

Humanbioklimatrend in Deutschland (1951-2000)

Band I: Text

Dissertation der Fakultät für Geowissenschaften
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von:

Petra Demmler

3. September 2007

1. Gutachter: Prof. Dr. Uwe Rust

2. Gutachter: Prof. Dr. Wolfram Mauser

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.2007

„Der Ausdruck *Klima* bezeichnet in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsre Organe merklich afficieren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometrischen Druckes, den ruhigen Luftzustand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der electricischen Spannung, die Reinheit der Atmosphäre oder die Vermengung mit mehr oder minder schädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich den Grad habitueller Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels; welcher nicht bloß wichtig ist für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwicklung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Gefühle und ganze Seelenstimmung des Menschen.“

Alexander von Humboldt (1845, 340)

Vorwort

Die vorliegende Arbeit kombiniert ein bereits länger bestehendes Interesse an humanbioklimatologischen Fragestellungen mit dem Themenbereich der Klimaänderung, der zurzeit im Fokus der Klimaforschung wie auch des öffentlichen Interesses steht. Während der Realisierung dieses Vorhabens erhielt ich von verschiedenen Seiten tatkräftige Unterstützung, für die ich sehr dankbar bin.

An erster Stelle gebührt der Dank meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Uwe Rust, Department für Geographie an der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die gute Betreuung. Die vielen fachlichen Ratschläge, Hilfestellungen organisatorischer Art und nicht zuletzt die moralische Unterstützung empfand ich als sehr wertvoll.

Zu besonderem Dank verpflichtet fühle ich mich auch Herrn Prof. Dr. Gerd Jendritzky vom Geschäftsfeld Medizinmeteorologie beim Deutschen Wetterdienst, Dienststelle Freiburg. Er ermutigte mich ebenfalls zu diesem Vorhaben und stellte mir das Klima-Michel-Modell des Deutschen Wetterdienstes zur Verfügung, ohne das die Berechnung der Kerngröße dieser Arbeit, der gefühlten Temperatur, nicht möglich gewesen wäre. Aus dem Geschäftsfeld erhielt ich immer wieder Rat, hier sei besonders Frau Dr. Angelika Grätz gedankt.

Vom Deutschen Wetterdienst, Zentralamt Offenbach, wurde mir dankenswerterweise synoptisches Datenmaterial des Wetterstationsnetzes bereitgestellt.

Dem Deutschen Wetterdienst, Dienststelle München, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, schulde ich Dank für bereitwillige Auskünfte zu den Stationen und zum synoptischen Datenmaterial, stellvertretend sei hier Herr Christian Kronfeldner genannt. Herr Dipl.-Met. Jens Winninghoff, Deutscher Wetterdienst, Dienststelle München, Geschäftsfeld Wettervorhersage, war mir bei Fragen synoptisch-meteorologischer Art eine wertvolle Hilfe.

In der Arbeitsphase des Datenhandlings erhielt ich programmiertechnische Hilfe von Herrn Dr. Paul James, ehemals wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Bioklimatologie und Immissionsforschung an der TU München. Bei der Anwendung der beschriebenen Homogenisierungsansätze folgte ich seinem Rat, da er über langjährige Erfahrung in der Bearbeitung synoptischer Datensätze verfügt. Auch ihm gilt mein besonderer Dank.

Frau Dipl.-Ing. Vera Falck, Department für Geographie an der Ludwig-Maximilians-Universität München, übernahm dankenswerterweise kartografische Arbeiten.

Die Durchführung der Arbeit wurde durch ein Promotionsstipendium der Ludwig-Maximilians-Universität München finanziell unterstützt.

Den vielen „Korrekturlesern“ aus meinem Bekannten- und Freundeskreis danke ich ganz herzlich für die aufmerksame Durchsicht meiner Niederschrift.

Schließlich bin ich meiner Mutter und meinem inzwischen verstorbenen Vater zu großem Dank dafür verpflichtet, dass sie diese Weiterqualifizierung durch ihre finanzielle Unterstützung und ihren Zuspruch gefördert haben.

Inhalt

Vorwort	Seite	IV
Inhalt		V
Zusammenfassung		VIII
Strukturierung der Niederschrift		IX
1 Fragestellung, Literaturstand und Arbeitsziele		1
2 Methodik der physiologischen Bewertung der thermischen Umgebung		4
2.1 Thermophysiological Grundlagen		4
2.2 Empirische Indizes		5
2.3 Wärmebilanzmodelle		6
2.3.1 Modell der „apparent temperature“ nach Robert Steadman		6
2.3.2 Münchner Energiebilanz-Modell für Individuen nach Peter Höppe		6
2.3.3 Klima-Michel-Modell nach Gerd Jendritzky		7
2.3.3.1 Modellbeschreibung		7
2.3.3.2 Indizes		10
3 Datenmanagement und Analysemethoden		11
3.1 Wahl des Indexes der Temperaturempfindung		11
3.2 Datenauswahl und -akquisition		13
3.3 Homogenisierung der synoptischen Rohdatensätze		14
3.3.1 Identifizierung und Eliminierung von Datenfehlern		15
3.3.2 Füllen von Datenlücken		16
3.3.3 Datensatzanpassung infolge Stationsverlegung		19
3.4 Aufbereitung der Grunddatensätze		19
3.4.1 Klima-Michel-Modell: Datenverarbeitung und Ausgangsgrößen		19
3.4.2 Thermische Belastung		20
3.4.3 Unmittelbare Einflussgrößen der gefühlten Temperatur		21
3.4.4 Großräumige Einflussgrößen der gefühlten Temperatur		22
3.5 Grundlagenstudien zur gefühlten Temperatur		22
3.6 Methodik der Trendanalyse		23
3.6.1 Wahl des Trendmodells		23
3.6.2 Trendzerlegung		24
3.6.3 Mann-Kendall-Trendtest		24
		V

3.7	Trendberechnungen	25
3.7.1	Trends der gefühlten Temperatur und ihrer unmittelbaren Einflussgrößen	25
3.7.2	Trends der Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung	26
3.7.3	Zirkulationsdynamische Trenduntersuchungen	27
3.7.3.1	Großwetterlagen	27
3.7.3.2	Nordatlantische Oszillation	28
4	Ergebnisse, Diskussion und Ursachenforschung	29
4.1	Grundlagenstudien zur gefühlten Temperatur	29
4.1.1	Sensitivitätsstudie	29
4.1.2	Mittelwertsklimatologie	30
4.2	Trendklimatologie	33
4.2.1	Jahrestrends	33
4.2.1.1	Gefühlte Temperatur	33
	Allgemein	33
	Geographische Differenzierung	35
	Tageszeitliche Differenzierung	37
	Trendverhalten im Verlauf der Untersuchungsperiode	37
4.2.1.2	Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung	38
	Kältebelastung	38
	Wärmebelastung	38
	Geographische Differenzierung	39
4.2.2	Gesamtüberblick in monatlicher Auflösung	40
	Allgemein	40
	Geographische Differenzierung	41
	Tageszeitliche Differenzierung	41
4.2.3	Januar bis März	41
	Allgemein	41
	Geographische Differenzierung	45
	Tageszeitliche Differenzierung	47
4.2.4	April	48
	Allgemein	48
	Geographische Differenzierung	49
	Tageszeitliche Differenzierung	50

4.2.5	Mai	51
4.2.5.1	Gefühlte Temperatur	51
	Allgemein	51
	Geographische Differenzierung	53
	Tageszeitliche Differenzierung	55
4.2.5.2	Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung	55
	Allgemein	55
	Geographische Differenzierung	56
4.2.6	August	57
4.2.6.1	Gefühlte Temperatur	57
	Allgemein	57
	Geographische Differenzierung	59
	Tageszeitliche Differenzierung	61
4.2.6.2	Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung	62
	Allgemein	62
	Geographische Differenzierung	62
4.2.7	Dezember	63
	Allgemein	63
	Geographische Differenzierung	65
	Tageszeitliche Differenzierung	67
4.2.8	Ergänzende Studien	67
4.2.8.1	Langfristige Trends ausgewählter Großwetterlagen	68
4.2.8.2	Korrelation mit der Nordatlantischen Oszillation	69
4.2.9	Abschließende Diskussion	70
	Ausblick	76
	Literatur	79

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit analysiert die rezente Klimaänderung hinsichtlich der menschlichen Temperaturempfindung in Deutschland im Zeitraum 1951-2000. Die subjektive Einschätzung der thermischen Umgebung wird mit dem Klima-Michel-Modell berechnet. Es integriert als hoch entwickeltes Wärmebilanzmodell alle relevanten physiologischen und atmosphärischen Größen, gibt das Empfinden als „gefühlte Temperatur“ für den Durchschnittsmenschen im Freien in der Maßzahl Grad Celsius an und erlaubt eine Bewertung der thermischen Belastung. Zur Berechnung der gefühlten Temperatur wurden Messdaten zu Lufttemperatur, Feuchte, Wind sowie Bewölkungsparameter verarbeitet. Das Datenmaterial ausgewählter Stationen wurde zunächst verschiedenen Homogenisierungsmethoden unterzogen, um fehler- und lückenlose Datenreihen zu schaffen. Für 54 Stationen wurden zunächst Mittelwertstudien zur gefühlten Temperatur durchgeführt, dann in jährlicher, monatlicher und tageszeitlicher Auflösung Trends zu dieser Größe und zur Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung berechnet. Die anschließende Ursachenforschung analysiert sowohl die unmittelbaren Einflussgrößen (Strahlung, Wind, etc.) als auch die atmosphärische Zirkulation.

Die Ergebnisse dokumentieren insgesamt einen deutlichen Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur, der durch die Mehrzahl der Monate und Stationen gestützt wird. Dabei zeigt sich eine Konzentration des Temperaturanstiegs auf den Süden des Bundesgebiets. Die Zunahme der gefühlten Temperatur ist im Jahresmittel wie auch in allen Monaten, in denen signifikante Trends ermittelt wurden, stärker als die der Lufttemperatur. Die wenigen Monate mit nicht signifikanten Trends weisen entweder sehr geringe Trendwerte auf (Herbstmonate) oder es ergaben sich trotz relativ hoher Trendwerte keine signifikanten Trends, weil die Einzelwerte eine sehr hohe Streuung besitzen (z.B. Februar, Juli). Die hinsichtlich Trendwert wie auch Signifikanz mit Abstand trendstärksten Monate sind Mai und August. In diesen Monaten hat auch die Wärmebelastung zugenommen, in ganz besonderem Maße im August.

Die bioklimatische Erwärmung kann mit der Zunahme übernormal temperierter und meist antizyklonaler Großwetterlagen begründet werden. Als unmittelbare Ursachen zeigen sich deshalb positive Trends in Lufttemperatur und Einstrahlung sowie ein Abnahmetrend der Windgeschwindigkeit. Der Grund für die Änderungen in der Großwetterlagenkonstellation liegt in großräumigen Änderungen der nordatlantisch-europäischen Zirkulation. Dabei korrelieren die Trends im Winterhalbjahr gut mit der Zunahme der Indexwerte der Nordatlantischen Oszillation. Die sommerliche Erwärmung weist auf einen Trend zur Ausweitung der subtropischen Hochdruckzone nach Norden hin.

Im Winter profitiert der Mensch aufgrund der Abnahme der Kältebelastung von dieser Entwicklung. Im Sommer sind die Folgen der zunehmenden Wärmebelastung dagegen alarmierend. Sie führt zu gesundheitlichen Problemen, mit Blick auf hochsommerliche Hitzewellen auch zu einer höheren Mortalität.

Strukturierung der Niederschrift

Die vorliegende Arbeit besteht aus zwei Bänden, einem Textband und einem Band mit Abbildungen und Tabellen. Diese Art der Strukturierung wurde aufgrund pragmatischer Erwägungen heraus gewählt. Im Abbildungsband werden die Ergebnisse sämtlicher Wetterstationen - die sich meist über viele Seiten erstrecken - in Gestalt thematischer Blöcke zusammengefasst (z.B. Bd. II, S. 14 ff., Abb. 4-1 bis 4-54). So bleibt der Zusammenhang gewahrt, und Stationsvergleiche werden erleichtert. Teile davon für die Diskussion in den Textband zu integrieren, hieße, sie aus ihrem organischen Zusammenhang zu reißen. Bei der Fülle der Abbildungen wäre es ohnehin kaum möglich gewesen, Text und Bild in ein Blickfeld zu bekommen.

Dabei folgt das Ordnungsprinzip der thematischen Sortierung, und nicht, wie sonst oft üblich, der im Text diskutierten Reihenfolge. Jeder thematische Block im Abbildungsband beginnt mit einem Deckblatt, auf dem die Überschrift und oft zusätzlich noch eine Art Legende zu finden ist, welche die einzelnen Elemente der nachfolgenden Abbildungen erläutert (z.B. Bd. II, S. 78 zu den Abb. 14-1 bis 65-4). Hier werden auch die Einheiten der Ergebnisse angegeben.

Im Textband (Bd. I) wurden die einzelnen, im Ergebnisteil der Niederschrift dargelegten Befunde der Analysen fortlaufend nummeriert. Dabei folgt jeweils den Befunden zu einzelnen Subthemen, wie etwa der geographischen Differenzierung, direkt die Diskussion, wobei die jeweiligen Ergebnis/Diskussion - Paare durch eine gemeinsame Zahl kenntlich gemacht werden (Bsp.: zu Befund 21 gehört die Diskussion 21*).

Diese Art der Gliederung bewahrt den thematischen Zusammenhang. Das Prinzip der Kennzahlen erleichtert auch die konkrete Ansprache innerhalb der zugehörigen Diskussion (wenn Ergebnisse in der Diskussion zusammengefasst werden z.B. auf S. 35 (9* u. 11*), oder wenn im weiteren Verlauf des Textes noch einmal auf bestimmte, bereits dargelegte Ergebnisse/Argumente Bezug genommen wird.

1 Fragestellung, Literaturstand und Arbeitsziele

Ziel der Arbeit ist die Untersuchung von langfristigen Klimaänderungen in ihrer Relevanz für den menschlichen Wärmehaushalt. Zum Thema Klimawandel liegen bereits zahlreiche Studien vor. Neben einigen Publikationen, die eine Synopsis sämtlicher Facetten des globalen Klimawandels erarbeiten (z.B. IPCC (Hrsg.), 2001 und 2007; Menne und Kristie (Hrsg.), 2006; Rahmstorf und Schellnhuber, 2006; Schönwiese, 1995 und 2003; Waple et al., 2002), beschränkt sich die Mehrzahl der Beiträge zu den atmosphärischen Änderungen auf die Entwicklung einzelner messbarer Klimaelemente, oft in Fokussierung auf Lufttemperatur- oder Niederschlagstrends (z.B. Franke et al., 2004; Rapp und Schönwiese, 1995; Rapp, 2000 b; Schönwiese und Janoschitz, 2005). Dass seit der „Kleinen Eiszeit“ (16.-19. Jh.) eine globale Erwärmung andauert, die sich seit den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts intensiviert, ist unbestritten (Bradley, 2002). Sie beträgt beispielsweise für den Zeitraum 1906-2005 +0,7 K (IPCC (Hrsg.), 2007). Für Deutschland wurde im Zeitintervall 1891-2000 eine Temperaturzunahme von 0,9 K ermittelt (Schönwiese, 2003; Bd. II, S. 12, Abb. 3). So ist die Entwicklung einzelner Klimaparameter über längere Zeiträume gut erforscht.

Der viel diskutierte Lufttemperaturtrend (z.B. IPCC (Hrsg.), 2007; Müller-Westermeier, 2002; Schönwiese, 2007; Definition von Trend: Rapp, 2000 b) suggeriert, dass wir Menschen die gemessene thermische Entwicklung auch subjektiv in gleicher Weise wahrnehmen. Um Änderungen im thermischen Empfinden festzustellen, ist es jedoch nicht ausreichend, allein die Lufttemperatur zu untersuchen, da sie lediglich eine von mehreren atmosphärischen Einflussgrößen ist, die auf das menschliche Wärmeempfinden einwirken. Meteorologische Parameter wie Windgeschwindigkeit und Sonneneinstrahlung üben ebenfalls einen großen Einfluss aus (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1996; Höppe, 1999). Dem thermischen Empfinden kommt deshalb für uns Menschen eine größere Bedeutung zu als der Lufttemperatur, denn es sind die physiologisch wahrgenommenen Temperaturen, die zu thermischer Behaglichkeit oder thermischer Belastung führen. Auch Schädigungen wie Erfrierungen bzw. Hitzekollaps/Hitzetod sind in erster Linie eine Funktion der empfundenen Temperaturen. Ein weiterer Unterschied zur instrumentell festgestellten Klimaänderung ist die zeitliche „Gewichtung“ der gefühlten Klimaänderung, die sich von der konventionellen (Mittelwerte aus „Tag und Nacht“) unterscheidet: Wir nehmen vor allem die langfristigen Entwicklungen von Temperatur und Witterung wahr, die in die lichte Tageszeit fallen. Es ist deshalb sinnvoll, sich bei bioklimatischen Studien auf diesen Zeitraum zu konzentrieren.

Geeignete Indizes, um Änderungen des Humanbioklimas zu beschreiben, existieren bereits (Höppe, 1993 und 1999; Jendritzky et al., 1979 und 1990; Steadman, 1971 und 1984; Quayle und Steadman, 1998). Dabei stehen heutzutage hoch entwickelte Kenngrößen zur Verfügung, die alle relevanten meteorologischen Einflussgrößen (Lufttemperatur, Strahlung, Wind, Luftfeuchte) berücksichtigen und in ihrer Bewertung auf den Wärmehaushalt des Menschen aus-

gerichtet sind. Darunter gilt die „gefühlte Temperatur“ als ein besonders aussagekräftiger Index der menschlichen Temperaturempfindung (Kap. 2.3.3.2). Die gefühlte Temperatur hat inzwischen auch Eingang in bioklimatologische VDI-Richtlinien gefunden (Jendritzky et al., 2000; VDI, 1998).

Zu einzelnen bioklimatischen Themenbereichen gibt es bereits eine Vielzahl von Studien. Häufig befassen sich bioklimatologische Analysen mit Extremereignissen, speziell mit extremen Hitze- oder Kältewellen (z.B. Koppe et al., 2004 a und b; Meehl und Tebaldi, 2004; Schönwiese et al., 2006), meist mit dem Ziel den Zusammenhang zwischen thermischer Belastung und Mortalität zu dokumentieren und berechenbar zu machen (z.B. Davis et al., 2003; Jendritzky, 1999 und 2000; Keatinge et al., 2006; Kyselý, 2004). Einer Untersuchung von Frich et al. (2002) zu Folge haben Hitzewellen seit 1946 in weiten Teilen der Welt zugenommen. In Westeuropa hat sich die Länge der sommerlichen Hitzewellen zwischen 1880 und 2005 verdoppelt (Della-Marta et al., 2007).

Auch Bioklimastudien für Deutschland bevorzugen die Thematik gesundheitsgefährdender Wetterlagen (z.B. Jendritzky et al., 1998; Laschewski und Jendritzky, 2002). Andere analysieren mit Hilfe der empfundenen Temperaturen oder vergleichbarer thermischer Indizes die durchschnittlichen bioklimatischen Bedingungen. So gibt die Bioklimakarte für Deutschland einen regionalen Überblick über die mittlere Häufigkeit von Kälte- und Wärmebelastungssituationen (Grätz, 2003; Jendritzky et al., 2003; Jendritzky und Tinz, 1999). Mit Hilfe des Klima-Michel-Modells (Kap. 2.3.3) wurden zudem Bioklimakarten von Europa und der gesamten Erde erstellt (Tinz und Jendritzky, 2003). Es existieren weitere bioklimatologische Studien für die USA und Australien, die sich mit den mittleren Bedingungen der einzelnen Parameter sowie deren Zusammenwirken in der „apparent temperature“ befassen (Steadman, 1984 und 1994).

Ein anderer, oft untersuchter Themenkreis behandelt künftige Änderungen des Bioklimas im Zuge des globalen Klimawandels. Viele dieser Studien versuchen, von den modellierten Klimaänderungen der Temperatur auf Änderungen in der Häufigkeit von Hitzewellen zu schließen. Meist sind es nur grobe Abschätzungen für die fernere Zukunft (Jendritzky et al., 2004; Höppe, 2005; Meehl und Tebaldi, 2004; Morabito et al., 2004; Matzarakis et al., 2006). Interessant ist die in Höppe (2005) publizierte Karte, die einen starken Anstieg der durchschnittlichen „gefühlten Temperatur“ im Juli in der Größenordnung 4-5 K in Deutschland für das Szenario 2041-2050 (verglichen mit 1971-1980) prognostiziert (Bd. II, S. 151, Abb. 138).

Vergleichbare diagnostische Studien zum aktuellen langfristigen „Trend“ des Humanbioklimas existieren hingegen noch kaum. Gaffen und Ross (1998) belegen, dass die minimale tägliche empfundene Temperatur („apparent temperature“ nach Steadman; Kap. 2.3.1) während Hitzewellen von 1950 bis 1995 in den USA deutlich zugenommen hat. Balling und Brazel (1986) ermitteln für Phönix/Arizona eine Zunahme der nächtlichen „apparent temperature“ im Som-

mer im Zeitraum 1948-1984 um rund 4,5 K. Für Europa liegen Bioklimatrendanalysen derzeit für den Großraum Wien (Koch et al., 1992) sowie für Slowenien und Kroatien (Cegnar und Matzarakis, 2004; Zaninovic und Matzarakis, 2004 und 2005; Zaninovic et al., 2006) vor. Diese Studien werden in erster Linie für die Tourismusbranche durchgeführt und erheben durch die Beschränkung auf wenige Orte keinen Anspruch auf landesweite Repräsentativität. Ihnen fehlt zudem eine tageszeitliche Differenzierung. Allen Untersuchungen gemein ist ein meist signifikanter bioklimatischer Erwärmungstrend seit den 1980er Jahren (z.B. Ljubljana: Cegnar und Matzarakis, 2004; Bd. II, S. 12, Abb. 4).

Auf der Grundlage dieses Sachstands wird klar, dass sich mit der vorliegenden Arbeit eine wichtige wissenschaftliche Lücke schließen lässt. Es ist keineswegs selbstverständlich, dass der Bioklimatrend den Verlauf der Lufttemperatur nachzeichnet. So ist denkbar, dass wir zum Beispiel den sommerlichen Erwärmungstrend der Lufttemperatur infolge vermehrter Sonneneinstrahlung intensiver, den winterlichen wegen der gegen Ende des Beobachtungszeitraumes aufgetretenen erhöhten Windgeschwindigkeiten nur in abgeschwächter Form oder sogar als Abkühlungstrend erlebt haben. Die Arbeitshypothese lautet deshalb: Die aufgrund der messbaren Klimatelemente festgestellte Entwicklung muss auch langfristige Änderungen beim menschlichen Wärmehaushalt zur Folge haben. Dabei kann die instrumentell festgestellte Klimaänderung ein ganz anderes Ausmaß, ggf. sogar ein anderes Vorzeichen haben als die Klimaänderung, der wir Menschen ausgesetzt sind bzw. welche wir wahrnehmen.

Die Untersuchung soll in differenzierter Form - jährlich, monatlich, tageszeitlich und regional - Antwort auf folgende Fragen geben:

- Wie nimmt der Mensch die aktuelle Entwicklung der meteorologischen Parameter in Deutschland hinsichtlich seines Wärmehaushalts wahr: in vergleichbarem Ausmaß wie die gemessene Lufttemperaturänderung, in stärkerer oder schwächerer Intensität - oder gar als Abkühlungstrend?
- Welche physiologischen Konsequenzen mit Blick auf den menschlichen Wärmehaushalt ergeben sich daraus, d.h. haben Kälte- bzw. Wärmebelastungssituationen zu- oder abgenommen?
- Was sind die Ursachen für die ermittelten Trends?

Den Ursachen dieser Entwicklungen soll umfassend nachgegangen werden. Dabei sollen die Änderungen aller weiteren, für das thermische Empfinden relevanten atmosphärischen Parameter sowie großräumige zirkulationsdynamische Änderungen in der Atmosphäre beleuchtet werden. Die zirkulationsdynamischen Trendanalysen im atlantisch-europäischen Raum dienen dem Verständnis der Entwicklungen der gefühlten Temperaturen und ihrer unmittelbaren Einflussgrößen im Kontext großräumiger atmosphärischer Änderungen.

Die Großwetterlagensystematik gliedert die großräumige Luftdruckverteilung über Europa in definierte Muster, welchen sich jeweils ein spezifischer Witterungscharakter zuordnen lässt

(Hess und Brezowsky, 1969). Trends in der Häufigkeit bestimmter Großwetterlagentypen lassen Rückschlüsse auf langfristige Witterungsänderungen zu.

Als übergeordnete Ursache für die Häufigkeitsverteilung bestimmter Großwetterlagen kann wiederum die Nordatlantische Oszillation (Greatbatch, 2000) gesehen werden. Darunter versteht man das Phänomen einer Luftdruckschwankung im atlantisch-europäischen Raum, mit der Folge einer mehr oder minder regelmäßigen Pendelung zwischen einer sehr geringen und einer sehr ausgeprägten Westwinddrift (Tinz, 2003). Kennzahl ist der NAO-Index, welcher die Differenz des standardisierten Luftdrucks zwischen Island und den Azoren angibt. Der NAO-Index stellt einen Zirkulationsindex dar, der sich gerade bei der Ursachenforschung langfristiger Klimaänderungen bewährt hat (u.a. Hurrell et al., 2003; Tinz, 2003). Korrelationen mit dieser Größe sollen die Trendanalysen zu den Großwetterlagen ergänzen. Die Verknüpfung zwischen den Großwetterlagenhäufigkeiten bzw. dem NAO-Index und der empfundenen Temperatur ist besonders interessant, handelt es sich doch bei all diesen Parametern um komplexe Klimagrößen, die sämtliche oder zumindest fast alle meteorologischen Einzel-elemente in sich vereinen. Anhand komplexer Klimagrößen lassen sich Klimaänderungen wesentlich besser belegen als es bei der Untersuchung einzelner Parameter der Fall ist (Gerstengarbe et al., 2000).

Die Arbeit schließt nicht nur eine Lücke in der Bioklima- und Klimatrendforschung. Von ihrem rein akademischen Wert abgesehen, ist sie auch für die Medizinmeteorologie in einem sich stark wandelnden Klima von großer Bedeutung, wenn man an die mögliche Zunahme sommerlicher Wärmebelastungssituationen denkt. Eine Studie aus den USA aus jüngerer Zeit zeigt, dass Hitzewellen die Hauptursache aller wetterbedingter Todesfälle sind (Höppe, 2005; Bd. II, S. 151, Abb. 136). Zehntausende Menschen starben in Europa während mehrerer Hitzewellen im extremen Sommer 2003 (Höppe, 2005; Bd. II, S. 151, Abb. 137). Eine andere Analyse kommt zu dem Schluss, dass die in den kommenden Jahrzehnten erwartete Zunahme der durch Hitzewellen bedingten Mortalität in den gemäßigten Breiten ein besonders hohes Ausmaß annehmen wird (Kalkstein, 1999).

2 Methodik der physiologischen Bewertung der thermischen Umgebung

2.1 Thermophysiologische Grundlagen

Die Biometeorologie/-klimatologie ist ein Fachbereich, der die Summe aller auf lebende Organismen wirkende Faktoren des Klimas analysiert (Hessisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), 1999; International Society of Biometeorology (Hrsg.), 2006). Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit dem Humanbioklima, also dem Einfluss der Atmosphäre auf den menschlichen Organismus. Dieser befindet sich in permanenter Auseinandersetzung mit seinem meteorologischen Umfeld. Er strebt dabei stets einen Gleichgewichtszustand zwischen Wärmepro-

duktion und Wärmeabgabe an, um die Körperkerntemperatur von $\sim 37\text{ °C}$ konstant zu halten (Laschewski und Jendritzky, 2002). Als homöothermes Lebewesen besitzt der Mensch unwillkürlich ablaufende, physikalische und chemische Thermoregulationsmechanismen, die in einem bestimmten Schwankungsbereich die Variabilität der Atmosphäre sowie die eigene unterschiedliche Stoffwechselproduktion auszugleichen vermögen (VDI, 1998). Darüber hinaus unterstützt der Mensch die physiologische Thermoregulation durch entsprechende Verhaltensanpassung, z.B. durch geeignete Kleidung und Aktivitäten, Wahl der Umgebung wie das Aufsuchen von Schattenbereichen bei Wärmebelastung, etc. (Koppe et al., 2004 a). Zunehmende thermische Belastung kann zur Überlastung der Adaptionsmechanismen führen. Bei Wärmebelastung kann es besonders bei Kleinkindern, älteren und kreislaufunfähigen Menschen zu einem Hitzekollaps kommen (Faust, 1976), bei lang anhaltenden Hitzeperioden sogar zum Hitzetod (Koppe et al., 2004 a). Extreme Kältebelastungssituationen können zu Irregularitäten bei der Herzarbeit sowie Bewusstseinsstörungen bis hin zum Kältetod führen (Jendritzky, 1993). Man geht davon aus, dass bereits bei moderaten Abweichungen vom Komfortbereich Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit des Menschen beeinträchtigt werden (VDI, 1998).

Ziel der Humanbiometeorologie ist unter anderem, Temperaturempfindung und thermische Belastung des Menschen mit geeigneten Analyse- und Bewertungsverfahren berechenbar zu machen (Jendritzky et al., 1990). Es wurden bereits eine Reihe von Indizes und Wärmebilanzmodelle entwickelt.

2.2 Empirische Indizes

Zur Charakterisierung des thermischen Milieus wird als primärer Parameter die Lufttemperatur herangezogen. Sie stellt für sich genommen einen rein physikalischen Wert dar, der die physiologischen Vorgänge unberücksichtigt lässt (Staiger et al., 1997). Um die tatsächlichen Bedingungen der menschlichen Wärmeempfindung besser beschreiben zu können, wurden zunächst eine Reihe von einfachen Indizes geschaffen, die auf empirischen Untersuchungen beruhen und neben der Lufttemperatur meist noch einen weiteren Atmosphärenparameter berücksichtigen.

Geht es um die Beschreibung warmer Umgebungsbedingungen, so wird die Lufttemperatur für gewöhnlich mit der relativen Feuchte kombiniert. Zu nennen sei hier die „effective temperature“ (Yaglou, 1927) - einer der ersten und noch heute verwendeten Indizes dieser Art - bei welcher später in ihrer modifizierten Version neben Lufttemperatur und -feuchte auch die Strahlungsbedingungen mit einbezogen werden (Höppe, 1993).

Kälteeffekte können dagegen besser durch die Kombination von Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit ermittelt werden. Ein vor allem in Kanada, USA und Skandinavien weit verbreiteter und gebräuchlicher Index ist der Windchill-Index, der - basierend auf den Messergebnissen

von Siple und Passel (1945) in der Antarktis - den Auskühlungseffekt in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit bei niedrigen Temperaturen angibt (Dixon und Prior, 1987; Keimig und Bradley, 2001). Aus diesem Index lässt sich die „windchill equivalent temperature“ ableiten, welche in Grad Celsius ausdrückt, wie ein unbedeckter Mensch den Windchill-Effekt bei leichtem Wind empfinden würde. In der weiterentwickelten Form des Indexes wird eine den kalten Temperaturen entsprechende Winterbekleidung des Menschen angenommen (Steadman, 1971).

2.3 Wärmebilanzmodelle

Die Verfügbarkeit hoher Rechenkapazitäten erlaubte schließlich die Entwicklung vollständiger Wärmebilanzmodelle. Aufgrund ihrer Komplexität und des hohen Rechenaufwands für den Routineeinsatz sind sie weniger weit verbreitet. „State of the art“ sind vornehmlich drei Modelle, aus welchen sich jeweils Indizes zur Beschreibung der Wärmeempfindung in der Maßzahl Grad Celsius ermitteln lassen (Staiger et al., 1997). Diese Modelle werden im Folgenden beschrieben. Ihre Eignung für die Zielsetzung dieser Arbeit wird später in Kapitel 3.1 diskutiert.

2.3.1 Modell der „apparent temperature“ nach Robert Steadman

In Abhängigkeit von der Umgebung gibt es hier drei Varianten: die „indoor apparent temperature“ - konzipiert für Innenraumbedingungen -, die nur Lufttemperatur und Dampfdruck berücksichtigt, die „shade apparent temperature“, bei der zusätzlich die Windgeschwindigkeit hinzugezogen wird, sowie die für Freilandbedingungen relevante „outdoor apparent temperature“, die durch Einbeziehung der Strahlung (Bewölkung und Globalstrahlung) den Einfluss der atmosphärischen Parameter komplettiert (Steadman, 1994). Grundlage der Gleichungen ist das Wärmebilanzmodell von Höschele (1970).

Die resultierende „apparent temperature“ in Grad Celsius ist die Temperatur einer Standardumgebung mit einer Windgeschwindigkeit gleich null und einer mittleren Strahlungstemperatur (S. 9), die der Umgebungstemperatur entspricht (Staiger et al., 1997; Steadman, 1984). Die Bewegung des Menschen ist standardisiert auf eine Geschwindigkeit von 5 km/h, die Bekleidung wird auf die gleiche Art und Weise den atmosphärischen Bedingungen angepasst, wie es beim Klima-Michel-Modell der Fall ist (Kap. 2.3.3; Jendritzky et al., 2000). Angewendet wird das Modell hauptsächlich in Nordamerika und Australien (Steadman, 1984).

2.3.2 Münchner Energiebilanz-Modell für Individuen nach Peter Höppe

Grundlage des Modells nach Höppe ist die Wärmebilanzgleichung des menschlichen Körpers, vergleichbar den Ansätzen von Fanger (1972). Der Unterschied zu jener Behaglichkeitsgleichung liegt jedoch darin, dass hier die physiologischen Daten wie Hauttemperatur oder

Schweißrate als reale gemessene Werte in das Modell eingehen und nicht als abgeleitete Funktion aus der Aktivität (Höppe, 1997). Alter und Geschlecht sind ebenfalls nicht standardisiert und müssen angegeben werden. Die meteorologischen Eingangsgrößen sind mit denen des Klima-Michel-Modells vergleichbar (Kap. 3.2; VDI, 1998).

Die thermophysiological Maßzahl in Grad Celsius ist die „physiologisch äquivalente Temperatur“ mit folgender Definition: Sie ist für einen beliebigen Ort im Freien jeweils „die Lufttemperatur, bei der in einem typischen Innenraum die Wärmebilanz eines Menschen (Arbeitsumsatz 80 W, Wärmedurchgangswiderstand der Kleidung 0,9 clo) bei gleichen Kern- und Hauttemperaturen wie unter den jeweiligen Bedingungen im Freien ausgeglichen ist“ (Höppe, 1997, 110). Dabei entspricht die mittlere Strahlungstemperatur der Umgebungstemperatur, die Windgeschwindigkeit beträgt 0,1 m/s, der Wasserdampfdruck 12 hPa, entsprechend einer relativen Feuchte von 50 % bei einer Lufttemperatur von 20 °C (Höppe, 1999). Der Modellmensch trägt bei sitzender Tätigkeit konventionelle Innenraumbekleidung, sodass bei einer Raumtemperatur von 20 °C optimale Behaglichkeit herrscht. Höhere oder niedrigere Temperaturen werden gemäß Definition als Wärmebelastung bzw. Kältestress bewertet (VDI, 1998; Physiologische Bewertungsskala: Matzarakis und Mayer, 1997).

2.3.3 Klima-Michel-Modell nach Gerd Jendritzky

Zur Realisierung der Ziele dieser Arbeit wurde das Klima-Michel-Modell gewählt (Jendritzky und Staiger, 2000). Es wurde vom Modellentwickler selbst, Prof. Dr. Gerd Jendritzky (Deutscher Wetterdienst, Freiburg), zur Verfügung gestellt. Mit ihm konnte der bioklimatische Grunddatensatz für die weiteren Untersuchungen geschaffen werden. Das Modell stellt ein wichtiges Fundament der Untersuchung dar und soll auf den folgenden Seiten ausführlich behandelt werden. Die Gründe für den Vorzug des Modells gegenüber den alternativen Modellen werden in Kapitel 3.1 diskutiert.

2.3.3.1 Modellbeschreibung

Das Klima-Michel-Modell (Jendritzky et al., 1979 und 1990) - Standard beim Deutschen Wetterdienst für humanbiometeorologische Untersuchungen und Prognosen (Koppe et al., 2004 b; Jendritzky et al., 2000) - basiert auf der Wärmebilanzgleichung für stationäre Bedingungen nach Fanger (1972). Das Modell wurde später durch Gagge et al. (1986) modifiziert, um latente Wärmeflüsse präziser berücksichtigen zu können. Die Wärmebilanzgleichung wurde ursprünglich als Hilfsmittel für Klimaingenieure zur Schaffung behaglicher Innenraumklima konzipiert (Höppe, 1997). Die Integration der komplizierten Strahlungsverhältnisse unter Freilandbedingungen in die Gleichung erfolgte erst später. Mittlerweile verknüpft sie alle für den menschlichen Wärmehaushalt im Freien relevanten Größen miteinander.

Sie lautet in ihrer allgemeinen Form:

$$(1) \quad PMV = f(H/A_{Du}, I_{cl}, LT, TMRT, E, V_r)$$

PMV	Predicted Mean Vote (Kap. 2.3.3.2)
H/A_{Du}	Innere Wärmeproduktion, bezogen auf die Oberfläche eines Einheitskörpers
I_{cl}	Wärmeisolation der Bekleidung
LT	Lufttemperatur
TMRT	Mittlere Strahlungstemperatur
E	Wasserdampfdruck der Luft
V_r	Windgeschwindigkeit (relativ zur Bewegung des Menschen)

Die vollständige Gleichung wird beschrieben durch:

$$(2) \quad PMV = [0,028 + 0,303 * \exp(-0,036 * M/A_{Du})] * [H/A_{Du} - E_d - E_{SW} - E_{re} - L - R - C]$$

PMV	Predicted Mean Vote
M/A_{Du}	Metabolische Rate (Energiefluss durch Oxidation von Nahrung, bezogen auf die Oberfläche eines Einheitskörpers)
H/A_{Du}	Innere Wärmeproduktion (metabolische Rate + mechanische Leistung, bezogen auf die Oberfläche eines Einheitskörpers)
E_d	Wasserdampfdiffusion durch die Haut
E_{SW}	Schweißverdunstung
E_{re}	Verlust latenter Wärme durch die Atmung
L	Verlust fühlbarer Wärme durch die Atmung
R	Strahlungswärmeverlust
C	Wärmeverlust durch Konvektion

Das thermische Empfinden (PMV-Wert: Kap. 2.3.3.2) ist eine Funktion der inneren Wärmeproduktion des Menschen in Abhängigkeit von seiner Kleidung und Aktivität sowie der meteorologischen Parameter Lufttemperatur, Strahlung, Luftfeuchte und Wind (Gleichung (1)).

Der erste Klammerausdruck der Gleichung (2) stellt einen empirischen Faktor dar, der durch Untersuchungen in Klimakammern mit über 1.000 Probanden ermittelt wurde (VDI, 1998). Er dient der Anpassung der Wärmebilanzgleichung an eine psycho-physische Skala. Aufgrund der guten Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der Untersuchungen von Fanger (1972) und amerikanischen Studien der ASHRAE-Gesellschaft in den USA wurde die Gleichung an die siebenstufige ASHRAE-Skala gekoppelt. Die ASHRAE-Skala ist ein Standard der amerikanischen Vereinigung der Ingenieure der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik. Sie definiert sieben Komfortklassen von kalt bis heiß, welche jeweils das zu erwartende thermische Empfinden einer Mehrheit der Menschen in einem Raum angeben (ASHRAE (Hrsg.), 1966 und 2004; Bd. II, S. 106).

Der zweite Klammerausdruck beschreibt den Energieaustausch des menschlichen Körpers mit seiner Umgebung über Verdunstung (in Abhängigkeit von Luftfeuchte und Luftbewegung), Atmung (in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Luftfeuchte), Strahlung (kurz- und langwellig) und Konvektion (in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Luftbewegung). Die Stärke der Energieabgabe ist eine Funktion des Gradienten zwischen den Bedingungen der Haut- bzw. Bekleidungsoberfläche und der Atmosphäre (Jendritzky et al., 1990). Die turbulenten Flüsse fühlbarer und latenter Wärme hängen zudem von der Windgeschwindigkeit ab. Der Zusammenhang mit der Windgeschwindigkeit ist dabei nicht linearer Art: Im Schwachwindbereich haben kleine Änderungen eine viel größere Wirkung als bei höheren Windgeschwindigkeiten (Staiger et al., 1997). Die Gleichungen der einzelnen Terme - wie etwa E_d - lassen sich der VDI-Richtlinie (1998) entnehmen.

Eingangsgrößen sind die in Kap. 3.2 aufgeführten Parameter. Bei der Windgeschwindigkeit, die gemäß internationalem Standard in 10 m Höhe gemessen wird, erfolgt eine Umrechnung des Betrages logarithmisch auf 1 m Höhe, um die für den Menschen relevanten Windverhältnisse zu erhalten (Jendritzky et al., 2000). Da Globalstrahlung und direkte Sonnenstrahlung nur an wenigen Wetterstationen gemessen werden, müssen sie mittels anderer Größen berechnet werden. Die Parametrisierung erfolgt über die Daten zum Bewölkungs- und Wetterzustand in Verbindung mit den Zeit- und Geoparametern (S. 13) - wobei zunächst Zwischengrößen wie Sonnenstand und Trübungsgrad der Atmosphäre berechnet werden.

Die mittlere Strahlungstemperatur ist definiert als „die einheitliche Temperatur einer schwarz strahlenden Umschließungsfläche (Emissionskoeffizient $\epsilon = 1$), die zu dem gleichen Strahlungsenergiegewinn eines Menschen führt wie die aktuellen, unter Freilandbedingungen meist sehr uneinheitlichen Strahlungsflüsse“ (VDI, 1998, 23).

Die mittlere Strahlungstemperatur gibt in Grad Celsius die Gesamtwirkung der aus allen Richtungen auf den menschlichen Körper eintreffenden Strahlungsflüsse an und setzt sich aus folgenden Größen zusammen:

- direkte Sonnenstrahlung
- diffuse Himmelsstrahlung
- Reflexstrahlung vom Boden und anderen Oberflächen
- Wärmestrahlung vom Boden und anderen Oberflächen
- Wärmestrahlung der Atmosphäre

Dabei werden die Strahlungsflüsse auf die besondere Geometrie eines aufrecht stehenden Menschen bezogen (Jendritzky und Tinz, 1999).

Zur Erzielung räumlich und zeitlich vergleichbarer Ergebnisse bedarf es bei den nicht meteorologischen Parametern der Definition von weiteren Standards. Beim Klima-Michel-Modell wurde ein Normmensch festgelegt - der sog. Klima-Michel - der das subjektive Empfinden einer Mehrzahl von Menschen widerspiegelt. Er ist 35 Jahre alt, 1,75 m groß, 75 kg schwer

und bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 4 km/h. Seine Kleidung wird den meteorologischen Bedingungen der gemäßigten Breiten angepasst, wobei man im üblichen Rahmen einer Straßenbekleidung bleibt (der Modellmensch trägt weder Polar- noch Badebekleidung). Das Spektrum an Bekleidungsmöglichkeiten variiert zwischen leichter Sommerbekleidung - entspricht einem Bekleidungsisolationswert von 0,5 clo - und warmer Winterbekleidung - entspricht 1,75 clo (Tinz und Jendritzky, 2003). Der Isolationswert wird aus dem Wertespektrum so gewählt, dass der bestmögliche thermische Komfort innerhalb des genannten Rahmens hergestellt wird (Jendritzky und Staiger, 2000).

2.3.3.2 Indizes

Eine der Output-Größen der Gleichung ist der „PMV-Index“ (PMV = Predicted Mean Vote, also das „vorhergesagte mittlere Votum“). Dabei handelt es sich um einen skalierten Wert, der dazu dient, das thermische Empfinden des Menschen bei sämtlichen Umgebungsbedingungen vorherzusagen. Der Index ist gleichzeitig ein Maß für die thermische Belastung des Organismus. Er gibt an, welche Einschätzung die thermische Umgebung durch ein großes Kollektiv von Menschen erfährt (VDI, 1998). Lediglich ein kleiner Prozentsatz bewertet das thermische Umfeld abweichend von der allgemeinen Einschätzung. Bei PMV = 0 (Komfortbereich) ist beispielsweise ein Anteil „Unzufriedener“ von 5 % zu erwarten (Fanger, 1982). Gleiche PMV-Werte haben stets die gleiche thermophysiological Bedeutung, unabhängig von der Kombination der Eingangsgrößen (Jendritzky et al., 1990).

Der PMV-Wert bildet die Grundlage für die Ableitung der „gefühlten Temperatur“ in Grad Celsius. Die gefühlte Temperatur wird aus dem PMV mit Hilfe von komplexen Regressionsgleichungen gewonnen (Jendritzky und Staiger, 2000). Der Index ist heute eine international anerkannte biometeorologische Maßzahl („perceived temperature“), mit der auch die Öffentlichkeit eine eindeutige Wertung verbindet (Staiger et al., 1997). Dazu existieren verschieden präzise Definitionen. Staiger et al. (1997, 100) definieren die gefühlte Temperatur als „die Temperatur einer Standardumgebung mit mittlerer Strahlungstemperatur gleich der Temperatur der Umgebung und einer auf einen leichten Zug reduzierten Windgeschwindigkeit, bei der der gleiche Wert des Predicted Mean Vote (PMV) erreicht wird, wie unter den aktuellen Umgebungsbedingungen“. Die Standardumgebung entspricht dabei einem Wald, unter dem die Sonnenstrahlung komplett abgeschattet ist. Eine vergleichbare Definition gibt Koppe et al. (2004 b, 153): Die gefühlte Temperatur ist „die Temperatur einer Referenzumgebung, in der das gleiche Wärme- bzw. Kälteempfinden auftreten würde, wie unter den aktuell wirksamen (gefühlten) Bedingungen“. Der Modellmensch bewegt sich dabei mit einer Geschwindigkeit von 4 km/h und variiert seine Bekleidung, um thermische Behaglichkeit zu erreichen. Weitere Referenzbedingungen sind: Windstille, eine relative Feuchte von 50 %, eine mittlere Strahlungstemperatur gleich der Lufttemperatur, was näherungsweise Schatten entspricht.

Die gefühlte Temperatur gibt also an, wie hoch die Lufttemperatur in einer Referenzumgebung sein müsste, in der nur sie und sonst kein weiterer meteorologischer Parameter Einfluss auf den Organismus hat, um ein identisches thermisches Gefühl zu erzeugen. Unter natürlichen Bedingungen unterscheidet sich die gefühlte Temperatur meist von der Lufttemperatur, wobei die gefühlte Temperatur in Mitteleuropa bis zu 15 K über oder unter der Lufttemperatur liegen kann (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1996).

