgegriffen werden, was sich zum einen darin begründet, dass das Messnetz zu Beginn der amtlichen Messungen weniger dicht war als heute. Auf der anderen Seite haben die Verluste von Datenblättern in Kriegs- sowie Nachkriegszeiten (überwiegend 2. Weltkrieg) den Bestand auswertbarer Niederschlagsmessreihen weiter dezimiert, so dass für die nachfolgenden Analysen, vor allem bei langen Tagesniederschlagsreihen, die Stationsdichte im Untersuchungsraum weniger groß ist.

Station	Nr.	Lage der Stationen		Höhe in m NN	Tageswerte	Monatswerte
Allstedt	1	4457090.12	5696181.83	140	01/1969-06/2001	08/1934-06/2001
Amesdorf-Warmsdorf	2	4471249.79	5738728.12	96	01/1908-02/1945 01/1969-06/2001	01/1891-06/2001
Annarode	3	4458386.55	5712858.69	321	01/1902-11/2002	01/1902-11/2002
Aschersleben	4	4463172.66	5735072.25	105	05/1897-11/2002	05/1897-11/2002
Aseleben	5	4476847.58	5705324.39	100	07/1948-12/2001	07/1948-12/2001
Augsdorf	6	4469978.74	5718339.35	190	01/1969-06/2001	01/1952-06/2001
Bad Bibra	7	4470880.50	5673835.61	170	09/1945-06/2001	01/1891-06/2001
Bad Dürrenberg	8	4505811.29	5684880.43	103	01/1969-11/2002	01/1901-11/2002

Station	Nr.	Lage der Stationen		Höhe in m NN	Tageswerte	Monatswerte
Bad Lauchstädt	9	4491881.88	5696007.82	119	01/1969-06/2001	02/1891-06/2001
Beesenlaublingen	10	4479269.33	5731271.93	68	01/1969-12/1998	01/1925-12/1998
Belleben	11	4474643.90	5727584.69	120	01/1969-06/2001	01/1891-06/2001
Bernburg-Zepzig	12	4480464.24	5742392.31	81	01/1951-06/2001	01/1951-06/2001
Biesenrode	13	4457277.53	5718430.56	210	01/1969-06/2001	01/1965-06/2001
Bischofrode	14	4467586.65	5705374.97	275	01/1969-06/2001	09/1914-06/2001
Bodenschwende	15	4442203.77	5713017.23	410	01/1951-06/1998	04/1936-06/1998
Brumby	16	4480500.30	5751663.28	70	01/1951-11/2002	01/1949-11/2002
Burgsdorf	17	4475743.17	5716454.32	200	01/1969-06/2001	01/1923-06/2001
Donndorf	18	4456996.62	5685057.74	115	01/1969-06/2001	01/1965-06/2001
Eisleben	19	4468778.45	5710929.95	125	01/1947-12/1966 01/1979-05/2001	01/1891-12/1966 01/1973-05/2001
Frankleben	20	4496514.49	5686732.34	103	01/1969-06/2001	04/1953-06/2001
Gatersleben	21	4450586.29	5742597.27	110	01/1951-11/1998	01/1947-12/1998
Halle	22	4496529.66	5708981.05	96	01/1900-12/2000	01/1891-12/2000
Helfta	23	4469912.85	5773214.82	146	01/1947-12/1966 01/1979-05/2001	01/1947-05/2001
Ichstedt	24	4444313.07	5694451.07	138	01/1969-12/1990	01/1929-12/1990
Klostermansfeld	25	4465347.43	5716514.73	230	03/1904-06/2001	01/1891-06/2001
Köthen	26	4501150.90	5734937.80	76	01/1969-11/2002	01/1901-11/2002
Kyffhäuser	27	4437397.84	5698239.77	402	01/1970-08/1998	01/1951-08/1998
Magdeburg	28	4471451.52	5773958.17	76	01/1947-12/2002	01/1901-12/2002
Mücheln	29	4486052.90	5684896.13	165	05/1947-11/2002	01/1891-11/2002
Nemsdorf-Göhrendorf	30	4476788.55	5692346.00	183	01/1969-06/2001	01/1953-06/2001
Osterhausen	31	4465246.11	5701682.14	163	01/1947-11/2002	06/1902-11/2002
Petersberg-Drehlitz	32	4497690.67	5718250.91	125	01/1969-06/2001	01/1938-06/2001
Querfurt	33	4470996.24	5694229.71	190	01/1969-06/2001	01/1891-06/2001
Questenberg	34	4437511.74	5707509.88	290	06/1902-11/2002	06/1902-11/2002
Reinsdorf	35	4472105.85	5684953.12	118	02/1916-11/2002	01/1916-11/2002
Rothenburg	36	4482699.05	5723842.36	85	12/1893-06/2001	11/1893-06/2001
Sangerhausen	37	4452537.72	5705493.14	179	01/1951-11/2002	01/1891- 11/2002
Schafstädt	38	4484918.02	5694169.59	153	01/1969-06/2001	07/1897-06/2001
Schönebeck	39	4483977.10	5762776.42	52	01/1969-12/2000	01/1901-12/2000
Schönewerda	40	4455850.37	5686921.64	119	01/1951-11/2002	01/1891-11/2002
Schraplau	41	4476822.27	5699762.19	135	06/1897-11/2002	06/1897-11/2002
Stangerode	42	4455034.20	5725866.97	210	01/1946-06/2001	07/1911-06/2001
Staßfurt	43	4466711.26	5748027.37	67	01/1969-12/2000	01/1952-12/2000
Teutschenthal	44	4487256.87	5701579.49	102	01/1969-06/2001	09/1914-06/2001
Weißenfels	45	4497671.30	5675607.60	115	01/1972-11/2002	01/1901-11/2002
Wettelrode	46	4451415.58	5709212.10	295	01/1969-06/2001	01/1963-06/2001
Wiehe	47	4459291.65	5681330.75	143	06/1890-02/1945 01/1969-06/2001	06/1890-06/2001
Wippra	48	4449157.81	5714797.03	258	07/1890-02/1945	07/1890-12/1997
Wolmirsleben	49	4465627.05	5757306.11	70	01/1951-11/2002	01/1901-11/2002
Zappendorf	50	4486118.66	5708998.83	70	01/1969-06/2001	01/1932-06/2001
Ziegelroda	51	4462834.79	5688720.24	263	01/1946-11/2002	01/1922-11/2002

Tab. 3.1: Verzeichnis der Niederschlagsstationen – rot gekennzeichnete Stationen: Tageswerte ≥ 100 Jahre

4. Methodik

4.1 Verfügbarkeit von Niederschlagsdaten

Für die im Rahmen der Arbeit geplanten Untersuchungen sind Daten hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung zwingend notwendig. Um eine ausreichende Qualität gewährleisten zu können, basieren die nachfolgenden Berechnungen ausschließlich auf Daten des Stationsmessnetzes des Deutschen Wetterdienstes (DWD), welches mit Messgeräten nach HELLMANN instrumentiert ist.

Die zu Beginn der Arbeit angestrebte *Datenbasis von 100 Jahren* schien nach anfänglicher Rechercharbeit nicht realisierbar. Beim DWD liegen Tageswerte für den Mitteldeutschen Raum flächendeckend erst ab 1969 (vereinzelt bereits ab 1951) digital vor. Diese für klimastatistische Auswertungen unbefriedigende Datensituation verbesserte sich erst nach umfangreichen Nachforschungen beim Deutschen Wetterdienst in Potsdam sowie in Offenbach.

Station: <i>Wippra</i>		Kreis: <i>Mansf. Gebirgs.</i>		Monat: <i>December</i>		1892	
Messhöhe: <i>215</i> m. Höhe d. Regenmessers über d. Erdboden: <i>11</i> m. Zeitpunkt der Messung: <i>7 a.</i>							
Da- tum	Höhe mm	Form und Zeit	Da- tum	Höhe mm	Form und Zeit	Da- tum	Höhe mm
1	0,1	X ⁿ 1/2 ap	11		X ⁿ 1/2 ap	21	0,9
2	7,9	X ⁿ 1/2 ap	12	2,5		22	V X a
3		V ⁿ	13			23	0,1 V
4	0,6	na	14			24	V
5	3,4		15		1/2 ap	25	V
6	0,9	X ⁿ	16	3,0	1/2 ap	26	V
7	0,7	X ⁿ ap	17			27	V
8	1,3	X ⁿ V	18			28	V
9			19	0,1	1/2 ap	29	V
10	0,8	X ⁿ	20		1/2 ap	30	0,3 X ⁿ V X a p
Sa. <i>16,2</i>		Abkürzungen und Zeichen:		Sa. <i>5,6</i>		Zahl der Tage mit:	
a = Vormittg. p = Nachmittg. n = Nacht.		Schnee (X) <i>10</i>		4,4		Sa. <i>4,4</i>	
☉ Regen X Schnee ▲ Hagel △ Graupel		Hagel (▲) <i>2</i>				Grösste Höhe in 24 Std. gemess. am <i>2</i>	
☁ Tau — Reif ✓ Raufrost ☁ Nebel		Graupel (△) <i>2</i>				Zahl der Tage mit mehr als 0,2 mm Niederschlag <i>13</i>	
⚡ Nah-Gewitter Fern-Gew. ☁ Wetterleuchten ⚡ Sturm ∞ Höhenrauch		Nebel (≡) <i>1</i>					
☉ n. ⚡ 11 ^a - 2 1/2 P, X ² 6 - 7 P.		Gewitter (⚡) <i>2</i>					
		Unterschrift: <i>Amboldt</i>					

Abb. 4.1: Beispiel eines nacherfassten Datenblattes - Station Wippra - Dezember 1892

Im Archiv des DWD in Offenbach konnten schließlich für insgesamt 17 Stationen (Tab. 4.1) *historische Niederschlagsaufzeichnungen*, welche in Form von Post- oder Karteikarten vorlagen (Abb. 4.1), sichergestellt werden. Diese Daten wurden anschließend in der Abteilung Hydrometeorologie des Deutschen Wetterdienstes (Außenstelle Berlin) eigenständig erfasst und für weitere Berechnungen aufbereitet. Insgesamt eine sehr zeitaufwendige und mühevoll Arbeit, da für jede Station eine große Datenmenge (z.B. 80 Jahre für die Station Rothenburg) aufgearbeitet werden musste (Tab. 4.1).

Durch die Einarbeitung der zusätzlichen Werte verbesserte sich die Datensituation erheblich. Doch bereits während der Erfassung zeigte sich der größte Mangel alter Klimaaf-

zeichnungen - die unterschiedliche Sorgfalt bei der Datenerhebung. Kam es an einer Station zu einem Beobachterwechsel, so ließ sich das häufig auch an der Form des Datenblattes erkennen, dessen Qualität erheblich vom Beispieldatenblatt (Abb. 4.1) abweichen konnte.

Station	Zeitraum	Station	Zeitraum
Amesdorf-Warmsdorf	01/1908-02/1945	Questenberg	06/1902-12/1968
Annarode	01/1902-12/1950	Reinsdorf	02/1916-12/1968
Aschersleben	05/1897-12/1950	Rothenburg	12/1893-12/1968
Aseleben	07/1948-12/1968	Schraplau	06/1897-12/1950
Bad Bibra	09/1945-12/1950	Stangerode	01/1946-12/1950
Klostermansfeld	03/1904-12/1950	Wiehe	06/1890-02/1945
Magdeburg	01/1947-12/1950	Wippra	07/1890-02/1945
Mücheln	05/1947-12/1950	Ziegelroda	01/1946-12/1950
Osterhausen	01/1947-12/1968		

Tab. 4.1: Auflistung der eigenständig nacherfassten Niederschlagsstationen

Die Werte wurden jedoch zunächst ohne weitere Prüfung erfasst. Eine abschließende Beurteilung der Qualität der Niederschlagsdaten erfolgte im Anschluss mit Hilfe statistischer Methoden (Kap. 4.2) und der darauf folgenden Homogenitätsanalyse, auf die im Kapitel 4.4 näher eingegangen wird.

4.2 Datenaufbereitung und Datenergänzung

Beschäftigt man sich intensiv mit der statistischen Bearbeitung von langen Beobachtungsreihen, so wird man feststellen, dass wirklich homogene Zeitreihen von großer Seltenheit sind. Eine hohe Qualität der Ausgangsdaten sichert jedoch eine dementsprechend hohe Güte der Ergebnisse der sich anschließenden klimastatistischen Auswertung. Aus diesem Grund muss vor allen weiteren Schritten die **Sicherstellung der Datenqualität** stehen, die oft sehr zeitintensiv sein kann.

Die **Tageswerte** wurden zunächst mittels visueller Kontrolle auf Vollständigkeit und nachfolgend auf fehlerhafte Einzelwerte (Ausreißer) überprüft. Zur Ergänzung der fehlenden Werte bzw. identifizierten „Ausreißer“ wurden ausschließlich Meteorologische Jahrbücher des DWD herangezogen. Konnten fehlende Daten nicht durch korrekte Werte ersetzt werden, blieben die täglichen Niederschlagsreihen für die nachfolgenden Untersuchungen lückenhaft.

Für die Ergänzung der **Monatswerte** wurden entsprechend der Überprüfung der Tagesdaten zunächst Meteorologische Jahrbücher genutzt. Nach Ausschöpfung dieser Quellen kamen anschließend statistische Methoden zur Anwendung. Hierbei kann man zwischen verschiedenen

Ansätzen wählen, die jeweils unterschiedliche Aspekte bei der Berechnung der neuen Werte berücksichtigen.

Man unterscheidet:

- Zeitliche Mittelwertbildung
- Periodogramm
- Korrelative Häufigkeitsanalyse
- Räumliche Mittelwertbildung
- Einfache Regression
- Multiple Regression (SANCHEZ PENZO & RAPP 1997).

Weitergehende Informationen zu den angeführten Methoden sind SCHÖNWIESE (2000), SACHS (1999) sowie SÁNCHEZ PENZO & RAPP (1997) zu entnehmen.

Gewählt wurde das Verfahren der räumlichen Mittelwertbildung, da hierfür eine ausreichende Anzahl von Nachbarstationen zur Verfügung stand. In Anbetracht einer geringen Ausgangsdatenbasis wurde der Zeitraum Januar bis Dezember 1945 nicht ergänzt. Die Ergebnisse der Datenüberprüfung sind in der Anlage (CD) für jede Station detailliert beschrieben.

Parallel zur Datenergänzung wurde die *Geschichte jeder Messstation* (Metadaten) aufgenommen, sofern diese dokumentiert war (Tabelle 6 Anh.), denn die Stationsgeschichte kann Aufschluss darüber geben, inwieweit Inhomogenitäten innerhalb einer Messreihe auf Stationsverlegungen oder Messgerätewechsel zurückzuführen sind (*Kap. 2.1*).

4.3 Auswahl der Extremereignisse

Für extremwertstatistische Untersuchungen ist es zunächst notwendig, aus den vorliegenden Reihen täglicher Niederschlagsmessungen die *Extremereignisse* auszuwählen. In der Literatur (BAUMGARTNER & LIEBSCHER 1996, DIN 4049 1994, WUSSOW 1922 u.a.) ist der Begriff „Extremwert“ nicht eindeutig definiert. Allgemein kann festgestellt werden, dass ein Extremwert ein Ereignis darstellt, das stark von den entsprechenden Durchschnittswerten einer bestimmten Region abweicht - häufig auch als „Jahrhundertereignis“ bezeichnet. Dabei ist zu beachten, dass ein Ereignis, das in einer Region als außergewöhnlich eingestuft wird, in einem anderen Gebiet den Normalfall darstellen kann.

Stark- oder Extremniederschläge können sowohl als Niederschläge kurzer Dauer und hoher Intensität (Schauer), als auch als lang anhaltende Niederschläge über Stunden und Tage mit großen Regenmengen (Landregen) definiert werden (BAUMGARTNER & LIEBSCHER 1996, *Kap. 2.1*). Sie können erhebliche Schäden u.a. auf landwirtschaftlichen Flächen (durch Erosion), an

verkehrstechnischen (Straßen- und Schienennetz) und wasserwirtschaftlichen Anlagen (Kanalisation, Entwässerung) verursachen. Daher ist es wichtig, Aussagen zum räumlichen und zeitlichen Auftreten sowie deren Langfristverhalten zu erhalten. Die Kenntnisse der Extremwertentwicklung bilden anschließend eine wichtige Grundlage für die Planung von Kanalisationsnetzen oder Hochwasserentlastungsbecken (MALITZ 2005).

In der Praxis finden verschiedene Methoden zur *Separierung von Starkniederschlägen* ihre Anwendung. Hierzu zählen u.a. die Verfahren zur Bildung von jährlichen oder partiellen Serien, die zu jeweils unterschiedlich langen Extremwertreihen führen können (DVWK 1985).

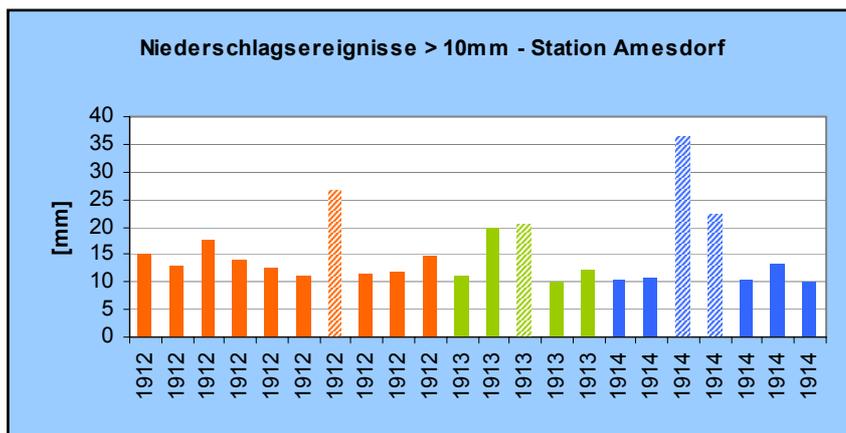


Abb. 4.2: Niederschlagsereignisse $\geq 10\text{mm}$ im Zeitraum 1912-1914 - Station Amesdorf -

In die *jährliche Serie* fließt ausschließlich der Jahresgrößtwert ein. Das bedeutet, dass auch ein Wert berücksichtigt wird, der in einem anderen (niederschlagsreicheren) Jahr mehrfach übertroffen werden kann. Die spezifische Charakteristik eines

hydrologischen Jahres bezüglich der Starkniederschläge würde in diesem Fall unberücksichtigt bleiben.

Die Abbildung 4.2 verdeutlicht anhand der Station Amesdorf die zuvor beschriebenen Nachteile. Dargestellt sind tägliche Niederschlagssummen $\geq 10\text{ mm}$ mit ihrer entsprechenden zeitlichen Abfolge. Man erkennt, dass bei der Anwendung des Verfahrens der jährlichen Serie ein Ereignis aus dem Jahr 1914 von annähernd 22 mm nicht in die Auswertung einfließen würde, obwohl die Niederschlagsmenge das größte Ereignis des Vorjahres übertrifft. Das vermindert insbesondere die Aussagekraft von relativ kurzen jährlichen Serien. Deshalb wird diese Methode zumeist bei längeren Zeitreihen (> 15 Jahre) verwendet. Obwohl im Rahmen der Arbeit Zeitreihen von über 30 Jahren ausgewertet wurden, kam das Verfahren der jährlichen Serie aufgrund der angesprochenen Defizite nicht zur Anwendung.

Bei der Bildung von *partiellen Serien* erfolgt die Bereitstellung der erforderlichen Stichprobe durch die Festlegung eines Schwellenwertes. Dabei kann der Schwellenwert durch eine vorgegebene Grenze oder indirekt über die Länge der Zeitreihe (e-fache [2,718] Anzahl der Messjahre) bestimmt werden. Gegenüber der jährlichen Serie hat das den Vorteil, dass aus den

einzelnen Jahren mehrere Messwerte in die Stichprobe eingehen können und somit durch die größere Anzahl der Werte eine Verbesserung der Datenlage im statistischen Sinne erfolgt.

In der Literatur finden sich unterschiedliche Definitionen hinsichtlich der **Grenze** eines solchen Ereignisses. Nach DIN (4049, 1994) ist ein **Starkregen** ein Niederschlag, der im Verhältnis zu seiner Dauer eine hohe Intensität aufweist und daher selten auftritt, im Mittel höchstens zweimal jährlich. Nach den Richtlinien des DWD (BAUMGARTNER & LIEBSCHER 1996) wird ein Starkniederschlag folgendermaßen definiert:

Landregen		Schauer	
Bezeichnung	Intensität	Bezeichnung	Intensität
leichter Niederschlag	< 0,5 mm/h	geringer Starkniederschlag	< 0,4 mm/10 Minuten
mäßiger Niederschlag	0,5 - 4 mm/h	mäßiger Starkniederschlag	0,4 - 2 mm/10 Minuten
starker Niederschlag	> 4 mm/h	starker Starkniederschlag	> 2 mm/10 Minuten

Tab. 4.2: Definition für die Skala der Niederschlagsstärke (DWD) (BAUMGARTNER & LIEBSCHER 1996)

WUSSOW (1922) bestimmte die untere Grenze intensiver Regenfälle wie folgt:

$$h = \sqrt{5 \cdot t - \frac{1}{576} \cdot t^2} \quad (4.1)$$

H = Höhe des Niederschlages in mm

t = Dauer des Niederschlages in Minuten

Für alle vorgestellten Methoden ist es von Vorteil, Niederschlagshöhen im Minuten- oder Stundenbereich zu verwenden. Für das Untersuchungsgebiet liegen dagegen nur Tageswerte vor (Kap. 3.2, Kap. 4.2). Gemäß der Formel 4.1 wäre somit ein Ereignis von 24 Stunden durch einen Schwellenwert von 60 mm/d definiert (Tab. 4.3).

t (min)	5	10	15	20	30	45	60	90
h (mm)	5,0	7,1	8,7	10,0	12,2	14,9	17,1	20,0
i (mm/min)	1,00	0,71	0,58	0,50	0,41	0,33	0,28	0,23
t (Std.)	2	3	4	5	10	15	20	24
h (mm)	24,0	29,0	33,2	36,6	48,7	55,6	59,3	60,0
i (mm/min)	0,20	0,16	0,14	0,12	0,08	0,06	0,05	0,04

Tab. 4.3: Mindesthöhe und -intensität für Starkregen gemäß der Formel 4.1

Bei der Durchsicht der Zeitreihen wurde jedoch festgestellt, dass bei der Verwendung des vorgegebenen Wertes nur eine geringe Anzahl an Ereignissen für extremwertstatistische Analysen zur Verfügung stehen würde, begründet durch die klimatischen Besonderheiten des Untersuchungsraumes (Kap. 3.1).

Die Abbildung 4.3 zeigt beispielhaft anhand der Station Annarode die aufgezeigten Probleme.

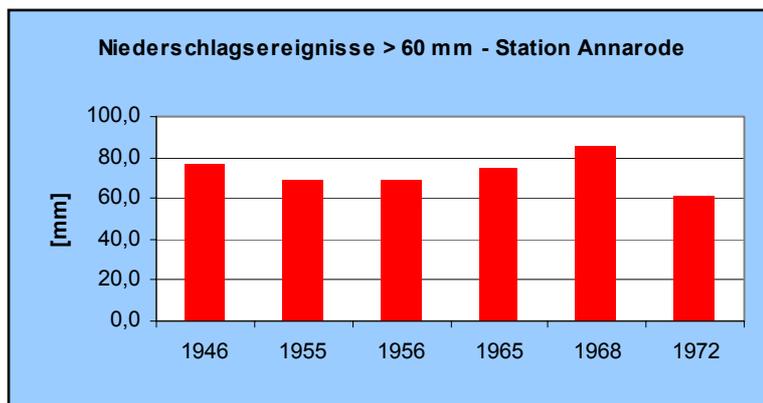


Abb. 4.3: Niederschlagsereignisse ≥ 60 mm im Zeitraum 1902-2002 - Station Annarode -

So würden demnach für den Zeitraum 1902-2002 nur sechs Ereignisse ≥ 60 mm in die Auswertung einfließen. Eine zu geringe Anzahl für die sich anschließende Trendanalyse, denn je einzelner ein Ereignis auftritt, umso schwieriger ist es, einen Trend aus den natürlichen Variationen, dem Rau-

schen, herauszufiltern und nachzuweisen. Das würde bedeuten, dass die Ermittlung eines Trendwertes durch die Seltenheit der Ereignisse statistisch nicht mehr sinnvoll wäre. Aus diesem Grund musste die unterste Grenze eines stärkeren Ereignisses für nachfolgende Untersuchungen auf andere Weise definiert werden.

Als Ansatzpunkt für die **Bestimmung eines Schwellenwertes** diente die *Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG)* (SCHWERTMANN et. al. 1990). Der Auslöser für einen Bodenabtrag durch Wasser ist stets ein Niederschlag, der ab einem bestimmten Zeitpunkt vom Oberboden nicht mehr aufgenommen werden kann. Die Niederschlagshöhe ist dabei sehr variabel. Hinzu kommen noch weitere limitierende Faktoren, wie Vorfeuchte und Hangneigung, die an dieser Stelle aber nicht weiter betrachtet werden.

Nach WISCHMEIER und SMITH (1978) kann ein Niederschlag ab 12,5 mm einen Abtrag bewirken. Es ist aber auch möglich, dass ein geringerer Niederschlag bereits erosiv wirken kann, da die Böden häufig oberflächennah verdichtet sind (SCHWERTMANN et. al. 1990). Spezielle Betrachtungen für den Untersuchungsraum liegen von LIERMANN (2003) beispielhaft vor, der in seiner Arbeit die besonderen Wasser- und Stoffhaushaltsbedingungen in den Weinanbaugebieten an Saale und Unstrut betrachtet hat. Die gemessenen Daten sind allerdings im Minutenbereich aufgelöst, so dass die Ergebnisse nicht auf den vorliegenden Datenbestand (Tageswerte) übertragen werden können. Aus diesem Grund wurde im Rahmen der Arbeit so verfahren, dass ein Niederschlag ab einer Höhe von ≥ 10 mm als ein stärkeres Ereignis eingeschätzt wurde. Um zusätzlich größere Ereignisse in die Auswertung einzubeziehen, ohne dabei jedoch die statistische Sicherheit herabzusetzen, wurde als weitere Grenze 20 mm gewählt. Demnach standen insgesamt drei unterschiedlich erzeugte partielle Serien für weitere Berechnungen zur Verfügung. In der sich anschließenden Trendanalyse (Kap. 6) konnte daher zusätzlich geprüft werden, ob verschiedene Verfahren zur Stichprobenbildung unterschiedliche Ergebnisse bewirken.

4.4 Homogenitätsanalyse

Klimastatistische Berechnungen sind nur sinnvoll, wenn die entsprechenden Eingangsdaten eine hohe Qualität aufweisen. Während zunächst die Stationszeitreihen auf Vollständigkeit und fehlerhafte Werte (Ausreißer) überprüft und, sofern es möglich war, ergänzt wurden, folgte im Anschluss daran die **Homogenitätsprüfung**. Homogenitätstests sind unerlässlich, um in der sich anschließenden Trendanalyse echte von künstlichen Trends unterscheiden zu können.

Künstliche Trends können durch nicht meteorologische Veränderungen, wie ein Wechsel des Beobachtungsverfahrens, die Verlegung des Messstandortes oder das Heranwachsen von Bäumen in der Nähe der Messstation hervorgerufen werden (Tab. 4.4) (RAPP & SCHÖNWIESE 1996). Angesichts ihrer Genese sind sie kaum von echten Trends zu unterscheiden. Aus diesem Grund ist es relativ schwierig, derartig erzeugte Trends zu identifizieren. Hinzu kommt, dass Veränderungen der Stationsumgebung meist nur mangelhaft dokumentiert und somit schwer nachzuweisen sind (Tabelle 6 Anh.).

Einfluss	Art des Einflusses	Auftreten der Inhomogenitäten
Änderung der Niederschlagsart	natürlich *	allmählich
Änderung des Messgerätes	anthropogen	abrupt
Änderung des Beobachtungstermins	anthropogen	abrupt
Änderung des Standortes	anthropogen	abrupt
Änderung der Umgebung der Messstation	anthropogen	abrupt oder allmählich

* ggf. auch indirekt anthropogen (z.B. durch die Intensivierung des Treibhauseffektes)

Tab. 4.4: Einflüsse auf die Messung des Niederschlages (Quelle: RAPP & SCHÖNWIESE 1996)

Sobald eine anthropogene Trendbeeinflussung vermutet wird, die Stationsgeschichte aber nur ungenügend Auskunft darüber gibt, ist die betreffende Zeitreihe mit den Daten einer benachbarten Station zu vergleichen. Zeigen beide Stationszeitreihen eine unterschiedlichen Trendentwicklung, ist davon auszugehen, dass wahrscheinlich eine anthropogene Beeinflussung und somit eine Inhomogenität vorliegt.

Die durch die entsprechenden Homogenitätstests erkannten **Inhomogenitäten** werden, wenn möglich, beseitigt. Andernfalls wird die betroffene Stationsreihe für weiterführende Analysen nicht mehr verwendet. In begründeten Einzelfällen können auch Stationen geringerer Homogenität weiterhin berücksichtigt werden. Es sollte jedoch bei der sich anschließenden Trendanalyse darauf geachtet werden, dass diese Stationen keine abweichenden Ergebnisse gegenüber den Trends der homogenen Datenreihen aufweisen (RAPP & SCHÖNWIESE 1996).

4.4.1 Homogenitätstests

Grundsätzlich sind alle statistischen Verfahren, so auch der Homogenitätstest, mit einer gewissen Unsicherheit verbunden. Statistische Methoden sollten demnach nur verwendet werden, um Hinweise auf mögliche Inhomogenitäten zu finden. Daran anschließend muss immer eine Ursachenanalyse mit Hilfe von Metadaten (Prüfung der Stationsgeschichte) erfolgen. Erst bei der Bestätigung einer gefundenen statistischen Inhomogenität, z.B. durch eine Stationsverlegung, ist die Inhomogenität zu akzeptieren, wobei auch hier der Zeitpunkt einer tatsächlichen Inhomogenität von dem statistisch gefundenen Termin um mehrere Jahre abweichen kann. Nur bei groben und eindeutigen statistischen Ergebnissen kann die Inhomogenität auch ohne zu Rate ziehen von Metadaten anerkannt werden.

Bei der Homogenitätsprüfung wird zwischen relativen und absoluten Homogenitätstests unterschieden. Das *absolute Testverfahren* betrachtet die untersuchende Zeitreihe selbst. Beim *relativen Testverfahren* wird dagegen die zu untersuchende Zeitreihe mit einer homogenen Referenzreihe verglichen. Diese Methode ist besonders geeignet, um Inhomogenitäten in den Stationszeitreihen eines einheitlichen Gebietes nachzuweisen. Weiterhin ist es möglich, mit diesem Verfahren eine vermutete Stationsverlegung genau nachzuweisen, da man davon ausgehen kann, dass echte klimatische Veränderungen in einem einheitlichen Gebiet weitgehend gleichartig verlaufen und somit Abweichungen im Verlauf der Zeitreihen nur durch künstlichen Veränderungen hervorgerufen sein können (HERZOG & MÜLLER-WESTERMEIER 1998). Aus den genannten Gründen kamen in der Arbeit ausschließlich relative Testverfahren zur Anwendung.

4.4.2 Anwendung der Testverfahren

Im Folgenden sollen nur die *relativen Homogenitätstests* kurz beschrieben werden, die auch in der Arbeit verwendet wurden. Detaillierte Informationen zu den angeführten Verfahren sind den Arbeiten von SCHÖNWIESE (2000), HERZOG & MÜLLER-WESTERMEIER (1998), RAPP & SCHÖNWIESE (1996), ALEXANDERSSON (1986), BUIHAND (1982) sowie CRADDOCK (1979) zu entnehmen.

Der *BUIHAND – Test* (BUIHAND 1982) ist ein multipler Test für vier Testgrößen (Q, R, U, A), der sich auf konkrete Signifikanzgrenzen bezieht. Dieser Test setzt Normalverteilung und Datenunabhängigkeit voraus.

Die Ergebnisse des relativen *Homogenitätstests nach CRADDOCK* (CRADDOCK 1979) werden graphisch ausgewertet. Schwanken die Werte um Null, liegt vermutlich eine homogene Stationsreihe vor. Das Datum der vermuteten Inhomogenität kann genau angegeben werden, ein

Vorteil dieses Testes. Der Nachteil besteht im Fehlen eines bestimmten Signifikanzniveaus (RAPP & SCHÖNWIESE 1996).

Beim *ALEXANDERSSON –Test* (ALEXANDERSSON 1986) handelt es sich um einen Homogenitätstest der speziell für Niederschlagsdaten entwickelt wurde. Er liefert den genauen Zeitpunkt und das Ausmaß einer Inhomogenität und, wenn notwendig, den Korrekturfaktor zur Homogenisierung der Zeitreihe. Für die Berechnung werden approximativ normalverteilte, unabhängige Daten vorausgesetzt. Zunächst wird die Testgröße T_0 berechnet, um sie anschließend mit Tabellenwerten für ein bestimmtes Signifikanzniveau zu vergleichen. Ist T_0 größer als der tabellierte Wert, so handelt es sich bei der zu testenden Reihe um eine inhomogene Zeitreihe (RAPP & SCHÖNWIESE 1996).

Homogenitäts- klasse	Bedeutung	Ergebnisse der Einzeltests
1	sehr wahrscheinlich homogen	alle Tests ergeben Homogenität
2	wahrscheinlich homogen	fast alle Tests ergeben Homogenität
3	fragwürdig, unentschieden	einige Tests ergeben Homogenität, einige Inhomogenität und/oder einige Tests ergeben fragwürdige Ergebnisse
4	wahrscheinlich inhomogen	fast alle Tests ergeben Inhomogenität
5	sehr wahrscheinlich inhomogen	alle Tests ergeben Inhomogenität

Tab. 4.5: Definition der Homogenitätsklassen

(Quelle: RAPP & SCHÖNWIESE 1996)

Die *Prüfung auf Homogenität* erfolgte anhand der Jahressummen. Das Verwenden relativer Testverfahren setzt das Vorhandensein homogener Vergleichsreihen voraus, die jedoch häufig nicht vorliegen. Aus diesem Grund wurden zunächst alle gut korrelierten Nachbarstationen ($r > 0,7$) zur Bildung eines Mittelwertes herangezogen, aus dem sich nachfolgend die Referenzreihe ableitete. Anschließend wurde jede zu testende Reihe mit der neu gebildeten Referenzreihe verglichen. Dabei kamen alle drei vorgestellten Homogenitätstests zum Einsatz. Nach dem ersten Testlauf lag somit für jede Station eine vorläufige Homogenitätsklasse vor (Tab. 4.5). Im zweiten Durchlauf wurden nur die Stationen zur Bildung einer Referenzreihe herangezogen, deren vorläufige Homogenitätsklasse nicht schlechter war als 3. Danach konnten erneut alle Stationen mit der jetzt neu gebildeten Referenzreihe verglichen werden. Anschließend war es möglich, jeder Stationszeitreihe eine abschließende Homogenitätsklasse zuzuordnen (vgl. *Beispieltests Anlage CD*).

4.4.3 Ergebnisse der Homogenitätstests

Die Tabelle 4.6 zeigt auszugsweise die für jede Station ermittelten Homogenitätskriterien (vgl. Tabelle 7 Anh., Tabelle 8 Anh.).

Das Ergebnis für die Station Aseleben (rot gekennzeichnet) verdeutlicht exemplarisch, dass es sinnvoll ist, mehrere Methoden zur Aufdeckung von Inhomogenitäten zu verwenden, denn erst der BUIHAND -Test lässt eine wahrscheinliche Inhomogenität um 1953/1954 vermuten.

1. Durchlauf				
Stationen	CRADDOCK	BUIHAND	ALEXANDERSSON	mögliche Ursachen
Amesdorf	h	h	h	
Annarode	x 1914	x 1915	x 1914	
Aseleben	h	x 1953	h	
Augsdorf	h	x 1963	h	Verlegung 1961
Belleben	h	h	h	
2. Durchlauf				
Stationen	CRADDOCK	BUIHAND	ALEXANDERSSON	mögliche Ursachen
Amesdorf	h	x 1904	h	
Annarode	(h)	x 1914	x 1914	
Aseleben	h	x 1954	h	
Augsdorf	h	h	h	
Belleben	h	x 1894	h	

Tab. 4.6: Ergebnisse unterschiedlicher Homogenitätstests nach 1. und 2. Durchlauf (Auszug)

x – Jahr der vermuteten Inhomogenität
h – homogen

Nach dem ersten Durchlauf ließ sich somit die vorläufige und nachfolgend die abschließende **Homogenitätsklasse** für die jeweilige Station bestimmen (Tab. 4.7). Insgesamt zeigt sich, dass mehr als 50% der untersuchten Stationszeitreihen sehr wahrscheinlich homogen (Homogenitätsklasse 1) bzw. wahrscheinlich homogen (Homogenitätsklasse 2) sind. Zusätzlich konnte ein Anteil von ca. 30% als fragwürdig oder unentschieden homogen (Homogenitätsklasse 3) eingeschätzt werden.

Einige Stationen erwiesen sich auch nach dem zweiten Durchlauf als inhomogen (Homogenitätsklasse 4 und 5; rot gekennzeichnet) und hätten entsprechend der Vorbetrachtungen aus dem Ausgangsdatensatz entfernt werden müssen. Bei der sich anschließenden Trendanalyse zeigten diese Stationszeitreihen - mit Ausnahme der Station Rothenburg - jedoch keine abwei-

chenden Ergebnisse gegenüber Trends homogener Datenreihen. Aus diesem Grund wurden, bis auf die Station Rothenburg, alle inhomogen eingeschätzten Zeitreihen zur Erhöhung der Stationsdichte weiter verwendet.

Stationen	Homog.- klasse 1. Durch- lauf	Homog.- klasse 2. Durch- lauf	Stationen	Homog.- klasse 1. Durch- lauf	Homog.- klasse 2. Durch- lauf
Allstedt	1	2	Kyffhäuser	2	1
Amesdorf	1	2	Magdeburg	1	1
Annarode	5	4	Mücheln	5	4
Aschersleben	2	1	Nemsdorf	3	5
Aseleben	2	2	Osterhausen	5	3
Augsdorf	2	1	Petersberg	3	3
Bad Bibra	3	3	Querfurt	5	3
Bad Dürrenberg	2	2	Questenberg	5	5
Bad Lauchstädt	4	2	Reinsdorf	5	3
Beesenlaublingen	4	3	Rothenburg	5	4
Belleben	1	2	Sangerhausen	2	2
Bernburg	2	1	Schafstädt	5	3
Biesenrode	2	2	Schönebeck	1	1
Bischofrode	2	2 (1)	Schönewerda	2	2
Bodenschwende	5	5	Schraplau	4	3
Brumby	1	1	Stangerode	5	3
Burgsdorf	3	3	Staßfurt	3	2
Donndorf	2	3	Teutschenthal	5	3
Frankleben	5	2	Weißenfels	3	2
Gatersleben	3	2	Wettelrode	2	2
Halle	5	3	Wiehe	5	4
Ichstedt	2	2	Wolmirsleben	2	2
Klostermansfeld	2	2	Zappendorf	5	3
Köthen	1	1	Ziegelroda	2	2

Tab. 4.7: Homogenitätsklassen der verwendeten Stationen

4.5 Trendanalyse

Die Trendanalyse ist ein geeignetes Verfahren um Änderungen im Langfristverhalten einer Klimagröße aufzuzeigen. Aus statistisch methodischer Sicht ist sie äquivalent zur Bestimmung einer Regression. Verschiedene Modellierungen der Trendfunktion stehen zur Auswahl. Einzelheiten zu den statistischen Grundlagen finden sich z.B. in SACHS (1999) und SCHLITTGEN & STREITBERG (1995).

Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist zu beachten, dass ein **Trend** ganz unterschiedlich interpretiert werden kann. Ein diagnostischer Trend beschreibt eine Entwicklung, die in der Vergangenheit begonnen hat und vermutlich bis in die Gegenwart reicht. Als prognostisch bezeichnet man eine Extrapolation der Ergebnisse in die Zukunft hinein. Ohne Wissen über die möglichen Ursachen der Veränderung sollte man jedoch keine derartigen Aussagen treffen (RAPP 2000). Aus diesem Grund werden in der vorliegenden Arbeit alle ermittelten Trends ausschließlich diagnostisch interpretiert.

Da die Trendfunktion natürlich nicht vorgegeben ist, muss sie statistisch ermittelt werden. Die Trendbestimmung beruht auf der Fragestellung, mit welcher mathematischen Funktion sich der Trend beschreiben lässt. Für Auswertungen des Niederschlages hat sich das Verfahren des linearen Trends als zweckmäßig erwiesen.

Der **absolute lineare Trend** ist eine einfache Methode, Änderungen im Trendverhalten einer Klimagröße aufzuzeigen und kommt in der Klimatologie häufig zur Anwendung. Für die Berechnung gilt folgende Gleichung:

$$\hat{a} = A + Bt \quad (4.2)$$

\hat{a} – Ordinatenwert der Regressionsgerade
 A/B – Regressionskoeffizienten
 t – Zeit

Der absolute Trendwert (Tr) errechnet sich gemäß der Gleichung:

$$Tr = \hat{a}_n - \hat{a}_1 \quad (4.3)$$

\hat{a}_n – Endwert
 \hat{a}_1 – Anfangswert

aus der Differenz zwischen End- und Anfangsordinatenwert der Regressionsgleichung (SCHÖNWIESE 2000, SCHLITTGEN & STREITBERG 1995). Der absolute lineare Trend gibt ausschließlich die Veränderung eines Klimaelementes in der näheren Umgebung einer Messstation wieder. Sind die Untersuchungsräume orographisch sehr verschieden, ist

ein direkter Vergleich der Trendwerte nur begrenzt möglich. Aus diesem Grund wird zusätzlich der *relative lineare Trend* berechnet, der unterschiedlich definiert ist:

Möglichkeit 1:

Veränderung gegenüber der Situation am Anfang des Untersuchungszeitraumes (angegeben in Prozent des Mittelwertes für den gesamten Untersuchungszeitraum)

$$\frac{\hat{a}_n - \hat{a}_1}{\bar{a}} \cdot 100 [\%] \quad (4.4)$$

\hat{a}_n – Endwert
 \hat{a}_1 – Anfangswert
 \bar{a} – Mittelwert

Möglichkeit 2:

Veränderung gegenüber den mittleren Verhältnissen (angegeben in Prozent des Mittelwertes für den gesamten Untersuchungszeitraum)

$$\frac{\frac{1}{2}(\hat{a}_n - \hat{a}_1)}{\bar{a}} \cdot 100 [\%] \quad (4.5)$$

\hat{a}_n – Endwert
 \hat{a}_1 – Anfangswert
 \bar{a} – Mittelwert

Möglichkeit 3:

Veränderung gegenüber der Situation am Anfang des Untersuchungszeitraumes (angegeben in Prozent des Anfangswertes des Untersuchungszeitraumes)

$$\frac{\hat{a}_n - \hat{a}_1}{\hat{a}_1} \cdot 100 [\%] \quad (4.6)$$

\hat{a}_n – Endwert
 \hat{a}_1 – Anfangswert

(RAPP & SCHÖNWIESE 1996)

In der vorliegenden Arbeit wurde für die Berechnung des relativen linearen Trends die Möglichkeit 1 gewählt.

4.5.1 Signifikanz des Trends

Erst durch die Angabe des Signifikanzwertes kann dem ermittelten Trend eine bestimmte Qualität zugewiesen werden. Ein einfaches Verfahren ist die Errechnung des **Trend-Rausch-Verhältnisses**:

$$T / R = \frac{Tr}{\sigma} \quad (4.7)$$

Tr - lineare Trend
 σ - Standardabweichung

Diese Methode setzt normalverteilte Daten voraus, was jedoch bei Niederschlagsdaten nicht immer der Fall ist.

Ein weiteres Verfahren ist der so genannte **Mann-Kendall-Trendtest**, der speziell für Niederschlagsdaten entwickelt wurde. Dieser Trendtest liefert als Ergebnis Werte, deren definierte Grenze (Tab. 4.8) ein bestimmtes Signifikanzniveau darstellt und einen Trend als schwachsignifikant, signifikant oder hochsignifikant einstuft. Anhand des Testwertes ist es abschließend möglich, zu sagen, ob der ermittelte Trend deutlich gegenüber der gesamten Zeitreihenvariabilität hervortritt.

Mann-Kendall-Trendtestwert	Signifikanz in %	Beurteilung
> 1,282	> 80	Schwachsignifikant
> 1,645	> 90	Signifikant
> 2,578	> 99	Hochsignifikant

Tab. 4.8: Signifikanzgrenzen des Mann-Kendall-Trendtestwertes (Q-Wert)

(SANCHEZ PENZO & RAPP 1997)

Einzelheiten zur Berechnung des Mann-Kendall-Trendtestwertes sind RAPP (2000), SCHÖNWIESE (2000) und KENDALL (1970) zu entnehmen. Für die nachfolgenden Auswertungen gilt ein Trend ab einem Signifikanzniveau von > 80% als signifikant.

4.5.2 Auswahl der Untersuchungsintervalle und Betrachtungszeiträume

Der Trend einer Zeitreihe kann sich in Abhängigkeit vom gewählten **Untersuchungsintervall** sowohl in der Richtung als auch in der Stärke verändern. Daher muss allen Analyseschritten zunächst die Definition eines adäquaten Zeitraums, für den sinnvoll von einem Trend gesprochen werden kann, vorangestellt werden.

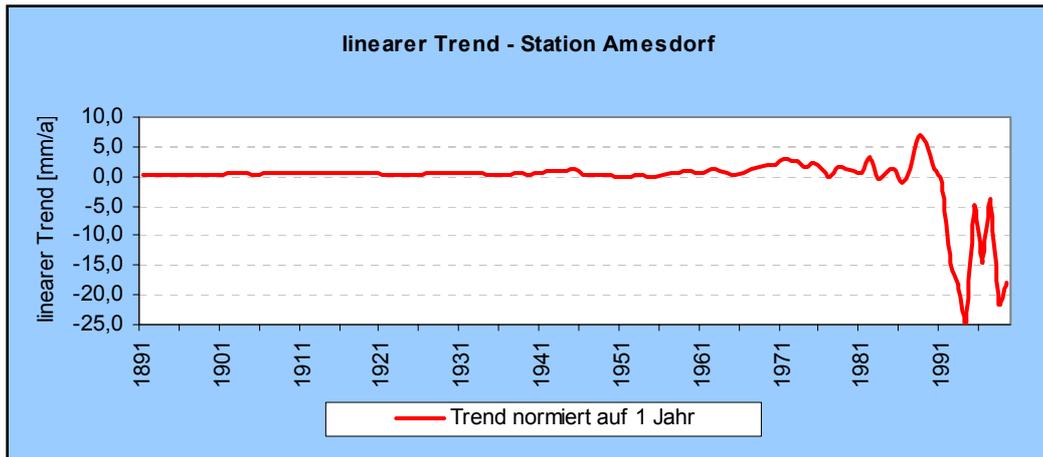


Abb. 4.4: Abhängigkeit des linearen Trends des Niederschlages vom gewählten Zeitintervall

Wie empfindlich ein Trend auf das Verschieben des Untersuchungszeitraumes reagiert, ist anhand der Station Amesdorf in der Abbildung 4.4 dargestellt. Beginnend mit dem Jahr 1891 variiert der Trend bei ausreichend großen Zeitabschnitten nur geringfügig. Je kürzer jedoch die Zeitfenster werden, umso veränderlicher verhält sich der Trend. Es kann sogar vorkommen, dass bei einer Datenbasis von weniger als 10 Jahren der Trend das Vorzeichen ändert.

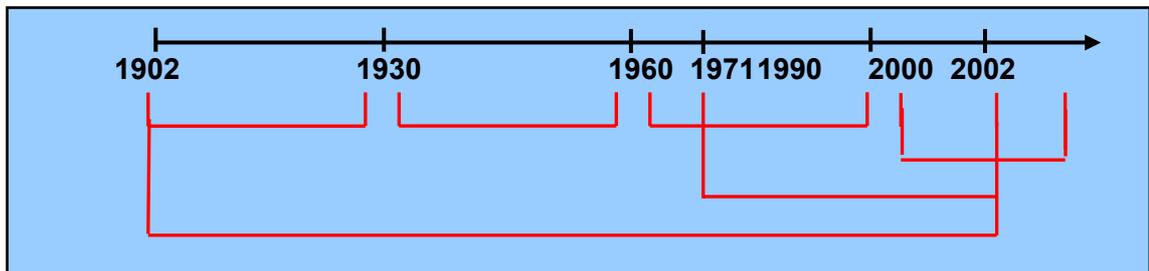


Abb. 4.5: Untersuchungsintervalle

In diesem Zusammenhang wurde von der WMO eine Richtlinie herausgegeben, die besagt, dass bei klimastatistischen Berechnungen eine Länge der Bezugsreihe von 30 Jahren nicht unterschritten werden darf – die sog. **CLINO-Periode**.

Grundsätzlich ist es von Vorteil, sehr lange Zeitreihen für eine Trendanalyse zur Verfügung zu haben. Für den Bereich des Mitteldeutschen Trockengebietes konnte auf Monatswerte beginnend mit dem Jahr 1891 und Tageswerte ab 1897 zurückgegriffen werden (Tab. 3.1). Um jedoch eine ausreichende räumliche Repräsentanz der Ergebnisse gewährleisten zu können, wurde das **Startjahr** 1902 gewählt (Abb. 4.5). Da nicht für alle Stationen weit zurückreichende Daten vorlagen, erschien es sinnvoll, auch Trendberechnungen für die entsprechend kürzeren 30-jährigen Perioden durchzuführen. Ergänzend sollte ein Versuch unternommen werden, die aktuelle Entwicklung des Niederschlages - und hier im Besonderen die außergewöhnlich heftigen Niederschläge des Sommers 2002 berücksichtigend - im Rahmen der Trendanalyse aufzu-

zeigen. Zu diesem Zweck wurden die Niederschlagstrends für den Zeitraum 1991-2002 bestimmt, für die jedoch keine signifikanten und in Erinnerung der Abbildung 4.4 auch keine zeitlich stabilen Ergebnisse zu erwarten waren.

Zeitraum	Monat
Jahr	November Vorjahr - Oktober
Winterhalbjahr	November Vorjahr - April
Sommerhalbjahr	Mai-Oktober
Winterquartal	November Vorjahr - Januar
Frühjahrsquartal	Februar - April
Sommerquartal	Mai - Juli
Herbstquartal	August - Oktober

Tab. 4.9: Zeiträume – hydrologische Betrachtung

Bei der Wahl des **Betrachtungszeitraumes** kann zwischen meteorologischen und hydrologischen Zeiträumen unterschieden werden. Im Hinblick auf den auszuwertenden Parameter Niederschlag wurde die Einteilung des hydrologischen Jahres gewählt (Tab. 4.9).

4.6 Historische Daten

Die Verwendung historischer Daten macht es möglich, einen Einblick in den Verlauf des Klimas vor Beginn der amtlichen Messungen zu erhalten. Wie bereits in Kapitel 2.4.1 erläutert, sind Aussagen über die **Qualität witterungsgeschichtlicher Quellen** äußerst schwierig. Dies trifft insbesondere für Aufzeichnungen zu, die aus Chroniken oder Kompilationen bis zum 18. Jahrhundert stammen (GLASER 2001). Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Arbeit darauf verzichtet, die für den Untersuchungsraum recherchierten Ereignisse, ähnlich den gemessenen Niederschlagswerten, für weitere Analysen statistisch aufzubereiten. Die Daten können jedoch in der Anlage (CD) eingesehen werden.

Anders verhält es sich mit Angaben aus **regionalen Zeitungsbeständen**, die in der Klimarekonstruktion eine bedeutende Datengrundlage darstellen (Kap. 2.4.1). Sie wurden zum einen kontinuierlich und andererseits über einen langen Zeitraum erfasst. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ab Ende des 19. Jahrhunderts eine direkte Vergleichsmöglichkeit mit dem tatsächlichen Witterungsgeschehen, den gemessenen Werten, möglich ist. Eine Gegenüberstellung deskriptiv und quantitativ erfassten Niederschlages zeigt somit den Genauigkeitswert der historischen Datengrundlage und lässt eine Abschätzung der Verwendbarkeit der Aufzeichnungen als Klimaquelle möglich werden.

4.6.1 Datengrundlage und Methodik

Für die Rekonstruktion der Niederschlagsverhältnisse lag vor allem ab Mitte des 19. Jahrhunderts, dem auszuwertenden Zeitraum, ein hinreichender regionaler Zeitungsbestand vor (Tab. 4.10).

Zeitung	vorliegender Bestand
Allgemeiner Anzeiger für die Grafschaft Mansfeld	1874
Der Courier: Hallische Zeitung für Stadt und Land	1841; 1849-1851; 1875; 1877-1891
Eisleber Tageblatt	1899-1900
Eisleber Zeitung	1877; 1889; 1899
Gemeinschaftliches Wochenblatt Aschersleben, Calbe, Mansfeld	1829; 1848
Hallesches Tageblatt	1856-1857; 1862; 1864; 1866; 1870; 1872; 1876; 1877; 1879; 1885; 1889
Hallesche Zeitung	1893-1900
Hallische Zeitung	1852; 1874-1878; 1881-1892
Kreisblatt für den Mansfelder See-Kreis	1835-1836; 1849
Neue Hallesche Zeitung	1850; 1852-1856
Querfurter Kreisblatt	1818-1820; 1823-1826; 1834; 1837-1839; 1841-1844; 1848-1853; 1856-1858; 1861; 1863; 1892-1902
Querfurter wöchentliches Kreisblatt	1848
Wettiner Zeitung	1892-1893; 1896-1897; 1897-1900
Wochenblatt Aschersleben, Calbe, Mansfeld	1829; 1848

Tab. 4.10: Bestand regionaler Zeitungen

Nach der Archivierung der aus den Zeitungsarchiven entnommenen historischen Beobachtungen mussten diese den gemessenen Daten gegenübergestellt werden. Dazu wurden die Messstationen innerhalb des Untersuchungsraumes ausgewählt, für die tägliche Niederschlagsangaben vor 1900 vorlagen (Tab. 4.11). Mit Hilfe des anschließenden Vergleichs beider Datenquellen ließ sich die Qualität der vorliegenden historischen Aufzeichnungen abschätzen.

Station	Tageswerte
Aschersleben	05/1897-12/1900
Halle	01/1900-12/1900
Rothenburg	12/1893-12/1900
Schraplau	06/1897-12/1900
Wiehe	06/1890-12/1900
Wippra	07/1890-12/1900

Tab. 4.11: Stationen mit täglichen Niederschlagsaufzeichnungen vor 1900

5. Betrachtung historischer Daten

5.1 Zeitraum 1890 - 1900

Ausgehend von den im Kapitel 4.6 vorgestellten Möglichkeiten der Verwendung historischer Daten zur **Klimarekonstruktion** für den Zeitraum **vor Beginn amtlicher Messungen**, werden im nachstehenden Abschnitt starkniederschlagsrelevante Zeitungsarchivdaten tatsächlich gemessenen Werten gegenübergestellt. Unter dem Blickwinkel eines vergleichenden Ansatzes wurden Tageswerte von insgesamt sechs Messstationen (Tab. 5.1) und sieben regional erscheinende Tageszeitungen (Tab. 5.1) über einen Zeitraum von zehn Jahren (1890-1900) ausgewertet.

Stationen	Zeitraum	Zeitung	Zeitraum
Wiehe	06/1890-12/1900	Der Courier: Hallische Zeitung für Stadt und Land	1890-1891
Wippra	07/1890-12/1900	Eisleber Tageblatt	1899-1900
Rothenburg	12/1893-12/1900	Eisleber Zeitung	1899
Aschersleben	05/1897-12/1900	Hallesche Zeitung	1893-1900
Schraplau	06/1897-12/1900	Hallische Zeitung	1890-1892
Halle	01/1900-12/1900	Querfurter Kreisblatt	1892-1900
		Wettiner Zeitung	1892-1893 1896-1897 1897-1900

Tab. 5.1: Niederschlagsstationen mit Tageswerten vor 1901 und regionale Tageszeitungen 1890-1900

Wie die Tabelle 5.1 zeigt, bestehen die längsten Zeitreihen täglicher Niederschlagsmessungen für die Stationen Wiehe und Wippra, sukzessiv folgen die Stationen Rothenburg, Aschersleben, Schraplau und Halle. Die Bestände der in die Auswertung eingeflossenen Tageszeitungen lagen über den betrachteten Gesamtzeitraum ebenfalls nicht lückenlos vor. Aufgrund der engen regionalen Begrenzung ist jedoch von einer ausreichenden Gebietsabdeckung für den entsprechenden Zeitraum auszugehen.

Im Rahmen der Vorbetrachtungen wurden die recherchierten Zeitungsmittelungen mit den gemessenen Daten verknüpft (Tab. 5.2 und *Anlage CD*). Dabei zeigte sich, dass nicht ausschließlich Ereignisse mit einer überdurchschnittlichen Niederschlagshöhe in den entsprechenden Artikeln Erwähnung fanden. Vielmehr waren auch eine lange Trockenperiode, insbesondere in den Sommermonaten, und das Ende dieser Witterungsphase entscheidende Faktoren zur Nennung des Niederschlagsereignisses. Zudem fiel auf, dass stärkere Niederschläge als eigenständige Meldung weniger in den Winter als vielmehr in den Sommermonaten berücksichtigt wurden, was zu einem großen Teil dem Stellenwert landwirtschaftlicher Erträge und der in diesem Zusammenhang häufig angeführten und durch derartige Ereignisse ausgelösten Beeinträchtigungen bis hin zu Missernten geschuldet ist.

Messwert [mm]			Zeitungsarchivdaten		
Datum	Wiehe	Wippra	Region	Ort	Ereignis
02.08.1890	23,5	32,3	Eisleben		... entlud sich ... ein schreckliches Unwetter über die ganze Gegend. Alle Straßen der Stadt standen 1/2 bis 1 Meter hoch unter Wasser ...
				Halle	Zwei schwere Gewitter entluden sich ... unmittelbar über unsere Stadt. Der das Gewitter begleitende wolkenbruchartige Regen ... hat ... erheblichen Schaden angerichtet ... Die Straßen wurden ... überschwemmt ...
			Blankenheim		... Unwetter mit wolkenbruchartigem Regen ... hat auch verheerend auf die Anlagen der Eisenbahnlinie zwischen Wallhausen und Eisleben gewirkt ...
01.10.1893	60,9	44,1		Halle	Der seit Sonnabend Nacht bis jetzt ununterbrochen gefallene Regen ...

Tab. 5.2: Gegenüberstellung des gemessenen Niederschlages mit entsprechenden Zeitungsarchivdaten (Auszug)

Nach der Klassifikation der Eingangsdaten wurden alle **Ereignisse ≥ 10 mm** aus dem Datensatz separiert und mit den dazugehörigen historischen Zeitungsartikeln zusammengefügt - beispielhaft für die Stationen Wiehe und Wippra in der Abbildung 5.1 dargestellt. Die vergleichende Betrachtung beider Auswertegrößen lässt erkennen, dass rund 1/3 aller gemessenen stärkeren Ereignisse in den entsprechenden regionalen Zeitungen protokolliert wurden (Abb. 5.1). Die größten innerhalb dieses Zeitraumes aufgetretenen Niederschläge finden sich demnach stationsübergreifend in den historischen Zeitungsberichten wieder. Insofern zeigen die Ergebnisse, dass eine Rekonstruktion der Niederschlagsverhältnisse anhand bedeutender Ereignisse möglich ist.

Wie bereits diskutiert, sind nicht ausschließlich hohe Regenmengen für die Berichterstattung ausschlaggebend. Meist handelt es sich um lokale in ihrem Ausmaß und ihrer Heftigkeit stärker in Erscheinung getretene Niederschläge, die anhand des eigentlichen Messwertes als weniger intensiv und somit als weniger bedeutsam eingeschätzt werden müssten. Aus diesem Grund erhöht neben dem gemessenen Wert, der ausschließlich über die Gesamtmenge des Niederschlages Auskunft gibt, das Anführen verursachter Schäden die Aussagekraft eines entsprechend weniger starken Ereignisses. Aus Sicht einer **Intensitätsbestimmung**, die mangels minütlicher sowie stündlicher Aufzeichnungen rechnerisch nicht möglich ist, ein bedeutender Hinweis zur Starkniederschlagsklassifikation.