3 Datenmanagement und Analysemethoden

3.1 Wahl des Indexes der Temperaturempfindung

Bei der Suche nach einem geeigneten Index zur Bewertung der thermischen Umgebung konnten die einfachen, empirischen Indizes (Kap. 2.2) von Anfang an ausgeschlossen werden, da sie die Interaktionen zwischen Mensch und Umgebung nur näherungsweise beschreiben. Sie berücksichtigen weder die Gesamtheit der auf den menschlichen Organismus einwirkenden atmosphärischen Einflüsse noch die innere Wärmeproduktion des Menschen in Abhängigkeit von seiner körperlichen Aktivität und Bekleidung (Tinz und Jendritzky, 2003). Diesem Anspruch werden nur vollständige Wärmebilanzmodelle gerecht. Sie beziehen nicht nur alle für den menschlichen Wärmehaushalt relevanten inneren und äußeren Parameter mit ein (Kap. 2.3.3.1), sondern berücksichtigen zudem den von der Stärke der anderen Parameter abhängigen, variablen Wirkungsgrad der einzelnen atmosphärischen Einflussgrößen (Staiger et al., 1997). Die Modelle kennen außerdem das Einsetzen physiologischer Regulationsmechanismen, die zu einer veränderten Wärmeabgabe des Körpers führen. So etwa die Verstärkung des abkühlend wirkenden Windeffekts, wenn der Körper mit der Produktion von Schweiß beginnt (Höppe, 1999).

Die auf den vollständigen Wärmebilanzmodellen aufbauenden Bewertungsgrößen in Grad Celsius erzielen bei moderaten Wetterverhältnissen meist ähnliche Werte (Jendritzky et al., 2000). Bei extremen Wetterbedingungen können die Ergebnisse aber stark voneinander abweichen, da nicht auf genau die gleichen Umgebungsbedingungen standardisiert wird. So liegt bei starker Sonneneinstrahlung die „outdoor apparent temperature“ maximal 9 K (Staiger et al., 1997), die „gefühlte Temperatur“ bis zu 15 K (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1996) und die „physiologisch äquivalente Temperatur“ sogar bis zu 20 K (Höppe, 1997) über der Lufttemperatur. Da aber der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der Untersuchung von Trends liegt, spielen die absoluten Beträge der empfundenen Temperaturen eine weniger bedeutende Rolle. Ein wichtiges Kriterium bei der Wahl eines geeigneten Modells war hingegen – entsprechend der Zielsetzung der Arbeit - die Anknüpfung der gewonnenen Temperaturen an eine physiologische Bewertungsskala, um weiterführende Berechnungen von Trends der thermischen Belastung durchführen zu können. Da Steadman bei seinen Indizes auf diese Verbin-

derung verzichtet (Steadman, 1984), genügt sein Modell dieser Untersuchung nicht. „Gefühlte Temperatur“ und „physiologisch äquivalente Temperatur“ sind dagegen an die psycho-physische ASHRAE-Skala gekoppelt (ASHRAE (Hrsg.), 1966). Die beiden Indizes haben sich in zahlreichen Studien bewährt und werden deshalb auch in der VDI-Richtlinie (1998) empfohlen (Matzarakis und Mayer, 1997). Sie beziehen sich aber auf unterschiedliche Umgebungsbedingungen, was eine stark voneinander abweichende physiologische Bewertung zur Folge hat (Staiger et al., 1997). Bei der physiologisch äquivalenten Temperatur wird ausschließlich der integrale Effekt der meteorologischen Parameter thermophysiologisch bewertet, die meteorologischen Gegebenheiten jedoch mit Innenraumbedingungen verglichen. Aufgrund der Annahme eines sitzenden Modellmenschen mit stets leichter konventioneller Bürobekleidung ist die physiologisch äquivalente Temperatur vor allem eine Klimakenngröße. Die Reaktion des Menschen auf die natürlichen Klimabedingungen - also die Anpassung der Bekleidung - wird ignoriert (Höppe, 1997). So werden physiologisch äquivalente Temperaturen unter 4 °C mit extremem Kältestress bewertet (Matzarakis und Mayer, 1997), während gefühlte Temperaturen zwischen 0 °C und 4 °C im Komfortbereich liegen (Koppe et al., 2004 b), da hier von Winterbekleidung und Gehen mit 4 km/h ausgegangen wird. Das Münchner Energiebilanz-Modell für Individuen liefert daher kein absolutes Maß für thermischen Komfort oder thermische Belastung (Höppe, 1997). Es wurde - im Gegensatz zum Klima-Michel-Modell - nicht für den Normmenschen, sondern für das Individuum konzipiert (Jendritzky et al., 1990) und eignet sich deshalb in erster Linie für vertiefende thermophysiologische Untersuchungen, bei denen medizinische Belange im Vordergrund stehen (VDI, 1998).

Das Klima-Michel-Modell hingegen ermittelt das durchschnittliche Empfinden des Menschen. Es geht dabei von Freilandbedingungen aus und bezieht konsequenterweise ein angemessenes menschliches Verhalten mit ein, indem es dem Modellmenschen verschiedene Arten von Referenzkleidung zur Verfügung stellt (Jendritzky und Staiger, 2000). Für eine Untersuchung, die den Klimawandel thermophysiologisch für die Mehrzahl der Menschen bewertet, ist das Klima-Michel-Modell schon allein aus diesem Grund am besten geeignet.

Ein weiterer Vorzug des Modells besteht darin, dass es für die Verarbeitung von Daten synoptischer Wetterstationen konzipiert ist (Jendritzky et al., 2000). Unter Annahme standardisierter Stationsumgebungen erlaubt das Modell die biometeorologische Bewertung der atmosphärischen Bedingungen deutschlandweit an einer Vielzahl von Wetterstationen in stündlicher Auflösung. Seine Möglichkeiten reichen also von der Erfassung des Tagesganges bis hin zum großräumigen Stationsvergleich. Das Modell ist damit prädestiniert für überregionale zeitlich und räumlich hoch aufgelöste humanbiometeorologische Analysen.

3.2 Datenauswahl und -akquisition

Ein wichtiges Kriterium für die Aussagekraft von Trends ist die räumliche Repräsentanz. So sollten möglichst keine Aussagen zu überregionalen Klimaänderungen getroffen werden, wenn sich die Trendberechnungen auf einige wenige Stationen beschränken (Rapp, 2000 a) - wie es etwa bei Zaninovic und Matzarakis (2004) der Fall ist. In jener Arbeit wird von einer einzigen Station (Hvar) auf die gesamte Adriaküste geschlossen.

Um eine maximal mögliche räumliche Auflösung zu erzielen und zusätzlich zu geographisch differenzierten Erkenntnissen zu gelangen, wurde bei allen synoptischen Stationen in Deutschland geprüft, ob das für die Untersuchung nötige Datenmaterial zur Verfügung steht.

Die ursprüngliche Überlegung zielte auf eine bioklimatische Trenduntersuchung, die ganz Deutschland erfasst. Da jedoch viele Daten der DDR-Wetterstationen noch nicht digital vorliegen, beschränken sich die Analysen auf die alten Bundesländer inklusive Berlin. Neben der Voraussetzung digitalisierter Datensätze war ein weiteres Kriterium bei der Stationsauswahl das Vorhandensein durchgehender Datenreihen eines möglichst langen Zeitraumes. Aussagefähige Trendanalysen erfordern einen Mindestzeitraum von 20-30 Jahren (Rapp, 2005). Da ein Großteil der beim Deutschen Wetterdienst digitalisierten Wetterdaten bis an den Beginn der 1950er Jahre zurückreicht, wurde für diese Arbeit der Beobachtungszeitraum 1951-2000 gewählt. Die Verfügbarkeitsprüfung ergab, dass damit 69 synoptische Stationen in Deutschland für diese Untersuchung verwendet werden können.

Um den Tagesgang zu erfassen, wurde eine zeitliche Auflösung von drei Stunden als ausreichend erachtet. Dabei findet nur der Zeitraum 6 bis 21 UTC Berücksichtigung, weil sich die meisten Menschen am ehesten innerhalb dieser Zeit im Freien aufhalten und das Wetter und damit auch eine Klimaänderung bewusst wahrnehmen.

Im Rahmen der Hauptuntersuchung wurden zur Berechnung der gefühlten Temperaturen an amtlichen synoptischen Wetterstationen die Datensätze folgender Parameter benötigt:

- Lufttemperatur
- Taupunkttemperatur
- Windgeschwindigkeit
- Gesamtwolkenbedeckungsgrad
- Bedeckungsgrad tiefer Wolken
- Art der tiefen Wolken
- Art der mittelhohen Wolken
- Art der hohen Wolken
- Wetterzustand

- Geographische Lageparameter: Länge, Breite und Höhe über NN
- Zeitparameter: Datum und Zeit in UTC

Die Daten wurden beim Deutschen Wetterdienst (Zentralamt in Offenbach/M.) bestellt und von diesem auf einem Server zum Download bereitgestellt. Alle Größen lassen sich direkt vom Klima-Michel-Modell verarbeiten (Jendritzky und Staiger, 2000). Der Parameter „Wetterzustand“ dient im Rahmen der Datenaufbereitung dieser Untersuchung einzig der Ermittlung von Nebelsituationen, um Datenlücken bei den Bewölkungsparametern füllen zu können (S. 18).

Die Datenreihen bestanden aus insgesamt rund 68 Mio. Einzelwerten, die zunächst der Prüfung und Korrektur bedurften. Die Qualitätskontrolle musste im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführt werden, weil der Deutsche Wetterdienst diese Aufgabe im Falle der synoptischen Stationen nicht übernimmt (im Unterschied zu den Klimastationen; Österle et al., 2006). Außerdem wurden amtliche Beschreibungen der Stationsumgebung akquiriert (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1999), da sie für die Ursachenforschung hinsichtlich lokaler topografischer Einflüsse von Bedeutung sind.

Als Grundlage für eine umfangreiche Ursachenforschung zur Untersuchung großräumiger atmosphärischer Trendentwicklungen wurden die Daten der Großwetterlagen für den Zeitraum 1951-2000 in täglicher Auflösung benötigt. Diese Daten werden vom Potsdaminstitut für Klimafolgenforschung in übersichtlicher Form zur Verfügung gestellt. Zum Zeitpunkt der Datenakquisition lag der tägliche Großwetterlagenkatalog für den Zeitraum 1951-1998 digital vor und konnte als pdf-File geladen werden (Gerstengarbe und Werner, 1999). Die restlichen Daten für die Jahre 1999 und 2000 wurden Publikationen des Deutschen Wetterdienstes entnommen (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2000-2001).

Die zweite Studie zum großräumigen atmosphärischen Einfluss basiert auf den Indexwerten der Nordatlantischen Oszillation (NAO) im Untersuchungszeitraum. Sie werden als monatliche Mittelwerte vom amerikanischen Wetterdienst zur Verfügung gestellt (NOAA/National Weather Service, Climate Prediction Center (Hrsg.), 2006). Dem NAO-Index lässt sich entnehmen, in welcher Intensität die atmosphärische Westdrift im nordatlantisch-europäischen Raum ausgebildet ist.

3.3 Homogenisierung der synoptischen Rohdatensätze

Bei meteorologischen Messreihen kommt es vor, dass Inhomogenitäten nicht klimatischer Art, etwa durch Messfehler/-ausfall etc., entstehen können. Eine entsprechende Homogenisierung des Datenmaterials zur Gewährleistung der Kontinuität der Datenreihen ist deshalb erforderlich (Sculletus, 1969).

Mögliche Inhomogenitäten der Datenreihen lassen sich auf verschiedene Ursachen zurückführen:

- Datenfehler
- Lücken in der Datenreihe
- Stationsverlegung (in ein anderes meteorologisches Umfeld)

Synoptische Stationen werden von Mitarbeitern des Deutschen Wetterdienstes im Schichtbetrieb rund um die Uhr betrieben und auch gewartet, sodass signifikante Inhomogenitäten in den Datenreihen, wie sie beispielsweise bei den Klimastationen durch Änderungen in der Mess- und Auswertemethodik geschehen (Herzog und Müller-Westermeier, 1998), sehr unwahrscheinlich sind. Solange sich die Stationskennzahl nicht ändert, kann davon ausgegangen werden, dass sich auch die meteorologischen Messbedingungen nicht wesentlich geändert haben und so kann in diesem Fall auf Homogenitätstests, welche Datenreihen auf mögliche Zäsuren untersuchen, verzichtet werden (Kronfeldner, 2004).

Alle synoptischen Einzelwerte wurden mit den in den folgenden Kapiteln beschriebenen Verfahren geprüft und homogenisiert. Sie basieren auf den speziell für synoptische Daten erarbeiteten Homogenisierungsanleitungen von James (2003). Werkzeug bei der Homogenisierung der Daten war die Programmiersprache FORTRAN 77.

3.3.1 Identifizierung und Eliminierung von Datenfehlern

Nach Aufbereitung des Datenmaterials in ein für die statistische Auswertung geeignetes Format folgte die Identifizierung von Datenfehlern. Sie entstehen durch einen falschen Eintrag zum Zeitpunkt der Beobachtung oder bei der späteren Digitalisierung. Für Lufttemperatur, Taupunkttemperatur und Windgeschwindigkeit wurde ein Programm geschrieben, das für jeden dieser Parameter die sukzessiv auftretenden Werteunterschiede prüft. Dazu wurden nicht die Werte selbst, sondern deren Anomalien vom Mittelwert der Datenreihe genommen („Anomaliemethode“, S. 16). Diese Methode erfordert zunächst die Berechnung der Klimamittelwerte in Abhängigkeit von Monat und Termin, um zu den Anomalien zu gelangen. Es wurden dann die Standardabweichungen aufeinander folgender Werteunterschiede (Anomalien) berechnet. Mit Hilfe der Standardabweichungen lässt sich ein statistischer Grenzwert definieren, oberhalb dessen nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsstatistik die Differenz zwischen zwei Werten nicht mehr realistisch ist. Bei 50-jährigen Datensätzen wie in dieser Untersuchung beträgt der Grenzwert 5,76 mal Standardabweichung der Differenz (zwischen zwei aufeinander folgenden Beobachtungsdaten), entsprechend der sehr geringen Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,001 für die Kennzeichnung „Datenfehler“ (James, 2003).

Im Durchschnitt konnten mit dieser Methode rund zehn grobe Datenfehler pro Station und Parameter aufgespürt werden. Diese Werte wurden gelöscht und die resultierenden Lücken im Datensatz durch die nachfolgend beschriebenen Homogenisierungsverfahren gefüllt. Im Falle von rapiden Wettersprüngen kann es sein, dass ganz vereinzelt reale Werte als falsch identifiziert werden. Die Verfälschung der Beobachtungsreihe ohne die angewandte Fehlerkorrektur wäre aber bei weitem größer, zumal sich die nicht eliminierten Fehler im Rahmen der Homogenisierungsverfahren fortgepflanzt hätten. Fehler bei Wolkenparametern und dem

Wetterzustand können aufgrund ihrer hohen Variabilität grundsätzlich nicht aufgespürt werden.

3.3.2 Füllen von Datenlücken

Um Trendverfälschungen zu vermeiden, ist ein vollständiges Datenmaterial anzustreben. Dazu müssen die meist durch Stationsausfälle oder eliminierte Datenfehler entstandenen Lücken im Datensatz so weit wie möglich mit Schätzwerten gefüllt werden („Analogmachen“; Scultetus, 1969). Fehlende Daten lassen sich zum einen durch zeitliche Inter- oder Extrapolationen mit vorhergehenden bzw. nachfolgenden Werten der zu homogenisierenden Messreihe ermitteln. Aufgrund des ähnlichen Witterungsverlaufs bei topografisch vergleichbar situierten Nachbarstationen ist eine Bestimmung des Schätzwertes auch durch Regressionen mit jenen synchronen Beobachtungswerten möglich (Scultetus, 1969). Beide für gewöhnlich alternativ angewendete Methoden werden u.a. auch von Rapp (2000 b) vorgeschlagen. Um die bestmögliche Annäherung an die realen Ausfalldaten zu erzielen, wurde in dieser Arbeit ein weiterentwickeltes Verfahren angewendet, das zeitliche Inter- oder Extrapolationen mit räumlichen Regressionen kombiniert (James, 2003). Dazu wurde zunächst für jede Station eine Ausfallstatistik berechnet. Wenn die Ausfallrate insgesamt größer war als 20 % wurde die Station ganz gestrichen. Durch dieses Ausleseverfahren sind von den ursprünglich 69 Stationen 54 übrig geblieben. Auf ihnen basiert die vorliegende Untersuchung (Bd. II, S. 10).

Im Durchschnitt aller 54 Stationen betrug der Anteil der zu homogenisierenden Daten bei Lufttemperatur, Taupunkttemperatur und der Windgeschwindigkeit jeweils knapp 5 %, bei den Bewölkungsparametern etwa 17 %. Der hohe Wert bei der Bewölkung kommt in erster Linie durch häufige Lücken bei den Beobachtungen bzgl. der Wolkenarten zustande. Diese Lücken sind jedoch meist nicht ausfallbedingt, wie es bei den anderen Parametern der Fall ist. Sie erklären sich zum großen Teil dadurch, dass bei einem Bedeckungsgrad von 7/8 oder 8/8 mit niedrigen Wolken, die sich darüber befindenden Wolken nicht mehr bestimmbar sind. Die fehlenden Daten wurden der Vollständigkeit halber durch Schätzwerte ersetzt. Da es aber für die Berechnung der gefühlten Temperaturen in diesem Fall keinen Unterschied macht, ob nur die untere Wolkenschicht oder zusätzlich auch noch höher reichende Bewölkung vorhanden ist, spielen diese Schätzwerte für die Untersuchung keine Rolle.

Wie bei der Identifizierung von Datenfehlern wurde auch bei der Ermittlung von Schätzwerten zum Füllen von Datenlücken mit den Abweichungen vom langjährigen Mittel („Anomaliemethode“), nicht mit den gemessenen Werten selbst gearbeitet. Der Vorzug der Anomalien gegenüber den Originaldaten besteht in ihrer größeren raumzeitlichen Konstanz, die den Einfluss topografisch oder tageszeitlich bedingter Eigenheiten im Werteverlauf reduziert. Die Verwendung von Anomalien wird deshalb besonders für diese Phase der Homogenisierung empfohlen (James, 2003). Die Anomaliebeträge der einzelnen Parameter, differenziert nach

Station und Termin, sind bereits bei der Fehlerermittlung im Datensatz berechnet worden. Um das Schätzverfahren zu optimieren, wurde für die Parameter Lufttemperatur, Taupunkttemperatur und Bedeckungsgrad folgende Gleichung angewendet, welche die zeitliche und die räumliche Interpolation miteinander kombiniert:

$$y = k + [(a * x_z + 3 * x_{r1} + 2 * x_{r2} + 1 * x_{r3}) / (a + 6)]$$

y = Schätzwert

k = Klimamittelwert der Ausfallstation

[] = Anomaliewert

a = Gewichtungsfaktor der zeitlichen Extrapolation

x_z = Schätzwert aufgrund zeitlicher Extrapolation

x_{r1} = 1. Schätzwert der Anomalie aufgrund räumlicher Interpolation

x_{r2} = 2. Schätzwert der Anomalie aufgrund räumlicher Interpolation

x_{r3} = 3. Schätzwert der Anomalie aufgrund räumlicher Interpolation

Der Schätzwert y wurde also aus der Summe des langjährigen Mittelwerts der entsprechenden Tageszeit (k) und der raumzeitlichen Anomalien benachbarter Werte gewonnen. Der Anomaliebetrag (Ausdruck in eckigen Klammern) ist das Mittel aus einem Zeitterm (x_z) und drei Raumtermen (x_{r1...3}), die entsprechend ihrer Güte mit unterschiedlichem Gewicht in die Gesamtanomalie eingehen.

Der Zeitterm errechnet sich aus den Anomaliebeträgen der an der Station dem Ausfalltermin vorangegangenen und folgenden Beobachtungstermine. Da Autokorrelationen bei Vorhandensein zeitlich benachbarter Termine zu besseren Ergebnissen führen als Korrelationen mit Nachbarstationen - was sich nach simulierten Ausfällen gezeigt hatte - wurde der durch den Zeitterm gewonnene Schätzwert entsprechend stark gewichtet. Der Gewichtungsfaktor a variiert mit der Qualität (Anzahl und Position) der Referenztermine. Er bewegt sich zwischen 9 (zwei unmittelbar vorangegangene und folgende Beobachtungstermine sind vorhanden) und 3 (drei nicht unmittelbar vorangegangene oder drei nicht unmittelbar folgende Beobachtungstermine sind vorhanden). Wenn pro Tag insgesamt nur zwei oder weniger Termine vorhanden waren, wurde nur das räumliche Homogenisierungsverfahren angewendet (d.h. a = 0). Über die Tagesgrenze hinaus wurden keine Extrapolationen vorgenommen.

Der räumliche Term arbeitet mit den Anomalien der Nachbarstationen, welche am besten mit der zu homogenisierenden Station korrelieren. Zur Ermittlung dieser Homogenisierungspartner wurde eine Korrelationsmatrix berechnet (Kreuzkorrelationen zwischen jeder Station und allen anderen Stationen), die für jeden Parameter pro Station und Termin den Korrelationskoeffizienten aller anderen Stationen zeigt. Im Mittel aller Parameter und Stationen lagen die Werte der Korrelationskoeffizienten zwischen 0,8 und 0,85 bei der ersten Nachbarstation und zwischen 0,7 und 0,8 bei der dritten Nachbarstation. Sehr gute Korrelationen mit Koeffizienten

oft über 0,9 zeigten sich bei den Temperaturen.

Insgesamt gab es nur zwei Stationen, bei welchen der Vergleich mit den Nachbarstationen zu weniger guten Ergebnissen führte. Dabei handelt es sich zum einen um Berlin-Dahlem mit mittleren Korrelationskoeffizienten um 0,7. Grund ist die große Entfernung zu den westdeutschen Stationen. Noch schwieriger gestaltete sich die Ermittlung geeigneter Nachbarstationen bei der extrem hoch gelegenen Gipfelstation Zugspitze. Die Werte lagen hier nur zwischen 0,5 und 0,6. Durch die geringe Ausfallrate (sie beträgt bei Lufttemperatur, Taupunkttemperatur wie auch bei der Windgeschwindigkeit weniger als 1 %) kann jedoch bei dieser Station eine Trendverfälschung aufgrund ungenauer Schätzwerte ausgeschlossen werden.

Die Gewichtung der drei räumlichen Anomaliebeiträge richtete sich nach der Qualität der Korrelationsbeziehung. Die Nachbarstation mit dem höchsten Korrelationskoeffizienten ging mit dem größten Gewicht in die Gleichung ein. Der so gewonnene Anomalieschätzwert wurde schließlich zum Klimamittelwert addiert. Im optimalen Fall konnte die Schätzgleichung auf eine Kombination von zeitlicher wie räumlicher Regression zurückgreifen. Im ungünstigsten Fall bildete eine Nachbarstation die einzige Referenz.

Bei dem Parameter Windgeschwindigkeit wird eine etwas andere Vorgehensweise empfohlen (James, 2003). Hier wurde die Anomalie nicht als additiver Term genommen, sondern als Quotient, d.h. Wert pro Klimamittelwert. Analog dazu entspricht der Schätzwert nicht der Summe aus Klimamittelwert und Anomalie, sondern ist das Produkt aus Mittelwert und (dem raumzeitlich gemittelten) Quotienten.

Für die Parameter Wolkenart und Wetterzustand sind die beschriebenen Homogenisierungsmethoden nicht geeignet. Hier wurden stattdessen räumlich oder zeitlich benachbarte Beobachtungen direkt übernommen, wobei die zeitliche Referenz vorrangig behandelt wurde. Das heißt, wenn in der Beobachtungsreihe ein angrenzender Wert vorhanden war, wurde dieser übernommen. Im Falle von Unterschieden zwischen zeitlich vorangegangenen und nachfolgendem Wert wurde als ausschlaggebende Referenz der synchrone Beobachtungswert der am besten geeigneten Nachbarstation genommen. Nur wenn ein zeitliches Analogmachen nicht möglich war, wurde allein auf Beobachtungswerte der Nachbarstationen zurückgegriffen. Beobachtungslücken bei Bedeckungsgrad und Wolkenart sind zum Teil auch nebelbedingt. In solchen Fällen werden in der amtlichen Wettermeldung der Station keine Angaben zu diesen Größen gemacht („Wolken nicht sichtbar“; Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1988). Hier musste ein Sonderweg der qualitativen Datenverbesserung beschritten werden. Mit Hilfe der zusätzlich akquirierten Größe „Wetterzustand“ konnte diese Art von Lücke (Nebel) ausfindig gemacht und durch Gleichsetzung mit der Wettermeldung „8/8 Stratus“ (Hochnebel) gefüllt werden. Diese Methode erlaubt eine realistischere Berechnung der mittleren Strahlungstemperatur, als wenn man es beim Ausfall belassen und sich mit der Schätzung anhand raumzeitlich benachbarter Wolkenwerte behelfen würde.

3.3.3 Datensatzanpassung infolge Stationsverlegung

Bei einer der 54 synoptischen Stationen gab es im Untersuchungszeitraum eine Stationsverlegung, deren Lageänderung zu einer signifikanten Änderung der meteorologischen Messbedingungen führte: Passau-Oberhaus (1951-1996), später Fürstenzell (1997-2000). Der Höhenunterschied zwischen den beiden Messorten beträgt 71 Meter und erfordert deshalb eine Homogenisierung der Datenreihe im Hinblick auf das geänderte Temperaturniveau. Zur Ermittlung der Klimadifferenz wurde zunächst der fehlende Zeitraum der Station Passau-Oberhaus komplett durch Regressionen mit Hilfe von Nachbarstationen ermittelt. Die Zeitreihe, bestehend aus reinen Schätzwerten, wurde dann mit den realen Beobachtungswerten der Station Fürstenzell verglichen. Der resultierende Differenzwert in Abhängigkeit von Monat und Termin wurde durch Addition zum Fürstenzell-Beobachtungswert dem Passau-Niveau angeglichen (James, 2003).

Mit den beschriebenen Homogenisierungsmethoden konnten alle Datenlücken in guter Qualität gefüllt werden.

3.4 Aufbereitung der Grunddatensätze

3.4.1 Klima-Michel-Modell: Datenverarbeitung und Ausgangsgrößen

Das Klima-Michel-Modell wurde für die Untersuchung als FORTRAN-Version (Jendritzky und Staiger, 2000) von Herrn Prof. Dr. Jendritzky zur Verfügung gestellt.

Um die homogenisierten synoptischen Datensätze in das Modell einlesen zu können, bedurfte es für die Identifizierung der Daten zunächst der Erstellung eines entsprechenden Programms. Im Anschluss wurden die Datensätze automatisch verarbeitet und folgende Grunddatensätze für jede Station und jeden Termin geschaffen:

- Gefühlte Temperaturen
- Mittlere Strahlungstemperaturen
- Bekleidungsindexwerte (clo)

Der vollständige Datensatz an gefühlten Temperaturen bildet die Basis für alle Berechnungen der Hauptuntersuchung, d.h. auf ihm gründen die anschließenden Mittelwertsklimatologien und Trendberechnungen dieser Größe. Weiter lassen sich aus den gefühlten Temperaturen Aussagen über die thermische Belastungssituation ableiten. Diese Informationen ermöglichen die Erstellung eines neuen Grunddatensatzes für weiterführende Untersuchungen von Kälte- und Wärmebelastungstrends (Kap. 3.4.2).

Die aus den Wolkenparametern gewonnene mittlere Strahlungstemperatur ist eine der vier atmosphärischen Kernfaktoren der gefühlten Temperatur und damit auch Grundlage für Trendberechnungen im Rahmen der Ursachenforschung.

Der separate Datensatz an clo-Werten wurde für eine Sensitivitätsstudie (Kap. 3.5) benötigt, die dem besseren Verständnis der Abhängigkeit der gefühlten Temperatur von ihren Einflussgrößen dient.

3.4.2 Thermische Belastung

Den Zusammenhang zwischen PMV, gefühlten Temperaturen, thermischer Empfindung und physiologischer Belastung zeigt Tab. 6 (Bd. II, S. 106; Staiger et al., 1997; VDI, 1998). Diese Kategorisierung der gefühlten Temperaturen in thermische Belastungsstufen bildet die Grundlage für die Trendstudien zur Wärme- und Kältebelastung.

Liegen die gefühlten Temperaturen zwischen 0 °C und 20 °C (entsprechend -0,5 bis 0,5 PMV), empfindet die Mehrzahl der Menschen mit einer den meteorologischen Bedingungen angepassten Bekleidung thermischen Komfort. Diese sog. „Behaglichkeitstemperaturen“ sind als der Temperaturbereich definiert, bei welchem der Körper weder mit einer Stoffwechselsteigerung als Zeichen thermischer Wärmeregulation gegen Abkühlung, noch mit Schweißproduktion als Zeichen der physikalischen Wärmeregulation gegen Überwärmung des Körpers reagiert (Jendritzky et al., 1979). Temperaturen unter 0 °C (PMV < -0,5) empfinden die meisten Menschen als leicht kühl bis sehr kalt und es herrscht Kältestress in den unterschiedlichen Stufen: schwach, mäßig, stark und extrem. Analog dazu beginnt der Wärmebelastungsbereich bei gefühlten Temperaturen über 20 °C (PMV > 0,5). Auch hier gibt es vier Stufen, von der schwachen bis hin zur extremen Wärmebelastung.

In dieser Untersuchung wurde eine eigene Codierung vorgenommen, da bei den thermischen Belastungstrends nur die stärkeren Abweichungen vom Komfortbereich erfasst werden sollen. Untersuchungen zur Mortalität in Mitteleuropa in Abhängigkeit von der thermischen Belastungsklasse zeigen, dass ein signifikanter Anstieg erst ab mäßiger Kälte- bzw. Wärmebelastung verzeichnet wird (Koppe, 2005). Aus diesem Grund wurden die gefühlten Temperaturen, welche mit mindestens mäßiger thermischer Belastung verbunden sind, als „Kältebelastung“ oder „Wärmebelastung“ codiert. Analog wurden gefühlte Temperaturen zwischen -13 °C und +26 °C der Kategorie „keine thermische Belastung“ zugeordnet.

Die Codierung wurde nicht für alle Termine vorgenommen, sondern pro Tag nur die Beobachtungszeit ausgewählt, zu welcher die jeweilige Belastungssituation mit der höchsten Wahrscheinlichkeit auftritt: Bei den Kältebelastungstrends ist dies jeweils der 6 UTC-Termin, bei den Wärmebelastungstrends der 12 UTC-Termin (S. 25). Die Berechnung der Kältebelastungstrends beschränkt sich auf die Zeit November bis März, die der Wärmebelastungstrends auf die Zeit April bis Oktober.

3.4.3 Unmittelbare Einflussgrößen der gefühlten Temperatur

Die unmittelbaren meteorologischen Einflussgrößen der gefühlten Temperatur - also die atmosphärischen Kerngrößen, ggf. abgeleitet aus Einzelgrößen wie Bewölkungsgrad oder Taupunkttemperatur - sind Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur, Windgeschwindigkeit und relative Feuchte. Der Datensatz an Lufttemperaturen stand nach der Homogenisierung ohne weitere Aufbereitung für die Ursachenforschung zur Verfügung. Die mittleren Strahlungstemperaturen wurden mit Hilfe des Klima-Michel-Modells gewonnen.

Zusätzliche Rechenoperationen waren bei den Parametern Windgeschwindigkeit und relative Feuchte nötig:

Die Windgeschwindigkeit in m/s wurde in die anschaulichere Einheit km/h umgerechnet (Zmarsly et al., 2002):

$$V_{\text{km/h}} = 3,6 * V_{\text{m/s}}$$

Um die Feuchtegröße in gebräuchlicher Form („relative Feuchte“) zu erhalten, mussten die Taupunktdaten mit den korrespondierenden Lufttemperaturdaten kombiniert werden. Die Taupunkttemperatur gibt an, bei welcher Lufttemperatur unter den aktuellen Wasserdampfverhältnissen die relative Feuchte 100 % betragen würde, der aktuelle Dampfdruck e folglich dem Sättigungsdampfdruck E entspricht. Je größer die Differenz zwischen Taupunkt- und Lufttemperatur, desto kleiner ist der Betrag der relativen Feuchte. Die relative Feuchte F , berechnet mittels

$$F (\%) = (e / E) * 100,$$

wurde auf der Grundlage der Gleichungen

$$e_1 (\text{hPa}) = 6,107 * 10^{(7,5 * TT) / (237,2 + TT)} \text{ und}$$

$$E_1 (\text{hPa}) = 6,107 * 10^{(7,5 * LT) / (237,2 + LT)}$$

bzw.

$$e_2 (\text{hPa}) = 6,107 * 10^{(9,5 * TT) / (265,5 + TT)} \text{ und}$$

$$E_2 (\text{hPa}) = 6,107 * 10^{(9,5 * LT) / (265,5 + LT)}$$

gewonnen (Zmarsly et al., 2002), mit

e_1, E_1 : bei Temperaturen über dem Gefrierpunkt („Dampfdruck über Wasser“)

e_2, E_2 : bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt („Dampfdruck über Eis“)

TT = Taupunkttemperatur (°C)

LT = Lufttemperatur (°C)

3.4.4 Großräumige Einflussgrößen der gefühlten Temperatur

Die beschafften Datensätze zur großräumigen atmosphärischen Zirkulation - zum täglichen Typ der Großwetterlage und zum monatlichen NAO-Index (Kap. 3.2) - mussten für die weiteren Berechnungen in ein passendes Format gebracht werden. Die als pdf-Datei vorliegenden Großwetterlagendaten wurden in ein ASCII-Format gebracht, neu strukturiert und schließlich von der als Buchstabenkürzel vorliegenden Form in einen Zahlencode konvertiert. Dabei wurden die von den Autoren des Katalogs als „U“ bezeichneten Tage (Übergang von einer in eine andere Großwetterlage) mittels täglicher Wetterkarten (Meteorologisches Institut der FU Berlin (Hrsg.), 1951-2000) und Plausibilitätsüberlegungen einem konkreten Großwetterlagentyp zugeordnet.

Die vom amerikanischen Wetterdienst in monatlicher Auflösung vorliegenden Kennzahlen zur Nordatlantischen Oszillation wurden ebenfalls passend umstrukturiert und neu formatiert.

Die oben beschriebenen Grunddatensätze wurden dann zur Berechnung der statistischen Kenngrößen der Klimatologien in das naturwissenschaftliche Statistikprogramm MINITAB importiert. Tabellen und Diagramme ließen sich zum Teil ebenfalls mit diesem Programm oder aber mit dem Tabellenkalkulationsprogramm EXCEL erstellen.

3.5 Grundlagenstudien zur gefühlten Temperatur

Grundlegende Studien, die den Index „gefühlte Temperatur“ genauer charakterisieren, wurden durchgeführt, um ein besseres Verständnis der Kerngröße dieser Arbeit zu ermöglichen.

Zur Feststellung des Einflusses der einzelnen meteorologischen Haupteinflussgrößen auf die gefühlte Temperatur wurde im Rahmen dieser Arbeit eine entsprechende Sensitivitätsstudie unternommen. Dazu wurden am Beispiel der Station Augsburg für mittlere atmosphärische Bedingungen gefühlte Temperaturen berechnet. Die Abhängigkeiten sind in den verschiedenen Jahreszeiten ähnlich, sodass exemplarisch nur die Diagramme für den Mittagstermin im Sommer diskutiert werden sollen (Bd. II, S. 2, Abb. 1-1 bis 1-4).

Um einen Einblick in die Mittelwertsstruktur der gefühlten Temperatur im Vergleich zu der dem Menschen vertrauten Größe Lufttemperatur zu erhalten, wurden für beide Größen sowie für die Differenz zwischen den beiden Parametern folgende statistische Kenngrößen im Untersuchungszeitraum berechnet: arithmetisches Mittel, mittleres Minimum und Maximum sowie absolutes Minimum und Maximum. Zur Ermittlung der mittleren Minima und Maxima wurde mittels der Software MINITAB ein Programm geschrieben, das aus den täglichen Termindaten die Höchst- und Tiefstwerte heraussucht und aus ihnen Mittelwerte berechnet. Ein weiteres Programm identifizierte die absoluten Minima und Maxima im Untersuchungszeitraum. Die Berechnungen erfolgten in jährlicher und monatlicher Auflösung für alle Stationen; eine tabellarische Übersicht anhand ausgewählter Stationen findet sich in Bd. II, S. 4 f. Die von den 54

Tabellen getroffene Auswahl von acht Stationen beschreibt geographisch repräsentativ die regionalen Unterschiede in Deutschland (Bd. II, S. 1).

Des Weiteren wurden für alle Termine der Stationen Monatsmittel gebildet. Aus den Terminmittelwerten ließen sich dann mit Hilfe des Statistikprogramms für die ausgewählten Stationen Isolethendiagramme der Lufttemperatur, der gefühlten Temperatur und deren Differenz erstellen (Bd. II, S. 7 f.). Mit ihnen gewinnt man einen zeitlich lückenlosen Überblick über den mittleren Tages- und Jahresgang der Größen.

Vor dem Hintergrund dieser Informationen kann das Trendverhalten der gefühlten Temperatur und ihrer Einflussgrößen besser beurteilt werden.

3.6 Methodik der Trendanalyse

3.6.1 Wahl des Trendmodells

Bei der Trendanalyse von Zeitreihen wird eine Datenreihe mit der Zeit korreliert. Die modellierete Abhängigkeit zwischen Daten und Zeit kommt grafisch in der Ausgleichsline zum Ausdruck (Schönwiese, 2000). Sie wird über eine Regressionsgleichung gewonnen und kann linearer oder nicht linearer Art sein. Die nicht linearen Trends mit ihrer charakteristisch gekrümmten Trendlinie teilt man in die Typen polynomiale, exponentielle und logarithmische Trends ein. Die Berechnung der Trendlinie erfolgt unabhängig vom Trendtyp nach der Methode der kleinsten Quadrate, d.h. die Summe der quadrierten Differenzen zwischen Beobachtungsdaten und Schätzwerten (Trendlinie) muss minimal sein (Bahrenberg und Giese, 1975).

Die Wahl des geeigneten Trendmodells ließ sich mit dem Statistikprogramm MINITAB durchführen, welches für alle Zeitreihen der gefühlten Temperaturen vier mögliche Trendkurven (alternative Trendmodelle) berechnete. Dabei stellte sich heraus, dass sich bei mehr als 90 % der Zeitreihen das quadratische Trendmodell am besten eignet (Beispiele: Bd. II, S. 13). Eine anschließende Residuenanalyse der Datenreihen - zur Überprüfung, ob die Linearität des Trends gerechtfertigt ist (Rapp, 2000 b) - zeigte in den meisten Fällen jedoch eine weitgehende Normalverteilung der Daten, sodass auch eine Berechnung linearer Trends möglich ist.

Dem linearen Trendmodell wurde in dieser Untersuchung aus folgenden Gründen der Vorzug gegeben. Lineare Trendberechnungen werden in der Klimatologie häufig verwendet, da Ergebnisse verschiedener Klimastudien leichter verglichen werden können (Rapp und Schönwiese, 1995). Der entscheidende Vorteil liegt aber in der Möglichkeit, den Trend numerisch durch eine einfache Kennzahl ausdrücken zu können, die ihn eindeutig bewertet und zugleich leicht interpretierbar macht. Es handelt sich um den Trendwert, der normiert die Änderung pro Zeiteinheit angibt. Dabei informieren Vorzeichen und Betrag über Trendverlauf und Trendstärke (Rapp, 2000 b). Dadurch bietet sich auch die Möglichkeit des direkten Vergleichs aller Stationen auf einer Karte.

Gerade in Untersuchungen wie dieser mit einem sehr großen Umfang an Einzeltrendberech-

nungen ist eine vergleichende Untersuchung nur dann möglich, wenn auf die grafische Darstellung sämtlicher Trendverläufe weitgehend verzichtet werden kann und sich die Trendergebnisse auch durch allgemein verständliche Kenngrößen miteinander vergleichen lassen. In dieser Arbeit wurden die Trends stets auf Dekaden (10 Jahre) normiert.

3.6.2 Trendzerlegung

Bei Zeitreihen, die einen Vorzeichenwechsel im Trendverlauf aufweisen, ist die Berechnung eines linearen Trends für das gesamte Analyseintervall nicht immer sinnvoll (Rapp, 2000 b). Mit Hilfe der Software GWStat (Grath et al., 2001) wurden alle Zeitreihen der gefühlten Temperatur auf Trendumkehrpunkte geprüft. Bei einer festgestellten Trendumkehr erfolgte eine Zerlegung der Datenreihen in zwei Subintervalle, für die jeweils ein linearer Trend berechnet wurde. Wichtig bei der Untersuchung von Teiltrends ist die Beachtung der zeitlichen Repräsentanz (Rapp, 2000 a). Eine sinnvolle Interpretation der Werte ist nur dann noch möglich, wenn eine bestimmte Zeitreihenlänge nicht unterschritten wird. Im Falle von Temperaturen sollten Datenreihen von mindestens 20 Jahren vorhanden sein (Rapp, 2005). Aus diesem Grund werden in der vorliegenden Arbeit jeweils nur die längeren Trendabschnitte diskutiert. Die Trendwende ist aufschlussreich im Hinblick auf Korrelationen mit Änderungen in der atmosphärischen Zirkulation.

3.6.3 Mann-Kendall-Trendtest

Um eine Aussage darüber treffen zu können, ob die steigende oder fallende Tendenz einer Trendgeraden klimatologisch genügend aussagekräftig (signifikant) oder rein zufallsbedingt ist, muss der Trend bewertet, d.h. auf seine Signifikanz hin geprüft werden.

Eine relativ einfache Methode zur Bestimmung der Trendgüte ist die Berechnung des so genannten Trend-/Rauschverhältnisses, das sich durch Division des Trendwerts durch die Standardabweichung der Datenreihe ermitteln lässt. Sie zählt zu den weniger anspruchsvollen Verfahren (Schönwiese, 2000). Eine alternative, als verteilungsfrei und hochwertig bezeichnete Methode ist der Mann-Kendall-Trendtest, bei dem das relative Ansteigen oder Abfallen einer Datenreihe bewertet wird (Rapp, 2000 b). In dieser Untersuchung wurde der hochwertigere Trendtest unter Nutzung der Software MAKESENS (Salmi et al., 2002) verwendet. Die Bewertung der linearen Trends basiert auf sog. Signifikanzniveaus S_i , welche darüber Auskunft geben, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Trend signifikant (überzufällig) ist. Die gebräuchlichen Zuordnungen sind dabei folgende (Schönwiese, 2000):

$S_i = 90\% \rightarrow$ „signifikant“

$S_i = 95\% \rightarrow$ „sehr signifikant“

$S_i = 99\% \rightarrow$ „hochsignifikant“

Ein Trend gilt also als signifikant, wenn die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme 90 % oder

mehr beträgt, entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit α von 0,1 oder 10 %. In einigen Studien ist die Bewertung strenger und Trends werden erst ab einer Wahrscheinlichkeit von 95 % diskutiert (z.B. Rapp, 1999; Tinz, 2003). Auch in dieser Untersuchung werden nur die Trends als signifikant bewertet, wenn das Signifikanzniveau über 95 % liegt. Das Signifikanzniveau ist hier in Form von Sternen ausgedrückt:

Si = 95,0 % → *

Si = 99,0 % → **

Si = 99,9 % → ***

3.7 Trendberechnungen

3.7.1 Trends der gefühlten Temperatur und ihrer unmittelbaren Einflussgrößen

Im Rahmen der Hauptuntersuchung wurden die einzelnen Terminwerte der gefühlten Temperatur und ihrer unmittelbaren Einflussgrößen (Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur, Windgeschwindigkeit und relative Feuchte) für jede Station (Stationsliste: Bd. II, S. 10) zu Jahres- und Monatsmitteln aggregiert und aus den Zeitreihen lineare Trends berechnet.

Zudem wurden Trendberechnungen, tageszeitlich differenziert nach den Beobachtungsterminen, durchgeführt. Weitere Trendberechnungen beschränken sich auf die Termine 6, 12 und 18 UTC (Bd. II, S. 14 ff.). Kriterium bei der Terminauswahl war - um den Tagesgang hinreichend genau zu beschreiben - die Erfassung der täglichen Tiefsttemperatur sowie die der täglichen Höchsttemperatur. Die Wahl des 12 UTC-Termins erfolgte auf der Grundlage eigener Berechnungen des durchschnittlichen Tagesgangs der gefühlten Temperatur (Bd. II, S. 6 ff.). Die Daten (Isoplethendiagramme) zeigen, dass die Höchstwerte der gefühlten Temperatur - im Unterschied zur Lufttemperatur - näher am 12 UTC- als am 15 UTC-Termin liegen. Diese Erkenntnis steht im Widerspruch zur Aussage von Jendritzky et al. (1990), das tägliche Maximum der gefühlten Temperatur läge eher in der Nähe des 15 UTC-Termins.

Eine vollständige Übersicht über alle Trends der gefühlten Temperatur und ihrer Einflussgrößen geben die Tabellen 4-1 bis 4-54 (Bd. II, S. 14 ff.). Alle Trends wurden auf mögliche Trendumkehrpunkte überprüft und ggf. in zwei Trendperioden zerlegt (Kap. 3.6.2; Bd. II, S. 14). Da es sich bei dem zweiten Trendabschnitt in der Regel um den längeren und - im Hinblick auf aktuelle Klimaänderungen - interessanteren handelt, werden nur die Trendwerte dieses Abschnitts dokumentiert. Im Falle einer Trendzerlegung bei den Zeitreihen der gefühlten Temperatur wurden auch bei den einzelnen Einflussgrößen Trendzerlegungen durchgeführt. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde hier auf die Prüfung, ob und in welchem Jahr eine Trendwende vorhanden ist, verzichtet. Stattdessen wurden die Trendzerlegungen mit demselben Wendejahr durchgeführt wie bei der gefühlten Temperatur, sodass sich für die Subintervalle die gleiche Länge ergibt. Alle Gesamt- und Teiltrends wurden auf Signifikanz geprüft. Die Anzahl der Sterne gibt jeweils das Signifikanzniveau an (s.o.).

Um einen vollständigen Überblick über den Tages- und Jahresgang der Temperaturtrends für jede Station zu geben, wurden aus dem gesamten Datensatz an Terminwerten (6, 9, 12, 15, 18 und 21 UTC) Monatsmittel gebildet und so aus allen mittleren Terminwerten jedes Monats für jede Station ein Trend-Isoplethendiagramm erstellt. Die Diagramme wurden dann auf eine topografische Karte geplottet (Bd. II, Einsteckkarte). Der Nutzen der Darstellung aller - auch der nicht signifikanten - Trendergebnisse in einem Kartodiagramm liegt darin, einen Gesamtüberblick über die typischen Muster der Trendstärke in tages- und jahreszeitlicher sowie in regionaler Differenzierung zu schaffen. Alle anderen Berechnungen und Darstellungen berücksichtigen nur die signifikanten Trends.

Für regional vergleichende Studien wurden die Trendwerte der Stationen bzgl. der gefühlten Temperatur im Jahr und in relevanten Monaten in Deutschlandkarten eingetragen (Bd. II, S. 69 ff.). Als relevant werden die Monate eingestuft, welche bei mindestens 20 % der Stationen einen signifikanten Erwärmungstrend im Gesamtzeitraum oder im zweiten Subintervall aufweisen. Die Trendverläufe signifikanter Jahres- und Monatstrends der gefühlten Temperaturen sowie ihrer (nicht zwingend signifikanten) Einflussgrößen zeigen die Diagramme 14-1 bis 65-4 (Bd. II, S. 78 ff.). Aufgrund der Beschränkung auf die signifikanten Trendverläufe der gefühlten Temperaturen variiert die Anzahl der Trenddiagramme von Station zu Station.

Die Integration der die Kerngröße „gefühlte Temperatur“ konstituierenden Einzelgrößen in die Trendanalysen ist bereits Bestandteil der Ursachenforschung.

3.7.2 Trends der Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung

Als Grundlage für die Trendberechnungen wurden auch hier Jahres- und Monatsmittel gebildet. Für das Jahr wurden Trends der Häufigkeit von Tagen mit Kältebelastung (6 UTC) sowie der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung (12 UTC) berechnet. Bei den Monats-trends (Nov. bis Mrz.: Kältebelastungstrends; Apr. bis Okt.: Wärmebelastungstrends) erfolgte die Ermittlung des Trendwerts nur dann, wenn genügend Tage mit thermischer Belastung vorlagen, sodass eine Trendberechnung sinnvoll ist. Über Trendwerte und Signifikanzen informieren die Tabellen 5-1 bis 5-8 (Bd. II, S. 106 ff.), Zeitreihen und Trendverlauf aller signifikanten Trends sind in den Diagrammen 67-1 bis 112-2 (Bd. II, S. 111 ff.) dargestellt. Der Schwerpunkt der Untersuchungen bzgl. der Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung liegt aus zwei Gründen auf den Wärmebelastungstrends. Zum einen ergaben sich nur wenige signifikante Kältebelastungstrends. Zum anderen, und das ist der wichtigere Beweggrund, resultieren aus der Zunahme von Tagen mit Wärmebelastung für den Menschen erhebliche gesundheitliche Konsequenzen.

Um einen Überblick über die mittleren Trends der beschriebenen Größen (gefühlte Temperatur, unmittelbare Einflussgrößen und thermische Belastung) für Jahr, Monate und Termine zu geben, wurden Stationsmittel gebildet und in Tabellen (Bd. II, S. 122 ff.) zusammengefasst.

3.7.3 Zirkulationsdynamische Trenduntersuchungen

Die zirkulationsdynamischen Trendanalysen sollen helfen, die Trendverläufe der gefühlten Temperaturen und ihrer unmittelbaren Einflussgrößen im Kontext großräumiger Änderungen der atmosphärischen Zirkulation zu verstehen (S. 3 f.).

3.7.3.1 Großwetterlagen

Die verwendeten Großwetterlagendaten (Kap. 3.2) beruhen auf der für das mitteleuropäische Witterungsgeschehen gebräuchlichen Systematik der Großwetterlagen Europas nach Hess und Brezowsky (1969). Definiert ist die Großwetterlage als „mittlere Luftdruckverteilung eines Großraumes, mindestens von der Größe Europas während eines mehrtägigen Zeitraums“ (Baur, 1963, 18). Die Mindestdauer dieses Zeitraums beträgt nach Hess und Brezowsky (1969) drei Tage. Die Großwetterlagenklassifikation beschreibt 29 charakteristische Muster der Luftdruckverteilung im atlantisch-europäischen Raum (Bd. II, S. 136) und den jeweils damit verknüpften Zirkulations- und Witterungscharakter. Unterscheidungsmerkmale der Großwetterlagen sind in erster Linie horizontale Strömungsmuster (z.B. Advektion von Atlantikluft durch Westwetterlagen) oder Vertikalbewegungen in Verbindung mit zyklonalen oder antizyklonalen Strömungsmustern, z.B. Hoch/Tief über Mitteleuropa (Hess und Brezowsky, 1969; Frankenberg, 1993).

Für monatliche Trendanalysen in Form von Regressionen ist aus statistischen Gründen die Zusammenfassung mehrerer Großwetterlagen erforderlich, da viele der 29 Großwetterlagen nicht in jedem Monat vorkommen. Die in täglicher Auflösung vorliegenden Großwetterlagendaten wurden in folgende Gruppen zusammengefasst. Als Grundlage für die anschließenden Trendberechnungen wurden jeweils die absoluten Häufigkeiten für Jahr und Monat im Untersuchungszeitraum gebildet.

Antizyklonale Großwetterlagen (Bd. II, S. 130 f.)

Antizyklonale Großwetterlagen sind Hochdrucklagen, also Wetterlagen mit für gewöhnlich übernormaler Einstrahlung und somit einer Neigung zu einer erhöhten mittleren Strahlungstemperatur. Ausnahme sind manche winterliche Hochdrucklagen, die dem Flachland Nebel oder Hochnebel bringen. Im überwiegenden Teil des Jahres sind sie tagsüber mit übernormalen Temperaturen verbunden. Die meisten Hochdrucklagen treten mit relativ geringen Windgeschwindigkeiten und, von den Morgenstunden abgesehen, auch einer geringen relativen Feuchte auf (Gerstengarbe und Werner, 1999).

Im Rahmen dieser Untersuchung sind die Hochdrucklagen besonders mit Blick auf die Sommermonate interessant. In dieser Zeit bilden sie ein deutliches bioklimatisches Erwärmungssignal, da alle wichtigen atmosphärischen Einflussgrößen der gefühlten Temperatur (tagsüber) im Akkord einheitlich wirken (mehr Wärme und Einstrahlung, weniger Wind). In Tabelle 14 (Bd. II, S. 136; n. Hess und Brezowsky, 1969) sind alle Großwetterlagentypen hinsichtlich

ihrer Antizyklonalität/Zyklonalität im bundesweiten Mittel indiziert.

Großwetterlagen mit positiver Lufttemperaturanomalie (Bd. II, S. 132 f.)

Unter den Großwetterlagen mit positiver Lufttemperaturanomalie sind jene Großwetterlagen zu verstehen, die mit wärmeren Lufttemperaturen einherzugehen pflegen als es dem jeweiligen langjährigen Monatsmittel entspricht (Def. n. Gerstengarbe und Werner, 1999). Sie sind von Bedeutung, da der Einfluss der Lufttemperatur auf die gefühlte Temperatur groß ist. Die entsprechende Kodierung (wärmer/kälter) wurde mit Hilfe der Angaben in Gerstengarbe und Werner (1999) vorgenommen. Sie kann anhand der Abbildungen 119-1 ff. (Bd. II, S. 138) für die verschiedenen Monate nachvollzogen werden.

Großwettertypen NW, W und SW (Bd. II, S. 134 f.)

Die mit westlichen Winden einhergehenden Großwetterlagen wurden zusammengefasst, um den atlantischen Einfluss beschreiben zu können. Ihr Auftreten ist oft mit erhöhten Windgeschwindigkeiten verbunden. Im Sommer sind die Westlagen bioklimatisch ein Abkühlungs-, im Winter wegen der Wärmespeicherfunktion des Ozeans ein Erwärmungsfaktor.

Um einen vollständigen Überblick über die Änderungen aller 29 Großwetterlagen zu erhalten, wurden von jeder einzelnen Großwetterlage für jede Dekade im Untersuchungszeitraum in monatlicher Differenzierung die Häufigkeit berechnet (Bd. II, S. 136 ff.). Großwetterlagen mit positiver, negativer oder indifferenter Lufttemperaturanomalie wurden nach Gerstengarbe und Werner (1999) bestimmt. Die Balken mit der Häufigkeitsangabe sind der Anomalie entsprechend eingefärbt (Bd. II, S. 136).

3.7.3.2 Nordatlantische Oszillation

Ohne den Anspruch einer vertiefenden Analyse wurde im Rahmen dieser Untersuchung der Zusammenhang zwischen der gefühlten Temperatur und dem NAO-Index (S. 3 f.) berechnet. Die verwendeten NAO-Indexwerte (NOAA/National Weather Service, Climate Prediction Center (Hrsg.), 2006) basieren auf der RPCA-Technik von Barnston und Livezey (1987), standardisiert auf das 500 hPa-Niveau. Sie berechnen sich aus dem Quotienten der aktuellen und der mittleren Luftdruckdifferenz (Referenzzeitraum 1950-2000).

Zur Feststellung eines möglichen Zusammenhangs zwischen NAO-Index und gefühlter Temperatur wurden die in monatlicher Auflösung vorliegenden NAO-Indexwerte mit gefühlten Temperaturen an zwei ausgewählten Stationen korreliert. Aufgrund der generell im Winter besser ausgeprägten Koppelung zwischen dem Index und der mitteleuropäischen Witterung (Tinz, 2003), erfolgten die Berechnungen nur für diese Jahreszeit. Die Monatsmittel (NAO-Indexwerte und gefühlte Temperaturen) der Wintermonate Dezember bis Februar wurden dazu zusammengefasst (Bd. II, S. 150, Abb. 133-135).

4 Ergebnisse, Diskussion und Ursachenforschung

In diesem Kapitel werden die in Band II als Diagramme und Tabellen vorliegenden Ergebnisse der Grundlagenstudien und Trendklimatologien zur gefühlten Temperatur zusammengefasst und diskutiert. Dabei sind die einzelnen Ergebnisse in nummerierte Absätze gegliedert, ihnen schließt sich jeweils die Diskussion der Ergebnisse an (nummerierte Absätze mit *-Zeichen).

4.1 Grundlagenstudien zur gefühlten Temperatur

4.1.1 Sensitivitätsstudie

Am Beispiel der Station Augsburg (Sommer, Mittagszeit) wurden für mittlere Bedingungen die Abhängigkeiten zwischen der gefühlten Temperatur und ihren einzelnen meteorologischen Einflussgrößen berechnet und in Diagrammen dokumentiert (Bd. II, S. 2, Abb. 1-1 bis 1-4):

- (1) Den stärksten Einfluss auf die gefühlte Temperatur besitzt die Lufttemperatur, gefolgt von der mittleren Strahlungstemperatur und der Windgeschwindigkeit. Die relative Feuchte übt nur geringen Einfluss aus.
Die kleinen Knicke in der Wertekurve kommen durch die vom Klima-Michel-Modell mitkalkulierten Wechsel in der Bekleidung (Änderung des clo-Werts) zustande.
- (2) Mit Ausnahme der Windgeschwindigkeit ist die Abhängigkeit zwischen der gefühlten Temperatur und ihren Einflussgrößen quasi linear.
- (3) Bei der Windgeschwindigkeit verursacht eine Änderung im Schwachwindbereich eine deutlich größere Änderung der gefühlten Temperatur als bei höheren Windgeschwindigkeiten, was im kurvenförmigen Funktionsverlauf zum Ausdruck kommt.
- (3*) Der Grund liegt darin, dass die Stärke des Energieaustauschs von der Differenz der Bedingungen an der Oberfläche (Haut oder Bekleidung) und denjenigen in der Atmosphäre abhängt. Bei Windstille spüren wir im Wesentlichen nur unsere Hauttemperatur. Bereits bei leichter Luftbewegung wird diese Warmlufthülle rasch zerstört und wir empfinden die meist wesentlich kühlere Außenluft. Aufgrund dieser nicht linearen Beziehung haben im Schwachwindbereich kleine Änderungen der Windgeschwindigkeit einen größeren Windchill-Effekt zur Folge als bei höheren Windstärken (Staiger et al., 1997).
- (1* bis 3*) Die in den Diagrammen veranschaulichten Abhängigkeiten sind streng genommen nur für die definierten Bedingungen gültig. Bei anderen Wetterverhältnissen ändert sich aber unter realistischen Bedingungen nichts Wesentliches, wie ergänzende Studien zeigten, sodass die oben formulierten Erkenntnisse ihre Allgemeingültigkeit behalten.

Weitere Abhängigkeiten, die mittels der hier durchgeführten zweidimensionalen Studien nur ungenügend veranschaulicht werden können, lassen sich Staiger et al. (1997) entnehmen. So

nimmt die abkühlende Wirkung der Windgeschwindigkeit auf die gefühlte Temperatur mit zunehmender Lufttemperatur ab, eine die Hauttemperatur übersteigende Außentemperatur ist sogar mit einer Wärmezufuhr verbunden. Mit zunehmender Windgeschwindigkeit sinkt die Wirkung der mittleren Strahlungstemperatur, während die Lufttemperatur an Bedeutung gewinnt, da diese den nun gesteigerten konvektiven Wärmeaustausch steuert (Höppe, 1997).

4.1.2 Mittelwertsklimatologie

Die Mittelwertsstruktur von gefühlter Temperatur, Lufttemperatur sowie deren Verhältnis zueinander in Abhängigkeit von Tages- und Jahreszeit sowie Stationslage dokumentieren die Tabellen 2-1 bis 2-8 (Bd. II, S. 3 ff.) und Abbildungen 2-1 bis 2-8 (Bd. II, S. 6 ff.). Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- (4) Im Jahresmittel liegt die gefühlte Temperatur bei allen Stationen unter der Lufttemperatur, d.h. unser Klima wird als kühler empfunden als es durch die Lufttemperatur beschrieben wird. Dieser Kühlungseffekt ist auf den Gipfeln der Berge am größten - beim Feldberg im Schwarzwald beträgt die Differenz beispielsweise 5,2 K (Bd. II, S. 5, Tab. 2-7). Hoch ist er auch im küstennahen Raum - so liegt auf Norderney die gefühlte Temperatur im Mittel 4,3 K unter der Lufttemperatur (Bd. II, S. 4, Tab. 2-1). Am kleinsten sind die Differenzen bei alpinen Talstationen wie Garmisch-Partenkirchen, wo der Unterschied zwischen gefühlter Temperatur und Lufttemperatur sehr gering ist und im genannten Stationsbeispiel nur 1,4 K beträgt (Bd. II, S. 5, Tab. 2-8).
- (4*) Der Grund für die im Jahresmittel negative Differenz zwischen gefühlter Temperatur und Lufttemperatur ist die gegenüber den Standardbedingungen (auf leichten Zug reduzierte Windgeschwindigkeit = 4 km/h; S. 10) deutlich höhere Windgeschwindigkeit. Ihr temperaturerniedrigender Einfluss auf die gefühlte Temperatur (Windchill-Effekt) ist im Mittel aller Tageszeiten und Monate größer als gegensinnige Einflüsse - wie etwa erhöhte Werte der mittleren Strahlungstemperatur im Sommer/zur Mittagszeit.
- (5) Bei monatlicher Betrachtung des mittleren Unterschieds zwischen gefühlter Temperatur und Lufttemperatur zeigt sich ein deutlicher Jahresgang (Bd. II, S. 4 f. u. S. 7 f.): Die gefühlte Temperatur nähert sich im Laufe des Jahres immer mehr der Lufttemperatur an, übersteigt diese in der wärmeren Jahreszeit dann teilweise - bei der Hälfte aller Stationen ist die gefühlte Temperatur in den Sommermonaten höher als die Lufttemperatur (Tieflandstationen im Binnenland) - um dann wieder abzunehmen und im Herbst unter die Lufttemperatur zu sinken.
- (5*) Der verglichen mit der Lufttemperatur stärkere Anstieg der gefühlten Temperatur zum Sommer hin ergibt sich aus der Zunahme der solaren Einstrahlung bei gleichzeitig abnehmender Windgeschwindigkeit (Heyer, 1975). Dass dieses Phänomen küstennah und

auf den Berggipfeln weniger wahrnehmbar ist, erklärt sich damit, dass sich trotz jahreszeitlich bedingter Windabnahme der Betrag der Windgeschwindigkeit dort im Sommer immer noch auf einem (hohen) Niveau befindet, wo die gefühlte Temperatur auf Änderungen der Windgeschwindigkeit nicht sehr empfindlich reagiert (Bd. II, S. 2, Abb. 1-3; Staiger et al., 1997). So liegt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Konstanz im August im Schwachwindbereich (rd. 8 km/h; Bd. II, S. 94, Abb. 45-3), während die mittlere Windgeschwindigkeit auf Norderney im gleichen Monat mit etwa 23 km/h immer noch einen recht hohen Betrag aufweist (Bd. II, S. 97, Abb. 50-4). Außerdem fällt die Bewölkungsabnahme zum Sommer hin bei Gebirgslagen aufgrund von Konvektions- und Staubewölkung - am Alpenrand tritt Stau im Sommer häufiger auf als im Winter aufgrund des Wechsels der vorherrschenden Windrichtung von WSW im Winter zu WNW im Sommer (Flohn, 1954) - geringer aus als bei den Tieflandstationen. Ein weiterer Grund für die stärkere Überwärmung der Binnenland-Flachlandstationen sind höhere Lufttemperaturen als Folge der geringeren Windgeschwindigkeit.

- (6) Die tägliche Schwankung der gefühlten Temperatur übertrifft im Jahresmittel die der Lufttemperatur deutlich. Die Tagesschwankung der gefühlten Temperatur wächst im Jahresverlauf vom Winter zum Sommer in stärkerem Maße als die Tagesschwankung der Lufttemperatur (Bd. II, S. 7 f.). Auch hier werden geographische Unterschiede sichtbar: Je kontinentaler das Klima und je tiefer die Lage im Gelände, desto stärker ist die bioklimatische Überwärmung im Sommer in der Mitte des Tages (oder sogar schon von den Morgenstunden an) und desto mehr Monate sind von dieser tageszeitenabhängigen Überwärmung betroffen (Jendritzky et al., 2003). Sehr große Tagesschwankungen der gefühlten Temperatur führen bei süddeutschen Talstationen sogar dazu, dass wir hier zur Mittagszeit noch im Oktober bzw. bereits im Februar oder März die Luft als wärmer empfinden, als es die Temperaturmessung dokumentiert - im Extremfall wie bei Garmisch-Partenkirchen (Bd. II, S. 8, Abb. 2-8) sogar in jedem Monat des Jahres. Am anderen Ende der Skala liegen die küstennahen Stationen und die Gipfelstationen mit einer nur minimalen mittäglichen Überwärmung in den Sommermonaten. Maritimes Klima und Gipfelklima sind durch geringe Schwankungsbreiten der Temperatur im Tages- wie auch im Jahresverlauf charakterisiert (Rocznik, 1995). In Extremfällen wie auf der Insel Norderney (Bd. II, S. 7, Abb. 2-1) ist es sogar zu keiner Zeit im Jahr - nicht einmal mittags in den Hochsommermonaten Juli/August - bioklimatisch wärmer.
- (6*) Aus den in (5*) aufgeführten meteorologischen Gründen zeigen Flachlandstationen im Binnenland neben einem von ihrer topografischen Lage abhängigen Jahresgang auch einen von Lage und Relief geprägten Tagesgang. Die bioklimatische Überwärmung alpiner Talstationen bereits im Winter (zur Mittagszeit), wie beispielsweise in Garmisch-Partenkirchen, ist die Folge der von der Topografie bedingten besonderen Windruhe (rd.

4-6 km/h im Jahresdurchschnitt; Bd. II, S. 87, Abb. 32-1). Die große bioklimatische Kälte, relativ zur Lufttemperatur, in den maritimen Regionen und Gipfellagen im Sommer mittags ist wiederum erklärbar durch das im Stationsvergleich insgesamt relativ hohe Windniveau bzw. den relativ hohen sommerlichen Bewölkungsgrad (Flohn, 1954).

- (7) Die absolute Spannweite (absolutes Maximum minus absolutes Minimum) ist bei der gefühlten Temperatur erheblich größer als bei der Lufttemperatur (Bd. II, S. 4 f.). Generell weisen küstennahe Stationen sowie Gipfelstationen besonders niedrige, kontinental-klimatisch geprägte Talstationen besonders hohe Spannweiten auf. So beträgt bei der Station Weiden in der Oberpfalz die absolute Spannweite der gefühlten Temperatur 97,4 K (= GT Abs. Max. minus GT Abs. Min; Bd. II, S. 5, Tab. 2-6), die der Lufttemperatur 70,0 K (= LT Abs. Max. minus LT Abs. Min; Bd. II, S. 5, Tab. 2-6). Die entsprechenden Werte sind bei der Station Norderney deutlich niedriger: 70,6 K bei der gefühlten Temperatur (Bd. II, S. 4, Tab. 2-1), 47,3 K bei der Lufttemperatur (Bd. II, S. 4, Tab. 2-1).
- (7*) Die größere Spannweite wie auch die größeren Jahres- und Tagesschwankungen bei der gefühlten Temperatur im Vergleich zur Lufttemperatur werden dadurch ermöglicht, dass bei gleichsinnigem Einwirken der Einflussgrößen die gefühlte Temperatur bis zu 15 K über bzw. unter der Lufttemperatur liegen kann (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1996). Die unterschiedlich große Spannweite von Lufttemperatur oder in besonderem Maße der gefühlten Temperatur im Stationsvergleich ist mit der topografischen Situation erklärbar: Kontinentaler Klimaeinfluss (größere Erwärmungswirkung der solaren Einstrahlung über dem Erdboden, Windarmut gerade in der strahlungsreichen Jahreszeit, Kälte mit Nebel/Hochnebel und/oder Inversionsreichtum im Winter) vergrößert die thermische Spannweite, windreiches und thermisch ausgeglichenes Küsten- oder Gipfelklima verringert sie (s.a. Karte des Kontinentalitätsgrads; Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2001). Zudem sind die süddeutschen Regionen hinsichtlich der Andauer von Hochdrucklagen begünstigt (Winninghoff, 2007).

4.2 Trendklimatologie

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Trendklimatologien der gefühlten Temperatur (Bd. II, S. 9 ff.) vorgestellt und diskutiert. In der durchgeführten Ursachenforschung werden eigene Untersuchungen mit publizierten Analysen verglichen.

4.2.1 Jahrestrends

4.2.1.1 Gefühlte Temperatur

Allgemein

- (8) Für ganz Deutschland ergibt sich im Mittel aller Stationen und Monate ein Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur in Höhe von 1,3 K im Untersuchungszeitraum, entsprechend eines mittleren Dekadentrends von 0,26 K (Bd. II, S. 126). Die Station mit dem bundesweiten Minimum verzeichnet 0,06 K/Dekade (Bad Hersfeld; Bd. II, S. 17), die Station mit dem bundesweiten Maximum 0,56 K/Dekade (Bad Marienberg; Bd. II, S. 19).
- (9) Bei 100 % aller Stationen ist der Trend positiv (Bd. II, S. 124), bei 80 % der Stationen ist der positive Trend signifikant (Bd. II, S. 123, Abb. 113; S. 124).
- (10) Der Trendwert der gefühlten Temperatur liegt bei 87 % aller Stationen über dem ebenfalls positiven Trendwert der Lufttemperatur (Bd. II, S. 128, Tab. 13).
- (8*) Der positive Jahrestrend resultiert unmittelbar daraus, dass im Stationsmittel zehn Monate im Jahr einen positiven Trend der gefühlten Temperatur aufweisen (Bd. II, S. 126; Kap. 4.2.2).

Betrachtet man die atmosphärischen Einflussgrößen, welche die gefühlte Temperatur konstituieren, so wird der positive Wert verständlich (Bd. II, S. 124; S. 126). Bis auf die relative Feuchte - die aber wegen ihres geringen Einflusses auf die menschliche Wärmeempfindung im Klima-Michel-Modell keine besonders große Rolle spielt (Bd. II, S. 2, Abb. 1-4) - wirken alle einzelnen Faktoren auf einen Anstieg der gefühlten Temperatur hin. So beträgt im Stationsmittel der bei allen Stationen feststellbare Erwärmungstrend der Lufttemperatur im Untersuchungszeitraum 1,0 K (entsprechend 0,20 K/Dekade), der bei 98 % der Stationen ebenfalls positive Trend der mittleren Strahlungstemperatur 0,21 K/Dekade. Der Trend der Windgeschwindigkeit ist bei 57 % der Stationen negativ mit einem durchschnittlichen Betrag von 0,19 km/h pro Dekade. Verstärkt werden diese Einflüsse noch dadurch, dass die Parameter, die bei den meisten Stationen trendverstärkend auf die gefühlte Temperatur einwirken, auch mit dem größten Gewicht in das Klima-Michel-Modell eingehen: die Lufttemperatur an erster Stelle, gefolgt von der mittleren Strahlungstemperatur und der Windgeschwindigkeit (Bd. II, S. 2).

(9*) Das Gleiche gilt bei Beschränkung der Betrachtung auf die signifikanten Trends der gefühlten Temperatur¹ (Bd. II, S. 124). Sie werden ebenfalls hauptsächlich durch die signifikanten Trends ihrer Einflussgrößen Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur und Windgeschwindigkeit aufgebaut. So ist im Falle eines signifikanten Erwärmungstrends der gefühlten Temperatur bei 91 % der Stationen auch der Lufttemperaturtrend signifikant positiv, bei 72 % der Stationen ebenfalls der Trend der mittleren Strahlungstemperatur; 56 % der Stationen weisen einen signifikanten negativen Trend der Windgeschwindigkeit auf. Bei etwa der Hälfte der Stationen ist der Trend der relativen Feuchte signifikant negativ, mit der Konsequenz einer dem Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur leicht entgegengesetzten Komponente. An den Beispielen Regensburg und Schleswig (Bd. II, S. 99, Abb. 55-1 u. 56-1) lässt sich der Einfluss der einzelnen Parameter auf die Trendstärke der gefühlten Temperatur gut nachvollziehen.

Der vorherrschend signifikante Jahrestrend der gefühlten Temperatur wird in erster Linie vom Augusttrend getragen, der neben den deutlich höheren Trendwerten auch bei der Anzahl der signifikanten Trends im Stationsvergleich unter den anderen Monatstrends deutlich herausragt (Bd. II, S. 123, Abb. 113; S. 124).

Was die Signifikanz betrifft, so spielt bei den Jahrestrends auch ein statistischer Effekt eine wichtige Rolle: Die interannuelle Variabilität des Jahreswerts ist gegenüber der Variabilität der Monatsmittelwerte wesentlich geringer. Dieses Phänomen dürfte mit der für die Atmosphäre typischen Tendenz zum Ausgleich zu erklären sein, d.h., die in bestimmten Monaten auftretenden Extrema werden im weiteren Jahresverlauf durch entgegengesetzte Extrema größtenteils wieder ausgeglichen. Daraus ergibt sich die vergleichsweise geringe Standardabweichung der Jahresmittelwert-Zeitreihe (Bd. II, S. 126). So wird beim Jahresmittelrend eher ein Signifikanzniveau erreicht als beim Monatsmittelrend. Der Effekt betrifft die gefühlte Temperatur wie ihre Einflussgrößen in gleicher Weise.

(10*) Dass die Trendwerte der gefühlten Temperatur bei den meisten Stationen in ihrem Betrag die Trendwerte der Lufttemperatur übertreffen, ist letztendlich ein Beleg dafür, dass neben der Lufttemperatur weitere, den Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur fördernde Faktoren wie der Anstieg der mittleren Strahlungstemperatur oder der Rückgang der Windgeschwindigkeit am Trend der gefühlten Temperatur mitwirken.

¹ Im Folgenden gilt stets: Bei Trendangaben zur Häufigkeit von Stationen mit signifikantem Trend der gefühlten Temperatur verstehen sich die Trendangaben ihrer unmittelbaren atmosphärischen Einflussgrößen als Prozent der Stationen mit signifikantem Trend der gefühlten Temperatur (nicht als Prozent aller Stationen).

Geographische Differenzierung

- (11) Bei Betrachtung der geographischen Variabilität der signifikanten Trends der gefühlten Temperatur (Bd. II, S. 71) fällt auf, dass keine Region vom Erwärmungstrend ausgespart bleibt.
- (12) Die höchsten Erwärmungsraten wie auch die Trends auf höchstem Signifikanzniveau (***) finden sich in der Südhälfte Deutschlands.
- (13) Ein weitgehend ähnliches Trendverhalten ist nur bei den Stationen in Küstennähe und den sehr hoch gelegenen alpennahen Gipfelstationen wie der Zugspitze, dem Feldberg im Schwarzwald sowie der Wasserkuppe in der Rhön festzustellen. Die Trendwerte sind dabei relativ niedrig: Sie bewegen sich zwischen 0,21 K/Dekade (Zugspitze bzw. Helgoland) und 0,27 K/Dekade (Norderney bzw. Schleswig) und sind nur moderat signifikant, d.h. das Signifikanzniveau liegt meist bei 95 % (*).
- (14) Bei den Tieflandstationen im Binnenland hingegen sind die Unterschiede von Station zu Station groß. Räumliche Muster, die eine Einteilung in geographische Kategorien erlauben würden, sind nicht erkennbar.

(9* u. 11*) Dass der Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur deutschlandweit und unabhängig von den topografischen Gegebenheiten auftritt - also auch Küsten- und Gipfelstationen in signifikanter Weise am Erwärmungstrend teilnehmen - belegt, dass die Entwicklung ganz wesentlich auf großräumige zirkulationsdynamische Umstellungen in der Atmosphäre zurückzuführen ist und nicht in erster Linie von örtlichen Einflüssen wie der Topografie oder dem Stadtklima bewirkt wird. Als „Kronzeuge“ kann der Trend der Jahressumme von Großwetterlagentagen gelten, die im langjährigen Mittel mit einer positiven Lufttemperaturanomalie einhergehen (Bd. II, S. 132, Abb. 116-1). Er ist hochsignifikant positiv, die Zunahme beträgt 7,31 Tage/Dekade. Das bedeutet, dass es in Deutschland am Ende der Untersuchungsperiode durchschnittlich rund 37 Tage mehr gab, an welchen Großwetterlagen mit übernormalen Temperaturen auftraten.

Bei Betrachtung der Dekadenhäufigkeiten der einzelnen Großwetterlagen zeigt sich folgendes (Bd. II, S. 137):

- Tage mit reinen Westlagen, also West antizyklonal („Wa“) und West zyklonal („Wz“), haben deutlich zugenommen. Die Großwetterlage „Wa“ ist verglichen mit dem langjährigen Mittel das ganze Jahr über mit zu warmen Temperaturen verknüpft; die Westlage „Wz“ im größten Teil des Jahres mit Ausnahme des Sommers (Gerstengarbe und Werner, 1999).
- Auch bei der Hochdruckbrücke Mitteleuropa („BM“) ist eine starke Zunahme bei der Anzahl der Tage zu erkennen. Die „BM“-Lage geht in allen Jahreszeiten bis auf den Winter mit zu warmen Lufttemperaturen einher (Gerstengarbe und Werner, 1999).

- Bei der das ganze Jahr über zu warmen Großwetterlage Trog Westeuropa („TrW“) ist ebenfalls die Anzahl der Tage in den letzten drei Dekaden im Vergleich zu den beiden vorhergehenden deutlich erhöht.

Wegen der bei vielen Großwetterlagen jahreszeitlich unterschiedlichen Temperatur-anomalien sind detailliertere Bewertungen der Jahreshäufigkeiten wenig aufschlussreich. Die Analysen werden sich deswegen mehr mit den einzelnen Monaten beschäftigen (Kap. 4.2.3 - 4.2.7).

(12*) Im Süden Deutschlands finden sich - analog zu den höheren Erwärmungsraten und Signifikanzen bei der gefühlten Temperatur - auch die Stationen mit den stärksten Trends bei der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur (Bd. II, S. 14 ff., Tab. 4-1 bis 4-54). Die Zunahme von Hochdrucklagen wie „Wa“ oder „BM“ machen diese regionalen Trendschwerpunkte verständlich. Denn beide Wetterlagen sind - die Wintermonate bei „BM“ ausgenommen - besonders im Süden warm und einstrahlungsreich. Die beiden Großwetterlagen werden im Zusammenhang mit den Monatstrends ausführlicher behandelt (z.B. Kap. 4.2.3 oder 4.2.6).

(13*) Das relativ einheitliche Trendbild bei den Küstenstationen kann mit den sehr ähnlichen topografischen Stationseigenschaften erklärt werden. Es handelt sich um maritim geprägte Flachlandstationen, die sich von den Tieflandstationen im topografisch gegliederten Binnenland unterscheiden (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1999). Bei den hoch gelegenen alpennahen Gipfelstationen liegt der Grund für die ähnlichen Trendstärken in erster Linie in ihrer Exponiertheit gegenüber der freien Atmosphäre und dem damit stark reduzierten Einfluss der Stationsumgebung (Dominanz allochthoner Klimaeinflüsse). Das nur moderate Trendbild der Küstenstationen und der alpennahen hohen Gipfelstationen ergibt sich zum einen aus dem erhöhten Windchill-Effekt, der einem stärkeren Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur entgegenwirkt. Weitere Effekte, die den thermischen Ausgleich fördern, sind an der Küste die Land-/Seewind-Zirkulation, die ein stärkeres Aufheizen der Atmosphäre verhindert oder die Advektion milder maritimer Luftmassen im Winter, die einer stärkeren Abkühlung der Luft entgegenwirkt. Auf den Gipfeln wird gerade in der einstrahlungsreichen Zeit, dem Sommer, durch die Bildung von Stau- und Konvektionsbewölkung eine stärkere Einstrahlung und Lufterwärmung oftmals verhindert (Flohn, 1954).

(14*) Die größeren Unterschiede im Trendverhalten zwischen den einzelnen Tieflandstationen im (küstenfernen) Binnenland erklären sich durch zusätzlich wirksame kleinräumige Faktoren, die mit der Stationslage in Zusammenhang stehen (Topografie und Lageeffekte) und das Trendbild mitgestalten (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1999; Jendritzky et al., 2003).

Tageszeitliche Differenzierung

- (15) Beim durchschnittlichen Trendwert der gefühlten Temperatur zeigt sich im Jahresmittel ein leichtes Mittagsmaximum (Bd. II, S. 126). Signifikante Trends gibt es häufiger zu den Tagesrandzeiten (Bd. II, S. 128, Tab. 11 b).
- (15*) Der hohe Trendwert bei der gefühlten Temperatur ergibt sich zum einen aus dem Trend der mittleren Strahlungstemperatur, bei dem im Stationsmittel ebenfalls ein Trendmaximum zur Mittagszeit auftritt. Beim durchschnittlichen Trend der Windgeschwindigkeit ist ein Mittagsminimum festzustellen, das ebenfalls verstärkend auf den positiven Trend der gefühlten Temperatur einwirkt (Bd. II, S. 126). Die Tatsache, dass in besonderem Maße antizyklonale Großwetterlagen wie „Wa“ und „BM“ häufiger auftreten (Bd. II, S. 137), erklärt das Maximum der Trendwerte in der Tagesmitte, denn diese Großwetterlagen sind zu dieser Tageszeit mit verstärkter Sonneneinstrahlung verbunden, während die Windgeschwindigkeiten im Mittel noch moderat sind (Häckel, 1999).
- Signifikante Trends verzeichnen die Stationen bei allen Temperaturen eher zum 6 UTC- oder zum 18 UTC-Termin (Bd. II, S. 128, Tab. 11 b). Die Diskrepanz zwischen hohen Trendwerten und zugleich wenigen signifikanten Trends lässt sich mit der höheren interannuellen Streuung der Werte zur Mittagszeit, verglichen mit den Tagesrandzeiten, erklären (Bd. II, S. 126).

Trendverhalten im Verlauf der Untersuchungsperiode

- (16) Die typische Entwicklung lässt sich bei den Jahrestrends am besten mit Hilfe der quadratischen Trendkurven beschreiben. Die Abbildungen 5 und 6 (Bd. II, S. 13) zeigen den typischen Verlauf, der bei allen Stationen ähnlich ist: zunächst abnehmend oder gleichbleibend mit einer Wende in den 1960er oder spätestens in den 1970er Jahren, danach ansteigend bis zum Jahr 2000, oft mit einem verstärkten Anstieg ab den 1980er Jahren. Statistisch konnten jedoch nur bei wenigen Stationen echte Trendumkehrpunkte festgestellt werden.
- (16*) In der typischen Kurvenform der Jahrestrends paust sich offensichtlich der Trendverlauf einiger Monate durch, der vor allem im März, Mai und Dezember besonders stark ausgeprägt ist. Im Mai und Dezember wurden aufgrund berechneter Trendumkehrpunkte um das Jahr 1962 etliche Trendzerlegungen durchgeführt (Bd. II, S. 75; S. 77).
- Betrachtet man größere Zeiträume, so sind Temperaturtrends kleineren und größeren zyklischen Schwankungen unterworfen. Von Mitte der 1940er bis in die 1960er Jahre ist bei den Lufttemperaturen ein negativer Trend zu beobachten (Schönwiese, 2003), dem der Trend der gefühlten Temperatur von der Tendenz her entspricht. Seit den 1960er Jahren (bis zum Ende des Untersuchungszeitraums) sind beide Temperaturtrends positiv, jedoch - wie bereits diskutiert - mit unterschiedlicher Ausprägung (S. 33). Es ist ein

Zeichen für die Stärke des jüngsten Erwärmungstrends, dass trotz des trendmindernden Einflusses der Abkühlungsphase der ersten Dekade für den Gesamtzeitraum immer noch bei 80 % der Stationen (gefühlte Temperatur) und 91 % der Stationen (Lufttemperatur) signifikante positive Trends verzeichnet werden (Bd. II, S. 124).

4.2.1.2 Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung

Kältebelastung

- (17) Bei den Tagen mit mäßiger, starker oder extremer Kältebelastung (Bd. II, S. 106) zum 6 UTC-Termin resultiert aus dem Mittel aller Stationen eine Abnahme von 1,44 Tagen/Dekade (Bd. II, S. 128, Tab. 12). Die größte Abnahme an Kältebelastungstagen verbucht die Station Bad Marienberg mit durchschnittlich 4,41 Tagen/Dekade (Bd. II, S. 107, Tab. 5-1; S. 112, Abb. 71-1) auf hohem Signifikanzniveau.
- (18) Bei 98 % aller Stationen wird eine Abnahme von Tagen mit Kältebelastung konstatiert, bei nur 11 % der Stationen ist diese jedoch signifikant (Bd. II, S. 124; S. 123, Abb. 114).

Wärmebelastung

- (19) Bei den Tagen mit mäßiger, starker oder extremer Wärmebelastung (Bd. II, S. 106) zum 12 UTC-Termin lässt sich im Stationsmittel (Stationsnetz abzgl. der höheren Gipfelstationen, da hier zu wenig Wärmebelastungstage vorliegen) feststellen, dass gegen Ende des Untersuchungszeitraums rund elf Wärmebelastungstage pro Jahr mehr auftreten als zu Beginn der 1950er Jahre (+2,23 Tage/Dekade; Bd. II, S. 128, Tab. 12). Die größte Zunahme verzeichnet die Station Konstanz mit durchschnittlich 6,53 Tagen/Dekade (Bd. II, S. 109, Tab. 5-5; S. 117, Abb. 96-1), was einer Zunahme von rund 33 Wärmebelastungstagen im Verlauf des Zeitraums 1951-2000 entspricht.
- (20) 96 % aller Stationen weisen eine Zunahme von Tagen mit Wärmebelastung auf (Bd. II, S. 124), bei 50 % der Stationen ist dieser Trend signifikant (Bd. II, S. 124; S. 123, Abb. 114).
- (17* bis 20*) Die Abnahme der Häufigkeit von Tagen mit Kältebelastung und die Zunahme der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung resultiert aus dem Trend der gefühlten Temperatur, wobei naturgemäß bei den Kältebelastungstrends nur die Wintermonate und bei den Wärmebelastungstrends die Sommermonate einen Beitrag zum Jahrestrend leisten. Zu dem Wärmebelastungstrend trägt am meisten der August bei, denn dieser Monat ragt in puncto Trendbetrag und Signifikanz heraus (Bd. II, S. 124; S. 126). Der Grund liegt darin, dass die Werte der gefühlten Temperatur zum 12 UTC-Termin besonders häufig den Definitionsbereich der menschlichen Wärmebelastung erreichen (Bd. II, S. 106).

Analog zu den Ursachen des Erwärmungstrends der gefühlten Temperatur sind bei dem Rückgang von Kältebelastung und der Zunahme von Wärmebelastung die großräumigen Ursachen in der Umstellung der Großwetterlagenhäufigkeiten zu sehen, also in der Zunahme der im Jahresverlauf überwiegend zu warmen Großwetterlagen wie den Westlagen „Wa“ und „Wz“ oder der Kernhochlage „BM“ (S. 35 f.).

Geographische Differenzierung

- (21) Nur sechs der 54 Stationen verzeichnen einen signifikanten negativen Jahrestrend von Tagen mit Kältebelastung (Bd. II, S. 128, Tab. 12; S. 70). Das sind in erster Linie höher gelegene Stationen wie die Zugspitze, der Feldberg im Schwarzwald oder der Kleine Feldberg im Taunus. Mit Ausnahme der Station Lüchow liegen alle Stationen in Süd- oder Westdeutschland.
- (22) Signifikante Trends der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung (Bd. II, S. 71) finden sich hauptsächlich in Süddeutschland oder im Westen Deutschlands westlich der Weser. Die Küstenstationen bleiben ausgespart.
Positive Trends auf höchstem Signifikanzniveau existieren - die Station Düsseldorf ausgenommen - nur in der Südhälfte Deutschlands.
- (21*) Einen signifikanten Trend beim Rückgang von Tagen mit Kältebelastung zeigen besonders die höher gelegenen Stationen, die oberhalb der gerade bei antizyklonalen Wetterlagen (Zunahme von „Wa“ und „BM“: Bd. II, S. 137) oft zähen Kaltluftseen in den Niederungen liegen (S. 45). Bei den nicht so hoch gelegenen Stationen spielen wohl in erster Linie Lageeffekte eine Rolle: So sind die Stationen Bad Marienberg, Bamberg und Lüchow im Falle von Westlagen - deren Häufigkeit ja deutlich zugenommen hat (Bd. II, S. 137) - von Lee-Effekten betroffen. Bad Marienberg wird im Westen durch die Bäume des Westerwaldes, Bamberg durch die Steigerwaldhöhen abgeschirmt (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1999). Die norddeutsche Station Lüchow liegt im Falle aller Westlagen im Lee des Höhenzuges Drawehn. Seine maximale Erhebung beträgt zwar nur 142 m (Westermann (Hrsg.), 1999), doch in solch flachem Gelände hat die Luv- und Leewirkung selbst kleiner Reliefunterschiede einen enormen Einfluss auf die Witterung (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1989). Das gilt besonders für windreiche Regionen wie dem Norddeutschen Tiefland. Die Intensität der orografischen Effekte ist zudem im Winter stärker als im Sommer (Flohn, 1954).
- (22*) Die Konzentration der Wärmebelastungstrends auf das süd- und westdeutsche Binnenland erklärt sich dadurch, dass hier aufgrund der höheren Kontinentalität im Sommer auch höhere Temperaturniveaus schneller bzw. häufiger erreicht werden als im küstennahen Bereich Norddeutschlands (Jendritzky et al., 2003). Diese geographischen Unterschiede sind bei antizyklonalen Großwetterlagen besonders stark ausgeprägt, wel-

che, wie später bei den Monatstrends näher erläutert wird, eine starke Zunahme verzeichnen (z.B. „BM“ im August; Bd. II, S. 143). Bei diesen „austauscharmen“ Wetterlagen kommt es besonders in Tal- und Beckenlagen häufiger zu windschwachen Situationen und die Gefahr der Überwärmung ist deutlich größer als in höheren Lagen (Sönning, 1982). Aus diesem Grund unterscheiden sich beispielsweise die Trends von Konstanz (6,53 Tage/Dekade (***)) oder Regensburg (6,40 Tage/Dekade (***)) in Betrag und Signifikanz deutlich von den anderen Stationen (Bd. II, S. 71).

4.2.2 Gesamtüberblick in monatlicher Auflösung

Allgemein

- (23) Betrachtet man die Trendwerte der gefühlten Temperatur unabhängig von ihrer Signifikanz, zeigt sich ein relativ einheitliches Muster in den einzelnen Monaten (Bd. II, Einsteckkarte). So treten in der Reihenfolge ihrer Trendstärke (K/Dekade) im Mittel aller Stationen die Monate August (0,63), Februar (0,56), Januar (0,49), Mai (0,41), März (0,37) und Juli (0,32) mit ihrem Betrag hervor (Bd. II, S. 126). Diese Schwerpunkte des bioklimatischen Erwärmungstrends (Januar bis März, Mai, Juli und besonders August) sind in den Isoplethendiagrammen der einzelnen Stationen (Bd. II, Einsteckkarte) deutlich zu erkennen.
- (24) Bei zusätzlicher Berücksichtigung der Signifikanz ist das Bild der jahreszeitlichen Trendschwerpunkte etwas verändert (Bd. II, S. 123, Abb. 113; S. 124). Trendstärkster Monat ist nach wie vor der August, gefolgt vom Mai. In den Monaten Februar und Juli hingegen verzeichnet trotz verbreiteter hoher Trendwerte nur jeweils eine Station einen signifikanten Trend. Im Januar und im März ist ebenfalls trotz des hohen Trendwertenniveaus bei vergleichsweise wenigen Stationen der Trend signifikant.
- (25) In den übrigen Monaten des Jahres weisen die meisten Stationen nur leichte, meist nicht signifikante Erwärmungs- oder sogar Abkühlungstrends (September, November) mit durchschnittlichen Werten zwischen -0,01 und 0,16 K/Dekade auf (Bd. II, S. 126).
- (26) Eine Sonderstellung nehmen die Monate April und Dezember ein. Bei ihren Zeitreihen konnten deutliche Trendumkehrpunkte bestimmt werden (Bd. II, S. 125, Tab. 9). Sie bewegen sich im April um das Jahr 1977, im Dezember um das Jahr 1962. Im ersten Subintervall errechneten sich in der Regel nicht signifikante Abkühlungstrends, für die zweite Trendperiode ergaben sich Erwärmungstrends mit deutlich höherem Trendwert (einhergehend mit einer Verbesserung des Signifikanzniveaus; Bd. II, S. 14; S. 125, Tab. 9), verglichen mit den Werten für den Gesamtzeitraum (Bd. II, S. 126). Dies gilt im April für die Mehrzahl der Stationen, im Dezember für knapp die Hälfte. Im Mai wurden für etwa ein Drittel der Stationen Trendumkehrpunkte ermittelt und Trendzerlegungen

durchgeführt (Bd. II, S. 125, Tab. 9).

- (27) In keinem Monat gibt es signifikante negative Trends der gefühlten Temperatur (Bd. II, S. 124).

Geographische Differenzierung

- (28) Das typische Trendmuster mit den jahreszeitlichen Schwerpunkten Januar bis März, Mai und August findet man bei fast allen Stationen, unabhängig von Relief und geographischer Lage (Bd. II, Einsteckkarte). Unterschiede gibt es aber dennoch: So ist bei den Küstenstationen der Augusttrend deutlich weniger stark ausgeprägt als bei den übrigen Stationen. Der Trendschwerpunkt liegt hier im Winterhalbjahr, insbesondere im März. Auch die höheren Gipfelstationen haben ihren Trendschwerpunkt im Winter. Weitere räumliche Muster, die eine Einteilung in geographische Kategorien erlauben würden, sind nicht erkennbar.