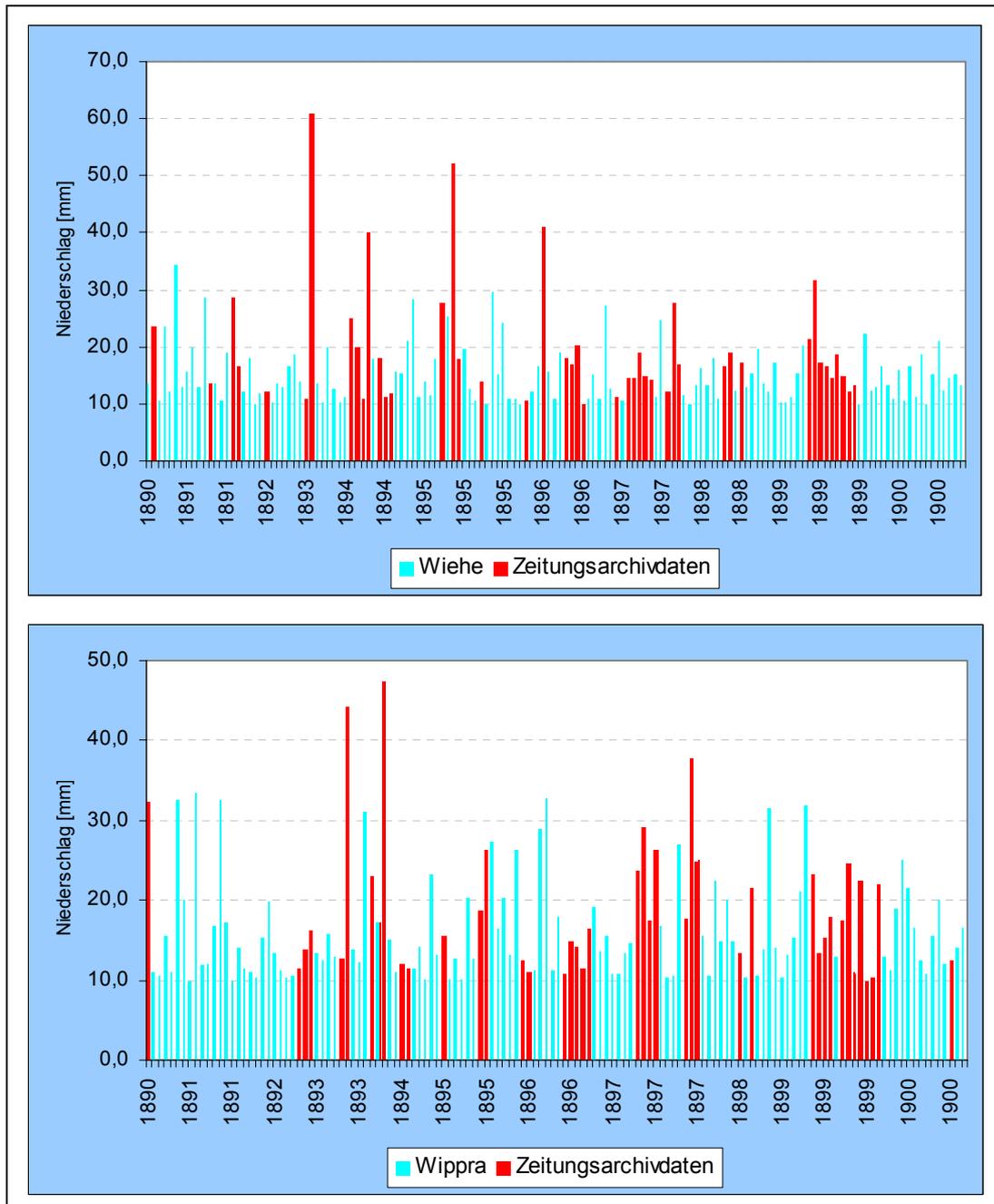


Abb. 5.1: Niederschläge ≥ 10 mm vor 1901 an den Stationen Wiehe und Wippra – rot dargestellt entsprechende Erwähnung in historischen Zeitungen

Die Zielsetzung dieses Kapitels bestand in einer Abschätzung der Verwendbarkeit historischer Klimaaufzeichnungen - hier im Speziellen Zeitungsarchivdaten - als mögliche zusätzliche Datenquelle im Rahmen der Untersuchung von Klimaänderungen. Fasst man die vorgestellten Ergebnisse zusammen, so lassen sich folgende **Schlussfolgerungen** ziehen:

Der wesentliche Punkt für die Klimarekonstruktion ist eine kontinuierliche und über einen langen Zeitraum erfasste Datengrundlage. Mit der **Auswertung regionaler Zeitungsbestände** wird man diesem gerecht.

Die **Gegenüberstellung der Messwerte** mit den entsprechenden **Zeitungsartikeln** (Tab. 5.2, Abb. 5.1) ließ erkennen, dass einerseits die größten Ereignisse, aber auch weniger bedeutende Niederschläge erfasst sind. Dabei kann vor allem die Schaden verursachende Wirkung als ausschlaggebender Faktor angeführt werden. In diesem Zusammenhang muss davon ausgegangen werden, dass Niederschläge, die ein weniger dicht besiedeltes Gebiet betreffen, seltener durch Zeitungsberichte genannt werden.

Insgesamt wird deutlich, dass mit dem vergleichenden Ansatz quantitativ und deskriptiv erfassten Niederschlags der Genauigkeitswert der historischen Datengrundlage abgeschätzt werden kann und damit die Verwendbarkeit der Aufzeichnungen als Klimaquelle möglich wird. Aus diesem Grund stellen historische Klimaaufzeichnungen für die Untersuchungen von Klimamänderungen eine nicht zu unterschätzende Grundlage dar.

6. Regionale Trendanalyse

6.1 Niederschlagsverlauf im Untersuchungszeitraum

Der nachfolgend im Rahmen der Trendanalyse betrachteten zeitlichen Niederschlagsentwicklung wird eine kurze Beschreibung des *allgemeinen Niederschlagsverlaufs* im Untersuchungszeitraum vorangestellt. Aufgrund der langen und in ihren Jahressummen lückenlosen Messreihe wurde dazu exemplarisch die Niederschlagsstation Amesdorf, nördlich der Kernzone des Mitteldeutschen Trockengebietes gelegen (Abb. 6.1), ausgewählt.

Die Abbildung 6.1 lässt insgesamt eine hohe Variabilität der Jahressummen erkennen. Anhand der geglätteten Werte (GAUßsche Tiefpassfilterung) können jedoch niederschlagsreiche Zeiträume und Phasen geringeren Niederschlages unterschieden werden.

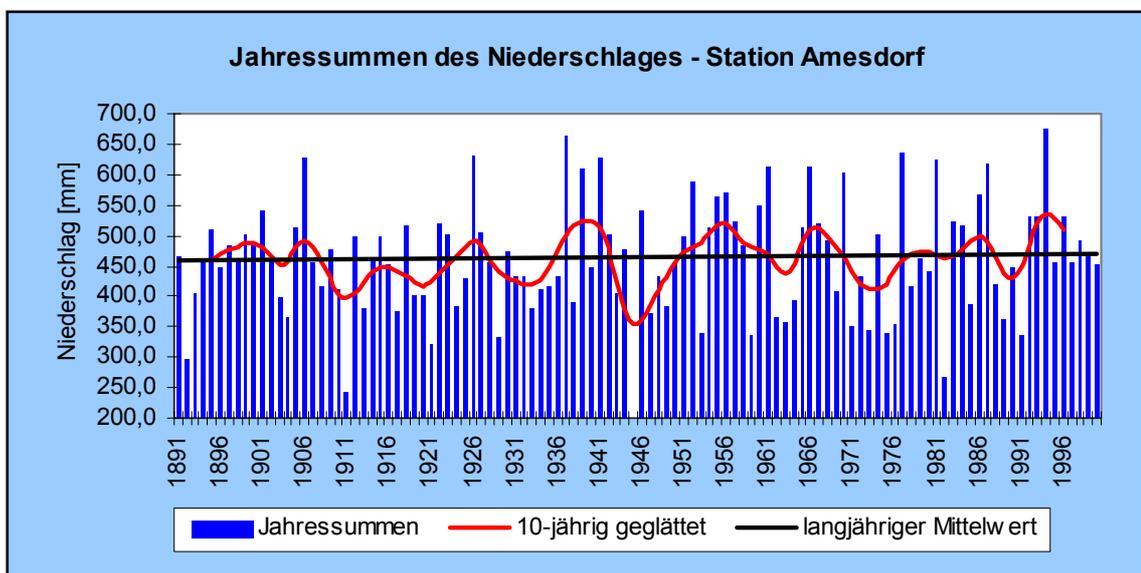


Abb. 6.1: Jahressummen des Niederschlages der Station Amesdorf 1891 – 2001 - 10-jährig geglättete Werte (GAUßsche Tiefpassfilterung) und langjähriger Mittelwert

Zu Beginn der Aufzeichnungen dominieren hohe Niederschläge, die 1906 mit fast 630 mm Jahressumme ihr Maximum erreichen. Nach der Jahrhundertwende folgt ein rascher Wechsel zwischen höheren und geringeren Niederschlagssummen. In diesen Zeitraum fällt auch das Trockenjahr 1911 mit weniger als 250 mm Jahresniederschlag - ein vergleichbares Dürrejahr trat erst wieder 1982 auf. Ende der 30-er, Anfang der 40-er Jahre sind innerhalb eines kurzen Zeitraums drei deutliche Peaks erkennbar, deren Werte erst wieder ab den 50-er Jahren erreicht werden. Ab diesem Zeitraum zeigt sich zudem eine Häufung größerer Jahressummen. Insbesondere die jüngste Dekade (ab 1991) ist durch Niederschlagshöhen im Bereich des langjährigen Mittelwertes oder darüber hinaus gekennzeichnet.

6.2 Trends für den Zeitraum 1902-2000

Ausgangspunkt der nachfolgenden Auswertungen sind Niederschlagszeitreihen, die zuvor durch eingehende Korrektur- und Homogenitätsprüfungen für die statistische Analyse aufbereitet wurden (Kap. 4). In Anbetracht der schwierigen Ausgangsdatenlage (Tab. 3.1) konnten insgesamt 23 Niederschlagsstationen für die Betrachtung des Zeitschnittes 1902-2000 herangezogen werden, davon vier Stationen mit Tageswerten. Als Interpolationsverfahren zur Schätzung des räumlichen Niederschlages aus punktbasierten Messungen wurde die *Kriging* – Methode herangezogen. Die Ergebnisse der Jahres-, Halbjahres-, Quartals- und Monatssummenauswertung sowie die Analyse der Einzelereignisse sind für alle Betrachtungszeiträume einheitlich graphisch dargestellt und werden anschließend detailliert erläutert.

6.2.1 Auswertung der Jahres-, Halbjahres-, Quartals-, und Monatssummen des Gesamtniederschlags

Im Anschluss der auf Basis unterschiedlicher hydrologischer Betrachtungszeiträume durchgeführten Trendanalyse können folgende Ergebnisse angeführt werden:

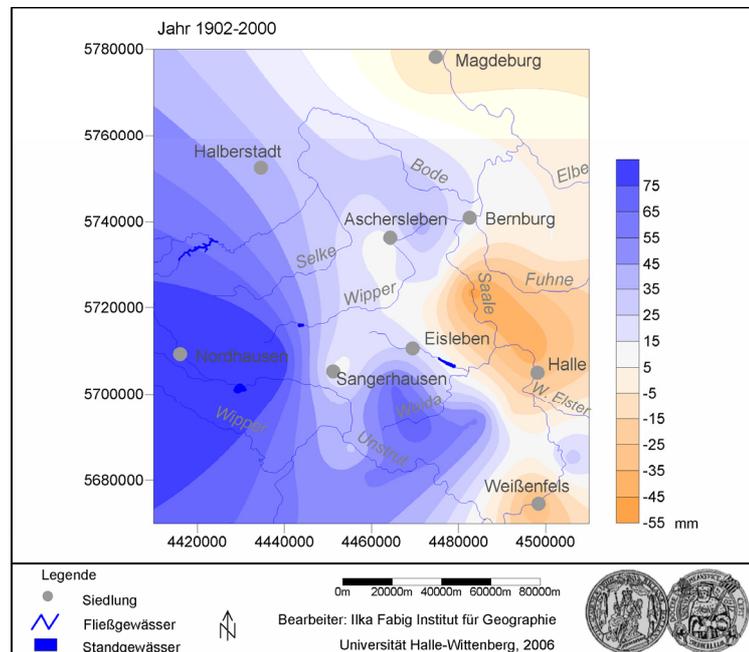


Abb. 6.2: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf das hydrologische Jahr

Die Abbildung 6.2 zeigt die Entwicklung des **jährlichen Niederschlages** zwischen **1902-2000**. Charakteristisch für diesen Zeitraum ist ein Anstieg der Jahressumme im Bereich des Harzes sowie seinen Vorländern, wobei die Stärke räumlich variiert. Östlich einer Linie Magdeburg -

Eisleben - Weißenfels kann dagegen ein gegenläufiger Trend nachgewiesen werden, der besonders deutlich mit fast 50 mm nordöstlich der Mansfelder Seen entwickelt ist. Bei einer durchschnittlichen Jahressumme um 500 mm bedeutet das für diesen Teil des Untersuchungsraumes bis zu 10% weniger Niederschlag.

Anhand der ganzjährigen Auswertung sind jedoch keine Rückschlüsse auf Zeiten stärkerer oder geringerer Niederschlagsaktivität möglich. Zu diesem Zweck wurde der *saisonale Niederschlag* herangezogen. Nach den aus dem Gesamtjahr bekannten Ergebnissen zeigt sich, dass der positive Trend der Jahresniederschlagsmenge ausschließlich auf den *Anstieg im Winterhalbjahr* zurückzuführen ist (Abb. 6.3). Analog der Ergebnisse für die jährlichen Niederschlagshöhen (Abb. 6.2) sind vor allem im Bereich des Harzes und der Querfurter Platte die höchsten Zuwächse festzustellen. Dem Anstieg im Winterhalbjahr entsprechend zeigen auch Winter- und Frühjahrsquartal überwiegend signifikante Niederschlagszunahmen (Abb. 6.4).

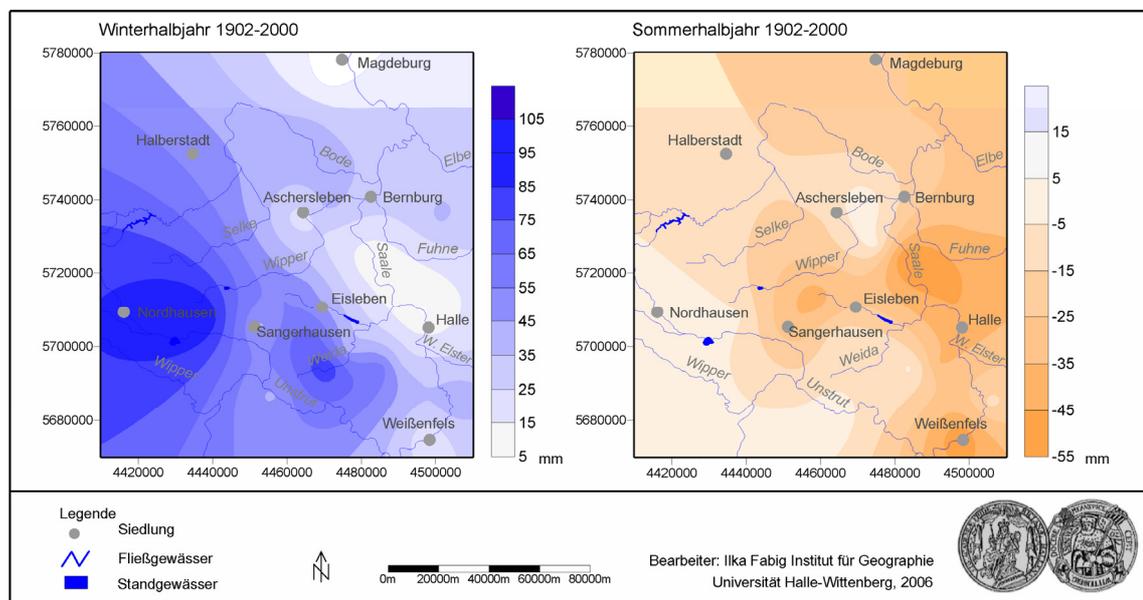


Abb. 6.3: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr

Die langfristige Niederschlagsausbildung während der *Sommermonate* (Abb. 6.3) stellt die spiegelbildliche Entwicklung zum winterlichen Verlauf dar und ist durch einen Rückgang der Regenmengen gekennzeichnet, wobei von der Abnahme weniger die höheren Lagen des Harzes, als vielmehr die Vorlandbereiche betroffen sind. Insbesondere Flächen im Kernbereich des Trockengebietes (nordwestlich von Halle) zeigen eine markante Abnahme des sommerlichen Niederschlages.

Betrachtet man die auf die Sommer*quartale* (Abb. 6.4) bezogenen Niederschlagshöhen, so lässt sich auch für diese Zeiträume ein abnehmender Trendverlauf feststellen.

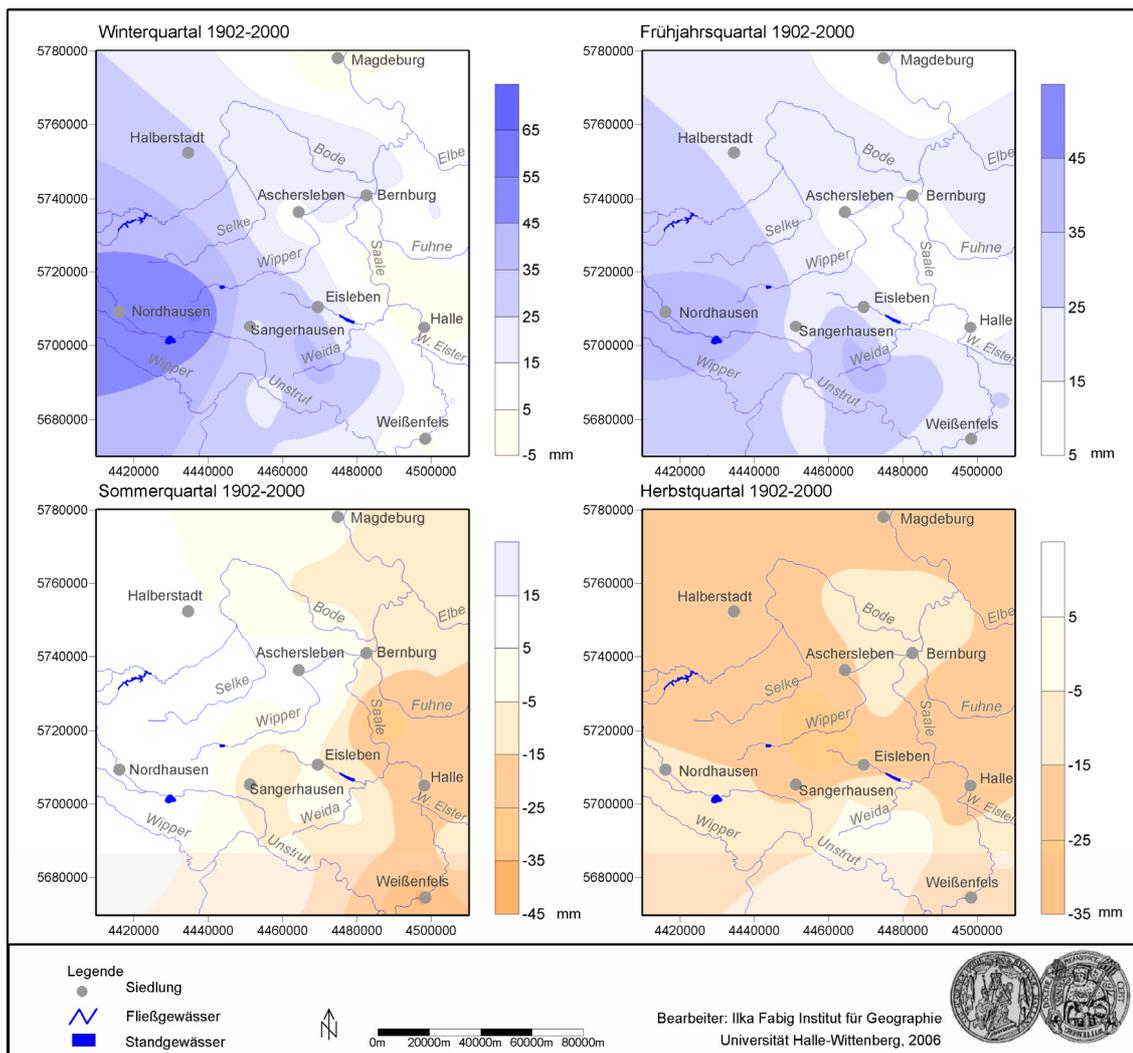


Abb. 6.4: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf hydrologische Quartale

Einen Überblick über das *genaue Ausmaß der Veränderung*, einschließlich der dazugehörigen Signifikanzaussage, enthält die nachstehende Tabelle 6.1, die neben stationsbezogener Ergebnisse zusätzlich den gesamtdeutschen Trend einbezieht.

Auf Basis ganzjähriger Betrachtung weist die Niederschlagsentwicklung im Untersuchungsgebiet in Bezug zum großräumig ermittelten Trendwert weitestgehend Übereinstimmung auf. Dagegen macht der Vergleich zwischen den Ergebnissen für das Sommerhalbjahr bzw. –quartal, sowohl anhand der absoluten Beträge als auch der Richtung, eine totale *Trendumkehr* zwischen den regional und überregional ermittelten Werten deutlich. Dieses auf *lokalklimatischer* Ebene *interessante Ergebnis* lässt es sinnvoll erscheinen, eine ergänzende Betrachtung der Niederschlagsentwicklung auf *Monatsebene* anzuschließen.

Die Tabelle 6.2 lässt erkennen, dass die rückläufigen Niederschlagsmengen im *Sommerhalbjahr* im Wesentlichen auf der Abnahme im Monat Juli beruhen, die nahezu an allen Stationen mit ausreichender Signifikanz nachgewiesen werden konnte. Die Tendenz zu weniger

Niederschlag im Juli entspricht zwar den großräumigen Entwicklungen, die Höhe des Niederschlagsrückgangs ist allerdings auffällig und übersteigt den Wert für Deutschland um ca. das Dreifache.

Station	Jahr	Win_ halbj	Som_ halbj	Win_ quar.	Früh_ quar.	Som_ quar.	Herb_ quar.
Amesdorf	40,9	38,1	2,3	20,8	16,6	11,3	-9,0
Annarode	14,9	55,3	-40,1	30,8	23,7	-9,3	-30,8
Aschersleben	7,0	19,8	-13,1	8,8	10,5	9,8	-22,8
Bad Bibra	50,0	68,8	-18,2	29,6	38,2	-8,4	-9,8
Bad Dürrenberg	30,7	43,1	-12,0	15,8	26,6	-9,2	-2,8
Bad Lauchstädt	-6,3	29,7	-35,9	9,5	19,6	-18,4	-17,5
Belleben	18,1	19,5	-2,1	12,1	6,9	5,2	-7,2
Halle	-40,7	3,8	-44,4	-2,7	5,9	-21,6	-22,8
Klostermansfeld	15,4	46,9	-31,3	24,6	21,6	-1,6	-29,7
Köthen	5,1	36,5	-31,3	15,5	20,5	-14,7	-16,6
Magdeburg	-12,8	9,8	-22,5	-1,0	10,4	-1,4	-21,1
Osterhausen	67,9	74,0	-6,1	37,1	35,9	-1,2	-4,9
Querfurt	73,4	83,1	-9,7	40,0	42,1	-8,0	-1,7
Questenberg	94,6	97,8	-3,1	56,2	40,5	11,1	-14,2
Rothenburg	-49,0	7,4	-56,1	2,3	4,6	-31,7	-24,4
Sangerhausen	8,4	42,4	-34,0	22,6	19,0	-12,7	-21,3
Schafstädt	57,1	60,9	-4,1	28,7	31,3	-6,0	1,9
Schönebeck	2,3	27,1	-24,9	13,0	13,5	-10,1	-14,8
Schönewerda	32,6	42,8	-10,6	19,9	22,1	-5,1	-5,5
Schraplau	27,3	37,7	-8,2	20,3	18,4	-1,2	-7,0
Weißenfels	-36,5	17,7	-53,6	2,9	14,1	-37,4	-16,2
Wiehe	57,1	51,3	5,7	25,6	25,0	4,1	1,6
Wolmirsleben	24,0	42,5	-18,9	22,7	19,1	-7,5	-11,4
Deutschland	65,7	59,7	6,0	36,2	23,5	13,0	-7,0

Tab. 6.1: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf hydrologische Zeiträume [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]

(Trend Deutschland 1901-2000, Quelle: SCHÖNWIESE 2003a geändert)

Auch die Trendwerte für August, September und Oktober, die das hydrologische Herbstquartal bilden, sind in der Mehrzahl der Fälle durch eine rückläufige Tendenz gekennzeichnet, die jedoch wenig Signifikanz aufweisen. Dagegen zeigt der Monat Juni einen flächendeckend meist signifikant positiven Trend, der aber das Niederschlagsdefizit für das Sommerquartal nicht ausgleichen kann. Ob die Niederschlagszunahme im Juni auf einem Zuwachs der Starkniederschlagsereignisse basiert, wird im folgenden Kapitel (Kap. 6.2.2) Gegenstand der Untersuchung sein.

Der Blick auf die *Winter*monate zeigt, dass sich der Niederschlagsanstieg vor allem durch die überwiegend signifikant positiven Trendwerte im November und Dezember begründet. Zudem weisen die Monate Februar und März teils signifikante Niederschlagszunahmen auf. Insgesamt kann für das Winterhalbjahr, mit Ausnahme des Monats Januar, eine dem überregionalen Trend ähnliche Entwicklung bestätigt werden.

Station	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Amesdorf	1,1	4,7	12,2	-0,3	8,1	19,5	-16,3	2,5	-6,3	-5,2	9,3	11,2
Annarode	2,7	12,6	16,2	-5,0	-1,7	11,3	-18,9	-9,9	-11,2	-9,6	5,1	15,9
Aschersleben	-5,0	2,7	10,9	-3,1	7,4	21,7	-19,3	-5,5	-9,8	-7,5	6,1	8,1
Bad Bibra	5,1	13,9	19,2	5,1	-5,0	13,6	-17,0	-4,4	-4,4	-1,0	7,6	15,5
Bad Dürrenb.	-3,8	5,5	10,4	10,6	-0,9	7,8	-16,1	3,8	-2,8	-3,8	6,7	11,2
Bad Lauchst.	-3,4	5,3	9,3	5,1	-3,5	6,4	-21,4	1,1	-6,8	-11,8	4,5	7,4
Belleben	-3,7	2,3	6,6	-2,1	5,4	15,5	-15,8	1,1	-2,3	-6,0	6,9	9,6
Halle	-7,6	0,6	6,1	-0,8	-11,9	5,6	-15,2	-6,0	-7,1	-9,7	0,5	3,7
Klostermans.	1,5	13,2	10,2	-1,8	-4,1	22,5	-20,0	-5,6	-10,8	-13,3	6,7	14,0
Köthen	-2,3	5,0	14,1	1,4	4,3	4,6	-23,6	-5,9	-4,5	-6,3	4,4	14,4
Magdeburg	-5,8	0,0	10,0	0,4	7,3	18,0	-26,7	-3,9	-4,4	-12,8	-2,7	7,8
Osterhausen	3,2	12,4	16,1	7,4	2,3	22,3	-25,7	2,9	-2,6	-5,2	9,5	18,0
Querfurt	4,6	16,0	22,1	4,0	4,7	10,7	-23,4	4,2	-3,0	-2,9	10,9	23,3
Questenberg	10,9	12,1	26,0	2,4	11,6	18,9	-19,4	-12,3	0,4	-2,4	14,4	23,3
Rothenburg	-7,0	-0,2	8,9	-4,0	-3,7	1,9	-30,0	-5,4	-7,8	-11,3	3,8	5,9
Sangerhaus.	2,9	6,2	16,1	-3,3	-0,6	11,8	-23,9	-8,3	-0,4	-12,6	6,3	13,9
Schafstädt	2,0	10,3	14,1	6,8	3,1	16,1	-25,2	9,3	-3,7	-3,7	9,4	16,4
Schönebeck	0,0	1,6	13,8	-1,8	6,5	13,0	-29,6	-7,2	-1,8	-5,8	1,1	11,1
Schönewerda	0,1	6,7	12,1	3,3	1,0	16,1	-22,1	4,5	-1,4	-8,7	6,2	14,2
Schraplau	-1,0	6,1	11,4	-0,6	-2,5	14,9	-14,6	3,0	-6,9	-4,1	6,6	14,4
Weißenfels	-3,6	1,9	7,3	4,9	-5,5	-4,9	-26,9	2,0	-9,0	-9,3	0,2	6,7
Wiehe	1,3	9,3	14,3	1,3	0,2	17,7	-13,8	1,3	3,5	-3,2	8,5	16,0
Wolmirsleben	2,6	4,0	15,0	0,2	9,8	6,1	-23,5	-2,4	-1,2	-7,7	7,3	12,8
Deutschland	6,2	8,7	16,0	-1,2	7,5	13,8	-8,3	-12,2	2,7	2,5	11,6	18,4

Tab. 6.2: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf 12 Monate [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]

(Trend Deutschland 1901-2000, Quelle: SCHÖNWIESE 2003a)

Aus den Ergebnissen für den Zeitraum 1902-2000 lässt sich **abschließend formulieren**, dass die **Erhöhung** der **jährlichen Niederschlagssumme** im Wesentlichen **auf den Zuwachs** in den **Wintermonaten zurückzuführen** ist. Die **Sommermonate**, mit Ausnahme des Monats Juni, zeigen dagegen eine umgekehrte Entwicklung und sind insgesamt durch einen **abnehmenden Niederschlagstrend** charakterisiert. Die Veränderung der Niederschlagsverhältnisse ist demnach für das Gebiet östlich der Linie Magdeburg - Eisleben - Weißenfels als besonders gravierend einzuschätzen, da die zurückgehenden Sommerniederschläge nicht durch die Erhöhung des Winterniederschlages kompensiert werden.

6.2.2 Auswertung der Extremereignisse

Entsprechend der in Kapitel 4.3 vorgenommenen Unterteilung der Einzelereignisse, erfolgt die Auswertung innerhalb des Zeitraums 1902-2000 anhand von Tageswerten der Stationen Questenberg (östliches Harzvorland), Annarode (östliches Harzvorland), Schraplau (Querfurter Platte) und Halle (östlicher Rand des Mitteldeutschen Trockengebietes). Aufgrund der Stations-

verteilung kann eine hinreichende Repräsentativität der Ergebnisse für das Gesamtgebiet angenommen werden. Eine weitere Station im Norden des Untersuchungsraums würde die Aussagekraft der Ergebnisse weiter erhöhen, sie kann jedoch erst ab den 30-er Jahren in die Auswertungen einbezogen werden (Kap. 3.2).

Neben der Erfassung der Trends von Anzahl und Ausmaß der Einzelereignisse - beide Untersuchungen sind wichtig, um festzustellen, ob sich Häufigkeit und Menge unabhängig voneinander entwickelt haben - wurde außerdem der Verlauf des Anteils der Starkniederschlagsmenge am Gesamtniederschlag bestimmt. Die Trends der Starkniederschlagsmenge (Ausmaß) konnten anhand jahreszeitlich (Jahr, Halbjahre, Quartale) aufsummierter Niederschlagshöhen entsprechender Ereignisse ermittelt werden.

Zu den nachfolgenden Abbildungen ist zu anmerken, dass die Darstellung der Entwicklungsrichtung und Signifikanz der Tageswerte durch rote (Anstieg) bzw. grüne (Abnahme) Pfeile vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlags erfolgt.

6.2.2.1 Anzahl der Ereignisse

Die Veränderungen der Starkniederschlagsaktivität auf Basis des *hydrologischen Jahres* sind in der Abbildung 6.5 zusammengefasst. Die Verwendung unterschiedlicher Starkniederschlagsgrenzwerte lässt zunächst vermuten, dass vor allem weniger große Ereignisse (≤ 20 mm) die Gesamtniederschlagsmenge maßgeblich beeinflusst haben.

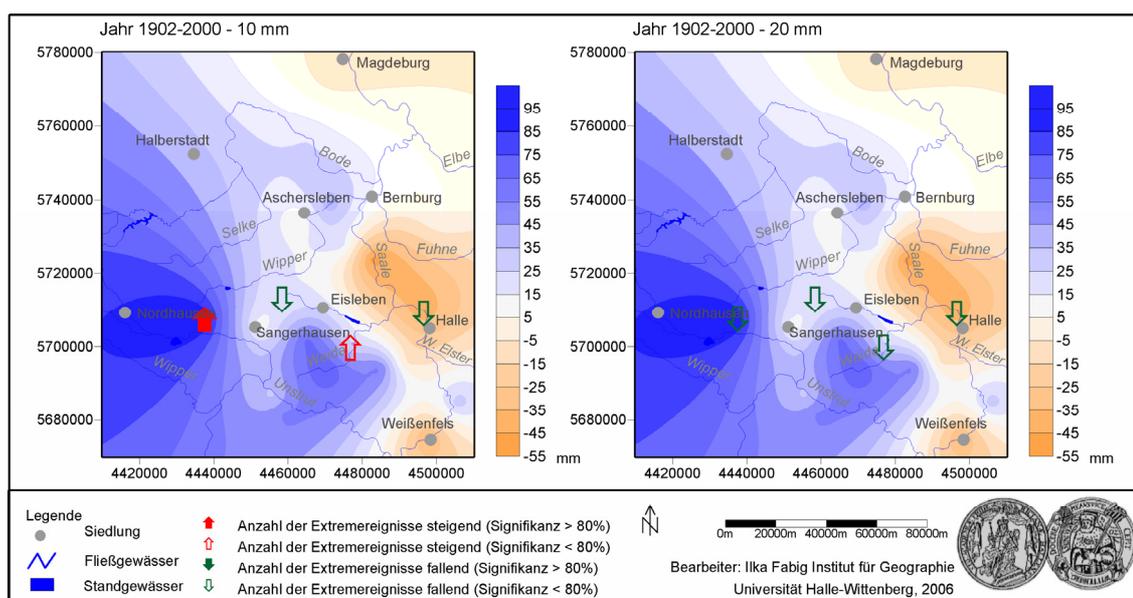


Abb. 6.5: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr 1902-2000)

Schaut man hingegen auf die Ergebnisse der *halbjährlichen Betrachtung*, so zeigt sich, dass im Winterhalbjahr durchaus ein Zuwachs der Ereignisse ≥ 20 mm zu verzeichnen ist. Somit kann in Übereinstimmung mit den Ergebnissen überregionaler Betrachtungen (BECK & GRIESER 2003, Kap. 2.3.2) für das *Winterhalbjahr* (Abb. 6.6) sowie die dazugehörigen Quartale (Abb. 6.7) eine zum Teil recht deutliche *Zunahme der Starkniederschlagsanzahl* (Schwellenwert 10 mm sowie 20 mm) im Untersuchungsraum für die Periode 1902-2000 dokumentiert werden.

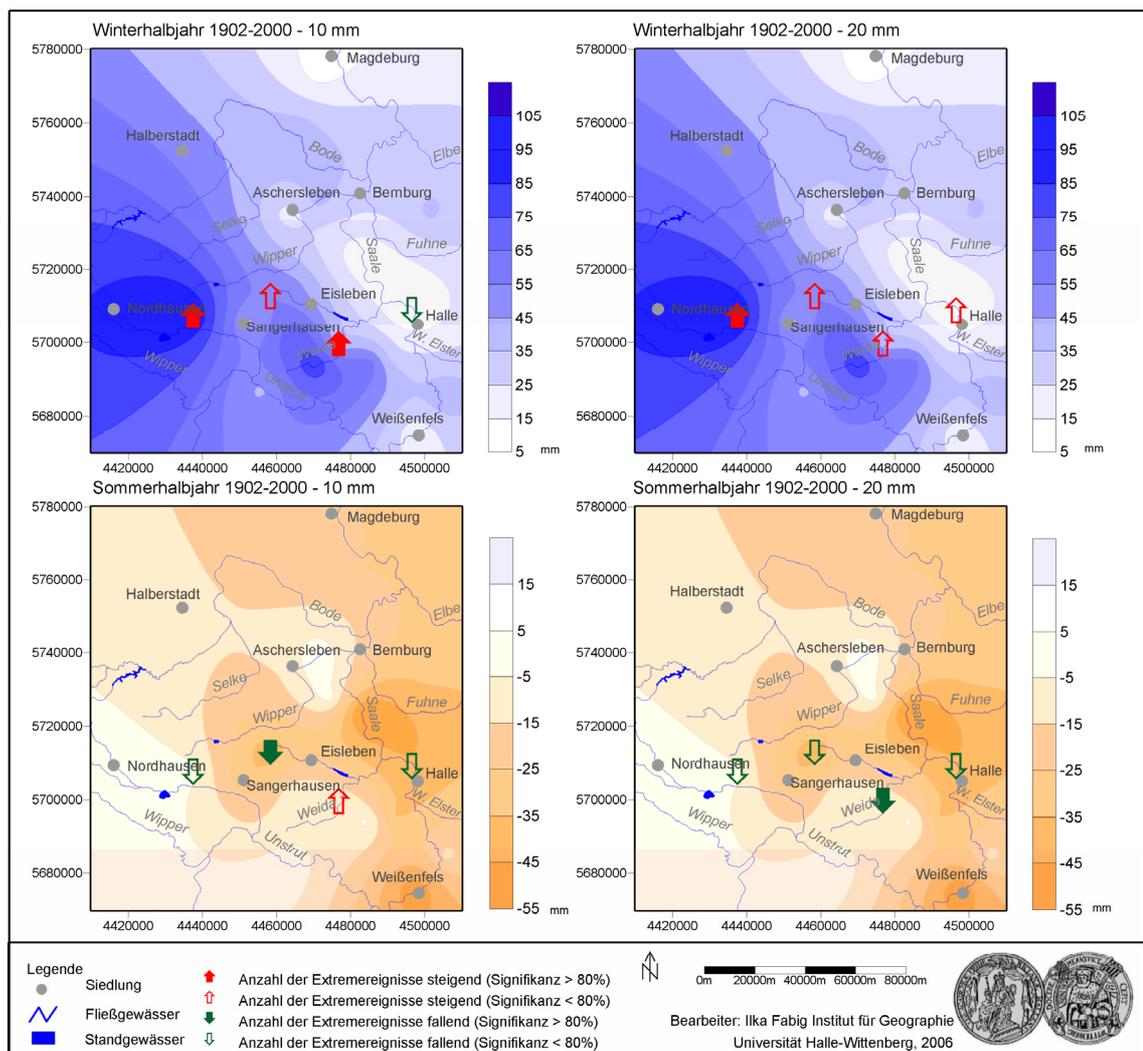


Abb. 6.6: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Halbjahre) 1902-2000

Im Gegensatz dazu lässt sich für den *Sommerzeitraum* sowohl auf Halbjahres- (Abb. 6.6) als auch Quartalsebene (Abb. 6.7) eine durch mehrheitlich *abnehmende Trends* charakterisierte Entwicklung nachweisen. Insofern kann die Annahme eines Anstieges der Starkniederschlags-häufigkeit innerhalb der Sommermonate (Kap. 2.3.1) anhand der dargestellten Ergebnisse für den Zeitraum 1902-2000 nicht bestätigt werden.

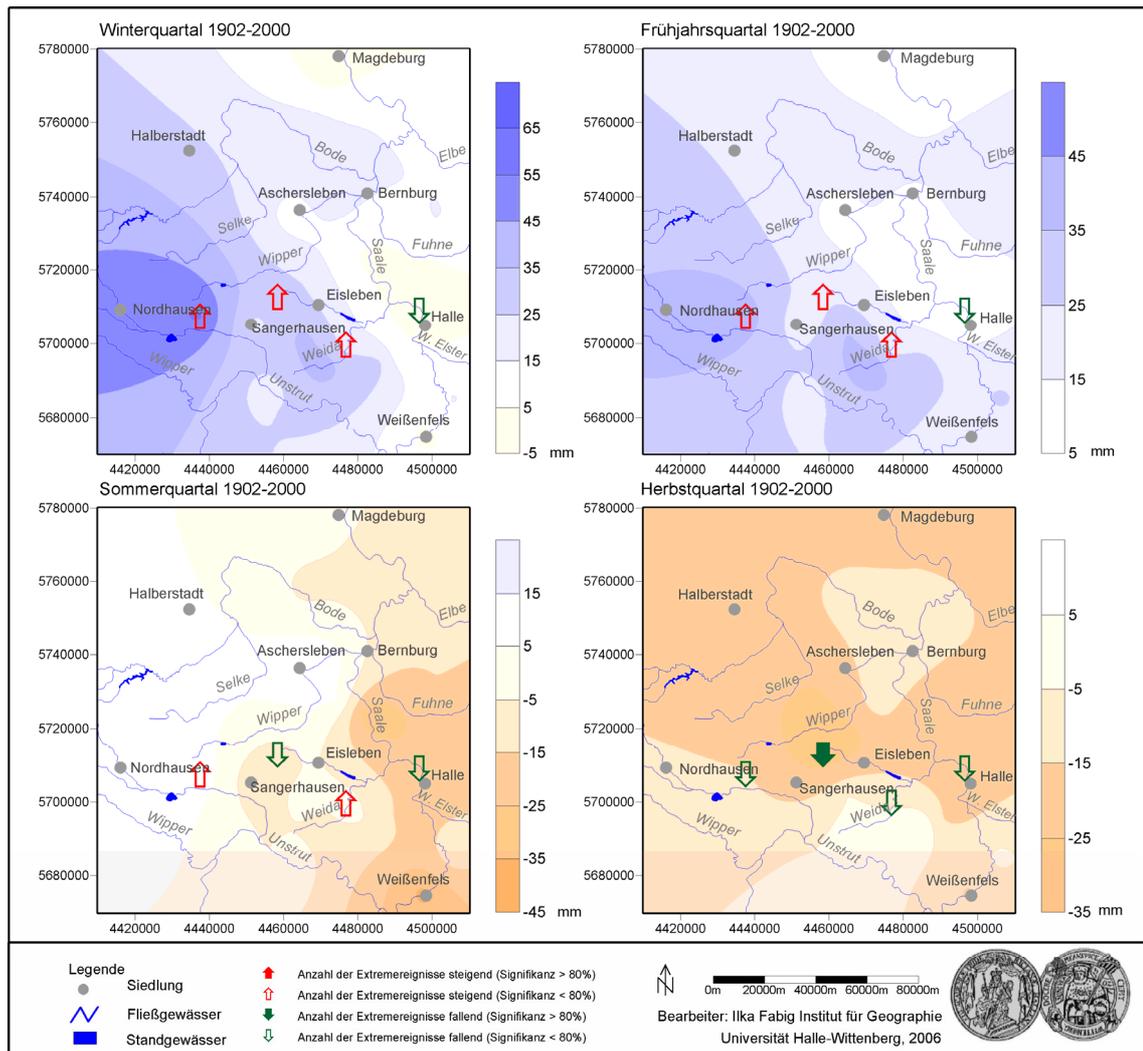


Abb. 6.7: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse $\geq 10\text{mm}$ (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Quartale) 1902-2000

6.2.2.2 Ausmaß der Ereignisse

Die durchschnittliche Niederschlagsmenge, die bei einem größeren Ereignis ($\geq 10\text{mm}$) im Verlauf des Winter- sowie Sommerhalbjahres erreicht wird, ist in der Abbildung 6.8 anhand der Station Schraplau dargestellt. Auf Basis beider Untersuchungszeiträume zeigen sich periodische Schwankungen der Regenmenge, das Auftreten großer tendenzieller Veränderungen kann jedoch ausgeschlossen werden. Es lässt sich somit abschätzen, dass die während eines stärkeren Ereignisses fallende Gesamtniederschlagsmenge in den zurückliegenden 100 Jahren stabil geblieben ist.

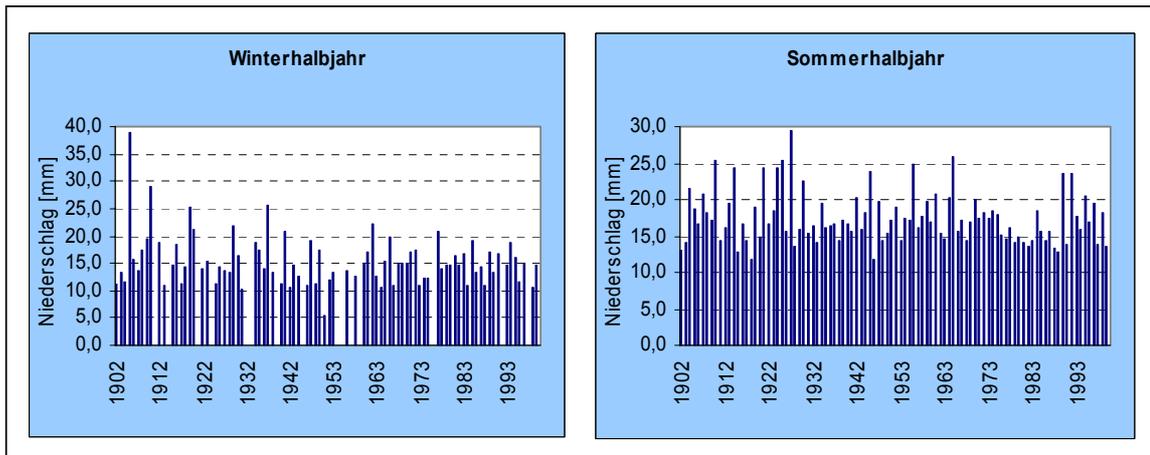


Abb. 6.8: Durchschnittliche Niederschlagsmenge bei einem Starkniederschlagsereignis ≥ 10 mm für das Winter- und Sommerhalbjahr innerhalb des Zeitraumes 1902-2000 – Station Schraplau

Lenkt man dagegen den Blick auf die Entwicklung der Summe aller starkniederschlagsbeeinflussten Ereignisse, werden eindeutige Tendenzen sichtbar.

Anhand der **jährlichen Betrachtung** (Abb. 6.9) lässt sich übereinstimmend mit den Ergebnissen zur Starkniederschlagshäufigkeit (Kap. 6.2.2.1) für die Stationen Questenberg und Annarode ein **Anstieg** des Ausmaßes aller Ereignisse ≥ 10 mm nachweisen. Im Gegensatz zu den Starkniederschlägen ab einer Grenze von 20 mm, für die ausschließlich negative Trends ihrer Gesamtsumme ermittelt werden konnten.

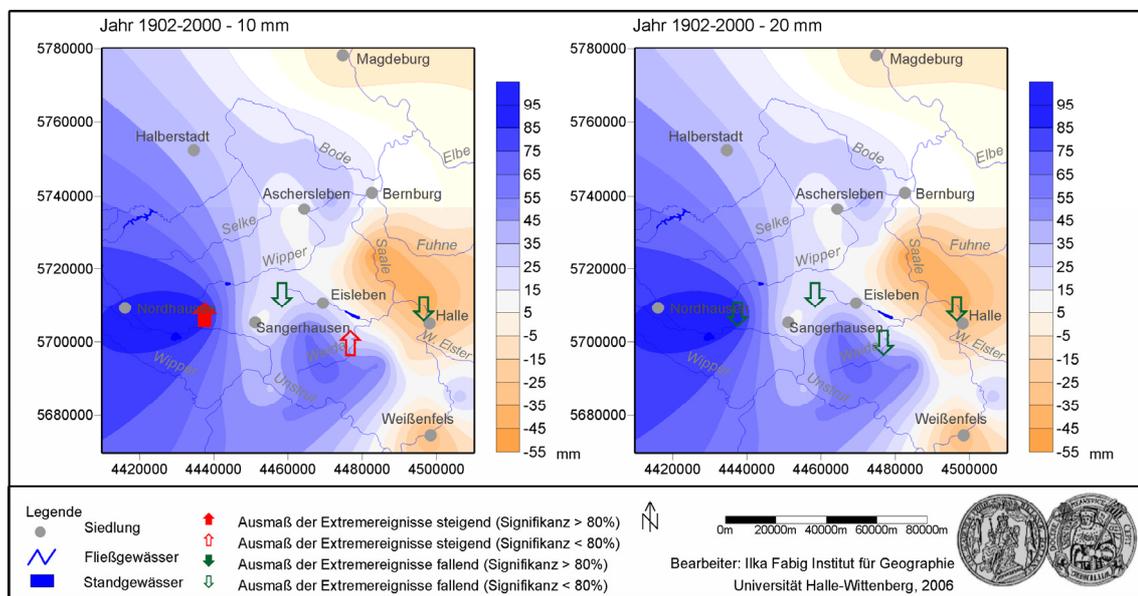


Abb. 6.9: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr) 1902-2000

Interessant ist erneut der Vergleich der Trends auf Basis beider Halbjahre. Innerhalb des **Winterhalbjahres** ist an den meisten Stationen eine deutliche und zum Teil signifikante **Zunahme** des Ausmaßes aller Ereignisse ≥ 10 mm und ≥ 20 mm zu erkennen (Abb. 6.10).

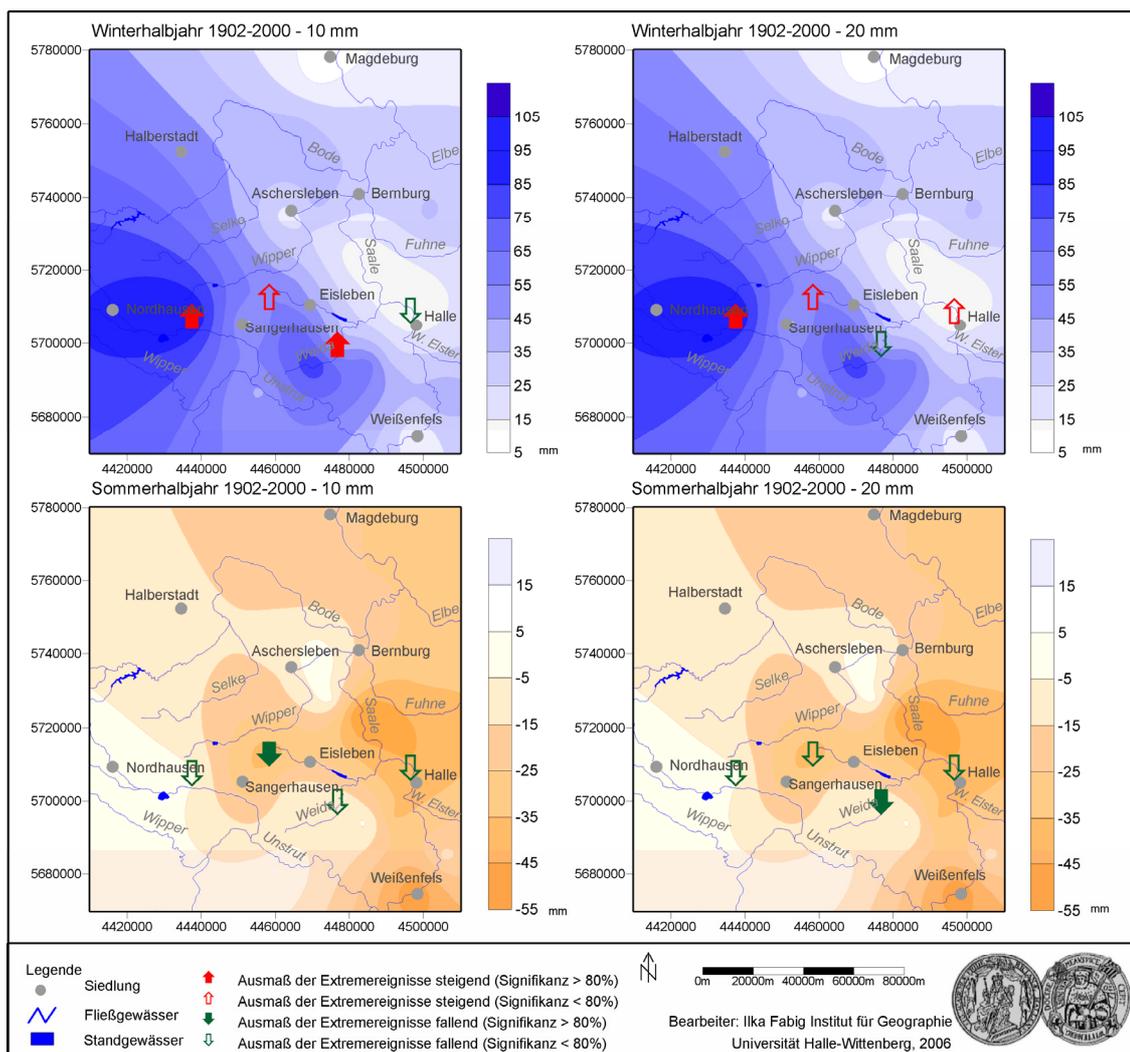


Abb. 6.10: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Halbjahre) 1902-2000

Angesichts der Ergebnisse für die Halbjahresbetrachtung (Abb. 6.10), waren auch auf Basis der *Winterquartale* (Abb. 6.11) positive Werte zu erwarten, die durch zunehmende Trends, jedoch ohne hinreichende Signifikanzaussage, bestätigt werden konnten. Anhand der Trendanalyse kann somit nachweislich eine Verstärkung des Gesamtausmaßes der Starkniederschläge innerhalb der Wintermonate festgestellt werden. Diese Entwicklung zeichnet weitestgehend die Ergebnisse entsprechender Untersuchungen zur Starkniederschlagshäufigkeit nach (Kap. 6.2.2.1). Somit ist festzuhalten, dass sich die Trends von Anzahl und Gesamtmenge der stärkeren Ereignisse auf Basis des Winterzeitraumes gleich verhalten.

Die Entwicklung in den *Sommermonaten*, auf halbjährlicher als auch Quartalsebene betrachtet (Abb. 6.10, Abb. 6.11), stellt gewissermaßen den umgekehrten Verlauf dar und ist durch abnehmende Trends, die partiell Signifikanz aufweisen, charakterisiert. Damit bestätigt sich die für diese Periode zuvor getroffene Aussage eines *Rückgangs größerer Einzelereignisse* (Kap. 6.2.2.1).

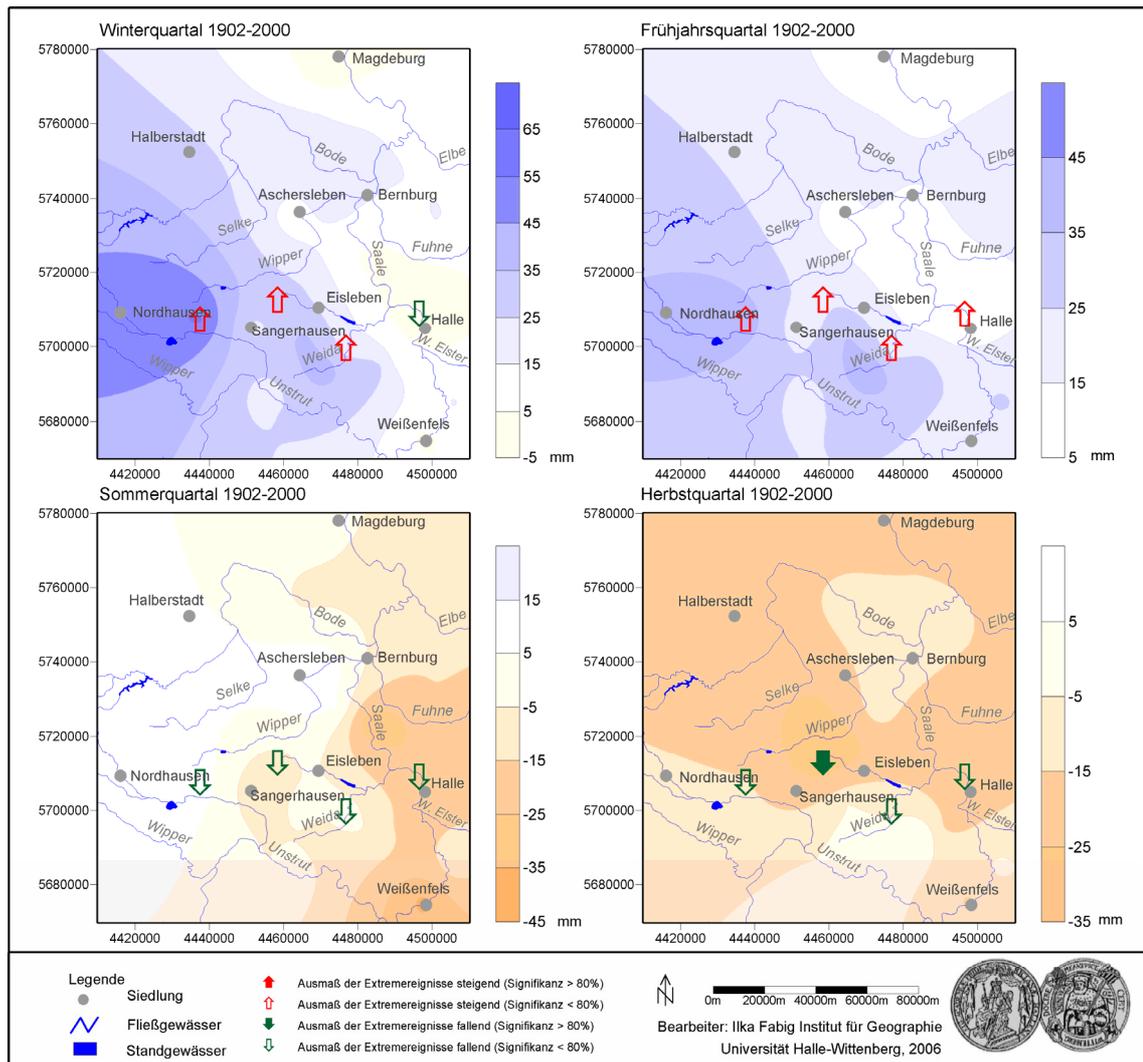


Abb. 6.11: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlags (Quartale) 1902-2000

6.2.2.3 Anteil der Starkniederschlagsmenge am Gesamtniederschlag

Die vergleichende Betrachtung für beide Halbjahre zeigt, dass, entsprechend der vorangegangenen Untersuchungen, im *Winterhalbjahr* der *Einfluss stärkerer Niederschläge* (Schwellenwert 10 mm sowie 20 mm) auf den Gesamtniederschlag *zunimmt* (Abb. 6.12).

Nach den aus den Kapiteln 6.2.2.1 und 6.2.2.3 bekannten Ergebnissen weist das *Sommerhalbjahr* auch hinsichtlich der Bedeutung der Starkniederschläge für den Gesamtniederschlag mehrheitlich abnehmende Trends auf, die an den Stationen Schraplau und Halle zudem Signifikanz besitzen.

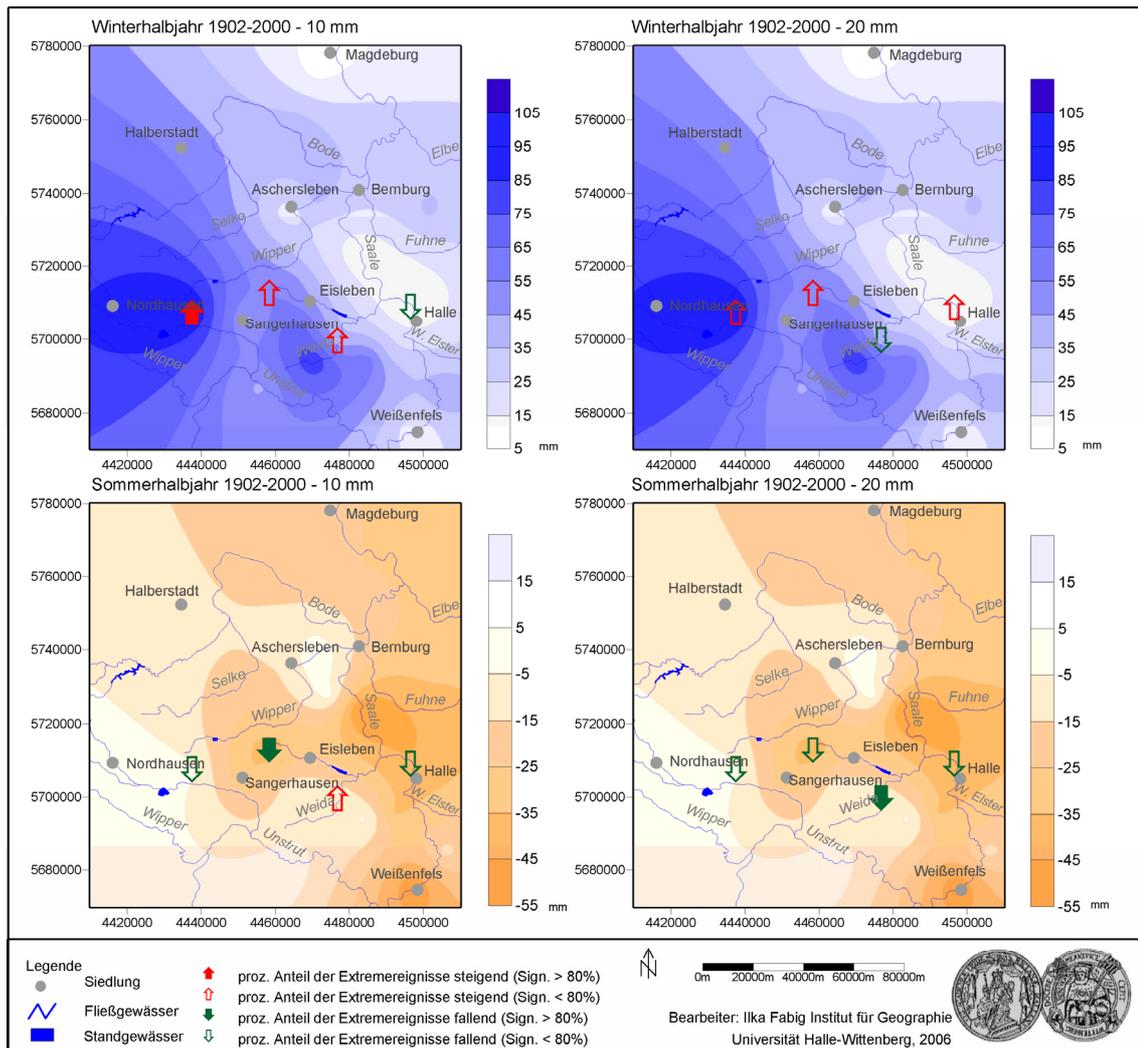


Abb. 6.12: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Halbjahre)

Auf Quartalsbasis betrachtet sind Aussagen hinsichtlich der Entwicklungsrichtung sowohl für die Winter- als auch Frühjahrsmonate nicht eindeutig zu treffen (Abb. 6.13), so dass, im Gegensatz zur Halbjahresauswertung, nur bedingt eine Zunahme der Starkniederschlagsaktivität innerhalb der Winterquartale nachgewiesen werden kann.

Die Ergebnisse für die Sommerquartale (Abb. 6.13) spiegeln hingegen größtenteils die beobachtete Trendabnahme des entsprechenden Halbjahres wider (Abb. 6.12). Das bedeutet für den Untersuchungsraum, dass der *Anteil der Starkniederschläge am Gesamtniederschlag* hauptsächlich in den *Wintermonaten zugenommen* hat. Aufgrund dieser Entwicklung kann eine Bedeutungssteigerung *größerer Niederschläge* innerhalb des Sommerhalbjahres nicht bestätigt werden.

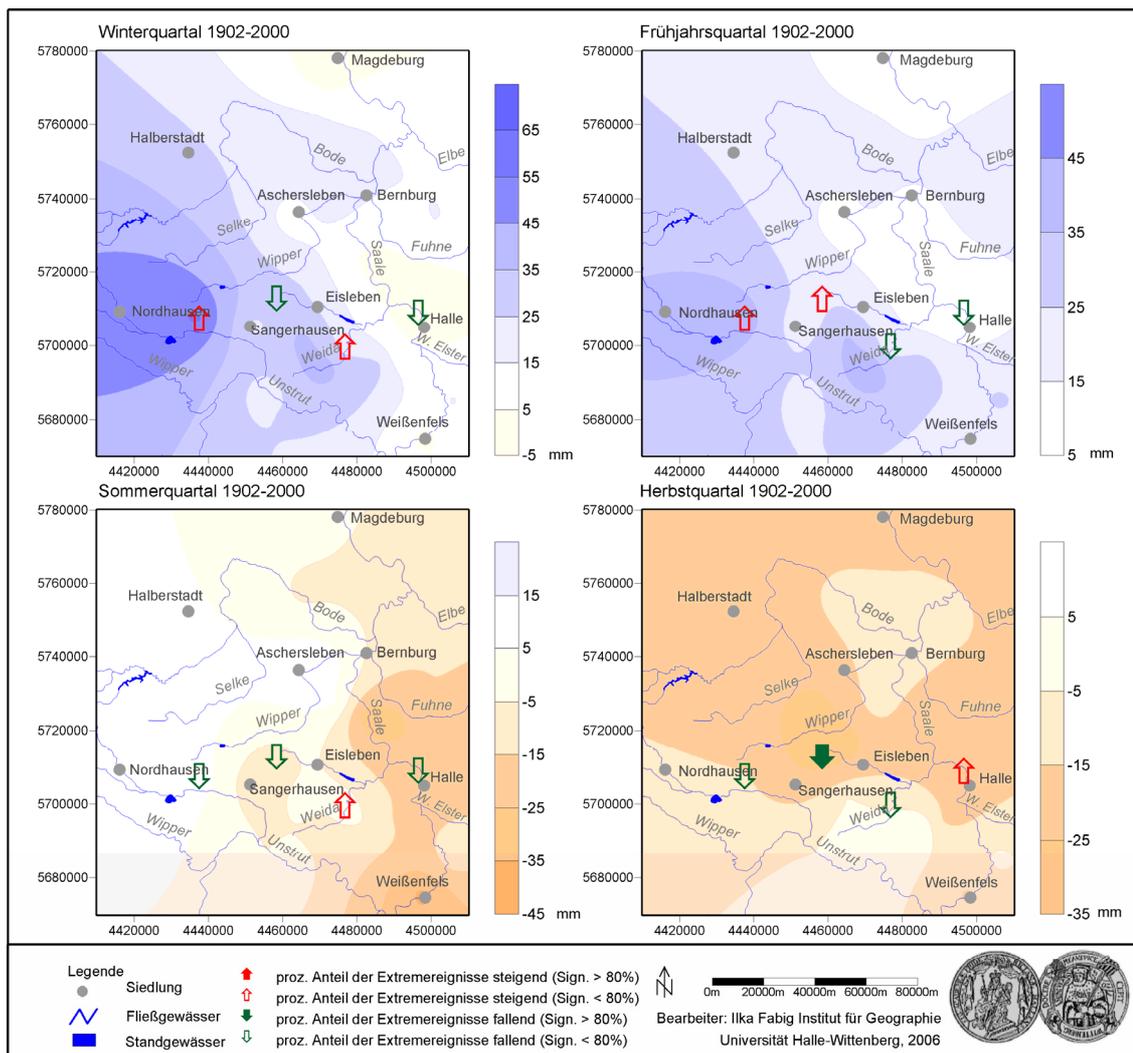


Abb. 6.13: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 10 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Quartale)

6.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse für den Zeitraum 1902-2000

Aus den vorgestellten Ergebnissen zu den Trendentwicklungen von Niederschlag und Starkniederschlagsaktivität lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Bezüglich der **Niederschlagsentwicklung** zeigt sich auf Basis **jährlicher** Betrachtung eine **Zunahme**, mit Ausnahme des Bereiches nordöstlich der Mansfelder Seen, dessen Niederschlagsdefizit gegenüber den anderen Gebieten bis zu 10% beträgt (Kap. 6.2.1, Abb. 6.2). Die **veränderten Niederschlagsverhältnisse** lassen zukünftig, insbesondere für diesen Teil des Untersuchungsraumes, Probleme erwarten, da auch steigende winterliche Regenmengen die geringen Sommerniederschläge nicht kompensieren können.

Auf der Grundlage halbjährlicher Untersuchung lässt sich abschätzen, dass der zunehmende Gesamtniederschlag hauptsächlich auf den markanten *Niederschlagsanstieg in den Wintermonaten* zurückzuführen ist (Kap. 6.2.1). Der zum Teil signifikante Zuwachs des Winterniederschlags begründet sich weniger durch die Entwicklung der Starkniederschlagsmenge (Kap. 6.2.2.2), als vielmehr durch einen *Anstieg der Häufigkeit* entsprechender Niederschläge (Kap.6.2.2.1). Der *Rückgang der sommerlichen Regenmenge* basiert vor allem auf einer deutlichen *Abnahme von Anzahl und Menge größerer Ereignisse*. Somit ist eine Bedeutungssteigerung von Extremereignissen am Gesamtniederschlag ausschließlich auf die Wintermonate beschränkt (Kap.6.2.2.3).

6.3 Trends für weitere ausgewählte Zeiträume

Die in den vorangegangenen Kapiteln getroffenen Aussagen zum Trendverhalten des Gesamtniederschlags und der Einzelereignisse gelten vorerst für den Zeitraum 1902-2000. Für einen differenzierteren Einblick in die zeitliche Entwicklung der unterschiedlichen Parameter ist es notwendig, die Auswertungen auf kürzere Beobachtungsperioden zu erweitern. Dabei ist zu beachten, dass der Trend eine variable Größe ist und sich in Abhängigkeit vom gewählten Untersuchungsintervall sowohl in der Richtung als auch in der Stärke ändern kann (Kap. 4.5). Somit spiegeln die errechneten Trends immer nur das Verhalten des Niederschlags in dem jeweils untersuchten Zeitraum wider.

Im Rahmen der Arbeit kamen gemäß der Vorgaben der WMO 30-jährige Intervalle zur Anwendung. Zusätzlich wurde, unabhängig von der geforderten Mindestanzahl von 30 Jahren, die Entwicklung des Niederschlags der jüngsten Dekade bewertet (Kap. 4.5.2). Die Tabelle 6.3 zeigt die Anzahl der Stationen, die für die jeweiligen Betrachtungsräume zur Verfügung stand.

Zeitraum	1902-1930	1931-1960	1961-1990	1971-2000	1991-2002
Anzahl der Stationen	24	32	45	43	16

Tab. 6.3: Anzahl der Niederschlagsstationen innerhalb unterschiedlicher Betrachtungszeiträume

Die größte Stationsdichte wird dabei mit Beginn der 60-er sowie 70-er Jahre erreicht. Insgesamt ist jedoch für alle untersuchten Zeiträume von einer ausreichenden Datenmenge auszugehen. Detaillierte Ausführungen zu den ermittelten Trendwerten mit entsprechender Signifikanzangabe sind Tabelle 9 Anh. ff sowie der Anlage CD zu entnehmen.

6.3.1 Auswertung der Jahres-, Halbjahres- und Quartalssummen des Gesamtniederschlags

Wie bereits an anderer Stelle diskutiert (*Kap. 4.5.2*), kann sich der Trend einer Zeitreihe in Abhängigkeit vom gewählten Untersuchungsintervall sowohl in der Richtung als auch in der Stärke verändern. Entsprechend unterschiedlich zeigen sich die ermittelten **jährlichen Trends** im Rahmen der gewählten Beobachtungsperioden (Abb. 6.14).

Die Ergebnisse für die Betrachtungszeiträume 1961-1990 und 1971-2000 veranschaulichen diese Problematik besonders eindrucksvoll. Das erstgenannte Intervall ist fast flächendeckend durch negative, teils signifikante Trendwerte gekennzeichnet, die besonders deutlich im Kernbereich des Mitteldeutschen Trockengebietes hervortreten. Ursache für diese Entwicklung sind die niederschlagsarmen Zeiten zu Beginn der 60-er und 70-er Jahre (Abb. 6.1). Lenkt man dagegen den Blick auf die um 10 Jahre versetzte Periode 1971-2000, zeigt sich ein vollkommen gegensätzliches Bild mit einem zunehmenden Jahresniederschlagstrend, der zudem örtlich Signifikanz besitzt (*Anlage CD*). Das Intervall 1991-2002, wenngleich mit 12 Jahren zu kurz, um die Trends als stabil zu bezeichnen, ist ebenfalls durch ausschließlich positive Werte gekennzeichnet. Dementsprechend deuten die Ergebnisse für beide Zeiträume, die in ihren absoluten Zahlen erheblich höher sind als die Trends der langen Periode 1902-2000, auf eine merkliche Niederschlagszunahme in jüngster Zeit hin.

Im Hinblick auf die mit der Interpretation des Jahresniederschlagstrends verbundenen Unsicherheiten werden nachfolgend die Sommer- und Winterniederschläge gesondert betrachtet.

Für den auf halbjährlicher Basis ermittelten **Winterniederschlag** (Abb. 6.15) zeigt sich, dass der für den langen Zeitraum 1902-2000 nachgewiesene positive Gesamtniederschlagstrend (*Kap. 6.2.1*) überwiegend auf die eher feuchteren Jahre zu Beginn und am Ende des letzten Jahrhunderts zurückzuführen ist. Die Untersuchungszeiträume 1931-1960 und 1961-1990 können dagegen als trockenere Phase charakterisiert werden. Die örtlich abnehmenden Niederschläge weisen jedoch keine Signifikanz auf (*Anlage CD*). Anhand der Quartalsebene (Abb. 6.16 und 6.17) wird deutlich, dass die rückläufigen Trends (1931-1960, 1961-1990) zum größten Teil auf den Entwicklungen im Frühjahrsquartal basieren. Für den 10 Jahre versetzten Zeitraum **1971-2000** konnte auf Basis des Winterhalbjahres dagegen ein **erheblicher Niederschlagszuwachs** ermittelt werden, der im Bereich des Harzes besonders ausgeprägt ist (Abb. 6.15). Diese Trendverstärkung ist für den entsprechenden Zeitraum auch für die dazugehörigen Quartale erkennbar (Abb. 6.16 und 6.17). Somit kann anhand der Trendanalyse der jüngsten Vergangenheit ein markanter Wandel zu mehr Niederschlag im Winter in nachgewiesen werden.

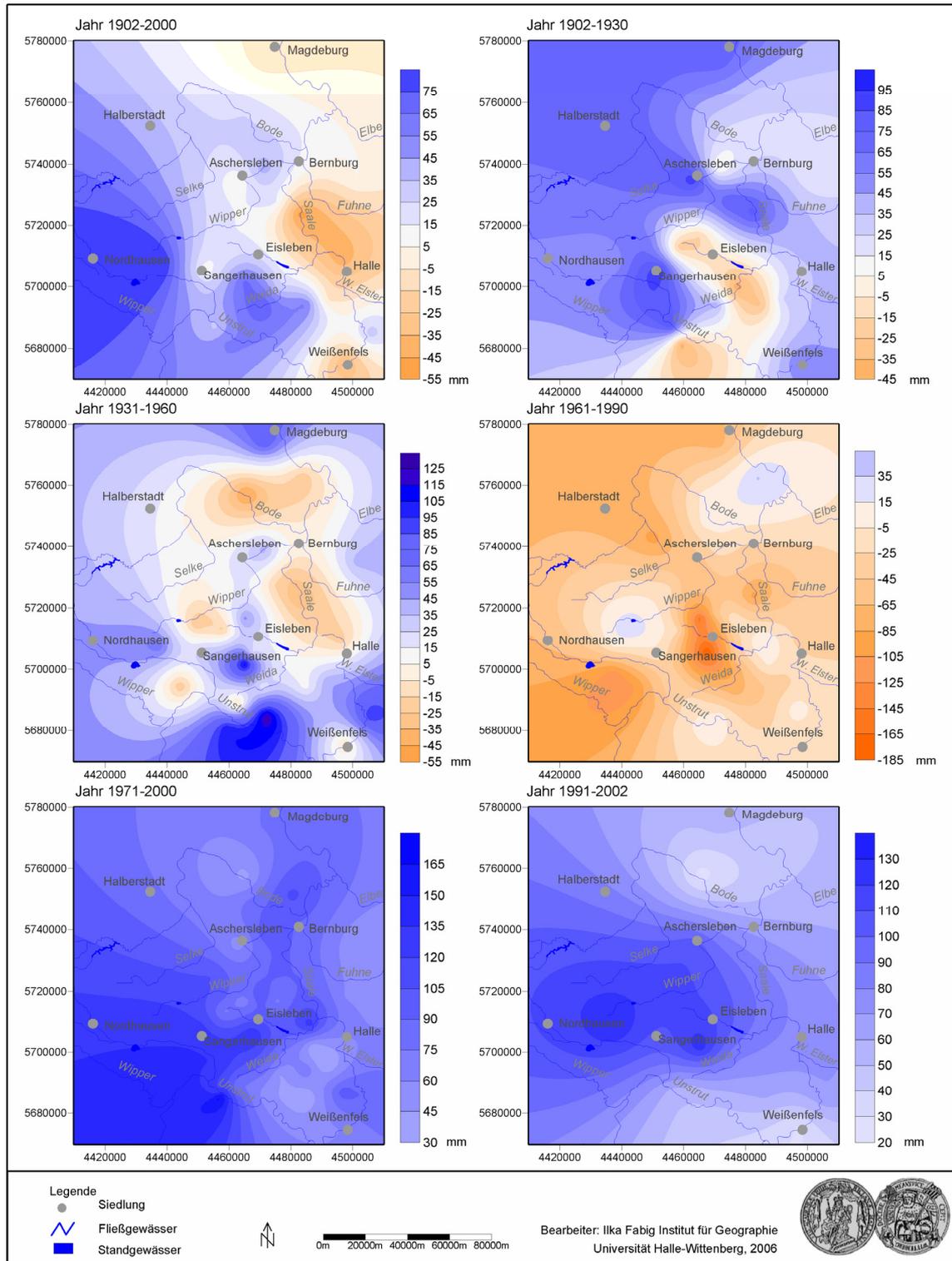


Abb. 6.14: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Jahr

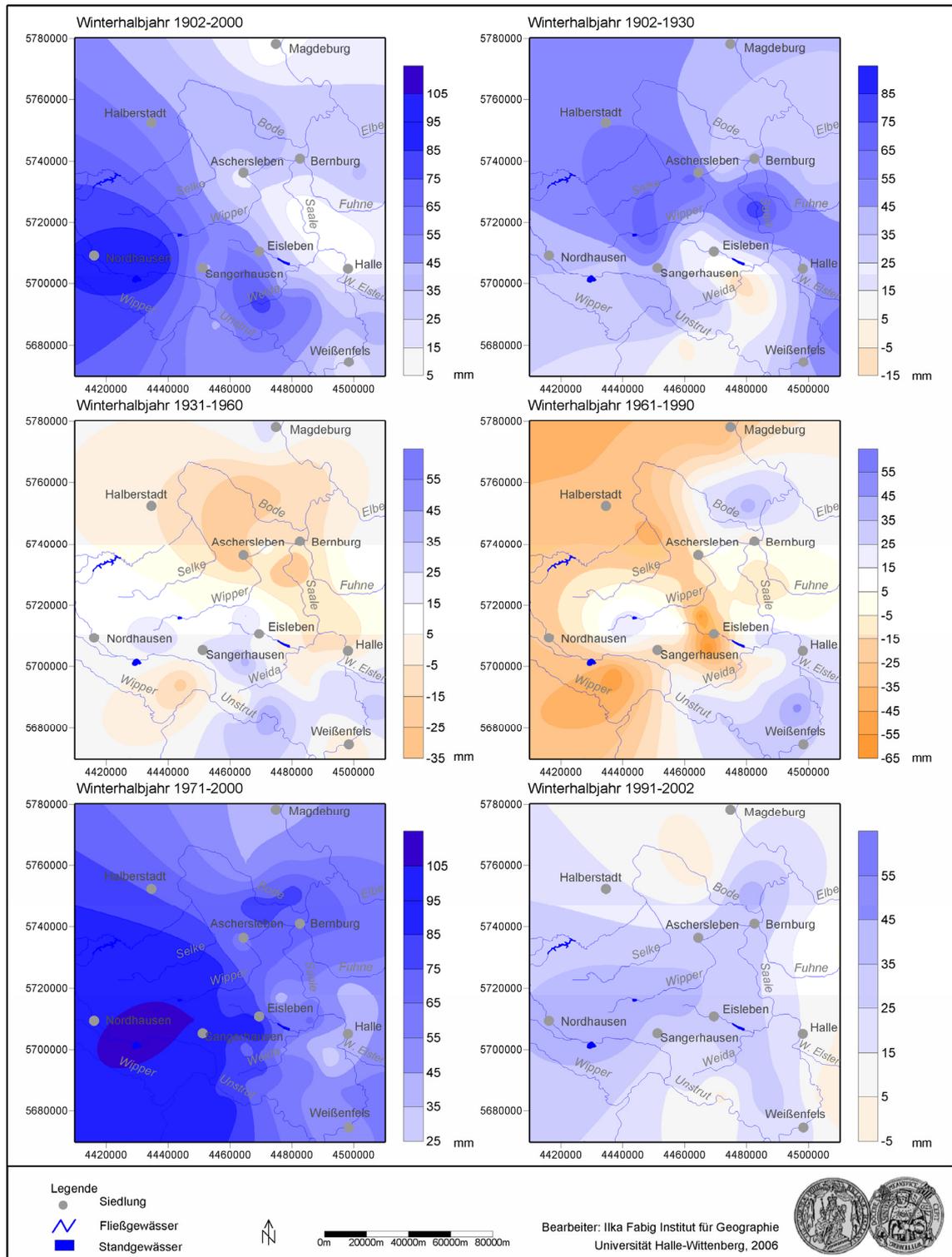


Abb. 6.15: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Winterhalbjahr

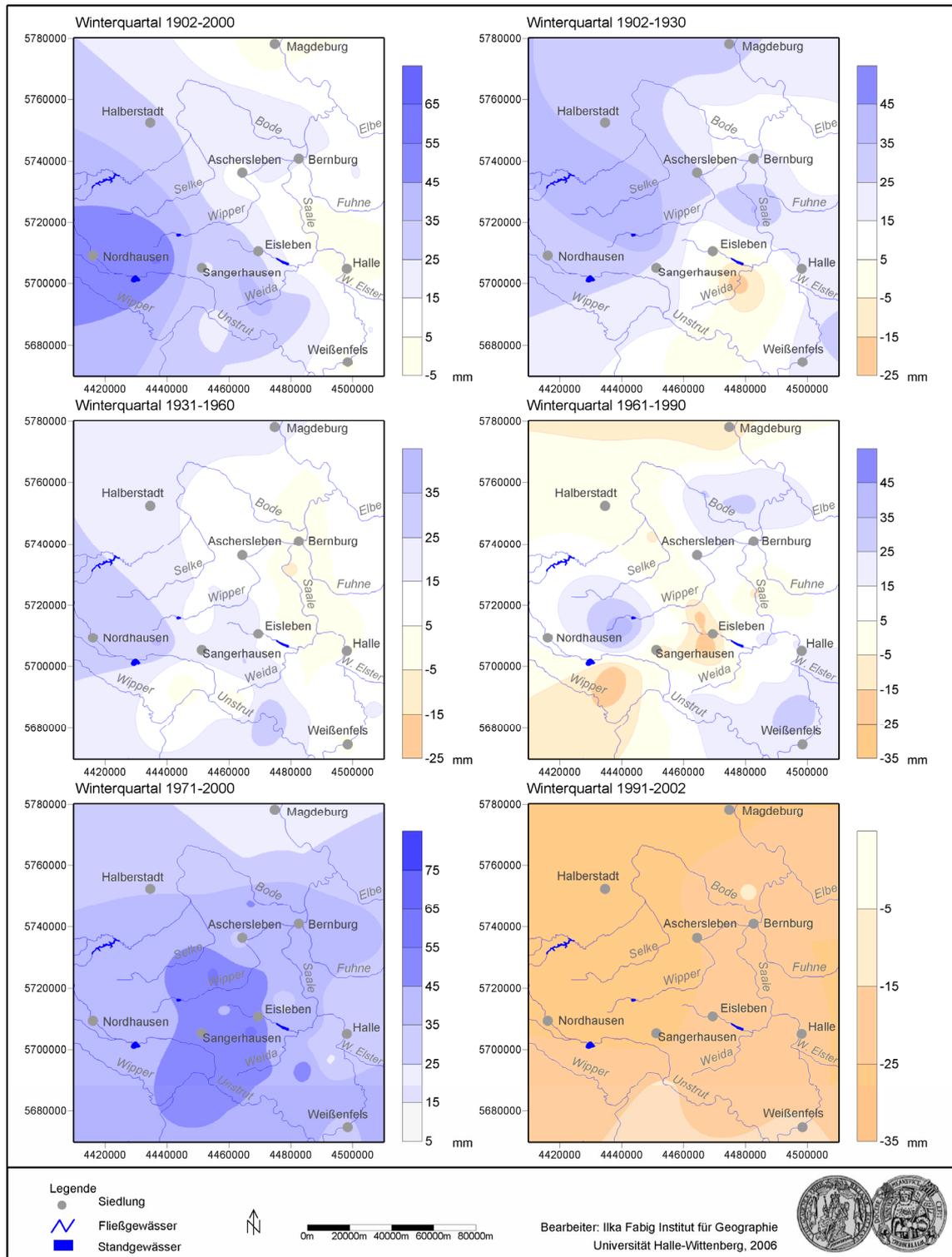


Abb. 6.16: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Winterquartal

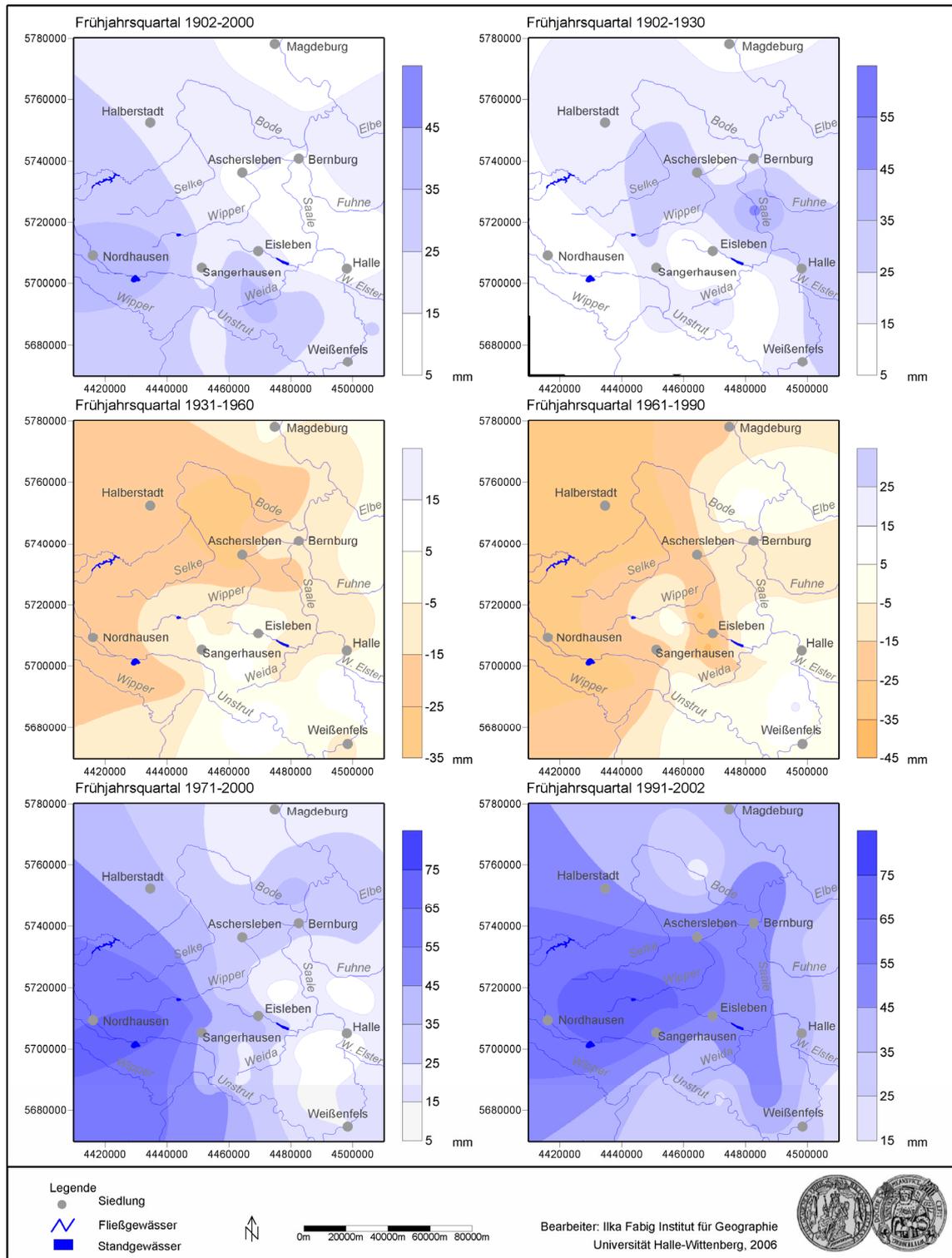


Abb. 6.17: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Frühjahrsquartal

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, den bereits im Kapitel 2.1 diskutierten Fehler bei der Niederschlagsmessung in die Interpretation einzubeziehen. Als mögliche Ursache steigender Winterniederschläge müssen der aufgrund der allgemeinen globalen Erwärmung abnehmende Schneeanteil und der damit verbundene *verminderte Messfehler* genannt werden. Ein deutlicher Anteil am positiven Niederschlagstrend wäre somit der Messmethode geschuldet. Ob die Ursache im messtechnischen Ansatz liegt, kann an dieser Stelle nicht abschließend geklärt werden, da die Niederschlagsarten nicht in die Auswertung einbezogen wurden.

Einen Überblick über die Niederschlagsentwicklung im *Sommerhalbjahr* gibt die Abbildung 6.18. Anhand der einhundertjährigen Betrachtung konnte eine annähernd *flächendeckende Trendabnahme* (Kap. 6.2.1) nachgewiesen werden. Die Auswertungen bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts und für das darauf folgende Intervall 1961-1990 unterstreichen diese erste These, wobei die letztgenannte Periode gegenüber den vorherigen Zeiträumen durch einen auffallend hohen Niederschlagsrückgang gekennzeichnet ist, der südlich der Mansfelder Seen am stärksten entwickelt ist. Hinsichtlich der Niederschlagsentwicklung auf Quartalsebene (Abb. 6.19, Abb. 6.20) zeigt sich intervallübergreifend ein Rückgang, mit besonderer Ausprägung im Sommerquartal (Abb. 6.19). Insofern entsprechen die Quartalsauswertungen den halbjährlichen Beobachtungen der Niederschlagsentwicklung.

Im Gegensatz zu den bereits genannten Ergebnissen, stellt der *positive Niederschlagstrend* auf Basis der jüngsten CLINO-Periode *1971-2000* (Abb. 6.18) eine deutliche Veränderung gegenüber der vorherigen Entwicklung dar. Aufgrund der Trendwerte kann somit ein Wandel zu mehr Niederschlag vor allem im Gebiet der Mansfelder Seen und in den höheren Lagen des Harzes nachgewiesen werden. Davon ausgenommen sind weite Teile des nördlichen Harzvorlandes sowie der Querfurter Platte, die weiterhin durch eine Niederschlagsabnahme geprägt sind, wenn auch in geringerem Ausmaß. Anhand der Quartalsbetrachtung (Abb. 6.19, Abb. 6.20) lassen sich die Veränderungen der Niederschlagsmengen detailliert analysieren. So profitieren im Sommerquartal vor allem die östlichen Harzvorlandbereiche von einer Niederschlagszunahme. Innerhalb des Herbstquartals zeichnet sich dagegen für die gleichen Gebiete ein gegenläufiger Trend ab. Entsprechend dieser Ergebnisse ist es somit nicht möglich für beide Zeiträume eine eindeutige Entwicklungsrichtung, wie sie z.B. für die Winterquartale (Abb. 6.16 und 6.17) aufgezeigt werden konnte, zu bestimmen.

Der positive Niederschlagstrend setzt sich auch innerhalb des Betrachtungszeitraumes 1991-2002 halbjährlich als auch quartalsbezogen fort (Abb. 6.18, Abb. 6.19, Abb. 6.20). Die vor allem für das Sommerhalbjahr und Herbstquartal flächendeckend entwickelte Niederschlagszunahme erklärt sich hauptsächlich durch die großen Niederschlagsmengen im Juli und August 2002, was sich anhand der Quartalsbetrachtung (Abb. 6.19 und 6.20) bestätigen lässt.

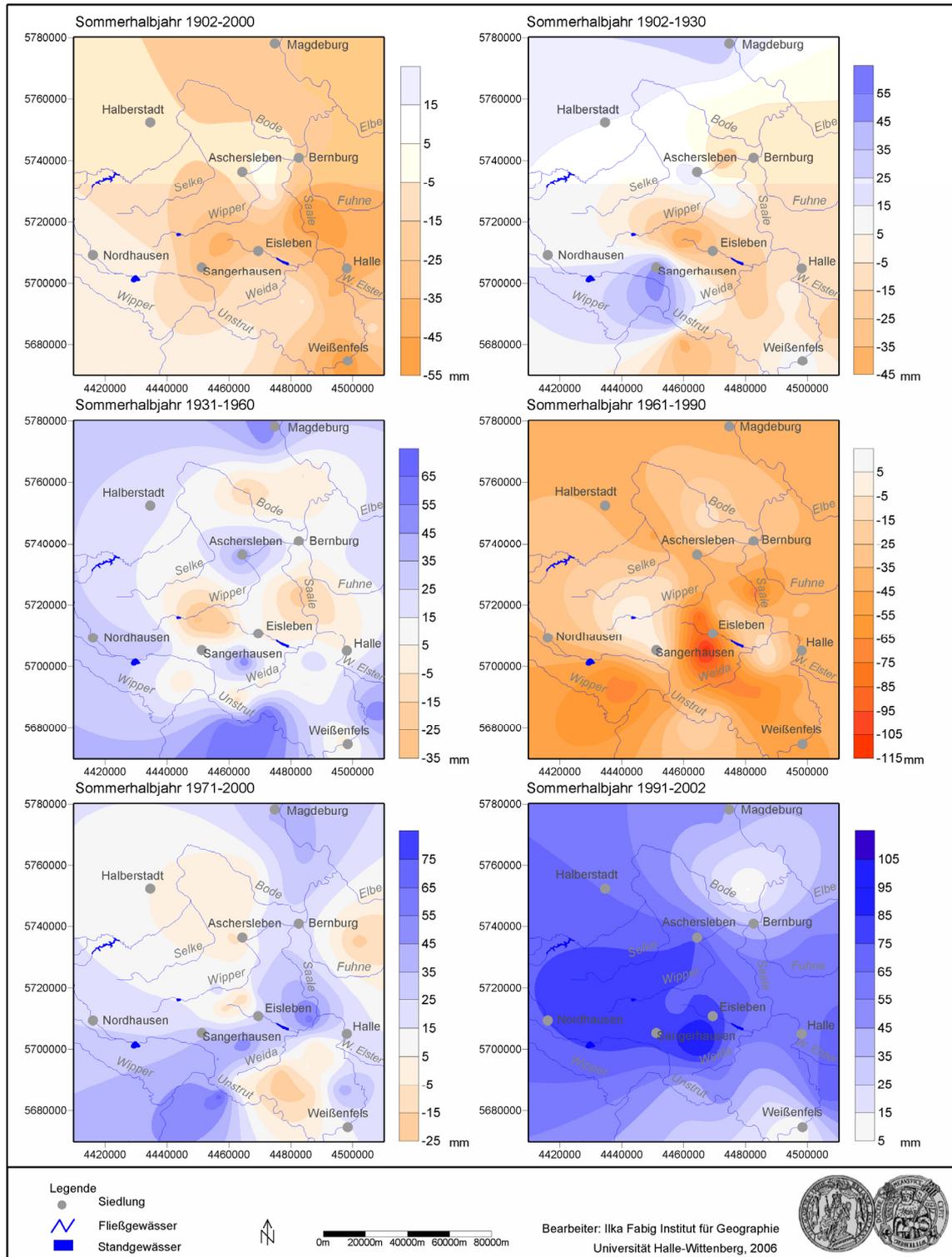


Abb. 6.18: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Sommerhalbjahr

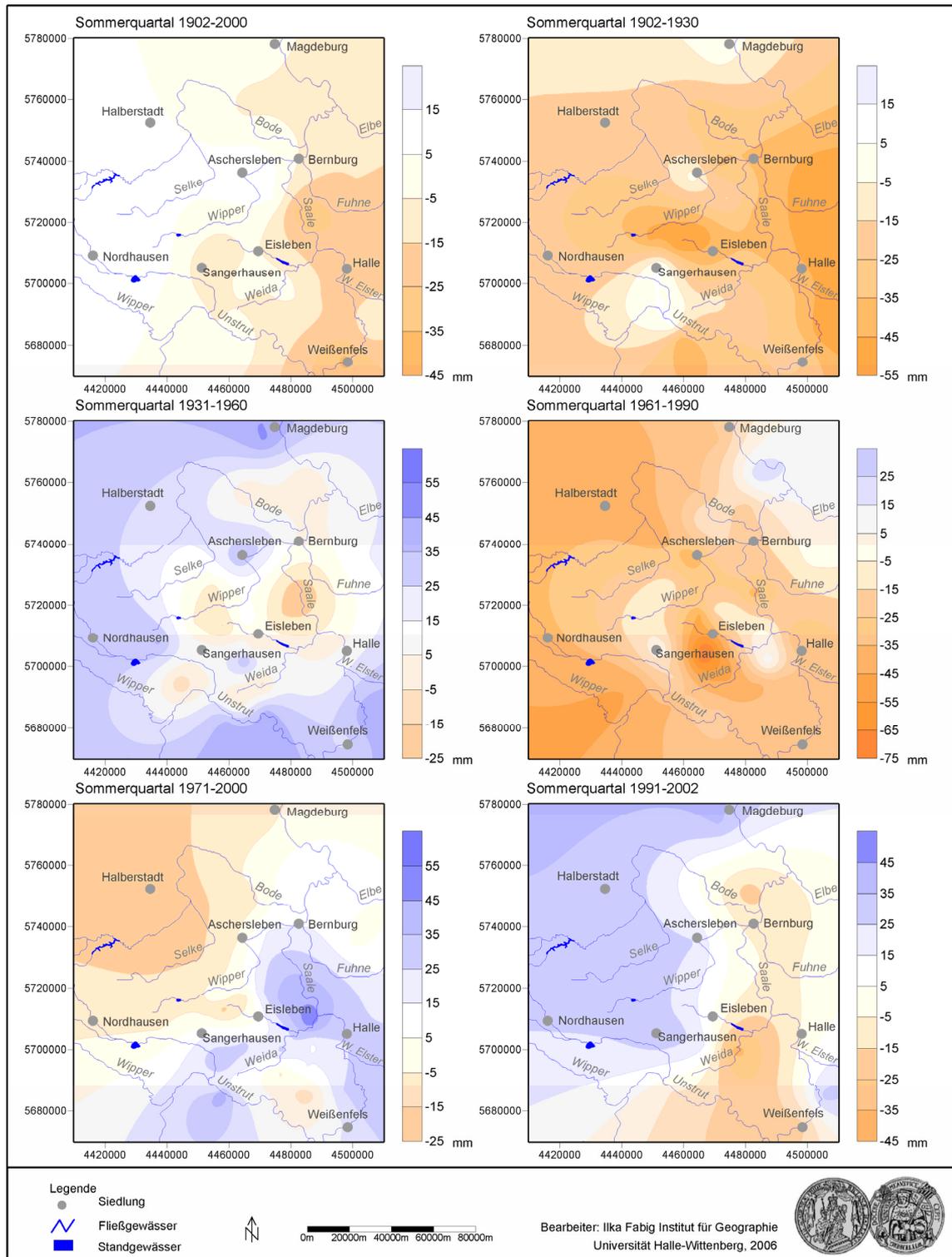


Abb. 6.19: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Sommerquartal

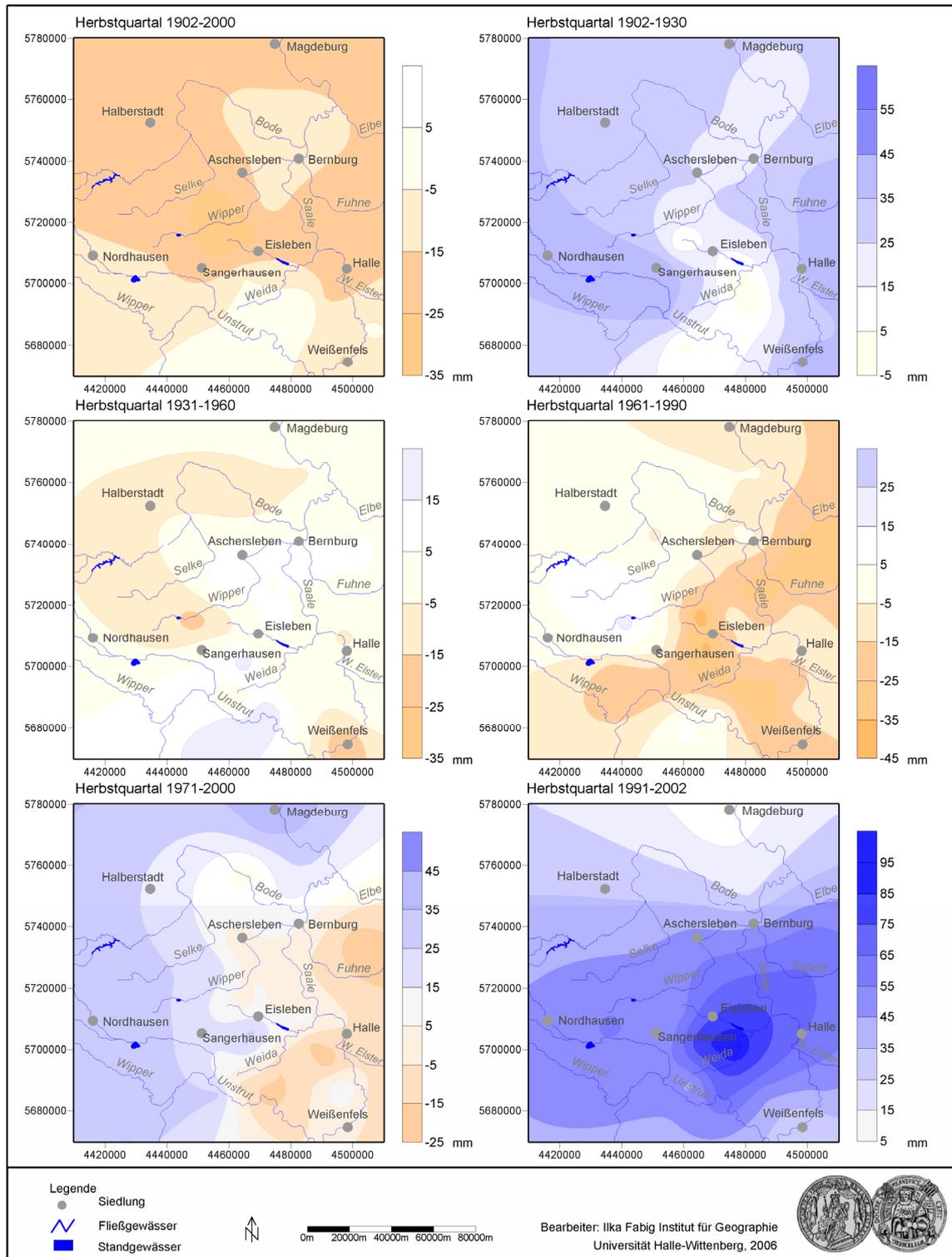


Abb. 6.20: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Zeitintervalle, bezogen auf das hydrologische Herbstquartal

6.3.2 Auswertung der Extremereignisse

Die nachfolgende Trendauswertung der stärkeren Einzelereignisse innerhalb verschiedener Betrachtungsintervalle basiert auf einer unterschiedlichen Anzahl von Niederschlagsstationen. Die Stationsmenge variiert dabei zeitlich und liefert die größte Dichte während der jüngsten CLINO-Periode (Tab. 6.4).

Zeitraum	1902-1930	1931-1960	1961-1990	1971-2000	1991-2002
Anzahl der Stationen	6	7	19	39	16

Tab. 6.4: Anzahl der Niederschlagsstationen innerhalb unterschiedlicher Betrachtungszeiträume

Ein Vergleich mit der Stationsanzahl für die Halbjahres- und Quartalssummenanalyse (Tab. 6.3) zeigt, dass die Ausgangsdatenlage für die Auswertung täglicher Niederschlagsmesswerte wesentlich schlechter ist. Dieser Umstand ist der geringen Verfügbarkeit, insbesondere von sehr langen täglichen Messreihen geschuldet (*Kap. 4.1*). Aufgrund der gleichmäßigen Verteilung der Stationen im Untersuchungsraum (Abb. 3.2) kann dennoch ein guter Überblick über die Entwicklung der stärkeren Einzelereignisse gegeben werden.

Neben Anzahl und Ausmaß der Einzelereignisse wird zusätzlich der Trend des Anteils der Starkniederschlagsmenge am Gesamtniederschlag betrachtet. Begründet durch die Ergebnisfülle und Menge an erstelltem Kartenmaterial kann in den nachfolgenden Kapiteln nur ein Überblick über die Entwicklung der stärkeren Niederschläge gegeben werden. Dabei soll insbesondere auf die Ereignisse ab einem Schwellenwert von 10 mm näher eingegangen werden. Aus Gründen der Übersicht sind nur ausgewählte Trendkarten im Textteil enthalten. Weitere Karten können im Anhang und in der Anlage (CD) eingesehen werden.

6.3.2.1 Anzahl der Ereignisse

Die Gegenüberstellung der auf Grundlage verschiedener Zeiträume ermittelten Trendwerte innerhalb des hydrologischen **Jahres** verdeutlicht die unterschiedlichen Interpretationsmöglichkeiten hinsichtlich der Starkniederschlagsentwicklung (Abb. 6.21). Mit Ausnahme der Periode 1961-1990, die entsprechend der allgemeinen Niederschlagsverhältnisse mehrheitlich durch eine Trendabnahme gekennzeichnet ist, konnten meist **positive Entwicklungsrichtungen** nachgewiesen werden, die zudem örtlich Signifikanz besitzen. Besonders markant ist eine Trendumkehr, die sich innerhalb der Zeiträume 1961-1990 und 1971-2000 vollzogen hat. Damit wird ein **Wandel** in Richtung einer Häufigkeitszunahme stärkerer Ereignisse in der jüngsten Vergangenheit angezeigt.

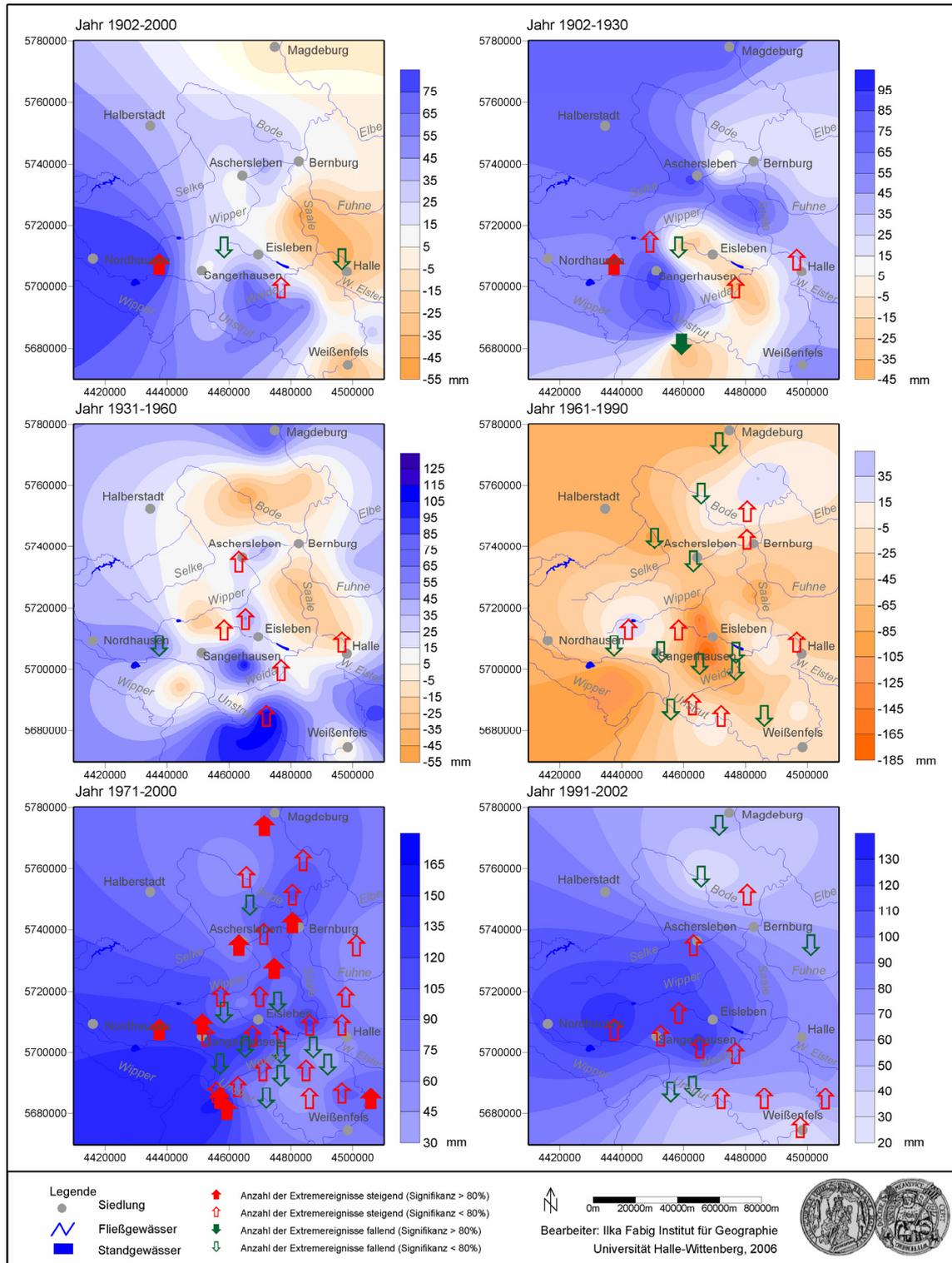


Abb. 6.21: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)

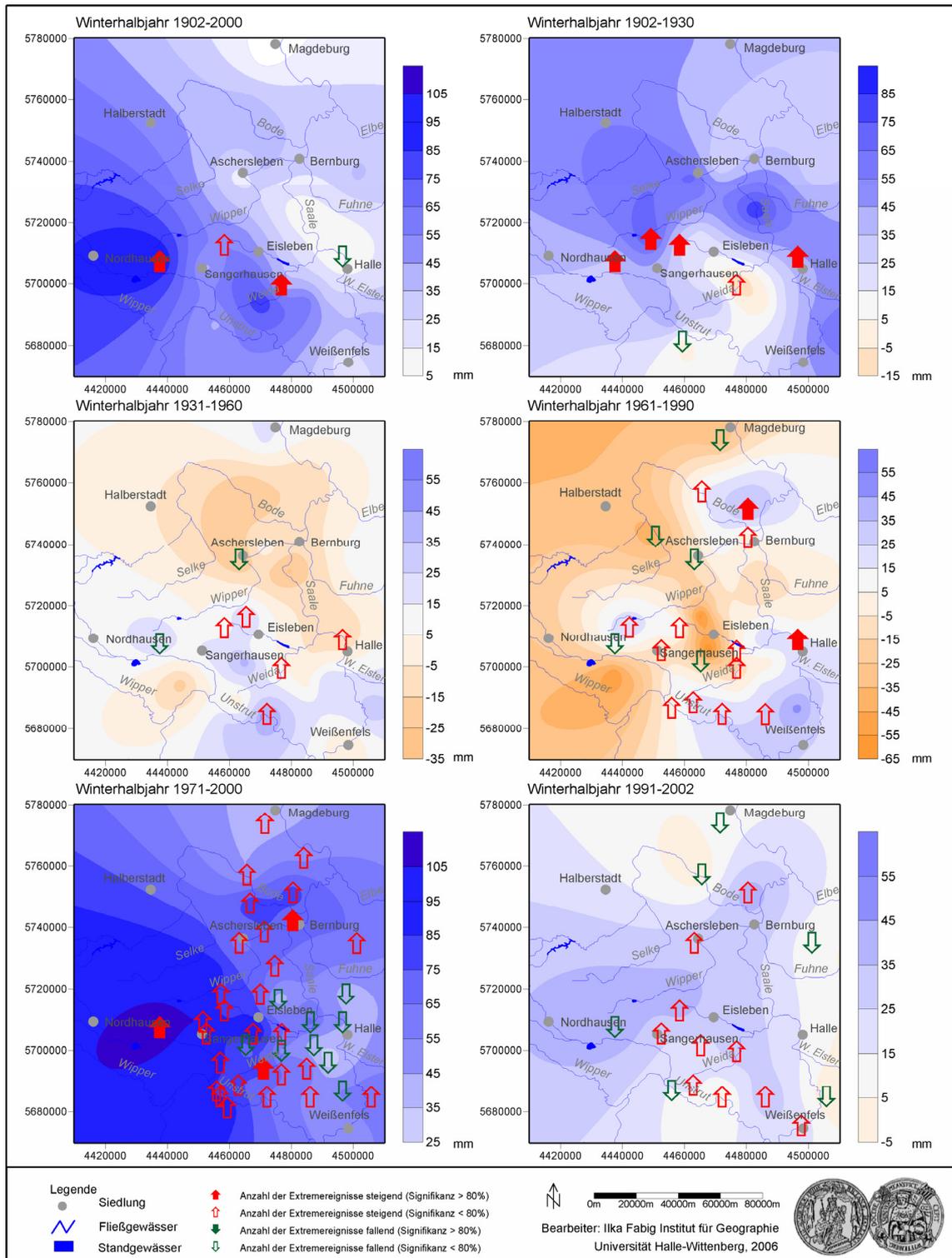


Abb. 6.22: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)

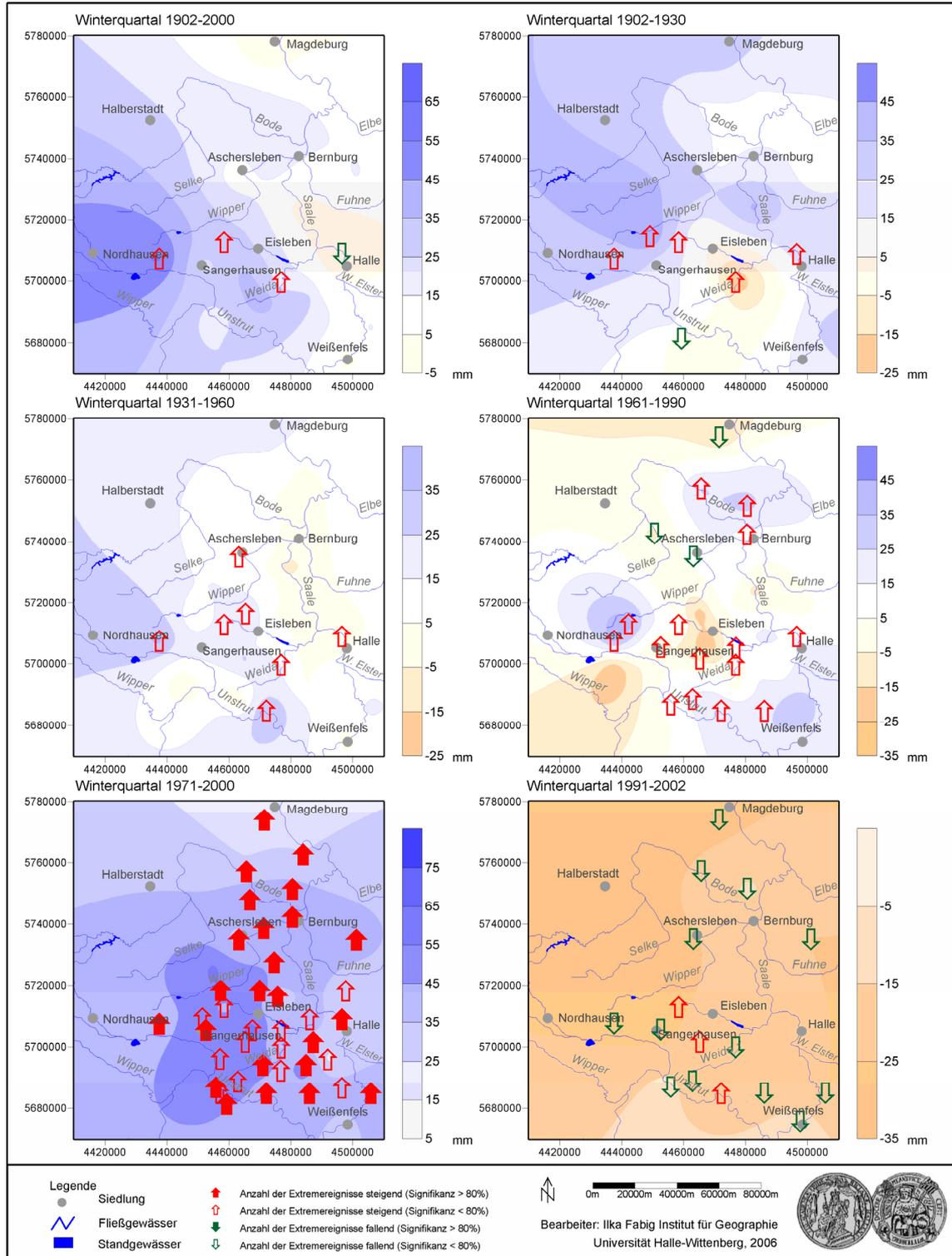


Abb. 6.23: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterquartal)

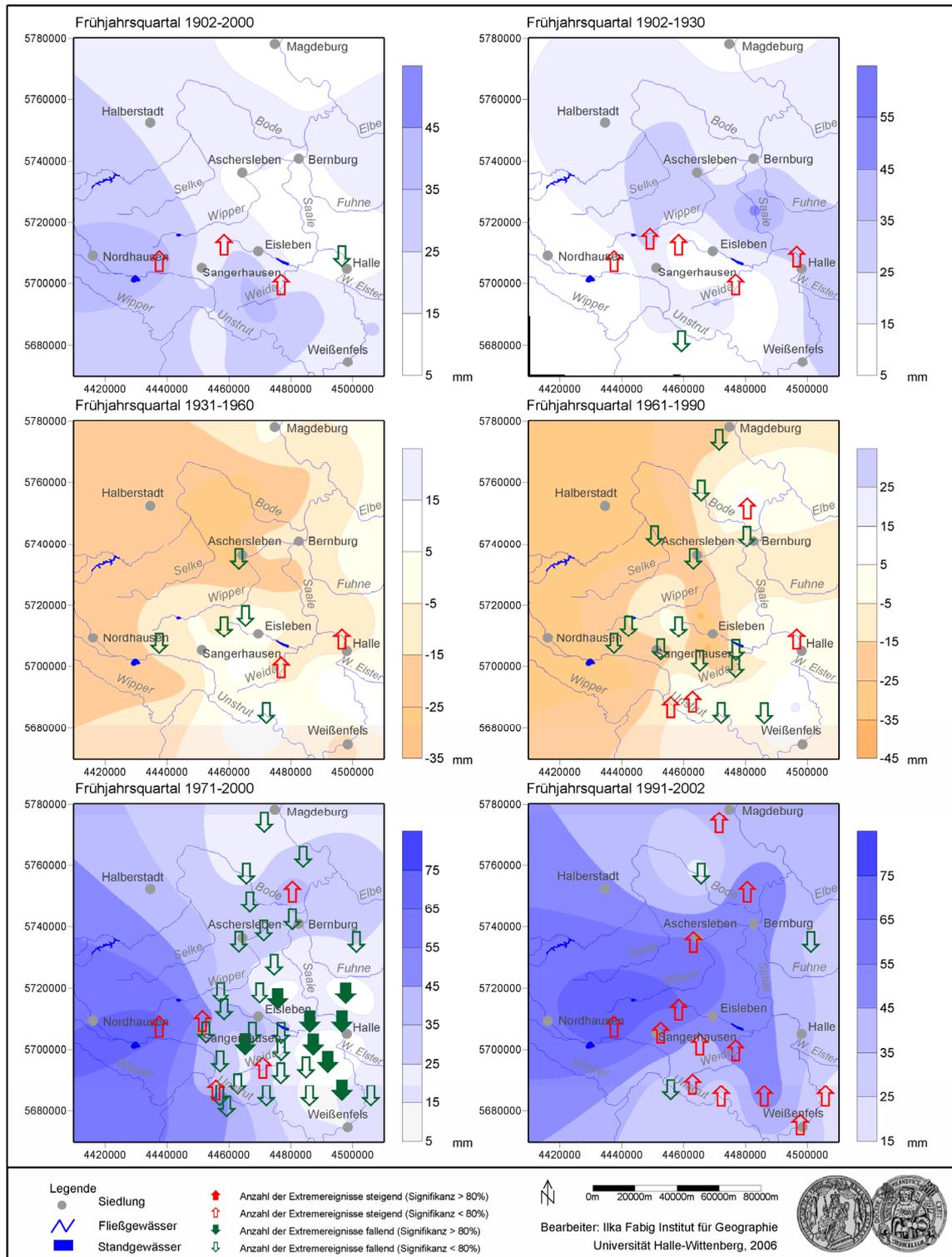


Abb. 6.24: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Frühjahrsquartal)

Den Unsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse wird mit einem Blick auf die innerjährliche Niederschlagsverteilung, der Rückschlüsse auf besonders starkniederschlagsintensive Zeiträume ermöglicht, entgegengewirkt. Dabei steht die Frage im Raum, welchen Einfluss die jahreszeitliche Unterteilung auf das Trendverhalten der Starkniederschläge besitzt.

Für die *Wintermonate* zeigt sich zunächst auf halbjährlicher Betrachtungsebene (Abb. 6.22) über alle Beobachtungsperioden hinweg eine *Verstärkung der Niederschlagsaktivität*. Aus diesem Grund kann diese Entwicklung als zeitlich stabil bezeichnet werden (zeitliche Repräsentanz). Interessant sind in diesem Zusammenhang die Ergebnisse für den Zeitraum 1961-1990, weil auch für diesen Zeitschnitt, trotz örtlich abnehmendem Gesamtniederschlagstrend, insgesamt eine Zunahme der Starkniederschlagsanzahl festgestellt werden konnte. Signifikante Werte treten vor allem innerhalb der Bezugszeiträume 1902-2000, 1902-1930, 1961-1990 sowie der jüngsten CLINO-Periode 1971-2000 auf.

Die positiven Starkniederschlagstrends innerhalb der Wintermonate werden im Wesentlichen durch die Entwicklung im Winterquartal bestimmt (Abb. 6.23). Für das Frühjahrsquartal (Abb. 6.24) ist hingegen ab den 30-er Jahren ein flächenhafter Rückgang stärkerer Niederschläge ausgebildet. Von besonderem Interesse sind dabei die Ergebnisse für das Intervall 1971-2000. Spiegelbildlich zur Entwicklung des Gesamtniederschlagstrends hat sich innerhalb dieses Zeitraums die Starkniederschlagsaktivität verringert. Als Ursache kann der Zuwachs kleinerer, nicht in die Auswertungen eingeflossener Ereignisse angeführt werden.