Bei den Küstenstationen fehlt bei bloßer Betrachtung der Trendwerte das Maimaximum. Mehr als die Hälfte der Maitrends sind jedoch trotz ihrer moderaten Beträge signifikant (Bd. II, S. 124), sodass die Dreigliederung ganz Deutschland betrifft.

Tageszeitliche Differenzierung

- (29) Bei den Trendwerten der gefühlten Temperatur zeigt sich bei der Hälfte der Monate ein Mittagmaximum (Bd. II, S. 126), signifikante Trends gibt es mit Ausnahme der Monate Januar und Februar hauptsächlich zu den Tagesrandzeiten (Bd. II, S. 127).

(23* bis 29*) Durch den Jahresgang des Sonnenstandes und der Großwetterlagenstruktur weist jeder Monat ein eigenes, charakteristisches „Monatsklima“ auf (Rocznik, 1995). Die Änderungen im typischen Witterungsablauf, die für die signifikanten Erwärmungstrends der gefühlten Temperatur verantwortlich sind, unterscheiden sich in den einzelnen Monaten stark voneinander und werden deshalb jeweils separat diskutiert. Wurden keine signifikanten Monatstrends nachgewiesen, so müssen die Trendergebnisse aus statistischen Gründen streng genommen als zufallsbedingt bewertet werden. Sie werden deshalb auch nicht weiter besprochen.

4.2.3 Januar bis März

Allgemein

- (30) Die ersten Monate des Jahres sind durch relativ hohe positive Trendwerte der gefühlten Temperatur gekennzeichnet (Bd. II, S. 126). Die Beträge liegen im Mittel der Stationen zwischen 0,37 K/Dekade (März) und 0,56 K/Dekade (Februar). Der Januar verzeichnet einen Anstieg von 0,49 K/Dekade. Die Trendwerte sind bei allen Stationen in diesen drei Monaten stets positiv (Bd. II, S. 124).

(31) Trotz der relativ hohen Beträge sind die meisten Trends nicht signifikant (Bd. II, S. 124). Im Januar weisen nur 24 % der Stationen signifikante Trends auf, im März sind es 20 %. Im Februar gibt es, trotz der im Vergleich zu allen anderen Monaten des Jahres zweithöchsten Trendbeträge, keine signifikanten Trends, mit Ausnahme einer einzigen Station.

(32) In den Monaten Januar und Februar ist bei fast allen Stationen der Trend der gefühlten Temperatur stärker als der Lufttemperaturtrend und auch im März verzeichnen immerhin noch 80 % der Stationen höhere Trendwerte bei der gefühlten Temperatur als bei der Lufttemperatur (Bd. II, S. 128, Tab. 13).

(30*) In den ersten beiden Monaten des Jahres wirken alle wichtigen atmosphärischen Parameter in Richtung einer Erhöhung der gefühlten Temperaturen (Bd. II, S. 126), d.h., im Durchschnitt aller Stationen sind auch die Trends der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur positiv - wobei die Beträge der mittleren Strahlungstemperaturen über den Werten der Lufttemperatur liegen -, die Trendwerte der Windgeschwindigkeit sind negativ. Der für den Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur weniger relevante Feuchteparameter weist im Mittel aller Stationen jeweils einen negativen Trendverlauf auf.

Im März ist das Trendbild anders (Bd. II, S. 126). Hier sind es in erster Linie die hohen Trendwerte der Lufttemperatur (0,33 K/Dekade) und der mittleren Strahlungstemperatur (0,21 K/Dekade), die zu dem positiven Trend der gefühlten Temperatur beitragen. Deutlich verändert gegenüber dem Januar: Der durchschnittliche Trend der Windgeschwindigkeit ist indifferent, der Trend der relativen Feuchte ausnahmsweise positiv, sodass dieser Parameter den Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur im März geringfügig unterstützt.

(31*) Analog zu den höheren Trendwerten der mittleren Strahlungstemperatur weisen im Januar im Falle eines signifikanten Trends der gefühlten Temperatur auch mehr Stationen signifikante Trends bei dieser Größe auf als es bei der Lufttemperatur der Fall ist (77 % bei der mittleren Strahlungstemperatur, 54 % bei der Lufttemperatur). Unterstützend in ihrem bioklimatischen Effekt wirken auch die negativen Trends der Windgeschwindigkeit, immerhin signifikant bei rund 40 % der Stationen (Bd. II, S. 124).

Dieser Befund gilt nicht für den März. In diesem Monat dominieren analog zu den höheren Trendwerten die Stationen mit signifikantem Trend bei der Lufttemperatur (82 %). Knapp die Hälfte der Stationen verzeichnet signifikante positive Trends bei der mittleren Strahlungstemperatur. Die Anzahl von Stationen mit einem negativen Trend der Windgeschwindigkeit ist dagegen gering, signifikante Feuchtetrends existieren gar nicht (Bd. II, S. 124).

In allen drei Monaten ist die interannuelle Streuung so groß, dass sich bei den gefühlten Temperaturen sowie bei ihren Einflussgrößen nur wenige signifikante Trends ergeben. Der Mangel an signifikanten Trends im Februar, trotz sehr hoher Trendbeträge, erklärt sich durch eine besonders hohe Streuung (Standardabweichung) - die höchste, die für Monatstrends ermittelt wurde (Bd. II, S. 126).

(32*) Die stärkeren Trends bei der gefühlten Temperatur, verglichen mit den Lufttemperaturtrends, ergeben sich aus dem gleichsinnigen Zusammenspiel mehrerer Parameter, die sich temperaturerhöhend auf den Organismus auswirken.

(30* bis 32*) Dem Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur liegen in den Monaten Januar und Februar zirkulationsdynamische Änderungen zugrunde. In beiden Monaten haben in besonderem Maße die reinen (milden) Westlagen zugenommen.

Im Januar (Bd. II, S. 138) stieg die Anzahl der Tage mit antizyklonaler Westlage („Wa“) von 9 bzw. 7 Tagen in den ersten zwei Dekaden der Untersuchungsperiode auf 28 bzw. 21 Tage in den beiden letzten. Die zyklonale Westlage („Wz“) verzeichnet seit den 1960er Jahren von Dekade zu Dekade eine Zunahme, die in der Summe 23 Tage beträgt.

Alle Westlagen sind im Winter mit einer positiven Lufttemperaturanomalie verbunden, zyklonale und antizyklonale Westlagen unterscheiden sich aber sonst in ihrem Witterungscharakter voneinander: So bringen winterliche zyklonale Westlagen eher unbeständiges und windiges Wetter, während sich antizyklonale Westlagen durch moderate Windgeschwindigkeiten und einen überwiegend freundlichen Wettercharakter auszeichnen (Hess und Brezowsky, 1969). Winterliche Hochdrucklagen können zwar auch mit trübem Nebel- oder Hochnebelwetter verbunden sein, jedoch ist das in erster Linie ein Phänomen des Spätherbstes und Frühwinters (Hendl, 1995). Die relativ hohen und meist signifikanten Trendwerte bei der mittleren Strahlungstemperatur sowie der mittlere Abnahmetrend der Windgeschwindigkeit weisen darauf hin, dass die Zunahme der Hochdrucklagen beim Bioklimatrend dieses Monats ein größeres Gewicht haben muss als der positive Trend bei den milden zyklonalen Großwetterlagen. Eine Zusatzstudie dokumentiert die Häufigkeiten aller antizyklonalen Westlagen („SWa“, „Wa“ und „NWA“) in den Dekaden der Untersuchungsperiode (Bd. II, S. 146, Abb. 126). Hier zeigt sich eine sehr starke Zunahme der sonnenscheinreichen Hochdrucklagen mit Atlantikluftzufuhr von 15 Tagen in den 1960er Jahren auf 59 Tage in den 1990er Jahren. Die Anzahl der Tage hat sich also praktisch vervierfacht und kann als Hauptursache für den Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur im Januar gesehen werden. Die starke Zunahme von antizyklonalen Großwetterlagen ist auch in Abb. 115-2 (Bd. II, S. 130) dokumentiert. Der Trend ist zwar aufgrund der hohen Streuung nicht signifikant, dennoch ist die Zunahme im Vergleich zu den anderen Monaten mit 1,18 Tagen/Dekade recht hoch. Sie

ging hauptsächlich auf Kosten der Nord- und Ostlagen (Bd. II, S. 138). Die Anzahl der Tage dieser Großwetterlagenkategorien hat sich aber nicht nur reduziert. Während in der ersten Dekade lediglich drei Vertreter überhaupt nicht auftraten, sind es in den letzten beiden Dekaden sogar 7 bzw. 6 Nord- oder Ostlagentypen, die mit null Tagen in die Häufigkeitsstatistik eingehen.

Die Zunahme der oben genannten antizyklonalen Wetterlagen führte also auch zu einer Abnahme der „Diversität“ im Großwetterlagenspektrum.

Im Februar (Bd. II, S. 139) trat in den 1950er und 1960er Jahren die Großwetterlage „Wa“ überhaupt nicht auf. Seitdem ist die Anzahl der Tage dieser Hochdrucklage sprunghaft auf 30 Tage in der letzten Dekade angestiegen. Bei der „Wz“-Lage beträgt die Differenz zwischen der ersten und der letzten Dekade 37 Tage. Die Großwetterlage verzeichnet jedoch bereits in den 1960er Jahren mehr als die doppelte Anzahl an Tagen als in der Dekade zuvor.

Aufgrund der fehlenden signifikanten Trends in diesem Monat wird auf eine weitere Ursachendiskussion verzichtet.

Im März (Bd. II, S. 140) sind die Änderungen in der Großwetterlagenkonstellation im Vergleich zu den ersten beiden Monaten des Jahres anderer Art. Zwar ist die Zunahme der „Wa“-Lage von 11 und 4 Tagen in den ersten beiden Dekaden auf 24 Tage in der letzten ähnlich der in jenen Wintermonaten. Markant ist hier aber im Gegensatz zu Januar und Februar der Trend bei der (im März bereits übernormal temperierten) Hochdruckbrücke Mitteleuropa „BM“. Die Anzahl der Tage hat sich bei dieser Großwetterlage innerhalb der Untersuchungsperiode mehr als vervierfacht. Andere Hochdrucklagen haben dafür abgenommen, z.B. die Kernhochlage Hoch Mitteleuropa („HM“) oder die antizyklonale Südlage („Sa“). Auffällig ist zudem, dass - wie bereits für den Januar festgestellt - die Vielfalt beobachteter Großwetterlagen in den letzten beiden Dekaden des Untersuchungszeitraums reduziert ist und zwar in stärkerem Maße als in jenem Monat: Während bis zu den 1970er Jahren von den insgesamt 29 Großwetterlagen nur 3 bis 5 Typen nicht auftraten, hat sich in den 1980er und 1990er Jahren die Zahl der „ausgefallenen“ Großwetterlagentypen mit 10 bzw. 11 mehr als verdoppelt.

Den stärksten Anstieg von allen 29 Großwetterlagen verzeichnet die zyklonale Nordwestlage „NWz“. Ihr Vorkommen lag (mit Ausnahme der zweiten Dekade) im Untersuchungszeitraum stets unter 10 Tagen und ist deshalb in den 1990er Jahren mit einer Anzahl von 70 Tagen als außerordentlich hoch einzustufen. Die Zunahme paust sich auch in dem Trend der Häufigkeit aller Westwetterlagen (Großwettertypen NW, W und SW) durch (Bd. II, S. 134, Abb. 117-4): Der Trend ist signifikant mit einem Anstieg von 1,54 Tagen/Dekade. Die Konsequenzen, die sich aus diesen Entwicklungen ergeben, können besser im Zusammenhang mit dem geographischen Auftreten signifikanter Er-

wärmungstrends der gefühlten Temperatur diskutiert werden (34*).

Geographische Differenzierung

(33) Im Januar (Bd. II, S. 72) treten alle signifikanten Trends der gefühlten Temperatur in der Südhälfte Deutschlands auf. Die Spannweite der Werte erstreckt sich hier zwischen 0,46 K/Dekade (Trier-Petrisberg; Bd. II, S. 62; S. 72) und 0,88 K/Dekade (Bad Marienberg; Bd. II, S. 19; S. 72).

Die meisten Trends sind mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % signifikant. Trends, die das 95 %-Perzentil überschreiten, wurden nur für den Mittelgebirgsraum ermittelt (Bd. II, S. 72).

(33*) Ein Grund für die Konzentration aller signifikanten Erwärmungstrends der gefühlten Temperatur in der Südhälfte Deutschlands ist sicher, dass die Region bei den Großwetterlagen „SWa“ und „Wa“ - die in ihrer Summe einen relativ hohen Anstieg verzeichnen - besonders wetterbegünstigt ist. Deutlich wird dieser Sachverhalt in Abbildung 128 (Bd. II, S. 147; Kaufeld et al., 1997). Die Bodenwetterkarte zeigt als Beispiel die typische Verteilung von Luftdruck und Wetterfronten bei der „Wa“-Lage. Es ist deutlich zu erkennen, dass besonders die Küsten von Tiefausläufern erfasst werden können. Im Süden ist diese Großwetterlage dagegen aufgrund der Nähe zum Schwerpunkt des Hochs besonders sonnenscheinreich und windschwach.

Typisch für winterliche autochthone Wetterlagen sind aber auch bodennahe Kaltluftschichten (in dem Fall der „SWa“- und „Wa“-Lage betrifft das die Mitte und in besonderem Maße den Süden, bei der „NWa“-Lage eher den Westen Deutschlands), regional mit der Neigung zu vormittäglichem Nebel oder Hochnebel (Sachweh, 1992). Betrachtet man die Verteilung der Erwärmungstrends unter diesem Aspekt, so findet man eine weitere Ursache für die regionale Differenzierung in der Topografie: Im Hochwinter können sich bei antizyklonalen Wetterlagen im Flachland und besonders in den Flussniederungen zähe Kaltluftschichten, in Tal- und Beckenlagen sog. Kaltluftseen, bilden (Hendl, 1966), sodass sich der signifikante Erwärmungstrend meist auf höhere Lagen beschränkt. Die westlichen Stationen Berus, Trier-Petrisberg und Aachen befinden sich alle auf einer Kuppe (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1999) und auch die weiteren Stationen liegen meist über der bodennahen Inversionsschicht (Bd. II, S. 72), wo das Strahlungsangebot besonders hoch ist und die Lufttemperaturen bis zu 20 K höher sein können als unterhalb (Flohn, 1954). Eine Ausnahme scheinen die tiefer gelegenen Stationen Frankfurt am Main (Flachland), Bamberg (Mulde) und Kempten (Mulde) darzustellen. Doch sind diese dafür bekannt, dass bereits relativ schwache Westwinde die bodennahen Kaltluftseen auszuräumen und durch merklich mildere Luftmassen zu ersetzen vermögen (Kempten; Winninghoff, 2007) bzw. Lee-Effekte bei Westwinden auf-

treten können (Taunus bzw. Steigerwald; Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1989). Der höhenabhängige Effekt der Zunahme antizyklonaler Großwetterlagen im Hochwinter auf die einzelnen Parameter wird besonders bei den hohen Gipfelstationen deutlich (Zugspitze; Bd. II, S. 104, Abb. 65-2; Feldberg/Schw.; Bd. II, S. 85, Abb. 28-2).

(34) Im März zeigt sich ein völlig verändertes Trendbild (Bd. II, S. 73). Alle signifikanten Trends finden sich - abgesehen von der Station Bad Marienberg - im westlichen Norddeutschen Tiefland, die Küstenstationen mit eingeschlossen. Den niedrigsten Trendwert weist die Station Lingen auf mit 0,46 K/Dekade (Bd. II, S. 48; S. 73), den höchsten die Inselstation Norderney mit 0,65 K/Dekade (Bd. II, S. 52; S. 73). Norderney ist die einzige Station mit einem Trendwert auf höherem Signifikanzniveau (**).

(34*) Aufgrund der markanten Zunahme der antizyklonalen Großwetterlagen „Wa“ und „BM“ (Bd. II, S. 140), die beide aufgrund der Lage des wetterbestimmenden Hochs die Mitte und den Süden Deutschlands bioklimatisch begünstigen, wäre eigentlich davon auszugehen, dass signifikante Trends auch hauptsächlich hier vorkommen und nicht (fast ausschließlich nur) in Küstennähe. Es ist möglich, dass die drastische Zunahme der „NWz“-Lage in den 1990er Jahren positive signifikante Trends im größten Teil Deutschlands verhindert, denn diese Großwetterlage ist gerade im kontinental geprägten Binnenland nicht nur mit niedrigen Temperaturen, sondern durch verstärkte Labilisierung auch mit unbeständigem und wolkenreichem „Aprilwetter“ verbunden. An den Mittelgebirgen und besonders am Alpenrand stauen sich wegen der nordwestlichen Luftströmung zudem die Wolken. Dieser Stau effekt ist gerade im Frühjahr besonders intensiv (Flohn, 1954). Ein Indiz dafür, dass der Einfluss der „NWz“-Lage groß sein muss, sind die signifikanten positiven Trendwerte bei der relativen Feuchte, die fast ausschließlich die Gipfelstationen betreffen - ein Indikator für Stau effekte (Wolkenein hüllung). So beträgt die signifikante Zunahme der relativen Feuchte auf der Zugspitze 1,92 % pro Dekade (Bd. II, S. 68). Auch im Mittelgebirgsraum sind die Stau effekte - und damit die Zunahmetrends der relativen Feuchte (% pro Dekade) - enorm: Wasserkuppe in der Rhön 1,26 * (Bd. II, S. 64), Kleiner Feldberg im Taunus 1,56 ** (Bd. II, S. 44) oder Braunlage im Harz 1,18 ** (Bd. II, S. 24).

Anders in Küstennähe. Zu dieser Jahreszeit sind die Nordseetemperaturen noch recht kalt, die atmosphärische Schichtung deshalb in dieser Region im Vergleich zum Binnenland relativ stabil. So ist es trotz des Tiefdruckeinflusses bei der „NWz“-Lage im März an den Küsten verhältnismäßig sonnenscheinreich. Als Konsequenz kann sich auch die Luft hier stärker erwärmen. Das Phänomen der gegenüber dem Binnenland deutlich höheren Besonnung der Küstenregion bei Wetterlagen mit auflandigen Winden tritt nur im Frühjahr und im Sommer auf (Bätjer, 1980) und ist auch im Satellitenbild-Beispiel vom 3. März 2000 gut zu erkennen (Bd. II, S. 147, Abb. 129; Meteorologisches Institut der FU

Berlin (Hrsg.), 2000). Es scheint die Erklärung für die signifikanten Erwärmungstrends der gefühlten Temperatur in Küstennähe zu sein, die fast ausschließlich durch die signifikanten positiven Trends der Lufttemperatur sowie der mittleren Strahlungstemperatur induziert werden (31*). Ein möglicher Erklärungsansatz für die stärkeren Trends bei der Lufttemperatur im Vergleich zu denen der mittleren Strahlungstemperatur im Zusammenhang mit den auflandigen Winden der „NWz“-Lage ist außerdem folgender: Bei Nordwestlagen stauen sich die Wolken an den Skanden. Die Folge sind Fallwinde mit Föhncharakter auf der Leeseite (Blüthgen und Weischet, 1980). Die erwärmte Luft wird bis zu den deutschen Küsten transportiert und reicht mit ihrer Südwestgrenze oft etwa bis Emden, im Südosten bis Hamburg (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1989).

Die einzige Station mit einem signifikanten positiven Märztrend der gefühlten Temperatur, die sich nicht in Küstennähe befindet, ist Bad Marienberg im Westerwald (Bd. II, S. 73). Für diese Ausnahme gibt es jedoch eine recht einfache Erklärung, die mit der Stationsumgebung zusammenhängt. Im Westen der Station befindet sich ein Mischwald, welcher bei Winden aus SW, W oder NW hier einen eigenen „Lee“-Effekt erzeugt, denn die Station liegt im Windschatten der Bäume (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1999). Mit der Zunahme der Westlagen dürfte auch dieser Effekt im Laufe der Dekaden zugenommen haben. Analysiert man die Einflussgrößen der gefühlten Temperatur, so findet man bei dieser Station auch nur einen einzigen signifikanten Trend - den hochsignifikanten Abnahmetrend der Windgeschwindigkeit (Bd. II, S. 19).

Insgesamt kann festgestellt werden, dass der Trend der zyklonalen Nordwestlage alle gegenläufigen Entwicklungen im Zusammenhang mit der Zunahme der Hochdrucklagen überdeckt und sein sprunghafter Anstieg in der letzten Dekade das Trendbild maßgeblich bestimmt.

Tageszeitliche Differenzierung

(35) In den Monaten Januar und Februar liegt das Trendmaximum in der Mittagszeit, während im März mittags ein deutliches Minimum beobachtet wird (Bd. II, S. 126). Dieser Tagesgang der Trendstärke in den genannten Monaten betrifft die Höhe der Trendwerte wie auch die Anzahl der signifikanten Trends (Bd. II, S. 127).

(35*) Das Mittagsmaximum bei den Trends der gefühlten Temperatur im Januar ist ein Zeichen dafür, dass antizyklonale Wetterlagen zugenommen haben, denn bei Hochdrucklagen ist zu dieser Tageszeit die Sonneneinstrahlung maximal und lokale Phänomene wie Kaltluftseen und Nebelfelder wurden zuvor meist ausgeräumt. Die Lufttemperaturen, die bei antizyklonalen Lagen deutlich dem Sonnenstand folgen, nehmen im Tagesgang in etwa die Form einer Sinuskurve an (Flohn, 1954) und erreichen bei der bestehenden Terminauswahl ebenfalls zum 12 UTC-Termin ihr Maximum.

Ist der Witterungsverlauf allochthon, verlaufen alle atmosphärischen Parameter relativ unabhängig vom Sonnenstand (Flohn, 1954). Der mittlere Trendwert der gefühlten Temperatur ist im März um 12 UTC deutlich niedriger als zu den Tagesrandzeiten, wobei die Differenz zwischen Früh- und Mittagstermin besonders groß ist (Bd. II, S. 126). Auch fallen die meisten signifikanten positiven Stationstrends auf den Frühtermin (57 % im Vergleich zu 9 % zum Mittagstermin; Bd. II, S. 127) - ein Ausdruck des verstärkten Auftretens zyklonaler Großwetterlagen, denn zu dieser Tageszeit führt vor allem ein hoher Bewölkungsgrad zu vergleichsweise hohen Temperaturen. Dieser hohe Bewölkungsgrad ist zugleich der Grund für das mittägliche Minimum des positiven Bioklimatrends in diesem Monat, da hier der Strahlungsfaktor kaum zum Tragen kommt. Die starke Zunahme der zyklonalen Nordwestlage paust sich also auch bei der tageszeitlichen Differenzierung durch und kann deshalb als Hauptfaktor für das Gesamttrendbild im März gelten.

4.2.4 April

Allgemein

- (36) Im April beträgt der Trend der gefühlten Temperatur im Stationsmittel 0,11 K/Dekade (Bd. II, S. 126).
- (37) Dabei leisten 83 % aller Stationen einen Beitrag zum Erwärmungstrend, allerdings nur 13 % in signifikanter Weise (Bd. II, S. 124).
- (38) Bei einer Vielzahl der Stationen wurde eine Trendumkehr um das Jahr 1977 ermittelt (Bd. II, S. 14 ff., Tab. 4-1 bis 54) und eine Trendzerlegung durchgeführt. Die Trendwerte für das erste Subintervall sind bei fast allen Stationen nicht signifikant. Im zweiten Subintervall weisen dagegen 83 % der Stationen einen signifikanten Trend mit mindestens einer Wahrscheinlichkeit von 95 % auf (Bd. II, S. 125, Tab. 8). Die Trendwerte des zweiten Teilzeitraums sind deutlich höher und betragen durchschnittlich 1,24 K/Dekade (Bd. II, S. 125, Tab. 9).
- (36* u. 37*) Der Trendwert ist verglichen mit den Frühjahrsmonaten relativ niedrig. Das zeigt sich auch bei den meisten trendkonstituierenden Wetterelementen, nur der Wind ragt mit seinem starken Abnahmetrend (0,31 km/h pro Dekade) heraus (Bd. II, S. 126). Bei Beschränkung auf die wenigen signifikanten Trends der gefühlten Temperatur fällt auf, dass sie sich in erster Linie aus den signifikanten Trends der Lufttemperatur ergeben (Bd. II, S. 124).
- (38*) Bei Betrachtung der Teilzeiträume offenbart sich eine deutliche Zäsur im Beitrag der einzelnen Wetterelemente zum Trendverlauf. Am Beispiel der Station Wasserkuppe in der Rhön ist eine Trendzerlegung mit allen Parametern dokumentiert (Bd. II, S. 105). Im

zweiten Teilzeitraum 1977-2000 geht ein starker Input von der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur aus - bei Dominanz der Lufttemperatur unter Beschränkung auf die signifikanten Trends der gefühlten Temperatur -, während Wind- und Feuchteinfluss fast bedeutungslos sind, was die Signifikanzen wie auch die Trendwerte selbst betrifft.

Die zirkulationsdynamische Ursache für die Trendumkehr in der Mitte des Untersuchungszeitraums tritt deutlich zutage, wenn man eine analoge Zerlegung der Zeitreihe mit der Häufigkeit der Großwetterlagentage mit positiver Lufttemperaturanomalie vornimmt (Bd. II, S. 132, Abb. 116-5 u. 116-6). Auch hier ergeben sich zwei Teilzeiträume mit sehr unterschiedlichen Trends, wobei der zweite Zeitraum für 1977-2000 eine hochsignifikante Zunahme der „warmen“ Großwetterlagen zeigt. Dieser Befund wird bestätigt durch eine ergänzende Untersuchung der Großwetterlagen, die zyklonal und zugleich zu kalt sind (Bd. II, S. 146, Abb. 127): Während dieser Großwetterlagentypus von der ersten zur dritten Dekade markant zunahm (von 80 auf 133 Tage), reduzierte er sich dann bis zu den 1990er Jahren in gleichem Umfang wieder (von 133 auf 83 Tage).

Betrachtet man die Großwetterlagenstruktur, so tritt der große Beitrag der Großwetterlagen mit nördlicher Luftströmung in der dritten Dekade (1970er Jahre) hervor (Bd. II, S. 141).

- Die „NWz“- , „Nz“- und „HB“-Lagen erreichen in dieser Zeit sogar ihre maximale Dekadenhäufigkeit im gesamten Untersuchungszeitraum. Dies offensichtlich vor allem auf Kosten der Kernhochlagen „BM“ und „HM“: Zusammen fällt das Minimum ihres Vorkommens im gesamten Untersuchungszeitraum ebenfalls in die mittlere Dekade (1970er Jahre).
- Außerdem verzeichnen die zyklonalen Südlagen „TB“ und „TrW“ im April der 1980er und 1990er Jahre eine große Häufung (50 und 51 Tage) gegenüber der dritten Dekade (1970er Jahre: 21 Tage), und in gleicher Weise lässt sich diese Zunahme für die Südwestlagen „SWa“ und „SWz“ feststellen (32 versus 6 Tage).

Das Phänomen, dass Wind und Feuchte im Unterschied zur Lufttemperatur keinen eindeutigen Trend aufweisen - besonders im zweiten Teilzeitraum -, lässt sich damit erklären, dass zwar die warmen Großwetterlagen in ihrer Gesamtheit zugenommen haben, doch hierbei zyklonale Großwetterlagen (mehr Feuchte und Wind, weniger Strahlung) ebenso wie antizyklonale Großwetterlagen (weniger Feuchte und Wind, mehr Strahlung) substantielle Beiträge geleistet haben.

Geographische Differenzierung

- (39) Bei Betrachtung der Erwärmungstrends der gefühlten Temperatur im Gesamtzeitraum fällt auf, dass sich signifikante Apriltrends fast ausschließlich im äußersten Nordwesten

Deutschlands befinden (Bd. II, S. 74). Die Trendwerte sind insgesamt moderat; maximal ist der Betrag auf Norderney mit 0,33 K/Dekade (Bd. II, S. 52; S. 74).

(40) Im Zeitraum 1977-2000 sind die signifikanten Erwärmungstrends dagegen relativ gleichmäßig in Deutschland verteilt. Die Trends mit dem höchsten Signifikanzniveau (***) konzentrieren sich jedoch auf das Norddeutsche Tiefland (Bd. II, S. 74). Insgesamt sind die Trendwerte deutlich höher.

(39* u. 40*) Da sich im April in besonderem Maße die Trends des zweiten Teilzeitraums beim Gesamttrend „durchpausen“, sollen sie auch bei der Diskussion der Ursachen im Vordergrund stehen. Die Konzentration der signifikanten Erwärmungstrends auf das Norddeutsche Tiefland könnte darin begründet sein, dass die Großwetterlagen mit vorherrschend südlichen Winden seit den 1980er Jahren stark zugenommen haben. Im April sind - anders als im März - die Landflächen bereits meist schneefrei und die Erwärmungskraft der Sonne schon recht stark, während die Wassertemperaturen von Nord- und Ostsee noch niedrig sind. So macht es im April für die thermischen Bedingungen im Norden Deutschlands einen großen Unterschied, ob die Winde über die Nord- und Ostseegewässer streichen, bevor sie die Region erreichen, oder ob mit südlichen Winden warme Luftmassen über das Binnenland herangeführt werden, unter Umständen durch die Leewirkung des Mittelgebirgsriegels noch zusätzlich erwärmt. Ein weiterer Grund für den norddeutschen Trendschwerpunkt kann in der deutlichen Abnahme der Großwetterlage „HNFz“ (von 32 Tagen in der zweiten Dekade auf 0 Tage in der letzten) gesehen werden (Bd. II, S. 141), die dem Norden wegen der Beteiligung von Ostseeluft besonders kalte Lufttemperaturen bringt (Winninghoff, 2007).

Abschließend sei bemerkt, dass auch ein rein statistischer Effekt am geographischen Trendbild mitwirkt. Gerade im Binnenland kann der April enorme Witterungsunterschiede aufweisen. In manchen Jahren ist er noch winterlich (Regen-, Schnee- u. Graupelschauer), in manchen schon fast fröhsommerlich (z.B. April 2007). Das führt zu einer höheren Standardabweichung (verglichen mit dem maritim geprägten Nordwesten), was das Erreichen der Signifikanzschwelle erschwert.

Tageszeitliche Differenzierung

(41) Im Gesamtzeitraum ist bei den Trendwerten der gefühlten Temperatur im Stationsmittel kein eindeutiger Tagesgang zu erkennen (Bd. II, S. 126). Signifikante Trends gibt es zu allen Tageszeiten nur wenige, sie konzentrieren sich auf den Morgentermin (Bd. II, S. 127).

(42) Im zweiten Teilzeitraum (1977-2000) kristallisiert sich im Mittel aller Stationen zwar ein mittägliches Trendmaximum heraus (Bd. II, S. 125, Tab. 9), das sich in der Anzahl der

Stationen mit signifikanten Trends der gefühlten Temperatur jedoch nicht widerspiegelt. Zu den Tagesrandzeiten weisen deutlich mehr Stationen signifikante Trends auf (Bd. II, S. 127).

- (41*) Relativ hohe Temperaturen am frühen Morgen, also zur Zeit des täglichen Temperaturminimums, sind ein Kennzeichen zyklonaler Großwetterlagen (mehr Bewölkung, z.T. auch mehr Wind; Weischet, 1995). Das Maximum zum Morgentermin bei den signifikanten Werten des Erwärmungstrends lässt sich damit erklären, dass die beiden extremen Dekaden im Gesamtzeitraum sehr unterschiedlich in der Häufigkeit zyklonaler/anti-zyklonaler Großwetterlagen sind: In den 1950er Jahren dominierten Hochdrucklagen: 169 Tage versus 131 Tage mit Tiefdruck, in den 1990er Jahren Tiefdrucklagen: 190 Tage versus 110 Tage mit Hochdruck (berechnet aus den Daten der Abb. 122-1 bis 122-5, Bd. II, S. 141).
- (42*) Im zweiten Teilzeitraum haben sich dagegen die Proportionen zwischen Hoch- und Tiefdruckhäufigkeit nur unwesentlich geändert, es überwiegt aber ein wenig die Zunahme der Hochdrucklagen. Da die Sonneneinstrahlung im April bereits einen starken Anstieg der Lufttemperaturen bewirkt, kann so das Mittagsmaximum, das bei allen Temperaturen auftritt, erklärt werden. Die Konzentration der signifikanten Trends auf die Tagesrandzeiten, die ebenfalls bei allen Temperaturen dokumentiert ist, hängt in erster Linie mit dem statistischen Effekt zusammen, dass die Standardabweichung zur Mittagszeit besonders hohe Werte aufweist und so das Erreichen der Signifikanzschwelle zu diesem Termin erschwert.

4.2.5 Mai

4.2.5.1 Gefühlte Temperatur

Allgemein

- (43) Für den Mai wurde im bundesweiten Durchschnitt ein Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur von 0,41 K/Dekade ermittelt (Bd. II, S. 126). Die Trendwerte sind bei allen Stationen positiv (Bd. II, S. 14 ff., Tab. 4-1 bis 4-54; S. 124).
- (44) Bei etwas mehr als der Hälfte der Stationen ist der Erwärmungstrend signifikant (54 %; Bd. II, S. 123, Abb. 113; S. 124).
- (45) Bei einigen Stationen wurde eine Trendumkehr um das Jahr 1962 festgestellt. Nach der Zerlegung in zwei Subintervalle ergibt sich bei diesen Stationen folgendes Trendbild bei der gefühlten Temperatur: Zwischen 1962 und 2000 weisen neun weitere Stationen signifikante positive Trends auf (Bd. II, S. 14 ff., Tab. 4-1 bis 4-54). In der zweiten Trendperiode (nach der Trendzerlegung) ergibt sich ein durchschnittlicher Trendwert von 0,74 K/Dekade (Bd. II, S. 125, Tab. 9).

(43*) Der Mai ist nach dem August der trendstärkste Monat im Sommerhalbjahr (Bd. II, S. 126). Dies betrifft die positiven Trendwerte der gefühlten Temperaturen wie auch die positiven Trendwerte der anderen Temperaturen, ebenso die negativen Trends der Windgeschwindigkeit. Auch der Rückgang der relativen Feuchte ist im Mittel aller Stationen hoch. Bis auf den Einfluss der relativen Feuchte wirken alle Trends der unmittelbaren Einflussgrößen auf einen Anstieg der gefühlten Temperatur hin.

(44*) Wesentlichen Anteil an den signifikanten Trends der gefühlten Temperatur im Mai (Bd. II, S. 124) hat der signifikante Rückgang der Windgeschwindigkeit (72 % der Stationen). Des Weiteren wird der Erwärmungstrend gestützt durch die signifikanten Trends der mittleren Strahlungstemperatur bei 62 % der Stationen und den signifikanten Trends der Lufttemperatur bei 59 % der Stationen.

(45*) Die bei einigen Stationen feststellbare Trendumkehr mit dem Wendejahr 1962 ergibt sich aufgrund des in diesem Jahr besonders kalten Mai. In diesem Monat waren 29 Tage zyklonal beeinflusst, davon die Hälfte der Tage durch die kalte zyklonale Nordlage „Nz“ (Gerstengarbe und Werner, 1999). Dieser sehr tiefe Wert in der Datenreihe der Temperaturen ist z.B. bei der Station Weißenburg (Bd. II, S. 103, Abb. 63-2) gut zu erkennen.

Die hohen Werte der zweiten Trendperiode (1962-2000; Bd. II, S. 125, Tab. 9) ergeben sich in besonderem Maße aus den hohen positiven Trendwerten der mittleren Strahlungstemperatur (0,78 K/Dekade) und den hohen negativen Trendwerten der Windgeschwindigkeit (-0,64 km/h pro Dekade). Die mittleren Trendwerte der Lufttemperatur sind ebenfalls hoch (0,48 K/Dekade).

Auch die signifikanten Maitrends der gefühlten Temperatur im zweiten Subintervall (Bd. II, S. 125) werden aus dem gleichsinnig wirkenden Akkord der signifikanten Trends ihrer wichtigsten Einflussgrößen erzeugt: Bei der Lufttemperatur sind es 73 % der Stationen, bei der mittleren Strahlungstemperatur 67 % und bei der Windgeschwindigkeit 60 % der Stationen, die ihren Einfluss in Richtung einer Erhöhung der gefühlten Temperatur geltend machen.

(43* bis 45*) Die Entwicklungen aller Parameter im Gesamtzeitraum, besonders im zweiten Subintervall ab 1962, deuten auf eine Zunahme antizyklonaler Großwetterlagen hin. Bei den Häufigkeitstrends der Hochdrucklagen wurde eine Zunahme von 0,52 Tagen/Dekade ermittelt, die jedoch aufgrund der hohen Streuung nicht signifikant ist (Bd. II, S. 130, Abb. 115-6). Ein deutlicheres Ergebnis liefert der Trend der Häufigkeitsänderung von Großwetterlagentagen, die mit positiver Lufttemperaturanomalie einhergehen (Bd. II, S. 132, Abb. 116-7); hier beläuft sich die Zunahme auf 1,42 Tage/Dekade. Der Trend ist wegen der noch höheren Standardabweichung aber ebenfalls nicht signifikant.

Differenziert man nach den einzelnen Großwetterlagen, so kristallisieren sich für den Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur folgende Ursachen heraus (Bd. II, S. 142):

- Die Entwicklung der Ostlage „HNFa“, die im Mai bereits übernormal temperiert ist (Gerstengarbe und Werner, 1999), ist besonders auffällig. Die Großwetterlagentage mit Hoch Nordmeer-Fennoskandien antizyklonal nahmen zur letzten Dekade sprunghaft zu. Allein auf die 1990er Jahre fallen 54 % der „HNFa“-Tage des Gesamtzeitraums 1951-2000.
- Markant ist auch die Zunahme der Brücke Mitteleuropa („BM“), die im Mai mit recht hohen Lufttemperaturanomalien einherzugehen pflegt: Die Häufigkeit ihres Auftretens hat seit den 1960er Jahren permanent zugenommen und sich bis zur letzten Dekade verdreifacht.
- Auch bei der Südlage Trog Westeuropa („TrW“) ist ein sehr starker Trend festzustellen: Bis zur vierten Dekade hat sie von 5 Tagen auf 41 Tage zugenommen, also um mehr als das Achtfache. Mit 27 Tagen ist ihr Auftreten in den 1990er Jahren immer noch sehr hoch.
- Auffällig ist auch, dass kalte Nord- oder Nordostlagen in der letzten Dekade insgesamt stark reduziert sind.
- Erwähnenswert ist zudem die Abnahme der zyklonalen Nordlage („Nz“), die nach ihrem Maximum in den 1960er Jahren nur noch selten auftrat.

Die Zunahme von Hochdrucklagen auf Kosten von kühlen und im Falle zyklonaler Ausprägung auch wolkenreichen Nord- oder Nordostlagen, muss sich zwangsläufig in einer ebenso starken Zunahme der Einstrahlung und der Lufttemperaturen niederschlagen wie auch in einer Abnahme der relativen Feuchte, bei Hochdruckkernlagen wie der „BM“-Lage zusätzlich in einer Reduktion der Windgeschwindigkeit. Die korrespondierenden Trends der einzelnen Einflussgrößen dokumentieren diesen Befund (z.B. Hohenpeißenberg Bd. II, S. 91, Abb. 39-3). Die Zunahme der schwül-warmen Südlage „TrW“ ist an dem Bioklimatrend ebenfalls beteiligt, auch wenn das Wetter hier unbeständiger ist, was eine zum Trend-„Mainstream“ leicht gegenläufige Komponente bzgl. Strahlung, Wind und Feuchte bedeutet.

Geographische Differenzierung

(46) Die signifikanten Maitrends für den Gesamtzeitraum sind über das ganze Bundesgebiet verteilt (Bd. II, S. 75), zeigen jedoch Häufungsstellen im Südosten (primär) und Nordwesten (sekundär).

Den maximalen Trendwert der gefühlten Temperatur auf höchstem Signifikanzniveau verzeichnet die bayerische Station Regensburg mit 0,79 K/Dekade (Bd. II, S. 58; S. 75), der minimale Trendwert ist an der Küste (Cuxhaven mit 0,27 K/Dekade; Bd. II, S. 27;

S. 75) zu finden, signifikant mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % (*).

Auch wenn keine allzu deutlichen regionalen Trends zu erkennen sind, zeichnet sich doch eine Konzentration der höchsten Trendsignifikanzen auf den Südosten Deutschlands ab (99,0- oder 99,9 %-Niveau; Bd. II, S. 75).

- (47) Auffällig ist, dass - von zwei Ausnahmen abgesehen - nur in der Südhälfte Deutschlands deutliche Trendumkehrpunkte um das Jahr 1962 vorhanden sind. Hier konnten für neun weitere Stationen ab 1962 signifikante Trends ermittelt werden, deren Trendwerte im Gesamtzeitraum nicht signifikant sind (Bd. II, S. 14 ff., Tab. 4-1 bis 4-54; S. 75). Die Spanne der Werte reicht von 0,38 K/Dekade auf Norderney (Bd. II, S. 52; S. 75) bis 1,05 K/Dekade in Weißenburg (Bd. II, S. 66; S. 75).

Bei der Mehrzahl der Stationen übersteigt das Signifikanzniveau das 95 %-Perzentil nicht (Bd. II, S. 75):

- (46*) Die räumlichen Trendunterschiede sind auf die regional unterschiedlichen Witterungen der trendstarken Großwetterlagen zurückzuführen. Zunächst zur Ableitung des südostdeutschen Trendschwerpunkts. Er dürfte aus der Überlagerung der folgenden Einzelwirkungen resultieren.

- Zunahme der „BM“-Lage: Sie bringt dem Süden aufgrund der Nähe zur Hochdruckachse besonders strahlungsreiches, warmes und windarmes Wetter mit reduzierter Feuchte (Bürger, 1958: vgl. Karlsruhe mit Bremen bzgl. des „BM“-Bewölkungsgrades im Mai). Die Windgeschwindigkeiten gehen im kontinental geprägten Binnenland bei dieser Wetterlage oft bis in den Schwachwindbereich zurück, wo sich eine Windreduktion auf die gefühlte Temperatur besonders stark erwärmend auswirkt (Bd. II, S. 2, Abb. 1-3).
- Häufiger Südlagen („TrW“, „Sa“) gegen Ende der Untersuchungsperiode: Bei beiden Großwetterlagen ist es im Osten Deutschlands sonniger als im Westen. Am bayerischen Alpenrand wird durch Föhneffekte besonders einstrahlungsreiches Wetter mit hohen Lufttemperaturen erzeugt (Bürger, 1958: bei „TrW“-Lage im Mai in München durchschnittlich 11 % weniger Bewölkung als in Karlsruhe).
- Abnahme der teils feuchten Nordlagen: Sie sind zu dieser Jahreszeit im Süden Deutschlands wegen der hier labileren Schichtung, Gebirgsstauereffekte und fehlendem Skandenföhn bioklimatisch kälter als im Norden (Flohn, 1954; Kaufeld et al., 1997).
- Zunahme der durch Ostwinde geprägten „HNFa“-Lage: Sie bringt der Osthälfte Deutschlands mehr Sonne als der Westhälfte (Bürger, 1958). Am Fuße der ostbayerischen Mittelgebirge ist sie durch zusätzliche Lee-Effekte bioklimatisch besonders wirksam (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1989).

Der sekundäre Trendschwerpunkt im Norden Deutschlands resultiert vor allem aus der

extrem starken Zunahme der „HNFa“-Lage. Grund ist die Nähe dieser Region zum wolkenarmen Zentrum des Fennoskandienhochs.

- (47*) Die Trendschwerpunkte haben sich nach der Zerlegung (Wendejahr 1962) nicht wesentlich geändert (Bd. II, S. 75). Allerdings zeigen sich jetzt mehr signifikante Trends im gesamten Süden Deutschlands - wohl ein Effekt der in Süddeutschland besonders wetterwirksamen Zunahme der antizyklonalen Lagen „BM“ und „Sa“ nach dem Wendejahr.

Tageszeitliche Differenzierung

- (48) Die Trendwerte für den Gesamtzeitraum sind zur Mittagszeit höher als zu den Tagesrandzeiten (Bd. II, S. 126). 50 % der Mittagstrends sind signifikant, zu den Tagesrandzeiten sind es etwas mehr Stationen (Bd. II, S. 127).
- (49) Auch im Zeitraum 1962-2000 treten mittags die höchsten Trendwerte auf (Bd. II, S. 125, Tab. 9). Die Anzahl der Stationen mit signifikanten Trends der gefühlten Temperatur ist zu dieser Tageszeit ebenfalls maximal (Bd. II, S. 127).
- (48* u. 49*) Die hohen Trendwerte zum Mittagstermin kommen vor allem durch die Zunahme antizyklonaler Großwetterlagen zustande, da der Strahlungsfaktor vor allem zu dieser Tageszeit wirksam werden kann. Dass sich im Gesamtzeitraum dennoch eher zu den Tagesrandzeiten signifikante Trends ermitteln ließen, liegt an der geringeren Standardabweichung zu jenen Zeiten (Bd. II, S. 126).

Im zweiten Subintervall (1962-2000) sind die Trendwerte zum Mittagstermin dagegen so hoch (1,13 K/Dekade im Vergleich zu 0,68 K/Dekade (6 UTC) oder 0,78 K/Dekade (18 UTC)), dass als Konsequenz zu dieser Tageszeit auch die meisten signifikanten Trends auftreten (Bd. II, S. 125, Tab. 9; S. 127). In der Tagesmitte sind auch die Werte aller anderen Trendgrößen, welche die Zunahme der Hochdrucklagen dokumentieren, ebenfalls außerordentlich hoch - ein Zeichen dafür, dass sich der antizyklonale Einfluss besonders seit den 1960er Jahren verstärkt hat (Bd. II, S. 125, Tab. 9).

4.2.5.2 Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung

Allgemein

- (50) Im Mai beträgt die durchschnittliche Zunahme von Tagen mit Wärmebelastung 0,58 Tage/Dekade, entsprechend einer Zunahme von fast 3 Tagen im Untersuchungszeitraum. Da bei einigen Stationen zu wenig Tage mit Wärmebelastung vorhanden sind, ergibt sich der Mittelwert abzüglich der in Bd. II (S. 128, Tab. 12) angegebenen Stationen.
- (51) Insgesamt haben bei 80 % der Stationen die Tage mit Wärmebelastung zugenommen (Bd. II, S. 124). Signifikant ist diese Zunahme bei 19 % der Stationen (Bd. II, S. 124; S. 123, Abb. 114).