Für die *Sommermonate* zeigen die *Trendrichtungen kein einheitliches Bild* (Abb. 6.25). In Erinnerung der Starkniederschlagsentwicklung auf Grundlage des Sommerzeitraums 1902-2000 (*Kap. 6.2.2.1*), die als rückläufig zusammengefasst werden kann, lassen die Auswertungen auf Basis der kürzeren (30-jährigen) Perioden andere Aussagen zu (Abb. 6.25). Insbesondere in der jüngsten Vergangenheit (1971-2000 und 1991-2002) sind zunehmende Tendenzen zu erkennen, denen es jedoch vielfach an einer ausreichenden Signifikanz mangelt. Diese Resultate legen die Vermutung nahe, dass sich innerhalb der letzten 30 Jahre eine Entwicklung vollzogen hat, die anhand der Gesamtperiode 1902-2000 noch nicht wirksam wird. Die *zunehmende Starkniederschlagsaktivität* innerhalb der Sommermonate lässt es notwendig erscheinen, eine Quartalsauswertung anzuschließen (Abb. 6.26 und 6.27).

Für die Monate Mai, Juni und Juli, die das *Sommerquartal* bilden, lassen sich im Rahmen der definierten Zeitintervalle heterogene Entwicklungsrichtungen erkennen (Abb. 6.26). Vor allem zu Beginn dieses Jahrhunderts (1902-1930) und für den Zeitraum 1961-1990 überwiegt eine teils signifikante Abnahme der Starkniederschlagsaktivität, die im Untersuchungsraum flächendeckend ausgebildet ist. Zunahmen im Auftreten der stärkeren Ereignisse können demgegenüber insbesondere für die Untersuchungszeiträume 1931-1960 und 1971-2000 bestätigt werden. Hauptsächlich in der jüngsten 30-jährigen Periode lassen sich trotz örtlich abnehmend entwickelter Gesamtniederschlagstrends (z.B. für den Raum Magdeburg) mehrheitlich positive

Werte erkennen, die partiell Signifikanz aufweisen. Dagegen zeigen sich innerhalb der untersuchten Dekade 1991-2002 wieder mehrheitlich negative Trends, mit Ausnahme der am westlichen Rand des Untersuchungsraumes gelegenen Stationen.

Die lange Beobachtungsperiode von nahezu 100 Jahren (1902-2000) lässt für das *Herbstquartal* eine einheitliche, zum Teil signifikante Trendabnahme erkennen (Abb. 6.27). Unterteilt in 30-jährige Intervalle können jedoch unterschiedliche Entwicklungstendenzen nachgewiesen werden. Vor allem zu Beginn und in der Mitte dieses Jahrhunderts sind entsprechend den Ergebnissen auf Basis des Sommerquartals positive Trends, trotz teilweiser Abnahme des Gesamtniederschlages, entwickelt. Dagegen zeigen sich innerhalb der jüngsten CLINO-Periode (1971-2000) neben einer Verstärkung auch rückläufige Tendenzen, die sich überwiegend auf den Kernbereich des Mitteldeutschen Trockengebietes und die Querfurter Platte beschränken. Für den kürzeren Zeitraum 1991-2002 sind im Vergleich dazu mehrheitlich steigende Trends erkennbar, so dass man in der jüngeren Vergangenheit von einem Anstieg der Häufigkeit stärkerer Niederschläge (≥ 10 mm) ausgehen kann.

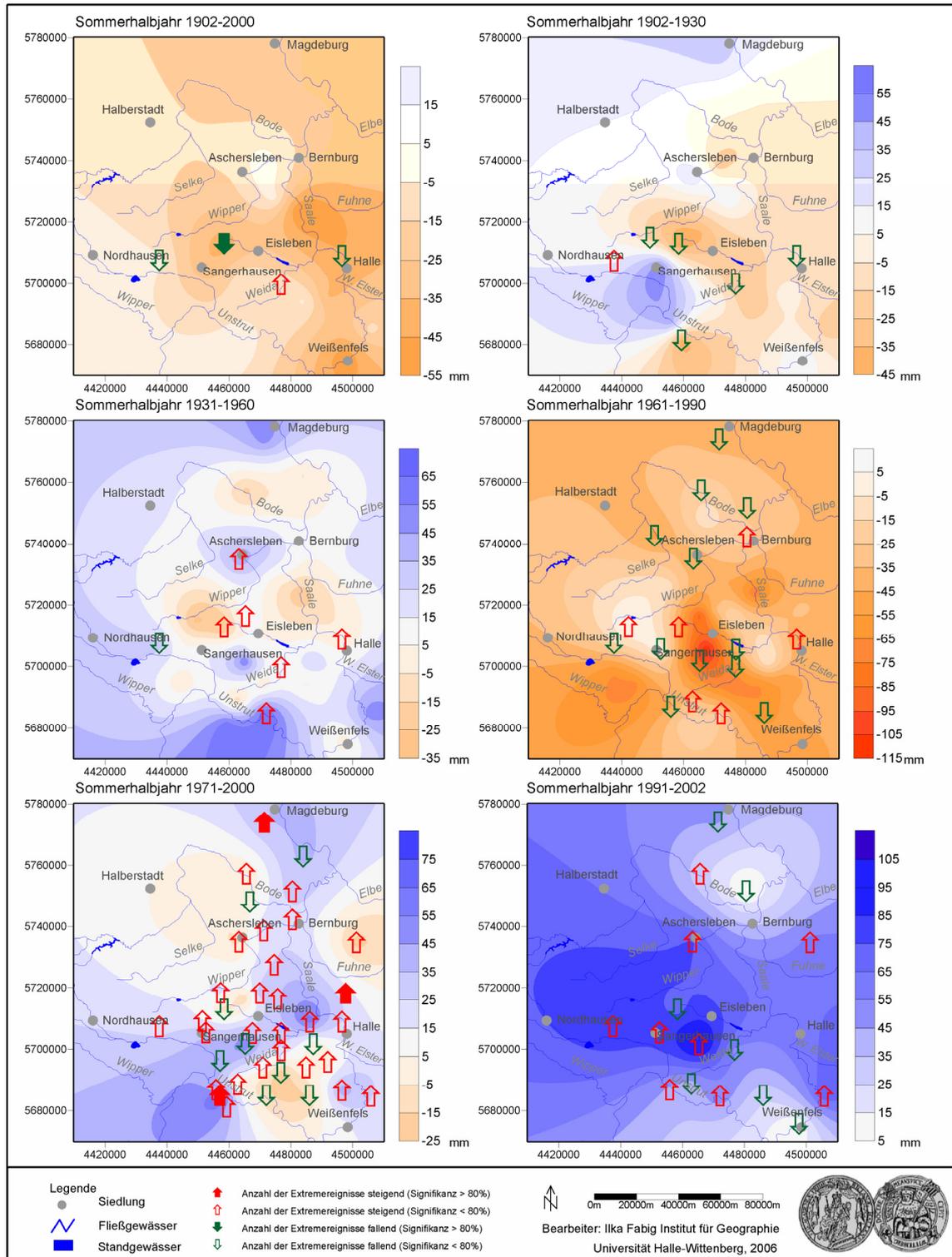


Abb. 6.25: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)

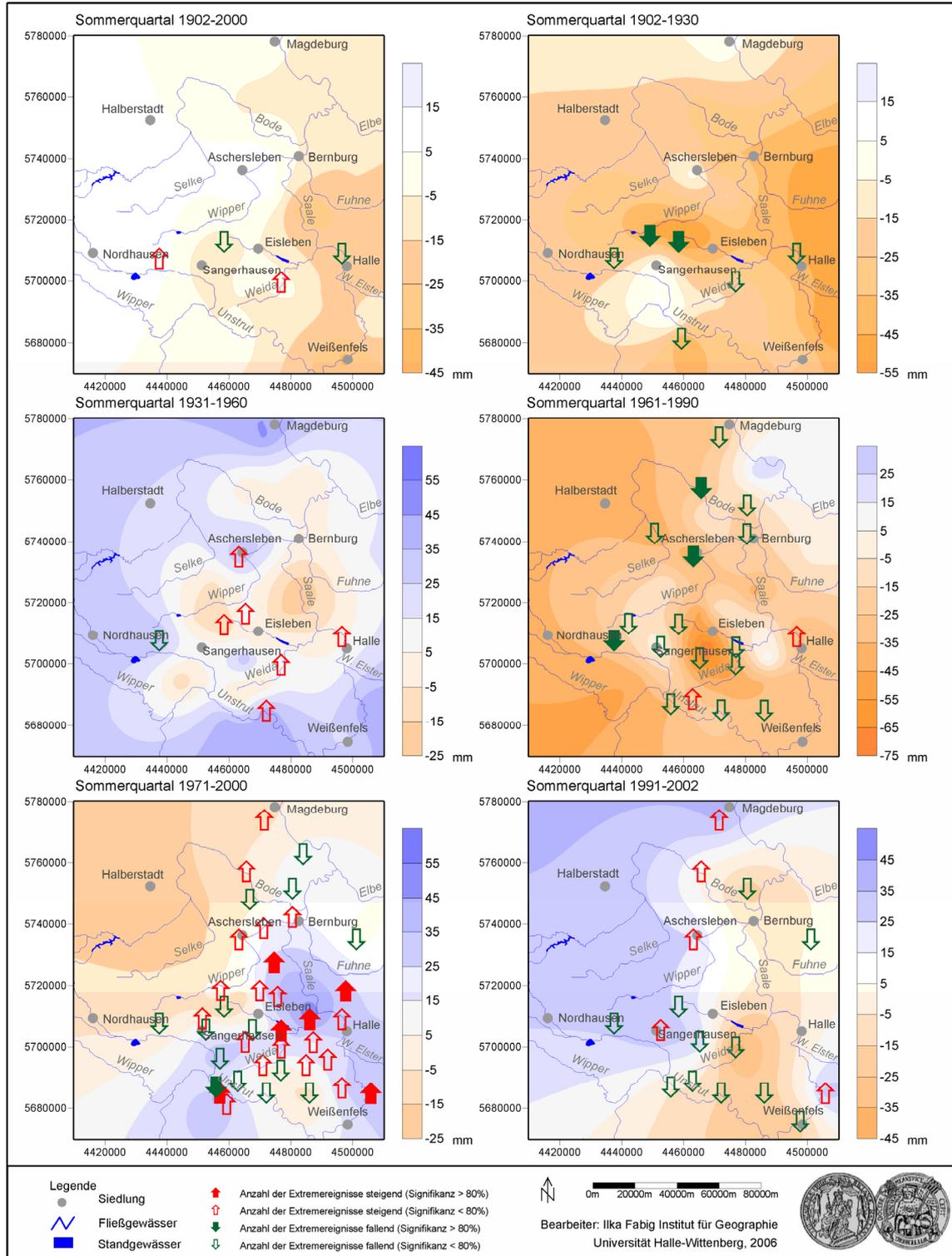


Abb. 6.26: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal)

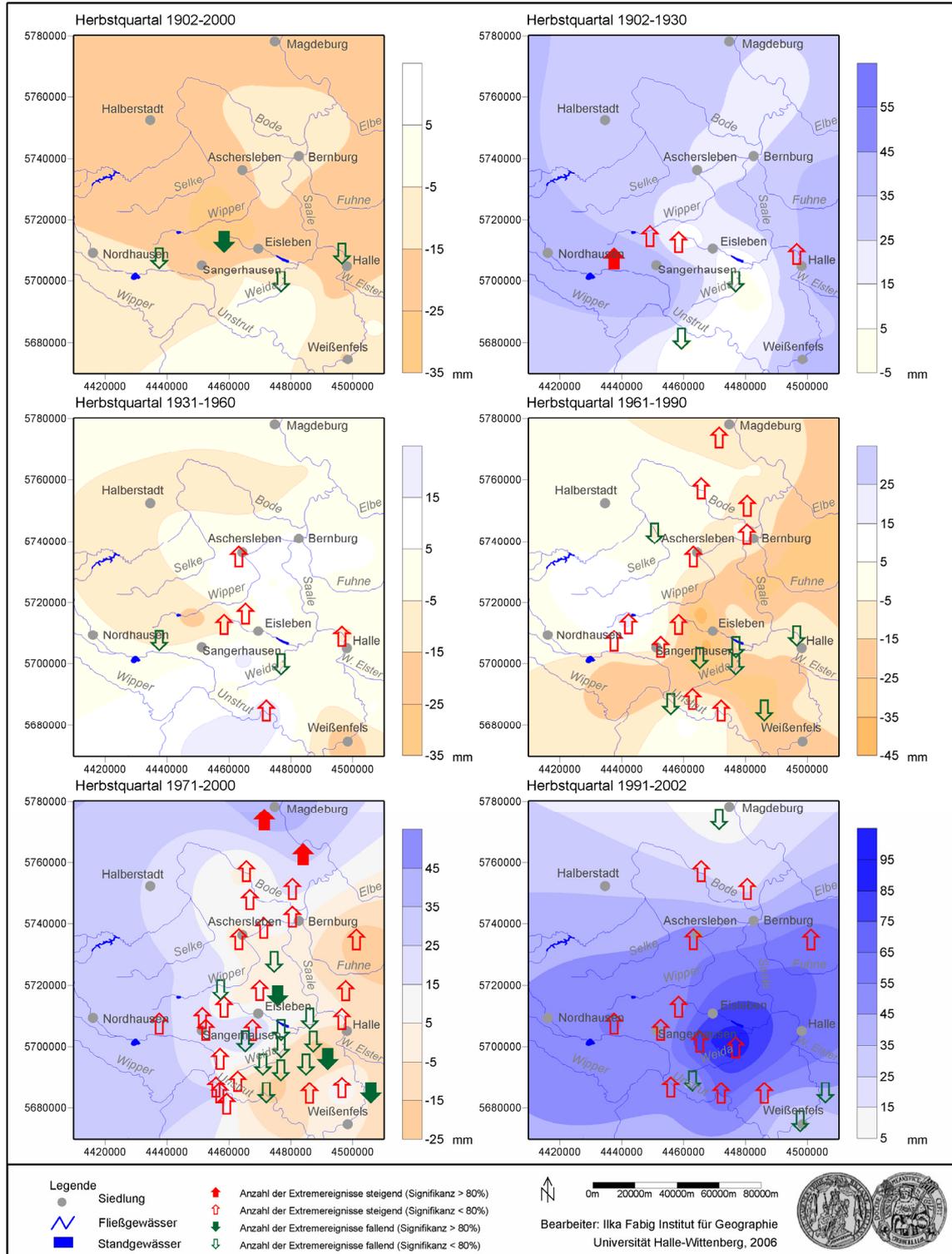


Abb. 6.27: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal)

6.3.2.2 Ausmaß der Ereignisse

Die nachfolgende Abbildung 6.28 zeigt die zeitliche Entwicklung des Gesamtausmaßes definierter Starkregenereignisse auf Basis *jährlicher Betrachtung*. Es lässt sich feststellen, dass die ermittelten Trendwerte nahezu vollständig den Ergebnissen zur Entwicklung der Starkniederschlagsanzahl (Kap. 6.3.2.1, Abb. 6.21) entsprechen. Das bedeutet letztendlich, dass auf Grundlage der jährlichen Betrachtung, parallel zum Trendverhalten des Gesamtniederschlags und der Starkniederschlagshäufigkeit, auch die *Gesamtmenge* der untersuchten Tageswerte, insbesondere *in der jüngsten Vergangenheit deutlich angestiegen* ist.

In den *Wintermonaten* ist ebenfalls über alle untersuchten Zeiträume hinweg ein fast flächendeckender *Anstieg* des Starkniederschlagsausmaßes zu beobachten, der örtlich mit einer hinreichenden Signifikanz verbunden ist (Abb. 6.29). Für die Betrachtung der Starkniederschlagsmenge kann somit, entsprechend der Aussagen zur Trendentwicklung der Einzelereignisanzahl (Kap. 6.3.2.1), ein zeitlich stabiler Trendverlauf nachgewiesen werden. Weiterhin zeigt sich, dass im Untersuchungsraum keine Gebiete mit überdurchschnittlicher Niederschlagszunahme entwickelt sind. Entsprechend dieses Ergebnisses kann davon ausgegangen werden, dass sich die Tendenz einer Ausmaßerhöhung flächendeckend vollzogen hat.

Ließ sich für das Winterhalbjahr eine zeitliche Repräsentanz der Trends nachweisen (Abb. 6.29), so sind diese für den *Sommer* durch eine wesentlich heterogenere Entwicklung gekennzeichnet (Abb. 6.30). Das zeigt sich insbesondere beim Vergleich der Trendwerte für den Gesamtzeitraum 1902-2000 und den 30-jährigen Teilbetrachtungen 1931-1960 und 1971-2000. Die Starkniederschlagsmenge innerhalb der vergangenen 100 Jahre ist insgesamt durch einen Negativtrend charakterisiert. Für die aufgeführten kürzeren Untersuchungsperioden kann dieses Ergebnis jedoch nicht bestätigt werden. Vor allem in der Mitte des Jahrhunderts (1931-1960) und *in den letzten 30 Jahren* ist ein *Zuwachs* der aufsummierten Starkniederschlagsmengen nachweisbar, der sich allerdings auf Basis des fast 100 Jahre umfassenden Zeitraumes noch nicht genügend „durchgesetzt“ hat.

Ähnliche Ergebnisse erbrachten die Untersuchungen zum Trendverhalten der Starkniederschlagshäufigkeit (Kap. 6.3.2.1). Es ist somit festzuhalten, dass ein Zusammenhang zwischen der Entwicklung von Anzahl und Menge der stärkeren Einzelereignisse besteht.

In Anbetracht des markanten Anstiegs ergiebiger Sommerniederschläge zwischen den Auswertezwischenräumen 1961-1990 und 1971-2000 werden die dazugehörigen Quartale in der Abbildung 6.31 gesondert betrachtet. Es zeigt sich, dass signifikante Zunahmen der Niederschlagsmengen für den Zeitraum 1971-2000 vor allem im Sommerquartal auftreten. Aus den Veränderungen der Starkniederschlagsmengen lässt sich nun ableiten, dass ein Zuwachs intensiver Ereignisse hauptsächlich auf die erste Hälfte des Sommerhalbjahres, die Monate Mai, Juni und Juli, beschränkt ist.

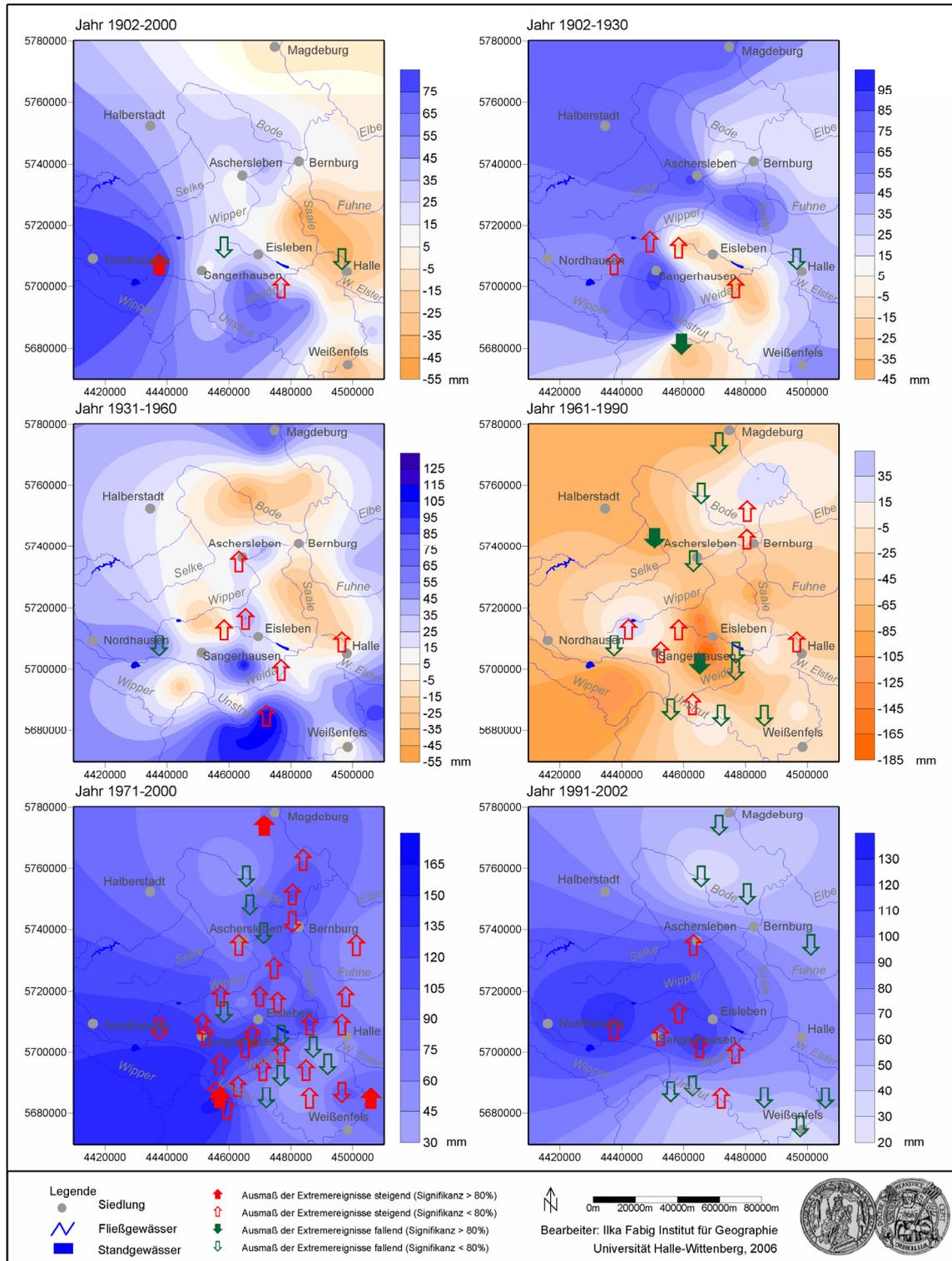


Abb. 6.28: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)

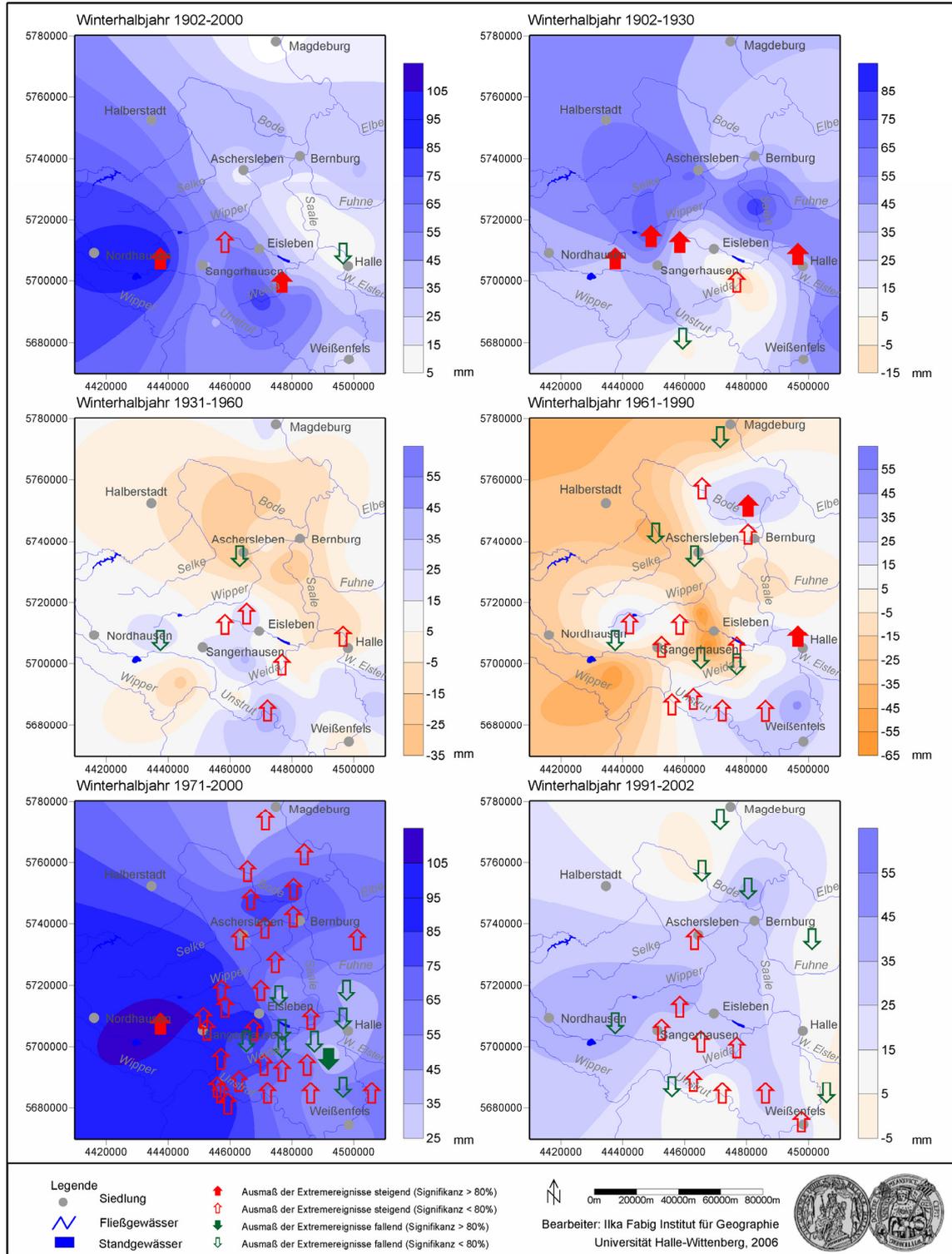


Abb. 6.29: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)

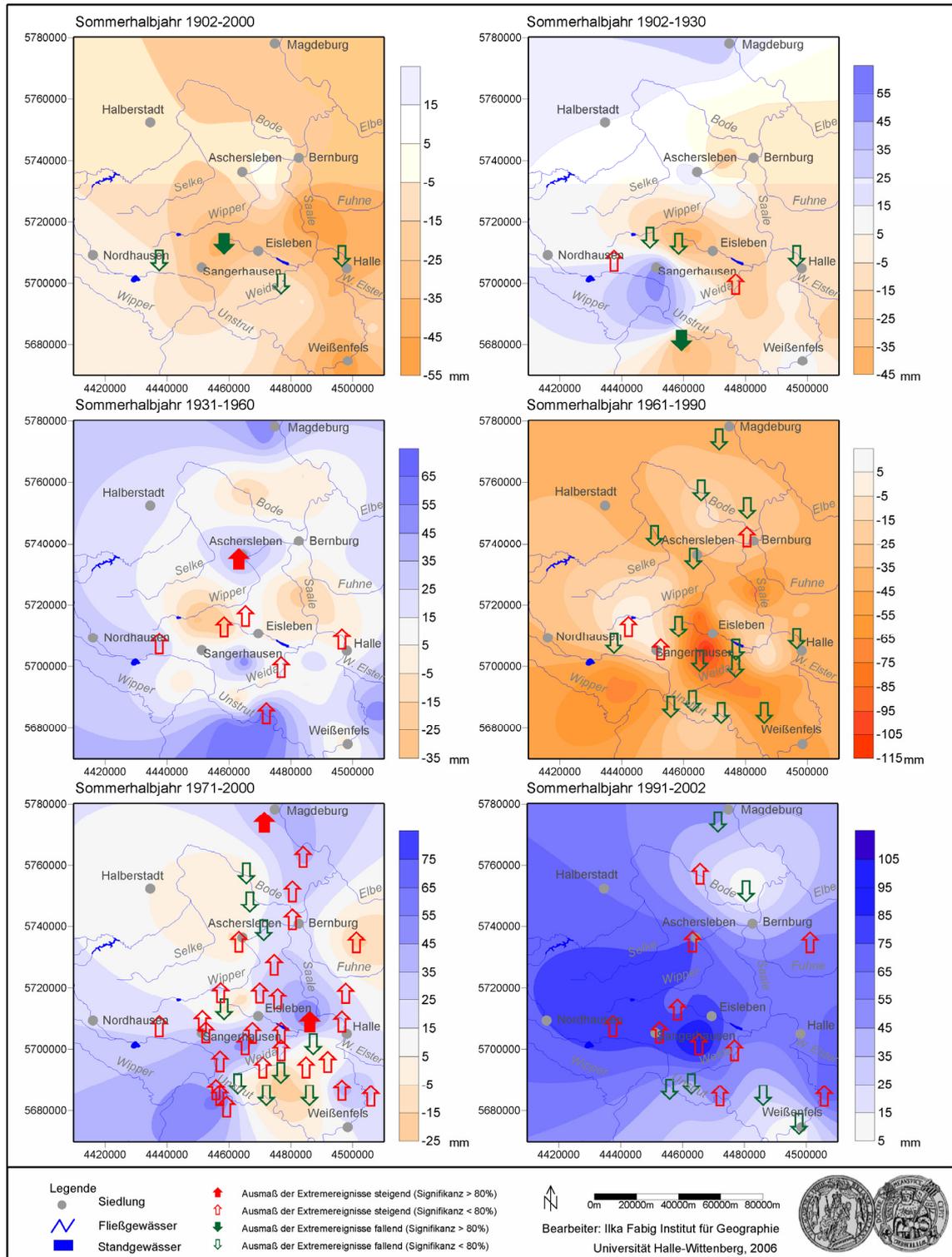


Abb. 6.30: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)

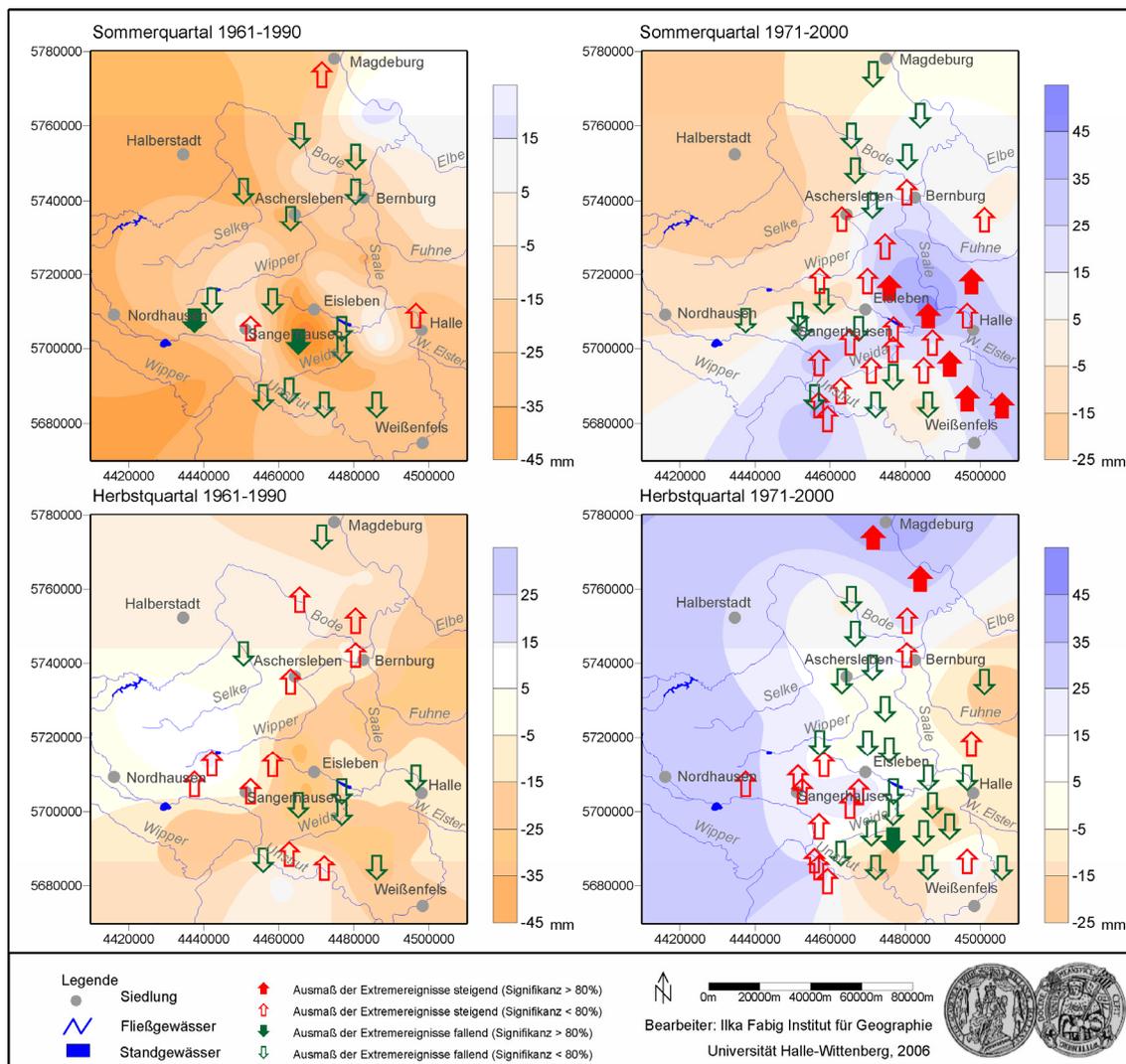


Abb. 6.31: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommer- und Herbstquartal)

Für die untersuchten Zeitschnitte kann aufgrund der genannten Ergebnisse abschließend zusammengefasst werden, dass sich die **Trends der Starkniederschlagsmenge** auf Basis des Winter- als auch des Sommerhalbjahres **vor allem in der jüngsten CLINO-Periode verstärkt** haben.

6.3.2.3 Anteil der Starkniederschlagsmenge am Gesamtniederschlag

In den **Winter**monaten kam es hinsichtlich des Starkniederschlagsverhaltens nach den bisherigen Einschätzungen zu den deutlichsten Veränderungen (Kap. 6.2, Kap. 6.3). Eine **Zunahme** des Anteils der Starkniederschlagsmenge am Gesamtniederschlag mit zum Teil ausreichender Signifikanz kann demnach auch für den Gesamtzeitraum 1902-2000 sowie die ersten drei untersuchten CLINO-Perioden (1902-1930, 1931-1960, 1961-1990) bestätigt werden (Abb. 6.32).

Die Ergebnisse auf Basis des Intervalls 1971-2000 zeigen dagegen mehrheitlich eine signifikante Trendabnahme, obwohl in den vorherigen Analysen zur Entwicklung von Gesamtniederschlag und Einzelereignissen steigende Trends nachgewiesen werden konnten (*Kap. 6.3*). Das bedeutet, dass innerhalb dieser Beobachtungsperiode in der Regel weniger starke Ereignisse die Zunahme des Gesamtniederschlages bewirkt haben.

Im Vergleich zum Winterhalbjahr sind die Trends für den *Sommerzeitraum* insgesamt durch eine *rückläufige Tendenz* gekennzeichnet (Abb. 6.33). Eine Ausnahme bildet die 30-jährige Periode 1931-1960, die durch örtlich signifikante Trendzunahmen charakterisiert ist. Für den jüngsten Zeitraum 1971-2000 ist eine zweigeteilte Entwicklung erkennbar. Regionale Schwerpunkte einer teilweise signifikanten Abnahme befinden sich im Bereich der Querfurter Platte sowie südlich des Süßen Sees. Nördlich dieser Linie dominieren partiell signifikante Trendzunahmen. Insgesamt kann anhand der Trendwerte für die Sommermonate keine einheitliche Entwicklung nachgewiesen werden. Diese Aussage ordnet sich somit in die vorherigen Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Trendrichtung von Anzahl und Menge der Einzelereignisse ein.

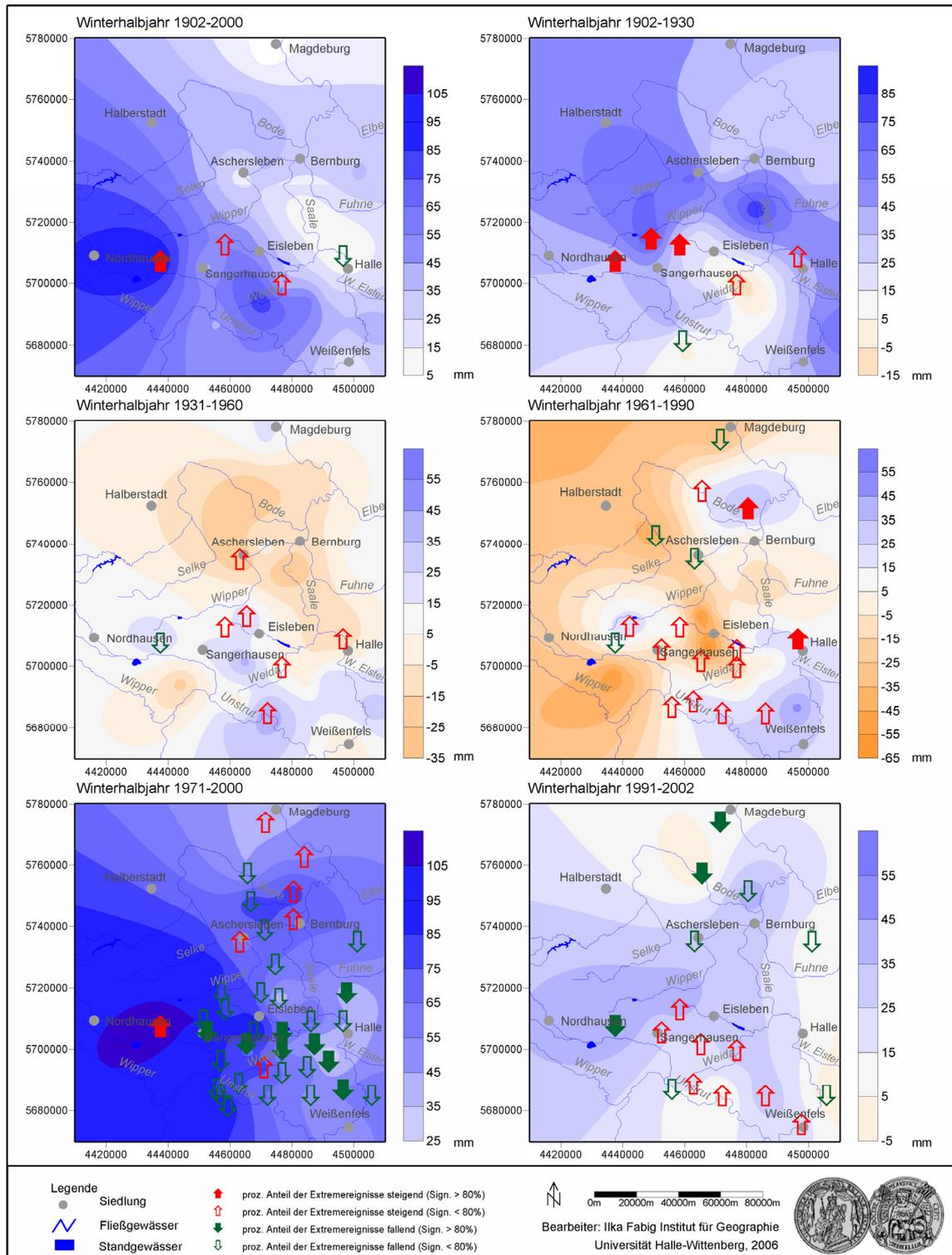


Abb. 6.32: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse am Gesamtniederschlag ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)

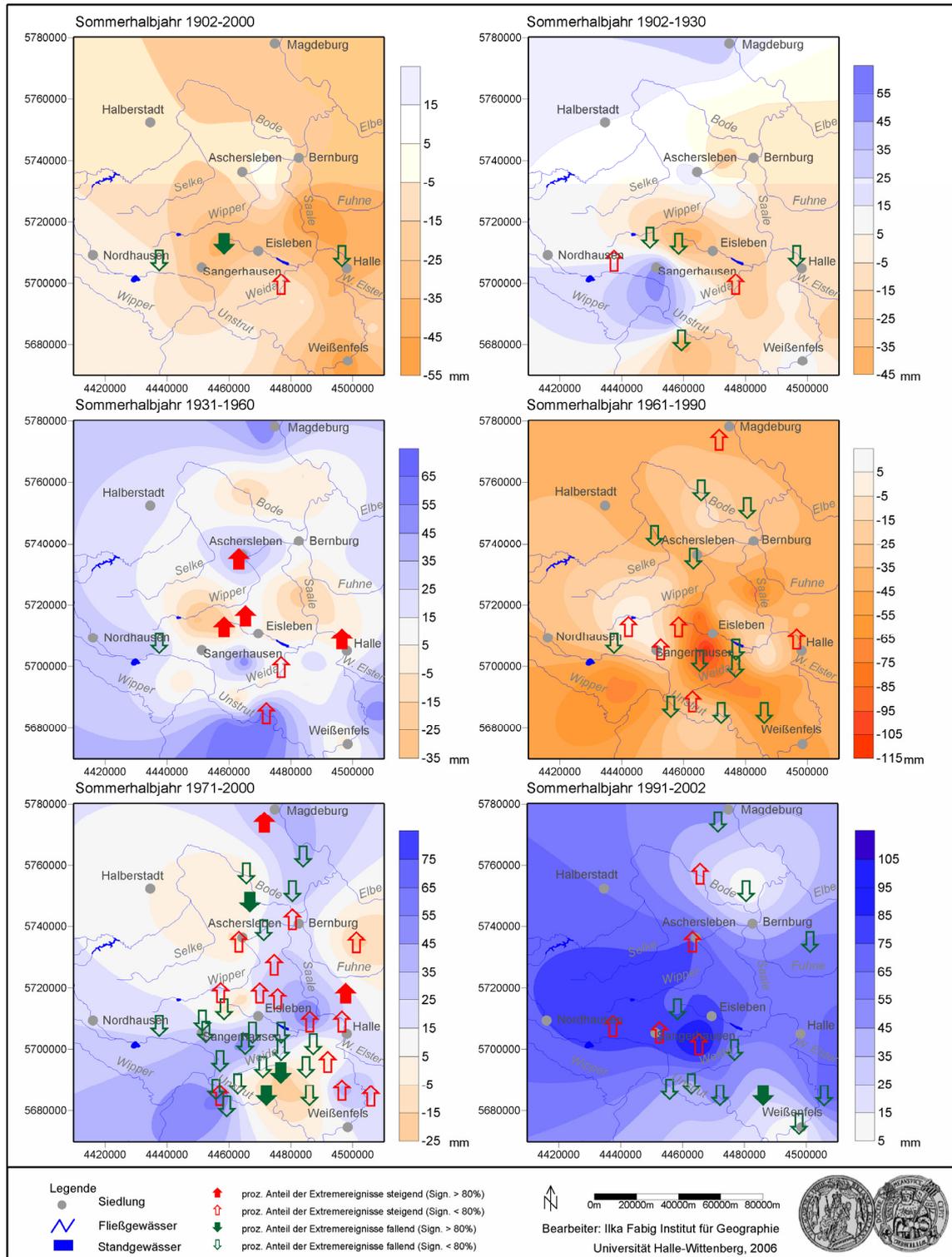


Abb. 6.33: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse am Gesamtniederschlag ≥ 10 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)

6.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse für weitere ausgesuchte Zeiträume

Als Fazit zur Niederschlagsentwicklung bleibt festzuhalten, dass in den *Wintermonaten* ein **zum Teil statistisch signifikanter Wandel zu mehr Niederschlag** stattgefunden hat, der in der jüngsten CLINO-Periode am stärksten entwickelt ist (Abb. 6.15).

Das *Sommerhalbjahr* ist hingegen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts durch eine **Abnahme der Niederschlagssumme** gekennzeichnet (Abb. 6.18). Anhand der Entwicklung **in den letzten 30 Jahren** scheint sich jedoch die **Tendenz einer Niederschlagszunahme** abzuzeichnen.

Die **Starkniederschlagshäufigkeit** hat sich im Untersuchungsraum teils signifikant verändert, wobei jedoch Größe und Richtung des Trendwertes eine starke Abhängigkeit vom jeweils betrachteten Bezugszeitraum aufweisen (*Kap. 6.3.2.1*). Innerhalb des *Winterhalbjahres* kann insgesamt von einem **Zuwachs stärkerer Niederschlagsereignisse** (Schwellenwert ≥ 10 mm) ausgegangen werden (Abb. 6.22). Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Entwicklung der Niederschläge ≥ 20 mm (Karte 8 Anh., Karte 9 Anh.) fällt auf, dass ab dem Auswertzeitraum 1971-2000, im Gegensatz zu den weniger starken Ereignissen (≥ 10 mm), ihre Bedeutung für das Niederschlagsgeschehen abnimmt.

Die **Trends** für die *Sommermonate* auf der Basis unterschiedlicher Zeiträume erweisen sich dagegen als **nicht homogen**. Vor allem in der jüngsten Vergangenheit (1971-2000) ist die Tendenz einer Zunahme entsprechender Ereignisse festzustellen (Abb. 6.25). Dieses Ergebnis stimmt mit Untersuchungen im Rahmen überregionaler Betrachtungen überein (*Kap. 2.3*).

Hinsichtlich des **Anteils der Starkniederschlagsmenge am Gesamtniederschlag** bleibt nach der Auswertung beider Halbjahre festzuhalten, dass sich in den *Wintermonaten* eine **Bedeutungssteigerung** bestätigt hat (Abb. 6.29). Im *Sommerhalbjahr* kann dagegen eine entscheidende Beeinflussung des Gesamtniederschlags durch stärkere Ereignisse nicht nachgewiesen werden (Abb. 30).

6.4 Ergebnisse der Regionalen Trendanalyse

Die Tabelle 6.5 fasst die in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Untersuchungsergebnisse in kurzer und übersichtlicher Form zusammen. Es werden zudem Trendwerte berücksichtigt, die in den vorherigen Betrachtungen nicht explizit angeführt wurden. Bei der Interpretation der Ergebnisse stehen vor allem Veränderungen des Niederschlagsregimes, die einerseits in einer innerjährlichen Umverteilung als auch in einer Modifikation der Starkniederschlagsaktivität bestehen, im Mittelpunkt des Interesses.

	Jahr	Win_hj	Som_hj	Win_qu	Früh_qu	Som_qu	Herb_qu
1902-2000							
Gesamt-niederschlag	++ -	++	--	++	++	--	--
Anzahl Starkniederschlag	+ -	++	--	++	++	--	--
Menge Starkniederschlag	++ --	++	--	+ -	+++	---	--
Anteil am Gesamt-niederschlag	+ -	++	--	+ -	+ -	--	--
1902-1930							
Gesamt-niederschlag	+ -	+++	+ -	+++	+++	---	+++
Anzahl Starkniederschlag	++	+++	--	++	++	---	++
Menge Starkniederschlag	++	+++	--	+ -	++	--	++
Anteil am Gesamt-niederschlag	++	++	--	++	++	--	++
1931-1960							
Gesamt-niederschlag	+ -	+ -	+ -	+++	--	+ -	+ -
Anzahl Starkniederschlag	++	++	++	+++	--	++	++
Menge Starkniederschlag	++	++	++	+++	--	++	++
Anteil am Gesamt-niederschlag	++	++	++	++	---	++	++
1961-1990							
Gesamt-niederschlag	--	+ -	---	++	--	---	---
Anzahl Starkniederschlag	+ -	++	+ -	++	--	--	++
Menge Starkniederschlag	++ -	++	--	++	--	--	+ -
Anteil am Gesamt-niederschlag	+ -	++	--	++	---	--	++
1971-2000							
Gesamt-niederschlag	+++	+++	++	+++	+++	++	+ -
Anzahl Starkniederschlag	++	++	++	+++	--	++	++
Menge Starkniederschlag	++	++	++	+++	--	++	--
Anteil am Gesamt-niederschlag	--	--	+ -	++	---	+ -	--
1991-2002							
Gesamt-niederschlag	+++	+++	+++	--	--	+ -	+++
Anzahl Starkniederschlag	++	++	++	--	++	--	++
Menge Starkniederschlag	+ -	++	++	--	++	--	++
Anteil am Gesamt-niederschlag	++	+ -	++	+ -	++	++	++
Legende	+++ Zunahme	++ mehrhtl. Zunahme	+ örtlich Zunahme	--- Abnahme	-- mehrhtl. Abnahme	- örtlich Abnahme	+++ Signifikanz > 80%

Tab. 6.5: Zusammenfassung der Ergebnisse

Als **Kernaussage** lässt sich festhalten, dass es **im Untersuchungsgebiet bezüglich des Parameters Niederschlag zu beobachtbaren Veränderungen** gekommen ist. Dabei differieren sowohl Richtung als auch Stärke der ermittelten Trends, in Abhängigkeit vom gewählten Zeitintervall und hydrologischen Betrachtungszeitraum.

Bei der **ganzjährigen** Betrachtung auf Basis der vergangenen 100 Jahre zeigt sich, dass, mit Ausnahme des Bereiches nordöstlich der Mansfelder Seen, dessen Niederschlagsdefizit gegenüber den anderen Gebieten bis zu 10% beträgt, im 20. Jahrhundert von einer **Zunahme der Niederschläge im Untersuchungsgebiet** auszugehen ist (Kap. 6.2.1). Die lokal entwickelten **negativen Jahrestrends** (Abb. 6.2) sind besonders brisant, da in den betroffenen Gebieten auch eine Erhöhung des Winterniederschlags die zurückgehenden Sommerniederschläge nicht mehr kompensieren kann. Entgegen der langjährigen Entwicklung ist vor allem in den letzten 30 Jahren ein flächendeckender und zudem signifikanter Anstieg der Regenmenge zu beobachten (Kap. 6.3.1). Entsprechende Aussagen können auch für die Starkniederschlagsaktivität getroffen werden (Kap. 6.3.2.1). Interessant ist eine Trendumkehr, die sich zwischen den Zeiträumen 1961-1990 und 1971-2000 vollzogen hat. Damit wird ein Wandel in Richtung einer Häufigkeitszunahme stärkerer Ereignisse in der jüngsten Vergangenheit angezeigt (Abb. 6.21).

Aufgrund einer, über das Jahr betrachtet, unterschiedlichen Niederschlagsentwicklung, wurde die Unterteilung der Jahressumme in verschiedene Bezugszeiträume, wie Halbjahre oder Quartale, vorgenommen. Das **Winterhalbjahr** und die dazugehörigen Quartale zeigen dabei eine **klare Dominanz signifikanter Trendverstärkung**, die vor allem im Bereich des Harzes und der Querfurter Platte ausgeprägt ist (Abb. 6.15). Insbesondere während des Winterquartals konnten **positive Trends von Gesamtniederschlag und Starkniederschlagsaktivität** dokumentiert werden, die zudem deutlich häufiger Signifikanz aufwiesen als vergleichbare Ergebnisse auf Basis der Sommermonate. Somit gewinnen stärkere Ereignisse für die Wintermonate zunehmend an Relevanz. Bei der Betrachtung der Winterniederschläge sollte einschränkend berücksichtigt werden, dass infolge eines abnehmenden Schneeanteils von einer Verringerung des Messfehlers (Niederschlagsverlust) auszugehen ist (Kap. 2.1). Dies könnte bedeuten, dass der auffallend hohe Niederschlagsanstieg nicht allein Folge eines veränderten Niederschlagsverhaltens ist, sondern auch durch eine verbesserte Erfassung der Niederschlagsmengen (geringere Verluste) verursacht wurde.

Für die **Sommermonate** ist die spiegelbildliche Entwicklung zum winterlichen Verlauf charakteristisch (Abb. 6.3). Vielerorts überwiegen **Tendenzen zu geringeren Niederschlagssummen**, die mehrheitlich Signifikanz aufweisen. Die sommerliche Reduzierung des Niederschlagsdargebotes ist von besonderer Relevanz, weil große Teile des Untersuchungsraumes aufgrund fruchtbarer Böden überwiegend landwirtschaftlich genutzt werden. Für die ackerbauliche Nutzung der ohnehin niederschlagsbenachteiligten Flächen bedeutet dies, möglichen Dürreschäden durch erhöhten Bewässerungsaufwand bzw. den Anbau trockenresistenter Sorten

entgegenzuwirken (vgl. Kap. 8). **Ausgewählte Zeiträume** zeigen jedoch einen **steigenden Gesamtniederschlagstrend** sowie eine **Zunahme von Häufigkeit und Menge stärkerer Ereignisse** (Kap. 6.3., Kap. 6.3.2). Diese Entwicklung tritt insbesondere **in der jüngsten Vergangenheit** (1971-2000, 1991-2002) in Erscheinung (Abb. 6.18, 6.25, 6.30). Nach der Auswertung aller Ergebnisse könnte das ein Hinweis darauf sein, dass sich gegenwärtig ein Trend zu eher feuchteren Sommern vollzieht, der allerdings in der langfristigen Trendauswertung noch nicht wirksam wird. Im Gegensatz dazu würde das Niederschlagsverhalten im Sommer 2003 der Hypothese einer Zunahme nicht entsprechen und sich eher in das Bild abnehmender Niederschläge, wie sie für den Zeitraum 1902-2000 nachgewiesen werden konnte, einfügen. Die **Entwicklung** in den **Sommermonaten** ist somit **noch relativ unsicher**.

Ein **regionaler Schwerpunkt** hinsichtlich eines gesteigerten **Starkniederschlagsaufkommens** konnte auf der Grundlage der Trendkarten nicht bestimmt werden. Dementsprechend war es auch nicht möglich, Gebiete mit einem erhöhten Gefährdungsrisiko auszuweisen. Grund hierfür ist die fehlende zeitliche Stabilität der Trendwerte, die je nach gewählter Betrachtungsperiode erheblich variieren können, was an manchen Stationen sogar mit einer Trendumkehr verbunden ist. Allein für die **Wintermonate** kann festgestellt werden, dass die **Zunahme der Starkniederschläge**, ohne räumliche Strukturen auszubilden, **flächendeckend** entwickelt ist.

Unter dem **Aspekt überregionaler Betrachtung** kann eingeschätzt werden, dass der **Untersuchungsraum** bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels auf das Niederschlagsregime **Besonderheiten** aufweist (Kap. 6.2). So konnten z.B. die durch SCHÖNWIESE (2003a) sowie BECK & GRIESER (2003) ermittelten positiven Trends der Niederschlagssumme und Einzelereignisse auf Basis der Sommermonate für das Mitteldeutsche Trockengebiet nicht eindeutig belegt werden (Kap. 6.2.1). Daraus wird ersichtlich, dass sich die **Folgen des globalen Klimawandels lokal**, in Abhängigkeit von den bestehenden naturräumlichen Rahmenbedingungen, **sehr differenziert** zeigen und es somit nicht immer zuverlässig möglich ist, Trends mit Hilfe einer „downscaling“-Methode auf die kleinräumige Ebene zu übertragen. Diese Erkenntnis ist insbesondere für die Entwicklung regionaler Klimamodelle von Bedeutung, denn die dynamischen Regionalisierungsansätze sind an die globalen Modelle gekoppelt und können demzufolge nur bedingt lokale Besonderheiten berücksichtigen (REIMER et al. 2003). Für die statistischen „downscaling“-Methoden wird umso mehr erkennbar, dass für die Kalibrierung des Modells neben sehr langen Klimabeobachtungsreihen auch eine entsprechend hohe Stationsdichte erforderlich ist (vgl. GERSTENGARBE & WERNER 2003; ENKE & SPEKAT 1997). Häufig kann aus Mangel adäquater Datensätze nur eine Stationszeitreihe herangezogen werden, was die Aussagekraft der Ergebnisse für die der Klimastation entfernteren liegenden Gebiete herabsetzt.

Abschließend sei angemerkt, dass die in der Arbeit getroffenen Aussagen lediglich den ermittelten Tendenzen für den Messzeitraum entsprechen. Damit sind **Trendangaben über den Betrachtungszeitraum hinaus nicht möglich** (Kap. 4.5). Insgesamt kann jedoch festgestellt wer-

den, dass vor allem hinsichtlich der Verringerung des Wasserdargebotes in den Sommermonaten (langfristiger Trend 1902-2000) sowie der Niederschlagszunahme im Winter (*Kap. 6.2*) Handlungsbedarf besteht (*vgl. Kap. 8*).

7. Analyse der Großwetterlagen

7.1 Definition

Die räumliche Niederschlagsverteilung ist eng mit den *horizontalen und vertikalen Luftbewegungen* in der Atmosphäre verbunden. Tritt diesbezüglich ein Wandel ein, so muss auch mit Änderungen im Niederschlagsgeschehen gerechnet werden (FRICKE 2003).

Bezeichnung		Abkürzung
Großwetterlagen der zonalen Zirkulationsformen		
Westlage	antizyklonal	Wa
Westlage	zyklonal	Wz
Südliche Westlage		Ws
Winkelförmige Westlage		Ww
Großwetterlagen der gemischten Zirkulationsformen		
Südwestlage	antizyklonal	SWa
Südwestlage	zyklonal	SWz
Nordwestlage	antizyklonal	NWa
Nordwestlage	zyklonal	NWz
Hoch Mitteleuropa		HM
Hochdruckbrücke Mitteleuropa		BM
Tief Mitteleuropa		TM
Großwetterlagen der meridionalen Zirkulationsformen		
Nordlage	antizyklonal	Na
Nordlage	zyklonal	Nz
Hoch Nordmeer-Island	antizyklonal	HNa
Hoch Nordmeer-Island	zyklonal	HNz
Hoch Britische Inseln		HB
Trog Mitteleuropa		TrM
Nordostlage	antizyklonal	NEa
Nordostlage	zyklonal	NEz
Hoch Fennoskandien	antizyklonal	HFa
Hoch Fennoskandien	zyklonal	HFz
Hoch Nordmeer-Fennoskandien	antizyklonal	HNFa
Hoch Nordmeer-Fennoskandien	zyklonal	HNFz
Südostlage	antizyklonal	SEa
Südostlage	zyklonal	SEz
Südlage	antizyklonal	Sa
Südlage	zyklonal	Sz
Tief Britische Inseln		TB
Trog Westeuropa		TrW
Übergang		U

Tab. 7.1: Einteilung der Wetterlagen (Quelle: GERSTENGARBE et al. 1999)

Erhöht sich zum Beispiel die Häufigkeit von Wetterlagen bei denen vermehrt stärkere Einzelniederschläge auftreten, steigt gleichzeitig der Gesamtniederschlag. Umgekehrt kann eine Abnahme einen Rückgang der Starkniederschlagsereignisse bewirken. Ein *verändertes Wetterlagenverhalten* liefert somit Hinweise, ob und in welchem Maße der globale Klimawandel Einfluss auf das lokale Witterungsgeschehen besitzt. Regional können die Auswirkungen unterschiedlich ausgeprägt sein. Demnach ist es wichtig, die Entwicklung von Großwetterlagen und die damit einhergehenden Veränderungen im Niederschlagsgeschehen kleinräumig aufzuzeigen.

Als *Großwetterlage* wird nach F. BAUR „die mittlere Luftdruckverteilung eines Großraumes, mindestens von der Größe Europas während eines mehrtägigen Zeitraumes, in welchen gewisse Züge aufeinander folgender Wetterlagen gleich bleiben“, bezeichnet (BAUR 1963). BAUR (1944) legte außerdem die erste Zusammenstellung der für Europa bestimmenden Wetterlagen vor. HESS & BREZOWSKY (1952) überarbeiteten den Großwetterkalender und veröffentlichten ihn als „Katalog der Großwetterlagen Europas“. GERSTENGARBE et al. gaben 1999 eine aktuelle Ausgabe dieses Verzeichnisses heraus, auf dessen Einteilungen sich die nachfolgenden Auswertungen stützen. Die Klassifikation der Großwetterlagen unterscheidet zwischen 29 Einzelwetterlagen, die als kurze Übersicht in der Tabelle 7.1 zusammengefasst sind. Eine ausführliche Beschreibung der charakteristischen Eigenschaften jeder Wetterlage findet sich bei GERSTENGARBE et al. (1999).

7.2 Beobachtete Entwicklung der Großwetterlagen im europäischen Raum

Im folgenden Abschnitt werden im Wesentlichen allgemeine Aussagen zur langfristigen Entwicklung der Großwetterlagen im europäischen Raum getroffen. Entsprechend der vorangegangenen Untersuchungen wird zwischen Winter- und Sommerhalbjahr unterschieden.

Bei der Betrachtung des *Winterhalbjahres* fällt zunächst eine stetige Zunahme der relativen Häufigkeit meridionaler gegenüber zonalen und gemischten Wettertypen auf (Abb. 7.1). Meridionale Zirkulationsformen zeichnen sich durch ein ausgeprägtes osteuropäisches Kälte-Hoch aus, welches das Eindringen wärmerer und feuchterer Luftmassen vom Atlantik blockiert. Aufgrund der Schneeflächenverringering in den Wintermonaten, über denen sich ansonsten infolge einer hohen Albedo ein stabiles Kälte-Hoch bildet, können verstärkt zonale Wettertypen (Tiefs) nach Mitteleuropa eindringen. Ab Anfang 1950 zeigt sich eine allmähliche Umkehr der Wetterlagenausbildung, mit dem Ergebnis, dass mit Beginn der 80-er Jahre die zonalen und gemischten Zirkulationsformen dominieren. Eine wichtige Folge der Zunahme wintermilder Großwetterlagen ist die gesteigerte Häufigkeit von Regenfällen und die damit einhergehende

Gefahr von Hochwasserereignissen und Überschwemmungen (LOZAN 2001, HUPFER & SCHÖNWIESE 1998).