- (52) Im Falle signifikanter Trends im Zeitraum 1962-2000 konnte bei sechs weiteren Stationen ein Wärmebelastungstrend festgestellt werden, der im Gesamtzeitraum nicht existiert (Bd. II, S. 106 ff., Tab. 5-1 bis 5-8; S. 75).
- (50* u. 51*) Der durchschnittliche Trend der Zunahme von Tagen mit Wärmebelastung ist im Mai deutlich niedriger als im August (Bd. II, S. 128, Tab. 12). Das lässt sich einmal darauf zurückführen, dass wegen des im Frühjahr niedrigeren Temperaturniveaus die Wahrscheinlichkeit auch geringer ist, dass im Mai die Schwelle zur thermischen Belastung erreicht wird. Ein weiterer Grund für weniger Wärmebelastungstage im Vergleich zum August ist sicher darin zu sehen, dass vor allem die Anzahl der Tage mit der Ostlage „HNFa“ zur letzten Dekade hin sprunghaft angestiegen ist (Bd. II, S. 142). Zu der Jahreszeit ist die kontinentale Luft zwar meist wärmer als normal, große Hitze tritt bei dieser Luftströmung jedoch selten auf (Flohn, 1954).
- (52*) Die deutliche Erhöhung signifikanter Trends durch die Beschränkung auf die Dekaden seit den 1960er Jahren steht im Einklang mit dem Befund, dass sich auf diesen zweiten Teilzeitraum auch die Zunahme der warmen antizyklonalen Großwetterlagen konzentriert (Bd. II, S. 142).

Geographische Differenzierung

- (53) Die wenigen Stationen mit Wärmebelastungstrends (Bd. II, S. 75) befinden sich in Nordwestdeutschland - die Insel- und reinen Küstenstationen bleiben dabei ausgespart - sowie im östlichen Bayern (Hof, Weiden, Regensburg) und direkt am Alpenrand (Konstanz, Kempten, Garmisch-P.). Die Trendwerte bewegen sich zwischen 0,56 K/Dekade in Hof-Hohensaas (Bd. II, S. 108, Tab. 5-4; S. 75) und 1,78 K/Dekade in Regensburg (Bd. II, S. 110, Tab. 5-7; S. 75).
- (54) Von einer Station abgesehen befinden sich alle signifikanten Trends ab dem Jahr 1962 in Süddeutschland (Bd. II, S. 75).
- (53*) Die Gründe für die regionalen Trendschwerpunkte sind die gleichen wie die oben dargelegten Gründe im Zusammenhang mit der gefühlten Temperatur. Allerdings beschränken sich die signifikanten Wärmebelastungstrends in der Südhälfte Deutschlands ausschließlich auf Regionen, die eine Großwetterlagentrend-bedingte Zunahme von Lee-Effekten verzeichnen - Westrand von Fichtelgebirge und Fränkischer Schweiz (Bamberg), Oberpfälzer Wald (Weiden) und Bayerischer Wald (Regensburg). Oder es handelt sich um alpine Föhneffekte, die sicherlich wesentlich dazu beigetragen haben, die gefühlten Temperaturen in Alpennähe über die Wärmebelastungsschwelle zu heben (Konstanz, Kempten, Garmisch-P.). Gerade eine Zunahme von Südlagen hat einen starken bioklimatischen Effekt zur Folge, denn diese Großwetterlagen bewirken (im Unterschied

zu Südwestlagen) einen oftmals länger anhaltenden Alpenföhn (Flohn, 1954).

Aus dem hauptsächlich durch die Zunahme der „HNFa“-Lage bedingten Erwärmungstrend im Norddeutschen Tiefland resultieren auch vereinzelt Wärmebelastungstrends. Küsten- und Inselstationen sind davon nicht betroffen, da Nord- und Ostsee im Mai zum einen noch sehr kalt sind und auch ganz generell in den deutschen Küstengebieten Wärmebelastungssituationen äußerst selten auftreten (S. 39 f.).

(54*) Der Grund für die Beschränkung der signifikanten Trends ab dem Jahr 1962 auf Süddeutschland liegt, analog zu den Trends der gefühlten Temperatur (47*), in der in Süddeutschland besonders wetterwirksamen Zunahme der antizyklonalen Lagen „BM“ und „Sa“ nach dem Wendejahr.

Die Monate Juni und Juli werden nicht diskutiert, da hier (von einer Ausnahme abgesehen) keine signifikanten Monatstrends ermittelt wurden (Kap. 4.2.2).

4.2.6 August

4.2.6.1 Gefühlte Temperatur

Allgemein

(55) Im August beträgt der Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur im Verlauf des Untersuchungszeitraums im Mittel aller Stationen rund 3 K, entsprechend 0,63 K/Dekade (Bd. II, S. 126). Der Wert setzt sich aus dem gleichsinnigen Beitrag aller Stationen zusammen, d.h. die Trendwerte sind durchgehend positiv (Bd. II, S. 124). Die stärkste Zunahme verzeichnet die Station Berus mit 1,03 K/Dekade (Bd. II, S. 23).

(56) Bei 89 % der Stationen ist der positive Trend zudem signifikant (Bd. II, S. 123, Abb. 113; S. 124), bei knapp der Hälfte aller Stationen mit signifikantem Erwärmungstrend ist das Signifikanzniveau maximal (Bd. II, S. 14 ff., Tab. 4-1 bis 4-54).

(57) Hinsichtlich der Trendwerte und der Signifikanz ragt der August als trendstärkster Monat heraus und wird damit zum „Leitmonat“ des Erwärmungstrends (Bd. II, S. 126; S. 124). In den Isoplethendiagrammen der Einsteckkarte wird die Dominanz des August bzgl. der hohen Trendwerte besonders deutlich (Bd. II, Einsteckkarte).

(58) Der Trend der gefühlten Temperatur liegt bei fast allen Stationen (96 % der Stationen; Bd. II, S. 128, Tab. 13) über dem ebenfalls stets positiven Trend der Lufttemperatur (Bd. II, S. 124).

(55* bis 58*) Der besonders starke Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur ergibt sich zunächst einmal aus den ebenfalls starken Trends ihrer Einflussgrößen, die im Akkord - nur die relative Feuchte ausgenommen - gleichsinnig trendverstärkend auf die gefühlte

Temperatur einwirken. So liegen die stets positiven und sogar bei fast allen Stationen signifikanten Trendwerte der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur (Bd. II, S. 124) im Stationsmittel bei 0,40 K/Dekade (Lufttemperatur; Bd. II, S. 126) bzw. 0,64 K/Dekade (mittlere Strahlungstemperatur; Bd. II, S. 126). Trendfördernd wirkt sich auch die Abnahme der Windgeschwindigkeit aus: Bei 85 % der Stationen ist der Trend negativ, bei 65 % der Stationen (im Falle eines signifikanten Trends der gefühlten Temperatur) in signifikanter Weise (Bd. II, S. 124). Im Stationsmittel wurde eine Reduktion von 0,42 km/h pro Dekade ermittelt (Bd. II, S. 126). Die Beträge der Zunahmetrends der mittleren Strahlungstemperatur sowie die Beträge der Abnahmetrends der Windgeschwindigkeit sind im August höher als in allen anderen Monaten. Nur der bei fast allen Stationen negative Trend der relativen Feuchte (Bd. II, S. 124) wirkt dem Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur leicht entgegen und beträgt durchschnittlich 1,24 % pro Dekade (Bd. II, S. 126). Im konkreten Beispiel sind die Trendverläufe der Station Berus (Bd. II, S. 83, Abb. 22-3), wo die gefühlte Temperatur im Verlauf der Untersuchungsperiode um rund 5 K zunahm, besonders beeindruckend: Die positiven Trends aller Temperaturen sowie die negativen Trends von Windgeschwindigkeit und relativer Feuchte sind bei hohen Trendwerten alle hochsignifikant.

Bei der ursächlichen Betrachtung ist bereits das Trendverhalten der einzelnen Parameter ein Indiz dafür, dass in diesem Monat die antizyklonalen Großwetterlagen in besonderem Maße zugenommen haben müssen, denn diese Schönwetterlagen gehen vor allem zu dieser Jahreszeit mit hohen Lufttemperaturen, Sonnenscheinreichtum, moderaten Windgeschwindigkeiten und geringer relativer Feuchte einher (Rocznik, 1995). Diese Annahme bestätigt sich bei den Trenduntersuchungen der Häufigkeit von Großwetterlagen:

Bei den Trends der Häufigkeit antizyklonaler Großwetterlagen wurde für den August - als einzigem Monat - ein signifikanter positiver Trend ermittelt (Bd. II, S. 131, Abb. 115-9). Die Zunahme der Hochdrucklagen beträgt in diesem Monat 1,67 Tage/Dekade und ist hochsignifikant. Die daraus resultierende Temperaturerhöhung zeigt sich bei den Trends der Häufigkeit von Großwetterlagen mit positiver Lufttemperaturanomalie (Bd. II, S. 133, Abb. 116-10): Für den August konnte ein signifikanter Zunahmetrend von 1,07 Tagen/Dekade festgestellt werden. Eine signifikante Abnahme verzeichnen dagegen die windigeren Westlagen (Bd. II, S. 135, Abb. 117-9), die im Sommer mit kühleren Lufttemperaturen einhergehen als es dem langjährigen Mittel entspricht (Gerstengarbe und Werner, 1999). Die Reduktion beträgt 1,16 Tage/Dekade.

Die Analysen der 29 Großwetterlagen geben Aufschluss, welche der einzelnen Hochdrucklagen zugenommen haben (Bd. II, S. 143).

- Hauptverantwortlich für den enormen Erwärmungstrend im August ist das vermehrte Auftreten der Großwetterlage „BM“ (Brücke Mitteleuropa). Die Zunahme ist bemerkenswert: Die Anzahl der Tage ist von Dekade zu Dekade permanent und zugleich beschleunigt gestiegen, konkret von 22 Tagen in den 1950er Jahren auf 70 Tage in den 1990er Jahren.
- Die Ostlage „HFa“ (Hoch Fennoskandien, antizyklonal) trägt ebenfalls zu dem positiven Trend der Hochdrucklagen bei: Ihr Auftreten ist in der letzten Dekade mit 28 Tagen maximal.
- Bei der antizyklonalen Nordost-Lage („NEa“), die trotz der nördlichen Strömungskomponente im August mit zu warmen Lufttemperaturen einhergeht (Gerstengarbe und Werner, 1999), ist ebenfalls eine Zunahme festzustellen, bedingt dadurch, dass die Anzahl der Tage in den ersten beiden Dekaden sehr gering ist.
- Abgenommen haben dafür die zyklonalen Westlagen „Wz“ (West zyklonal) und „WS“ (südliche Westlage). Bei der Großwetterlage „Wz“ ist die Anzahl der Tage seit der dritten Dekade gegenüber den ersten beiden Dekaden deutlich reduziert; die „WS“-Lage fehlt sogar seit den 1970er Jahren ganz. Bei beiden Großwetterlagen wird feucht-kühle Luft vom Atlantik nach Deutschland transportiert. Aufgrund der regen Tiefdrucktätigkeit sind beide Druckkonstellationen mit wechselhaftem und unbeständigem Wetter verbunden. Während bei der „Wz“-Lage die bioklimatische Kühlwirkung in besonderem Maße durch lebhaftere Winde entsteht, kommt die negative Temperaturanomale bei der „WS“-Lage aufgrund der südlichen Lage der Planetarischen Frontalzone hauptsächlich durch mangelnde Sonneneinstrahlung zustande. Atlantiktiefs nehmen ihren Weg nach Osten auf sehr südlicher Bahn, oft direkt über Mitteleuropa (Hess und Brezowsky, 1969).

Die enorm hohen Augusttrends sind also das Resultat der großräumigen Tendenz zu häufigeren Hochdrucklagen (insbesondere „BM“) auf Kosten der zyklonalen (West) - Lagen.

Geographische Differenzierung

- (59) Bei der geographischen Verteilung (Bd. II, S. 76) fällt auf, dass bei den signifikanten Erwärmungstrends der gefühlten Temperatur die Stationen in Küstennähe fast alle ausgespart bleiben. Treten signifikante Trends auf, so sind ihre Trendwerte und Signifikanzen moderat. Sie liegen zwischen 0,37 K/Dekade auf Norderney (Bd. II, S. 52; S. 76) und 0,56 K/Dekade in Hamburg-Fuhlsbüttel (Bd. II, S. 37; S. 76).
- (60) Die Stationen mit den höchsten Trendwerten liegen alle in der Südhälfte Deutschlands

(Bd. II, S. 76). Rund 17 % aller Stationen weisen hier Trendwerte über 0,8 K/Dekade auf höchstem Signifikanzniveau (***) auf. Der stärkste Trend findet sich im Südwesten (Station Berus mit 1,03 K/Dekade).

(59* u. 60*) Analysiert man die räumlichen Unterschiede der drei Einflussgrößen, die den Erwärmungstrend hauptsächlich prägen, so folgen diese dem Trendbild der gefühlten Temperatur (Bd. II, S. 14 ff., Tab. 4-1 bis 4-54): Auch bei der Lufttemperatur existieren in Küstennähe kaum signifikante Trends. Sie konzentrieren sich - und das in hochsignifikantem Maße - auf die Mitte und den Süden Deutschlands. Bei der mittleren Strahlungstemperatur sind Trendwerte und Signifikanzniveaus ebenfalls im küstenfernen Binnenland deutlich erhöht und auch die signifikanten negativen Trends der Windgeschwindigkeit dominieren hier in Anzahl und Stärke.

Die enorme Zunahme der Großwetterlage „BM“ (Bd. II, S. 143) als Hauptfaktor der starken Erwärmung im August erklärt das nur schwach ausgeprägte Trendverhalten in Küstennähe verglichen mit den starken Trends in der Mitte Deutschlands und im Süden:

- Generell pflegen Hochdrucklagen in Süddeutschland eher als Kernhochlagen aufzutreten als in Norddeutschland (Winninghoff, 2007). Der Witterungscharakter ist im Süden deshalb sonnenscheinreicher und windärmer, was wiederum zu höheren Lufttemperaturen und in der Kombination aller Faktoren schließlich zu sehr hohen gefühlten Temperaturen führt.
- In unmittelbarer Küstennähe verhindert zudem die bei Hochdrucklagen ausgeprägte Land-/Seewind-Zirkulation eine stärkere Aufheizung der Luft (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1989).
- Bei der „BM“-Lage ist der Nordwesten Deutschlands benachteiligt, denn diese Hochdrucklage ist hier nicht ganz so stabil wie im Binnenland. An dieser „Schwachstelle“ können gelegentlich Kaltfronten von der Nordsee her vordringen und kühle und wolkenreiche Luft an die Küsten tragen (Hess und Brezowsky, 1969). Abbildung 130 (Bd. II, S. 148; James, 2005) zeigt die Druckverteilung am Boden sowie die Lufttemperaturanomalie bei einer typischen „BM“-Lage im Sommer. Die Lufttemperaturen liegen an der deutschen Nordseeküste durchschnittlich nur rund 1 K über dem langjährigen Mittel, während in der Mitte und im Südwesten Deutschlands die Anomalie in etwa dreimal so hoch ist.
- Ein weiterer Grund für den Gradienten zwischen Küste und Binnenland bzgl. der Trendstärke der gefühlten Temperaturen liegt in der nicht linearen Abhängigkeit zwischen Wind und gefühlter Temperatur (Bd. II, S. 2, Abb. 1-3): Da an den Küsten die Windgeschwindigkeiten generell höher sind als im Binnenland, führt eine Windreduktion bei Hochdrucklagen im Binnenland wesentlich öfter in den Schwachwindbereich hinein, als es in Küstennähe der Fall ist. So betragen die mittleren Windgeschwindig-

keiten im August beispielsweise in List auf Sylt rund 23 km/h, während die Werte im kontinentaler geprägten Trier-Petrisberg nur bei etwa 10 km/h liegen (umgerechnet n. Müller, 1983). Aufgrund dieses Sachverhalts werden Hochdrucklagen in der Mitte und im Süden Deutschlands auch deshalb als wärmer empfunden, weil der Organismus bei einer Windabnahme in den Schwachwindbereich hinein einen deutlich stärkeren Erwärmungsschub fühlt, als wenn der Wind auf einem hohen Niveau um den gleichen Betrag abnimmt (Bd. II, S. 2, Abb. 1-3; Staiger et al., 1997).

Tageszeitliche Differenzierung

- (61) Im August zeigt sich im Unterschied zu den anderen Monaten ein deutlicher Tagesgang der Trendstärke mit einem ausgeprägten Mittagsmaximum (Bd. II, S. 126). Der mittägliche Trendwert liegt im Stationsmittel bei 0,88 K/Dekade. Zu den Tagesrandzeiten betragen die Durchschnittswerte nur 0,38 K/Dekade (6 UTC) und 0,55 K/Dekade (18 UTC).
- (62) Das Mittagsmaximum spiegelt sich nicht in der Signifikanzstärke wider (Bd. II, S. 127). Zu allen Terminen weist die Mehrzahl der Stationen signifikante Trends auf, mittags sind es jedoch etwas weniger Stationen (83 %) als zu den Tagesrandzeiten (89 %).
- (61* u. 62*) Die Zunahme antizyklonaler Großwetterlagen erklärt auch den Tagesgang der Trendstärke der gefühlten Temperatur: Tage mit hohen Strahlungsintensitäten bei gleichzeitig geringen Windgeschwindigkeiten haben zugenommen. Der positive Trend der mittleren Strahlungstemperatur sowie der negative Trend der Windgeschwindigkeit heben sich im Stationsmittel deutlich von den Werten zu den Tagesrandzeiten ab (Bd. II, S. 126). Die hohen Beträge bei der gefühlten Temperatur ergeben sich vor allem aus dem Mittagsmaximum der mittleren Strahlungstemperatur, das sich in besonders hohen Trendwerten ausdrückt. Zu dieser Zeit sind auch die Lufttemperaturen und entsprechend ihre Trendwerte hoch. Trotz des typischen Tagesgangs des Windes, der nach seinem morgendlichen Minimum zunimmt und sein Maximum am frühen Nachmittag erreicht (Häckel, 1999), sind die Windgeschwindigkeiten bei Hochdrucklagen mittags im Vergleich zu den Windgeschwindigkeiten bei zyklonal beeinflusster Witterung höchstens moderat - mit der Folge relativ starker Abnahmetrends gerade zu dieser Tageszeit (Bd. II, S. 126).

Dass sich der ausgeprägte Trend der gefühlten Temperatur zur Mittagszeit in der Signifikanzstärke nicht widerspiegelt (Bd. II, S. 127), liegt an der zu dieser Tageszeit außerordentlich hohen Variabilität (Standardabweichung) bei dieser Größe (Bd. II, S. 126).

4.2.6.2 Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung

Allgemein

- (63) Auch in Bezug auf die Zunahme der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung kann der August als Leitmonat des Erwärmungstrends betrachtet werden. Im Mittel aller Stationen (Stationsnetz abzgl. der höheren Gipfelstationen aufgrund des Mangels an Wärmebelastungstagen) wurde eine Zunahme von 1,26 Tagen/Dekade errechnet (Bd. II, S. 128, Tab. 12). Das bedeutet, dass am Ende der Untersuchungsperiode mit durchschnittlich etwa sechs Wärmebelastungstagen mehr gerechnet werden musste als zu Beginn.
- (64) Bei fast allen Stationen (94 %; Bd. II, S. 124) wurde eine Zunahme von Tagen mit Wärmebelastung festgestellt. Von diesen positiven Trends sind 78 % signifikant (Bd. II, S. 123, Abb. 114). Von den signifikanten Wärmebelastungstrends befinden sich wiederum mehr als ein Drittel auf höchstem Signifikanzniveau (Bd. II, S. 106 ff.).
- (63* u. 64*) Die starke Zunahme von Tagen mit Wärmebelastung ist eine Konsequenz der erhöhten Werte bei den gefühlten Temperaturen. Den Wärmebelastungstrends liegen somit die gleichen unmittelbaren und großräumigen Ursachen zugrunde (55* bis 58*).

Geographische Differenzierung

- (65) Signifikante Wärmebelastungstrends sind in den Küstenregionen nicht vertreten (Bd. II, S. 76). Die nördlichste Station mit einem signifikanten Trend ist Hamburg-Fuhlsbüttel. Sie verzeichnet einen im Vergleich zu den anderen Stationen moderaten Trendwert von 1,08 Tagen/Dekade (Bd. II, S. 108, Tab. 5-4; S. 76).
- (66) In den übrigen Regionen Deutschlands sind die Wärmebelastungstrends gleichmäßig, d.h. ohne besondere regionale Schwerpunktbildung verteilt. Die Trendwerte bewegen sich zwischen 1,06 Tagen/Dekade (Stötten; Bd. II, S. 110, Tab. 5-7 u. Berlin-Dahlem; Bd. II, S. 107, Tab. 5-2) und 2,28 Tagen/Dekade (Berus; Bd. II, S. 107, Tab. 5-2; S. 114, Abb. 75-3).
- (67) Analog zu den Trends der gefühlten Temperatur kommen auch bei den Trends der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung die höchsten Trendwerte und Signifikanzniveaus in der Südhälfte Deutschlands vor (Bd. II, S. 76).
- (65* bis 67*) Dass im August der küstennahe Raum bzgl. signifikanter Wärmebelastungstrends ausgespart bleibt, liegt an der in diesem Monat geringen Anzahl an Stationen mit signifikantem Trend der gefühlten Temperatur. Außerdem ist hier die Anzahl an Tagen mit Belastungssituationen generell gering. Im Bereich der Nordsee treten sie im langjährigen Mittel nur etwa viermal im Jahr auf (Jendritzky et al., 2003). Der ausgleichende Effekt des maritimen Klimas wirkt stärkeren thermischen Belastungssituationen entgegen

und dieser Ausgleichsmechanismus zeigt sich ganz besonders im August.

Dass die weit im Norden gelegene Stadt Hamburg einen Wärmebelastungstrend aufweist, hängt sicher mit dem spezifischen Bioklima in den Großstädten zusammen. Die hohe Bebauungsdichte erhöht zum einen die Infrarotstrahlung und folglich das Temperaturniveau, gleichzeitig reduziert sie die Windgeschwindigkeit. Durch die Veränderung der beiden Klimaelemente entstehen „Wärmeinseln“, die gerade bei Hochdrucklagen in den Sommermonaten verstärkt zu Wärmebelastung führen (Fezer, 1995; Jendritzky et al., 2003). Die bioklimatischen Unterschiede zwischen Stadt und Umland sind in diesem Fall besonders groß. Hamburg-Fuhlsbüttel ist eine Flughafenstation innerhalb des Stadtgebiets, wo sich zudem der „Landebahneffekt“ bemerkbar machen dürfte: Lufttemperaturdifferenzen zwischen erhitzter Landebahn und umliegendem Rasen von bis zu 8 K sind möglich (Geiger, 1950). Bei entsprechender Windrichtung kann die überwärmte Luft bis zum Messfeld (Rasen) gelangen.

Analog zu den regionalen Trendschwerpunkten bei den Trendwerten der gefühlten Temperaturen konzentrieren sich auch die stärksten Trends der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung in der Mitte und im Süden Deutschlands. Die Gründe für die regionalen Unterschiede wurden bereits in Punkt (59* u. 60*) erläutert.

Die Herbstmonate (Sep.-Nov.) werden nicht diskutiert, da hier keine signifikanten Monatstrends ermittelt wurden (Kap. 4.2.2).

4.2.7 Dezember

Allgemein

- (68) Im Dezember beträgt der Trend im Mittel aller Stationen 0,16 K/Dekade (Bd. II, S. 126). Die Trendwerte sind bei 93 % der Stationen positiv (Bd. II, S. 124).
- (69) Trotz der hohen Anzahl an positiven Trends erweist sich nur ein einziger Trend als signifikant (Bamberg mit 0,53 K/Dekade; Bd. II, S. 21).
- (70) Die Prüfung auf Trendumkehrpunkte und die dann durchgeführten Trendzerlegungen bei 44 % der Stationen führen zu einem veränderten Trendbild (Bd. II, S. 125, Tab. 8). Ab dem Wendejahr 1962 beträgt der durchschnittliche Trendwert 0,93 K/Dekade (Beispiele: Bd. II, S. 125, Tab. 9). Bei den zerlegten Zeitreihen ist oft nicht nur der zweite Teilzeitraum mit mindestens 95 % signifikant. Auch in der ersten Trendperiode wurden einige signifikante Trends errechnet, der Zeitabschnitt 1951-1962 ist jedoch für eine belastbare Trendaussage zu kurz (Rapp, 2005).

(68* bis 70*) Die niedrigen Trendwerte bei den gefühlten Temperaturen und die folglich meist nicht signifikanten Trends ergeben sich im Dezember aus dem für diesen Monat typi-

schen Trendverlauf: bis Anfang der 1960er Jahre fallend, oft mit einem Trendumkehrpunkt um das Jahr 1962, danach bis zum Jahr 2000 zum Teil stark steigend (Bd. II, S. 149). Auch bei den Einflussgrößen der gefühlten Temperatur zeichnet sich meist dieser Verlauf ab. So sind bei allen Parametern die Trendwerte im Gesamtzeitraum niedrig (Bd. II, S. 126) und die Trends meist nicht signifikant (Bd. II, S. 14 ff., Tab. 4-1 bis 4-54). Wurden Trendumkehrpunkte ermittelt, so sind diese hauptsächlich auf die außerordentlich kalten Dezember der Jahre 1962, 1963 und zum Teil 1969 zurückzuführen. Bei der Station Bamberg sind diese drei Ausreißer in allen Temperaturzeitreihen deutlich zu erkennen (Bd. II, S. 82, Abb. 20-5).

Im zweiten Subintervall (1962-2000) konstituiert sich der hohe mittlere Trendwert der gefühlten Temperatur in besonderem Maße durch den ebenfalls hohen Trendwert der Lufttemperatur, in zweiter Linie durch die hohen Trendwerte der mittleren Strahlungstemperatur. Eine unwesentliche Rolle spielen die sehr niedrigen Trendwerte von Windgeschwindigkeit und relativer Feuchte (Bd. II, S. 125, Tab. 9). Analog zu diesem Ergebnis treten bei den Temperaturen auch die meisten signifikanten Trends auf (Bd. II, S. 125, Tab. 8): Die signifikanten Erwärmungstrends der gefühlten Temperatur gehen alle auch mit einem signifikanten positiven Lufttemperaturtrend, zwei Drittel mit einem signifikanten positiven Trend der mittleren Strahlungstemperatur einher. Trends der Windgeschwindigkeit sowie der relativen Feuchte, in gleichem Maße signifikant positiv wie auch signifikant negativ, sind wegen ihres spärlichen Auftretens für den Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur nicht relevant.

Der Trendverlauf der gefühlten Temperaturen hängt mit einer großräumigen Umstellung in der atmosphärischen Zirkulation zusammen. Den Beleg liefern die Trendanalysen zur Großwetterlagenstruktur: So wurde für den Dezembertrend bei der Häufigkeit von Großwetterlagentagen mit positiver Lufttemperaturanomalie wie auch für den Dezembertrend bei der Häufigkeit des Auftretens der Großwettertypen NW, W und SW eine Trendumkehr im Jahre 1962 festgestellt - mit der Konsequenz eines kurzen nicht signifikanten Abnahmetrends und eines längeren signifikanten Zunahmetrends ab dem Wendejahr (Bd. II, S. 133; S. 135). Analog zu den Ergebnissen der gefühlten Temperatur und ihren Einflussgrößen sind auch bei dieser Untersuchung die Trendwerte für den Gesamtzeitraum nicht signifikant, während der Anstieg im zweiten Subintervall hoch und signifikant ist. Die Großwetterlagen mit positiver Lufttemperaturanomalie verzeichnen eine Zunahme ab dem Jahr 1962 von 2,20 Tagen/Dekade (Bd. II, S. 133, Abb. 116-14 u. 116-15), die westlichen Großwetterlagen 2,21 Tage/Dekade (Bd. II, S. 135, Abb. 117-13 u. 117-14). Die Zunahme bei den beiden Untersuchungen ist ein Zeichen dafür, dass die (im Winter warmen) Westwetterlagen ab der Trendwende zugenommen haben.

Die Analysen der einzelnen Großwetterlagen bestätigen die Annahme (Bd. II, S. 144).

- Besonders deutlich spiegelt sich die Trendwende in den Häufigkeitsänderungen der „Wz“-Lage: abnehmend von der ersten zur zweiten Dekade (nur 46 Tage), danach bis zur letzten Dekade stark ansteigend mit einem Maximum von 96 Tagen in den 1990er Jahren. Das Minimum der „Wz“-Lage fällt dabei gleichzeitig mit dem Maximum der kalten Nordlagen zusammen, deren Vorkommen zuvor und danach deutlich geringer ist.
- Auch die Großwetterlage „Wa“ weist in den 1960er Jahren ein Minimum auf, in den letzten drei Dekaden ist die Anzahl der Tage deutlich höher als zuvor.

Der Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur ab dem Wendejahr 1962 ist wohl in starkem Maße der „Wz“-Lage zuzuschreiben. Diese ist zwar mit relativ wolkenreichem, aber gerade im Dezember auch mit sehr mildem Wetter verbunden (Hess und Brezowsky, 1969). Ein Indiz für die Richtigkeit der Annahme sind die im Vergleich zur mittleren Strahlungstemperatur stärkeren Lufttemperaturtrends, die das markanteste Merkmal der „Wz“-Lage, nämlich die positive Lufttemperaturanomalie widerspiegeln (Bd. II, S. 125, Abb. 9). Die große Anomalie ist dabei nicht nur der Wärmespeicherwirkung des Atlantiks zuzuschreiben. Einen wesentlichen Beitrag leistet auch die erhöhte Windgeschwindigkeit, die für die Ausräumung der bodennahen Kaltluft sorgt, die sich gerade im Dezember bevorzugt bei autochthonen Wetterlagen bildet (Hendl, 1995). Die stark bewegte und wolkenreiche Meeresluft verhindert auch Neubildungen von bodennaher Kaltluft mit Nebel- und Hochnebel in Tal- und Beckenlagen, welcher wiederum die Einstrahlung und die damit verbundene Erwärmung der Luft verhindern würde (Flohn, 1954).

Einen maßgeblichen Beitrag zum beschriebenen Trendbild leistet auch der Umstand, dass das Jahrzehnt der 1960er Jahre ungewöhnlich reich an Nordlagen war, das mit ihrer Summe von 98 Tagen die Nordlagenhäufigkeit der anderen Dekaden um ein Vielfaches übertraf (Bd. II, S. 144).

Geographische Differenzierung

- (71) Den einzigen signifikanten Trend bei der gefühlten Temperatur im Gesamtzeitraum weist die bayerische Station Bamberg auf (Bd. II, S. 77)
- (72) Die signifikanten Trends der gefühlten Temperatur ab dem Wendejahr 1962 beschränken sich - von zwei Stationen im Norddeutschen Tiefland abgesehen - auf die Südhälfte Deutschlands, wobei der Trendschwerpunkt hier im Westen liegt (Bd. II, S. 77). Die Spannweite der Trendbeträge reicht von 0,72 K/Dekade in Lingen (Bd. II, S. 48; S. 77) bis zu 1,28 K/Dekade in Kempten (Bd. II, S. 43; S. 77). Das Signifikanzniveau beträgt meist 95 %.
- (71*) Der signifikante Trend der gefühlten Temperatur bei der Station Bamberg ist ein deutli-

cher Hinweis darauf, dass diese Gegend besonders intensiv auf die häufigeren Westwinde reagiert. Vermutliche Ursache ist der Lee-Effekt der Höhenzüge des Steigerwaldes, der bei Westlagen beobachtet wird (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1999). Dazu passt auch der Befund eines hochsignifikanten negativen Dezembertrends bei der Windgeschwindigkeit in Höhe von 1,29 km/h pro Dekade (Bd. II, S. 21).

(72*) Ein wohl entscheidender Grund für die Konzentration der signifikanten Trends im Zeitraum 1962-2000 auf den süddeutschen Raum hängt mit den hier extrem niedrigen Werten der Mitteltemperaturen in den Dezembermonaten der 1960er Jahre zusammen. Für die besonders hohen Temperaturanomalien waren 1962 und 1963 die Großwetterlagen „HNz“ (Hoch Nordmeer, zyklonal) im Jahre 1962 und „HNa“ (Hoch Nordmeer, antizyklonal) im Jahre 1963 verantwortlich (Gerstengarbe und Werner, 1999). Diese Nordlagen bescheren in erster Linie dem südlichen Deutschland sehr kalte Luft wie auch gefühlte Temperaturen, die stark vom langjährigen Mittel abweichen (größere Entfernung von Wärmespeicher Nord- bzw. Ostsee, Staueffekte). In Küstennähe sind die Temperaturanomalien in diesen Jahren dagegen moderat, da die Luftmassen bei dieser vorherrschend aus NNE kommenden Strömung ihren Weg über die im Winter verhältnismäßig warme Ostsee² nehmen und den Küsten folglich keine allzu kalten Temperaturen bescheren. Besonders hohe negative Abweichungen vom Mittelwert gibt es in Küstennähe (im Winter) dagegen dann, wenn die Luft aus Ost kommt. Deshalb sind im Norden Deutschlands die „Ausreißer“ in späteren Jahren zu finden: 1969 (die kalten Ostlagen „HFz“ und „HNFz“ dominieren), 1981 (in jenem Dezember herrschte an 20 Tagen in Folge die südliche Westlage, welche im Norden in Bodennähe häufig mit Ostwinden verbunden ist) und 1995 (verstärktes Auftreten der Ostlagen „Hfa“ und „HNFa“). Die regionalen Unterschiede zwischen Nord und Süd in den Dezemberzeitreihen der gefühlten Temperatur sind in den Abbildungen 131 und 132 (Bd. II, S. 149) deutlich zu erkennen. Hier wird die Küstenstation Cuxhaven mit der süddeutschen Flachlandstation Augsburg verglichen. Als Konsequenz der im Norden erst später auftretenden besonders kalten Temperaturen ergeben sich für die meisten norddeutschen Stationen keine Trendumkehrpunkte, sodass diese Zeitreihen nicht zerlegt und folglich für einen zweiten Trendabschnitt auch keine Trendwerte und Signifikanzniveaus ermittelt wurden.

Für das konzentrierte Auftreten signifikanter Trends mit hohen Trendwerten der gefühlten Temperatur in der Südhälfte Deutschlands kommen noch weitere Ursachen in Betracht. Zum einen wird im Frühwinter in dieser orografisch stärker gegliederten Landschaft die Luft vielerorts von Kaltluftseen bestimmt, die sich beim Auftreten der „Wz“-

² Auch eine teilweise zugefrorene Ostsee gibt mehr Wärme an die Luft ab als eine verschneite Landoberfläche (vgl. Wärmeleitfähigkeit von Eis und Schnee; Geiger, 1950).

Lage aufzulösen pflegen (Zunahme der „Wz“-Lage; Bd. II, S. 144), mit der Folge einer raschen Erhöhung der Lufttemperatur. Dies betrifft in erster Linie Stationen in Niederungen, vor allem Tal- und Beckenlagen. Untermuert wird diese Annahme durch die höheren Trendwerte bei der Lufttemperatur in der ersten Tageshälfte (Bd. II, S. 125, Tab. 9). Ein gegenläufiger Effekt wird dagegen durch den Zunahmetrend der „Wa“-Lage erzielt (Bd. II, S. 144). Diese Großwetterlage fördert zwar die Bildung einer bodennahen Kaltluftschicht, geht aber dafür in höheren Lagen mit sonnig-mildem Wetter einher, folglich mit hohen Werten bei der mittleren Strahlungstemperatur sowie der Lufttemperatur. Trotz der unterschiedlichen Witterung der „Wz“- und „Wa“-Lagen haben sie eines gemeinsam: Alle Erscheinungen des Westwetters sind im Westen Mitteleuropas am klarsten ausgeprägt (Flohn, 1954). So erklärt sich die Konzentration der signifikanten Trends Süddeutschlands auf den Südwesten.

Die Suche nach den unmittelbaren Einflussgrößen, welche die Annahmen bzgl. des Einflusses großräumiger Entwicklungen auf die gefühlte Temperatur unterstützen, ist in diesem Monat jedoch erschwert, da aufgrund des kürzeren Trendabschnitts (1962-2000) und der in diesem Monat zugleich sehr hohen Streuung (Bd. II, S. 126) viele Trends nicht signifikant sind. Dies betrifft in besonderem Maße die Trends der Windgeschwindigkeit und der relativen Feuchte (Bd. II, S. 14 ff., Tab. 4-1 bis 4-54).

Tageszeitliche Differenzierung

- (73) Im Mittel aller Stationen wird im Gesamtzeitraum sowie in der zweiten Trendperiode ein Mittagsminimum bei den Trendwerten verzeichnet (Bd. II, S. 126; S. 125, Tab. 9). Dieses zeigt sich auch bei der Anzahl der signifikanten Trends (Bd. II, S. 127).
- (73*) Das Mittagsminimum, das auch bei der mittleren Strahlungstemperatur existiert, weist darauf hin, dass zyklonale Wetterlagen zugenommen haben (hier besonders die „Wz“-Lage; Bd. II, S. 144). Aufgrund der verstärkten Bewölkung sind bei Tiefdrucklagen die Temperaturanomalien zur Mittagszeit am schwächsten ausgeprägt (Kap. 4.2.3).

4.2.8 Ergänzende Studien

In den letzten Kapiteln wurden die eigenen Ergebnisse für den Untersuchungszeitraum 1951-2000 beschrieben und diskutiert. In diesem Kapitel werden ergänzend Ergebnisse anderer Untersuchungen vorgestellt, die sich mit zirkulationsdynamischen Veränderungen in Europa über längere Zeiträume befassen. Sie werden zusammen mit eigenen Untersuchungsergebnissen besprochen, des Weiteren werden die Ergebnisse der eigenen Korrelationsanalysen mit dem NAO-Index vorgestellt.

4.2.8.1 Langfristige Trends ausgewählter Großwetterlagen

Die Erkenntnisse der in dieser Arbeit durchgeführten Großwetterlagenstudie sollen zunächst durch die im Folgenden beschriebenen Analysen von Bissolli (2002) erweitert werden. Im Mittelpunkt stehen die Dezennienhäufigkeiten von jeweils fünf Großwetterlagen im Sommer (Jun.-Aug.) sowie im Winter (Dez.-Feb.). Es werden zwar nur einige wichtige Großwetterlagen herausgegriffen, wir erhalten jedoch Aufschluss über deren Entwicklung seit Anfang des letzten Jahrhunderts (1901-2000). Interessant sind die Zeitreihen der Großwetterlagen „BM“ und „Wz“ im Sommer:

- Bereits seit Beginn des vergangenen Jahrhunderts ist bei der „BM“-Lage eine Zunahme festzustellen, mit einem starken Anstieg seit den 1960er Jahren. Insgesamt ist ihr Vorkommen von etwa 3 Tagen in der ersten Dekade des letzten Jahrhunderts auf etwa 13 Tage in den 1990er Jahren gestiegen - der auch in dieser Arbeit untersuchte Trend existiert also schon über einen sehr langen Zeitraum. Bezieht man die Ergebnisse der eigenen Großwetterlagenstudie mit ein, so ist festzustellen, dass mehr als die Hälfte der Tage mit „BM“ in den 1990er Jahren auf den August fielen (durchschnittlich 7 Tage; Bd. II, S. 143).
- Die „Wz“-Lage hatte mit durchschnittlich mehr als 20 Tagen in den 1940er Jahren ihr Maximum, ihr durchschnittliches Auftreten betrug später nur noch etwa 10 bis 16 Tage.

Zu weiteren interessanten Ergebnissen kommt man bei Betrachtung der Entwicklung der für den Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur wichtigen Westlagen „Wz“ und „Wa“ im Winter:

- Die Schwankungen bei der „Wz“-Lage sind insgesamt groß. Eine trendähnliche Entwicklung ist seit den 1930er Jahren zwar erkennbar: Nach einem starken Anstieg von etwa 8 Tagen auf rund 16 Tage in den 1940er Jahren blieb ihr Auftreten bis in die 1970er Jahre in etwa konstant, um bis zum Ende der Untersuchungsperiode mit einem Vorkommen von 23 Tagen noch weiter zuzunehmen. Mit durchschnittlich rund 20 Wintertagen war diese Großwetterlage jedoch bereits auch schon von 1911 bis 1920 stark vertreten.
- Bei der „Wa“-Lage sind die Variationen von Jahrzehnt zu Jahrzehnt wesentlich geringer. Hier ist ein Abnahmetrend bis in die 1960er Jahre zu konstatieren. Seit jenem Jahrzehnt zeigt sich eine Trendumkehr und eine deutliche Zunahme mit einem Maximum in den 1980er Jahren.

Fasst man das Auftreten der Westwetterlagen zusammen und betrachtet nur die Wintermonate (Dez.-Feb.), wird bei den jährlichen Häufigkeitswerten erst ab Mitte der 1970er Jahre eine deutliche Erhöhung erkennbar (Bissolli, 2000).

Die Ergebnisse von Bissolli zeigen, dass der Erwärmungstrend der Lufttemperatur und in besonderem Maße der gefühlten Temperatur in Deutschland im Sommer hauptsächlich auf eine großräumige Entwicklung zurückzuführen ist, die schon seit Anfang des 20. Jahrhunderts zu beobachten ist. Eine Zunahme von Großwetterlagen, die in den Wintermonaten mit einer posi-

tiven Temperaturanomalie verbunden sind, ist hingegen erst seit den 1960er Jahren festzustellen. Ursache für den winterlichen und sommerlichen Erwärmungstrend ist jedoch nicht nur die Zunahme „warmer“ Großwetterlagentypen. Gerade bei den drei entscheidenden Großwetterlagen („Wz“, „Wa“ und „BM“) sind auch die Luftmassen, die nach Europa transportiert werden, wärmer geworden, wie Bissolli nachweisen kann (2002). Die Änderung der Großwetterlagenhäufigkeiten und der modifizierte Witterungscharakter einiger Großwetterlagen sind also ausschlaggebend für den positiven Erwärmungstrend.

4.2.8.2 Korrelation mit der Nordatlantischen Oszillation

Weitere Aufschlüsse bringt der Blick auf einen großräumigen Mechanismus, der für die Großwetterlagenkonstellation verantwortlich ist - die nordatlantische Oszillation (NAO; Kap. 3.7.3.2; Greatbatch, 2000; Hurrell et al., 2003). Mit ihrer Hilfe wird die Stärke der Zonalzirkulation im Bereich des europäischen Nordatlantiks beurteilt, die auch das atmosphärische Geschehen in West- und Mitteleuropa beeinflusst. In einer sog. „High-Index“-Phase ist die Druckdifferenz zwischen Islandtief und Azorenhoch groß, die Konsequenz eine starke Westströmung im europäisch-atlantischem Raum (Bissolli, 2002). Generell ist der Luftdruckgradient im Winter höher als im Sommer und eine Studie von Tinz (2003) zeigt, dass eine gute Korrelation zwischen NAO-Index und den Temperaturverhältnissen in Mitteleuropa vor allem im Winter gegeben ist. Bei der Kopplung des NAO-Winterindex mit dem bodennahen Lufttemperaturfeld im Zeitraum 1899-1990 im Januar ließen sich maximale Korrelationen über der Nordsee ermitteln (der Korrelationskoeffizient nach Pearson beträgt maximal 0,62). Im Sommer ist der Einfluss der NAO auf die Lufttemperaturen in Mitteleuropa dagegen gering, sodass kein eindeutiger Zusammenhang festgestellt werden kann. Die NAO-Studie in der vorliegenden Arbeit beschränkt sich deshalb auf die mittleren Indexwerte der Monate Dezember bis Februar (Bd. II, S. 150). Abbildung 133 zeigt den Verlauf der NAO-Jahreswerte im Zeitraum 1951-2000. Bei bloßer Betrachtung des Werteverlaufs fällt bereits auf, dass die NAO-Zeitreihe Ähnlichkeiten mit den Zeitreihen der eigenen Arbeit aufweist. Besonders deutlich wird dieser Zusammenhang bei den Dezemberreihen der gefühlten Temperatur (vgl. die Zeitreihen Bd. II, S. 149, Abb. 132 u. S. 150, Abb. 133). Die Tendenz der Werte ist jeweils zunächst abnehmend bis in die 1960er Jahre und dann ansteigend mit einem Maximum Anfang der 1990er Jahre. Bestätigt wird dieser Zusammenhang durch die Korrelation der 7jährigen Mittel des NAO-Winterindex mit den Jahreswerten der gefühlten Temperatur (Dez.-Feb.) an den Referenzstationen Hannover und Hohenpeißenberg (Bd. II, S. 150, Abb. 134 u. 135). Die Korrelationsanalysen liefern für diesen Zeitraum hervorragende Ergebnisse: die Korrelationskoeffizienten (r_P) betragen bei der Station Hannover 0,78 und bei der Station Hohenpeißenberg 0,76. Höhere NAO-Index - Werte bedeuten also oft auch höhere gefühlte Temperaturen. Sie werden unmittelbar vor allem durch die Zunahme der reinen Westlagen des Winters erzeugt (Kap. 4.2.3

und 4.2.7). Der Zusammenhang zwischen hohen Werten des NAO-Indexes und einer verstärkten zonalen Zirkulation, also häufigen Westlagen („Wz“ und „Wa“) wird beim Vergleich der Abbildungen 133 bis 135 (Bd. II, S. 150) mit den Abbildungen 125-1 bis 5 (Bd. II, S. 144) sichtbar: Die Abnahme der NAO-Index - Werte von der ersten zur zweiten Dekade war im Dezember mit einem Rückgang der reinen Westlagen verbunden, bei der „Wa“-Lage um 8 Tage und bei der „Wz“-Lage um 25 Tage. Es kann davon ausgegangen werden, dass der anschließende positive Trend der NAO-Werte auch für die deutliche Zunahme der beiden Westlagen verantwortlich ist, die im Falle der antizyklonalen Westlagen in den 1980er Jahren, im Falle der zyklonalen Westlagen in den 1990er Jahren ihr Maximum aufweist.

4.2.9 Abschließende Diskussion

Seit einigen Jahrzehnten sind wir in Deutschland einem bemerkenswerten bioklimatischen Erwärmungstrend ausgesetzt. Der Jahrestrend der gefühlten Temperatur ist nicht nur - wie es beim Lufttemperaturtrend der Fall ist - in ganz Deutschland positiv und bei den meisten Stationen signifikant (Bd. II, S. 124). Er liegt im Mittel aller Stationen, gestützt durch fast alle Monate, sogar deutlich über dem Betrag der Lufttemperatur (Bd. II, S. 128, Tab. 13). Die Differenz zwischen den beiden Temperaturtrendwerten ist das Ergebnis des gleichsinnigen Einwirkens mehrerer atmosphärischer Parameter auf die gefühlte Temperatur. Neben dem positiven Trend der Lufttemperatur verstärken auch die Zunahme der mittleren Strahlungstemperatur sowie die Abnahme der Windgeschwindigkeit den positiven Trend der Temperaturempfindung (Bd. II, S. 124). Der Erwärmungstrend ist in erster Linie das Resultat großräumiger zirkulationsdynamischer Änderungen in der Atmosphäre. So verzeichnen im Untersuchungszeitraum Winter wie Sommer zum einen vor allem jene Großwetterlagen einen markanten Anstieg, die in der entsprechenden Jahreszeit mit wärmeren Lufttemperaturen einhergehen, als es dem langjährigen Mittel entspricht. Es handelt sich um Großwetterlagen, die „von Haus aus“ in der jeweiligen Jahreszeit mit einer positiven Lufttemperaturanomalie verbunden sind und außerdem noch zusätzlich im Laufe der Jahrzehnte wärmer geworden sind: im Winter vor allem „Wa“ und „Wz“, im Sommer „BM“ (Bissolli, 2002). Zum anderen fällt auf, dass besonders antizyklonale Großwetterlagen zunehmen, also Wetterlagen, die neben erhöhten Lufttemperaturen auch durch häufige Sonneneinstrahlung und geringere Windgeschwindigkeiten auf die gefühlte Temperatur trendverstärkend einwirken. Bei beiden Hochdrucklagen („Wa“ und „BM“) ist der Süden Deutschlands wetterbegünstigt, folglich sind die höchsten Werte und Signifikanzniveaus vor allem hier zu finden (Bd. II, S. 70).

Analog zum Lufttemperaturtrend ist auch der Trend der gefühlten Temperatur zyklischen Schwankungen unterworfen. Der Verlauf der Zeitreihen ist im Untersuchungszeitraum oft zunächst leicht fallend mit einer Wende meist in den 1960er Jahren, danach steigend (Bd. II, S. 78 ff.).

Die Herbstmonate September bis November sind ohne Bedeutung für das Gesamttrendbild. Sie weisen nicht signifikante Trends auf und ihre Trendwerte sind außerordentlich klein (Bd. II, S. 126).

Die Wintermonate Dezember bis Februar sind durch Erwärmungstrends gekennzeichnet. Die Trendwerte der kalten Jahreszeit zeichnen jedoch auch hohe Standardabweichungen aus, die das Erreichen der definierten Signifikanzschwelle erschweren (Bd. II, S. 126). Im Januar gibt es einige signifikante Trends in der Südhälfte Deutschlands (Bd. II, S. 72), der Februar kann aufgrund des Mangels an signifikanten Trends nicht näher diskutiert werden. Im Dezember ist das Resultat ähnlich wie im Februar, betrachtet man den Gesamtzeitraum. Für das Subintervall 1962-2000 konnten jedoch eine ganze Reihe signifikanter Trends ermittelt werden, die fast alle in der Südhälfte Deutschlands liegen (Bd. II, S. 77). Der regionale Schwerpunkt ist mit den Ergebnissen des Januar vergleichbar, die Ursachen sind andersartig. Im Januar wirkt sich das vermehrte Auftreten der „Wa“-Lage (Bd. II, S. 138) bzw. die Zunahme aller antizyklonalen Westlagen (Bd. II, S. 146, Abb. 126) stärker auf die gefühlten Temperaturen aus als es bei der „Wz“-Lage der Fall ist. So ergibt sich der Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur in diesem Monat in erster Linie aus der erhöhten Sonneneinstrahlung. Auch die Zunahme der Lufttemperatur und die Abnahme der Windgeschwindigkeit sind wesentliche Einflussfaktoren (Bd. II, S. 124; S. 126). Die hohen Trendwerte der gefühlten Temperatur und in besonderem Maße der mittleren Strahlungstemperatur zur Mittagszeit (Bd. II, S. 126) sind ebenfalls ein Ausdruck des zunehmenden Hochdruckeinflusses. Bei den Stationen, die einen signifikanten Trend der gefühlten Temperatur aufweisen, handelt es sich fast ausschließlich um höher gelegene Stationen, die oberhalb der für winterliche Hochdrucklagen typischen bodennahen Kaltluft liegen.

Im Dezember überwiegt dagegen seit den 1960er Jahren der Effekt der „Wz“-Lage auf die gefühlten Temperaturen (Bd. II, S. 144). Hier ergibt sich der bioklimatische Erwärmungstrend in erster Linie aus dem Lufttemperaturtrend. Ein relevanter Abnahmetrend bei der Windgeschwindigkeit existiert nicht (Bd. II, S. 125, Abb. 8 u. 9). Das mittägliche Trendminimum bei den Temperaturen ist eine weitere Bestätigung für die Dominanz der Zunahme zyklonaler Großwetterlagen (Bd. II, S. 125). Dass die meisten Trends im Dezember im Zeitraum 1962-2000 in der Südhälfte Deutschlands zu finden sind, ergibt sich zunächst einmal aus einem statistischen Effekt, bedingt durch den im Süden besonders kalten Dezember 1962. Ein weiterer Grund liegt sicher darin, dass Kaltluftseen, die sich bevorzugt in den Niederungen einer orografisch stärker gegliederten Landschaft bilden (Mittelgebirgsraum, Alpen), bei der „Wz“-Lage meist ausgeräumt werden. Im Gegensatz zu den Januarentrends der gefühlten Temperatur weisen im Dezember auch etliche Stationen in Tal- und Beckenlagen einen signifikanten Erwärmungstrend auf (Bd. II, S. 77).

Im Winter wird das Auftreten bestimmter Großwetterlagen maßgeblich von der Luftdruck-

differenz zwischen den für Mitteleuropa wetterwirksamen Aktionszentren „Islandtief“ und „Azorenhoch“ beeinflusst. Die Zunahme der Westlagen „Wa“ und „Wz“ korreliert gut mit dem positiven Trend des NAO-Indexes seit den 1960er Jahren (Bd. II, S. 150; Bissolli, 2002). Diese reinen Westlagen können als Hauptverursacher des Erwärmungstrends in den Wintermonaten (Dez.- Feb.) betrachtet werden. Die physiologischen Folgen, die sich für den Menschen aus einem hohen NAO-Index und der daraus resultierenden Tendenz zu häufigen Westwetterlagen ergeben, sind in thermischer Hinsicht positiv, denn Kältebelastungssituationen haben durch diese Entwicklung insgesamt abgenommen. Bei fast allen Stationen ist der Jahrestrend der Kältebelastung negativ, bei einigen Stationen - meist den höher gelegenen, die oberhalb autochthoner Kaltluftansammlungen liegen und damit dem überregionalen Trend am meisten zugänglich sind - auch signifikant (Bd. II, S. 124).

Für die Übergangsjahreszeit März und April wurden nur wenige signifikante Trends ermittelt. Im Unterschied zu den Wintertrends konzentrieren sich die Erwärmungstrends in diesen beiden Monaten nicht im Süden, sondern sind fast ausschließlich im Nordwesten Deutschlands zu finden (Bd. II, S. 73; S. 74). Im März ist die Ursache für den Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur in Küstennähe vorrangig in der Zunahme der „NWz“-Lage zu sehen (Bd. II, S. 140), die hier - im Gegensatz zum restlichen Deutschland - mit verhältnismäßig sonnenreichem Wetter einhergeht. Zudem liegt ein Teil der Nordseeküste noch im Einflussbereich des bei Nordwestströmung auftretenden Skandenföhns (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1989), der die Lufttemperaturen ansteigen lässt.

Im April sind die Ursachen für die signifikanten Trends im Norden nicht eindeutig. In diesem Monat ließen sich jedoch bei vielen Stationen Trendumkehrpunkte in der Mitte der Zeitreihen feststellen. Betrachtet man das Subintervall 1977-2000, offenbart sich ein völlig anderes Trendbild - signifikante Trends sind dann in ganz Deutschland vertreten (Bd. II, S. 74). Der Trendverlauf geht auf das Phänomen zurück, dass kalte zyklonale Großwetterlagen bis zur dritten Dekade zu- und daraufhin abgenommen haben (Bd. II, S. 146, Abb. 127). Die Entwicklung der warmen antizyklonalen Lagen verlief invers, d.h. nach einer anfänglichen Abnahme verzeichnen sie ab der dritten Dekade ein Maximum (Bd. II, S. 141). Die beiden Subintervalle sind jedoch nach den Regeln der mathematischen Statistik zu kurz, um Aussagen über längerfristige Entwicklungen in den Großwetterlagenhäufigkeiten treffen zu können.

In die warme Jahreszeit fallen die trendstärksten Monate. Während im Juni weder bei der gefühlten Temperatur noch bei einer ihrer unmittelbaren Einflussgrößen eine eindeutige Trendrichtung erkennbar ist, kann für den Juli anhand der Höhe der Trendwerte ein Erwärmungstrend festgestellt werden, der bei Betrachtung von Betrag und Vorzeichen aller anderen Parameter Trends die Zunahme von antizyklonalen Wetterlagen dokumentiert (Bd. II, S. 124; S. 126). Aufgrund des Mangels an signifikanten Trends können diese Ergebnisse aus streng statistischen Gründen jedoch als zufällig angesehen werden. Zu der warmen Jahreszeit soll

auch der Mai gezählt werden, denn in diesem Monat weisen bereits einige Stationen Wärmebelastungstrends auf (Bd. II, S. 75). Er ist nach dem August der Monat mit dem stärksten Erwärmungstrend in dieser Jahreszeit. Die wegen der hohen Anzahl an signifikanten Trends der gefühlten Temperatur diskussionswürdigen Monate Mai und August sind gekennzeichnet durch einen besonders starken Anstieg der mittleren Strahlungstemperatur. Aber auch alle anderen Einflussgrößen belegen den zunehmenden Einfluss von Hochdrucklagen: der positive Trend der Lufttemperatur wie auch die negativen Trends von Windgeschwindigkeit und relativer Feuchte (Bd. II, S. 124; S. 126).

Die Veränderungen im Sommerhalbjahr hängen vor allem mit der langfristigen Ausweitung bzw. Verschiebung des subtropischen Hochdruckgürtels in Richtung Norden zusammen (Variza et al., 2007). Sehr deutlich hat in beiden Monaten die „BM“-Lage zugenommen. Im August ist sie der primäre Faktor für den enormen Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur, im Mai ist der Anstieg der (in dieser fortgeschrittenen Jahreszeit bereits zu warmen) „HNFa“-Lage noch markanter (Bd. II, S. 142; S. 143). Die Zunahme der Ostlage kann als Hauptursache für den sekundären Trendschwerpunkt im Nordwesten Deutschlands angesehen werden, bedingt durch die Nähe zum wolkenarmen Zentrum des Skandinavienhochs. Trendwerte und Signifikanzniveaus sind hier jedoch moderat (Bd. II, S. 75). Bei der „BM“-Lage hingegen ist es der Süden Deutschlands, der in der Nähe der Hochdruckachse liegt - mit der Folge eines primären Trendschwerpunkts dort im Mai wie auch im August (Bd. II, S. 75; S. 76). Besonders deutlich ist der Gradient der Trendstärke zwischen dem Süden und der Küste im August, da hier die Zunahme der Hochdruckbrücke nahezu als der einzige Faktor des Erwärmungstrends betrachtet werden kann. Folglich liegen die höchsten Trendwerte und Signifikanzniveaus der gefühlten Temperaturen im Süden. Zwar finden sich auch signifikante Trends im Norddeutschen Tiefland, sie sind jedoch gemäßiger; die Küstenregion selbst bleibt sogar mehr oder weniger ausgespart. Der Grund für die stärkeren Trends im Süden liegt - neben dem Umstand, dass bei der „BM“-Lage hier ungetrübtes Hochdruckwetter herrscht, während der Norden von Tiefausläufern erfasst werden kann - in dem generell niedrigeren Windniveau im kontinental geprägten Binnenland, das eine stärkere Aufheizung der Luft zulässt. An diesen Umstand ist zusätzlich der physiologische Effekt gekoppelt, dass der Mensch im Schwachwindbereich eine Windreduktion als wesentlich deutlichere Temperaturerwärmung wahrnimmt als es bei einer Abnahme auf höherem Windniveau der Fall ist (Bd. II, S. 2, Abb. 1-3). Im Mai wird das Trendbild zusätzlich durch Lee-Effekte modifiziert: Die Zunahme der „HNFa“-Lage wirkt sich besonders temperaturerhöhend auf den Südosten (Leeseite der ostbayerischen Mittelgebirge) aus, die Zunahme der Südlage „TrW“ erzeugt am bayerischen Alpenrand öfter Föhn, folglich besonders einstrahlungsreiches und warmes Wetter (Bürger, 1958; Bd. II, S. 75). In diesen Leeregionen sind nicht nur die Trends der gefühlten Temperaturen höher, ausschließlich hier sind auch die süddeutschen Wärmebelastungstrends zu finden - betrachtet man den

Gesamtzeitraum. Im Subintervall 1962-2000 kommt die Zunahme der „BM“-Lage stärker zum Ausdruck, d.h. vor allem in der Südhälfte Deutschlands treten weitere signifikante Trends der gefühlten Temperatur und Wärmebelastung auf, auch außerhalb der Leegebiete.

Im August liegt der Trendschwerpunkt der Wärmebelastung analog zu den Trends der gefühlten Temperatur im Süden (Bd. II, S. 76), dieser Monat bestimmt auch maßgeblich die Jahrestrends der Tage mit Wärmebelastung (Bd. II, S. 71). Im August ist die Wärmebelastung von allen Sommermonaten am intensivsten, so sind Wärmebelastungstrends in diesem Monat auch noch weiter im Norden zu finden als es bei den Jahrestrends der Fall ist.

Kritisch muss generell zu Trendanalysen angemerkt werden, dass die Ergebnisse in erheblichem Maße von der Auswahl des Trendzeitraumes abhängen. Das hat sich in dieser Untersuchung z.B. bei den April- und Dezembertrends der gefühlten Temperatur gezeigt: Aus dem vielfach nicht signifikanten Erwärmungstrend ergab sich bei vielen Stationen nach Zerlegung in zwei Trendabschnitte ein nicht signifikanter Abkühlungstrend im ersten Subintervall, gefolgt von einem meist signifikanten Erwärmungstrend im zweiten Subintervall. Da aber publizierte Lufttemperatur- wie auch Großwetterlagenanalysen (z.B. Zunahme der „BM“-Lage seit Beginn des 20. Jh.; Bissolli, 2002) eine Zunahme konstatieren, die weit über den Untersuchungszeitraum dieser Arbeit hinausgeht, ist der hier festgestellte Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur sicherlich ebenfalls in einen säkularen Erwärmungstrend eingebettet, der zudem in den 2000er Jahren seine Fortsetzung gefunden hat (Schönwiese und Janoschitz, 2005; Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007 a). So kann davon ausgegangen werden, dass das Trendbild dieser Arbeit weitgehend unabhängig vom gewählten Zeitraum seine Gültigkeit behält.

Der Anstieg der gefühlten Temperaturen mag insgesamt von vielen Menschen begrüßt werden. Die Konsequenzen der zunehmenden Wärmebelastung sind jedoch alarmierend. Untersuchungen von Laschewski und Jendritzky (2002) im Rahmen einer Studie in Baden-Württemberg zufolge steigt die Mortalität in den Sommermonaten ab mäßiger Wärmebelastung stark an. Während die Mortalitätsrate bei gefühlten Temperaturen (Tagesmittel) im Intervall 20-24 °C (leichte Wärmebelastung) 3 % über dem langjährigen Sommermittel der Mortalität liegt, erreicht sie im nächsthöheren Intervall 24-28 °C (mäßige Wärmebelastung) bereits +13 %. In einer neueren Studie von Jendritzky et al. (2004) wurden neun verschiedene Hitzewellen untersucht. Hier konnte festgestellt werden, dass gefühlte Temperatur und Todeszahlen zeitlich nahezu parallel steigen und die Abweichung der Sterbefälle vom durchschnittlichen Erwartungswert bis zu +20 % beträgt.

Nach jeder Hitzewelle setzt zwar der sog. „harvesting effect“ ein - d.h. nach Ende der Hitzewelle sinken die Sterbefälle unter den Erwartungswert, da die Hitzewelle den Sterbensprozess nur beschleunigt hat -, die modernen epidemiologischen Analysen ergeben jedoch, dass eine Vielzahl von Todesopfern ohne die eingetretene Wärmebelastung nicht zu erwarten gewesen wäre (Höppe, 2005; Koppe et al., 2004 b). Dabei gibt es Indizien dafür, dass, neben den al-

tersbedingten Sterbefällen, auch eine Zunahme von Verkehrs- und Arbeitsunfällen im Verlauf der Hitzewellen beobachtet wurde (Koppe et al., 2004 b).

Vor diesem Hintergrund gibt besonders der Augusttrend mit seiner erheblich zunehmenden Häufigkeit von Situationen mit mäßiger oder starker Wärmebelastung Anlass zur Sorge. In Städten wie Düsseldorf oder Berlin stieg die Zahl der mittäglichen Wärmebelastungssituationen vom Beginn bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes auf mehr als das Doppelte. Und wie sich am Beispiel von Karlsruhe, Konstanz und Regensburg zeigt, ist der Organismus in manchen tief gelegenen Regionen Süd- und Westdeutschlands inzwischen durchschnittlich an mehr als 20 Augusttagen mäßiger oder starker Wärmebelastung ausgesetzt (Bd. II, S. 111 ff.).

Trotz des alarmierenden Augusttrends dürfen Wärmebelastungssituationen im Mai nicht unterschätzt werden. Die ersten Hitzewellen im Jahr belasten den Organismus bei gleicher Intensität stärker als im Hoch- oder Spätsommer, wenn die Menschen akklimatisiert sind und fordern deshalb auch mehr Menschenleben (Kysely und Huth, 2004).

Ausblick

Die neuesten Daten und Publikationen zur Klimaentwicklung (Deutscher Wetterdienst, 2007 a; Gerstengarbe und Werner, 2005; Müller-Westermeier et al., 2002; Müller-Westermeier und Riecke, 2003-2006) lassen erwarten, dass sich der im Untersuchungszeitraum festgestellte Erwärmungstrend der gefühlten Temperatur sowie der thermischen Belastung in den letzten Jahren fortgesetzt hat. Offensichtlich hat sich diese Entwicklung sogar noch beschleunigt, betrachtet man den „Jahrhundertsommer“ 2003 oder den ebenfalls ungewöhnlich warmen Sommer 2006. Im August 2003 lagen die Lufttemperaturen in Süddeutschland fast an jedem Tag deutlich über dem langjährigen Mittelwert, an zehn Tagen betrug die Anomalie mehr als +8 K (1961-1990; Bd. II, S. 152, Abb. 139; Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007 a). Aber nicht nur die Lufttemperaturen, auch die mittleren Strahlungstemperaturen nahmen sehr hohe Werte an (z.B. 54 °C Tagesmittel in Berlin-Dahlem am 3.8.2003; Müller et al., 2006; der vieljährige Durchschnitt beträgt in etwa 32 °C; Bd. II, S. 82, Abb. 21). 22 Tage wurden damals von antizyklonalen Großwetterlagen beherrscht (Gerstengarbe und Werner, 2005). Im Gebietsmittel handelte es sich um den wärmsten und sonnenscheinreichsten August seit Beginn der Messreihen (Müller-Westermeier und Riecke, 2004). Aufgrund der sehr trockenen Luft lagen die empfundenen Temperaturen in Deutschland jedoch nicht so weit über den Lufttemperaturen, wie es beispielsweise in Frankreich der Fall war, sodass die Übersterblichkeit in Deutschland nicht jenes Ausmaß annahm wie beim westlichen Nachbarn (Bd. II, S. 151. Abb. 137; Höppe, 2005). Dennoch war der menschliche Organismus in den Monaten Mai bis September vermehrt mäßiger bis starker Wärmebelastung ausgesetzt, z. B. in Berlin an 25 % der Tage (Müller et al., 2006). Auch 2006 war ein Rekordsommer mit Lufttemperaturen, die weit über dem langjährigen Mittel lagen. In jenem Sommer trat als Hitzemonat besonders der Juli hervor, in dem an zwölf Tagen die einstrahlungsreiche Kernhochlage „BM“ die vorherrschende Großwetterlage war (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007 a).

Betrachtet man die jüngste thermische Entwicklung der Wintermonate Dezember und Januar, so liegen die Lufttemperaturanomalien im Deutschlandmittel bis zum Winter 2005/06 in der Nähe des langjährigen Durchschnitts (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007 a). Als Ursache dafür kann sicher die verringerte Druckdifferenz zwischen Island und den Azoren gesehen werden, gleichbedeutend mit einem schwachen Index der Nordatlantischen Oszillation (NOAA/National Weather Service, Climate Prediction Center (Hrsg.), 2006). Als Folge gingen die mild temperierten Großwetterlagen der Zonalzirkulation (reine Westlagen; Bd. II, S. 152, Abb. 141) in ihren Auftreten zurück, Großwetterlagen mit meridionaler Zirkulation bzw. mit autochthonem Charakter nahmen zu (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007 a). Bei dieser Serie an „normal“ temperierten Wintern scheint es sich aber nicht um eine Trendumkehr zu handeln, denn der Winter 2006/07 trat als Rekordwinter bezüglich seiner Lufttemperaturen, die außerordentlich weit über den Durchschnittswerten lagen, wieder hervor (Bsp. Januar;

Bd. II, S. 152, Abb. 140). Es war der wärmste Winter seit Beginn der Aufzeichnungen. Die hohen Temperaturen werden bei der Analyse der Großwetterlagen verständlich: 27 Tage des Januar wurden von Westlagen bestimmt, an 22 dieser Tage waren reine (zonale) Westlagen vorherrschend (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007 a).

Bemerkenswert ist außerdem, dass seit September 2006 jeder Monat in Deutschland übernormal temperiert gewesen ist - ein neuer Rekord seit 1901 (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007 b).

Angesichts des langfristigen Klimatrends, der bis in die jüngste Zeit andauert, ist davon auszugehen, dass sich die in dieser Arbeit festgestellten Entwicklungen der gefühlten Temperatur sowie ihrer Einflussgrößen auch künftig fortsetzen werden. Analog zu den ermittelten regionalen Schwerpunkten sollte die Erwärmung an den Küsten und in höheren Lagen moderater verlaufen als im tief gelegenen Binnenland. Dabei lassen andere Untersuchungen vermuten, dass ähnliche Entwicklungen auch außerhalb Mitteleuropas zu erwarten sind (Kap. 1).

Betrachtet man die Konsequenzen dieser Entwicklung für die menschliche Gesundheit in thermischer Hinsicht, so sind zwei wesentliche Dinge festzuhalten: Der winterliche Erwärmungstrend führt zu einem Rückgang der Kältebelastungssituationen und ist somit wegen der zu erwartenden geringeren kältebedingten Mortalität positiv zu werten. Die Zunahme der sommerlichen Wärmebelastungssituationen stellt ein Problem dar. Da insbesondere ältere Menschen von der hitzebedingten Morbidität/Mortalität betroffen sind, erhält dieser Trend in den Industrieländern vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung mit ihrem zunehmendem Seniorenanteil eine besondere Brisanz. Hierbei sind an erster Stelle solche Länder zu nennen, die hinsichtlich des Klimatisierungsstandards noch Nachholbedarf haben - etwa Griechenland oder Portugal.

Eine weitere bedeutende Konsequenz trifft die Tourismusbranche. Ein Großteil des europäischen Reiseverkehrs in der Haupturlaubszeit geht in Richtung der im Sommer sonnenscheinreichen und warmen bis heißen Mittelmeerländer. Extreme Hitzewellen werden sich künftig häufen - jüngstes Beispiel waren die Rekordhitzewellen im Juni und Juli 2007 mit Höchstwerten über 40 Grad in Italien, Griechenland und der Türkei. Aufgrund der hoch stehenden Sonne und der geringen Luftbewegung muss von gefühlten Temperaturen über 50 Grad ausgegangen werden. Angesichts dieser Entwicklung verlieren diese Länder als sommerliche Reiseziele erheblich an Attraktivität, an ihre Stelle dürften Urlaubsdestinationen in nördlicheren Breiten treten. Damit verbunden wären beträchtliche wirtschaftliche Nachteile für die klassischen Urlaubsregionen im Mittelmeerraum.

Bei der zukünftigen humanbioklimatologischen Forschungstätigkeit ist das „Trendmonitoring“, also die Neuberechnung der Trends für aktualisierte Datenreihen (Rapp, 2000 b), eine wichtige Aufgabe. Auf dieser Grundlage sollte sich die Humanbioklimaforschung besonders auf die gesundheitlichen Konsequenzen des Klimatrends in Ländern mit weniger hohem Lebensstan-

dard als in Deutschland konzentrieren. Denn hier kann hitzebedingter Mortalität aufgrund der beschränkten technischen Adaptionmöglichkeiten weniger effektiv Einhalt geboten werden; der Erwärmungstrend ist somit besonders folgenschwer (Koppe et al., 2004 b). Die bisher durchgeführten Trendstudien zum Bioklima in den Mittelmeerländern, wie die in Kapitel 1 angesprochenen (z. B. Cegnar und Matzarakis, 2004; Zaninovic und Matzarakis, 2005), reichen nicht aus. Sie lassen noch viele Fragen zum Ausmaß und den Konsequenzen des physiologischen Erwärmungstrends offen.

Da Klimaänderungen, wie auch die vorliegende Arbeit zeigt, in ursächlichem Zusammenhang stehen mit Änderungen der atmosphärischen Zirkulation (Großwetterlagen), wäre eine „Bioklimatologie der Großwetterlagen“, d.h. eine Charakteristik der 29 Großwetterlagen anhand der gefühlten Temperaturen in monatlicher Auflösung wie geographischer Differenzierung ein lohnenswertes Forschungsziel. Damit ließen sich dann in einem weiteren Schritt Zukunftsszenarien der humanbioklimatischen Klimaänderung in Abhängigkeit zu erwartender Großwetterlagenänderungen erarbeiten. Und dies nicht nur für Deutschland sondern für ganz Europa.

Eine weitere sinnvolle Forschungsaufgabe liegt in der Erstellung eines humanbioklimatischen Trendatlasses für Europa. Analog zum bestehenden deutschen Temperatur- und Niederschlagstrendatlas (Schönwiese und Janoschitz, 2005) sollte es auch einen Atlas geben, der die jahreszeitlichen wie regional unterschiedlichen aktuellen Trends der gefühlten Temperatur sowie der Kälte- und Wärmebelastung in Europa zeigt.

Literatur

- ASHRAE (Hrsg.), 1966, Thermal comfort conditions.- ASHRAE Standard 55/66, New York.
- ASHRAE (Hrsg.), 2004, Thermal environmental conditions for human occupancy.- ASHRAE Standard 55/04, Atlanta.
- BAHRENBERG, G. und GIESE, E., 1975, Statistische Methoden und ihre Anwendung in der Geographie.- Stuttgart.
- BALLING, R. C. und BRAZEL, S. W., 1986, Temporal analysis of summertime weather stress levels in Phoenix, Arizona.- In: Arch. Met. Geophys. Bioclim., B, 36, 331-342.
- BARNSTON, A. G. und LIVEZEY, R., E., 1987, Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns.- In: Mon. Wea. Rev., 115, 1083-1126.
- BÄTJER, D., 1980, Bemerkungen zum Strahlungsklima im Nordseeküstengebiet.- In: Der Wetterlotse, 399/400, 49-52.
- BAUR, F., 1963, Großwetterkunde und langfristige Witterungsvorhersage.- Frankfurt/M.
- BISSOLLI, P., 2000, Kommen Westwetterlagen häufiger vor als früher?- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 1999, 26-30.
- BISSOLLI, P., 2002, Wetterlagen und Großwetterlagen im 20. Jahrhundert.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2001, 32-40.
- BLÜTHGEN, J. und WEISCHET, W., 1980, Allgemeine Klimageographie.- Berlin, New York.
- BRADLEY, R. S., 2002, Climate change - past, present and future: a personal perspective.- In: Steffen, W., Jäger, J., Carson, D. J. und Bradshaw, C. (Hrsg.), Challenges of a Changing Earth, 109-112, Berlin.
- BÜRGER, K., 1958, Zur Klimatologie der Großwetterlagen.- (= Ber. DWD, 45).
- CEGNAR, T. und MATZARAKIS, A., 2004, Climate and bioclimate variations in Slovenia and their application for tourism.- In: Matzarakis, A., De Freitas, C. R., Scott, D. (Hrsg.), Advances in Tourism Climatology (= Wiss. Ber. Met. Inst. Univ. Freiburg, 12), 66-73.

- DAVIS, R. E., KNAPPENBERGER, P. C., MICHAELS, P. J. und NOVICOFF, W. M., 2003, Changing heat-related mortality in the United States.- In: Environ. Health Persp., 111,14, 1712-1718.
- DELLA-MARTA, P. M., HAYLOCK, M. R., LUTERBACHER, J. und WANNER, H., 2007, Doubled length of western European summer heat waves since 1880.- In: J. Geophys. Res., 112, D15103, im Druck.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.), 1988, Klimatologische und statistische Grundlagen als Erläuterungen für Klimabearbeitungen.- Offenbach/M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.), 1989, Regionale Flugklimatologie für die Allgemeine Luftfahrt (RFK / AL) in der Bundesrepublik Deutschland.- (= VuB, 16).
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.), 1996, Die gefühlte Temperatur.- (= Beil. z. Wetterkarte, 26/1996).
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.), 1999, Mess- und Beobachtungsnetze in der Bundesrepublik Deutschland.- (= VuB, 8).
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.), 2000 - 2001, Die Großwetterlagen Europas.- Offenbach/M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.), 2001, Klimaatlas Bundesrepublik Deutschland. Teil 2.- Offenbach/M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.), 2007 a, Die Großwetterlagen Europas.- <http://www.dwd.de/de/wir/Geschaeftsfelder/Medien/Leistungen/GWL/2002/index.htm>.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.), 2007 b, Deutschlandwetter im Juni 2007.- <http://www.dwd.de/de/Zusatzmenues/Presse/Mitteilungen/2007-06-29%20Deutschlandwetter%20Juni%202007.pdf>.
- DIXON, J. C. und PRIOR, M. J., 1987, Wind-chill indices - a review.- In: Met. Mag., 116, 1374, 1-16.

- FANGER, P. O., 1972, Thermal comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering.- McGraw-Hill, New York.
- FANGER, P. O., 1982, Thermal comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering.- Malabar, Florida.
- FAUST, V., 1976, Biometeorologie.- Stuttgart.
- FEZER, F., 1995, Das Klima der Städte.- Gotha.
- FLOHN, H., 1954, Witterung und Klima in Mitteleuropa.- (= Forsch. z. dt. Landesk., 78).
- FRANKE, J., GOLDBERG, V. und BERNHOFER, C., 2004, Regionale Klimatrends für Mitteleuropa.- Tagungsbd. Deutsch-Österr.-Schweiz. Met.-Tagung, Karlsruhe 7.-10. Sep. 2004.
- FRANKENBERG, P., 1993, Trends und Schwankungen der Witterung in Mitteleuropa.- In: Geogr. Rdsch., 45, 2, 88-94.
- FRICH, P., ALEXANDER, L. V., DELLA-MARTA, P., GLEASON, B., HAYLOCK, M., KLEIN TANK, A. M. G. und PETERSON, T., 2002, Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century.- In: Clim. Res., 19, 193-212.
- GAFFEN, D. J. und ROSS, R. J., 1998, Increased summertime heat stress in the U.S.- In: Nature, 396, 529-530.
- GAGGE, A. P., FOBELETS, A. P. und BERGLUND, L. G., 1986, A standard predictive index of human response to the thermal environment. In: ASHRAE Trans., 92, 709-731.
- GEIGER, R., 1950, Das Klima der bodennahen Luftschicht.- Braunschweig.
- GERSTENGARBE, F.-W. und WERNER, P. C., 1999, Katalog der Großwetterlagen Europas (1881-1998). Nach Paul Hess und Helmuth Brezowsky.- PIK, Potsdam (Hrsg.), http://www.pik-potsdam.de/~uwerner/gwl/gwl_liste.pdf.

- GERSTENGARBE, F.-W., ÖSTERLE, H. und WERNER, P. C., 2000, Wie erkennt man signifikante Klimaänderungssignale?- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 1999, 111-117.
- GERSTENGARBE, F.-W. und WERNER, P. C., 2005, Katalog der Großwetterlagen Europas (1881-2004). Nach Paul Hess und Helmuth Brezowsky.- (= PIK Report, 100).
- GRATH, J., SCHEIDLEDER, A., UHLIG, S., WEBER, K., KRALIK, M., KEIMEL, T. und GRUBER, D., 2001, User Guide GWstat.- Annex 1, Dresden.
- GRÄTZ, A., 2003, Die Bioklimakarte von Deutschland – ein Update.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2002, 202-203.
- GREATBATCH, R. J., 2000, The North Atlantic Oscillation.- In: Stoch. Environ. Res. Risk Ass., 14, 4-5, 213-242.
- HÄCKEL, H., 1999, Meteorologie.- Stuttgart.
- HENDL, M., 1966, Grundriss einer Klimakunde der deutschen Landschaften.- Leipzig.
- HENDL, M., 1995, Klima.- In: Liedke, H. und Marcinek, J. (Hrsg.), Physische Geographie Deutschlands, 23-119, Gotha.
- HERZOG, J. und MÜLLER-WESTERMEIER, G., 1998, Aufbereitung langer meteorologischer Meßreihen für klimatologische Zwecke.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 1997, 66-73.
- HESS, P. und BREZOWSKY, H., 1969, Katalog der Großwetterlagen Europas.- (= Ber. DWD, 15, 113).
- HESSISCHES LANDESAMT für UMWELT (Hrsg.), 1999, Umweltatlas Hessen.- Wiesbaden.
- HEYER, E., 1975, Witterung und Klima,- Leipzig.
- HÖPPE, P., 1993, Heat balance modelling.- In: Hum. Biomet., Part I, Exper., 49, 9, 741-746.

- HÖPPE, P., 1997, Die Physiologisch Äquivalente Temperatur PET - nicht immer aber immer öfter.- In: Annal. Met., 33, 108-112.
- HÖPPE, P., 1999, The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment.- In: Int. J. Biomet., 43, 71-75.
- HÖPPE, P., 2005, Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Menschen.- In: Münchener Rück (Hrsg.), Wetterkatastrophen und Klimawandel. Sind wir noch zu retten?, 156-165, München.
- HÖSCHELE, K., 1970, Ein Modell zur Bestimmung des Einflusses des klimatischen Befindens des Menschen.- In: Arch. Met. Geophys. Bioklim., B, 18, 83-99.
- HUMBOLDT, A. v., 1845, Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung.- Stuttgart, Tübingen.
- HURREL, J. W., KUSHNIR, Y., OTTERSEN, G. und VISBECK, M., 2003, An overview of the North Atlantic Oscillation.- In: Hurrel, J. W., Kushnir, Y., Ottersen, G. und Visbeck, M. (Hrsg.), The North Atlantic Oscillation - Climatic significance and environmental impact, 1-35, Washington.
- INTERNATIONAL SOCIETY of BIOMETEOROLOGY (Hrsg.), 2006, What is Biometeorology?- <http://ags.ou.edu/~isb/ISBDef.html>.
- IPCC (Hrsg.), 2001, Climate change 2001 - Impacts, adaptation, and vulnerability.- Contrib. of Working Group II to the Third Ass. Rep. of the Intergovern. Panel on Clim. Change, Cambridge Univ. Press.
- IPCC (Hrsg.), 2007, The Physical Basis of Climatic Change (Wg1 A4 Report).- <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>.
- JAMES, P., 2003, Homogenisierung synoptischer Beobachtungsdaten.- unveröff. Bericht, Inst. f. Bioklim. und Immissionsforsch. der TU München, Weihenstephan.
- JAMES, P., 2005, Climatology of weather type BM (Hess and Brezvosky). NCEP Re-Analyses 1948-2004, DVD, unveröff., Meteorological Office / Hadley Centre, Exeter.

- JENDRITZKY, G., SÖNNING, W. und SWANTES, H. J., 1979, Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung („Klima-Michel-Modell“).- (= Beitr. Akad. Raumf. Landespl., 28).
- JENDRITZKY, G., MENZ, G., SCHMIDT-KESSEN, W. und SCHIRMER, H., 1990, Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell).- (= Beitr. Akad. Raumf. Landespl., 114).
- JENDRITZKY, G., 1993, Das Bioklima als Gesundheitsfaktor.- In: Geogr. Rdsch., 45, 2, 107-114.
- JENDRITZKY, G., BUCHER, K., BENDISCH, F. und WALTHER, H., 1998, The Mortality/Climate Study of the Deutscher Wetterdienst.- Preprints of the 13th Conference on Biomet. and Aerobiol, AMS, 297-300., Albuquerque 2.-6. Nov. 1998.
- JENDRITZKY, G., 1999, Einwirkungen von Klimaänderungen auf die Gesundheit des Menschen in Mitteleuropa.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 1998, 7-17.
- JENDRITZKY, G. und TINZ, B., 1999, Human bioclimate maps as basis for climate impact research.- In: De Dear, R., Kalma, J., Oke, T. and Auliciems, A. (Hrsg.), Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99, Sidney, WMO/UNEP, WCASP-50, Geneva, 79-83.
- JENDRITZKY, G., 2000, Die Auswirkungen von Klimavariabilität und Klimaänderungen auf die Gesundheit des Menschen in Mitteleuropa.- In: Umw.med.ges., 13, 3, 219-223.
- JENDRITZKY, G. und STAIGER, H., 2000, Beschreibung des Programms zur Berechnung der gefühlten Temperatur.- unveröff. Anleitung, Deutscher Wetterdienst, Freiburg i. Brsg.
- JENDRITZKY, G., STAIGER, H., BUCHER, K., GRÄTZ, A. und LASCHEWSKI, G., 2000, The perceived temperature: The method of the Deutscher Wetterdienst for the assessment of cold stress and heat load for the human body.- Internet Workshop on Windchill, 3.-7. Apr. 2000.

- JENDRITZKY, G., GRÄTZ, A., LASCHEWSKI, G. und SCHEID, G., 2003, Das Bioklima in Deutschland. Bioklimakarte mit Begleittext und Informationen zur Wohnortwahl.- Gütersloh.
- JENDRITZKY, G., KOPPE, C. und LASCHEWSKI, G., 2004, Klimawandel. Auswirkungen auf die Gesundheit.- In: Internist. prax., 44, 219-232.
- KALKSTEIN, L. S., 1999, Climate-health showcase projects: international heat/health watch-warning systems.- Proc. Biomet. urban clim. at the turn of the Millennium: ICB-ICUC Sydney, 8.-12. Nov. 1999.
- KAUFELD, L., BAUER, M., und DITTMER, K., 1997, Wetter der Nord- und Ostsee.- Bielefeld.
- KEATINGE, W. R., DONALDSON, G. C., CORDIOLI, E., MARTINELLI, M., KUNST, A. E., MACKENBACH, J. P., NAYHA, S., und VUORI, I., 2006, Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study.- In: BMJ, 321, 7262, 670-673.
- KEIMIG, F. T. und BRADLEY, R. S., 2001, Recent changes in wind chill temperatures at high latitudes in North America.- In: Geophys. Res. Let., 29, 8, 10.1029/2001GL013228.
- KOCH, E., HAMMER, N. und RUDEL, E., 1992, Long-term variations in thermal comfort in Vienna. Generation of a changing climate.- J. Theor. Appl. Clim., 45, 257-264.
- KOPPE, C., JENDRITZKY, G., KOVATS, S. und MENNE, B., 2004 a, Heat waves - Impacts and Responses.- cCASHh workshop on thermal stress, 5.-7. Mai 2003, Freiburg. WHO-Report, Health and Global Environ. Change, 2, Colomb, Rome.
- KOPPE, C., JENDRITZKY, G. und PFAFF, G., 2004 b, Die Auswirkungen der Hitzewelle 2003 auf die Gesundheit.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2003, 152-162.
- KOPPE, C., 2005, Gesundheitsrelevante Bewertung von thermischer Belastung unter Berücksichtigung der kurzfristigen Anpassung der Bevölkerung an die lokalen Witterungsverhältnisse.- (= Ber. DWD, 226).
- KRONFELDNER, C., 2004, pers. schriftl. Mitteilung.- Deutscher Wetterdienst/ Wetteramt München (Klimaabteilung).

- KYSELY, J., 2004, Mortality and displaced mortality during heat waves in Czech Republic.- In: Int. J. Biomet., 49, 2, 91-97.
- KYSELY, J., und HUTH, R., 2004, Heat-related mortality in the Czech Republik examined through synoptic and 'traditional' approaches.- In: Clim. Res., 25, 265-274.
- LASCHEWSKI, G. und JENDRITZKY, G., 2002, Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years daily mortality data from SW Germany.- In: Clim. Res., 21, 91-103.
- MATZARAKIS, A. und MAYER H., 1997, Regionalisierung der Physiologisch Äquivalenten Temperatur für Griechenland.- In: Annal. Met., 33, 113-118.
- MATZARAKIS, A., RUDEL, E. und KOCH, E., 2006, Future bioclimate conditions for Austria based on climate scenarios.- In: Lapin, M. und Matejka, F. (Hrsg.), Bioclimatology and water in the land, 1-6, Bratislava.
- MEEHL, G. A. und TEBALDI, C., 2004, More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century.- In: Science, 305, 994-997.
- MENNE, B. und KRISTIE, L. E. (Hrsg.), 2006, Climate change and adaption strategies for human health.- Darmstadt.
- METEOROLOGISCHES INSTITUT der FU Berlin (Hrsg.), 1951-2000, Berliner Wetterkarte.- Berlin.
- METEOROLOGISCHES INSTITUT der FU Berlin (Hrsg.), 2000, Das europäische Wetterbild. NOAA 14 - AVHRR-Aufnahme im VIS-Kanal vom 3. März 2000.-<http://wekuw.met.fu-berlin.de/~SatellitenDaten/>
- MORABITO, M., CRISCI, A., BARCAIOLI, G. und MARACCHI, G., 2004, Climate Change: the impact on tourism comfort at three Italian tourist sites.- In: Matzarakis, A., De Freitas, C. R., Scott, D. (Hrsg.), Advances in Tourism Climatology (= Wiss. Ber. Met. Inst. Univ. Freiburg, 12), 56-65.
- MÜLLER, M., 1983, Handbuch ausgewählter Klimastationen der Erde.- Trier.

- MÜLLER, M., MATZARAKIS, A. und ENDLICHER, W., 2006, Heat stress in Berlin.- 6th Int. Conference on Urban Clim., Urban Clim. Group, Dep. of Geosciences, Göteborg Univ., Sweden, 838-841.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G., 2002, Klimatrends in Deutschland.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2001, 114-123.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G., CZEPLAK, G. und KREIS, A., 2002, Die Witterung in Deutschland.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2001, 125-130.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. und RIECKE, W., 2003, Die Witterung in Deutschland.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2002, 79-87.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. und RIECKE, W., 2004, Die Witterung in Deutschland.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2003, 71-78.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. und RIECKE, W., 2005, Die Witterung in Deutschland.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2004, 93-100.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. und RIECKE, W., 2006, Die Witterung in Deutschland.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2005, 75-86.
- NOAA/NATIONAL WEATHER SERVICE, CLIMATE PREDICTION CENTER (Hrsg.), 2006, Monthly mean NAO Index since January 1950.- <http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao.shtml>.
- ÖSTERLE, H., GERSTENGARBE, F.-W. und WERNER, P. C., 2006, Qualitätsprüfung, Ergänzung und Homogenisierung der täglichen Datenreihen in Deutschland, 1951-2003: Ein neuer Datensatz.- Proc. 7. dt. Klimatagung, Klimatrends: Vergangenheit und Zukunft, Met. Inst. LMU München, 9.-11. Okt. 2006.
- QUAYLE, R. G. und STEADMAN, R. G., 1998, The Steadman wind chill: an improvement over present scales.- In: Wea. For., 13, 1187-1193.
- RAHMSTORF, S. und SCHELLNHUBER, H. J., 2006, Der Klimawandel.- München.

- RAPP, J. und SCHÖNWIESE, C.-D., 1995, Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891-1990.- (= Frankf. Geowiss. Arb., Reihe B, 5).
- RAPP, J., 1999, Beobachtete Trends der Lufttemperatur und der Niederschlagshöhe in Deutschland.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 1998, 18-22.
- RAPP, J., 2000 a, Eine erweiterte Definition des Begriffs ‚Trend‘ in der Klimadiagnose.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 1999, 107-110.
- RAPP, J., 2000 b, Konzeption, Problematik und Ergebnisse klimatologischer Trendanalysen für Europa und Deutschland.- (= Ber. DWD, 212).
- RAPP, J., 2005, pers. schriftl. Mitteilung.
- ROCZNIK, K., 1995, Wetter und Klima in Deutschland.- Stuttgart, Leipzig.
- SACHWEH, M., 1992, Klimatologie winterlicher autochthoner Witterung im nördlichen Alpenvorland.- (= Münch. Geogr. Abh., A 45).
- SALMI, T., MÄÄTTÄ, A., ANTTILA, P., RUOHO-AIROLA, T. und AMNELL, T., 2002, Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall Test and Sen's slope estimates.- (= Publ. on air quality, 31).
- SCHÖNWIESE, C.-D., 1995, Klimaänderungen.- Berlin, Heidelberg.
- SCHÖNWIESE, C.-D., 2000, Praktische Statistik.- Berlin, Stuttgart.
- SCHÖNWIESE, C.-D., 2003, Mit welchen Klimaänderungen müssen wir rechnen? Eine aktuelle wissenschaftliche Übersicht zum Problem des globalen anthropogenen Klimawandels.- Inst. Met. und Geophys. / Zentrum für Umweltforsch. der Univ. Frankfurt/M., Vortragsmanuskript, Kolloquium „Elbeflut 2002 - Ein Menetekel?“, 13. Jun. 2003.
- SCHÖNWIESE, C.-D. und JANOSCHITZ, R., 2005, Klima-Trendatlas Deutschland 1901-2000.- (= Ber. Inst. Atmosph. Umw., Univ. Frankfurt/M, 4).

- SCHÖNWIESE, C.-D., STAEGER, T. und TRÖMEL, S., 2006, Klimawandel und Extremereignisse in Deutschland.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2005, 7-17.
- SCHÖNWIESE, C.-D., 2007, Hitze, Dürre, Starkniederschläge - Wird Deutschlands Klima extremer? - Vortragsmanuskript, 2. Extremwetterkongress, Hamburg, 22. März 2007.
- SCULTETUS, H. R., 1969, Klimatologie.- Braunschweig.
- SIPLE, P. A. und PASSEL, C. F., 1945, Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures.- In: Proc. Amer. Philos. Soc., 89, 177-199.
- SÖNNING, W., 1982, Wetter, Klima und Föhn in Süddeutschland bei Urlaubs- und Daueraufenthalt.- (= DWD Wetterkundl. Lehm., 14).
- STAIGER, H., BUCHER, K. und JENDRITZKY, G., 1997, Gefühlte Temperatur. Die physiologisch gerechte Bewertung von Wärmebelastung und Kältestress beim Aufenthalt im Freien mit der Maßzahl Grad Celsius.- In: Annal. Met., 33, 100-107.
- STEADMAN, R. G., 1971, Indices of windchill of clothed persons.- In: J. Appl. Met., 10, 674-683.
- STEADMAN, R. G., 1984, A universal scale of apparent temperature.- In: J. Clim. Appl. Met., 23, 1674-1687.
- STEADMAN, R. G., 1994, Norms of apparent temperature in Australia.- In: Aust. Met. Mag., 43, 1-16.
- TINZ, B., 2003, Die Nordatlantische Oszillation und ihr Einfluss auf die europäischen Lufttemperaturen.- In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Klimastatusbericht 2002, 32-41.
- TINZ, B. und JENDRITZKY, G., 2003, Europa- und Weltkarten der gefühlten Temperatur.- In: Chmielewski, F.-M., Foken, Th. (Hrsg.), Beitr. zur Klima- und Meeresforsch., 113-123, Berlin/Bayreuth.