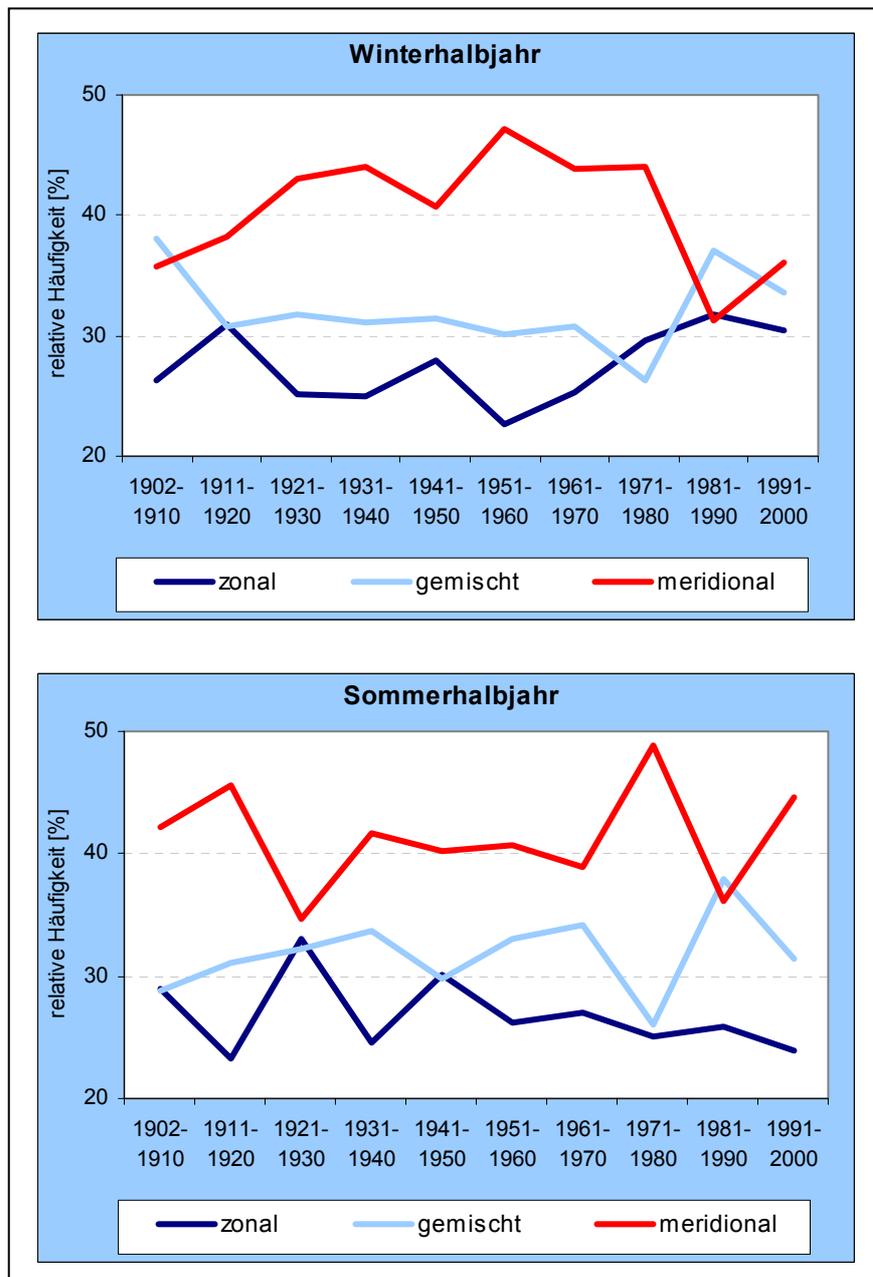


Abb. 7.1: Relative Häufigkeit von Zirkulationsformen in Mitteleuropa 1902-2000 im hydrologischen Winter- und Sommerhalbjahr

Auf Basis des *Sommerhalbjahres* zeichnen sich vor allem hinsichtlich niederschlagsbedingender zonaler Zirkulationsformen den Entwicklungen im Winterhalbjahr entgegen gesetzte Tendenzen ab (Abb. 7.1). In Bezug auf die meridionale Zirkulation zeigt sich ab den 70-er Jahren ein sprunghafter Anstieg der Häufigkeit, der sich 10 Jahre später relativiert und erst wieder ab den 90-er Jahren eine zunehmende Tendenz aufweist. Beim gemischten Zirkulationstyp ist eine der meridionalen Form spiegelbildliche Entwicklung erkennbar. Zusammenfassend kann man fest-

stellen, dass in den Sommermonaten der Einfluss meridionaler Zirkulationen auf das Wettergeschehen steigt.

GWL	Trendrichtung		Anzahl [absolut]		relativer Trend [%]	
	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr
GWL der zonalen Zirkulationsformen						
Wa	△	△	839	1278	11,6	1,5
Wz	▲	▼	2784	2895	40,0	-22,2
Ws	▼	▽	803	370	-63,3	-35,6
Ww	▽	△	512	337	-10,2	6,2
GWL der meridionalen Zirkulationsformen						
Na	△	▼	96	208	66,7	-96,0
Nz	△	▼	509	535	16,2	-144,7
HNa	▽	▼	425	688	-23,3	-115,1
HNz	△	▲	225	306	46,3	112,6
HB	△	△	584	592	24,7	39,0
TrM	△	▲	812	680	18,7	93,0
NEa	▼	▼	248	525	-124,6	-96,2
NEz	▼	▽	250	431	-77,7	-38,7
HFa	▼	▽	669	639	-62,4	-18,6
HFz	▲	▲	238	169	119,1	164,4
HNFa	▽	▲	214	295	-18,7	58,9
HNFz	▲	△	396	234	42,8	90,0
SEa	▽	▽	467	308	-15,7	-29,5
SEz	▼	△	431	87	-67,2	23,4
Sa	▼	△	454	264	-94,6	41,7
Sz	▽	△	246	57	-37,6	102,1
TB	▽	△	323	557	-50,1	16,1
TrW	▲	▲	517	763	109,6	100,3
U	△	▲	156	194	36,1	37,5
GWL der gemischten Zirkulationsformen						
SWa	▲	▲	462	363	72,9	197,0
SWz	▲	▲	528	400	100,7	256,5
NWa	▼	▼	549	757	-147,0	-140,8
NWz	▲	▽	921	757	64,6	-29,2
HM	▼	▼	1446	1647	-94,2	-87,1
BM	▲	▲	1373	1504	57,1	91,7
TM	▼	▽	467	376	-51,5	-1,5
Legende						
	▽	Abnahme		▼	Abnahme signifikant	
	△	Zunahme		▲	Zunahme signifikant	

Tab. 7.2: Entwicklung der Großwetterlagen (GWL) innerhalb des Winter- und Sommerhalbjahres 1902-2000

Lenkt man den Blick auf die einzelnen, den drei definierten Zirkulationsformen zugehörigen *Wetterlagen*, so zeigen sich unterschiedliche *Trends* (Tab. 7.2). Hierbei fällt vor allem die Entwicklung der in diesem Zusammenhang am häufigsten nachgewiesenen Wetterlage, der mit

ergiebigen Niederschlägen verbundenen und damit aus hydrologischer Sicht bedeutendsten **zyklonalen Westwetterlage (Wz)**, auf, die auf Basis des Zeitraums 1902-2000 mit insgesamt 2784 Tagen im Winter- und 2895 Tagen im Sommerhalbjahr bei konvergenter Verteilung, bezogen auf beide Halbjahre, einen entscheidenden Unterschied zeigt: Sie hat in den Sommermonaten signifikant abgenommen, während sie im Winter deutlich und mit ausreichender Signifikanz in ihrem Auftreten angestiegen ist. Eine Folge dieser Entwicklung ist das häufigere Auftreten von Winterhochwässern, vor allem bei längeren Andauerzeiten (KLIWA 2002).

Die für die **Sommermonate** niederschlagswirksamen **Troglagen (TrW, TrM)**, auch als Schlechtwetterlagen bezeichnet, sind in ihrem Auftreten signifikant angestiegen (Abb. 7.2). In diesem Zusammenhang ist vor allem die **Troglage Mitteleuropa (TrM)** interessant, denn sie beinhaltet die typische Vb-Zugbahn von Tiefdruckgebieten. Sehr lang anhaltende und starke Niederschläge, wie sie z.B. im August 2002 auftraten und auf diese Weise das Elbehochwasser auslösten, sind die Folge. Des Weiteren zeigt die **Hochdruckbrücke Mitteleuropa (BM)**, die in den Sommermonaten insgesamt mit einer warmen und trockenen Witterungsphase verbunden ist, einen steigenden Trend (Abb. 7.2).

GWL	Trendrichtung		Anzahl [absolut]		relativer Trend [%]	
	1961-1990	1971-2000	1961-1990	1971-2000	1961-1990	1971-2000
GWL der zonalen Zirkulationsformen						
Wa	▲	△	238	326	176,3	51,6
Wz	△	▲	925	1020	21,1	25,7
GWL der meridionalen Zirkulationsformen						
Nz	△	▼	178	171	19,6	-58,7
HB	▽	▼	191	169	-36,4	-112,2
TrM	▼	▲	230	238	-79,6	94,6
NEz	▽	▼	66	60	-112,9	-154,2
HNfz	▼	▽	177	104	-123,6	-67,0
SEz	▽	▼	126	114	-46,1	-238,2
GWL der gemischten Zirkulationsformen						
SWa	▲	▲	162	200	170,3	85,9
SWz	▼	▽	233	174	-88,8	-68,4
NWa	▲	▲	93	113	144,5	93,4
NWz	△	▲	311	338	13,7	76,1
HM	▼	△	329	284	-83,7	6,5
BM	▲	△	450	533	104,6	21,2
Legende						
	▽ Abnahme			△ Zunahme		
	▼ Abnahme signifikant			▲ Zunahme signifikant		

Tab. 7.3: Entwicklung der Großwetterlagen (GWL) innerhalb des Winterhalbjahres 1961-1990/1971-2000 (signifikante Veränderungen)

Angesichts der deutlichen und zum Teil gegensätzlich entwickelten Niederschlagstrends auf Basis der **Betrachtungsintervalle 1961-1990** und **1971-2000** (Kap. 6), wurden die entsprechen-

den Intervallgrenzen auch für weiterführende Analysen zur Großwetterlagenentwicklung gewählt. In den *Winter*monaten (Tab. 7.3) lässt sich zunächst entsprechend der langen Beobachtungsreihe 1902-2000 (Tab. 7.2) ein Zuwachs der *zyklonalen Westlage (Wz)* erkennen, der sich in den letzten 30 Jahren noch verstärkt hat. Die Zunahme der durch höhere Temperaturen und geringere Niederschläge charakterisierten *antizyklonalen Südwestlage (SWa)* und der *Nordwestlagen (Nwa, NWz)* untermauert ebenfalls die Tendenz zu wärmeren Wintern. Demgegenüber haben die Kälte bedingenden meridionalen Wetterlagen vor allem in der jüngsten Vergangenheit (1971-2000) zum Teil signifikant abgenommen.

GWL	Trendrichtung		Anzahl [absolut]		relativer Trend [%]	
	1961-1990	1971-2000	1961-1990	1971-2000	1961-1990	1971-2000
GWL der zonalen Zirkulationsformen						
Ws	▽	▼	139	102	-30,1	-158,2
Wz	▽	△	799	828	-5,6	6,9
Ww	▽	▼	105	74	-80,3	-169,9
GWL der meridionalen Zirkulationsformen						
Nz	▼	△	100	103	-166,2	11,9
HNa	▽	▽	131	131	-26,4	-35,6
HB	▲	△	173	213	124,0	28,1
TrM	△	△	204	283	83,8	63,2
NEa	▽	▼	117	103	-4,6	-148,3
NEz	▼	▽	125	116	-99,5	-146,4
HFz	▽	▼	117	74	-82,7	-228,9
HNFa	△	△	73	119	11,8	92,7
HNFz	▼	△	78	86	-187,4	56,3
TB	▽	△	156	163	-19,5	54,2
TrW	△	▼	327	326	1,0	-39,6
U	▽	▼	87	70	-23,2	-174,5
GWL der gemischten Zirkulationsformen						
SWz	▽	▲	199	213	-29,5	104,4
NWz	▼	△	239	141	-94,2	25,4
HM	▼	▽	371	299	-112,2	-20,7
BM	▲	△	588	677	115,8	24,9
TM	▲	▽	115	112	152,0	-55,8
Legende						
	▽	Abnahme	△	Zunahme		
	▼	Abnahme signifikant	▲	Zunahme signifikant		

Tab. 7.4: Entwicklung der Großwetterlagen (GWL) innerhalb des Sommerhalbjahres 1961-1990/1971-2000

Innerhalb des *Sommer*halbjahres (Tab. 7.4) ist eine interessante Entwicklung erkennbar. Neben der Zunahme von Wetterlagen, die eine warme und trockene Witterung bedingen, wie z.B. die *Hochdruckbrücke Mitteleuropa (BM)*, weist auch die *zyklonale Westlage (Wz)*, an die ein großer Teil des Niederschlages gebunden ist, entgegen des langen Bezugszeitraums (Tab. 7.2) auf Basis

der jüngsten CLINO-Periode 1971-200 eine steigende Tendenz auf, jedoch ohne ausreichende Signifikanzaussage. Dagegen kann eine Zunahme der „Schlechtwetterlagen“ (*TrW*, *TrM*), wie sie anhand der einhundertjährigen Auswertung nachgewiesen wurde, nicht bestätigt werden. Insgesamt entsprechen jedoch die Trends kürzer Untersuchungszeiträume den Entwicklungstendenzen der langen Beobachtungsreihe 1902-2000.

7.3 Statistische Auswertungen für den Untersuchungsraum

Das **Ziel** dieser Analyse ist es, die für den Untersuchungsraum **typischen niederschlagsbringenden Großwetterlagen zu separieren** und ihre Entwicklung in den letzten 100 Jahren aufzuzeigen. Berücksichtigt wurden dabei intensive Niederschläge ab einer Gesamtmenge von 10 mm. Die auf diese Weise gebildeten Datenreihen konnten anschließend einer detaillierten Zeitreihenanalyse unterzogen werden. Ein wichtiges Kriterium zum Verständnis des Zusammenwirkens von Großwetterlagen und Niederschlagsereignissen ist ein zeitlich umfangreiches und homogenes Datenmaterial. Nach durchgeführten Vergleichstests für unterschiedliche Zeiträume und Niederschlagsstationen (*Anlage CD*) und aufgrund geringer Datenlücken bei den Tageswerten (*Kap. 3.2*) wurde die Station Schraplau als repräsentativ für den Untersuchungsraum ausgewählt. Der **Fokus** der Betrachtungen lag entsprechend der vorherigen Untersuchungen (*Kap. 6*) auf eventuellen Veränderungen der **innerjährlichen Verläufe**. Diesem wurde mit der Auswertung der Sommer- und Winterhalbjahre sowie Quartale entsprochen.

7.3.1 Relative Häufigkeiten und Trends von Zirkulationsformen

Die Ergebnisse der **Zirkulationsformenbetrachtung** (Abb. 7.2) verdeutlichen eindrucksvoll, dass sich im **Winterhalbjahr** hinsichtlich niederschlagsbedingender Wetterlagen ein Bedeutungswandel in Richtung zonaler und gemischter gegenüber meridionalen Zirkulationen vollzogen hat. Diese Entwicklung erreicht ein erstes Maximum in den 30-er Jahren. In den folgenden Jahren steigt der Anteil meridionaler Zirkulationen, das Niveau vom Anfang des Jahrhunderts kann jedoch nicht mehr erreicht werden. Mit Beginn der 60-er Jahre zeigt sich erneut eine stetige Abnahme entsprechender Wetterlagen.

Anhand der **Trendanalyse** lässt sich dieses Ergebnis bestätigen (Abb. 7.3). Vor allem für die **zonalen Wettertypen** ist ein **kontinuierlicher Anstieg** nachweisbar (Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,46$), der ab 1941 zwar leicht rückläufig ist, danach jedoch wieder an Stärke gewinnt. Als mögliche Ursache können die kriegsbedingten Datenausfälle bis Ende 1945 angeführt werden. Dagegen in seiner Abnahme weit weniger eindeutig ist der Trend der meridionalen Zirkulation

einzuschätzen. Nimmt man jedoch die Entwicklung ab den 60-er Jahren aus dem Gesamtzeitraum heraus und zeigt somit ausschließlich den Trend der jüngsten Vergangenheit, lässt sich eine eindeutig negative Tendenz erkennen (Abb. 7.3).

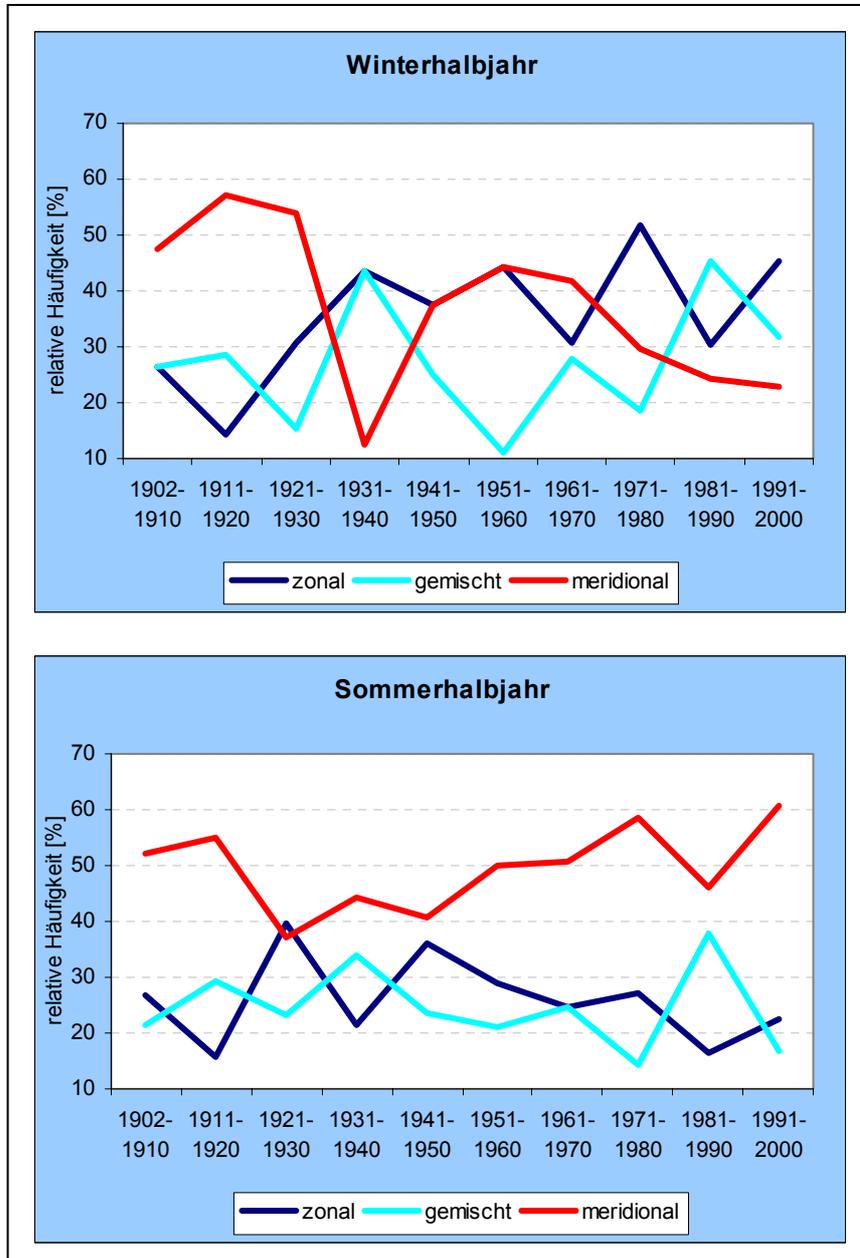


Abb. 7.2: Relative Häufigkeit von Zirkulationsformen bei Niederschlägen ≥ 10 mm (D=24h) für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr

Für das Wetterlagengeschehen im **Sommerhalbjahr** ist nach rückläufiger Tendenz am Anfang des letzten Jahrhunderts eine **kontinuierliche Zunahme meridionaler Zirkulationsformen** charakteristisch, die ihr Maximum in der jüngsten Auswertedekade 1991-2000 erreicht (Abb. 7.3). Dagegen zeigt die Statistik der zonalen Wetterlagen ab den 50-er Jahren einen schwach entwickelten abnehmenden Trend.

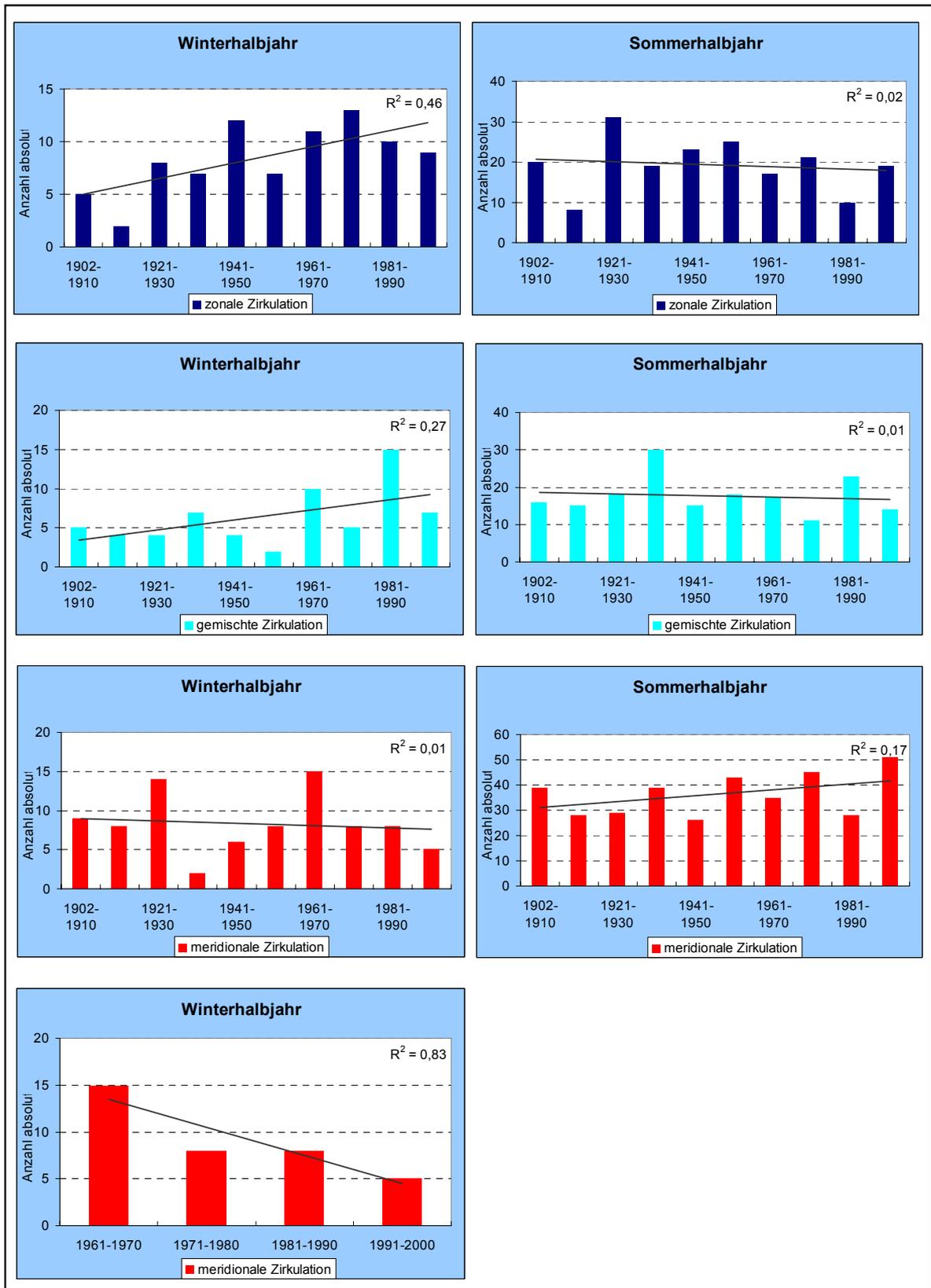


Abb. 7.3: Absolute Anzahl und relativer Trend von Zirkulationsformen bei Niederschlägen ≥ 10 mm (D=24h) für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr

Das Verhalten der gemischten Zirkulation ist uneinheitlich und eine Entwicklungsrichtung aus diesem Grund nicht eindeutig bestimmbar. Die Trendanalyse bestätigt somit die zuvor beschriebenen Veränderungen innerhalb der Sommermonate (Abb. 7.3).

Ergänzend zur Halbjahresuntersuchung erfolgt an dieser Stelle, entsprechend der in Kapitel 4.5.2 vorgenommenen Unterteilung, eine Betrachtung der Wetterlagenentwicklung auf **Quartalsebene**. Die Auswertung der **Wintermonate** zeigt, dass der Anstieg zonaler Wetterlagen vor allem innerhalb der Monate November, Dezember und Januar - dem Winterquartal - wirksam ist (Abb. 7.4). Die niederschlagsbringende Bedeutung dieser Zirkulationsform für das Frühjahrsquartal ist dagegen als weniger relevant einzuschätzen, da innerhalb dieses Zeitraums vor allem meridionale und gemischte Zirkulationen größere Niederschlagsereignisse bewirken. Für beide Quartale kann ungeachtet dessen ein Rückgang der meridionalen Wetterlagen mit Beginn der 60-er bzw. 70-er Jahre nachgewiesen werden.

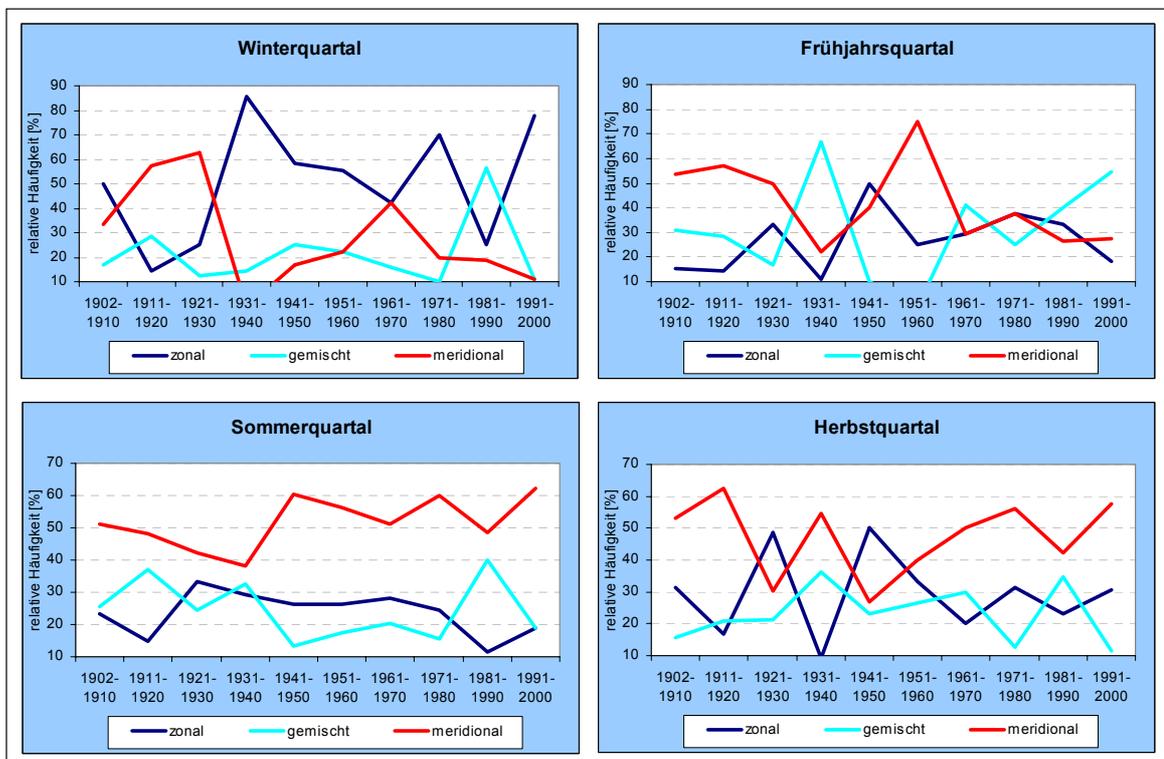


Abb. 7.4: Relative Häufigkeit von Zirkulationsformen bei Niederschlägen ≥ 10 mm ($D=24$ h) für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf hydrologische Quartale

Auf Basis beider **Sommerquartale** bestätigt sich die große Bedeutung meridionaler Wetterlagen für stärkere Niederschlagsereignisse (Abb. 7.4). Die Zunahme des meridionalen Typs ist sowohl im Sommer- als auch im Herbstquartal ausgebildet, wobei letztgenannter Zeitraum durch eine größere Schwankungsbreite im Auftreten der meridionalen und einen höheren Anteil der zonalen Zirkulationsform gekennzeichnet ist. Das Auftreten der gemischten Zirkulation kann für beide Zeiträume ähnlich bewertet werden.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die **winterlichen Starkniederschlagszuwächse** im Untersuchungsraum (Kap. 6.2.1) auf den Anstieg der zonalen, aber auch gemischten Zirkulation zurückzuführen sind. Auf das **sommerliche Starkniederschlagsgeschehen** besitzt die meridionale Zirkulation den größten Einfluss. Zusätzlich gewinnt sie aufgrund der rückläufigen Tendenz zonaler Wetterlagen vor allem im Sommerquartal zunehmend an Bedeutung.

7.3.2 Relative Häufigkeiten und Trends ausgesuchter Großwetterlagen

Die Auswertung der **Großwetterlagenhäufigkeiten** und -trends auf der Grundlage des langen Zeitraums 1902-2000 ermöglicht eine erste Abschätzung der Sensitivität des Witterungsgeschehens gegenüber Veränderungen der klimatischen Randbedingungen.

Die vergleichende Betrachtung für das **Winter- und Sommerhalbjahr** (Abb. 7.5) zeigt, dass **zonale Westwetterlagen (Wz)** mit insgesamt 24% bzw. 16% das Niederschlagsgeschehen stärkeren Ausmaßes (≥ 10 mm) dominieren. Ändert sich deren Verhalten, so sind die Folgen weitaus größer als bei weniger niederschlagsbestimmenden Großwetterlagen.

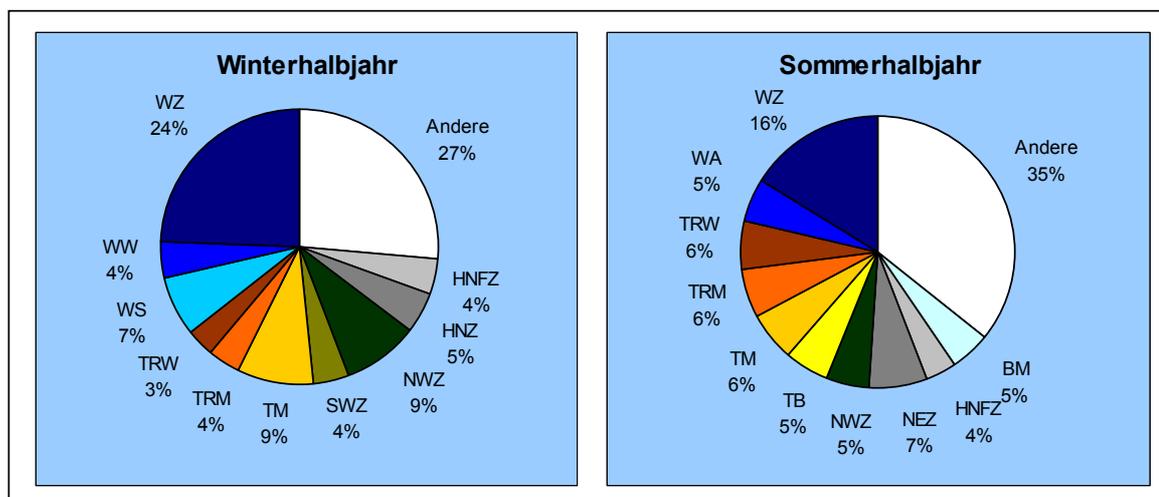


Abb. 7.5: Relative Häufigkeit von Großwetterlagen bei Niederschlägen ≥ 10 mm (D=24h) für das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr 1902-2000 - Station Schraplau -

Für das **Winterhalbjahr** konnte diesbezüglich ein positiver Trend nachgewiesen werden (Abb. 7.6). Als Folge dessen kann eine Bedeutungssteigerung der **zonalen Westwetterlage (Wz)** am Starkniederschlagsgeschehen für den Winter angenommen werden.

Innerhalb des **Sommerzeitraums** war ein entsprechender statistisch relevanter Nachweis nicht möglich (Abb. 7.6). Dagegen zeigen die Troglagen, die mit insgesamt 12% den zweitgrößten Anteil an den niederschlagsbringenden Großwetterlagen besitzen (Abb. 7.5), in den Sommermonaten eine interessante Entwicklung. Der Blick auf die **Troglage Mitteleuropa (TrM)**, die

insbesondere unter dem Aspekt ihrer Brisanz (*Kap.* 7.2) von großem Interesse ist, zeigt vor allem mit Beginn der 60-er Jahre eine deutliche Zunahme. Dementsprechend ist auch der Anteil der *Troglage Westeuropa (TrW)*, vor allem ab 1951 markant angestiegen (Abb. 7.6).

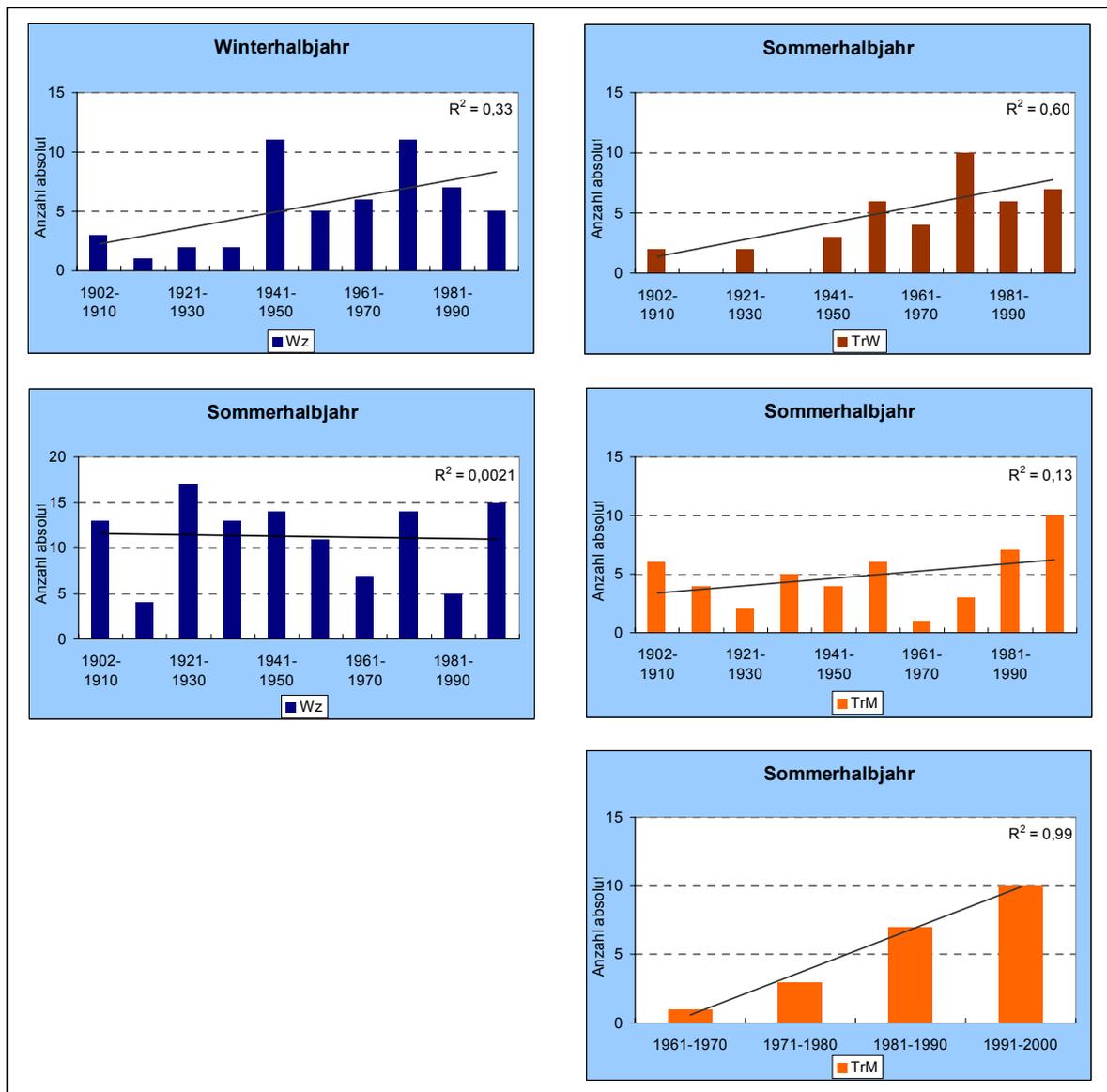


Abb. 7.6: Absolute Anzahl und relativer Trend von Großwetterlagen bei Niederschlägen ≥ 10 mm ($D=24$ h) für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr

Die Auswertung auf *Quartalsebene* (Abb. 7.7) bestätigt die zuvor getroffenen Aussagen. Bei den *zonalen Westwetterlagen (Wz)* wird deutlich, dass ihr Auftreten vor allem in der ersten Hälfte des gewählten Winterzeitraums (November, Dezember, Januar) deutlich von durchschnittlich einem durch diese Wetterlage bedingtem Ereignis (Basis 10 Jahre) ab 1941 auf vier bis sechs Ereignisse pro Intervall zugenommen hat. Der Anstieg der *Troglagen (TrM, TrW)* ist vor allem im *Sommerquartal* wirksam.

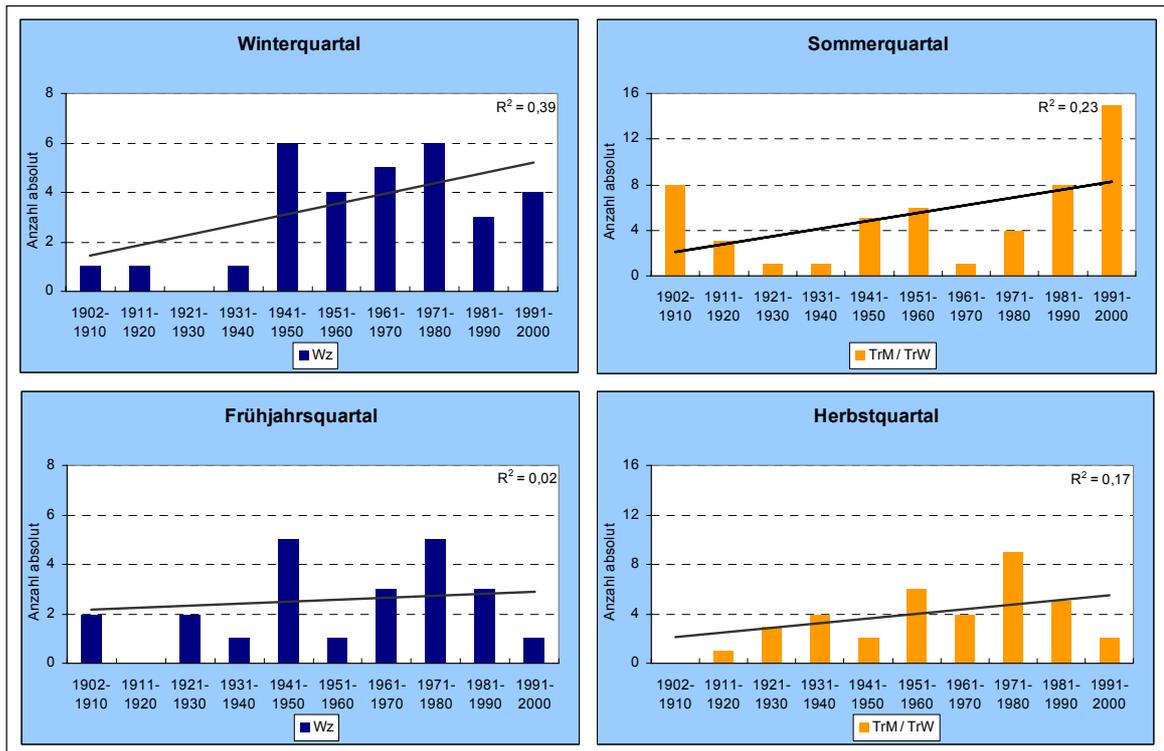


Abb. 7.7: Absolute Anzahl und relativer Trend von Großwetterlagen bei Niederschlägen ≥ 10 mm ($D=24h$) für den Zeitraum 1902-2000, bezogen auf hydrologische Quartale

7.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Stellt man alle Ergebnisse der vorangegangenen Wetterlagenbetrachtung in Zusammenhang, so ergibt sich ein Bild eines sich im *Umbruch befindlichen Systems*, angetrieben vom globalen Klimawandel, das vor allem mit Beginn der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts hinsichtlich der *Veränderung an Stärke gewinnt* (Kap. 7.2).

Die Aussagen können dahingehend zusammengefasst werden, dass die großräumigen Veränderungen im Wetterlagenverlauf (Kap. 7.3) im Untersuchungsraum einen direkten Zusammenhang hinsichtlich veränderter Niederschlagsverhältnisse erkennen lassen. Das zeigt sich vor allem in der *Umverteilung von Häufigkeiten starkniederschlagsauslösender Zirkulationsformen* und dem damit einhergehenden innerjährlichen Wandel im Auftreten einzelner niederschlagsbedingender Wetterlagen (Kap. 7.3.2). Die Folgen dieses Prozesses sind eine *Zunahme zonaler und gemischter Zirkulationsformen in den Wintermonaten* unter gleichzeitiger *Abnahme der meridionalen Zirkulation* (Abb. 7.2). *Dieser Wetterlagentyp* erfährt dagegen in den *Sommermonaten*, vor allem mit Beginn der 40-er Jahre des letzten Jahrhunderts eine *deutliche Steigerung*. Zeitgleich dezimiert sich der Anteil der zonalen Zirkulation. Die Häufigkeit gemischter Wetterlagen bleibt dagegen nach kurzzeitiger Abnahme stabil (Abb. 7.2).

Aus den gewonnenen Erkenntnissen lässt sich **für das Mitteldeutsche Trockengebiet** zusammenfassend schlussfolgern, dass **stärkere Niederschläge im Winter- und Sommerhalbjahr** vor allem an zonale Wetterlagen und hier insbesondere **an die zonale Westwetterlage (Wz) gebunden** sind (Abb. 7.5). Zu beachten ist, dass der globalklimatische Einfluss im Untersuchungsraum zu einer **Zunahme der durch zonale Westwetterlagen (Wz) ausgelösten Niederschläge** in den **Wintermonaten** geführt hat. Ihr Auftreten ist in den vergangenen 60 Jahren insbesondere im Winterquartal markant angestiegen (Abb. 7.7). Im Vergleich dazu konnten für das **Sommerhalbjahr** keine entsprechenden Veränderungen nachgewiesen werden. Innerhalb dieses Zeitraums ist eine **Bedeutungssteigerung der durch Troglagen (TrM, TrW) induzierten Ereignisse** festzustellen, die vor allem in der jüngsten Vergangenheit wirksam wird (Abb. 7.6).

Die hier angeführten Ergebnisse liefern einen Blick auf das vergangene Wetterlagengeschehen. Das bedeutet, dass eine **Trenderweiterung in die Zukunft** an dieser Stelle **nicht möglich** ist (Kap. 4.5). Dennoch konnten für einzelne Wetterlagen (Wz, Troglagen) signifikante Entwicklungstendenzen nachgewiesen werden, was für die Zukunft bedeutet, dass vor allem im Hinblick auf eine zunehmende Hochwassergefahr in den entsprechenden Zeiträumen der angesprochenen Problematik mehr Bedeutung beigemessen werden muss (vgl. Kap. 8).

8. Fazit und Ausblick

Unbestritten ist, dass seit Mitte des 20. Jahrhunderts aufgrund der Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes weltweit eine deutliche Temperaturerhöhung eingetreten ist (IPCC 2001, HANSEN et al. 1999, JONES et al. 1999, PETERSON et al. 1999). Die Auswirkungen dieses sich auf globaler Ebene vollziehenden Klimawandels sind dabei sowohl räumlich als auch jahreszeitlich unterschiedlich entwickelt, so dass die Betrachtung *regionaler Folgewirkungen* in den Mittelpunkt des Interesses gerückt ist. Die vorliegende Arbeit knüpft an diesen Anspruch an, insbesondere vor dem Hintergrund der klimatischen und naturräumlichen Rahmenbedingungen sowie den Nutzungsgegebenheiten im Untersuchungsgebiet (*Kap. 3.1*). In Anbetracht dieser Ausgangssituation lässt sich für den mitteldeutschen Raum eine außerordentlich hoch einzuschätzende Vulnerabilität gegenüber dem aktuellen und zukünftigen Klimawandel ableiten (ZEBISCH et al. 2005).

Angesichts der für den Untersuchungsraum diesbezüglich nur in geringem Umfang durchgeführten Grundlagenforschung (*Kap. 2.2*) ließ der gewählte Ansatz einer statistischen *Auswertung von sehr langen Niederschlagszeitreihen* und, im Ergebnis dessen, die detaillierte Bestandsaufnahme des räumlich sowie zeitlich differenzierten Niederschlagsgeschehens, den wissenschaftlichen Wert der Arbeit erkennen. So tragen die Ergebnisse einerseits zum besseren Verständnis grundlegender Fragestellungen hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels für das Gebiet Sachsen-Anhalts bei. Darüber hinaus erlaubte die *Auswertung* starkniederschlagsbedingender *Großwetterlagen* mögliche Modifikationen im Wetterlagengeschehen und dem damit verbundenen veränderten Niederschlagsverhalten in die Auswertungen einzubeziehen. Zudem konnte durch das Verwenden *historischer Zeitungsarchivdaten* eine Möglichkeit für die Rekonstruktion des Klimas vor Beginn der amtlichen Messungen aufgezeigt werden.

In Erinnerung der im Kapitel 1.2 formulierten Fragestellungen lassen sich folgende *wesentliche Ergebnisse* für den Untersuchungsraum zusammenfassen:

Analyse des räumlich und zeitlich differenzierten Niederschlagsgeschehens und Charakterisierung regional entwickelter Trends

Die Ergebnisse der Trendanalyse machten deutlich, dass Richtung und Größe der ermittelten Werte eine starke Abhängigkeit vom jeweils betrachteten Bezugszeitraum aufweisen. Der Vorteil des gewählten Ansatzes besteht demnach darin, dass auch kurzfristige Niederschlagsveränderungen wahrgenommen und in die Auswertungen einbezogen werden konnten.

Dabei ließ sich zunächst auf einhundertjähriger Basis eine *jährliche Umverteilung der Niederschläge* erkennen, die durch deutlich *feuchtere Winter* und *trockenere Sommer* charakterisiert ist. Die Ergebnisse für die kürzeren Beobachtungsperioden zeigten dagegen ganz unterschiedliche Entwicklungstendenzen. Nur für das *Winterhalbjahr* war es möglich, sowohl eine

klare Dominanz signifikanter **Trendverstärkung** als auch eine **zeitlich repräsentative Zunahme** der größeren **Einzelereignisse** nachzuweisen. Bei der Bewertung des Winterniederschlages ist zu beachten, dass diese Zunahmen möglicherweise der Art der Niederschlagsmessung geschuldet sind. Begründet durch die globale Temperaturerhöhung kommt es in den Wintermonaten zu einer Verminderung des Schneeanteils und somit zu einer Reduzierung des Messfehlers (Kap. 2.1). Unabhängig von der Bedeutung des messtechnischen Einflusses auf den steigenden Winterniederschlagstrend erscheint trotzdem die Gefahr für ein häufigeres **Auftreten von Winterhochwässern** gegeben. Aufgrund des Klimawandels sind die durchschnittlichen Wintertemperaturen, die die Anzahl der Frosttage und auch die Länge der Schneebedeckung bestimmen, nachweislich angestiegen. Eine beständige Schneedecke steuert durch den einsetzenden Tautvorgang und das daraus resultierende allmähliche Versickern des Niederschlages maßgeblich die Wasserabgabe. Fehlt diese Zwischenspeicherung, kann das zu einem abrupten Abfließen der Niederschläge führen, was die Hochwassergefahr schon in den Wintermonaten zunehmen lässt. Im Gegensatz dazu wäre es aber auch möglich, dass infolge ansteigender Temperaturen ein Gefrieren des Bodens seltener auftritt und Niederschlag somit häufiger vom Boden aufgenommen werden kann. Zusätzliche, über den Rahmen der Arbeit hinausgehende Auswertungen von Abflussmengen, Wasserständen und Temperaturdaten könnten dazu beitragen, die bestehenden Unsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse zu verringern.

Für die **Sommermonate** ließ sich vor allem anhand der langen Zeitreihe, zu Beginn des letzten Jahrhunderts und während des Zeitraums 1961-1990 die Tendenz stärkerer **sommerlicher Trockenheit** erkennen. Durch die negative Trendentwicklung der Niederschläge, verbunden mit einer Veränderung der Verdunstung aufgrund ansteigender Temperaturen und dem Absinken des Grundwasserspiegels durch eine verminderte Grundwasserneubildungsrate, ist bereits heute ein **hohes Gefährdungspotenzial** für das Auftreten von **Dürreperioden** im Untersuchungsraum gegeben. Angesichts der ermittelten Trendwerte könnte sich diese Entwicklung weiter fortsetzen. Zusätzlich nimmt infolge der verringerten Infiltrationsraten der Anteil des pflanzenverfügbaren Bodenwassers ab. Hieraus erwachsen Konsequenzen für die landwirtschaftliche Produktion im Untersuchungsraum. Unabhängig davon, dass einzelne Sorten von der neuen Situation profitieren, kann als weitere wesentliche Folge dieser Entwicklung ein Ertragsrückgang trockenheitsanfälliger Kulturpflanzen prognostiziert werden, wobei auch Anbaubeschränkungen und daraus resultierend wirtschaftliche Einbußen nicht ausgeschlossen sind.

Daneben käme es, trotz abnehmender Starkniederschlagshäufigkeit, zu einem potenziellen Anstieg der Bodenerosionsgefährdung durch Wasser, aber auch durch Wind infolge einer trockenheitsbedingten verringerten Vegetationsbedeckung. Der für die **jüngste Vergangenheit** innerhalb des Sommerhalbjahres nachgewiesene positive Gesamtniederschlag und die hierbei beobachtbare steigende Starkniederschlagsanzahl ordnen sich dagegen nicht in den langfristige

ermittelten Trend ein. Sie könnten einen Wandel in Richtung einer **Bedeutungssteigerung stärkerer Niederschläge** anzeigen.

Die **vergleichende Betrachtung der überregionalen Trends** mit den eigenen Ergebnissen für das Untersuchungsgebiet ließ erkennen, dass der **betrachtete Raum** bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels auf das Niederschlagsregime mehrere **Besonderheiten** aufweist. Insbesondere die durch andere Untersuchungen (z.B. BECK & GRIESER 2003, SCHÖNWIESE 2003a) ermittelten positiven Trends des Gesamtniederschlags und der Einzelereignisse in den Sommermonaten konnten für das Mitteldeutsche Trockengebiet nicht eindeutig belegt werden. In Anbetracht dieses Ergebnisses muss deshalb an dieser Stelle nochmals deutlich hervorgehoben werden, dass sich die Folgen **globaler Klimaänderungen**, in Abhängigkeit von den gegebenen naturräumlichen Rahmenbedingungen, **regional sehr differenziert** zeigen. Dies sollte bei der Interpretation großräumig ermittelter Trends stets berücksichtigt werden. Zudem erwachsen hieraus Schlussfolgerungen für die Verwendung statistischer „downscaling“ – Methoden, für die in diesem Zusammenhang unterstrichen werden muss, dass die Kalibrierung des Modells neben sehr langen Klimabeobachtungsreihen auch eine entsprechend hohe Stationsdichte erfordert, um die lokalen Besonderheiten verstärkt berücksichtigen zu können.

Resümierend hinsichtlich der einleitend formulierten Frage, ob sich im Untersuchungsraum **regionale Schwerpunkte** stärkerer Niederschlagsaktivität entwickelt haben, muss festgestellt werden, dass anhand der Ergebnisse kein Nachweis potenziell gefährdeter Gebiete im Untersuchungsraum möglich war.

Einfluss eines veränderten Wetterlagenverhaltens auf das lokale Witterungsgeschehen

Die Analyse der Wetterlagen ließ erkennen, dass **stärkere Niederschläge im Winter- und Sommerhalbjahr** vor allem an zonale Wetterlagen und hier insbesondere an die **zonale Westwetterlage (Wz) gebunden** sind. Des Weiteren führte der globalklimatische Einfluss im Untersuchungsraum zu einer **Zunahme** der durch **zonale Westwetterlagen (Wz)** ausgelösten Winterniederschläge. Im Vergleich dazu konnte für das **Sommerhalbjahr** eine **Bedeutungssteigerung** der durch **Troglagen (TrM, TrW)** induzierten Ereignisse festgestellt werden, die vor allem in der jüngsten Vergangenheit wirksam wird.

Handlungsempfehlungen für zukünftige Entwicklungsvorhaben

Entsprechend der aufgezeigten jahreszeitlichen Niederschlagsverschiebungen (*Kap. 6.2.1*) ist vor allem in den **Wintermonaten** mit einem möglichen **Anstieg der Hochwassergefahr** im Untersuchungsraum zu rechnen. **Raumplanerische Maßnahmen**, insbesondere das Ausweisen von Nutzungsänderungen innerhalb gefährdeter Gebiete, können einer Erhöhung des Schadenpotenzials entgegenwirken. Zusätzlich sollten auf dem Gebiet des Hochwasserschutzes die existie-

renden Schutzmaßnahmen an die veränderten Rahmenbedingungen angepasst und letztendlich in die Planungen einbezogen werden. Maßnahmen, die zur Erhöhung des Rückhaltevermögens in den Einzugsgebieten beitragen, sind u.a. der naturnahe Rückbau von Gewässern und die Ausweitung bzw. Wiederherstellung natürlicher Retentionsflächen. Eine zusätzliche Schadensverminderung kann durch den Bau von Hochwasserrückhaltebecken erzielt werden.

Im Bereich der **Landwirtschaft** ist auf Grund der Zunahme witterungsbedingter Schäden, z.B. durch das häufigere Auftreten von Dürreperioden in den Sommermonaten, anzuraten, das Hauptaugenmerk auf die Erarbeitung gezielter **Anpassungsstrategien**, wie die Auswahl geeigneter Sorten oder die Veränderung des Aussaattermins, zu legen.

Um den Folgen eines klimabedingten **Rückgangs der Niederschläge** in den Sommermonaten, wie er anhand der 100-jährigen Reihe nachgewiesen wurde, entgegenzuwirken, sollten zur Erhöhung des Speichervermögens im Untersuchungsraum angepasste Nutzungs- und Bearbeitungsstrategien und das Anlegen saisonaler Wasserspeicher Beachtung finden. Diese Maßnahmen würden außerdem dazu beitragen, Häufigkeit und Dauer von Niedrigwasserperioden einzugrenzen und somit eine entsprechend verminderte Nutzbarkeit der Fließgewässer zu verkürzen.

Ausgehend von den genannten Ergebnissen wird abschließend im Sinne eines **Ausblicks** auf dringend erforderliche Maßnahmen hingewiesen:

Um die Forschungsdefizite hinsichtlich regionaler Folgen globaler Klimaänderungen zu reduzieren, ist die im Rahmen der Arbeit durchgeführte detaillierte Bestandsaufnahme des räumlich sowie zeitlich differenzierten Niederschlagsgeschehens entsprechend verschiedener Projekte anderer Bundesländer (*Kap. 2.2*) auf die Fläche **Sachsen-Anhalts** zu erweitern. Damit würde eine wichtige Datenbasis für zukünftige klimarelevante Untersuchungen zur Verfügung stehen. Daneben kann die Kombination von radar- und bodengemessenen Niederschlagsdaten zu detailgenaueren und vor allem zeitlich höher aufgelösten Starkniederschlagsauswertungen beitragen.

Untersuchungen zum Niederschlagsverhalten berühren jedoch nur einen Teil der gesamten Klimafolgenforschung. Aus diesem Grund ist es gerade im Hinblick auf die naturräumlichen Rahmenbedingungen des Untersuchungsraums und darüber hinaus für Sachsen-Anhalt von äußerster Dringlichkeit, weitere Parameter in die Erforschung regionaler Folgen globaler Klimaänderungen einzubeziehen. Beispielhaft sei an dieser Stelle die Betrachtung von Häufigkeit und Andauer **saisonaler Trockenzeiten** – gegebenenfalls unter dem Aspekt nachfolgend erosiv wirksamer Starkniederschläge – genannt. Zusätzliche Auswertungen von **Abflussmengen**, **Wasserständen** und **Temperaturdaten** können dazu beitragen, das Gefährdungspotenzial für das Auftreten von Winterhochwässern statistisch abzusichern.

Letztendlich kann nur eine Verbesserung der Datengrundlage dazu beitragen, die Folgen globaler Klimaänderungen in der Region zu quantifizieren und entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Für eine effiziente Arbeit ist es jedoch dringend erforderlich, bereits existierende Forschungsergebnisse in einer zentralen Datenbank zu verknüpfen und anschließend transparent für wissenschaftliche, wirtschaftliche und politische Institutionen zugänglich zu machen. Somit können vorhandene Kompetenzen gebündelt und die Zusammenarbeit zwischen der Politik bzw. den untergeordneten öffentlichen Behörden und den wissenschaftlichen und privaten Einrichtungen intensiviert werden. Denn nur durch konkrete Ergebnisse ist es möglich, Unsicherheiten bezüglich zukünftiger Veränderungen des Lebensumfeldes zu minimieren und das Bewusstsein von Öffentlichkeit und Politik für notwendige Anpassungsstrategien zu sensibilisieren.

9. Literatur- und Quellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

ALCOFORADO, M., NUES, M., GARCIA J. & J. TABORDA (2000): Temperature and precipitation reconstructions in southern Portugal during the Late Maunder Minimum (1675 to 1715). – *The Holocene* 10. S. 333-340.

ALEXANDERSSON, H. (1986): A homogeneity test applied to precipitation data. – *J. of Climatol.* 6. S. 661-675.

BARTELS, H., DIETZER, B., MALITZ, G. ALBRECHT, M. F. & J. GUTTENBERGER (2005): KOSTRA-DWD-2000 - Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2000) – Fortschreibungsbericht. Offenbach.

BARTELS, H., MALITZ, G. & S. ASMUS (1997): Starkniederschlagshöhen für Deutschland: KOSTRA. Offenbach.

BAUMGARTNER, A. & H.-J. LIEBSCHER (1996): Allgemeine Hydrologie - Quantitative Hydrologie. Berlin/Stuttgart.

BAUR, F. (1963): Großwetterkunde und langfristige Witterungsvorhersage. Frankfurt.

BAUR, F., HESS, P. & H. NAGEL (1944): Kalender der Großwetterlagen Europas 1881-1939. Bad Homburg.

BAYFORKLIM [Hrsg.] (1999): Klimaänderungen in Bayern und ihre Auswirkungen. – Abschlußbericht des Bayerischen Klimaforschungsverbundes. München.

BECK, C. & J. GRIESER (2003): Extremniederschläge in Deutschland seit 1900. – *Terra Nostra*, 2003/6. S. 35-39.

BERZ, G. (2001): Naturkatastrophenzunahme und globaler Klimawandel – Trends, Befürchtungen und Handlungsoptionen. – *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 145/6. S. 6-11.

BISSOLLI, P. (2002): Wetterlagen und Großwetterlagen im 20. Jahrhundert. – *Deutscher Wetterdienst [Hrsg.]*: – Klimastatusbericht 2001. S. 32-40.

BORK, H.-R., BORK, H., DALCHOW, C., BERNO, F., PIORR, H.-P. & T. SCHATZ (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Gotha/Stuttgart.

BRADLEY, R. & P. JONES (1992): Climate Since A.D.1500. London.

BRAZDIL, R., DOBROVOLNY, P., CHOCHOLA, B. & MUNZAR, J. (1994): Reconstruction of the climate of Bohemia and Moravia in the period of 1675 to 1715 on the basis of written sources. – Climatic Trends and Anomalies in Europe 1675-1715. Stuttgart, Jena, New York. S. 109-121.

BRUNK, K. & D. SCHNEIDER (1998): Räumliche und zeitliche Variabilität des Niederschlages im östlichen Bauchi State, Nordost Nigeria. – Berichte des Sonderforschungsbereichs 268. S. 184-268.

BUISHAND, T. A. (1982): Some Methods for Testing the Homogeneity of Rainfall Records. – J. of Hydrology , 58. S. 11-27.

BUSSKAMP, R. & K.-H.. SCHMIDT (2003): Mittlerer jährlicher Abfluss und Abflussvariabilität. – Leibniz-Institut für Länderkunde [HRSG.]: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. – Band Klima, Pflanzen- und Tierwelt. S. 126f. Heidelberg/ Berlin.

CLAUSSEN, E. [Hrsg.] (2001): Climate change: science, strategies, & solutions. Boston, Köln.

CRADDOCK , J. M. (1979): Methods of comparing annual rainfall records for climatic purposes. – Weather, 34. S. 332-346.

CUBASCH, U. & D. KASANG (2000): Anthropogener Klimawandel. Stuttgart.

DAMM, B. (2000): Massenbewegungen im Fulda- und Oberweserraum (Nordhessen/Südniedersachsen) Methodik, Fallbeispiele, Statistische Auswertung. – Abschlussbericht DFG-Projekt DA 452/1-1/1-2. unveröff..

DEUTSCHES METEOROLOGISCHES JAHRBUCH (div. Jahrgänge). Offenbach am Main.

DEUTSCHES REICH – REICHSAMT FÜR WETTERDIENST (div. Jahrgänge): Teil III Niederschlagsbeobachtungen. Berlin.