- VAZIRA, M., SVERDLICK, T., IVANOVA, E. und CHAYKA, D., 2007, The transformation of the large-scale atmospheric circulation during the 20th and beginning of the 21th centuries.- Ukrain. Hydromet. Res. Inst., <http://www2.apcc21.net/common/download.php?filename=sem/CLIMATE%20CHANGE.pdf>.
- VDI, 1998, Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung - Teil I: Klima.- (= VDI-Richtlinie 3787, 2).
- WAPLE, A. M., LAWRIK, J. H., HALPERT, M. S., BELL, G. D., HIGGINS, W., LYON, B., MENNE, M. J., GLEASON, K. L., SCHNELL, R. C., CHRISTY, J. R., THIAW, W., WRIGHT, W. J., SALINGER, M. J., ALEXANDER, L., STONE, R. S. und CAMARGO, S. J., 2002, Climate assessment for 2001.- In: Bull. Amer. Met. Soc., 83, 6, 1-62.
- WEISCHET, W., 1995, Einführung in die Allgemeine Klimatologie.- Stuttgart.
- WESTERMANN (Hrsg.), 1999, Diercke. Die Welt in Karten.- Braunschweig.
- WINNINGHOFF, J., 2007, pers. schriftl. Mitteilung.- Deutscher Wetterdienst / Wetteramt München (Vorhersagedienst).
- YAGLOU, C. P., 1927, Temperature, humidity and air movement in industries. The effective temperature index.- J. Ind. Hyg., 9, 297-309.
- ZANINOVIC, K. und MATZARAKIS, A., 2004, Variations and trends of thermal comfort at the adriatic coast.- In: Matzarakis, A., De Freitas, C. R., Scott, D. (Hrsg.), Advances in Tourism Climatology (= Wiss. Ber. Met. Inst. Univ. Freiburg, 12), 74-81.
- ZANINOVIC, K. und MATZARAKIS, A., 2005, Long term analysis of thermal bioclimate at the Adriatic Coast.- In: Annal. Met., 41, 1, 247-250.
- ZANINOVIC, K., CEGNAR, T. und MATZARAKIS, A., 2006, Thermal comfort trends and variability in the Croatian and Slovenian mountains.- In: Met. Zeitschr., 15, 2, 243-251.
- ZMARSLY, E., KUTTLER, W. und PETHE, H., 2002, Meteorologisch-klimatologisches Grundwissen.- Stuttgart.

Lebenslauf

1973 Geburt in München

Schul- und Berufsausbildung

1979 - 1983 Grundschule in München
1983 - 1992 Gymnasium in München
1992 Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife
1992 - 1994 Ausbildung zur Versicherungskauffrau bei Allianz München
1994 IHK-Abschluss

Hochschulausbildung

1995 - 1997 Studium der Geographie an der Universität Augsburg
1997 Erwerb des Vordiploms in Geographie
1997 - 2002 Studium der Physischen Geographie an der LMU München
Wahlfächer: „Geowissenschaftliche Fernerkundung“ und „Bioklimatologie“
Urlaubssemester: WS 2000/01 für Teilnahme an Forschungsreise
2002 Erwerb des Diploms in Physischer Geographie
seit WS 2002/03 Doktorandin an der LMU
Nov. 2003 -
Nov. 2005 Promotionsstipendium der LMU

Praktika und wissenschaftliche Tätigkeiten

SS 1997 Praktikum im Ingenieurbüro Ökolog, Arbeitsgemeinschaft Wasser und
Landschaft
SS 1999 Praktikum am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg
WS 2000/01 Hilfswissenschaftlerin auf dem Forschungsschiff „Polarstern“ in der Ar-
beitsgruppe „Klimasystem“
Feb. 2001-
Nov. 2003 Meteorologische / bioklimatologische Beratung des Bayerischen Fern-
sehens (u.a. täglicher Wetterbericht)

Humanbioklimatrend in Deutschland (1951-2000)

Band II: Abbildungen und Tabellen

Dissertation der Fakultät für Geowissenschaften
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von:

Petra Demmler

3. September 2007

1. Gutachter: Prof. Dr. Uwe Rust

2. Gutachter: Prof. Dr. Wolfram Mauser

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.2007

A: Grundlagenstudien

B: Trendklimatologie (mit Einsteckkarte)

In der Regel gilt für alle Klimatologien:

- *Beobachtungszeitraum: 1951-2000*
- *Beobachtungstermine: in UTC*
- *Datengrundlage der Mittelwerte: 6, 9, 12, 15, 18 und 21 UTC in 1951-2000*

Abkürzungen:

clo:	Bekleidungsindex
F:	Relative Feuchte (%)
K:	Kelvin
GT:	Gefühlte Temperatur (°C)
GWL:	Großwetterlage
LT:	Lufttemperatur (°C)
NAO:	Nordatlantische Oszillation
PMV:	Predicted Mean Vote
r_p :	Korrelationskoeffizient nach Pearson
TMRT:	Mittlere Strahlungstemperatur (°C)
V:	Windgeschwindigkeit (km/h)

Abbildungen

Nr.		Seite
1-1 bis 1-4	Abhängigkeit der GT von jeweils einer Einflussgröße an der Station Augsburg-Mühlh.	2
2-1 bis 2-8	Durchschnittlicher Tages- und Jahresgang der LT, der GT und der Differenz zwischen beiden Größen in °C bzw. K in Iso-plethendarstellung	6-8
3 bis 6	Einführende Studien zur Trendklimatologie	11-13
3	Jährliche Anomalien der LT in Deutschland im Zeitraum 1761-2002, 20-jährige Glättung und lineare Trends für die angegebenen Zeitintervalle	12
4	Mittelwerte der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET) für Jahr und Jahreszeit in Ljubljana im Zeitraum 1951-2002	12
5, 6	Jahrestrends der GT (quadratisches Trendmodell) an ausgewählten Stationen	13
7a bis 13	Jahres- und Monatswerte signifikanter Trends der GT in K pro Dekade sowie der Häufigkeit von Wärmebelastungssituationen in Tagen pro Dekade, jeweils mit Signifikanzniveau	69-77
7a	Jahreswerte signifikanter Trends der GT und der Häufigkeit von Tagen mit Kältebelastung	70
7b	Jahreswerte signifikanter Trends der GT und der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung	71
8	Monatswerte signifikanter Trends der GT im Januar	72
9	Monatswerte signifikanter Trends der GT im März	73
10	Monatswerte signifikanter Trends der GT im Gesamtzeitraum und in der 2. Trendperiode im April	74
11	Monatswerte signifikanter Trends der GT im Gesamtzeitraum und in der 2. Trendperiode sowie der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung im Gesamtzeitraum und in der 2. Trendperiode im Mai	75
12	Monatswerte signifikanter Trends der GT sowie der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung im August	76

Nr.		Seite
13	Monatswerte signifikanter Trends der GT im Gesamtzeitraum und in der 2. Trendperiode im Dezember	77
14-1 bis 65-4	Signifikante Trends der GT und korrespondierende Trends ihrer Einflussgrößen in Einheit pro Dekade für Jahr und Monat	78-104
66	Trendzerlegung am Beispiel der Station Wasserkuppe im April	105
67-1 bis 112-2	Signifikante Trends von Tagen mit thermischer Belastung in Tagen pro Dekade	111-121
113, 114 (u. Tab. 7 bis 13)	Zusammenfassung wichtiger trendklimatologischer Ergebnisse im Mittel aller Stationen	122-128
113, 114	Häufigkeiten signifikanter Trends der GT und signifikanter Trends der Anzahl von Tagen mit thermischer Belastung	123
115-1 bis 117-14	Trendanalysen zur atmosphärischen Zirkulation über Mitteleuropa	129-135
115-1 bis 115-13	Trends der Häufigkeit antizyklonaler GWL für Jahr und Monate	130, 131
116-1 bis 116-15	Trends der Häufigkeit von GWL mit positiver LT-Anomalie für Jahr und Monate	132, 133
117-1 bis 117-14	Trends der Häufigkeit der Großwettertypen NW, W und SW für Jahr und Monate	134, 135
118-1 bis 125-5	Häufigkeiten der GWL nach Hess und Brezowsky im Gesamtzeitraum und in den einzelnen Dekaden für Jahr und Monate mit signifikanten Trends der GT	136-144
118-1 bis 118-5	GWL-Häufigkeiten im Jahr	137
119-1 bis 119-5	GWL-Häufigkeiten im Januar	138
120-1 bis 120-5	GWL-Häufigkeiten im Februar	139
121-1 bis 121-5	GWL-Häufigkeiten im März	140
122-1 bis 122-5	GWL-Häufigkeiten im April	141
123-1 bis 123-5	GWL-Häufigkeiten im Mai	142
124-1 bis 124-5	GWL-Häufigkeiten im August	143
125-1 bis 125-5	GWL-Häufigkeiten im Dezember	144

Nr.		Seite
126 bis 141	Weitere relevante Analysen und Darstellungen	
126	Häufigkeiten antizyklonaler Westlagen in den Dekaden der Untersuchungsperiode im Januar	145-149
127	Häufigkeiten zyklonaler GWL mit negativer LT-Anomalie in den Dekaden der Untersuchungsperiode im April	146
128	GWL „Wa“ in der Bodenwetterkarte	146
129	GWL „NWz“ am 3. März 2000	147
130	Mittlerer Bodenluftdruck (hPa) und LT-Anomalie (K) bei der GWL „BM“ im Sommer	147
131, 132	Zeitreihen der Monatsmittel und quadratischer Trend der GT an ausgewählten Stationen im Dezember	148
133	Index der Nordatlantischen Oszillation (NAO), gemittelt für den Winter	149
134	Index der NAO versus GT in Hannover, in Form 7jähr. übergreifender Mittel für den Winter der Untersuchungsperiode	150
135	Index der NAO versus GT am Hohenpeißenberg, in Form 7jähr. übergreifender Mittel für den Winter der Untersuchungsperiode	150
136	Mittlere jährliche Zahl der Todesfälle durch Wetterereignisse in den USA	150
137	GT und hitzebedingte Mortalität am 8. August 2003	151
138	Mögliche Änderung der GT im Juli in einem zukünftigen Klima (2041-2050) im Vergleich zum Klima 1971-1980	151
139	Abweichungen der LT-Tagesmittel in Süddeutschland vom langjährigen Mittel 1961-1990 in K im August 2003	151
140	Abweichungen der LT-Tagesmittel in Süddeutschland vom langjährigen Mittel 1961-1990 in K im Januar 2007	152
141	Anzahl der Tage mit Westlagen in den Wintermonaten Dezember und Januar im Zeitraum 1990-2007	152
Einsteckkarte	Mittlerer Trend der gefühlten Temperatur in K/Dekade (1951-2000)	152

Tabellen

Nr.		Seite
1	Geographische Repräsentanz der ausgewählten Stationen	1
2-1 bis 2-8	Durchschnittswerte der GT, der LT und der Differenz zwischen beiden Größen in °C bzw. K	3-5
3	Stationen der Trendklimatologien	10
4-1 bis 4-54	Trends der GT und ihrer Einflussgrößen in Einheit pro Dekade an allen Stationen	14-68
5-1 bis 5-8	Trends der Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung zu den Terminen 6 UTC (Kältebelastung) und 12 UTC (Wärmebelastung) in Tagen pro Dekade	106-110
6	Beziehung zwischen PMV, GT, thermischem Empfinden und Belastungsstufen	106
(Abb. 113, 114 u.) Tab. 7 bis 13	Zusammenfassung wichtiger trendklimatologischer Ergebnisse im Mittel aller Stationen	122-128
7	Häufigkeiten positiver und negativer Trends in Prozent aller Stationen bei der GT und ihren Einflussgrößen sowie bei der Abnahme von Kältebelastung im Winter und der Zunahme von Wärmebelastung im Sommer	124
8	Häufigkeiten positiver und negativer Trends in Prozent aller Stationen bei der GT und ihren Einflussgrößen für den zweiten Teilzeitraum	125
9	Trendwerte der GT sowie ihrer Einflussgrößen im Mittel aller Stationen für den zweiten Teilzeitraum, differenziert nach Terminen	125
10	Trendwerte der GT mit Standardabweichung (der Zeitreihen der GT) sowie ihrer Einflussgrößen im Mittel aller Stationen, differenziert nach Terminen	126
11a	Häufigkeiten signifikanter Trends in Prozent aller Stationen bei der GT und ihren Einflussgrößen, differenziert nach Monaten und Terminen	127
11b	Häufigkeiten signifikanter Jahrestrends in Prozent aller Stationen bei der GT und ihren Einflussgrößen, differenziert nach Terminen	128

Nr.		Seite
12	Trendwerte der Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung im Mittel aller Stationen und Anzahl der Stationen mit signifikantem Trend für das Jahr und die für den GT-Trend relevanten Monate	128
13	Stationen, bei denen der GT-Trend stärker ist als der LT-Trend	128
14	GWL nach Hess und Brezowsky, mit Angabe des vorherrschenden Witterungscharakters	136

A: Grundlagenstudien

Für die Mittelwertsklimatologien wurde eine Stationsauswahl aufgrund der geographischen Repräsentanz getroffen.

Tab. 1: Geographische Repräsentanz der ausgewählten Stationen (aus Stationsliste S. 10).

<i>Station</i>	<i>Repräsentanz</i>
<i>Norderney</i>	<i>Küstenstation</i>
<i>Hannover-Lang.</i>	<i>Norddeutschland - Mitte</i>
<i>Düsseldorf</i>	<i>Norddeutschland - West</i>
<i>Berlin-Dahlem</i>	<i>Norddeutschland - Ost</i>
<i>Frankfurt/M.</i>	<i>Süddeutschland - West</i>
<i>Weiden/Opf.</i>	<i>Süddeutschland - Ost</i>
<i>Feldberg/Schw.</i>	<i>Gipfelstation</i>
<i>Garmisch-Partenk.</i>	<i>Alpine Talstation</i>

Abb. 1-1

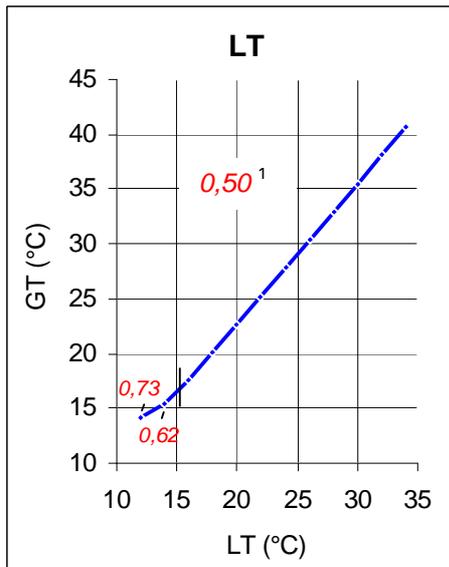
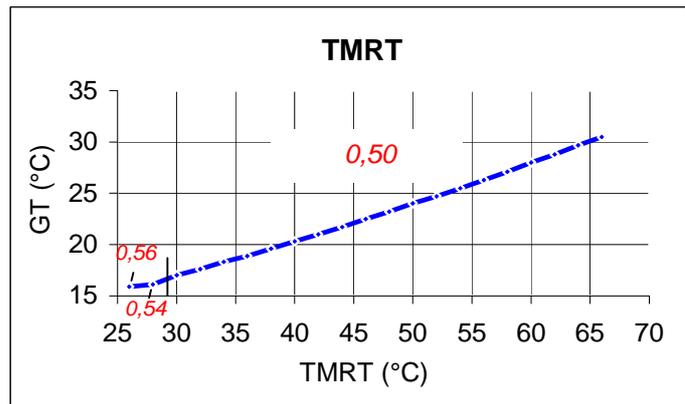


Abb. 1-2

**Übrige Einflussgrößen ²:**

LT: 21,0 °C
 TMRT: 50,0 °C
 V: 12,8 km/h
 F: 58 %

Abb. 1-3

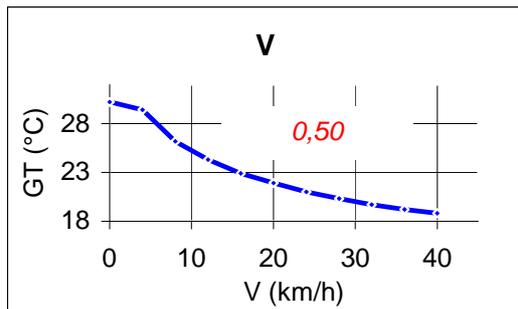


Abb. 1-4

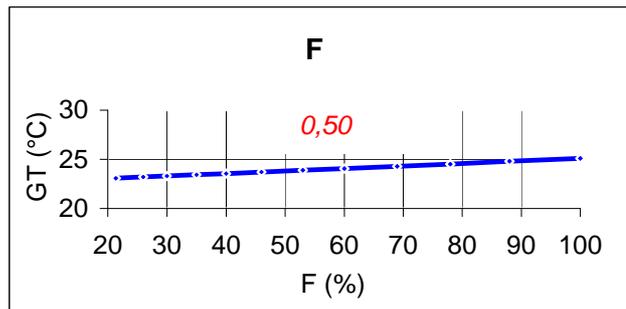


Abb. 1-1 bis 1-4: Abhängigkeit der GT (Ordinate) von jeweils einer Einflussgröße an der Station Augsburg-Mühlh.³.

¹ Vom Klima-Michel-Modell automatisch berechneter Bekleidungsindexwert (clo)

² Mittlerer Zustand im Juli um 12 UTC

³ Geoparameter: $\lambda = 10,57^\circ \text{ E}$

$\Phi = 48,26^\circ \text{ N}$

$z = 462 \text{ m ü. NN}$

Tab. 2-1 bis 2-8:
Durchschnittswerte der GT, der LT und der Differenz zwischen beiden Größen
in °C bzw. K

Norderney

Tab. 2-1

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
GT Mittel	-5,0	-4,3	-0,5	4,3	9,1	12,2	14,3	14,5	11,2	6,7	1,0	-3,2	5,0
GT Mittl. Min.	-7,8	-8,0	-5,1	0,0	5,0	8,0	10,0	10,4	7,7	3,5	-1,7	-5,7	1,4
GT Mittl. Max.	-1,8	-0,3	4,0	8,6	13,0	16,3	18,7	19,4	15,4	10,0	4,0	-0,2	8,9
GT Abs. Min.	-27,6	-26,6	-21,5	-10,1	-5,9	0,4	4,5	4,9	0,4	-10,3	-18,8	-26,3	-27,6
GT Abs. Max.	8,3	12,8	23,2	33,5	39,5	42,3	43,0	42,6	35,9	28,0	17,2	10,5	43,0
LT Mittel	1,9	2,0	4,3	7,4	11,7	14,8	16,9	17,4	15,0	11,0	6,3	3,4	9,3
LT Mittl. Min.	0,7	0,6	2,5	5,4	9,6	13,0	15,1	15,4	12,9	9,2	5,0	2,2	7,6
LT Mittl. Max.	3,0	3,2	5,8	9,1	13,4	16,4	18,5	19,1	16,6	12,5	7,5	4,5	10,8
LT Abs. Min.	-13,0	-15,0	-9,0	-2,0	2,1	6,9	9,4	9,0	6,0	-0,3	-6,6	-12,0	-15,0
LT Abs. Max.	11,4	14,0	22,0	26,0	30,1	32,0	32,0	32,3	28,2	23,0	16,0	12,0	32,3
GT - LT Mittel ¹	-6,9	-6,2	-4,8	-3,1	-2,6	-2,6	-2,6	-2,9	-3,8	-4,3	-5,3	-6,6	-4,3
GT - LT Mittl. Min.	-8,5	-8,6	-7,6	-5,4	-4,6	-5,0	-5,1	-5,1	-5,2	-5,7	-6,7	-7,9	-6,3
GT - LT Mittl. Max.	-4,8	-3,5	-1,8	-0,5	-0,4	-0,1	0,3	0,4	-1,2	-2,5	-3,5	-4,7	-1,9
GT - LT Abs. Min.	-14,6	-11,6	-12,5	-8,1	-8,0	-6,6	-4,9	-4,1	-5,6	-10,0	-12,2	-14,3	-14,6
GT - LT Abs. Max.	-3,1	-1,3	1,2	7,5	9,4	10,3	11,0	10,3	7,7	5,0	1,2	-1,5	11,0

Hannover-Lang.

Tab. 2-2

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
GT Mittel	-5,5	-4,4	0,4	6,2	12,1	15,7	17,5	16,7	11,8	6,4	0,2	-4,0	6,1
GT Mittl. Min.	-9,2	-9,4	-5,7	0,4	5,8	8,9	10,5	10,0	6,3	1,2	-3,7	-7,2	0,7
GT Mittl. Max.	-1,8	0,3	5,6	11,7	18,0	22,0	24,1	23,8	17,6	11,0	3,9	-0,5	11,3
GT Abs. Min.	-38,7	-37,4	-29,9	-12,4	-6,7	-1,5	2,6	3,7	-3,4	-15,1	-27,5	-33,8	-38,7
GT Abs. Max.	11,6	15,7	28,7	36,5	42,9	48,3	47,2	50,1	41,3	39,2	21,7	12,8	50,1
LT Mittel	1,0	1,4	4,8	9,0	13,8	16,8	18,5	18,2	14,7	10,2	5,3	2,3	9,7
LT Mittl. Min.	-0,9	-1,0	1,3	4,3	9,2	12,6	14,3	13,5	10,2	6,8	3,2	0,6	6,2
LT Mittl. Max.	2,6	3,6	7,5	12,3	17,1	20,0	21,7	21,6	18,0	13,0	7,1	3,8	12,4
LT Abs. Min.	-21,2	-21,7	-17,7	-6,1	-1,0	3,7	7,7	5,0	0,0	-5,6	-16,0	-19,0	-21,7
LT Abs. Max.	15,3	17,7	23,4	29,0	30,3	33,9	34,2	36,8	30,0	26,0	20,0	16,0	36,8
GT - LT Mittel	-6,6	-5,8	-4,4	-2,8	-1,8	-1,1	-1,0	-1,5	-2,8	-3,8	-5,1	-6,3	-3,6
GT - LT Mittl. Min.	-8,4	-8,4	-7,0	-3,9	-3,4	-3,7	-3,8	-3,5	-3,9	-5,5	-6,9	-7,8	-5,5
GT - LT Mittl. Max.	-4,4	-3,3	-1,9	-0,6	0,9	2,0	2,5	2,2	-0,3	-2,0	-3,2	-4,3	-1,0
GT - LT Abs. Min.	-17,5	-15,7	-12,2	-6,3	-5,7	-5,2	-5,1	-1,3	-3,4	-9,5	-11,5	-14,8	-17,5
GT - LT Abs. Max.	-3,7	-2,0	5,3	7,5	12,6	14,4	13,0	13,3	11,3	13,2	1,7	-3,3	14,4

Düsseldorf

Tab. 2-3

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
GT Mittel	-3,2	-1,7	2,7	7,5	13,2	16,6	18,7	17,9	13,1	7,9	1,9	-1,8	7,7
GT Mittl. Min.	-7,0	-6,9	-3,3	2,0	7,0	9,8	11,6	11,0	7,6	2,8	-1,9	-5,1	2,3
GT Mittl. Max.	0,6	3,1	7,9	12,9	19,3	23,1	25,8	25,3	19,4	12,7	5,6	1,7	13,1
GT Abs. Min.	-32,1	-32,7	-23,6	-12,2	-10,0	0,4	4,5	4,5	-4,1	-16,4	-19,5	-29,9	-32,7
GT Abs. Max.	10,5	21,4	28,3	36,2	46,1	45,6	50,2	49,4	42,9	34,0	22,4	13,5	50,2
LT Mittel	2,7	3,3	6,6	10,0	14,5	17,4	19,2	18,9	15,8	11,5	6,6	3,9	10,9
LT Mittl. Min.	0,9	0,8	3,2	5,7	10,2	13,3	15,1	14,5	11,7	8,3	4,6	2,2	7,5
LT Mittl. Max.	4,3	5,5	9,3	13,1	17,7	20,5	22,3	22,2	18,9	14,3	8,4	5,4	13,5
LT Abs. Min.	-19,8	-19,0	-12,0	-5,6	-3,2	4,0	8,0	6,0	1,0	-5,7	-8,3	-15,0	-19,8
LT Abs. Max.	15,2	19,0	24,0	29,0	31,2	33,4	36,0	35,4	31,0	27,2	20,0	16,0	36,0
GT - LT Mittel	-5,9	-5,0	-3,9	-2,5	-1,3	-0,8	-0,5	-1,0	-2,6	-3,6	-4,7	-5,7	-3,1
GT - LT Mittl. Min.	-7,8	-7,7	-6,5	-3,7	-3,2	-3,5	-3,5	-3,5	-4,1	-5,5	-6,5	-7,3	-5,2
GT - LT Mittl. Max.	-3,7	-2,4	-1,4	-0,2	1,6	2,6	3,4	3,1	0,5	-1,5	-2,8	-3,7	-0,4
GT - LT Abs. Min.	-12,3	-13,7	-11,6	-6,6	-6,8	-3,6	-3,5	-1,5	-5,1	-10,7	-11,2	-14,9	-14,9
GT - LT Abs. Max.	-4,7	2,4	4,3	7,2	14,9	12,2	14,2	14,0	11,9	6,8	2,4	-2,5	14,9

Berlin-Dahlem

Tab. 2-4

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
GT Mittel	-6,3	-4,5	0,7	7,2	13,6	17,6	19,5	18,3	12,5	6,5	-0,2	-4,6	6,7
GT Mittl. Min.	-10,1	-9,9	-5,4	1,3	6,7	9,8	11,2	10,4	6,6	1,4	-4,2	-8,0	0,8
GT Mittl. Max.	-2,0	0,7	6,3	13,0	20,3	24,9	27,2	26,6	19,1	11,7	3,8	-0,8	12,6
GT Abs. Min.	-34,1	-37,4	-22,6	-11,9	-6,3	0,3	3,7	2,4	-3,3	-15,7	-26,1	-33,3	-37,4
GT Abs. Max.	13,1	18,7	30,6	39,5	47,3	48,5	51,5	51,3	40,0	32,7	18,7	13,1	51,5
LT Mittel	0,1	0,9	4,7	9,5	14,7	17,8	19,3	18,7	14,6	9,8	4,7	1,5	9,7
LT Mittl. Min.	-1,8	-1,6	1,1	4,9	10,2	13,7	15,1	14,1	10,2	6,4	2,6	-0,1	6,2
LT Mittl. Max.	1,7	3,1	7,4	12,7	18,0	21,1	22,7	22,3	18,0	12,7	6,4	2,9	12,4
LT Abs. Min.	-20,0	-21,0	-13,0	-5,4	0,0	5,0	8,2	6,2	1,0	-4,6	-15,0	-20,0	-21,0
LT Abs. Max.	15,0	17,5	24,0	30,0	31,3	35,1	37,0	37,1	30,8	25,7	19,0	15,0	37,1
GT - LT Mittel	-6,4	-5,5	-3,9	-2,3	-1,1	-0,2	0,2	-0,4	-2,1	-3,3	-4,9	-6,1	-3,0
GT - LT Mittl. Min.	-8,4	-8,3	-6,4	-3,7	-3,5	-3,9	-3,9	-3,7	-3,6	-5,0	-6,8	-7,8	-5,4
GT - LT Mittl. Max.	-3,7	-2,4	-1,1	0,3	2,3	3,8	4,6	4,3	1,2	-0,9	-2,6	-3,7	0,2
GT - LT Abs. Min.	-14,1	-16,4	-9,6	-6,5	-6,3	-4,7	-4,5	-3,8	-4,3	-11,1	-11,1	-13,3	-16,4
GT - LT Abs. Max.	-1,9	1,2	6,6	9,5	16,0	13,4	14,5	14,2	9,2	7,0	-0,3	-1,9	16,0



¹ GT - LT: Differenz aus GT und LT

Leichte Ungenauigkeiten bei der Stelle hinter dem Komma ergeben sich durch Rundungsvorgänge

Frankfurt/M.

Tab. 2-5

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
GT Mittel	-4,7	-2,7	2,7	8,0	13,9	17,8	20,3	19,1	13,6	7,2	0,7	-3,3	7,7
GT Mittl. Min.	-8,8	-8,6	-4,3	2,0	7,2	10,5	12,2	11,4	7,2	1,5	-3,5	-7,0	1,7
GT Mittl. Max.	-0,5	2,6	8,5	14,0	20,7	25,0	28,1	27,5	20,7	12,5	4,7	0,6	13,7
GT Abs. Min.	-33,3	-36,2	-24,9	-12,1	-5,8	1,1	3,8	4,5	-4,5	-12,4	-20,5	-29,1	-36,2
GT Abs. Max.	13,5	17,5	31,6	41,0	43,4	48,0	50,4	51,2	44,2	37,6	21,6	17,7	51,2
LT Mittel	1,1	2,2	6,2	10,3	15,0	18,2	20,1	19,6	15,7	10,4	5,2	2,3	10,5
LT Mittl. Min.	-0,9	-0,7	2,1	5,3	10,2	13,7	15,3	14,4	10,7	6,7	2,9	0,4	6,7
LT Mittl. Max.	2,9	4,7	9,5	13,8	18,5	21,5	23,6	23,4	19,5	13,6	7,1	3,9	13,5
LT Abs. Min.	-21,0	-19,0	-12,1	-7,0	-1,0	6,0	6,0	5,0	1,0	-4,0	-9,0	-15,2	-21,0
LT Abs. Max.	15,1	18,0	24,0	29,0	32,0	34,0	37,0	36,4	33,0	26,7	18,0	16,1	37,0
GT - LT Mittel	-5,8	-4,9	-3,6	-2,3	-1,1	-0,4	0,2	-0,4	-2,1	-3,2	-4,5	-5,6	-2,8
GT - LT Mittl. Min.	-7,9	-8,0	-6,4	-3,3	-3,0	-3,3	-3,1	-2,9	-3,5	-5,3	-6,4	-7,4	-5,0
GT - LT Mittl. Max.	-3,4	-2,1	-1,0	0,2	2,2	3,5	4,5	4,1	1,2	-1,1	-2,4	-3,3	0,2
GT - LT Abs. Min.	-12,3	-17,2	-12,8	-5,1	-4,8	-4,9	-2,2	-0,5	-5,5	-8,4	-11,5	-13,9	-17,2
GT - LT Abs. Max.	-1,6	-0,5	7,6	12,0	11,4	14,0	13,4	14,8	11,2	10,9	3,6	1,6	14,8

Weiden/Opf.

Tab. 2-6

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
GT Mittel	-7,8	-5,5	0,1	6,3	12,5	16,6	18,7	17,7	12,3	5,9	-1,6	-6,2	5,8
GT Mittl. Min.	-12,0	-11,5	-6,3	0,1	5,5	8,8	10,4	9,8	6,1	0,0	-5,8	-9,8	-0,4
GT Mittl. Max.	-3,0	0,3	6,2	12,4	19,3	23,9	26,6	26,1	19,5	11,6	2,7	-2,0	12,0
GT Abs. Min.	-35,9	-46,2	-34,5	-14,5	-9,0	-2,6	1,4	1,5	-7,2	-16,5	-24,9	-35,7	-46,2
GT Abs. Max.	13,5	19,6	31,3	39,3	42,9	47,1	51,2	48,1	42,6	34,0	21,5	13,5	51,2
LT Mittel	-1,8	-0,6	3,6	8,2	13,2	16,4	18,1	17,6	13,7	8,6	2,9	-0,4	8,3
LT Mittl. Min.	-3,8	-3,3	-0,3	3,0	8,0	11,4	12,9	12,0	8,6	4,6	0,8	-2,1	4,3
LT Mittl. Max.	0,0	1,9	6,8	11,8	16,9	19,9	21,8	21,6	17,7	11,9	4,8	1,1	11,3
LT Abs. Min.	-23,0	-32,0	-22,0	-9,0	-3,4	2,0	4,8	0,0	-3,0	-7,2	-14,0	-23,0	-32,0
LT Abs. Max.	13,3	17,0	22,0	27,0	30,0	33,0	38,0	34,0	31,0	26,1	17,0	14,0	38,0
GT - LT Mittel	-6,0	-5,0	-3,5	-1,9	-0,7	0,2	0,6	0,1	-1,4	-2,7	-4,5	-5,8	-2,5
GT - LT Mittl. Min.	-8,2	-8,1	-6,0	-2,9	-2,5	-2,6	-2,5	-2,2	-2,5	-4,6	-6,6	-7,7	-4,7
GT - LT Mittl. Max.	-3,0	-1,7	-0,6	0,6	2,4	4,0	4,8	4,6	1,8	-0,3	-2,1	-3,1	0,6
GT - LT Abs. Min.	-12,9	-14,2	-12,5	-5,5	-5,6	-4,6	-3,4	1,5	-4,2	-9,3	-10,9	-12,7	-14,2
GT - LT Abs. Max.	0,2	2,6	9,3	12,3	12,9	14,1	13,2	14,1	11,6	7,9	4,5	-0,5	14,1

Feldberg/Schw.

Tab. 2-7

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
GT Mittel	-12,0	-11,3	-7,9	-3,4	2,9	6,7	9,3	8,7	5,1	0,4	-7,0	-10,5	-1,6
GT Mittl. Min.	-16,3	-16,4	-13,1	-8,6	-2,1	1,9	4,6	4,3	0,8	-4,3	-11,3	-14,5	-6,3
GT Mittl. Max.	-7,2	-5,9	-2,5	1,7	7,5	11,0	13,8	13,4	9,8	5,5	-2,3	-5,9	3,2
GT Abs. Min.	-44,6	-51,3	-37,9	-24,8	-20,5	-13,7	-6,7	-7,1	-15,1	-26,4	-31,1	-43,8	-51,3
GT Abs. Max.	13,5	18,6	20,9	27,7	29,3	31,6	37,9	34,5	32,7	27,4	21,1	13,5	37,9
LT Mittel	-3,1	-3,3	-1,3	1,4	5,9	8,9	11,3	11,1	8,5	5,2	0,3	-1,8	3,6
LT Mittl. Min.	-4,7	-4,8	-2,9	-0,6	3,7	6,8	9,2	9,2	6,7	3,6	-1,2	-3,4	1,8
LT Mittl. Max.	-1,6	-1,8	0,2	3,0	7,6	10,6	13,0	12,8	10,1	6,8	1,8	-0,4	5,2
LT Abs. Min.	-25,4	-28,2	-20,0	-13,4	-8,0	-3,0	-1,0	0,8	-4,0	-10,6	-15,1	-23,0	-28,2
LT Abs. Max.	12,6	14,0	13,8	17,0	21,0	22,0	27,0	24,8	23,0	19,0	18,0	13,0	27,0
GT - LT Mittel	-8,9	-8,1	-6,7	-4,8	-3,0	-2,3	-2,0	-2,4	-3,5	-4,8	-7,3	-8,6	-5,2
GT - LT Mittl. Min.	-11,7	-11,6	-10,2	-8,1	-5,9	-4,9	-4,6	-4,8	-5,9	-7,8	-10,1	-11,1	-8,1
GT - LT Mittl. Max.	-5,6	-4,1	-2,6	-1,3	-0,2	0,4	0,8	0,6	-0,3	-1,3	-4,0	-5,5	-1,9
GT - LT Abs. Min.	-19,2	-23,1	-17,9	-11,4	-12,5	-10,7	-5,7	-7,9	-11,1	-15,8	-16,0	-20,8	-23,1
GT - LT Abs. Max.	0,9	4,6	7,1	10,7	8,3	9,6	10,9	9,7	9,7	8,4	3,1	0,5	10,9

Garmisch-Partenk.

Tab. 2-8

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
GT Mittel	-6,3	-3,6	1,6	6,9	12,7	16,2	18,9	17,8	13,5	7,4	-0,4	-5,6	6,6
GT Mittl. Min.	-13,3	-12,2	-6,7	-0,1	5,1	8,4	10,2	9,5	6,1	-0,3	-7,3	-11,8	-1,0
GT Mittl. Max.	2,0	5,0	9,5	14,3	20,3	23,9	27,4	26,7	22,0	15,9	7,4	2,2	14,7
GT Abs. Min.	-37,3	-40,4	-29,5	-16,2	-16,9	-5,8	0,5	-1,4	-7,4	-17,8	-28,5	-35,7	-40,4
GT Abs. Max.	18,5	28,0	35,3	39,5	43,4	48,3	51,4	50,1	46,7	40,5	28,6	22,4	51,4
LT Mittel	-2,1	-0,3	3,7	7,8	12,5	15,4	17,4	16,9	13,8	8,9	2,8	-1,3	8,0
LT Mittl. Min.	-5,3	-4,4	-1,4	2,2	7,1	10,5	12,2	11,4	8,2	4,0	-0,6	-4,1	3,3
LT Mittl. Max.	1,1	3,6	7,8	11,7	16,4	19,0	21,2	20,7	18,0	13,3	6,3	1,6	11,7
LT Abs. Min.	-24,4	-27,0	-19,0	-9,0	-8,6	0,0	3,0	2,8	-2,9	-8,2	-17,0	-24,0	-27,0
LT Abs. Max.	16,8	20,3	24,0	27,0	30,0	34,0	36,1	33,0	31,8	27,0	22,0	17,4	36,1
GT - LT Mittel	-4,1	-3,3	-2,2	-0,9	0,2	0,8	1,5	0,9	-0,3	-1,5	-3,2	-4,4	-1,4
GT - LT Mittl. Min.	-8,1	-7,8	-5,4	-2,4	-2,0	-2,2	-2,0	-1,9	-2,1	-4,3	-6,7	-7,8	-4,4
GT - LT Mittl. Max.	0,9	1,3	1,7	2,5	3,9	4,9	6,2	6,0	4,0	2,7	1,1	0,6	3,0
GT - LT Abs. Min.	-12,9	-13,4	-10,5	-7,2	-8,3	-5,8	-2,5	-4,2	-4,5	-9,6	-11,5	-11,7	-13,4
GT - LT Abs. Max.	1,7	7,7	11,3	12,5	13,4	14,3	15,3	17,1	14,9	13,5	6,6	5,0	17,1

Abb. 2-1 bis 2-8:

**Durchschnittlicher Tages- und Jahresgang der LT, der GT und der Differenz
zwischen beiden Größen in °C bzw. K in Isoplethendarstellung**

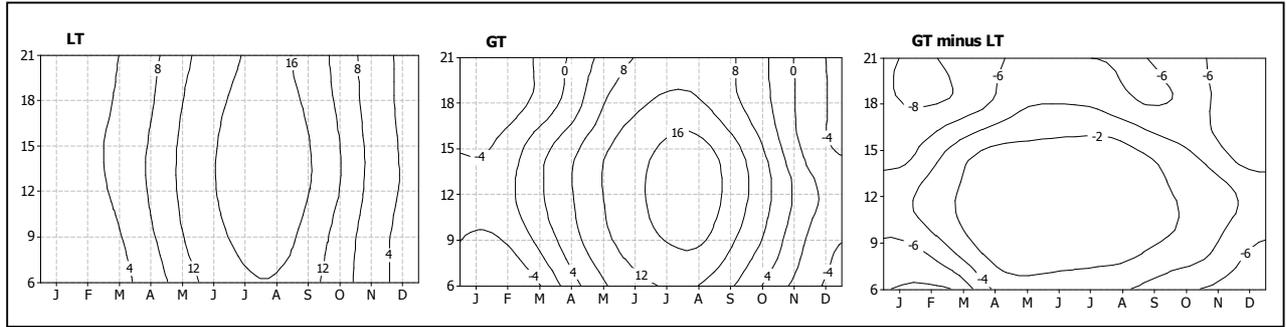
Ordinate: Uhrzeit in UTC

Abszisse: Monat

Graue Schattierung: Zeiträume mit positiver Differenz

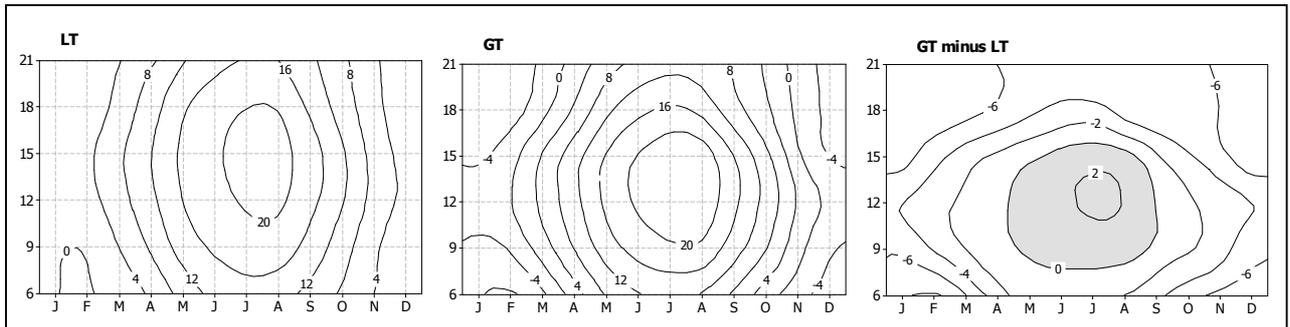
Norderney

Abb. 2-1



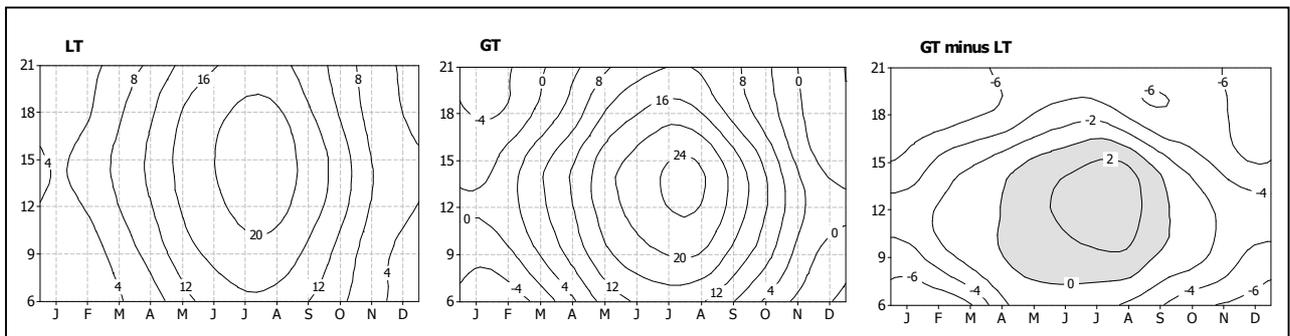
Hannover-Lang.

Abb. 2-2



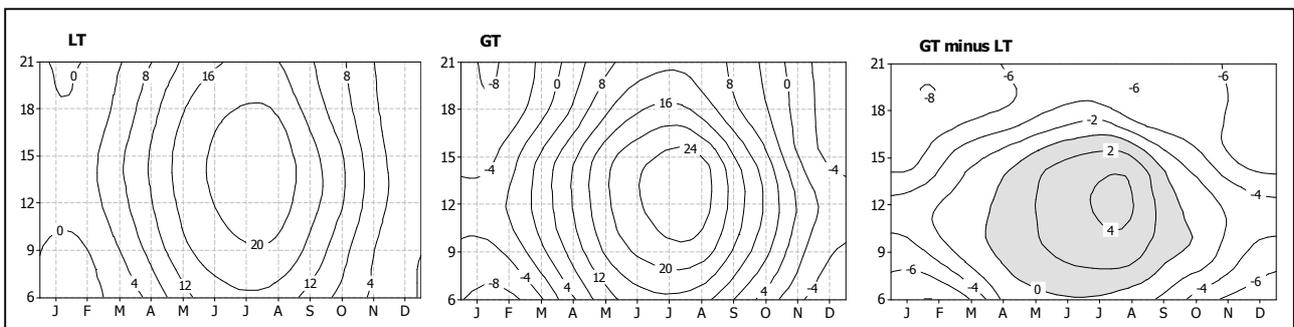
Düsseldorf

Abb. 2-3



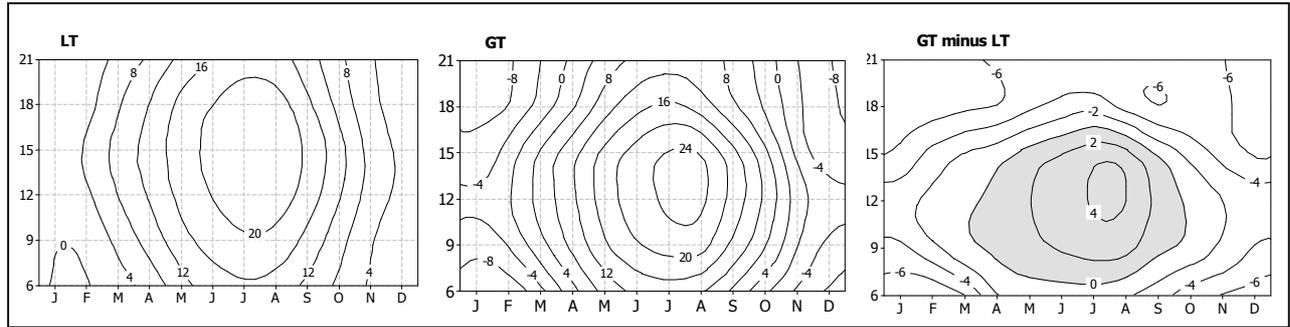
Berlin-Dahlem

Abb. 2-4



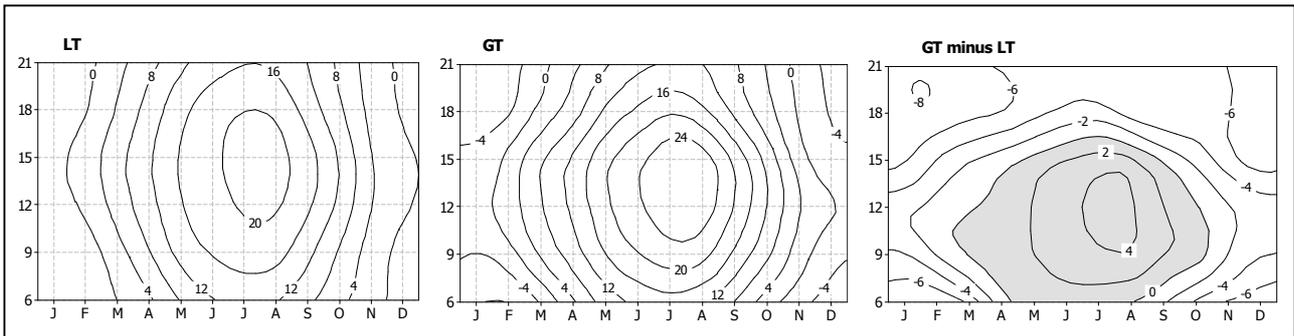
Frankfurt/M.