DIN (1996): Wasserwesen. Begriffe, Normen. Berlin.

- DIN 4049 (1994): Teil 3: Hydrologie – Begriffe zur quantitativen Hydrologie. Berlin.
- DÖRING, J. (2004): Zu den Klimaverhältnissen im östlichen Harzvorland. – *Hercynia N.F.* 37 /2004. S.137-154.
- DÖRING, J., JÖRN, M. & J. MÜLLER (1995): Klimatische Kennzeichnung des mitteldeutschen Schwarzerdegebietes. – Körschens, M. & E.-G. Mahn [Hrsg.]: Strategien zur Regeneration belasteter Agrarökosysteme des mitteldeutschen Schwarzerdegebietes. S. 534-567.
- DVWK (1985): Niederschlag – Starkregenauswertung nach Wiederkehrzeit und Dauer. 124.
- DYCK, S. & G. PESCHKE (1995): Grundlagen der Hydrologie. Berlin.
- DYCK, S. (1980): Angewandte Hydrologie Teil 2: Der Wasserhaushalt der Flussgebiete. Berlin.
- EDWARDS, P.N. (2002): Modelle, Daten, Ungewissheit und die Politik in der weltweiten Klimawissenschaft. – Hauser, W. [HRSG.]: Klima. Das Experiment mit dem Planeten Erde. S.138-149.
- ENKE, W., W. KÜCHLER & W. SOMMER (2001): Klimaprognosen für Sachsen – Zusammenfassender Bericht - Regionalisierung von Klimamodell-Ergebnissen mittels des statistischen Verfahrens der Wetterlagen-Klassifikation und nachgeordneter multipler Regressionsanalyse für Sachsen. –Zusammenfassender Abschlussbericht. Berlin/ Dresden.
- ENKE, W. & A.SPEKAT (1997): Downscaling climate model outputs into local and regional weather elements by classification and regression – *Climate Research* 8/ 97, S.195-207.
- FABIAN, P. (2002): Leben im Treibhaus: unser Klimasystem und was wir daraus machen. Berlin.
- FABIG, I. (2000): Zeitliche und räumliche Niederschlagsverteilung im Einzugsgebiet Querne/Weida unter besonderer Berücksichtigung von Starkregenereignissen. Universität Halle.
- FOHRER, N., MOLLENHAUER K.& T. SCHOLTEN (2003): Bodenerosion. – Leibniz-Institut für Länderkunde [HRSG.]: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. – Band Relief, Boden und Wasser. S. 106f.

FRAKES, L. A., FRANCIS, J. E. & J. I. SYKTUS (1992): Climate modes of the Phanerozoic. The history of the Earth's climate over the past 600 million years. Cambridge.

FREI, C. & C. SCHÄR (2001): Detection probability of trends in rare events: Theory an application to heavy precipitation in the Alpine region. – J. Clim., 14. S. 1568-1584.

FREI, C., SCHÄR, C., LÜTHI, D. & H. C. DAVIES (1998): Heavy precipitation processes in a warmer climate. – Geophys. Res. Lett., 25. S. 1431-1434.

FRICKE, W. (2003): Hängen vermehrte Starkniederschläge am Hohenpeißenberg mit veränderten Wetterlagen zusammen? – Deutscher Wetterdienst [Hrsg.]: – Klimastatusbericht 2002. S. 165-171.

GERSTENGARBE, F.-W. et al. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. – PIK Report No. 83. Potsdam.

GERSTENGARBE, F.-W. & P.C. WERNER (2003): Entwicklung von Klimaszenarien bis 2050 für ausgewählte Flusseinzugsgebiete von Deutschland. – Bericht zum GLOWA-Elbe-Teilprojekt. Potsdam.

GERSTENGARBE, F.-W. & P. C. WERNER (1999): Katalog der Großwetterlagen Europas (1881-1998) nach Paul Hess und Helmuth Brezowsky. Potsdam. Offenbach a. M..

GLA LSA - GEOLOGISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT [HRSG.] (1999): Bodenatlas Sachsen-Anhalt. Halle.

GLASER, R., BECK C. & H. STANGL (2004): Zur Temperatur- und Hochwasserentwicklung der letzten 1000 Jahre in Deutschland. – Deutscher Wetterdienst [Hrsg.]: – Klimastatusbericht 2003. S. 55-67.

GLASER, R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas – 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Darmstadt.

GLASER, R. & S. MILITZER (1993): Wetter-Witterung-Umwelt - Aufzeichnungen und Daten aus Franken, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen 1500-1699. Sondheim.

GRÄBL, H. (1999): Wetterwende - Vision Globaler Klimaschutz. Frankfurt a. M..

GREBNER, D. (1996): Starkniederschläge in der Schweiz. Signale einer Klimaänderung? – Klima-Seminar Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft 31. Mai 1996.

HÄCKEL, H. (2005): Meteorologie. Stuttgart.

HÄNSEL, S., W. KÜCHLER & J. MATSCHULLAT (2004): Regionaler Klimawandel Sachsen - Extreme Niederschlagsereignisse und Trockenperioden 1934–2000. – Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung - Zeitschrift für Umwelchemie und Ökotoxikologie – UWSF – Z Umwelchem Ökotox (UWSF) 17 (3). S. 159-165.

HANSEN, J., R.RUEDY, GLASCOE J. & M.SATO (1999): GISS analysis of surface temperature change. – J.Geophys.Res. 104. S.30997-31022.

HENDL, M. & W. ENDLICHER (2003): Klimaspektrum zwischen Zugspitze und Rügen. – Leibniz-Institut für Länderkunde [HRSG.]: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. – Band Klima, Pflanzen- und Tierwelt. S. 32f. Heidelberg/ Berlin.

HERZOG, J. & G. MÜLLER-WESTERMEIER (1998): Homogenitätsprüfung und Homogenisierung klimatologischer Messreihen im Deutschen Wetterdienst. – Berichte des Deutschen Wetterdienstes 202. Offenbach.

HESS, P. & H. BREZOWSKY (1952): Katalog der Großwetterlagen Europas. – Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone 33.

HEYER, E. (1988): Witterung und Klima. Leipzig.

HOUGHTON, J.T., Y. DING, D.J. GRIGGS, M.NOQUER, VAN DER LINDEN P.J. & D. XIAOSU [Hrsg.] (2001): Climate Change 2001 – The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). – Cambridge University press. Cambridge.

HOUGHTON, J. (1997): Globale Erwärmung: Fakten, Gefahren und Lösungswege. Berlin/ Heidelberg.

IPCC (2001): Climate Change 2001: The Scientific Basis. – Houghton, J. et al. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.

JONES, P.D. et al. (1999): Surface air temperature and its changes over the past 150 years. – Rev. Geophys., 37. S. 173-199.

KÄÄB, A., REYNOLDS, J. M. & W. HAEBERLI (2005): Glacier and permafrost hazards in high mountains. – Huber, U. M., Bugmann, H. K. M. & M. A. Reasoner [Hrsg.]: Global Change and Mountain Regions (A State of Knowledge Overview). S. 225-234.

KENDALL, M. G. (1970): Rank correlation methods. London.

KHARIN, V. V. & F. W. ZWIERS (2000): Changes in the extremes in an ensemble of transient climate simulations with a coupled atmosphere-ocean GCM. – J. Climate 48.

KLAPPER, H. (2000): Wiederentstehung des Salzigen Sees bei Seeburg – Erwartungen, Bedingungen, Prognosen. – Wasser und Boden 52, 3, S.22-30.

KLIWA (2002): Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Bayern.

LAMB H. H. (1995): Climate, history and the modern world. 2. ed. London.

LIERMANN, R. (2003): Untersuchungen zum Bodenabtrag und zur Oberflächenabflussbildung im Weinanbaugebiet "Saale-Unstrut" - Automatische Registrierung des Prozessgeschehens und abflussabhängige Probenahme als methodischer Ansatz der Ereignis-separation. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges.. Bd. 101. S.87-88.

LOZÁN, J. L., GRAßL, H. & L. HUPFER [Hrsg.] (2001): The Climate of the 21th Century: Changes and Risks. Hamburg.

MACKAY, A. [Hrsg.] (2005): Global change in the holocene. London.

MALBERG, H. (2002): Meteorologie und Klimatologie: Eine Einführung. Berlin Heidelberg.

MALITZ, G. (2005): KOSTRA-DWD-2000 – Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2000) – Grundlagenbericht. Offenbach.

MANIAK, U. (2004): Hydrologie und Wasserwirtschaft: Eine Einführung für Ingenieure. Berlin

MANN, H. B. (1945): Nonparametric test against trends. – *Econometrica*, 13. S. 245-259.

MANN, M. E., BRADLEY, R.S. & M.K. HUGHES (1999): Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties and limitations. – *Geophys. Res. Letters*, 26. S. 759-762.

MAY, W., VOSS, R. & E. ROECKNER (2002): Changes in the mean and extremes of the hydrological cycle in Europe under enhanced greenhouse gas conditions in a global time-slice experiment. – Beniston, M. [Hrsg.]: *Climatic Change: Implications for the hydrological Cycle and for Water Management*. S. 1-29.

METEOROLOGISCHES JAHRBUCH DER DDR (div. Jahrgänge): Teil III Niederschlagsbeobachtungen. Potsdam.

MOORE III, B., GATES, W. L., MATA, L. J. & A. UNDERDAL (2001): Advancing our understanding. - Houghton, J.T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. van der Linden, X. Dai, K. Maskell & C.I. Johnson [Hrsg.]: *Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 14*, S.771-785. – Cambridge University press. Cambridge.

MÜLLER, J., JÖRN, P., SCHUMANN A.& H. SCHELLIN (2002): Evapotranspirations- und Versickerungsverhalten sowie Häufigkeit von Bodendürren im Mitteldeutschen Trockengebiet unter Berücksichtigung von Substrat und Bewuchs. – Deutscher Wetterdienst [HRSG.]: *Klimastatusbericht 2001*, S. 258-267. Offenbach.

MÜLLER, J., SCHUMANN, A. & P. JÖRN (1998): Zur Häufigkeit von Bodendürren im mitteldeutschen Trockengebiet. – *Annalen der Meteorologie* Bd. 1 (37). S. 167-168.

MÜLLER-WESTERMEIER, G. (2002): *Klimatrends in Deutschland*. – Deutscher Wetterdienst (Hrsg.): – *Klimastatusbericht 2001*. S. 114-123.

MÜNCHNER RÜCK [Hrsg.] (2001): *Topics. Jahresrückblick Naturkatastrophen 2000*. München.

MUN LSA - MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ SACHSEN-ANHALT [Hrsg.] (1994): Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt. Teil 2: Beschreibungen und Leitbilder der Landschaftseinheiten. Magdeburg.

NEUB, E. & D. ZÜHLKE (1982): Mansfelder Land. Berlin.

PFISTER, C. (1999): Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen 1496-1995. Bern Stuttgart Wien.

PETERSON, T.C., GALLO, K.P, LIVERMORE, J.T., OWEN, W., HUANG A. & D.A. MCKITTRICK (1999): Global rural temperature trends. – Geophys.Res.Lett. 26. S. 329-332.

RAPP, J. (2000): Konzeption, Problematik und Ergebnisse klimatologischer Trendanalysen für Europa und Deutschland. – Berichte des Deutschen Wetterdienstes 212. Offenbach.

RAPP, J. & C.-D. SCHÖNWIESE (1998): Eine Systematik der zeitlich und regional differenzierenden Trendanalyse klimatologischer Zeitreihen Mitteleuropas. – Ann. Meteorol. 37, Bd. 2. S. 375-377.

RAPP, J. & C.-D. SCHÖNWIESE (1996): Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891-1990. – Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Bd. 5. Frankfurt a.M.

RAHMSTORF, S. (2001): Treibhauseffekt und Klimawandel. Jena.

REIMER, E., SODOUDI, S., MIKUSKY, E. & W.ENKE (2003): GLOWA-Elbe. Prognose von Temperatur, potentieller Verdunstung und Niederschlag für den Zeitraum 2000-2055 unter Verwendung von ECHAM/REMO-Simulationen und Neuro-Fuzzy-Modellen. – Abschlussbericht zum BMBF-Forschungsprojekt GLOWA-Elbe. Freie Universität Berlin.

RICHTER, D. (1995): Ergebnisse methodischer Untersuchungen zur Korrektur des systematischen Messfehlers des Hellmann-Niederschlagsmessers. – Berichte des Deutschen Wetterdienstes 194. Offenbach.

RODRIGO, F., ESTEBAN-PARRA, J., POZO-VÁZQUEZ D. & Y. CASTRO-DIEZ (1999): A 500-year precipitation record in southern Spain. – Int. J. Climatol., 19. S. 1233–1253.

RUDDIMAN, W. F. (2001): Earth's climate: past and future. New York.

RUDOLF, B. & J. RAPP (2003): Niederschlagsanalysen zum Jahrhunderthochwasser der Elbe und seine synoptisch-klimatologische Bewertung. – Terra Nostra – Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung 2003/6. S. 360-363.

RUDOLF, B., GRIESER J. & U. SCHNEIDER (2002): Verteilung der mittleren Niederschlagshöhen in Europa im letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts im Vergleich zur Normalperiode 1961 bis 1990. – Deutscher Wetterdienst [HRSG.]: – Klimastatusbericht 2001, S. 86-93. Offenbach.

SACHS, L. (1999): Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden. Berlin.

SÁNCHEZ PENZO, S. & J. RAPP (1997): Statistische Untersuchung langfristiger Veränderungen des Niederschlags in Baden-Württemberg. – Handbuch Wasser 2, Nr. 42. Karlsruhe.

SANDWEISS, D.H. et al. (2001): Variation in Holocene El Niño frequencies: Climate records and cultural consequences in ancient Peru. – *Geology*, 29 (7). S. 603-606.

SCHLITGEN, R. & B. H. STREITBERG (1995): Zeitreihenanalyse. München.

SCHÖNWIESE, C.-D. (2003): Klimatologie. Stuttgart.

SCHÖNWIESE, C.-D. (2003a): Jahreszeitliche Struktur beobachteter Temperatur- und Niederschlagstrends in Deutschland. – Chmielewski, F.-M.; Foken, Th. [Hrsg.]: Beiträge zur Klima- und Meeresforschung. S. 59-68.

SCHÖNWIESE, C.-D. (2002): Beobachtete Klimatrends im Industriezeitalter. Ein Überblick global/Europa/Deutschland. – Bericht Nr. 106, Inst. Meteorol. Geophys. Univ. Frankfurt a.M.

SCHÖNWIESE, C.-D. (2000): Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler. Stuttgart.

SCHÖNWIESE, C.-D. (1995): Klimaänderungen. Daten, Analysen, Prognosen. Berlin.

SCHRÖDER, H., BERGNER U. & J. KLAHRE (1995): Das Ausmaß geökologischer Prozesse bodenerosiver Abspülung in Lösslandschaften des Mitteldeutschen Trockengebietes. – Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Schr 379/1-3 "Erfassung des Ausmaßes geökologischer Prozesse der bodenerosiven Abspülung in Lösslandschaften". Erlangen.

SCHRÖDER, H. (1985): Allgemein-geographische Charakteristik der natürlichen Verhältnisse des südöstlichen Harzvorlandes. – *Hercynia N.F.* 23, S.1-14.

SCHWERTMANN, U., VOGL, W. & M. KAINZ (1990): Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Stuttgart.

SEUFFERT, O. (2004): Wo die Meteorologie mit Ihrem „Latein“ am Ende ist. Versuch einer geökodynamisch fundierten Bewertung der jüngsten Klima-, insbesondere Niederschlagsentwicklung in Mitteleuropa unter Bezug auf die 2002er Katastrophenregen und –fluten im Elbe-Einzugsgebiet und die Klimaprognose für Sachsen – *Geoöko*, 25. S. 1-40.

SEUFFERT, O. (2002): Der Reinfeld mit dem „Rainfall“- Das Ende einer wissenschaftlichen Weltanschauung?. – *Geoöko*, 23. S. 1-60.

STAU – STAATLICHES AMT FÜR UMWELTSCHUTZ HALLE [Hrsg.] (2001): Jahresbericht 2000 Hydrologie – Regierungsbezirke Halle und Dessau. Halle.

SMUL - STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT SACHSEN [Hrsg.] (2005): Klimawandel in Sachsen: Sachstand und Ausblick . Dresden.

THOMAS, M. (1980): Untersuchungen zur Struktur und Dynamik des Naturraums „Süßer See“. Inst. f. Geographie d. Univ. Halle-Wittenberg (unveröff. Manuskript).

TLUG - THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE [Hrsg.] (2004): Klimawandel in Thüringen - eine Herausforderung in unserer Zeit. – *Umweltschutz* 05/04. Jena.

Trenberth, K.E., Dai, A., Rasmussen R.M. & D.B. Parsons (2003): The Changing Character of Precipitation. – *Bulletin of the American Meteorological Society* 84. 1205-1217.

VEIT, U. [Hrsg.] (1987): Klimadaten der DDR – ein Handbuch für die Praxis. – *Klimatologische Normalwerte 1951/80, Reihe B*, 14. Potsdam.

VERÖFFENTLICHUNGEN DES KÖNIGLICH PREUBISCHEN METEOROLOGISCHEN INSTITUTS (div. Jahrgänge): Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen im Jahre 1891. Berlin.

von STORCH, H., GÜSS, S. & M. HEINEMANN (1999): Das Klimasystem und seine Modellierung – Eine Einführung. Berlin Heidelberg.

WAGENBRETH, O. & W. STEINER (1990): Geologische Streifzüge – Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg. 4. Auflage. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig.

WECHSUNG, F., BECKER, A. & P. GRÄFE [Hrsg.] (2005): GLOWA-ELBE I - Integrierte Analyse der Auswirkungen des globalen Wandels auf Wasser, Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet. Potsdam.

WEIKINN, C. (2002): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahr 1850, Hydrographie Teil 6 (1801-1850). – Quellensammlung zur Hydrographie und Meteorologie, Band I. Berlin.

WEIKINN, C. (2000): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahre 1850, Hydrographie Teil 5 (1751-1800). – Quellensammlung zur Hydrographie und Meteorologie, Band I. Berlin.

WEIKINN, C. (1963): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahre 1850, Hydrographie Teil 4 (1701-1750). – Quellensammlung zur Hydrographie und Meteorologie, Band I. Berlin.

WEIKINN, C. (1961): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahre 1850, Hydrographie Teil 3 (1601-1700). - Quellensammlung zur Hydrographie und Meteorologie, Band I. Berlin.

WEIKINN, C. (1960): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahre 1850, Hydrographie Teil 2 (1501-1600). – Quellensammlung zur Hydrographie und Meteorologie, Band I. Berlin.

WEIKINN, C. (1958): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahre 1850, Hydrographie Teil 1 (Zeitenwende - 1500). – Quellensammlung zur Hydrographie und Meteorologie, Band I. Berlin.

WEISCHET, W. (2002): Einführung in die allgemeine Klimatologie. Stuttgart.

WENDLING, U. (2002): Das Klima der Stadt Halle (Saale) nach Wetterbeobachtungen 1901 bis 2000. – Klimastatusbericht 2001. S. 240-249.

WIDMANN, M. & C. SCHÄR (1997): A Principal Component and Long-Term Trend Analysis of Daily Precipitation in Switzerland. – *Int. Journal of Climatology*, 17. S. 1333-1356.

WISCHMEIER, W.H. & D.D. SMITH (1978): Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture. – *Agricultural Handbook No. 537*.

WITTE, W. KRAHE, P. & H.-J. LIEBSCHER (1995): Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet von 1000 n. Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse. – Bericht / Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes II-9.

WURBS, D. (2005): Vergleichende Untersuchungen zu den Folgewirkungen von Klima- und Landnutzungsänderungen auf den Wasserhaushalt in Flusseinzugsgebieten. Halle, Univ., Diss., 2005.

WUSSOW, G. (1922): Untere Grenze dichter Regenfälle. – *Met. Z.*, 39. S. 173-180.

ZEBISCH, M., GROTHMANN, T., SCHRÖTER, D., HASSE, C., FRITSCH, U. & W. CRAMER (2005): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. – Forschungsbericht 201 41 253 UBA-FB 000844.

ZEMP, M., HAEBERLI W., HOELZLE, M. & F. PAUL (2006): Alpine glaciers to disappear within decades?. – *Geophysical Research Letters*, 33.

Quellenverzeichnis

Chroniken

ARNOLD, F. (1881): Chronik von Lauchstädt : nach Stadt-, Pfarr-, Gerichts- und Regierungs-Akten, nach der historisch topographischen Beschreibung des Hochstiftes Merseburg von Dr. Alfred Schmeckel, Halle bei Herm. Berner 1858 und Bad Lauchstädt sonst und jetzt von Dr. J. F. Krieg, Merseburg, bei Louis Garcke 1848, wie auch nach eigener Erfahrung seit 1878. Lauchstädt.

BERGER, C. G. (1827): Kurze Beschreibung der Merkwuerdigkeiten, die sich in Eisleben, und in Luthers Hause daselbst besonders, auf die Reformation und auf D. Martin Luther beziehen: nebst einem Anhang, als Beitrag zur Chronik von Eisleben. Merseburg.

BUSCH, G. F. (1849): Chronik der Grafschaft Mansfeld: enthaltend historische Nachrichten vom Ursprunge dieser Grafschaft bis auf die neuere Zeit; ein belebendes Denkmal der Vorzeit für die Mit- und Nachwelt. Leimbach.

HENDEL, J. C. (1818): Chronik von Gibichenstein, Ludwig dem Springer, Halle und der Umgegend : nach ihren ältern und neuern Begebenheiten chronologisch entworfen ; zur Würdigung alter und neuer Zeit. Halle/Saale.

RUNDNAGEL, E. (1929): Die Chronik des Petersberges bei Halle (Chronica Montis Sereni). Halle/Saale.

vom HAGEN, C. H. (1897): Die Stadt Halle, nach amtlichen Quellen historisch-topographisch-statistisch dargestellt : zugleich Ergänzung und Fortsetzung der Deyhaupt'schen Chronik. Halle/Saale.

WICHMANN, C. R. (1857): Chronik des Petersberges bei Halle a. d. S. : nebst einer Ansicht des Petersberges im J. 1825. Halle/Saale.

von ZITTWITZ, K. (1835): Chronik der Stadt Aschersleben – mit einem Grundriss der Stadt. Lorleberg.

RUNDE, C. G. A. (1933): Chronik der Stadt Halle 1750 – 1835. Thüringisch-Sächsischer Geschichtsverein [Hrsg.]. Halle/Saale.

WIEßNER, E. (1881): Die Stadt Halle und der Saalkreis : Chronik und Heimatkunde für Schule und Haus. Halle/Saale.

Jahrbücher

Meteorologisches Jahrbuch der DDR 1980 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Potsdam 1985.

Meteorologisches Jahrbuch der DDR 1976 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Potsdam 1984.

Meteorologisches Jahrbuch der DDR 1975 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Potsdam 1980.

Meteorologisches Jahrbuch der DDR 1971 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Potsdam 1978.

- Meteorologisches Jahrbuch der DDR 1970 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Potsdam 1978.
- Meteorologisches Jahrbuch der DDR 1969 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Potsdam 1973.
- Meteorologisches Jahrbuch der DDR 1967/68 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Potsdam 1979.
- Meteorologisches Jahrbuch der DDR 1965/66 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Potsdam 1978.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1956 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Berlin 1959.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1944 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Offenbach 1958.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1943 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Bad Kissingen 1956.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1942 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Bad Kissingen 1954.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1941 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Bad Kissingen 1953.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1940 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Karlsruhe 1949.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1939 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Karlsruhe 1949.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1938 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Karlsruhe 1949.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1937 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Berlin 1941.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1936 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Berlin 1938.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1935 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Berlin 1937.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1934 Teil III: Niederschlagsbeobachtungen. Berlin 1936.
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1933. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1934
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1932. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1933
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1931. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1932
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1930. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1932
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1927. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1929

- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1926. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1928
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1925. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1928
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1924. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1927
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1921 - 1923. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1926
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1918 - 1920. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1924
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1915 - 1917. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1920
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1914. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1919
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1913. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1915
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1912. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1914
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1911. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1913
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1910. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1912
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1909. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1911
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1908. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1910
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1907. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1909
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1906. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1908
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1905. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1908
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1904. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1907
- Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1903. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1906

Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1902. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1905

Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1901. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1905

Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1899 und 1900. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1903

Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1897 und 1898. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1901

Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1895 und 1896. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1899

Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1894. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1897

Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1893. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1895

Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1892. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1894

Ergebnisse der Niederschlagsbetrachtungen im Jahre 1891. Preußisches Meteorologisches Institut. Berlin 1893.

Zeitungen

Allgemeiner Anzeiger für die Grafschaft Mansfeld 1874

Der Courier: Hallische Zeitung für Stadt und Land 1841; 1849-1851; 1875; 1877-1891

Eisleber Tageblatt 1899-1900

Eisleber Zeitung 1877; 1889; 1899

Gemeinschaftliches Wochenblatt Aschersleben, Calbe, Mansfeld 1829; 1848

Hallesches Tageblatt 1856-1857; 1862; 1864; 1866; 1870; 1872; 1876; 1877; 1879; 1885; 1889;

Hallesche Zeitung 1893-1900

Hallische Zeitung 1852; 1874-1878; 1881-1892;

Kreisblatt für den Mansfelder See-Kreis 1835-1836; 1849

Neue Hallesche Zeitung 1850; 1852-1856

Querfurter Kreisblatt 1818-1820; 1823-1826; 1834; 1837-1839; 1841-1844; 1848-1853; 1856-1858; 1861; 1863; 1892-1902

Querfurter wöchentliches Kreisblatt 1848

Wettiner Zeitung 1892-1893; 1896-1897; 1897-1900

Wochenblatt Aschersleben, Calbe, Mansfeld 1829; 1848

Datenverzeichnis

DWD – DEUTSCHER WETTERDIENST (2002): Niederschlagsdaten. Bereitstellung des RR-Datenkollektivs durch den DWD. Offenbach.

10. Anhang

Verzeichnis der Karten

	Seite
Karte 1: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)1902-2000	A1
Karte 2: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr) 1902-2000	A2
Karte 3: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr / Sommerhalbjahr) 1902-2000	A3
Karte 4: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr / Sommerhalbjahr) 1902-2000	A4
Karte 5: Entwicklung des prozentualen Anteils der Starkniederschläge am Gesamtniederschlag der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr / Sommerhalbjahr) 1902-2000	A5
Karte 6: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)	A6
Karte 7: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)	A7
Karte 8: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)	A8
Karte 9: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)	A9
Karte 10: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)	A10
Karte 11: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)	A11
Karte 12: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal)	A12
Karte 13: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal)	A13
Karte 14: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal)	A14

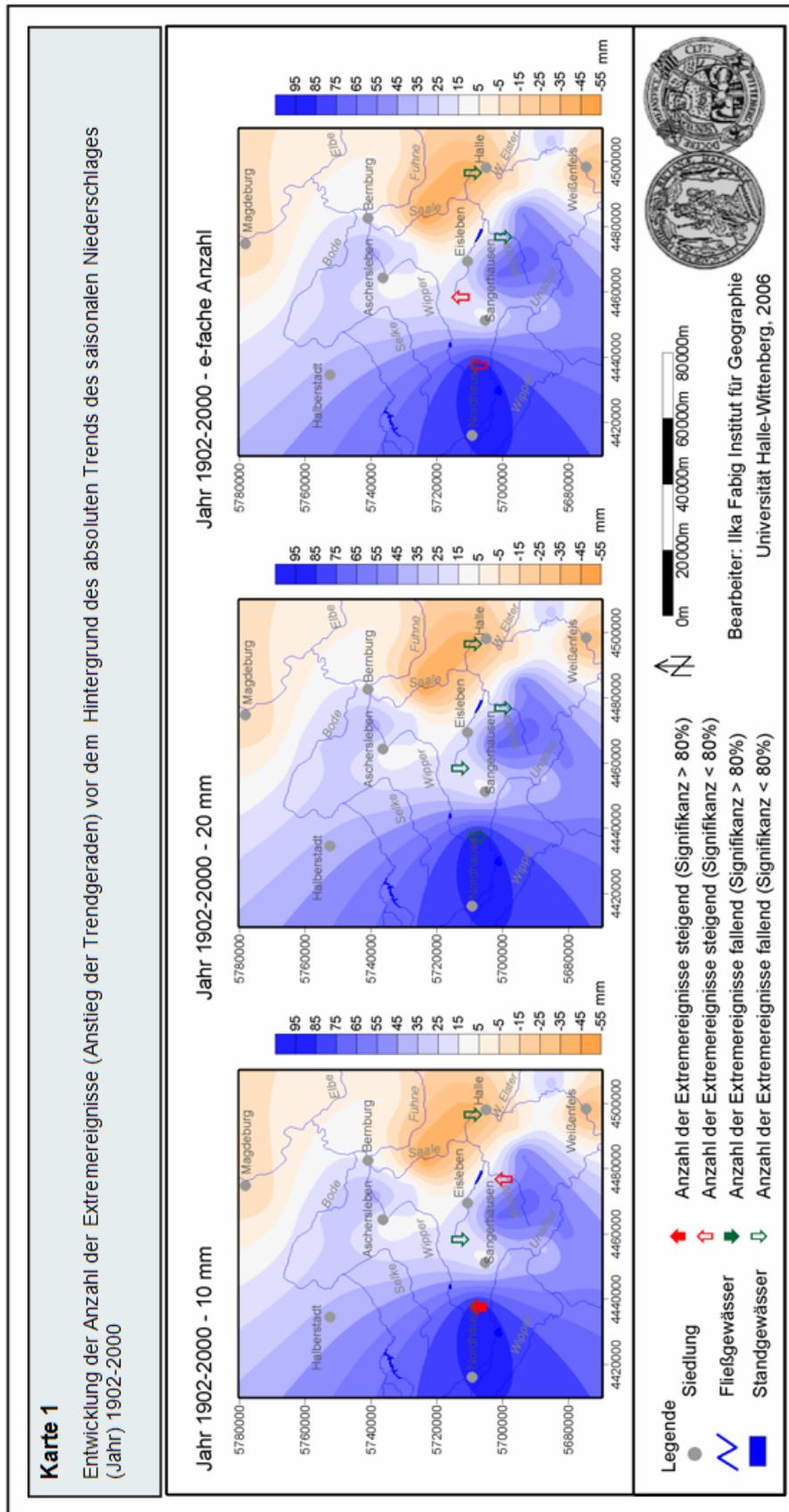
Karte 15: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal)	A15
Karte 16: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommer- und Herbstquartal)	A16
Karte 17: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommer- und Herbstquartal)	A17

Verzeichnis der Tabellen

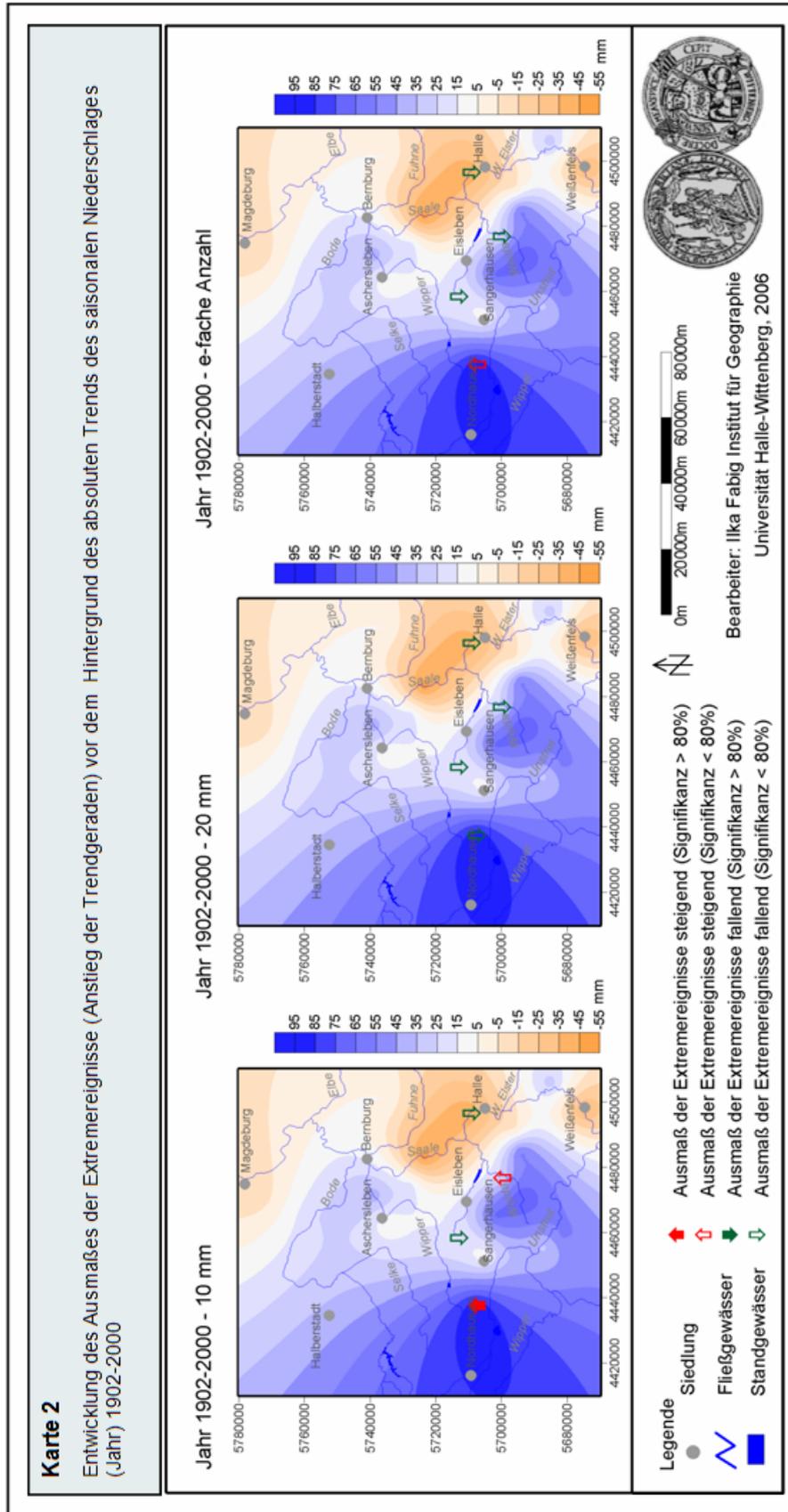
	Seite
Tabelle 1 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken	A18
Tabelle 2 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken	A19
Tabelle 3 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken	A20
Tabelle 4 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken	A21
Tabelle 5 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken	A22
Tabelle 6 Anh.: Stationsgeschichte ausgewählter Messstationen	A23
Tabelle 7 Anh.: Ergebnisse unterschiedlicher Homogenitätstests nach dem 1. Durchlauf	A24
Tabelle 8 Anh.: Ergebnisse unterschiedlicher Homogenitätstests nach dem 2. Durchlauf	A25
Tabelle 9 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unter- schiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Jahr [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]	A26
Tabelle 10 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unter- schiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Winterhalbjahr [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]	A27
Tabelle 11 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unter- schiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Sommerhalbjahr [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]	A28
Tabelle 12 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unter- schiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Winterquartal [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]	A29
Tabelle 13 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unter- schiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Frühjahrsquartal [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]	A30

Tabelle 14 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Sommerquartal [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]	A31
Tabelle 15 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Herbstquartal [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]	A32
Tabelle 16 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Jahr	A33
Tabelle 17 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Winterhalbjahr	A34
Tabelle 18 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Sommerhalbjahr	A35
Tabelle 19 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Winterquartal	A36
Tabelle 20 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Frühjahrsquartal	A37
Tabelle 21 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Sommerquartal	A38
Tabelle 22 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Herbstquartal	A39

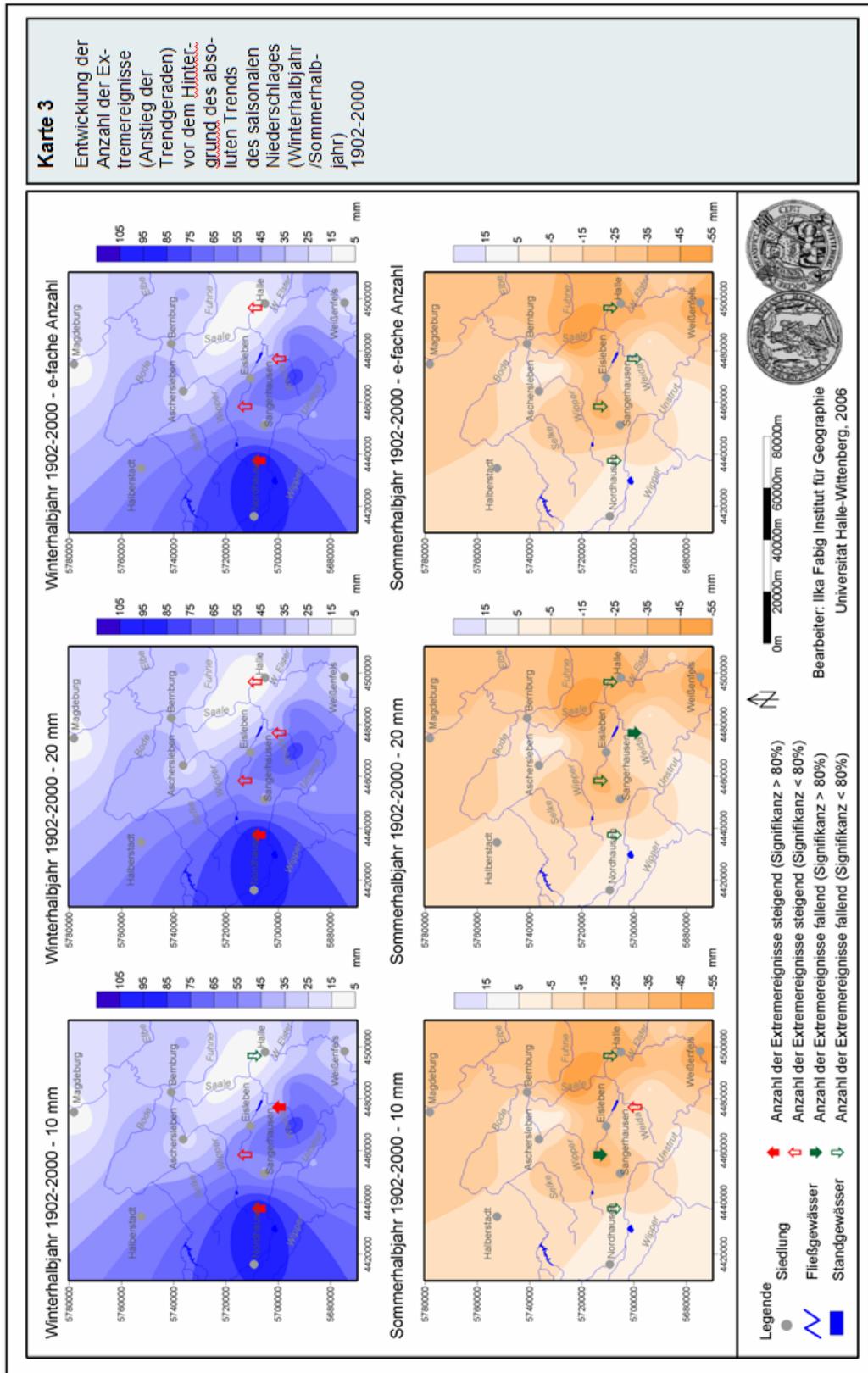
Karte 1 Anh.: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)1902-2000



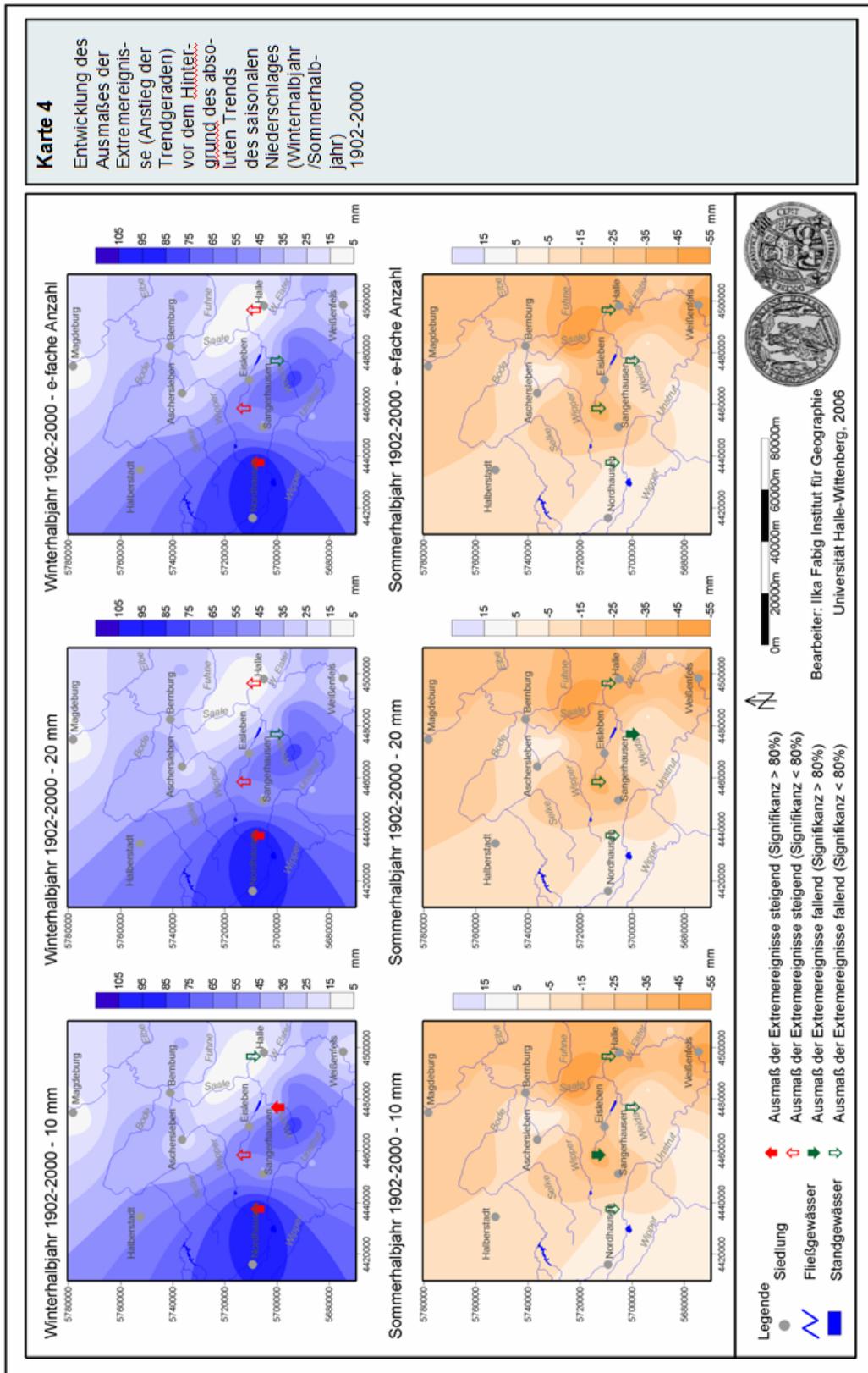
Karte 2 Anh.: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr) 1902-2000



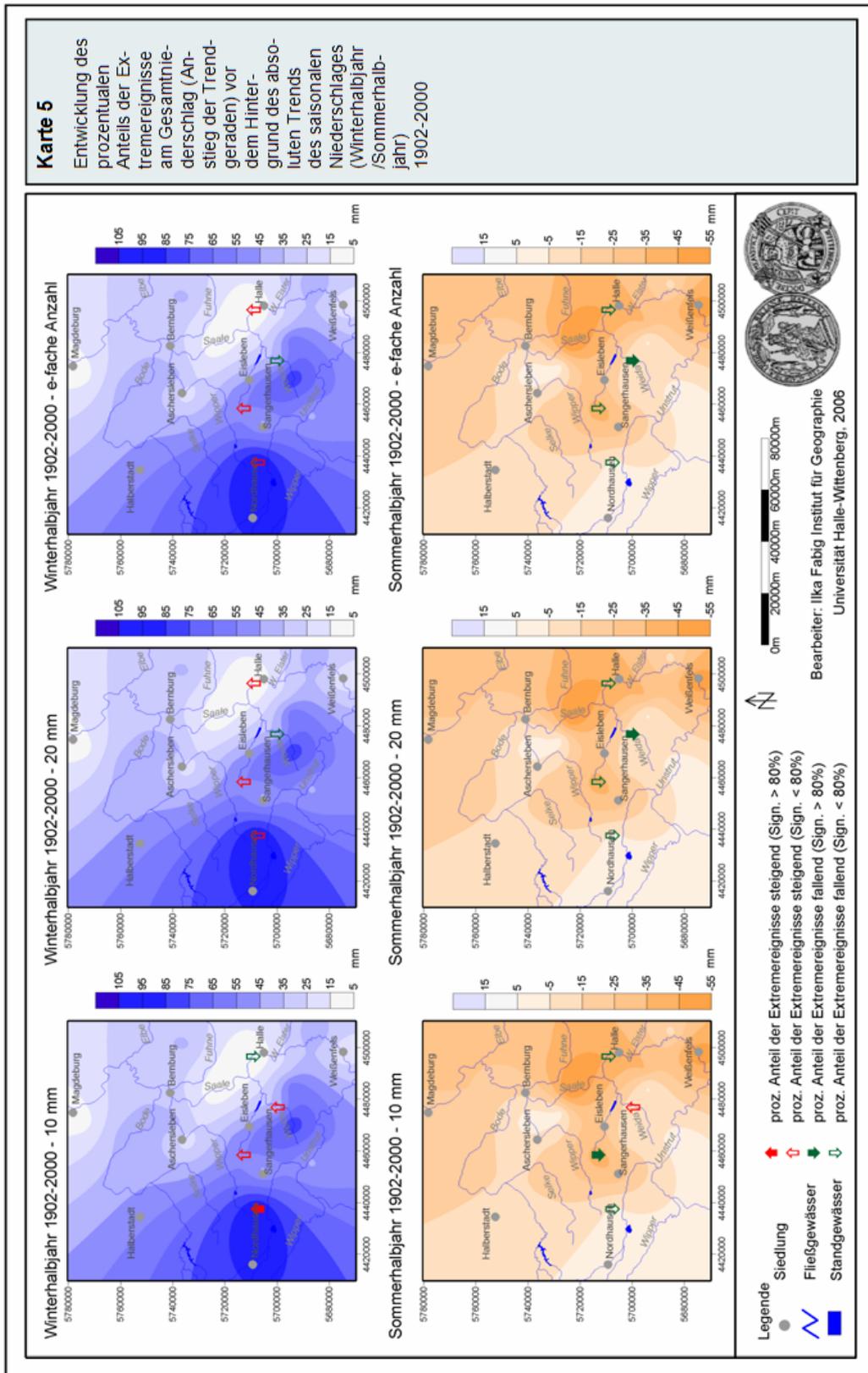
Karte 3 Anh.: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr / Sommerhalbjahr) 1902-2000



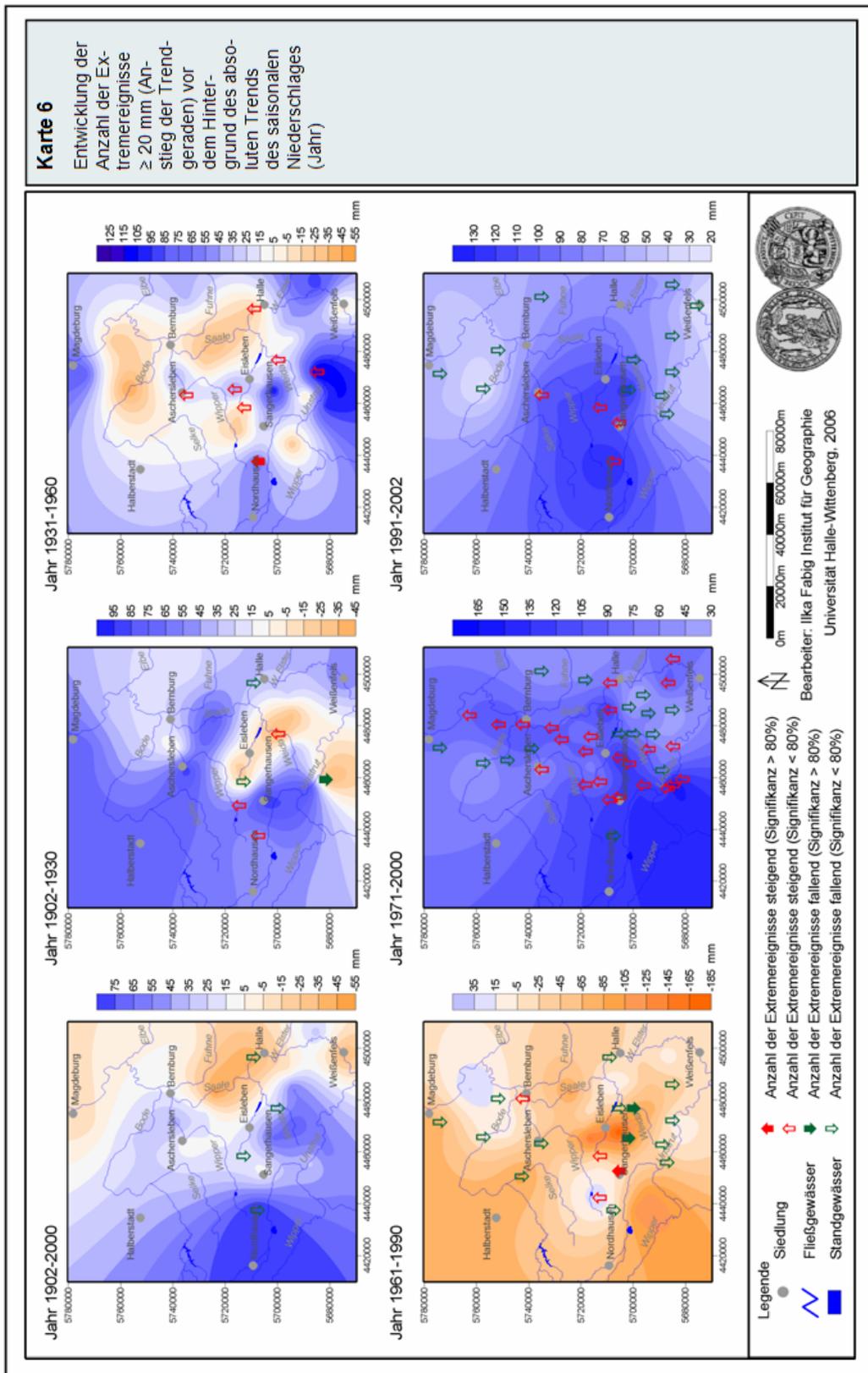
Karte 4 Anh.: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr / Sommerhalbjahr) 1902-2000



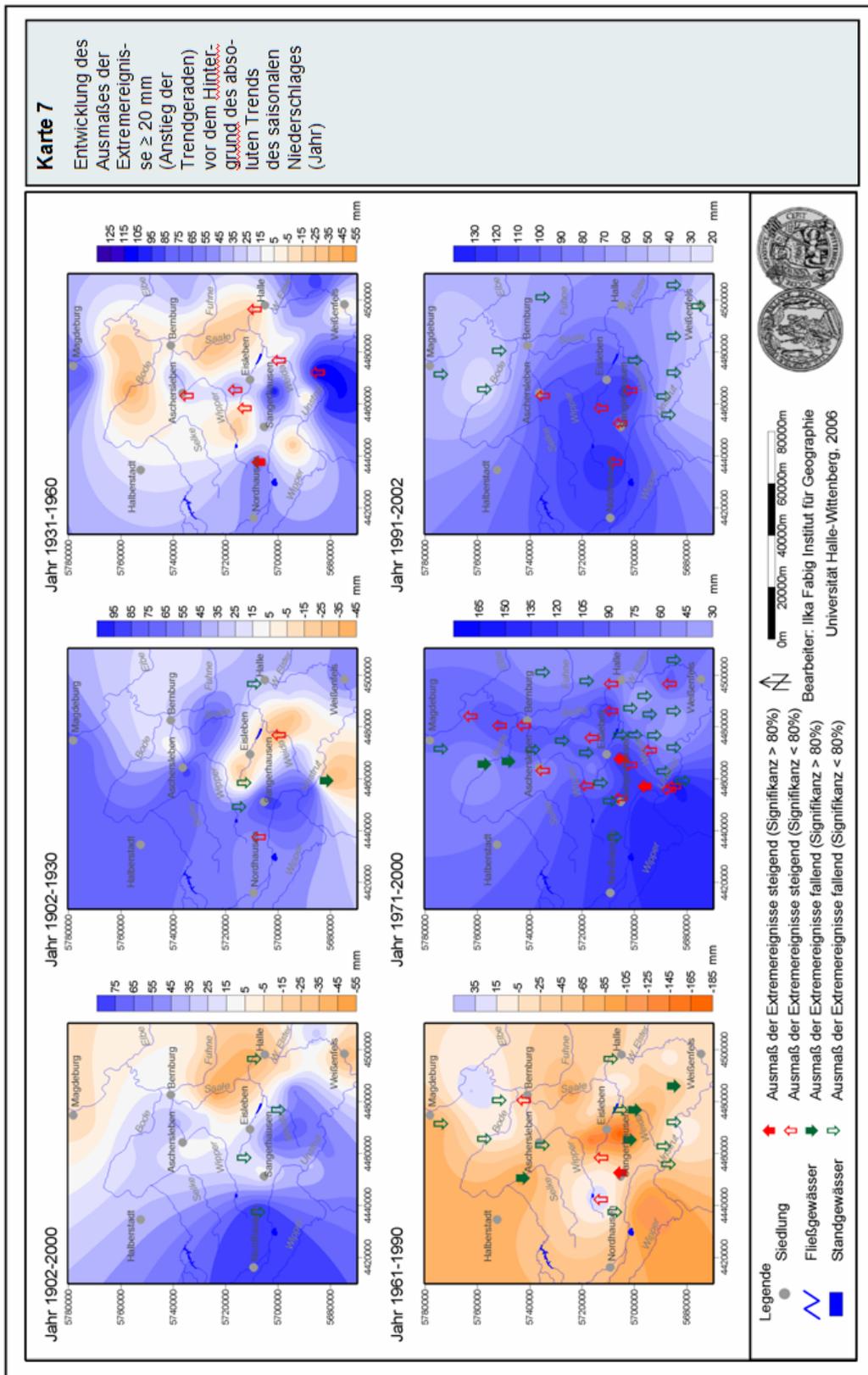
Karte 5 Anh.: Entwicklung des prozentualen Anteils der Starkniederschläge am Gesamtniederschlag der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr / Sommerhalbjahr) 1902-2000



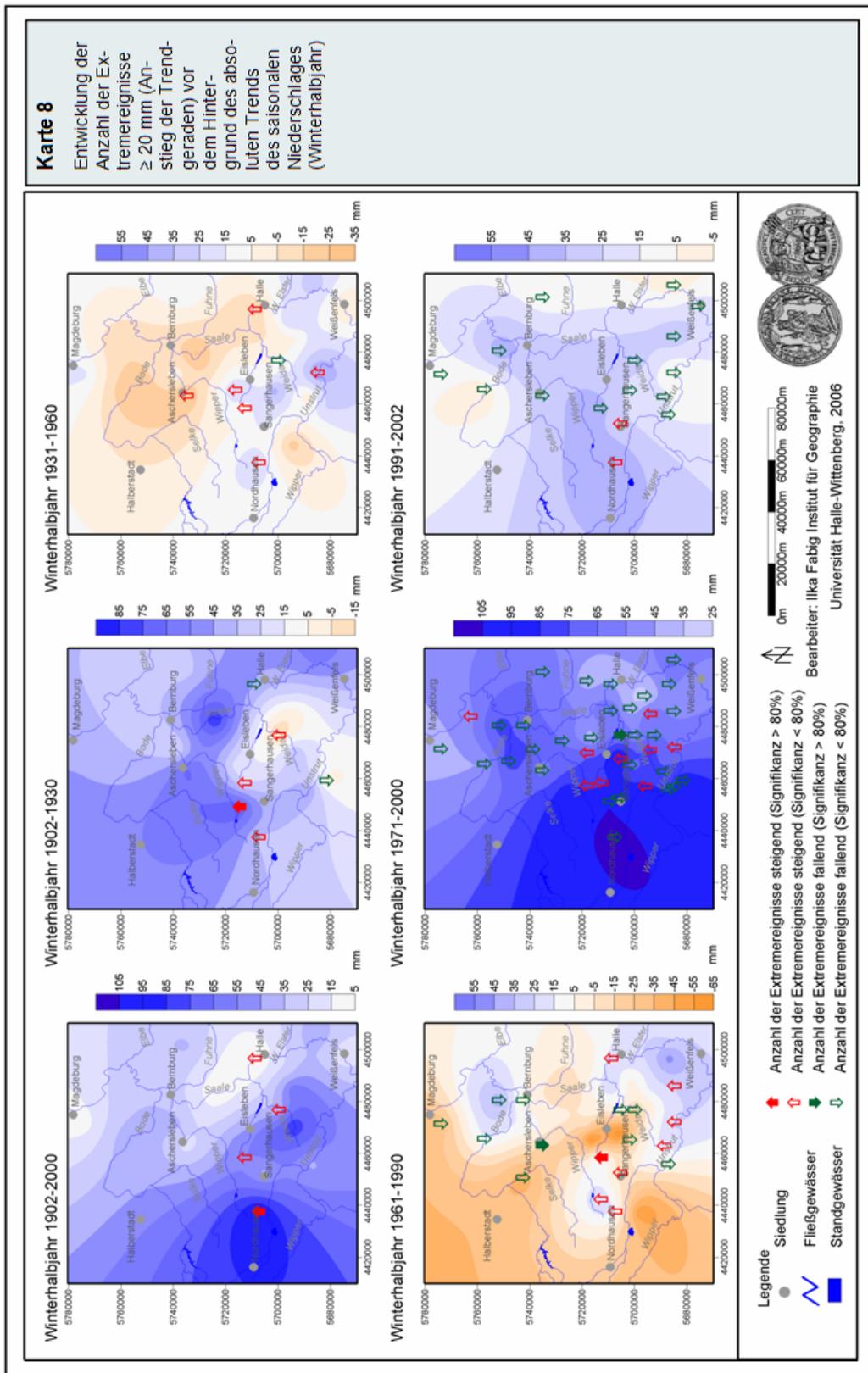
Karte 6 Anh.: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)



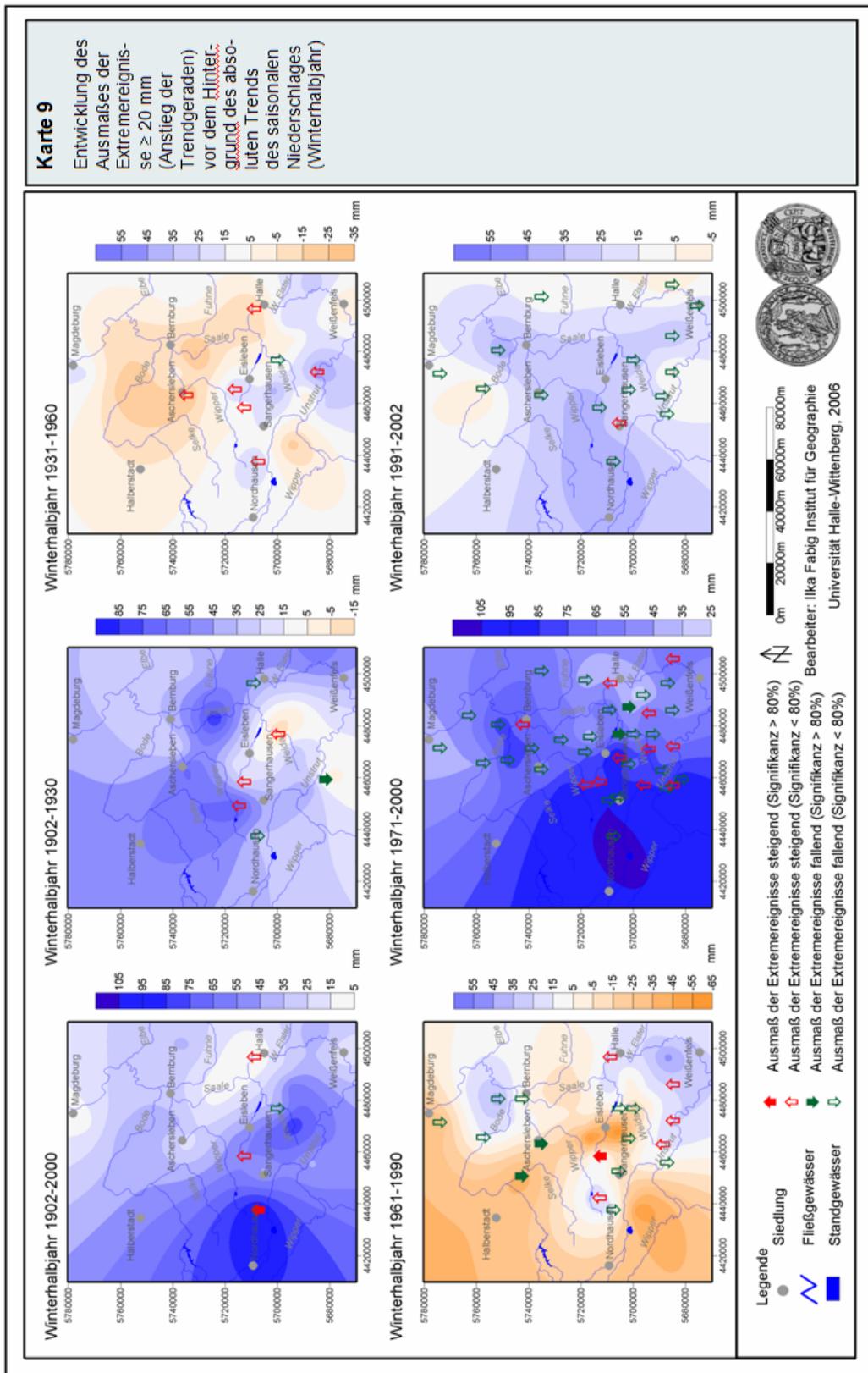
Karte 7 Anh.: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Jahr)



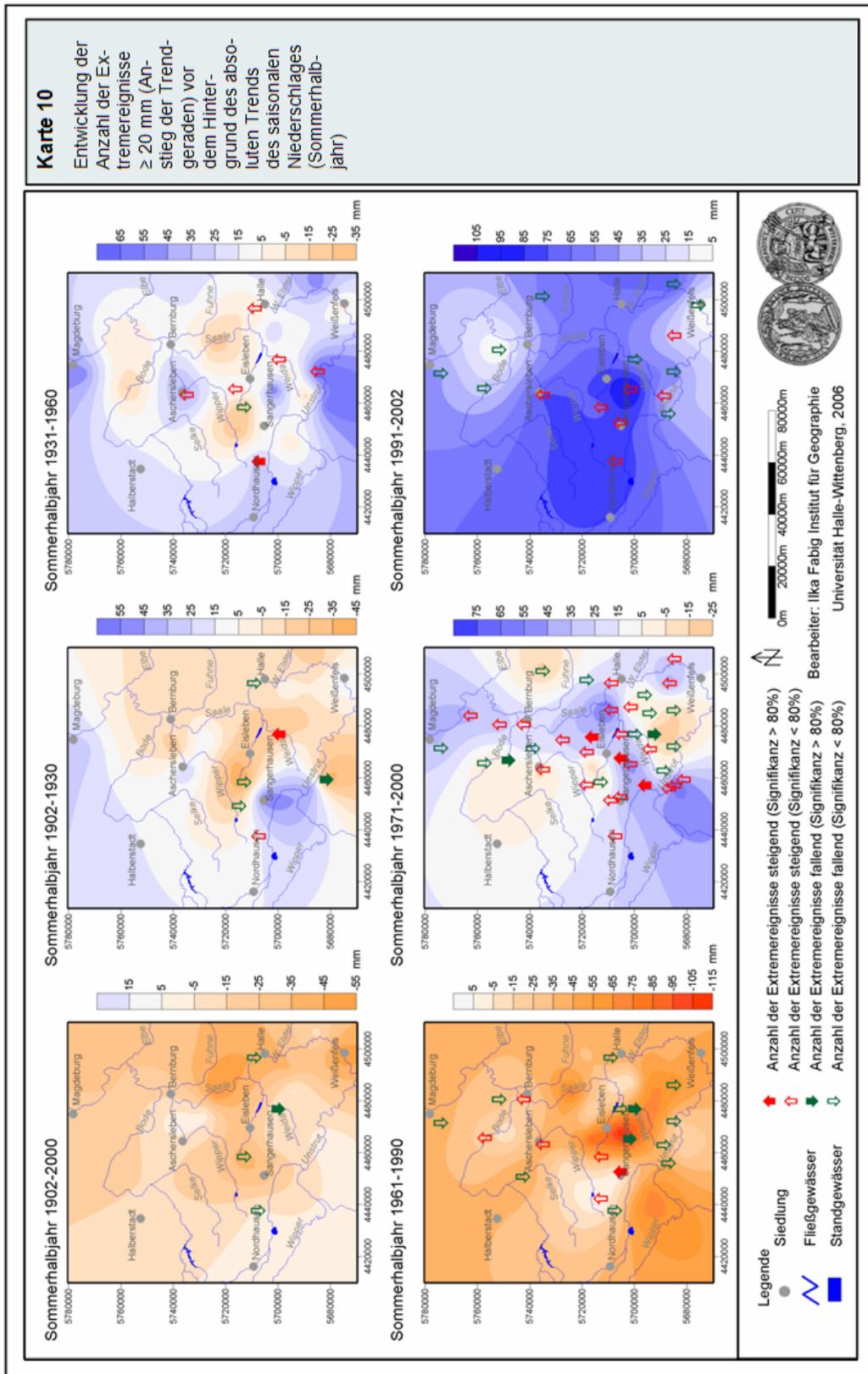
Karte 8 Anh.: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)



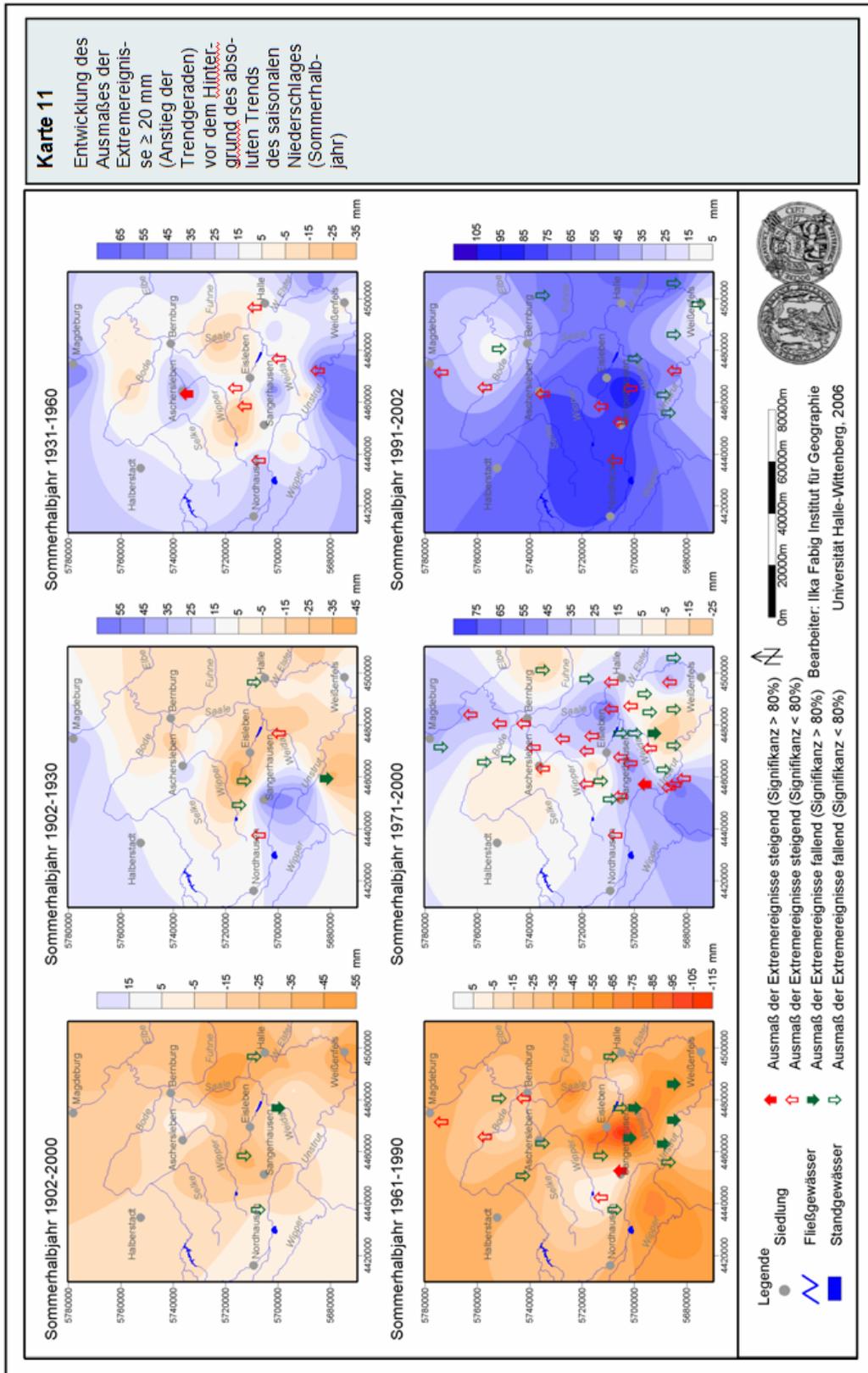
Karte 9 Anh.: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterhalbjahr)



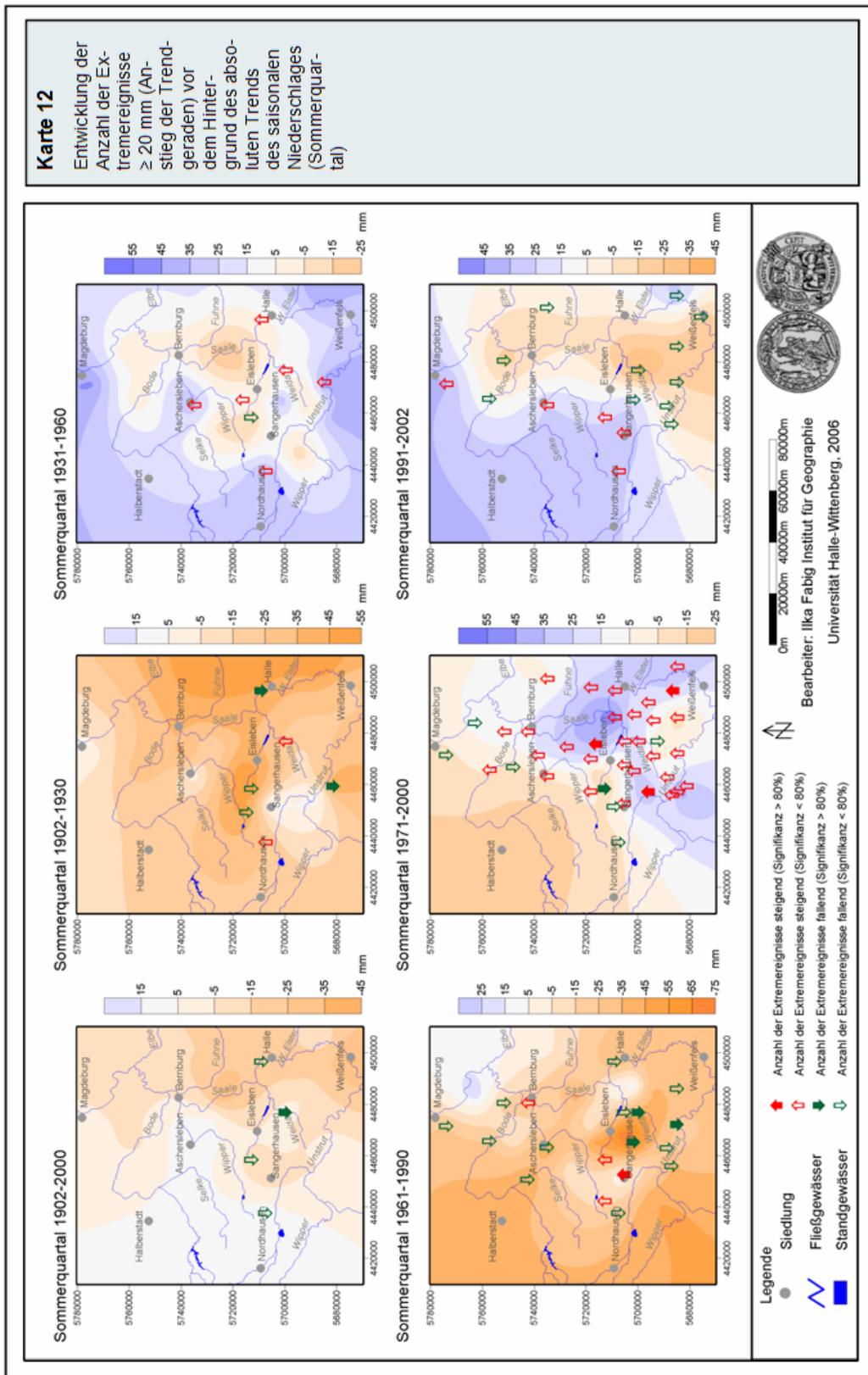
Karte 10 Anh.: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)



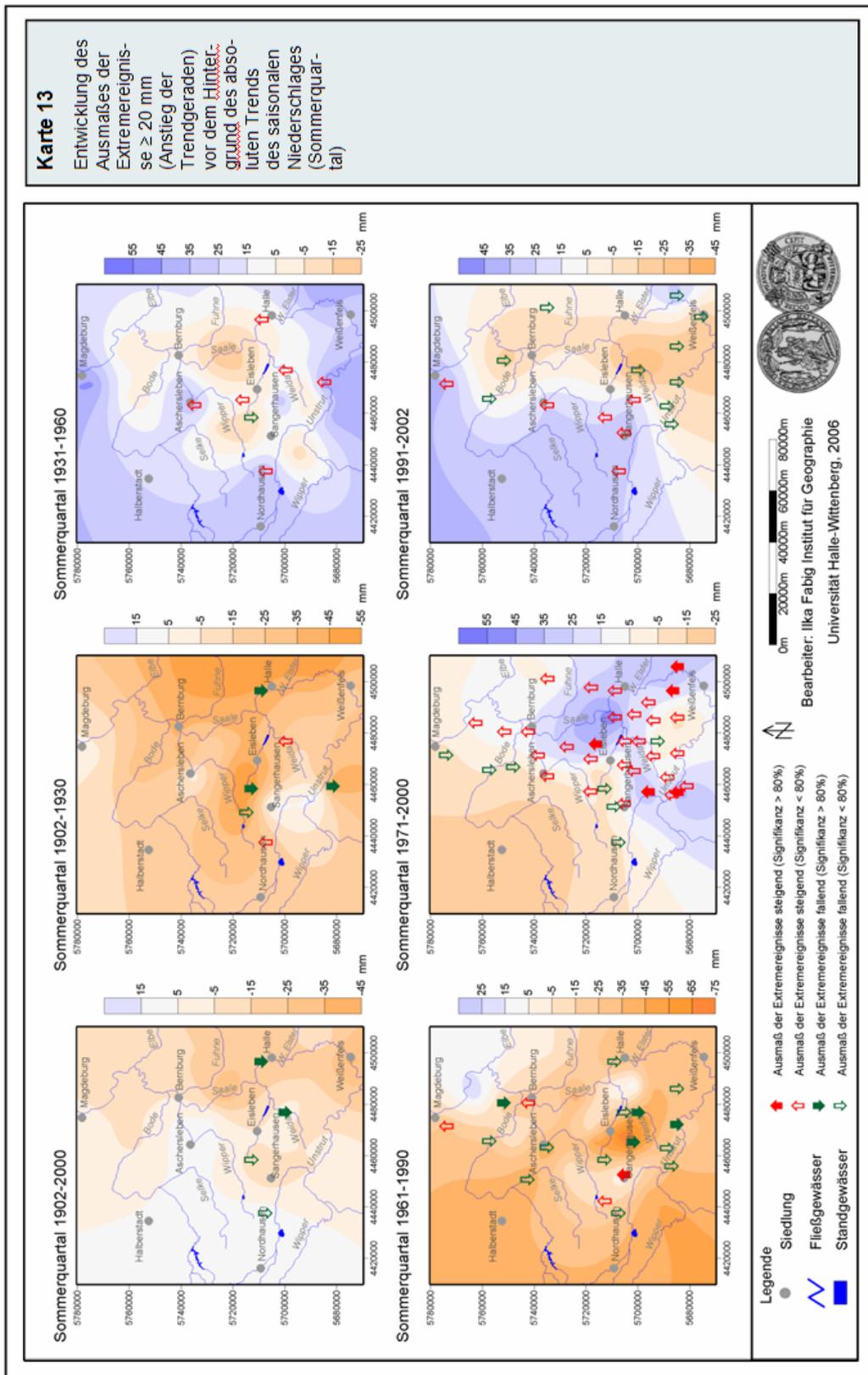
Karte 11 Anh.: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerhalbjahr)



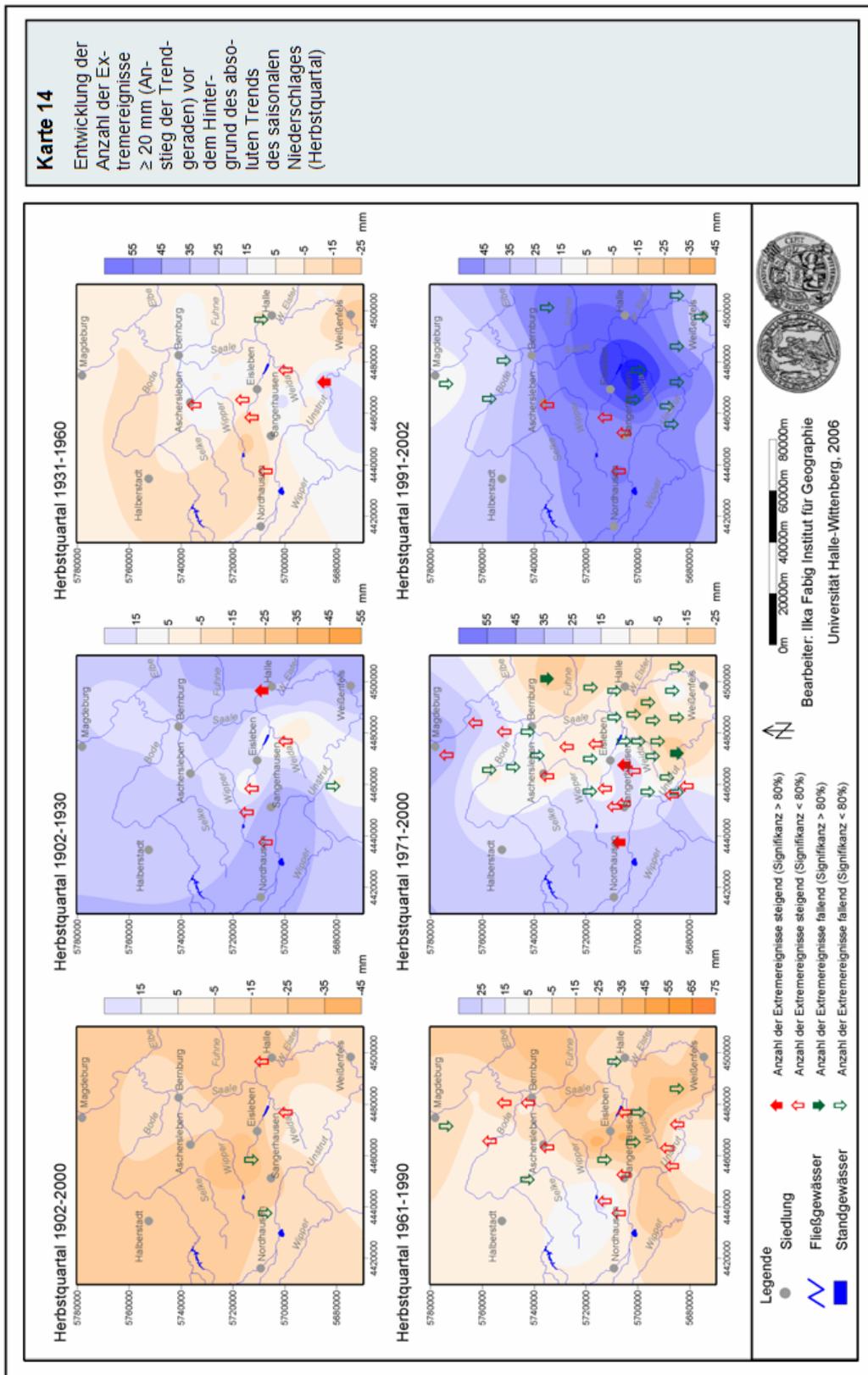
Karte 12 Anh.: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal)



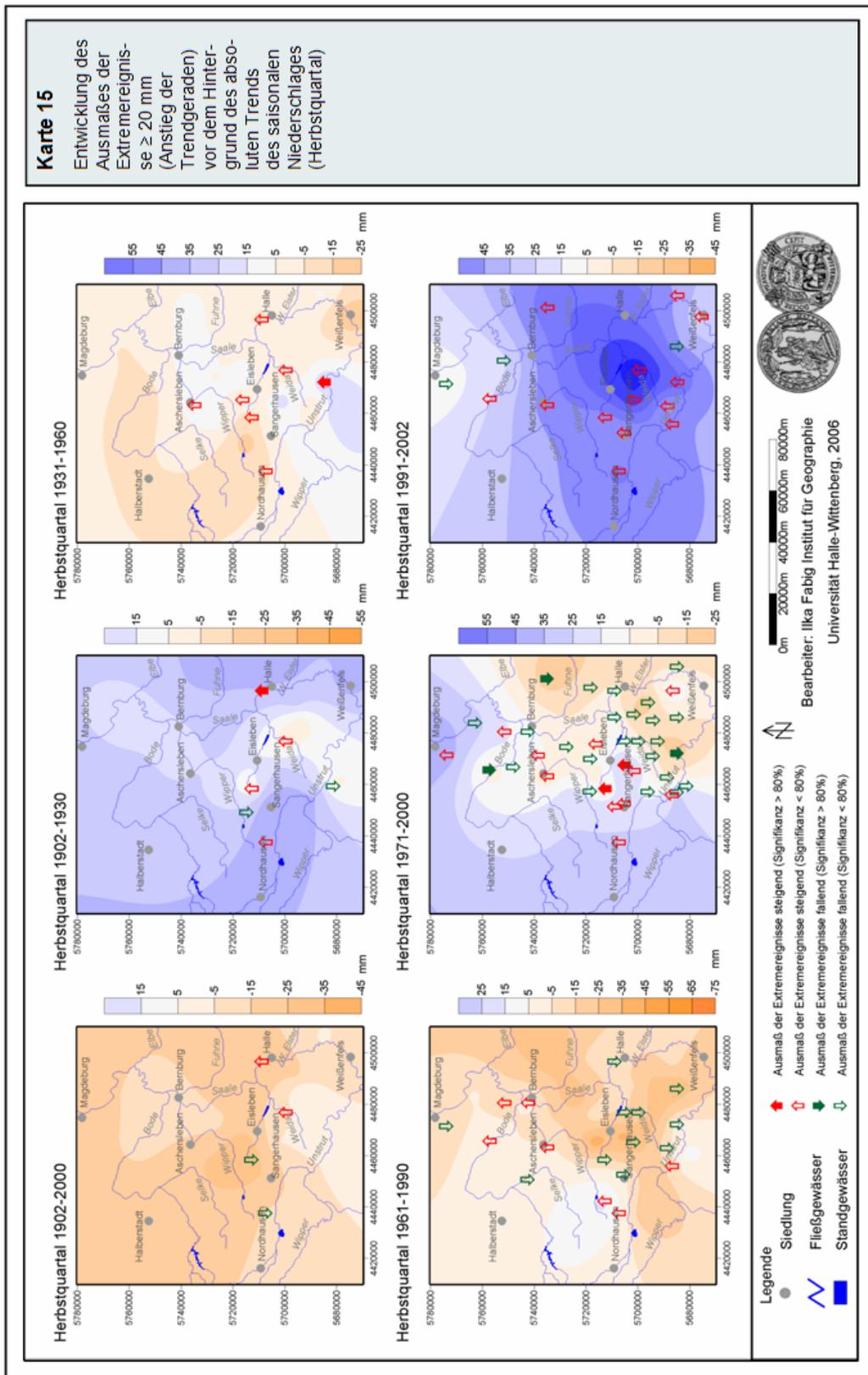
Karte 13 Anh.: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal)



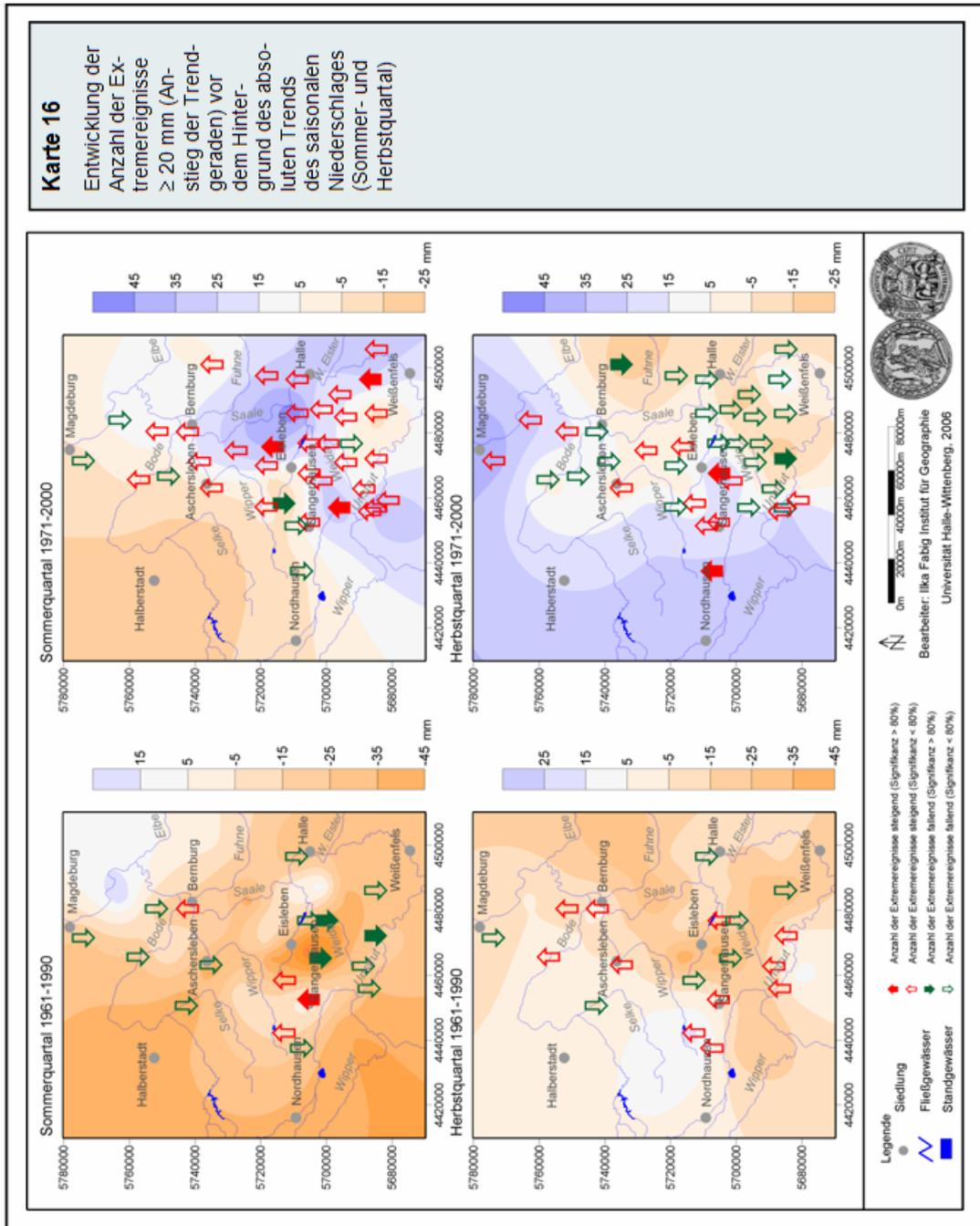
Karte 14 Anh.: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal)



Karte 15 Anh.: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal)



Karte 16 Anh.: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommer- und Herbstquartal)



Karte 17 Anh.: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommer- und Herbstquartal)

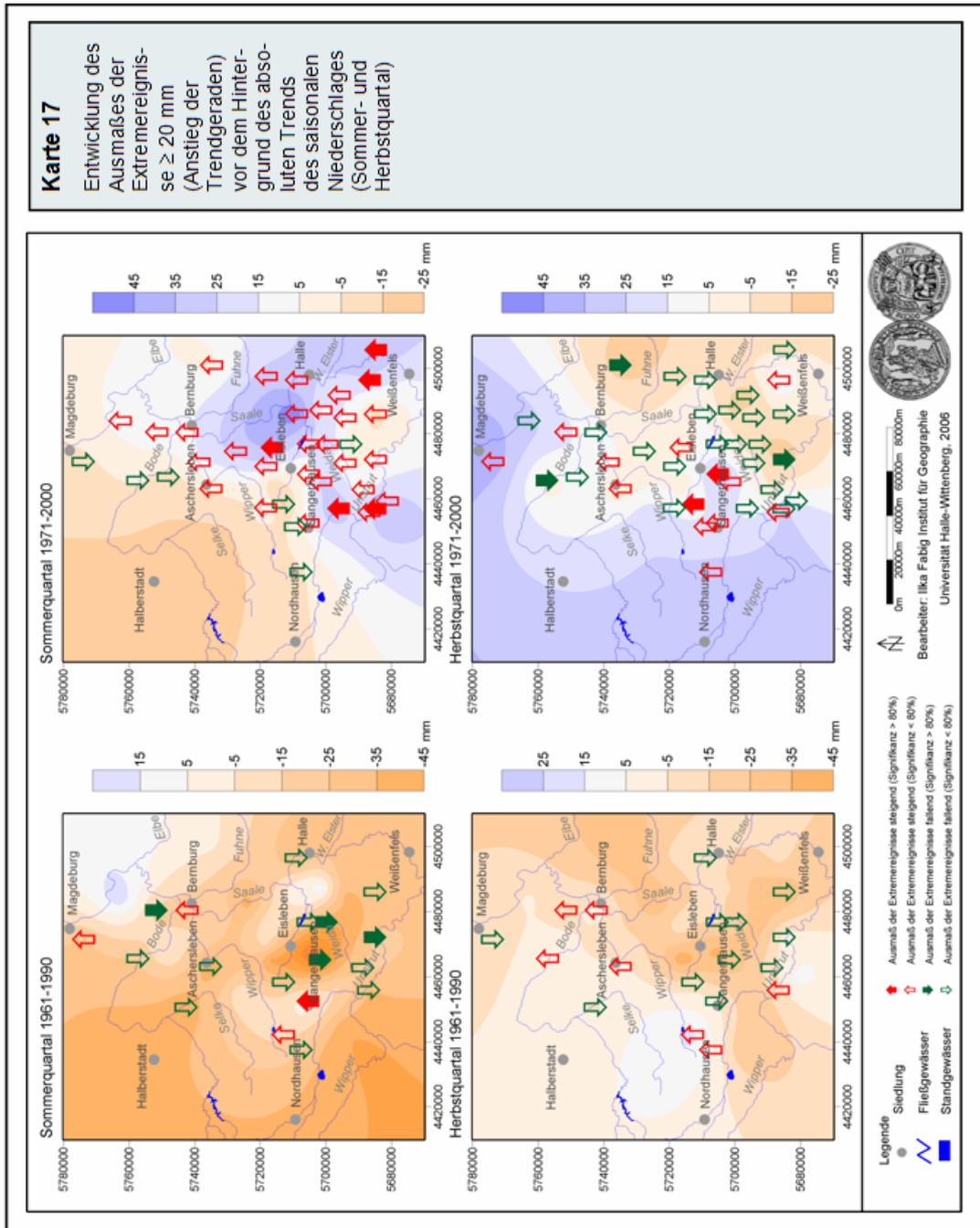


Tabelle 1 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken

Station	ID	Geogr. Breite	Geogr. Länge	Höhe in m NN	Tageswerte	Monatswerte
Allstedt	1	4457090.12	5696181.83	140	01/1969-06/2001 Lücken	08/1934-6/2001 Lücken 01-12/1945
Amesdorf-Warmsdorf (bis 1952 Warmsdorf; 1953-1958 Güsten-Warmsdorf)	2	4471249.79	5738728.12	96	01/1908-02/1945 01/1969-06/2001 Lücken 12/1919-10/1920 03/1945-12/1968 01-03/1980	01/1891-06/2001 Lücken 03-12/1945
Annarode	3	4458386.55	5712858.69	321	01/1902-11/2002 Lücken 02/1903 07/1912 12/1913 01.-16.04.1917 06-07/1920 03-04/1921 06-07/09/1922 01/1923 01.-19.04.1924 10/1931 01/1932 03-12/1945	01/1902-11/2002 Lücken 03-12/1945
Aschersleben	4	4463172.66	5735072.25	105	05/1897-11/2002 Lücken 08-12/1914 05/1915 02-05/08/1916 11/1916-03/1918 04/1920 03/1921-02/1922 11/1922-02/1923 02-04/1926 12/1943 12/1944-04/1946 08/2001 09/2002	05/1897-11/2002 Lücken 01-12/1945
Aseleben	5	4476847.58	5705324.39	100	07/1948-12/2001 Lücken	07/1948-12/2001 Lücken
Augsdorf	6	4469978.74	5718339.35	190	01/1969-06/2001 Lücken 06/1971 12/1980-01/03/1981	01/1952-06/2001 Lücken
Bad Bibra	7	4470880.50	5673835.61	170	09/1945-06/2001 Lücken 03-04/08/10/1980 01/03-10/1981 05-06/1982	01/1891-06/2001 Lücken 01-08/1945
Bad Dürrenberg	8	4505811.29	5684880.43	103	01/1969-11/2002 Lücken 04-05/1981 01/1983	01/1901-11/2002 Lücken 01-12/1945

Tabelle 2 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken

Station	ID	Geogr. Breite	Geogr. Länge	Höhe in m NN	Tageswerte	Monatswerte
Bad Lauchstädt	9	4491881.88	5696007.82	119	01/1969-06/2001 Lücken	02/1891-06/2001 Lücken 01-12/1945
Beesenlaublingen (bis 1953 Poplitz)	10	4479269.33	5731271.93	68	01/1969-12/1998 Lücken 03/1971	01/1925-12/1998 Lücken 01-12/1945
Belleben	11	4474643.90	5727584.69	120	01/1969-06/2001 Lücken	01/1891-06/2001 Lücken 01-12/1945
Bernburg-Zepzig (bis 1952 Bernburg) (1953-1960 Bernburg- Roschwitz)	12	4480464.24	5742392.31	81	01/1951-06/2001 Lücken 07/1970 03-05/07/1971 06/1982 03/11/2000	01/1951-06/2001 Lücken
Biesenrode	13	4457277.53	5718430.56	210	01/1969-06/2001 Lücken	01/1965-06/2001 Lücken
Bischofrode	14	4467586.65	5705374.97	275	01/1969-06/2001 Lücken 03/1972	09/1914-06/2001 Lücken 01-12/1945
Bodenschwende	15	4442203.77	5713017.23	410	01/1951-06/1998 Lücken	04/1936-06/1998 Lücken 01-12/1945
Brumby	16	4480500.30	5751663.28	70	01/1951-11/2002 Lücken	01/1949-11/2002 Lücken
Burgsdorf	17	4475743.17	5716454.32	200	01/1969-06/2001 Lücken 06/1995-05/1996	01/1923-06/2001 Lücken 01-12/1945
Donndorf	18	4456996.62	5685057.74	115	01/1969-06/2001 Lücken 03/1981	01/1965-06/2001 Lücken
Eisleben	19	4468778.45	5710929.95	125		01/1891-12/1946 01/1973-12/1982 01/1991-12/1999 Lücken 01-12/1917 01-12/1945 01-02/1994
Frankleben	20	4496514.49	5686732.34	103	01/1969-06/2001 Lücken 08/1978 05/1979 05/08/1981 01-02/04/11/1982	04/1953-06/2001 Lücken
Gatersleben	21	4450586.29	5742597.27	110	01/1951-11/1998 Lücken 01-02/1980	01/1947-12/1998 Lücken
Halle	22	4496529.66	5708981.05	96	01/1900-12/2000 Lücken	01/1891-12/2000 Lücken
Helfta	23	4469912.85	577214.82	146	01/1947-12/1966 01/1979-05/2001 Lücken 01/1967-12/1978 05/1989-03/1993 09/1994-02/1995 12/1999-01/2000 10-12/2000	01/1947-05/2001 Lücken 01/1973-12/1978 05/1989-03/1993 09/1994-02/1995 12/1999-01/2000 10-12/2000

Tabelle 3 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken

Station	ID	Geogr. Breite	Geogr. Länge	Höhe in m NN	Tageswerte	Monatswerte
Ichstedt	24	4444313.07	5694451.07	138	01/1969-12/1990 Lücken 02/1978 12/1980 02-04/1981 10/1981-06/1982	01/1929-12/1990 Lücken 01/1945-12/1946
Klostermansfeld	25	4465347.43	5716514.73	230	03/1904-06/2001 Lücken 01/1905 06/09/1920 03-12/1945 01/1969-12/1977 09/1999	01/1891-06/2001 Lücken 03-12/1945
Koethen	26	4501150.90	5734937.80	76	01/1969-11/2002 Lücken	01/1901-11/2002 Lücken 01-12/1945
Kyffhäuser	27	4437397.84	5698239.77	402	01/1970-08/1998 Lücken 11/1970 01/1981 01/1982 01/1983	01/1951-08/1998 Lücken
Magdeburg	28	4471451.52	5773958.17	76	01/1947-12/2002 Lücken	01/1901-12/2002 Lücken 01-12/1945
Mücheln	29	4486052.90	5684896.13	165	05/1947-11/2002 Lücken 09/1948 03/1949 01-02/1950 03/1981 05/1982	01/1891-11/2002 Lücken 04/10/1892-05/1893 04-05/1895 11/1896-05/07/1897 02-03/05/11/1898 01/1899-02/1900 07/1902 04-06/1904 11-12/1905 07/1907 08/1910-12/1931 01-12/1945
Nemsdorf-Göhrendorf	30	4476788.55	5692346.00	183	01/1969-06/2001 Lücken 05/1970 11/1980-01/1981	01/1953-06/2001 Lücken
Osterhausen	31	4465246.11	5701682.14	163	01/1947-11/2002 Lücken 01/1983	06/1902-11/2002 Lücken 01-12/1945
Petersberg-Drehlitz (bis 1952 Drehlitz)	32	4497690.67	5718250.91	125	01/1969-06/2001 Lücken	01/1938-06/2001 Lücken 01-12/1945
Querfurt	33	4470996.24	5694229.71	190	01/1969-06/2001 Lücken 01/10/1970 02-03/11/1977 08/1978 06/1982	01/1891-06/2001 Lücken 01-12/1945

Tabelle 4 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken

Station	ID	Geogr. Breite	Geogr. Länge	Höhe in m NN	Tageswerte	Monatswerte
Questenberg-Agnesdorf	34	4437511.74	5707509.88	290	06/1902-11/2002 Lücken 07/1923 03/1945-07/1946 02-03/1947 07/1950-06/1952	06/1902-11/2002 Lücken 03/1945-12/1945
Reinsdorf	35	4472105.85	5684953.12	118	02/1916-11/2002 Lücken 03/1922 03-12/1945 01/1999	01/1916-11/2002 Lücken 03-12/1945
Rothenburg	36	4482699.05	5723842.36	85	12/1893-06/2001 Lücken 11/1924-07/1925 03/1940 01/1941 04/1942 03/1945-12/1951 03-10/1952	11/1893-06/2001 Lücken 03-12/1945
Sangerhausen	37	4452537.72	5705493.14	179	01/1951-11/2002 Lücken	01/1891- 11/2002 Lücken 01-12/1945
Schafstädt	38	4484918.02	5694169.59	153	01/1969-06/2001 Lücken	07/1897-06/2001 Lücken 01-12/1945
Schönebeck	39	4483977.10	5762776.42	52	01/1969-12/2000 Lücken 03/06/1988 02-06/1997 07-09/1998 01-10/1999	01/1901-12/2000 Lücken 01-12/1945
Schönewerda	40	4455850.37	5686921.64	119	01/1951-11/2002 Lücken 09/1980 01-02/1982 07/2002	01/1891-11/2002 Lücken 01-12/1945 07/2002
Schraplau	41	4476822.27	5699762.19	135	06/1897-11/2002 Lücken 11-12/1901 11/1913-06/1914 01-02/1940 03-12/1945 06/1947 04/1948	06/1897-11/2002 Lücken 01-12/1945
Stangerode	42	4455034.20	5725866.97	210	01/1946-06/2001 Lücken 03/1948 01/1969-12/1972 07/1977	07/1911-06/2001 Lücken 01-12/1945
Staßfurt	43	4466711.26	5748027.37	67	01/1969-12/2000 Lücken 11/1988	01/1952-12/2000 Lücken
Teutschenthal (bis 1952 Oberteutschenthal)	44	4487256.87	5701579.49	102	01/1969-06/2001 Lücken 01/1978	09/1914-06/2001 Lücken 01-12/1945

Tabelle 5 Anh.: Verzeichnis der Niederschlagsstationen unter Angabe vorhandener Lücken

Station	ID	Geogr. Breite	Geogr. Länge	Höhe in m NN	Tageswerte	Monatswerte
Weißenfels	45	4497671.30	5675607.60	115	01/1972-11/2002 Lücken	01/1901-11/2002 Lücken 01-12/1945
Wettelrode	46	4451415.58	5709212.10	295	01/1969-06/2001 Lücken 10-11/1977	01/1963-06/2001 Lücken
Wiehe	47	4459291.65	5681330.75	143	06/1890-02/1945 01/1969-06/2001 Lücken 04/1904 09/1929 12/1933 03/1945-12/1968	06/1890-06/2001 Lücken 03-12/1945
Wippra	48	4449157.81	5714797.03	258	07/1890-02/1945 Lücken 10/1908 06-11/1918 08/1924-05/1925 03-12/1945	07/1890-12/1997 Lücken 03-12/1945 01/1983-12/1990
Wolmirsleben	49	4465627.05	5757306.11	70	01/1951-11/2002 Lücken 09/1960 01/1987-01/1988 03-09/1991	01/1901-11/2002 Lücken 01-12/1945
Zappendorf- Müllerdorf (bis 1952 Müllerdorf)	50	4486118.66	5708998.83	70	01/1969-06/2001 Lücken 09/1995-05/1996	01/1932-06/2001 Lücken 01-12/1945
Ziegelroda (bis 1952 Hohelinde)	51	4462834.79	5688720.24	263	01/1946-11/2002 Lücken 12.-31.10.1946 11/1946 02-05/1947 02-03/1948 01.-14.06.1948 05/09/1949 05/1950	01/1922-11/2002 Lücken 01-12/1945

Tabelle 6 Anh.: Stationsgeschichte ausgewählter Messstationen

Station	Stationsverlegung
Annarode	01/1960 07/1961 09/1963 06/1991
Aschersleben	1943 07/1963 (Regenmesser umgesetzt)
Augsdorf	05/1961
Bad Dürrenberg	1913
Beesenlaublingen	03/1958
Belleben	1966 ?
Bernburg-Zepzig	bis 1952 Bernburg 1953-1959 Bernburg-Roschwitz 1960 Umbenennung in Bernburg-Zepzig 01/1952
Biesenrode	1965
Bischofrode	10/1958 01/1960
Brumby	02/1957
Eisleben	1933 04/1955 1972 1973 v. 171 mNN auf 127 mNN 1994?
Eisleben-Helfta	1993? 1994?
Ichstedt	02/1955 07/1961
Köthen	1924
Kyffhäuser	10/1958 04/1963
Magdeburg	ab 1940 Magdeburg-Ost
Mücheln	04/1955
Nemsdorf-Göhrendorf	09/1955 03/1960
Osterhausen	09/1962
Querfurt	01/1955
Questenberg-Agnesdorf	08/1958 07/1962
Schafstädt	03/1960 12/1964 (Regenmesser umgesetzt)
Schöneberg	04/1958 10/1960
Schraplau	08/1953 07/1958 08/1964 (Regenmesser umgesetzt)
Weißenfels	10/1953 11/1962 12/1971
Wiehe	10/1960 02/1961 08/1964
Wippra	02/1954 1981
Wolmirsleben	09/1960
Zappendorf-Müllerdorf	11/1958 06/1960 (Regenmesser umgesetzt)
Ziegelroda	03/1961

Tabelle 7 Anh.: Ergebnisse unterschiedlicher Homogenitätstests nach dem 1. Durchlauf

Stationen	CRADDOCK	BUISHAND	ALEXANDERSSON	mögliche Ursachen
Allstedt	h	h	h	
Amesdorf	h	h	h	
Annarode	x 1914	x 1915	x 1914 (stärkste Inhomogenität)	
Aschersleben	h	x 1909	h	
Aseleben	h	x 1953	h	
Augsdorf	h	x 1963	h	Stationsverlegung 1961
Bad Bibra	x 1946	x 1946	h	
Bad Dürrenberg				
Bad Lauchstädt	x 1959; 1983	x 1954	(x 1983)	
Beesenlaublingen	x 1963	x 1935; 1963	x 1963 (stärkste Inhomogenität)	
Belleben	h	h	h	
Bernburg-Zeppig	h	(x 1953)	h	Stationsverlegung 1953
Biesenrode	h	x 1971	h	
Bischofrode	h	x 1929	h	
Bodenschwende	x 1972	x 1973	x 1972 (stärkste Inhomogenität)	
Brumby				
Burgsdorf	x 1963	h	x 1963 (stärkste Inhomogenität)	
Donndorf	h	x 1970	h	
Eisleben				
Eisleben-Helfta				
Frankleben	(x 1975)	x 1975	x 1975	
Gatersleben				
Halle	x 1948	x 1948	x 1948	
Ichstedt	h	x 1938	h	
Klostermansfeld	h	x 1903; 1904	h	
Köthen	h		h	
Kyffhäuser	h	x 1978	h	
Magdeburg				
Mücheln	x 1958	x 1962	x 1958 (stärkste Inhomogenität)	Stationsverlegung 1955
Nemsdorf	h	x 1973	(x 1955)	Stationsverlegung 1955
Osterhausen	x 1949	x 1949; 1941?	x 1953 (stärkste Inhomogenität)	
Petersberg	(x 1952)	x 1952	h	
Querfurt	x 1964	x 1896; 1964	x 1964 (stärkste Inhomogenität)	
Questenberg	x 1952; 1959	x 1951; 1959	x 1959 (stärkste Inhomogenität)	Stationsverlegung 1958
Reinsdorf	x 1943; 1970	x 1944	x 1943; 1970	
Rothenburg	x 1934 (stärkste Inhomogenität)	x (sehr stark)	x 1929-1981	
Sangerhausen	h	x 1900	h	
Schafstädt	x 1964	x 1908; 1964	x 1963-1964	Stationsverlegung 1960 Regenmesser 1964 umgesetzt
Schönebeck				
Schönewerda	h	x 1898	h	
Schraplau	(x 1925)	x 1925	(x 1908)	
Stangerode	x 1968	x 1939	x 1968 (stärkste Inhomogenität)	
Staßfurt				
Teutschenthal	x 1929; 1967	x 1929; 1967	x 1929; 1967 (stärkste Inhomogenität)	
Weißenfels				
Wettelrode	h	x 1972	h	
Wiehe	x 1903; 1917	x 1903	x 1899-1909; 1912-1919; 1921-1923 x 1903 (stärkste Inhomogenität)	
Wolmirsleben				
Wippra				
Zappendorf	x 1976	x 1976	x 1976 (stärkste Inhomogenität)	
Ziegelroda	h	x 1943	h	

Tabelle 8 Anh.: Ergebnisse unterschiedlicher Homogenitätstests nach dem 2. Durchlauf

Stationen	CRADDOCK	BUISHAND	ALEXANDERSSON	mögliche Ursachen
Allstedt	h	(x 1943)	h	
Amesdorf	h	x 1904	h	
Annarode	(h)	x 1914	x 1914 (stärkste Inhomogenität)	
Aschersleben	h	x 1917	h	
Aseleben	h	x 1954	h	
Augsdorf	h	h	h	
Bad Bibra	(x 1946)	x 1946	h	
Bad Dürrenberg	(x1962)		h	
Bad Lauchstädt	h	x 1926	h	
Beesenlaublingen	x 1963	x 1938, 1963	x 1963	
Belleben	h	x 1894	h	
Bernburg-Zepzig	h	h	h	
Biesenrode	h	(x 1983)	h	
Bischofrode	h	(h)	h	
Bodenschwende	x 1973	x 1956	x 1973	
Brumby	h	h	h	
Burgsdorf	x 1973	x 1963	x 1975	
Donndorf	h	x 1968	x 1993	
Eisleben				
Eisleben-Helfta				
Frankleben	h	x 1974	h	
Gatersleben	h (1975)	x 1975	h	
Halle	x um 1950	x 1954	h	
Ichstedt	h	x 1942	h	
Klostermansfeld	h	x 1903	h	
Köthen	h		h	
Kyffhäuser	h	h	h	
Magdeburg	h	h	h	
Mücheln	(x 1962)	x 1962	(x 1962)	Stationsverlegung 1955
Nemsdorf	(x 1981)	x 1973	x 1953	Stationsverlegung 1955
Osterhausen	x 1949	x 1949	(h)	
Petersberg	(x 1952)	x 1952	(x 1952)	
Querfurt	x 1964	x 1896	x 1896	
Questenberg	x um 1959	x 1952	x 1959	Stationsverlegung 1958
Reinsdorf	x 1953	x 1953	x 1953	
Rothenburg	x 1934 (stärkste Inhomogenität)	x 1934	x 1934	
Sangerhausen	h	x 1935	h	
Schafstädt	(h)	x 1908; 1964	h	Stationsverlegung 1960 Regenmesser 1964 umgesetzt
Schönebeck	h	h	h	
Schönewerda	h	x 1901	h	
Schraplau	(h)	x 1912	(x 1908)	
Stangerode	x 1968	x 1934	x 1968	
Staßfurt	h (1971)	x 1970	h	
Teutschenthal	(h)	x 1968	(x 1967)	
Weißenfels	um 1940-43		h	
Wettelrode	h	x 1972	h	
Wiehe	x 1916	x 1916	x 1903	
Wippra				
Wolmirsleben	h (1967)	h	h	
Zappendorf	x 1976	x 1972, 1975	x 1976	
Ziegelroda	h	(x 1931)	h	

Tabelle 9 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Jahr [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]

Jahr						
Station	1902-2000	1902-1930	1931-1960	1961-1990	1971-2000	1991-2002
Allstedt				-29,0	134,2	
Amesdorf	40,9	2,3	33,1	-16,7	97,1	
Annarode	14,9	-20,9	-16,9	-23,1	71,7	110,0
Aschersleben	7,0	92,5	15,6	-58,3	52,1	106,8
Aseleben				-38,0	94,0	
Augsdorf				-52,7	103,3	
Bad Bibra	50,0	66,2	92,2	17,9	70,8	
Bad Dürrenberg	30,7	38,6	81,9	-21,4	90,0	68,5
Bad Lauchstädt	-6,3	24,8	36,1	-32,5	27,9	
Beesenlaublingen			-19,9	-45,4		
Belleben	18,1	75,3	-15,8	-46,4	91,7	
Bernburg-Zepzig				-22,0	90,7	
Biesenrode					99,6	
Bischofrode			19,7	-178,5	137,3	
Bodenschwende				29,3		
Brumby				9,7	109,8	45,1
Burgsdorf			-0,5	-12,2	70,7	
Donndorf					174,9	
Frankleben				7,2	97,2	
Gatersleben				-89,1		
Halle	-40,7	34,4	-19,4	-28,0	70,6	
Ichstedt			-23,3	-101,4		
Klostermansfeld	15,4	-14,7	40,3	-150,8	66,8	
Köthen	5,1	16,8	32,9	-34,1	45,3	64,8
Kyffhäuser				-115,7		
Magdeburg	-12,8	73,2	68,2	-71,0	76,7	55,0
Mücheln				-35,2	36,6	60,5
Nemsdorf				-68,6	44,1	
Osterhausen	67,9	17,8	98,5	-115,4	124,5	126,8
Petersberg				-35,0	58,5	
Querfurt	73,4	37,3	14,0	-66,0	85,1	
Questenberg	94,6	47,1	53,6	-1,1	129,1	129,1
Reinsdorf			111,6	1,0	51,7	54,6
Röthenburg	-49,0	79,0	-32,5	-89,5	90,8	
Sangerhausen	8,4	92,8	31,4	-11,6	126,3	106,6
Schafstädt	57,1	-27,3	6,1	-48,0	71,7	
Schönebeck	2,3	31,6	-18,2	36,2	89,7	
Schönewerda	32,6	80,4	36,1	-43,7	120,6	57,2
Schraplau	27,3	-40,4	14,5	-79,0	76,0	84,4
Stangerode			0,6	-17,5	104,3	
Staßfurt				1,4	82,6	
Teutschenthal			8,1	-2,4	32,9	
Weißenfels	-36,5	56,9	-8,2	-23,2	61,0	28,9
Wettelrode					121,1	
Wiehe	57,1	-38,8	87,8	-11,3	135,3	
Wippra		57,8	-22,4			
Wolmirsleben	24,0	40,0	-44,2	-3,3	40,1	25,1
Zappendorf				14,1	128,5	
Ziegelroda			-12,6	-11,8	76,6	58,1

Tabelle 10 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Winterhalbjahr [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]

Winterhalbjahr						
Station	1902-2000	1902-1930	1931-1960	1961-1990	1971-2000	1991-2002
Allstedt				8,9	88,5	
Amesdorf	38,1	23,8	2,2	10,3	74,2	
Annarode	55,3	24,3	9,4	17,7	81,1	38,6
Aschersleben	19,8	66,9	-26,7	-14,8	59,1	31,0
Aseleben				2,7	66,2	
Augsdorf				-16,0	72,0	
Bad Bibra	68,8	50,2	28,0	42,9	64,7	
Bad Dürrenberg	43,1	59,4	30,1	18,8	64,7	-3,8
Bad Lauchstädt	29,7	23,1	25,1	18,8	29,3	
Beesenlaublingen			-27,2	-5,9		
Belleben	19,5	59,0	-16,0	-1,1	65,3	
Bernburg-Zepzig				-1,6	68,7	
Biesenrode					81,2	
Bischofrode			11,2	-65,1	104,0	
Bodenschwende				24,3		
Brumby				41,1	79,6	41,9
Burgsdorf			2,9	-0,1	38,1	
Donndorf					84,4	
Frankleben				49,1	56,0	
Gatersleben				-41,6		
Halle	3,8	44,2	-15,3	18,5	45,7	
Ichstedt			-20,3	-33,9		
Klostermansfeld	46,9	21,9	26,3	-61,1	78,3	
Köthen	36,5	30,8	12,7	3,1	64,1	6,8
Kyffhäuser				-52,4		
Magdeburg	9,8	43,3	17,5	-31,4	42,2	9,1
Mücheln				26,5	51,2	33,0
Nemsdorf				3,4	65,1	
Osterhausen	74,0	17,8	41,5	-19,7	70,6	20,9
Petersberg				-2,8	39,8	
Querfurt	83,1	32,7	16,2	3,7	78,6	
Questenberg	97,8	33,7	24,2	14,4	108,4	44,6
Reinsdorf			46,6	25,4	64,0	1,8
Röthenburg	7,4	85,4	-9,8	-15,9	57,3	
Sangerhausen	42,4	39,0	18,4	-12,0	94,1	27,1
Schafstädt	60,9	-3,4	2,8	16,4	64,7	
Schönebeck	27,1	32,6	-12,6	17,9	52,1	
Schönewerda	42,8	40,2	12,6	2,7	84,0	14,2
Schraplau	37,7	-16,2	5,4	-18,3	52,6	30,9
Stangerode			1,4	-9,8	92,9	
Staßfurt				9,4	81,4	
Teutschenthal			-2,8	1,2	36,0	
Weißenfels	17,7	41,1	-6,6	27,0	47,2	21,6
Wettelrode					105,4	
Wiehe	51,3	1,1	26,5	9,2	91,7	
Wippra		75,4	4,8			
Wolmirsleben	42,5	38,4	-26,0	15,8	45,0	-3,5
Zappendorf				24,8	68,7	
Ziegelroda			-1,6	19,2	75,8	18,3

Tabelle 11 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Sommerhalbjahr [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]

Sommerhalbjahr						
Station	1902-2000	1902-1930	1931-1960	1961-1990	1971-2000	1991-2002
Allstedt				-37,8	45,7	
Amesdorf	2,3	-21,5	30,8	-27,1	22,9	
Annarode	-40,1	-45,2	-26,3	-40,8	-9,4	71,4
Aschersleben	-13,1	25,6	42,3	-43,5	-7,1	75,8
Aseleben				-40,7	27,9	
Augsdorf				-36,7	31,3	
Bad Bibra	-18,2	16,1	64,3	-25,0	6,1	
Bad Dürrenberg	-12,0	-20,8	51,9	-40,2	25,2	72,3
Bad Lauchstädt	-35,9	1,7	11,1	-51,4	-1,3	
Beesenlaublingen			7,3	-39,6		
Belleben	-2,1	16,2	0,1	-45,4	26,4	
Bernburg-Zepzig				-20,4	22,0	
Biesenrode					18,4	
Bischofrode			8,5	-113,5	33,2	
Bodenschwende				5,0		
Brumby				-31,4	30,3	3,2
Burgsdorf			-3,4	-12,1	32,6	
Donndorf					74,7	
Frankleben				-42,0	41,2	
Gatersleben				-47,5		
Halle	-44,4	-9,8	-4,1	-46,5	24,9	
Ichstedt			-3,1	-67,4		
Klostermansfeld	-31,3	-36,6	14,0	-89,8	-11,6	
Köthen	-31,3	-14,0	20,2	-37,2	-18,8	58,0
Kyffhäuser				-63,3		
Magdeburg	-22,5	30,0	50,7	-39,7	34,4	45,9
Mücheln				-61,7	-14,7	27,5
Nemsdorf				-72,0	-21,0	
Osterhausen		0,0	57,0	-95,7	54,0	105,9
Petersberg				-32,2	18,7	
Querfurt	-9,7	4,5	-2,2	-69,7	6,5	
Questenberg	-3,1	13,4	29,4	-15,6	20,6	84,5
Reinsdorf			65,0	-24,3	-12,3	52,8
Röthenburg	-56,1	-6,4	-22,7	-73,6	33,5	
Sangerhausen	-34,0	53,8	13,1	0,4	32,2	79,5
Schafstädt	-4,1	-23,9	3,2	-64,4	7,0	
Schönebeck	-24,9	-1,0	-5,6	18,3	37,6	
Schönewerda	-10,6	40,2	23,5	-46,4	36,6	43,0
Schraplau	-8,2	-24,1	9,1	-60,7	23,5	53,5
Stangerode			-0,8	-7,7	11,3	
Staßfurt				-8,0	1,2	
Teutschenthal			24,8	-3,6	-3,1	
Weißenfels	-53,6	15,7	-1,6	-50,3	13,8	7,2
Wettelrode					15,7	
Wiehe	5,7	-39,9	61,4	-20,5	43,6	
Wippra		-17,5	-27,2			
Wolmirsleben	-18,9	1,6	-18,2	-19,1	-4,9	28,6
Zappendorf				-10,6	59,8	
Ziegelroda			-11,0	-31,0	0,8	39,8

Tabelle 12 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Winterquartal [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]

Winterquartal						
Station	1902-2000	1902-1930	1931-1960	1961-1990	1971-2000	1991-2002
Allstedt				10,6	53,4	
Amesdorf	20,8	12,5	11,2	14,8	40,8	
Annarode	30,8	20,6	19,0	10,2	42,6	-26,5
Aschersleben	8,8	31,2	4,7	8,6	30,6	-25,9
Aseleben				9,1	35,7	
Augsdorf				3,5	53,8	
Bad Bibra	29,6	26,7	17,0	27,9	26,1	
Bad Dürrenberg	15,8	27,5	16,4	22,0	43,7	-24,9
Bad Lauchstädt	9,5	3,3	12,5	13,1	23,1	
Beesenlaublingen			-8,8	8,0		
Belleben	12,1	28,1	5,0	11,1	43,0	
Bernburg-Zepzig				10,0	40,9	
Biesenrode					54,9	
Bischofrode			15,2	-25,2	59,2	
Bodenschwende				39,7		
Brumby				28,2	38,4	-13,4
Burgsdorf			3,9	5,9	29,0	
Donndorf					53,5	
Frankleben				31,6	38,9	
Gatersleben				-6,9		
Halle	-2,7	18,0	0,4	15,1	27,6	
Ichstedt			-2,7	-8,6		
Klostermansfeld	24,6	6,2	24,3	-21,5	45,4	
Köthen	15,5	10,6	11,8	12,2	38,4	-25,1
Kyffhäuser				-25,8		
Magdeburg	-1,0	31,2	20,7	-14,3	21,0	-29,1
Mücheln				22,8	41,9	-20,2
Nemsdorf				2,3	41,9	
Osterhausen	37,1	10,6	26,7	-6,9	49,7	-18,8
Petersberg				1,3	29,6	
Querfurt	40,0	4,9	19,3	10,4	51,0	
Questenberg	56,2	29,1	37,2	37,4	40,7	-28,3
Reinsdorf			35,7	25,1	36,1	-20,4
Röthenburg	2,3	36,8	4,6	-8,0	41,3	
Sangerhausen	22,6	18,9	21,0	-8,9	54,2	-29,4
Schafstädt	28,7	-5,3	4,0	16,3	50,7	
Schönebeck	13,0	15,3	3,9	17,9	25,4	
Schönewerda	19,9	17,6	10,8	10,7	50,3	-10,7
Schraplau	20,3	-23,8	15,0	0,0	34,3	-19,7
Stangerode			15,4	-3,2	56,3	
Staßfurt				20,1	46,7	
Teutschenthal			0,8	6,6	32,5	
Weißenfels	2,9	18,1	2,5	22,6	32,6	-10,6
Wettelrode					46,4	
Wiehe	25,6	-1,6	19,5	6,5	45,9	
Wippra		44,5	7,4			
Wolmirsleben	22,7	14,3	5,5	25,8	26,8	-23,4
Zappendorf				19,0	42,5	
Ziegelroda			-3,9	17,1	52,5	-25,1

Tabelle 13 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Frühjahrsquartal [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]

Frühjahrsquartal						
Station	1902-2000	1902-1930	1931-1960	1961-1990	1971-2000	1991-2002
Allstedt				-1,8	35,1	
Amesdorf	16,6	11,3	-8,9	-4,5	33,3	
Annarode	23,7	3,8	-9,6	7,5	38,5	65,1
Aschersleben	10,5	35,7	-31,4	-23,3	28,6	56,9
Aseleben				-6,4	30,5	
Augsdorf				-19,5	18,2	
Bad Bibra	38,2	23,4	10,9	15,0	38,6	
Bad Dürrenberg	26,6	31,8	13,7	-3,2	21,0	21,1
Bad Lauchstädt	19,6	19,8	12,5	5,7	6,1	
Beesenlaublingen			-18,4	-13,9		
Belleben	6,9	30,9	-20,9	-12,2	22,3	
Bernburg-Zepzig				-11,6	27,9	
Biesenrode					29,8	
Bischofrode			-4,0	-39,9	44,8	
Bodenschwende				-15,4		
Brumby				12,9	41,2	55,3
Burgsdorf			-1,1	-6,0	9,1	
Donndorf					53,4	
Frankleben				17,5	17,1	
Gatersleben				-34,7		
Halle	5,9	26,3	-15,7	3,3	18,1	
Ichstedt			-17,6	-25,4		
Klostermansfeld	21,6	15,7	2,0	-39,6	32,9	
Köthen	20,5	20,2	0,9	-9,1	25,7	31,9
Kyffhäuser				-26,7		
Magdeburg	10,4	12,0	-3,2	-17,1	21,2	38,2
Mücheln				3,7	9,3	53,2
Nemsdorf				1,1	23,2	
Osterhausen	35,9	7,2	14,8	-12,8	20,8	39,7
Petersberg				-4,2	10,1	
Querfurt	42,1	27,8	-3,1	-6,6	27,6	
Questenberg	40,5	4,5	-13,1	-23,0	67,7	72,9
Reinsdorf			10,9	0,3	27,9	22,2
Röthenburg	4,6	48,6	-14,5	-7,0	16,0	
Sangerhausen	19,0	20,1	-2,6	-23,1	39,9	56,5
Schafstädt	31,3	1,9	-2,0	0,2	14,0	
Schönebeck	13,5	17,3	-16,5	0,0	26,7	
Schönewerda	22,1	22,6	1,2	-7,9	33,7	24,9
Schraplau	18,4	7,5	-10,2	-18,3	18,3	50,6
Stangerode			-14,0	-6,6	36,6	
Staßfurt				-10,7	34,8	
Teutschenthal			-4,2	-5,4	3,5	
Weißenfels	14,1	23,0	-9,1	4,5	14,6	32,3
Wettelrode					54,1	
Wiehe	25,0	2,7	7,0	2,6	45,9	
Wippra		30,8	-2,6			
Wolmirsleben	19,1	24,2	-31,5	-10,0	18,2	19,9
Zappendorf				5,8	26,1	
Ziegelroda			1,4	2,1	23,3	43,4

Tabelle 14 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Sommerquartal [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]

Sommerquartal						
Station	1902-2000	1902-1930	1931-1960	1961-1990	1971-2000	1991-2002
Allstedt				-13,8	35,6	
Amesdorf	11,3	-36,3	24,0	-14,9	14,0	
Annarode	-9,3	-53,9	-16,4	-29,3	-18,0	21,9
Aschersleben	9,8	-0,5	32,5	-42,4	-4,3	25,6
Aseleben				-26,2	17,5	
Augsdorf				-12,3	21,3	
Bad Bibra	-8,4	-24,4	53,4	-38,4	11,8	
Bad Dürrenberg	-9,2	-54,2	45,8	-27,9	33,6	28,8
Bad Lauchstädt	-18,4	-28,2	9,7	-27,2	18,5	
Beesenlaublingen			-7,0	-19,1		
Belleben	5,2	-13,6	-4,0	-27,7	28,8	
Bernburg-Zepzig				-20,1	12,0	
Biesenrode					7,0	
Bischofrode			4,0	-75,3	6,8	
Bodenschwende				-11,8		
Brumby				-18,9	13,0	-19,4
Burgsdorf			-13,7	-4,4	35,4	
Donndorf					48,8	
Frankleben				-30,2	24,4	
Gatersleben				-41,2		
Halle	-21,6	-44,6	2,9	-35,8	27,7	
Ichstedt			-12,6	-43,1		
Klostermansfeld	-1,6	-51,8	12,4	-47,4	-9,1	
Köthen	-14,7	-50,8	13,6	-2,2	2,5	-4,2
Kyffhäuser				-40,3		
Magdeburg	-1,4	-0,7	46,3	-25,6	-7,8	36,4
Mücheln				-28,7	-8,7	-20,4
Nemsdorf				-42,4	-6,0	
Osterhausen	-1,2	-28,2	34,7	-66,3	28,2	22,8
Petersberg				-20,4	28,7	
Querfurt	-8,0	-11,9	-7,9	-42,6	8,4	
Questenberg	11,1	-25,0	36,5	-24,2	-6,6	27,2
Reinsdorf			40,1	-23,1	7,2	-15,5
Röthenburg	-31,7	-36,3	-24,3	-39,9	36,1	
Sangerhausen	-12,7	8,5	9,8	3,8	12,6	34,1
Schafstädt	-6,0	-24,6	8,8	-36,2	14,9	
Schönebeck	-10,1	-18,1	0,3	22,0	8,4	
Schönewerda	-5,1	6,8	19,9	-36,0	13,4	-4,5
Schraplau	-1,2	-22,0	15,5	-42,1	27,4	-39,0
Stangerode			-7,8	-7,1	-13,0	
Staßfurt				-4,4	-11,0	
Teutschenthal			5,3	10,7	13,6	
Weißenfels	-37,4	-23,0	22,7	-30,0	16,5	-18,4
Wettelrode					-2,2	
Wiehe	4,1	-42,5	38,8	-28,1	29,4	
Wippra		-46,8	-6,6			
Wolmirsleben	-7,5	-29,6	-2,8	-24,6	-3,4	4,1
Zappendorf				3,1	52,3	
Ziegelroda			-6,6	-22,4	5,6	-3,6

Tabelle 15 Anh.: Absoluter linearer Trend des Niederschlages [mm] für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Herbstquartal [rot gekennzeichnete Trends sind zu mindestens 80% signifikant]

Herbstquartal						
Station	1902-2000	1902-1930	1931-1960	1961-1990	1971-2000	1991-2002
Allstedt				-24,0	10,1	
Amesdorf	-9,0	14,8	6,8	-12,2	8,9	
Annarode	-30,8	8,7	-9,9	-11,5	8,6	49,5
Aschersleben	-22,8	26,1	9,8	-1,2	-2,8	50,3
Aseleben				-14,5	10,4	
Augsdorf				-24,3	10,0	
Bad Bibra	-9,8	40,4	10,9	13,5	-5,7	
Bad Dürrenberg	-2,8	33,4	6,0	-12,3	-8,4	43,5
Bad Lauchstädt	-17,5	29,9	1,2	-24,2	-19,9	
Beesenlaublingen			14,3	-20,4		
Belleben	-7,2	29,8	4,1	-17,7	-2,5	
Bernburg-Zepzig				-0,3	10,0	
Biesenrode					11,4	
Bischofrode			4,2	-38,2	26,4	
Bodenschwende				16,8		
Brumby				-12,6	17,2	22,6
Burgsdorf			10,3	-7,8	-2,8	
Donndorf					25,9	
Frankleben				-11,8	16,8	
Gatersleben				-6,3		
Halle	-22,8	34,8	-7,0	-10,7	-2,8	
Ichstedt			9,5	-24,3		
Klostermansfeld	-29,7	15,2	1,6	-42,3	-2,5	
Köthen	-16,6	36,8	6,6	-35,0	-21,3	62,2
Kyffhäuser				-23,0		
Magdeburg	-21,1	30,6	4,4	-14,1	42,2	9,5
Mücheln				-33,0	-6,0	47,9
Nemsdorf				-29,6	-15,0	
Osterhausen	-4,9	28,2	22,3	-29,4	25,8	83,1
Petersberg				-11,7	-10,0	
Querfurt	-1,7	16,4	5,7	-27,6	-1,9	
Questenberg	-14,2	38,4	-7,1	8,6	27,2	57,3
Reinsdorf			24,9	-1,2	-19,6	68,3
Röthenburg	-24,4	29,9	1,6	-33,8	-2,6	
Sangerhausen	-21,3	45,4	3,2	-3,4	19,5	45,4
Schafstädt	1,9	0,7	-5,6	-28,2	-8,0	
Schönebeck	-14,8	17,1	-5,9	-3,7	29,2	
Schönewerda	-5,5	33,4	3,6	-10,4	23,2	47,5
Schraplau	-7,0	-2,1	-6,4	-18,6	-3,9	92,6
Stangerode			7,0	-0,5	24,4	
Staßfurt				-3,7	12,2	
Teutschenthal			5,6	-14,3	-16,7	
Weißenfels	-16,2	38,7	-24,4	-20,3	-2,6	25,6
Wettelrode					17,9	
Wiehe	1,6	2,6	22,5	7,6	14,2	
Wippra		29,3	-20,6			
Wolmirsleben	-11,4	31,1	-15,4	5,5	-1,4	24,6
Zappendorf				-13,7	7,5	
Ziegelroda			-4,4	-8,6	-4,9	43,4

Tabelle 16 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Jahr

Jahr															
Station	Trend abs. 1902-2000 [mm]	Trend rel. 1902-2000 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1902-1930 [mm]	Trend rel. 1902-1930 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1931-1960 [mm]	Trend rel. 1931-1960 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1961-1990 [mm]	Trend rel. 1961-1990 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1971-2000 [mm]	Trend rel. 1971-2000 [%]	Signifikanz
Allstedt										-29,0	-5,9	-0,210	81,0	16,1	1,330
Amesdorf	40,9	8,8	1,146	2,3	0,5	-0,380	33,1	7,0	1,032	-16,7	-3,6	-0,270	69,3	14,8	1,297
Annarode	14,9	2,6	0,269	-20,9	-3,7	-0,563	-16,9	-2,9	0,094	-23,1	-4,1	-0,375	31,0	5,3	0,746
Aschersleben	7,0	1,5	0,079	92,5	19,5	1,388	15,6	3,1	0,300	-58,3	-12,4	-0,870	0,4	0,1	0,324
Asseleben										-38,0	-8,2	-0,660	65,9	13,7	0,973
Augsdorf										-52,7	-10,7	-0,840	53,4	10,8	1,005
Bad Bibra	50,0	8,8	1,318	66,2	11,9	1,257	92,2	16,2	1,501	17,9	3,1	0,180	20,2	3,5	0,341
Bad Dürrenberg	30,7	6,0	1,043	38,6	7,6	1,106	81,9	14,2	1,576	-21,4	-6,9	-0,517	52,9	10,2	0,941
Bad Lauchstädt	-6,3	-1,3	-0,012	24,8	5,1	0,620	36,1	7,4	0,860	-32,5	-6,9	-0,300	0,8	0,2	-0,162
Beesenlaublingen										-45,4	-9,7	-0,553			
Belleben	18,1	3,7	0,470	75,3	15,6	1,182	-15,8	-3,1	-0,038	-46,4	-9,5	-0,660	41,5	8,5	0,778
Bernburg-Zepzig										-22,0	-4,7	-0,130	42,8	9,0	1,001
Biesenrode													57,2	10,3	0,941
Bischofrode							19,7	3,7	0,250	-178,5	-32,9	-2,800	74,6	13,9	1,265
Bodenschwende										29,3	4,6	0,446			
Brumby										9,7	0,232	0,232	76,6	16,4	1,395
Burgsdorf							-0,5	-0,1	-0,113	-12,2	-2,5	0,125	29,7	5,9	0,584
Donndorf													133,4	25,5	2,173
Frankleben										7,2	1,5	0,160	67,5	13,5	0,876
Gatersleben										-89,1	-15,17				
Halle	-40,7	-8,3	-1,315	34,4	6,9	0,339	-19,4	-3,8	0,075	-28,0	-6,1	-0,589			
Ichstedt							-23,3	-4,8	-0,300	-101,4	-20,8	-1,870			
Klostermansfeld	15,4	2,9	0,340	-14,7	-2,8	0,120	40,3	7,4	0,570	-150,8	-28,1	-1,910	9,0	1,7	0,324
Köthen	5,1	1,0	0,215	16,8	3,3	0,268	32,9	6,9	0,732	-34,1	-7,0	-0,500	11,0	2,2	0,049
Kyffhäuser										-115,7	-21,1	-1,840			
Magdeburg	-12,8	-2,5	-0,224	73,2	14,2	0,675	68,2		1,088	-71,0	-14,4	-0,946	30,4	6,2	0,616
Mücheln										-35,2	-7,0	-0,660	3,3	0,6	-0,065
Nemsdorf										-68,6	-13,4	-0,946	1,1	0,2	0,162
Osterhausen	67,9	13,2	2,007	17,8	3,6	0,563	98,5	19,0	1,576	-115,4	-22,1	-1,980	71,6	13,8	1,395
Petersberg										-35,0	-7,0	-0,357	21,0	4,2	0,389
Querfurt	73,4	14,4	2,004	37,3	7,7	0,446	14,0	2,8	0,319	-66,0	-12,7	-1,053	35,2	6,7	0,551
Questenberg	94,6	15,6	2,149	47,1	8,1	0,375	53,6	9,2	0,919	-1,1	-0,2	-0,054	95,2	15,1	1,395
Reinsdorf							111,6	22,3	1,688	1,0	0,2	0,196	44,3	8,4	0,487
Rothenburg	-49,0	-10,3	-1,103	79,0	16,0	0,975	-32,5	-6,8	-0,075	-89,5	-19,8	-1,382	26,8	6,0	0,487
Sangerhausen	8,4	1,7	0,020	92,8	18,0	1,538	31,4	6,2	0,430	-11,6	-2,3	-0,090	76,5	15,1	1,233
Schalstädt	57,1	11,8	1,530	-27,3	-5,9	-0,550	6,1	1,3	0,340	-48,0	-9,7	-0,770	23,6	4,7	0,324
Schönebeck	2,3	0,5	-0,018	31,6	6,6	0,125	-18,2			-0,356	36,2	0,624	59,4	12,4	1,103
Schönowerda	32,6	6,7	0,620	80,4	16,6	0,938	36,1	7,4	0,640	-43,7	-9,2	-0,730	96,4	19,6	1,589
Schraplau	27,3	5,9	0,810	-40,4	-8,7	-0,450	14,5	3,3	0,130	-79,0	-16,8	-1,370	31,6	6,6	0,551
Stangerode							0,6	0,1	0,075	-17,5	-3,1	-0,268	46,5	8,1	0,811
Staufurt										1,4	0,036	0,036	59,0	12,3	1,054
Teutschenthal							8,1	1,7	0,390	-2,4	-0,5	-0,050	-5,3	-1,1	-0,162
Weißenfels	-36,5	-7,2	-1,155	56,9	11,0	0,624	-8,2	-1,9	-0,113	-23,2	-4,7	-0,303	26,9	5,5	0,341
Wettelrode													84,9	14,7	1,038
Wiehe	57,1	10,4	1,252	-38,8	-7,3	-0,938	87,8	16,0	1,088	-11,3	-2,1	-0,268	124,8	22,3	1,849
Wippra				57,8	10,4	1,201	-22,4	-4,0	0,150						
Wolmirsleben	24,0	4,9	0,587	40,0	8,5	0,767	-44,2			-3,3		-0,054	-1,5	-0,3	0,130
Zappendorf										14,1	3,1	0,446	80,1	16,5	1,362
Ziegelroda							-12,6	-2,3	-0,070	-11,8	-2,2	0,230	49,6	8,9	0,714

Tabelle 17 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Winterhalbjahr

Winterhalbjahr															
Station	Trend abs. 1902-2000 [mm]	Trend rel. 1902-2000 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1902-1930 [mm]	Trend rel. 1902-1930 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1931-1960 [mm]	Trend rel. 1931-1960 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1961-1990 [mm]	Trend rel. 1961-1990 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1971-2000 [mm]	Trend rel. 1971-2000 [%]	Signifikanz
Allstedt										8,9	4,5	0,130	65,0	32,1	1,687
Amesdorf	38,1	21,2	1,840	23,8	13,7	0,620	2,2	1,3	0,180	10,3	5,4	0,340	55,0	28,7	1,751
Annarode	55,3	21,6	2,195	24,3	9,8	0,600	9,4	4,0	0,225	17,7	6,5	0,482	52,1	18,8	1,038
Aschersleben	19,8	10,8	1,339	66,9	37,2	2,476	-26,7	-15,0	-0,680	-14,8	-7,8	-0,380	33,9	18,2	1,103
Aseleben										2,7	1,4	0,090	42,3	21,0	0,811
Augsdorf										-16,0	-7,4	-0,620	43,7	20,5	1,005
Bad Bibra	68,8	30,1	2,830	50,2	23,5	1,501	28,0	12,9	0,960	42,9	17,3	1,000	42,4	16,8	0,730
Bad Dürreneberg	43,1	21,8	2,213	59,4	31,2	2,230	30,1	15,9	1,107	18,8	9,1	0,660	34,8	16,5	0,681
Bad Lauchstädt	29,7	16,8	1,678	23,1	13,3	0,930	25,1	15,5	0,950	18,8	10,0	0,480	16,9	9,0	0,065
Beesenlaublingen							-27,2	-16,8	-0,750	-5,9	-3,0	-0,125			
Belleben	19,5	10,1	0,913	59,0	30,5	1,988	-16,0	-8,9	-0,610	-1,1	-0,5	0,500	46,8	23,7	1,232
Bernburg-Zepzig										-1,6	-0,8	-0,020	45,5	23,9	1,654
Biesenrode													55,9	19,3	1,330
Bischofrode							11,2	5,6	0,660	-65,1	-27,7	-1,481	63,9	27,5	2,108
Bodenschwende										24,3	7,7	0,803			
Brumby										41,1	21,9	1,285	58,7	30,2	1,962
Burgsdorf							2,9	1,7	-0,056	-0,1	0,0	-0,018	14,0	6,6	0,357
Donndorf													66,4	25,9	1,524
Frankleben										49,1	24,5	1,520	38,6	18,8	0,843
Gatersleben										-41,6	-22,0	-0,732			
Halle	3,8	2,1	0,154	44,2	24,1	1,726	-15,3	-8,4	-0,356	18,5	10,2	0,571	42,0		0,924
Ichstedt							-20,3	-11,0	-0,570	-33,9	-16,1	-0,340			
Klostermansfeld	46,9	21,1	1,905	21,9	10,2	0,550	26,3	13,1	0,750	-61,1	-25,2	-1,030	43,2	18,5	1,281
Köthen	36,5	18,2	2,104	30,8	15,8	1,302	12,7	6,6	0,319	3,1	1,5	0,125	34,9	16,4	1,005
Kyffhäuser										-52,4	-22,1	-0,660			
Magdeburg	9,8	4,6	0,321	43,3	20,0	1,606	17,5	8,8	0,694	-31,4	-14,1	-0,589	8,5	4,0	0,389
Mücheln										26,5	12,8	0,732	29,9	14,1	0,454
Nemsdorf										3,4	1,6	-0,303	40,3	18,8	0,681
Osterhausen	74,0	36,0	3,546	17,8	9,5	0,694	41,5	22,6	1,594	-19,7	-8,5	-0,660	40,8	17,9	1,070
Petersberg										-2,8	-1,4	-0,321	17,9	8,8	0,162
Querfurt	83,1	41,7	4,057	32,7	18,3	1,351	16,2	9,1	0,788	3,7	1,7	0,303	51,5	22,7	1,395
Questenberg	97,8	36,5	4,108	33,7	13,7	0,619	24,2	10,2	0,506	14,4	4,8	0,375	83,4	27,8	1,946
Reinsdorf							46,6	27,1	1,313	25,4	11,8	0,749	49,9	22,6	1,070
Rothenburg	7,4	4,1	0,426	85,4	45,1	2,694	-9,8	-5,9	-0,300	-15,9	-8,5	-0,589	25,2	13,8	0,811
Sangerhausen	42,4	20,3	2,140	39,0	18,8	1,501	18,4	9,8	0,520	-12,0	-5,4	-0,200	65,8	29,6	2,335
Schafstädt	60,9	32,8	3,060	-3,4	-2,0	-0,230	2,8	1,7	0,390	16,4	8,0	0,380	41,3	20,0	0,778
Schönebeck	27,1	14,1	1,530	32,6	17,4	1,713	-12,6	-7,0	-0,019	17,9	9,0	0,517	36,3	18,0	1,070
Schönewerda	42,8	22,7	2,600	40,2	22,4	1,730	12,6	7,0	0,390	2,7	1,4	0,160	62,3	31,2	1,687
Schraplau	37,7	21,3	1,660	-16,2	-9,4	-0,870	5,4	3,5	0,390	-18,3	-9,5	-1,050	25,0	12,8	0,405
Stangerode							1,4	0,6	0,038	-9,8	-3,9	-0,268	56,1	22,1	1,265
Staßfurt										9,4	4,7	0,143	56,0	27,8	1,638
Teutschenthal							-2,8	-1,7	0,090	1,2	0,6	-0,210	11,5	5,9	-0,259
Weißenfels	17,7	9,4	0,804	41,1	22,0	1,426	-6,6	-3,5	-0,169	27,0	14,1	0,874	28,2	14,5	0,405
Wettelrode													88,4	27,4	1,995
Wiehe	51,3	22,5	2,107	1,1	0,5	-0,624	26,5	12,6	0,825	9,2	3,8	-0,339	66,8	27,4	0,973
Wippra				75,4	31,9	2,439	4,8	2,1	0,038						
Wolmirsteilen	42,5	21,7	2,143	38,4	20,9	1,695	-26,0	-14,0	-0,675	15,8	7,5	0,660	22,0	10,5	0,941
Zappendorf										24,8	12,9	0,839	50,1	25,3	1,508
Ziegelroda							-1,6	-0,8	0,210	19,2	8,5	0,450	49,6	21,4	1,151

Tabelle 18 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Sommerhalbjahr

Sommerhalbjahr															
Station	Trend abs. 1902-2000 [mm]	Trend rel. 1902-2000 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1902-1930 [mm]	Trend rel. 1902-1930 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1931-1960 [mm]	Trend rel. 1931-1960 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1961-1990 [mm]	Trend rel. 1961-1990 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1971-2000 [mm]	Trend rel. 1971-2000 [%]	Signifikanz
Allstedt										-37,8	-13,0	-0,785	16,0	5,3	0,162
Amesdorf	2,3		0,073	-21,5	-7,9	-0,535	30,8	10,1	0,488	-27,1	-10,0	-0,446	14,2	5,1	0,195
Annarode	-40,1		-1,442	-45,2	-14,1	-0,675	-26,3	-7,5	-0,525	-40,8	-13,7	-0,589	-21,1	-7,0	-0,292
Aschersleben	-13,1		-0,671	25,6	8,7	0,018	42,3	12,9	1,088	-43,5	-15,4	-0,839	-33,5	-11,6	-0,486
Aseleben										-40,7	-15,2	-0,981	23,6	8,5	0,454
Augsdorf										-36,7	-13,2	-0,696	9,7	3,5	0,065
Bad Bibra	-18,2		-0,590	16,1	4,7	0,214	64,3	18,3	1,688	-25,0	-7,6	-0,589	-22,2	-6,7	-0,032
Bad Dürreneberg	-12,0		0,103	-20,8	-6,5	0,285	51,9	15,8	0,844	-40,2	-13,3	-0,749	18,2	6,0	0,762
Bad Lauchstädt	-35,9		-1,079	1,7	0,5	0,143	11,1	3,4	0,488	-51,4	-18,3	-0,946	-16,0	-5,5	-0,486
Beesenlaublingen							7,3	2,5	0,338	-39,6	-14,6	-0,731			
Belleben	-2,1		-0,082	16,2	5,6	0,767	0,1	0,0	0,056	-45,4	-15,6	-1,231	-5,2	-1,8	-0,097
Bernburg-Zeppig										-20,4	-7,3	-0,339	-2,8	-1,0	0,178
Biesenrode													1,3	6,2	-0,032
Bischofrode							8,5	2,6	0,469	-113,5	-36,8	-2,569	10,7	3,5	0,195
Bodenschwende										5,0	1,6	-0,089			
Brumby										-31,4	-11,7	-0,553	17,9	6,6	0,454
Burgsdorf							-3,4	-1,1	-0,131	-12,1	-4,3	-0,054	15,6	5,4	0,519
Donndorf													67,0	16,3	1,362
Frankleben										-42,0	-14,9	-1,160	29,0	9,9	0,454
Gatersleben										-47,5	-16,9	-0,803			
Halle	-44,4		-1,379	-9,8	-3,1	-0,089	-4,1	-1,2	0,338	-46,5	-16,6	-0,946	10,8		0,227
Ichstedt							-3,1	-1,0	0,038	-67,4	-24,3	-1,392			
Klostermansfeld	-31,3		-0,983	-36,6	-11,8	-0,624	14,0	4,1	0,000	-89,8	-30,4	-1,552	-34,2	-11,6	-0,357
Köthen	-31,3		-0,986	-14,0	-4,5	-0,321	20,2	6,3	0,657	-37,2	-12,8	-0,696	-24,0	-8,2	-0,324
Kyffhäuser										-63,3	-20,4	-1,231			
Magdeburg	-22,5		-0,674	30,0	10,1	0,517	50,7	16,2	0,732	-39,7	-14,6	-0,874	21,9	7,9	0,762
Mücheln										-61,7	-20,6	-1,160	-26,6	-8,7	-0,357
Nemsdorf										-72,0	-24,2	-1,374	-39,3	-13,1	-0,649
Osterhausen	-6,1		-0,039	0,0	0,0	0,338	57,0	17,0	1,107	-95,7	-32,8	-1,980	30,8	10,6	0,811
Petersberg										-32,2	-11,0	-0,464	3,1	1,0	0,130
Querfurt	-9,7		0,151	4,5	1,5	0,375	-2,2	-0,7	0,038	-69,7	-23,6	-1,374	-16,3	-5,4	-0,097
Questenberg	-3,1		-0,396	13,4	4,0	-0,075	29,4	8,5	0,638	-15,6	-4,8	-0,339	11,8	3,6	0,130
Reinsdorf							65,0	19,8	1,613	-24,3	-8,1	-0,517	-5,6	-1,8	-0,130
Rothenburg	-56,1		-1,587	-6,4	-2,1	0,196	-22,7	-7,3	-0,075	-73,6	-27,8	-1,409	1,6	0,6	-0,016
Sangerhausen	-34,0		-1,330	53,8	17,4	0,769	13,1	4,1	0,038	0,4	0,1	0,089	10,8	3,8	0,227
Schafstädt	-4,1		-0,051	-23,9	-8,1	-0,268	3,2	1,0	-0,131	-64,4	-22,2	-0,999	-17,7	-6,0	-0,130
Schönebeck	-24,9		-0,952	-1,0	-0,4	-0,553	-5,6	-1,8	0,131	18,3	6,8	0,624	23,1	8,4	0,584
Schönowerda	-10,6		-0,490	40,2	13,2	0,900	23,5	7,6	0,469	-46,4	-16,6	-0,874	34,1	11,7	0,843
Schraplau	-8,2		0,248	-24,1	-8,2	0,036	9,1	3,1	0,450	-60,7	-21,9	-1,017	6,6	2,3	0,389
Stangerode							-0,8	-0,2	-0,038	-7,7	-2,5	-0,018	-9,5	-3,0	-0,032
Staßfurt										-8,0	-2,9	-0,464	3,0	1,1	0,000
Teutschenthal							24,8	8,0	0,600	-3,6	-1,3	0,214	-16,8	-5,7	-0,130
Weißenfels	-53,6		-1,744	15,7	4,8	-0,018	-1,6	-0,5	0,469	-50,3	-17,5	-0,856	-1,3	-0,4	-0,065
Wettelrode													-3,6	1,9	-0,357
Wiehe	5,7		-0,163	-39,9	-12,7	-1,125	61,4	18,1	1,050	-20,5	-6,8	-0,303	58,0	18,4	1,135
Wippra															
Wolmirsteilen	-18,9		-0,783	1,6	0,5	-0,231	-18,2	-5,8	-0,225	-19,1	-6,9	-0,553	-23,5	-8,3	-0,195
Zappendorf										-10,6	-3,9	0,054	29,9	10,4	0,811
Ziegelroda							-11,0	-3,1	-0,038	-31,0	-9,7	-0,482	0,1	0,0	0,000

Tabelle 19 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Winterquartal

Winterquartal															
Station	Trend abs. 1902-2000 [mm]	Trend rel. 1902-2000 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1902-1930 [mm]	Trend rel. 1902-1930 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1931-1960 [mm]	Trend rel. 1931-1960 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1961-1990 [mm]	Trend rel. 1961-1990 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1971-2000 [mm]	Trend rel. 1971-2000 [%]	Signifikanz
Allstedt										10,6	10,9	1,090	49,8	49,2	3,114
Amesdorf	20,8	22,5	1,926	12,5	14,0	0,540	11,2	13,3	0,769	14,8	15,4	0,820	36,5	37,1	2,254
Annarode	30,8	23,0	2,249	20,6	15,8	0,488	19,0	16,0	0,713	10,2	7,3	0,767	44,1	30,8	2,011
Aschersleben	8,8	9,4	0,970	31,2	33,8	1,913	4,7	5,2	0,230	8,6	9,2	0,380	25,9	27,7	1,719
Aseleben										9,1	9,4	0,620	32,1	32,3	2,092
Augsdorf										3,5	3,3	0,540	48,1	45,8	2,757
Bad Bibra	29,6	25,6	2,310	26,7	24,5	0,450	17,0	15,2	1,200	27,9	22,9	1,410	28,2	22,6	1,719
Bad Dürreneberg	15,8	16,1	1,766	27,5	28,4	1,463	16,4	17,3	0,994	22,0	22,4	0,821	35,9	35,2	1,914
Bad Lauchstädt	9,5	10,9	1,050	3,3	3,8	-0,020	12,5	15,5	0,620	13,1	14,5	0,980	22,9	25,7	1,703
Beesenlaublingen							-8,8	-10,8	-0,263	8,0	8,4	0,696			
Belleben	12,1	12,2	0,970	28,1	28,6	1,201	5,0	5,4	0,450	11,1	11,2	1,020	37,4	37,2	2,043
Bernburg-Zeppig										10,0	10,5	0,610	34,6	35,5	1,719
Biesenrode													52,8	43,3	2,919
Bischofrode							15,2	14,5	0,860	-25,2	-21,4	-0,300	51,9	44,4	3,178
Bodenschwende										39,7	23,2	1,195			
Brumby										28,2	29,4	1,784	35,6	35,6	2,222
Burgsdorf							3,9	4,6	0,319	5,9	5,6	0,678	25,5	24,2	1,670
Donndorf													52,1	47,5	2,708
Frankleben										31,6	33,2	2,020	36,4	36,6	2,497
Gatersleben										-6,9	-7,5	0,125			
Halle	-2,7	-3,0	-0,024	18,0	19,0	0,731	0,4	0,4	0,150	15,1	16,9	0,910	33,0		1,784
Ichstedt							-2,7	-2,8	-0,130	-8,6	-8,1	0,230			
Klostermansfeld	24,6	21,5	1,970	6,2	5,6	0,090	24,3	24,0	1,180	-21,5	-17,5	0,090	38,4	32,4	2,043
Köthen	15,5	14,8	1,563	10,6	10,3	0,624	11,8	11,8	0,338	12,2	11,5	0,393	31,1	28,5	1,687
Kyffhäuser										-25,8	-20,9	-0,410			
Magdeburg	-1,0	-0,9	-0,021	31,2	26,5	1,766	20,7	20,0	1,388	-14,3	-12,6	-0,321	18,6	17,0	0,795
Mücheln										22,8	23,2	1,445	40,3	38,7	2,432
Nemsdorf										2,3	2,2	0,660	39,0	37,5	2,432
Osterhausen	37,1	35,0	2,872	10,6	11,0	0,263	26,7	28,1	1,294	-8,9	-6,0	0,232	44,8	39,2	2,400
Petersberg										1,3	1,3	0,482	25,3	24,8	1,865
Querfurt	40,0	39,3	3,211	4,9	5,3	0,107	19,3	21,2	0,750	10,4	9,5	0,839	49,0	43,3	2,562
Questenberg	56,2	38,4	2,984	29,1	21,8	0,788	37,2	28,4	1,219	37,4	23,1	0,910	51,7	31,7	1,605
Reinsdorf							35,7	40,9	1,876	25,1	24,2	1,606	40,6	37,6	2,124
Rothenburg	2,3	2,5	0,508	36,8	38,4	1,677	4,6	5,5	0,750	-8,0	-8,8	-0,357	28,8	32,1	1,832
Sangerhausen	22,6	20,3	1,578	18,9	17,1	0,270	21,0	21,3	0,800	-8,9	-7,8	0,870	52,3	44,7	2,822
Schafstädt	28,7	31,1	2,470	-5,3	-6,2	-0,790	4,0	4,8	0,430	16,3	16,5	1,160	47,7	47,5	2,903
Schönebeck	13,0	12,7	1,306	15,3	15,4	1,160	3,9	4,0	0,263	17,9	17,3	0,963	26,0	24,7	1,492
Schönowerda	19,9	20,4	1,740	17,6	18,8	0,540	10,8	11,7	0,620	10,7	11,0	0,980	48,7	48,3	2,968
Schraplau	20,3	22,6	2,019	-23,8	-27,4	-2,026	15,0	19,4	1,070	0,0	0,0	0,230	30,1	31,1	1,978
Stangerode							15,4	13,7	0,638	-3,2	-2,6	0,232	50,5	40,1	2,757
Staßfurt										20,1	20,1	1,856	42,6	41,0	2,838
Teutschenthal							0,8	1,0	-0,020	6,6	6,9	0,570	28,0	28,8	1,978
Weißenfels	2,9	3,1	0,369	18,1	19,5	0,882	2,5	2,7	0,281	22,6	25,7	1,374	30,7	33,4	2,043
Wettelrode													57,5	39,7	2,173
Wiehe	25,6	21,7	1,844	-1,6	-1,4	-0,375	19,5	18,2	0,975	6,5	5,3	0,500	46,9	37,9	2,368
Wippra				44,5	35,6	1,876	7,4	6,5	0,675						
Wolmirsleben	22,7	22,4	2,077	14,3	14,9	0,714	5,5	5,8	0,131	25,8	24,2	1,802	26,7	24,7	1,492
Zappendorf										19,0	20,1	1,570	38,8	39,6	2,562
Ziegelroda							-3,9	-3,9	-0,130	17,1	15,6	0,950	49,7	43,6	2,870

Tabelle 20 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Frühjahrsquartal

Frühjahrsquartal															
Station	Trend abs. 1902-2000 [mm]	Trend rel. 1902-2000 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1902-1930 [mm]	Trend rel. 1902-1930 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1931-1960 [mm]	Trend rel. 1931-1960 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1961-1990 [mm]	Trend rel. 1961-1990 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1971-2000 [mm]	Trend rel. 1971-2000 [%]	Signifikanz
Allstedt										-1,8	-1,8	-0,018	15,2	15,1	0,259
Amesdorf	16,6	18,8	1,119	11,3	13,4	0,732	-10,7	-10,7	-0,450	-4,5	-4,8	-0,410	18,5	19,9	0,778
Annarode	23,7	19,3	1,509	3,8	3,2	0,375	-8,4	-8,4	-0,188	7,5	5,7	0,143	8,0	5,9	0,259
Aschersleben	10,5	11,5	0,771	35,7	40,7	1,838	-35,6	-35,6	-1,388	-23,3	-24,2	-0,696	8,0	8,6	0,649
Aseleben										-6,4	-6,4	-0,410	10,2	10,0	-0,162
Augsdorf										-19,5	-17,4	-0,731	-4,4	-4,1	0,195
Bad Bibra	38,2	33,6	2,116	23,4	22,5	0,919	10,4	10,4	0,431	15,0	11,9	0,553	14,1	11,0	0,486
Bad Dürreneberg	26,6	26,6	1,932	31,8	34,1	2,070	14,6	14,6	0,825	-3,2	-3,0	0,089	-1,1	-1,0	0,032
Bad Lauchstädt	19,6	21,9	1,394	19,8	22,8	1,294	15,3	15,3	0,694	5,7	5,8	0,214	-6,1	-6,2	-0,486
Beesenlaubingen							-22,9	-22,9	-0,619	-13,9	-13,8	-0,624			
Belleben	6,9	7,3	0,233	30,9	32,4	1,351	-24,0	-24,0	-1,125	-12,2	-12,2	-0,464	9,4	9,7	0,097
Bernburg-Zepzig										-11,6	-12,4	-0,553	10,9	11,8	0,908
Biesenrode													3,2	1,9	-0,097
Bischofrode							-4,1	-4,1	-0,038	-39,9	-34,1	-1,606	12,0	10,4	0,600
Bodenschwende										-15,4	-10,6	-0,410			
Brumby										12,9	14,1	0,446	23,1	24,4	1,135
Burgsdorf							-1,3	-1,3	-0,338	-6,0	-5,4	-0,375	-11,5	-10,7	-0,568
Donndorf													19,1	13,0	0,486
Frankleben										17,5	16,6	0,446	2,2	2,1	-0,195
Gatersleben										-34,7	-35,9	-1,231			
Halle	5,9	6,5	0,381	26,3	29,5	1,876	-17,3	-17,3	-0,732	3,3	3,6	0,143	9,0		0,032
Ichstedt							-20,4	-20,4	-0,825	-25,4	-24,3	-1,053			
Klostermansfeld	21,6	19,8	1,466	15,7	15,1	0,696	2,0	2,0	0,094	-39,6	-33,3	-1,409	4,7	4,1	0,357
Köthen	20,5	21,1	1,421	20,2	22,0	1,374	1,0	1,0	0,019	-9,1	-8,8	-0,517	3,8	3,7	0,292
Kyffhäuser										-26,7	-23,3	-1,017			
Magdeburg	10,4	10,3	0,460	12,0	12,2	0,919	-3,4	-3,4	-0,319	-17,1	-15,7	-0,482	-10,0	-9,6	-0,324
Mücheln										3,7	3,4	0,125	-10,3	-9,6	-0,649
Nemsdorf										1,1	1,0	0,089	1,3	1,2	-0,227
Osterhausen	35,9	35,9	2,718	7,2	7,9	0,338	16,7	16,7	1,069	-12,8	-11,1	-0,446	-4,0	-3,6	-0,259
Petersberg										-4,2	-4,1	-0,535	-7,4	-7,3	-0,276
Querfurt	42,1	43,0	3,075	27,8	32,1	1,576	-3,6	-3,6	0,038	-6,6	-5,8	-0,268	2,5	2,2	-0,178
Questenberg	40,5	33,2	2,443	4,5	4,0	0,169	-12,2	-12,2	-0,150	-23,0	-16,8	-0,482	31,7	23,2	1,459
Reinsdorf							12,9	12,9	0,525	0,3	0,3	0,054	9,3	8,2	0,000
Rothenburg	4,6	5,1	0,348	48,6	51,9	2,288	-17,5	-17,5	-1,294	-7,0	-7,3	-0,339	-3,6	-3,9	-0,292
Sangerhausen	19,0	19,2	1,369	20,1	20,8	1,125	-2,9	-2,9	-0,281	-23,1	-21,7	-0,696	13,5	12,8	0,908
Schafstädt	31,3	33,4	2,110	1,9	2,3	-0,054	-2,3	-2,3	0,000	0,2	0,2	-0,018	-6,4	-6,0	-0,778
Schönebeck	13,5	15,1	0,653	17,3	19,7	0,963	-20,0	-20,0	-0,788	0,0	0,0	-0,232	10,3	10,7	0,551
Schönewerda	22,1	24,0	1,905	22,6	26,2	1,659	1,4	1,4	0,131	-7,9	-8,1	-0,660	13,6	13,7	0,162
Schraplau	18,4	20,9	1,143	7,5	8,7	0,143	-13,3	-13,3	-0,356	-18,3	-19,1	-0,874	-5,2	-5,3	-0,568
Stangerode							-13,1	-13,1	-0,563	-6,6	-5,1	-0,232	5,6	4,3	0,227
Staßfurt										-10,7	-10,9	-0,535	13,4	13,7	0,827
Teutschenthal							-5,2	-5,2	-0,094	-5,4	-5,3	-0,285	-16,5	-16,6	-0,681
Weißenfels	14,1	14,6	0,892	23,0	24,5	1,351	-9,8	-9,8	-0,113	4,5	4,4	0,071	-2,5	-2,4	-0,324
Wettelrode													29,1	16,4	0,389
Wiehe	25,0	22,5	1,427	2,7	2,6	0,036	6,8	6,8	0,525	2,6	2,2	-0,143	19,9	16,6	0,178
Wippra				30,8	27,7	0,938	-2,4	-2,4	0,150						
Wolmirsleben	19,1	20,2	1,363	24,2	27,5	1,820	-34,8	-34,8	-1,576	-10,0	-9,7	-0,392	-4,7	-4,6	-0,081
Zappendorf										5,8	5,9	0,178	11,3	11,3	0,373
Ziegelroda							1,5	1,5	0,188	2,1	1,8	0,089	-0,1	-0,1	-0,097

Tabelle 21 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Sommerquartal

Sommerquartal															
Station	Trend abs. 1902-2000 [mm]	Trend rel. 1902-2000 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1902-1930 [mm]	Trend rel. 1902-1930 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1931-1960 [mm]	Trend rel. 1931-1960 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1961-1990 [mm]	Trend rel. 1961-1990 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1971-2000 [mm]	Trend rel. 1971-2000 [%]	Signifikanz
Allstedt										-13,8	-8,4	-0,270	28,8	16,5	0,941
Amesdorf	11,3	7,1	0,330	-36,3	-25,0	-1,070	24,0	13,6	0,638	-14,9	-9,8	-0,550	20,3	13,0	0,454
Annarode	-9,3	-5,2	-0,889	-53,9	-32,4	-1,351	-16,4	-8,2	-0,844	-29,3	-17,3	-1,231	-18,4	-10,9	-0,681
Aschersleben	9,8	5,7	0,120	-0,5	-0,3	-0,480	32,5	16,9	0,390	-42,4	-26,0	-1,450	-9,4	-5,7	-0,519
Aseleben										-26,2	-17,3	-0,950	26,1	16,5	1,103
Augsdorf										-12,3	-7,7	-0,700	11,9	7,3	0,259
Bad Bibra	-8,4	-4,4	-0,300	-24,4	-12,8	-0,450	53,4	26,4	1,110	-38,4	-20,7	-1,120	-9,4	-5,1	-0,227
Bad Dürreneberg	-9,2	-5,1	0,190	-54,2	-30,1	-1,013	45,8	24,3	1,107	-27,9	-16,7	-0,981	33,8	19,7	1,330
Bad Lauchstädt	-18,4	-10,4	-0,660	-28,2	-15,8	-0,550	9,7	5,1	0,430	-27,2	-17,2	-1,020	12,8	7,6	0,195
Beesenlaublingen							-7,0	-4,1	-0,469	-19,1	-12,5	-0,981			
Belleben	5,2	3,0	-0,050	-13,6	-8,7	-0,200	-4,0	-2,1	-0,550	-27,7	-17,2	-1,410	16,1	9,8	0,259
Bernburg-Zeppig										-20,1	-13,1	-0,840	15,9	10,2	0,470
Biesenrode													2,0	1,2	-0,195
Bischofrode							4,0	2,1	0,070	-75,3	-43,4	-2,320	4,4	2,6	0,162
Bodenschwende										-11,8	-6,6	-0,446			
Brumby										-18,9	-12,5	-0,732	14,5	9,6	0,195
Burgsdorf							-13,7	-7,8	-1,125	-4,4	-2,8	-0,624	33,6	20,4	1,038
Donndorf													53,7	31,7	1,881
Frankleben										-30,2	-19,5	-0,770	21,7	13,5	1,005
Gatersleben										-41,2	-25,4	-1,000			
Halle	-21,6	-12,3	-0,801	-44,6	-24,9	-0,619	2,9	1,5	0,581	-35,8	-22,5	-1,677	28,3		0,065
Ichstedt							-12,6	-7,4	-0,550	-43,1	-27,9	-1,570			
Klostermansfeld	-1,6	-0,9	-0,080	-51,8	-32,5	-1,313	12,4	6,3	-0,290	-47,4	-28,1	-1,700	-17,9	-10,8	-0,681
Köthen	-14,7	-8,6	-0,565	-50,8	-29,9	-1,332	13,6	7,5	0,094	-2,2	-1,4	-0,660	5,7	3,5	0,000
Kyffhäuser										-40,3	-23,2	-1,160			
Magdeburg	-1,4	-0,9	0,206	-0,7	-0,4	-0,143	46,3	26,4	0,600	-25,6	-16,4	-0,660	-7,3	-4,7	-0,065
Mücheln										-28,7	-17,2	-1,053	-6,1	-3,5	-0,357
Nemsdorf										-42,4	-25,5	-1,588	-9,5	-5,6	-0,748
Osterhausen	-1,2	-0,7	-0,242	-28,2	-17,4	-1,107	34,7	17,9	0,900	-68,3	-41,0	-2,623	27,4	17,2	1,135
Petersberg										-20,4	-12,7	-0,807	22,5	13,7	0,649
Querfurt	-8,0	-4,6	-0,369	-11,9	-6,9	-0,500	-7,9	-4,3	-0,431	-42,6	-25,9	-2,230	-2,6	-1,6	-0,843
Questenberg	11,1	6,2	0,499	-25,0	-14,6	-0,638	36,5	19,3	0,206	-24,2	-13,4	-0,946	-4,4	-2,4	-0,389
Reinsdorf							40,1	22,0	1,144	-23,1	-13,4	-0,785	12,8	7,3	0,535
Rothenburg	-31,7	-19,2	-1,521	-36,3	-21,5	-0,410	-24,3	-13,5	-1,125	-39,9	-27,3	-1,731	23,5	15,7	0,454
Sangerhausen	-12,7	-7,6	-1,050	8,5	5,1	-0,390	9,8	5,4	-0,010	3,8	2,5	0,300	3,7	2,3	0,292
Schafstädt	-6,0	-3,5	-0,250	-24,6	-14,5	-0,730	8,8	4,9	0,610	-36,2	-22,6	-1,860	10,2	6,1	0,422
Schönebeck	-10,1	-6,2	-0,327	-18,1	-11,5	-0,839	0,3	0,2	0,131	22,0	14,3	0,464	11,3	7,3	0,276
Schönowerda	-5,1	-3,0	-0,490	6,8	4,0	-0,270	19,9	11,3	0,340	-36,0	-22,9	-1,370	22,1	13,7	0,876
Schraplau	-1,2	-0,7	0,040	-22,0	-13,2	-0,380	15,5	9,1	0,320	-42,1	-27,0	-1,550	26,5	16,2	0,551
Stangerode							-7,8	-4,1	-0,675	-7,1	-4,2	-0,321	-16,0	-9,0	-0,762
Staßfurt										-4,4	-2,9	-0,268	-4,4	-2,9	-0,389
Teutschenthal							5,3	2,9	0,160	10,7	6,7	0,380	16,1	9,5	0,486
Weißenfels	-37,4	-20,6	-1,512	-23,0	-12,1	-0,839	22,7	11,6	0,807	-30,0	-19,0	-1,267	15,7	9,6	0,519
Wettelrode													-15,4	-9,1	-0,422
Wiehe	4,1	2,3	-0,109	-42,5	-24,7	-1,313	38,8	20,5	0,225	-28,1	-16,7	-0,981	42,7	24,7	1,622
Wippra				-46,8	-27,3	-1,257	-6,6	-3,4	-0,563						
Wolmirsleben	-7,5	-4,7	-0,275	-29,6	-19,3	-0,446	-2,8	-1,6	-0,394	-24,6	-16,0	-1,249	-14,0	-9,1	-0,292
Zappendorf										3,1	2,1	0,054	44,2	27,1	1,476
Ziegelroda							-6,6	-3,3	-0,140	-22,4	-12,3	-0,910	18,1	9,9	1,168

Tabelle 22 Anh.: Beobachteter absoluter linearer Trend [mm] und relativer Trend [%] des Niederschlages für unterschiedliche Betrachtungszeiträume, bezogen auf das hydrologische Herbstquartal

Herbstquartal															
Station	Trend abs. 1902-2000 [mm]	Trend rel. 1902-2000 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1902-1930 [mm]	Trend rel. 1902-1930 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1931-1960 [mm]	Trend rel. 1931-1960 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1961-1990 [mm]	Trend rel. 1961-1990 [%]	Signifikanz	Trend abs. 1971-2000 [mm]	Trend rel. 1971-2000 [%]	Signifikanz
Allstedt										-24,0	-19,1	-0,910	-12,8	-10,2	-0,519
Amesdorf	-9,0	-7,2	-0,760	14,8	11,6	0,520	6,8	5,3	0,356	-12,2	-10,2	-0,500	-6,1	-5,1	-0,032
Annarode	-30,8	-21,3	-2,119	8,7	5,6	0,300	-9,9	-6,5	-0,113	-11,5	-8,9	-0,196	2,7	2,1	0,065
Aschersleben	-22,8	-17,5	-1,650	26,1	18,8	0,800	9,8	7,2	0,488	-1,2	-1,0	0,050	-24,1	-19,5	-0,584
Aseleben										-14,5	-12,3	-0,380	-2,5	-2,1	-0,162
Augsdorf										-24,3	-20,5	-0,790	-2,2	-1,8	-0,032
Bad Bibra	-9,8	-6,7	-0,660	40,4	26,4	1,140	10,9	7,3	0,750	13,5	9,5	0,550	-12,8	-8,8	-0,162
Bad Dürreneberg	-2,8	-2,0	-0,103	33,4	24,3	0,963	6,0	4,3	-0,169	-12,3	-9,1	-0,285	-15,7	-11,7	-0,292
Bad Lauchstädt	-17,5	-13,4	-0,940	29,9	22,3	0,820	1,2	0,9	0,431	-24,2	-19,7	-0,700	-28,8	-23,4	-0,746
Beesenlaublingen							14,3	11,7	0,638	-20,4	-17,2	-0,446			
Belleben	-7,2	-5,4	-0,710	29,8	22,2	0,980	4,1	2,9	0,131	-17,7	-13,7	-0,380	-21,3	-16,4	-0,259
Bernburg-Zeppig										-0,3	-0,2	0,050	-18,7	-14,6	-0,097
Biesenrode													-0,7	-0,6	0,097
Bischofrode							4,2	2,9	0,506	-38,2	-28,3	-1,390	6,3	4,7	0,195
Bodenschwende										16,8	11,9	0,500			
Brumby										-12,6	-10,8	-0,375	3,4	2,8	0,486
Burgsdorf							10,3	8,2	0,657	-7,8	-6,3	-0,143	-17,9	-14,5	-0,519
Donndorf													13,2	9,9	0,551
Frankleben										-11,8	-9,3	-0,090	7,2	5,5	0,438
Gatersleben										-6,3	-5,3	-0,517			
Halle	-22,8	-17,3	-1,357	34,8	25,2	0,856	-7,0	-4,9	0,206	-10,7	-8,8	-0,375	-17,5		-0,487
Ichstedt							9,5	7,2	0,263	-24,3	-19,8	-0,700			
Klostermansfeld	-29,7	-21,2	-1,920	15,2	10,1	0,410	1,6	1,1	-0,150	-42,3	-33,4	-1,250	16,3	12,7	-0,535
Köthen	-16,6	-12,2	-1,239	36,8	25,9	1,032	6,6	4,7	0,244	-35,0	-26,4	-1,231	-29,6	-23,0	-0,941
Kyffhäuser										-23,0	-16,7	-0,770			
Magdeburg	-21,1	-15,9	-1,518	30,6	21,6	0,767	4,4	3,2	0,319	-14,1	-12,1	-0,446	29,1	23,9	1,395
Mücheln								0,0		-33,0	-25,0	-0,981	-20,6	-15,3	-0,551
Nemsdorf										-29,6	-22,5	-0,607	-29,7	-23,0	-0,827
Osterhausen	-4,9	-3,6	-0,354	28,2	20,2	1,050	22,3	15,9	1,069	-29,4	-22,6	-0,874	3,4	2,6	0,049
Petersberg										-11,7	-8,9	-0,410	-19,5	-14,8	-0,584
Querfurt	-1,7	-1,3	-0,221	16,4	12,2	0,946	5,7	4,1	0,263	-27,6	-21,1	-0,589	-13,7	-10,4	-0,130
Questenberg	-14,2	-9,1	-0,940	38,4	23,5	0,975	-7,1	-4,5	-0,675	8,6	5,9	0,303	16,2	10,8	0,195
Reinsdorf							24,9	17,1	0,825	-1,2	-0,9	0,125	-18,4	-13,9	-0,486
Rothenburg	-24,4	-19,2	-1,629	29,9	22,0	0,607	1,6	1,2	0,450	-33,8	-28,5	-0,839	-21,9	-18,7	-0,649
Sangerhausen	-21,3	-15,9	-1,320	45,4	31,6	1,950	3,2	2,3	0,169	-3,4	-2,8	0,050	7,1	5,7	0,162
Schafstädt	1,9	1,5	0,290	0,7	0,6	-0,180	-5,6	-4,2	-0,094	-28,2	-21,7	-0,550	-27,9	-21,6	-0,649
Schönebeck	-14,8	-11,4	-1,194	17,1	12,8	0,642	-5,9	-4,3	-0,131	-3,7	-3,2	-0,231	11,8	9,6	0,681
Schönewerda	-5,5	-4,2	-0,580	33,4	24,4	0,950	3,6	2,7	0,657	-10,4	-8,5	-0,320	11,9	9,2	0,341
Schraplau	-7,0	-5,7	-0,350	-2,1	-1,7	0,000	-6,4	-5,3	-0,113	-18,6	-15,4	-0,410	-19,9	-16,3	-0,519
Stangerode							7,0	5,0	-0,056	-0,5	-0,4	0,089	6,5	4,6	0,292
Staßfurt										-3,7	-3,1	-0,339	7,4	6,0	0,405
Teutschenthal							5,6	4,4	0,506	-14,3	-11,5	-0,320	-32,9	-26,3	-0,843
Weißenfels	-16,2	-11,8	-1,082	38,7	27,5	1,231	-24,4	-16,8	-0,506	-20,3	-15,7	-0,428	-17,0	-13,0	-0,730
Wettelrode													11,8	8,7	0,195
Wiehe	1,6	1,1	-0,079	2,6	1,8	0,125	22,5	15,0	0,713	7,6	5,6	0,464	15,3	10,7	0,486
Wippra				29,3	19,5	0,910	-20,6	-14,1	-0,581						
Wolmirsleben	-11,4	-8,7	-1,146	31,1	23,2	0,696	-15,4	-11,1	-0,882	5,5	4,5	-0,018	-9,5	-7,4	-0,195
Zappendorf										-13,7	-11,2	-0,232	-14,2	-11,5	-0,146
Ziegelroda							-4,4	-2,9	0,113	-8,6	-6,2	0,090	-18,1	-12,9	-0,454

11. Anlage

CD „Die Niederschlags- und Starkregenentwicklung der letzten 100 Jahre im Mitteldeutschen Trockengebiet als Indikatoren möglicher Klimaänderungen – Anlage“

Verzeichnis der Karten

- Karte 1: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (partielle Serie) (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Frühjahrsquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 2: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (partielle Serie) (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Frühjahrsquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 3: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 10 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Frühjahrsquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 4: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 20 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Frühjahrsquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 5: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (partielle Serie) (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 6: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (partielle Serie) (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 7: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 8: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 9: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 10 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 10: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 20 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Herbstquartal) _unterschiedliche Intervalle
- Karte 11: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommer-/Herbstquartal) 1902-2000
- Karte 12: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommer-/Herbstquartal) 1902-2000
- Karte 13: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommer-/Herbstquartal) 1902-2000

- Karte 14: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winter-/Frühjahrsquartal) 1902-2000
- Karte 15: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winter-/Frühjahrsquartal) 1902-2000
- Karte 16: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winter-/Frühjahrsquartal) 1902-2000
- Karte 17: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (partielle Serie) (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal) _ unterschiedliche Intervalle
- Karte 18: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (partielle Serie) (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal) _ unterschiedliche Intervalle
- Karte 19: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal) _ unterschiedliche Intervalle
- Karte 20: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse ≥ 20 mm (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal) _ unterschiedliche Intervalle
- Karte 21: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 10 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal) _ unterschiedliche Intervalle
- Karte 22: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 20 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Sommerquartal) _ unterschiedliche Intervalle
- Karte 23: Entwicklung der Anzahl der Extremereignisse (partielle Serie) (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterquartal) _ unterschiedliche Intervalle
- Karte 24: Entwicklung des Ausmaßes der Extremereignisse (partielle Serie) (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterquartal) _ unterschiedliche Intervalle
- Karte 25: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 10 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterquartal) _ unterschiedliche Intervalle
- Karte 26: Entwicklung des prozentualen Anteils der Extremereignisse ≥ 20 mm am Gesamtniederschlag (Anstieg der Trendgeraden) vor dem Hintergrund des absoluten Trends des saisonalen Niederschlages (Winterquartal) _ unterschiedliche Intervalle

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Anzahl der Starkniederschläge ≥ 10 mm

Tabelle 2: Ausmaß der Starkniederschläge ≥ 10 mm

Tabelle 3: Anzahl der Starkniederschläge ≥ 20 mm

Tabelle 4: Ausmaß der Starkniederschläge ≥ 20 mm

- Tabelle 5: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (≥ 10 mm, ≥ 20 mm) 1902-2000
Tabelle 6: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (≥ 10 mm, ≥ 20 mm) 1902-1930
Tabelle 7: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (≥ 10 mm, ≥ 20 mm) 1931-1960
Tabelle 8: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (≥ 10 mm, ≥ 20 mm) 1961-1990
Tabelle 9: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (≥ 10 mm, ≥ 20 mm) 1971-2000
Tabelle 10: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (≥ 10 mm, ≥ 20 mm) 1991-2002
Tabelle 11: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (partielle Serie) 1902-2000
Tabelle 12: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (partielle Serie) 1902-1930
Tabelle 13: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (partielle Serie) 1931-1960
Tabelle 14: Prozentualer Anteil der Starkniederschläge (partielle Serie) 1961-1990
Tabelle 15: Historische Ereignisse
Tabelle 16: Historische Ereignisse 1890_1900
Tabelle 17: Wetterlagen

Statistik – Ergebnisse

- Voruntersuchungen - Stationen
- Beispiele für die Durchführung von Alexandersson-, Buishand- und Craddock- Test
- Ergebnisse von Alexandersson-, Buishand- und Craddock- Test
- Beispiele für die Ermittlung von Anzahl und Ausmaß der Starkniederschläge
- Beispiele für die Berechnung des prozentualen Anteils der Starkniederschläge am Gesamtniederschlag
- Signifikanz des Gesamtniederschlages
- Relative Häufigkeit der Wetterlagen
- Relative Häufigkeit der Wetterlagen bei Starkniederschlägen (10 und 20 mm)

Verzeichnis der Niederschlagsstationen

- Monatsniederschlag_Allstedt
Monatsniederschlag_Amesdorf
Monatsniederschlag_Annarode
Monatsniederschlag_Aschersleben
Monatsniederschlag_Aseleben
Monatsniederschlag_Augsdorf
Monatsniederschlag_Bad Bibra
Monatsniederschlag_Bad Dürrenberg
Monatsniederschlag_Bad Lauchstädt
Monatsniederschlag_Beesenlaublingen

Monatsniederschlag_Belleben
Monatsniederschlag_Bernburg-Zepzig
Monatsniederschlag_Biesenrode
Monatsniederschlag_Bischofrode
Monatsniederschlag_Brumby
Monatsniederschlag_Burgsdorf
Monatsniederschlag_Donndorf
Monatsniederschlag_Eisleben
Monatsniederschlag_Frankleben
Monatsniederschlag_Gatersleben
Monatsniederschlag_Halle
Monatsniederschlag_Ichstedt
Monatsniederschlag_Klostermansfeld
Monatsniederschlag_Köthen
Monatsniederschlag_Kyffhäuser
Monatsniederschlag_Magdeburg
Monatsniederschlag_Mücheln
Monatsniederschlag_Nemsdorf
Monatsniederschlag_Osterhausen
Monatsniederschlag_Petersberg
Monatsniederschlag_Querfurt
Monatsniederschlag_Questenberg
Monatsniederschlag_Reinsdorf
Monatsniederschlag_Rothenburg
Monatsniederschlag_Sangerhausen
Monatsniederschlag_Schafstädt
Monatsniederschlag_Schönebeck
Monatsniederschlag_Schönewerda
Monatsniederschlag_Schraplau
Monatsniederschlag_Stangerode
Monatsniederschlag_Teutschenthal
Monatsniederschlag_Weißenfels
Monatsniederschlag_Wettelrode
Monatsniederschlag_Wiehe
Monatsniederschlag_Wippra
Monatsniederschlag_Wippra-Bodenschwende
Monatsniederschlag_Wolmirsleben

Monatsniederschlag_Zappendorf

Monatsniederschlag_Ziegelroda

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel und Quellen angefertigt zu haben. Die den genutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht.

Ilka Fabig

Halle, den 02. Oktober 2006