Abb. 2-5



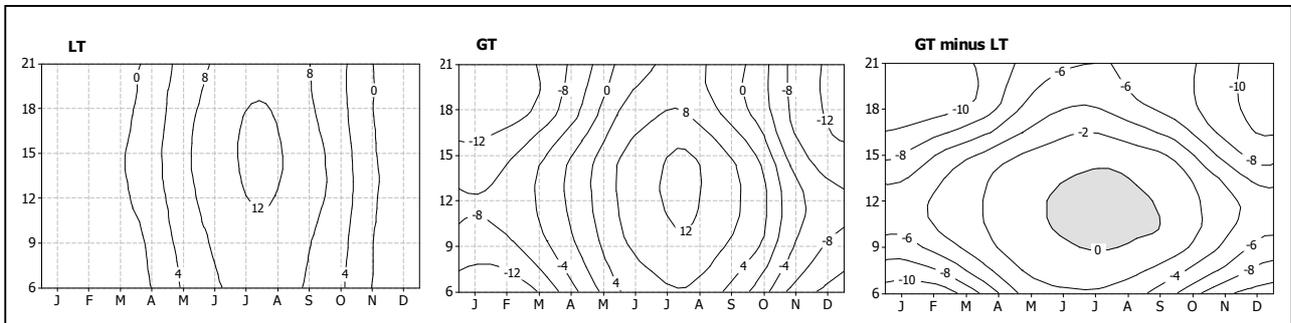
Weiden/Opf.

Abb. 2-6



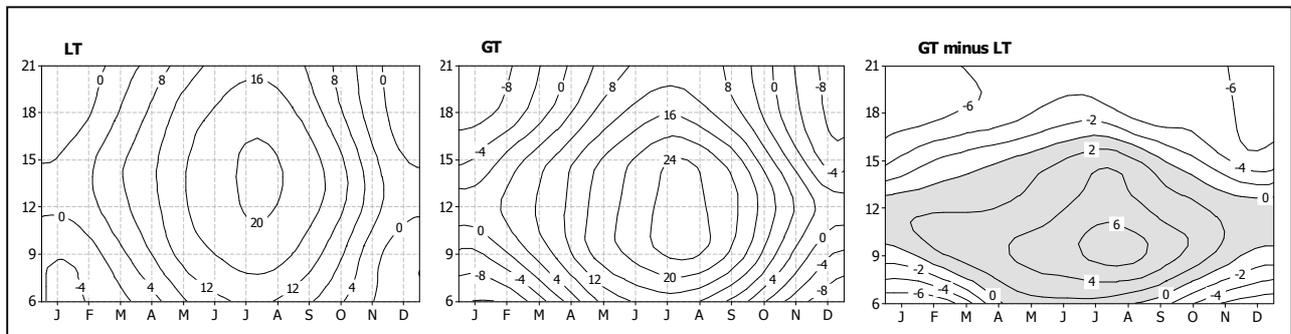
Feldberg/Schw.

Abb. 2-7



Garmisch-Partenk.

Abb. 2-8



B: Trendklimatologie

In der Regel gilt für alle Trendklimatologien:

- *Die Berechnungen basieren auf dem Datenmaterial der in Tabelle 3 aufgeführten synoptischen Stationen (Stationsliste S. 10)*
- *Trendwerte sind angegeben in Änderung pro Dekade (10 Jahre)*
- *Signifikanzniveaus sind symbolisiert durch Sterne:*
** = 95,0 % ** = 99,0 % *** = 99,9 %*

Tab. 3: Stationen der Trendklimatologien (n. Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 1999).

Station	Höhe ü. NN (m)	Stationsumgebung	Topografische Lage
Aachen	202	Stadttrand	Kuppe
Augsburg-Mühlhausen	462	Flughafen im NE außerh. der Stadt	Ebene/Lechtal
Bad Hersfeld	272	Ländlicher Raum	Mittelhang
Bad Kissingen	262	Stadttrand	Mittelhang
Bad Marienberg	547	Acker, Wald im W	Mittelhang
Bad Salzuflen	135	Wiese	Oberhang
Bamberg	239	Wiese	Tal/Mulde
Berlin-Dahlem	51	Stadttrand	Ebene
Berus	363	Wiese	Kuppe
Braunlage	607	Ländlicher Raum	Oberhang
Braunschweig-Völkenrode	81	Acker, Wald im S und W	Ebene
Bremen	4	Flughafen im S außerh. der Stadt	Ebene
Cuxhaven	5	Bucht	Unmittelbare Küstenlage
Düsseldorf	37	Flughafen im N außerh. der Stadt	Ebene/Rheintal
Emden-Nesserland	5	Wiese	Küstenlage
Feldberg im Schwarzwald	1486	Wiese, Felsen	Gipfel
Frankfurt am Main	112	Flughafen im S außerh. der Stadt	Ebene
Freiburg im Breisgau	269	Stadtgebiet	Ebene
Freudenstadt	797	Kurpark	Oberhang
Garmisch-Partenkirchen	719	Stadttrand	Tal
Gießen	186	Stadttrand	Oberhang
Göttingen	167	Acker, Wiese	Unterhang
Hamburg-Fuhlsbüttel	11	Flughafen im N am Stadtrand	Ebene
Hannover-Langenhagen	55	Flughafen im N am Stadtrand	Ebene
Helgoland	4	Felsen, Wiese	Insel
Hof-Hohensaas	567	Acker, Wiese	Oberhang
Hohenpeißenberg	977	Wiese, Wald	Gipfel
Karlsruhe	112	Stadttrand, Acker	Ebene/Rheintal
Kempten	705	Wiese, Bäume	Tal/Mulde
Kl. Feldberg im Taunus	805	Wiese	Gipfel
Klippeneck	973	Wiese	Oberhang
Köln-Wahn	92	Flughafen zw. Köln u. Bonn	Ebene/Rheintal
Konstanz	443	Stadttrand	Mittelhang/Bodenseebecken
Lingen	22	Stadttrand	Ebene
List auf Sylt	26	Strand	Insel/Dünenkuppe
Lüchow	17	Stadttrand	Ebene
Mannheim	96	Stadttrand, Acker	Ebene/Rheintal
Norderney	11	Strand	Insel
Nürnberg-Kraftshof	314	Flughafen im N der Stadt, Wald im N	Ebene
Oberstdorf	810	Stadttrand	Tal/Mulde
Öhringen	276	Stadttrand	Oberhang
Osnabrück	95	Ländlicher Raum	Plateau
Passau-Oberhaus [†]	409	Wiese, Bäume	Oberhang
Regensburg	366	Ländlicher Raum	Mittelhang
Schleswig	43	Stadttrand	Kuppe/Küste
Stötten	734	Wiese	Kuppe
Stuttgart-Echterdingen	371	Flughafen im W außerh. der Stadt	Hochebene
Trier-Petrisberg	265	Ländlicher Raum	Kuppe
Ulm	567	Ländlicher Raum	Kuppe
Wasserkuppe	921	Wiese, Felsen	Gipfel
Weiden in der Oberpfalz	438	Acker, Wiese	Mittelhang
Weißenburg in Bayern	422	Ländlicher Raum	Tal/Mulde
Würzburg	268	Stadttrand	Oberhang
Zugspitze	2960	Felsen	Gipfel
[†] seit 7.1.1997 Fürstzell	480	Acker, Wiese	Kuppe

Abb. 3 bis 6:
Einführende Studien zur Trendklimatologie

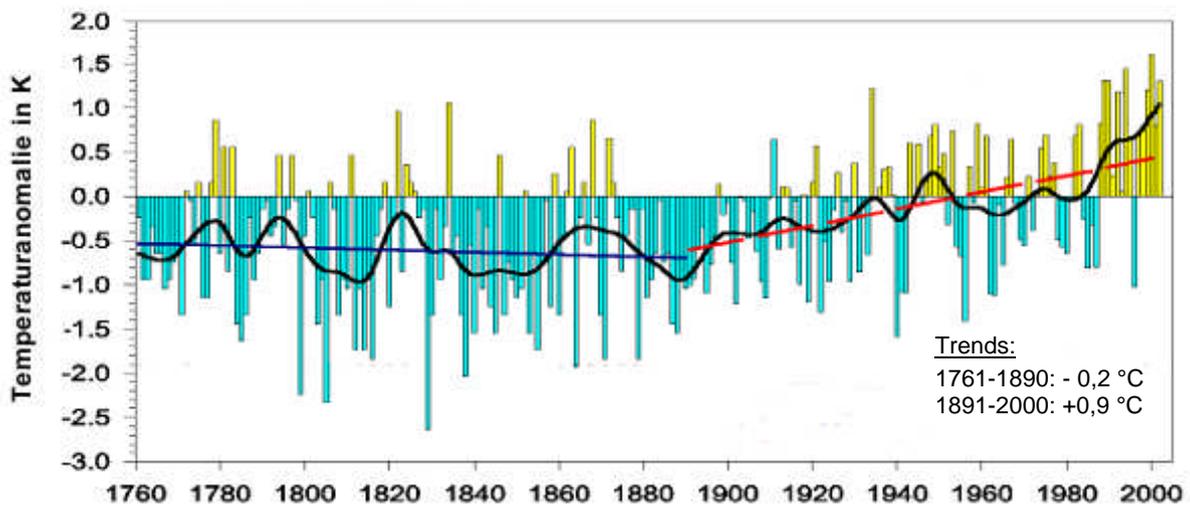


Abb. 3: Jährliche Anomalien (Referenzintervall 1961-1990) der LT in Deutschland im Zeitraum 1761-2002, 20-jährige Glättung und lineare Trends für die angegebenen Zeitintervalle (Schönwiese, 2003).

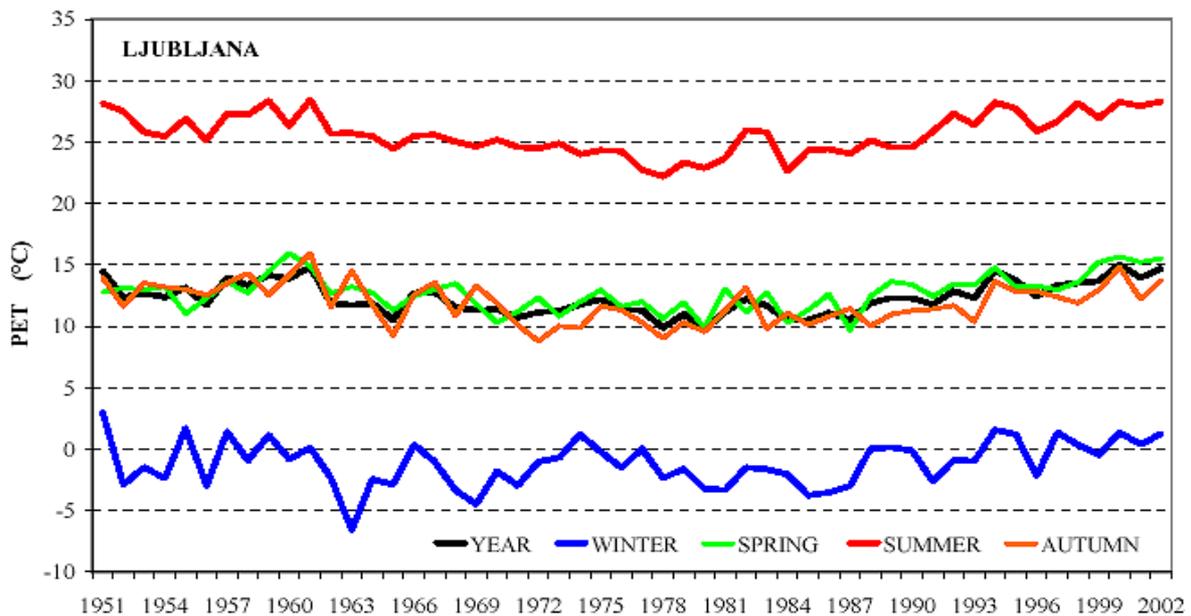


Abb. 4: Mittelwerte der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET) für Jahr und Jahreszeit in Ljubljana im Zeitraum 1951-2002 (Cegnar und Matzarakis, 2004).

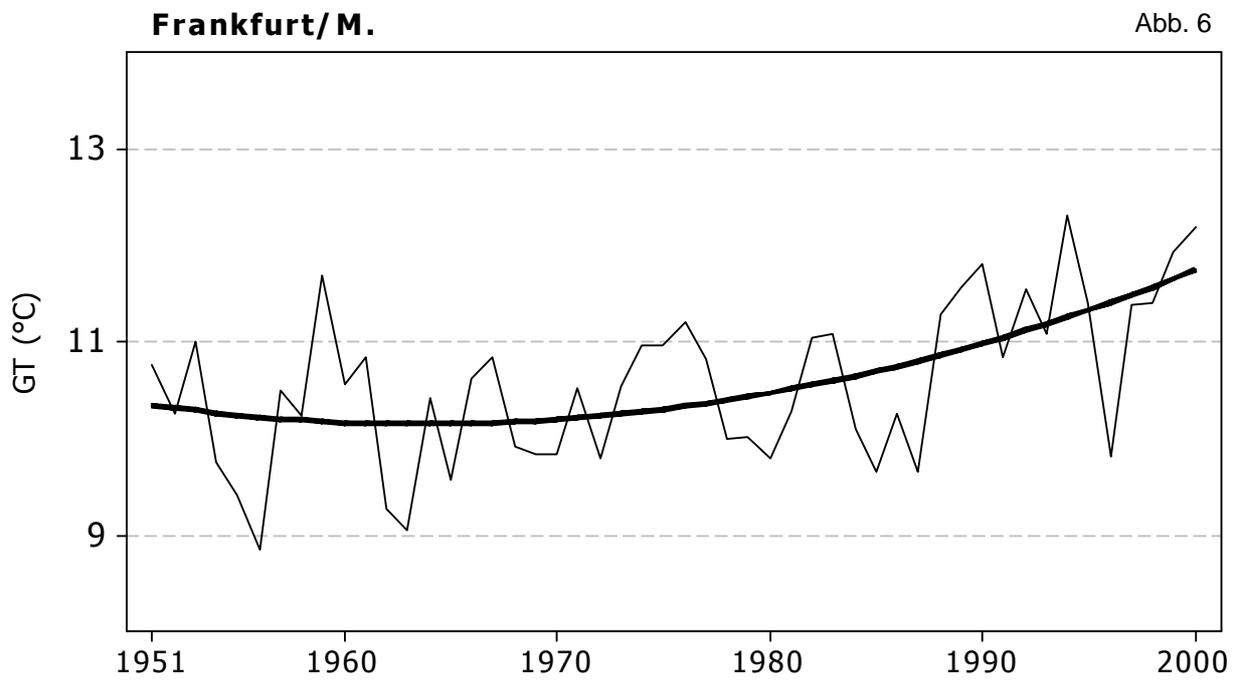
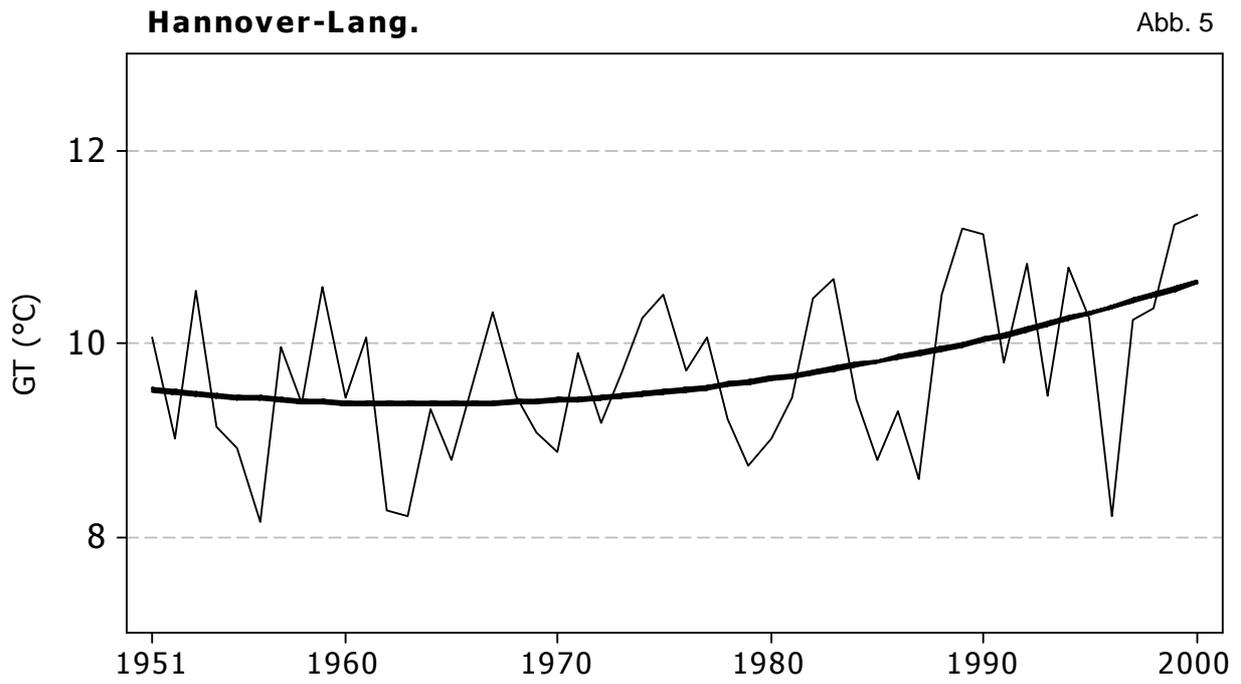


Abb. 5 und 6: Jahrestrends der GT (quadratisches Trendmodell) an ausgewählten Stationen.

Tab. 4-1 bis 4-54:

Trends der GT und ihrer Einflussgrößen in Einheit pro Dekade an allen Stationen

Bei der GT wurden alle Zeitreihen auf mögliche Trendumkehrpunkte untersucht und ggf. eine Zerlegung in zwei Trendperioden durchgeführt. Dokumentiert sind diese Zerlegungen nur dann, wenn sie in der zweiten Trendperiode zu einer Erhöhung des Signifikanzniveaus, verglichen mit der Gesamtperiode, geführt haben. In diesem Fall wurden auch bei den Einflussgrößen Zerlegungen mit demselben Wendejahr wie bei der GT durchgeführt und dokumentiert.

Aachen

	GT			LT		TMRT		V		F
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig. ¹	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	
Jahr	0,33 ** ²			0,20 *		0,24 *		-0,44 ***		-0,44 **
Jahr 06	0,29 ***			0,22 **		0,18 *		-0,36 **		-0,25 *
Jahr 12	0,38 **			0,16 *		0,32 *		-0,58 ***		-0,29
Jahr 18	0,31 **			0,22 **		0,17		-0,43 ***		-0,74 ***
Jan	0,51 *			0,37 *		0,37 *		-0,29		-0,59
Jan 06	0,48			0,35		0,16		-0,50		-0,34
Jan 12	0,60 **			0,40 *		0,81 **		-0,37		-0,74
Jan 18	0,48			0,37 *		0,17		-0,25		-0,72 *
Feb	0,46			0,38		0,35		-0,06		-0,65
Feb 06	0,49			0,40		0,20		0,03		-0,64
Feb 12	0,42			0,35		0,47		-0,13		-0,30
Feb 18	0,44			0,37		0,19		-0,18		-1,08 *
Mrz	0,31			0,29		0,15		0,11		0,08
Mrz 06	0,46			0,39		0,30		0,20		0,05
Mrz 12	0,18			0,21		0,09		0,04		0,34
Mrz 18	0,39			0,32		0,30		0,04		-0,23
Apr	0,18	1977	1,19 **	0,11	1,12 **	0,22	1,27	-0,43	0,02	-0,68
Apr 06	0,18	1977	1,03 **	0,17	1,02 **	0,19	0,83	-0,25	0,29	-0,46
Apr 12	0,28			0,11		0,37		-0,59		-0,78
Apr 18	0,08	1977	1,12 **	0,10	1,07 *	-0,05	0,75	-0,40	-0,37	-0,93
Mai	0,48 *			0,28		0,35		-0,68 ***		-0,53
Mai 06	0,42 *	1962	0,61 **	0,28 *	0,31	0,41	0,69	-0,56 *	-1,03 **	-0,12
Mai 12	0,63 *	1962	1,14 **	0,24	0,51 *	0,33	0,75	-0,94 ***	-1,26 ***	-0,36
Mai 18	0,38	1962	0,69 *	0,28	0,51 *	0,23	0,63	-0,68 ***	-0,91 ***	-0,79
Jun	0,19			0,02		0,09		-0,52 ***		-0,14
Jun 06	0,11			0,08		-0,03		-0,36 *		0,11
Jun 12	0,32			-0,04		0,31		-0,62 ***		0,11
Jun 18	0,10			0,00		-0,03		-0,53 ***		-0,36
Jul	0,65			0,28		0,56		-0,82 ***		-0,84 *
Jul 06	0,41			0,19		0,50		-0,69 *		-0,11
Jul 12	0,81			0,24		0,59		-1,08 ***		-0,62
Jul 18	0,65			0,35		0,66		-0,67 ***		-1,32 **
Aug	0,87 ***			0,44 **		0,74 **		-1,00 ***		-1,54 ***
Aug 06	0,51 ***			0,26 *		0,64 **		-0,89 ***		-0,82 **
Aug 12	1,19 ***			0,46 **		0,86 **		-1,14 ***		-1,44 **
Aug 18	0,79 ***			0,54 ***		0,73 ***		-0,86 ***		-2,23 ***
Sep	0,05			0,03		-0,06		-0,65 **		0,23
Sep 06	0,15			0,15		0,05		-0,54 *		-0,03
Sep 12	-0,04			-0,07		-0,26		-0,77 **		0,61
Sep 18	0,06			0,05		-0,01		-0,61 **		-0,20
Okt	0,03			0,03		-0,08		-0,26		-0,10
Okt 06	0,13			0,15		-0,02		-0,15		-0,24
Okt 12	-0,05			-0,05		-0,22		-0,36		0,07
Okt 18	0,07			0,06		-0,02		-0,34		-0,41
Nov	0,08			0,05		0,05		-0,46		-0,15
Nov 06	0,00			0,03		-0,25		-0,45		0,01
Nov 12	0,21			0,06		0,51		-0,56		-0,18
Nov 18	0,01			0,06		-0,25		-0,50		-0,19
Dez	0,14	1962	0,75 *	0,13	0,66 *	0,06	0,51	-0,18	0,29	-0,32
Dez 06	0,17	1962	0,85 *	0,15	0,68 *	0,03	0,58	-0,19	0,16	-0,44
Dez 12	0,05			0,06		-0,03		-0,36		-0,14
Dez 18	0,20	1962	0,82 *	0,17	0,68 *	0,08	0,50	-0,16	0,24	-0,38

¹ 2. Trend/Sig.: zweite Trendperiode ab Wendejahr

² Trendwerte in Einheit/Dekade

Sterne: Signifikanzniveaus (S. 9)

Augsburg-Mühlh.

Tab. 4-2

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,24 **			0,14 *		0,30 ***		0,05		0,21	
Jahr 06	0,30 **			0,21 **		0,36 ***		0,02		0,24 *	
Jahr 12	0,31 **			0,17 *		0,47 ***		0,11		0,01	
Jahr 18	0,13			0,08		0,13		0,00		0,44 *	
Jan	0,41			0,28		0,37		0,15		0,31	
Jan 06	0,37			0,28		0,25		0,21		0,17	
Jan 12	0,48			0,30		0,63 *		0,22		0,35	
Jan 18	0,33			0,24		0,13		0,02		0,34	
Feb	0,53			0,38		0,57		0,13		-0,32	
Feb 06	0,32			0,28		-0,02		0,06		0,07	
Feb 12	0,72			0,50		1,09 **		0,34		-0,80	
Feb 18	0,43			0,33		0,24		-0,01		-0,17	
Mrz	0,27			0,23		0,33		0,54 *		0,52	
Mrz 06	0,46			0,35		0,47 *		0,39		0,44	
Mrz 12	0,22			0,23		0,45		0,88 **		0,23	
Mrz 18	0,15			0,08		0,09		0,27		1,07	
Apr	0,00	1977	1,07 *	-0,06	0,95 *	0,13	0,80	0,06	-0,29	0,50	1,27
Apr 06	0,12	1977	1,10 **	-0,01	0,90 **	0,34	0,87	-0,12	-0,46	0,69 *	1,88 *
Apr 12	0,07			-0,03		0,30		-0,01		0,20	
Apr 18	-0,13			-0,13		-0,14		0,23		0,83	
Mai	0,48 *			0,30 *		0,73 **		-0,10		-0,17	
Mai 06	0,60 **			0,41 **		1,11 ***		-0,10		0,05	
Mai 12	0,67 *			0,32		0,94 **		-0,26		-0,39	
Mai 18	0,32			0,28		0,49 *		-0,06		-0,24	
Jun	0,18			0,04		0,33		-0,17		-0,17	
Jun 06	0,36 *			0,22 *		0,49		-0,06		-0,23	
Jun 12	0,18			0,01		0,39		-0,10		-0,27	
Jun 18	0,19			0,04		0,42		-0,30		-0,21	
Jul	0,18			0,10		0,25		-0,06		0,30	
Jul 06	0,37			0,25		0,44		-0,13		0,21	
Jul 12	0,27			0,12		0,37		0,00		-0,27	
Jul 18	0,08			0,06		0,22		-0,06		0,40	
Aug	0,62 **			0,31 *		0,69 ***		-0,34 *		-0,38	
Aug 06	0,49 ***			0,23 *		0,81 ***		-0,48 ***		0,51 *	
Aug 12	0,92 **			0,38 *		0,94 ***		-0,28		-0,82	
Aug 18	0,39 *			0,30 *		0,43 *		-0,24		-0,33	
Sep	-0,08			-0,10		-0,11		-0,11		0,89 *	
Sep 06	-0,02			-0,01		-0,12		0,00		0,64 **	
Sep 12	-0,04			-0,09		0,09		-0,05		0,61	
Sep 18	-0,20			-0,25		-0,20		-0,24		1,77 **	
Okt	0,06			0,09		-0,02		0,30		0,49	
Okt 06	0,35			0,33 *		0,38 *		0,19		-0,09	
Okt 12	-0,08			0,04		-0,31		0,42		0,50	
Okt 18	-0,03			-0,06		0,07		0,28		1,19 **	
Nov	-0,04			-0,05		0,00		-0,07		0,38	
Nov 06	-0,06			-0,03		-0,12		-0,01		0,34	
Nov 12	0,07			0,00		0,37		-0,08		0,21	
Nov 18	-0,18			-0,12		-0,32		-0,15		0,55 *	
Dez	0,26	1962	0,97 *	0,21	0,73 *	0,27	0,73 *	0,24	0,04	0,13	0,79
Dez 06	0,27	1962	1,02 *	0,23	0,75 *	0,21	0,70	0,30	0,01	0,10	0,69 *
Dez 12	0,25	1962	1,00 *	0,23	0,82 *	0,35	0,95 **	0,24	0,26	0,25	0,93
Dez 18	0,22			0,18		0,13		0,22		0,09	

Bad Hersfeld

Tab. 4-3

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,06			0,15 *		0,18		0,57 ***		-0,13	
Jahr 06	0,13			0,20 **		0,19		0,58 ***		-0,05	
Jahr 12	-0,05			0,09		0,20		0,53 ***		-0,12	
Jahr 18	0,05			0,14		0,11		0,73 ***		-0,24	
Jan	0,28			0,30		0,27		0,59 *		0,10	
Jan 06	0,21			0,28		0,03		0,68 *		0,27	
Jan 12	0,25			0,29		0,51 *		0,63 *		-0,10	
Jan 18	0,25			0,30		0,05		0,58 *		0,11	
Feb	0,30			0,34		0,37		0,75 **		-0,13	
Feb 06	0,25			0,32		0,06		0,77 **		0,11	
Feb 12	0,29			0,34		0,68		0,82 *		-0,26	
Feb 18	0,31			0,37		0,18		0,83 **		-0,37	
Mrz	0,25			0,33		0,24		0,70 **		0,34	
Mrz 06	0,56 *			0,52 **		0,56 *		0,73 **		0,02	
Mrz 12	0,01			0,23		0,03		0,73 **		0,34	
Mrz 18	0,24			0,26		0,29		0,84 ***		0,45	
Apr	-0,07	1977	1,00 *	0,01	0,76 *	0,10	1,22	0,41	-0,01	-0,15	1,76
Apr 06	0,03	1977	0,75 *	0,09	0,57	0,09	0,70	0,44 *	-0,10	-0,08	2,22 *
Apr 12	-0,15			-0,05		0,17		0,31		-0,10	
Apr 18	-0,10	1977	0,84 *	-0,02	0,78 *	-0,07	0,60	0,54 *	0,23	-0,17	1,93
Mai	0,13			0,21		0,37		0,47 *		-0,15	
Mai 06	0,26			0,27 *		0,57		0,32 *		-0,19	
Mai 12	0,04			0,17		0,32		0,45		-0,18	
Mai 18	0,08			0,17		0,19		0,58 *		-0,01	
Jun	-0,28			-0,07		-0,01		0,60 ***		-0,21	
Jun 06	-0,06			0,08		0,03		0,61 ***		-0,27	
Jun 12	-0,61			-0,20		-0,17		0,61		0,09	
Jun 18	-0,12			-0,01		0,11		0,66 **		-0,50	
Jul	0,02			0,10		0,27		0,47 **		-0,37	
Jul 06	0,04			0,12		0,29		0,45 ***		-0,06	
Jul 12	-0,05			0,07		0,23		0,34		0,09	
Jul 18	-0,01			0,10		0,26		0,67 ***		-0,59	
Aug	0,50 **			0,37 **		0,70 **		0,27		-1,43 **	
Aug 06	0,31 **			0,19		0,79 ***		0,22 *		-0,36 *	
Aug 12	0,65 *			0,37 *		0,71 *		-0,01		-1,52 *	
Aug 18	0,45 *			0,45 **		0,64 **		0,64 **		-1,96 **	
Sep	-0,15			0,04		0,00		0,57 ***		-0,21	
Sep 06	0,03			0,13		0,05		0,58 ***		-0,05	
Sep 12	-0,49			-0,08		-0,28		0,54 **		-0,07	
Sep 18	-0,05			0,03		0,06		0,82 ***		-0,47	
Okt	-0,14			0,01		-0,10		0,79 ***		0,25	
Okt 06	0,08			0,19		0,05		0,83 ***		-0,27	
Okt 12	-0,37			-0,14		-0,22		0,79 **		0,66	
Okt 18	-0,11			0,01		-0,04		1,03 ***		0,11	
Nov	-0,17			-0,04		-0,06		0,61 *		0,14	
Nov 06	-0,18			-0,01		-0,23		0,59 *		0,15	
Nov 12	-0,14			-0,05		0,23		0,57		-0,08	
Nov 18	-0,21			-0,03		-0,24		0,78 **		0,18	
Dez	0,01			0,12		0,05		0,66 *		0,23	
Dez 06	0,04			0,16		-0,04		0,76 **		0,21	
Dez 12	0,00			0,11		0,23		0,59		0,08	
Dez 18	-0,10			0,08		-0,19		0,77 **		0,31	

Bad Kissingen

Tab. 4-4

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,15			0,12		0,06		0,03		0,04	
Jahr 06	0,12			0,12		0,08		0,28 ***		0,12	
Jahr 12	0,11			0,07		0,00		-0,12		0,30	
Jahr 18	0,18 *			0,16 *		0,13		0,08		-0,30	
Jan	0,33			0,31		0,20		0,22		0,06	
Jan 06	0,37			0,33		0,28		0,41		0,11	
Jan 12	0,28			0,27		0,22		0,17		0,23	
Jan 18	0,35			0,32		0,16		0,15		-0,09	
Feb	0,35			0,30		0,28		0,15		-0,25	
Feb 06	0,27			0,28		0,06		0,28		0,12	
Feb 12	0,32			0,27		0,42		0,11		-0,23	
Feb 18	0,39			0,36		0,18		0,09		-0,62	
Mrz	0,26			0,28		0,04		0,15		0,29	
Mrz 06	0,58 *			0,49 **		0,45 *		0,28 *		-0,07	
Mrz 12	0,01			0,16		-0,24		0,15		0,60	
Mrz 18	0,34			0,28		0,29		0,15		0,12	
Apr	-0,04	1977	1,14 *	-0,04	0,99 **	-0,13	0,54	-0,10	-0,61	-0,14	1,51
Apr 06	-0,08	1977	0,80 *	-0,03	0,72	-0,18	0,07	0,22	-0,44	-0,08	2,76 **
Apr 12	-0,17			-0,12		-0,26		-0,20		-0,11	
Apr 18	0,04	1977	1,31 **	0,03	1,17 **	-0,01	1,07 **	-0,10	-0,70	-0,26	0,62
Mai	0,29			0,17		0,22		-0,20		0,17	
Mai 06	0,15			0,07		0,27		0,08		0,28	
Mai 12	0,33			0,20		0,09		-0,34 **		0,23	
Mai 18	0,26			0,19		0,27		-0,16		0,13	
Jun	-0,11			-0,10		-0,14		-0,06		0,18	
Jun 06	-0,22			-0,16		-0,29		0,20 *		0,66 *	
Jun 12	-0,19			-0,16		-0,14		-0,16		0,53	
Jun 18	0,02			-0,02		0,03		0,00		-0,32	
Jul	0,15			0,04		0,10		-0,16		0,24	
Jul 06	-0,03			-0,06		0,04		0,14		0,55	
Jul 12	0,19			0,02		0,09		-0,33 *		0,53	
Jul 18	0,17			0,09		0,22		-0,11		-0,07	
Aug	0,59 **			0,33 **		0,54 **		-0,12		-1,08 *	
Aug 06	0,18			0,10		0,44 *		0,26 **		-0,25	
Aug 12	0,87 **			0,36 *		0,61 *		-0,48 **		-0,79	
Aug 18	0,56 **			0,48 **		0,57 **		0,15		-1,90 **	
Sep	-0,01			0,03		-0,12		-0,06		0,15	
Sep 06	0,04			0,11		-0,03		0,33 **		0,01	
Sep 12	-0,13			-0,06		-0,38		-0,32 *		0,61	
Sep 18	0,09			0,10		0,11		0,07		-0,60	
Okt	-0,03			0,02		-0,18		0,16		0,46	
Okt 06	0,23			0,26		0,15		0,45 ***		-0,15	
Okt 12	-0,19			-0,13		-0,44		-0,15		1,19	
Okt 18	0,01			0,05		0,03		0,37 **		-0,18	
Nov	-0,12			-0,08		-0,13		0,11		0,49	
Nov 06	-0,15			-0,06		-0,21		0,29		0,45	
Nov 12	-0,09			-0,12		-0,05		-0,06		0,66	
Nov 18	-0,13			-0,07		-0,21		0,09		0,36	
Dez	0,09			0,13		0,02		0,27		-0,07	
Dez 06	0,05			0,13		-0,08		0,37 *		-0,16	
Dez 12	0,09			0,11		0,05		0,19		0,04	
Dez 18	0,09			0,15		-0,07		0,26		-0,16	

Bad Marienberg

Tab. 4-5

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,56 ***			0,36 ***		0,41 ***		-1,25 ***		-0,64 **	
Jahr 06	0,48 ***			0,31 ***		0,34 **		-1,24 ***		-0,43 **	
Jahr 12	0,77 ***			0,49 ***		0,54 ***		-1,25 ***		-1,07 ***	
Jahr 18	0,42 ***			0,28 **		0,28 *		-1,30 ***		-0,36	
Jan	0,88 **			0,52 **		0,60 **		-1,73 ***		-0,53	
Jan 06	0,78 **			0,44 *		0,44		-2,04 ***		-0,26	
Jan 12	1,05 ***			0,63 **		0,78 **		-1,59 ***		-0,92 *	
Jan 18	0,81 *			0,51 *		0,48		-1,78 ***		-0,35	
Feb	0,86 *			0,55		0,62 *		-1,40 ***		-1,10 *	
Feb 06	0,74			0,46		0,42		-1,58 ***		-0,54	
Feb 12	1,04 **			0,72 *		0,89 **		-1,04 ***		-1,85 **	
Feb 18	0,71			0,46		0,32		-1,62 ***		-0,96 *	
Mrz	0,63 *			0,46		0,31		-1,13 ***		0,30	
Mrz 06	0,71 *			0,44		0,50 *		-1,23 ***		0,54	
Mrz 12	0,62 *			0,58 *		0,10		-0,91 **		-0,32	
Mrz 18	0,58			0,35		0,41		-1,31 ***		0,69	
Apr	0,35	1977	1,22 **	0,25	1,18 **	0,25	1,06	-1,06 ***	0,07	-0,55	-1,54
Apr 06	0,32 *	1977	1,43 ***	0,19	1,17 ***	0,09	0,95	-0,93 ***	-0,10	-0,21	-1,34
Apr 12	0,46 *			0,36 *		0,37		-1,10 **		-0,86	
Apr 18	0,20	1977	1,18 *	0,14	1,13 **	-0,01	0,88 *	-1,21 ***	-0,06	-0,23	-1,25
Mai	0,64 **			0,51 **		0,50		-1,03 ***		-0,71	
Mai 06	0,58 **			0,50 **		0,46		-0,90 **		-0,91	
Mai 12	0,93 **			0,67 **		0,60		-1,25 ***		-0,98	
Mai 18	0,41 *			0,37 *		0,33		-0,99 **		-0,20	
Jun	0,41			0,22		0,29		-0,98 ***		-0,58	
Jun 06	0,19			0,20		-0,14		-0,74 **		-0,27	
Jun 12	0,77 *			0,33		0,67		-1,14 ***		-0,90	
Jun 18	0,24			0,15		0,11		-1,03 ***		-0,54	
Jul	0,72 *			0,43		0,65		-1,40 ***		-1,19 *	
Jul 06	0,51			0,36		0,57		-1,07 ***		-1,02 *	
Jul 12	1,10 *			0,58 *		0,88 *		-1,58 ***		-0,90 *	
Jul 18	0,51			0,35		0,48		-1,49 ***		-0,95	
Aug	0,99 ***			0,62 ***		1,00 ***		-1,56 ***		-1,98 ***	
Aug 06	0,67 ***			0,44 ***		1,02 ***		-1,50 ***		-1,51 ***	
Aug 12	1,47 ***			0,78 ***		1,16 ***		-1,90 ***		-2,29 ***	
Aug 18	0,66 ***			0,54 ***		0,76 ***		-1,37 ***		-1,75 **	
Sep	0,27			0,19		0,09		-1,33 ***		-0,08	
Sep 06	0,22			0,17		0,03		-1,14 ***		-0,15	
Sep 12	0,49			0,32		0,26		-1,53 ***		-0,51	
Sep 18	0,11			0,05		0,02		-1,28 ***		0,45	
Okt	0,14			0,12		-0,06		-0,81 **		-0,01	
Okt 06	0,17			0,11		0,08		-0,88 **		0,05	
Okt 12	0,19			0,22		-0,03		-0,74 **		-0,54	
Okt 18	0,08			0,02		-0,01		-0,84 **		0,48	
Nov	0,34			0,19		0,29		-1,13 ***		-0,60	
Nov 06	0,31			0,15		0,22		-1,34 ***		-0,28	
Nov 12	0,52 *			0,32		0,66 *		-0,91 **		-1,07 *	
Nov 18	0,24			0,13		0,02		-1,25 ***		-0,55	
Dez	0,51	1962	1,06 **	0,30	0,66 *	0,33	0,56	-1,44 ***	-1,65 **	-0,70 *	-0,26
Dez 06	0,50	1962	1,06 *	0,27	0,63 *	0,37	0,74	-1,50 ***	-1,81 ***	-0,61 *	-0,12
Dez 12	0,55 *	1962	1,04 **	0,36	0,71 *	0,23	0,23	-1,33 ***	-1,53 **	-1,05 **	-0,57
Dez 18	0,52 *	1962	1,07 **	0,28	0,65 *	0,45	0,77 *	-1,47 ***	-1,58 *	-0,49	-0,09

Bad Salzuflen

Tab. 4-6

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,27 *			0,15 *		0,20 *		-0,64 ***		-0,62 ***	
Jahr 06	0,27 **			0,18 *		0,22 *		-0,48 **		-0,90 ***	
Jahr 12	0,34 **			0,13		0,26 *		-0,81 ***		-0,42	
Jahr 18	0,21 *			0,14		0,12		-0,59 ***		-0,58 **	
Jan	0,48			0,30		0,37		-0,76 *		-0,61	
Jan 06	0,36			0,24		0,03		-0,81 *		-0,60	
Jan 12	0,59 *			0,35		0,79 ***		-0,70		-0,88 *	
Jan 18	0,46			0,31		0,27		-0,64 *		-0,48	
Feb	0,52			0,39		0,42		-0,39		-0,87 **	
Feb 06	0,55			0,40		0,31		-0,35		-1,01 **	
Feb 12	0,48			0,39		0,52		-0,26		-0,79	
Feb 18	0,53			0,40		0,31		-0,51		-0,84 *	
Mrz	0,46			0,35		0,26		-0,67 *		-0,24	
Mrz 06	0,65 *			0,47 *		0,45 *		-0,50		-0,59	
Mrz 12	0,35			0,31		0,08		-0,71 *		-0,05	
Mrz 18	0,48			0,33		0,34		-0,80 ***		-0,31	
Apr	0,18			0,09		0,13		-0,78 **		-0,76	
Apr 06	0,28	1977	0,86 *	0,18	0,99 **	0,30	0,94	-0,45 *	0,84	-1,34 ***	-1,57
Apr 12	0,23			0,05		0,15		-1,06 ***		-0,55	
Apr 18	0,07			0,05		-0,05		-0,79 ***		-0,47	
Mai	0,43			0,23		0,38		-0,82 ***		-0,88	
Mai 06	0,43 *			0,24		0,53		-0,67 **		-1,32 **	
Mai 12	0,63 *			0,24		0,48		-1,12 ***		-0,46	
Mai 18	0,30			0,22		0,31		-0,78 ***		-0,72	
Jun	0,03			-0,09		0,00		-0,66 **		-0,12	
Jun 06	0,05			0,02		0,07		-0,29		-0,84 **	
Jun 12	0,05			-0,16		0,06		-0,91 **		0,24	
Jun 18	-0,04			-0,13		-0,17		-0,69 **		0,22	
Jul	0,50			0,21		0,44		-0,80 **		-1,11 *	
Jul 06	0,33			0,15		0,46		-0,49		-1,02 ***	
Jul 12	0,78			0,23		0,65		-1,17 **		0,24	
Jul 18	0,38			0,20		0,25		-0,73 **		-1,05 *	
Aug	0,65 **			0,31 *		0,64 **		-0,76 **		-1,68 ***	
Aug 06	0,39 **			0,16		0,72 ***		-0,59		-1,15 ***	
Aug 12	0,95 **			0,35 *		0,72 *		-1,15 ***		-1,41 **	
Aug 18	0,50 **			0,37 *		0,49 *		-0,50 **		-2,08 ***	
Sep	0,00			-0,01		-0,12		-0,60 *		0,00	
Sep 06	0,17			0,18		0,04		-0,42		-0,79 **	
Sep 12	-0,03			-0,10		-0,21		-0,97 **		0,73	
Sep 18	-0,03			-0,04		-0,06		-0,42		-0,17	
Okt	-0,06			-0,05		-0,15		-0,30		-0,31	
Okt 06	-0,01			0,05		-0,17		-0,18		-0,73 **	
Okt 12	-0,09			-0,11		-0,20		-0,39		0,11	
Okt 18	-0,09			-0,07		-0,14		-0,24		-0,41 *	
Nov	-0,02			-0,05		-0,05		-0,61 **		-0,46	
Nov 06	-0,07			-0,04		-0,15		-0,53		-0,63 *	
Nov 12	0,08			-0,01		0,20		-0,58		-0,55	
Nov 18	-0,08			-0,07		-0,15		-0,62 **		-0,38	
Dez	0,08			0,07		0,02		-0,49		-0,45	
Dez 06	0,09			0,09		0,01		-0,46		-0,77 **	
Dez 12	0,06			0,05		-0,15		-0,64		-0,46	
Dez 18	0,07			0,07		0,04		-0,40		-0,25	

Bamberg

Tab. 4-7

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,44 ***			0,29 ***		0,12		-0,96 ***		0,18	
Jahr 06	0,43 ***			0,20 *		0,14		-1,15 ***		0,78 ***	
Jahr 12	0,39 ***			0,34 ***		-0,02		-0,69 ***		-0,36	
Jahr 18	0,51 ***			0,35 ***		0,36 ***		-0,96 ***		-0,18	
Jan	0,85 **			0,49 *		0,37		-1,70 **		-0,08	
Jan 06	0,83 *			0,42		0,43		-1,84 **		0,12	
Jan 12	0,85 ***			0,57 *		0,38		-1,39 **		-0,40	
Jan 18	0,70 *			0,40		0,21		-1,70 **		0,12	
Feb	0,79			0,46		0,37		-1,54 ***		0,06	
Feb 06	0,65			0,31		0,20		-1,75 ***		0,57 *	
Feb 12	0,79 *			0,57		0,57		-1,00 ***		-0,42	
Feb 18	0,80 *			0,47		0,31		-1,86 ***		-0,07	
Mrz	0,46			0,39		-0,02		-0,79 ***		0,96	
Mrz 06	0,74 **			0,39 *		0,38		-1,30 ***		1,28 ***	
Mrz 12	0,08			0,39		-0,63		-0,15		0,53	
Mrz 18	0,70 *			0,45 *		0,55 *		-1,00 ***		0,60	
Apr	0,16	1977	1,26 *	0,11	1,06 **	-0,12	0,75	-0,80 ***	-0,77	0,64	1,04
Apr 06	0,25	1977	0,92 **	-0,05	0,87	-0,15	0,14	-1,24 ***	-0,33	1,77 ***	1,15
Apr 12	0,06			0,15		-0,26		-0,58 **		-0,05	
Apr 18	0,34	1977	1,47 **	0,29	1,33 **	0,34 *	1,36 **	-0,64 **	-0,95 *	-0,33	-0,03
Mai	0,57 *			0,44 **		0,41		-0,57 ***		-0,08	
Mai 06	0,53 **			0,31 *		0,47		-0,70 ***		0,77 *	
Mai 12	0,69 *			0,50 **		0,36		-0,50 **		-0,78	
Mai 18	0,69 ***			0,61 ***		0,78 **		-0,48 ***		-0,89	
Jun	0,18			0,16		0,00		-0,50 **		-0,16	
Jun 06	0,19			0,15		-0,16		-0,42		0,74	
Jun 12	0,04			0,14		-0,19		-0,38		-0,70	
Jun 18	0,43 *			0,32		0,45		-0,32		-1,27 *	
Jul	0,43			0,29		0,13		-0,66 ***		-0,10	
Jul 06	0,29			0,19		-0,11		-0,72 **		0,81	
Jul 12	0,46			0,32		0,09		-0,54 **		-0,70	
Jul 18	0,54			0,43		0,51		-0,45 *		-1,00	
Aug	0,87 ***			0,51 ***		0,63 **		-0,91 ***		-0,89 *	
Aug 06	0,50 ***			0,19		0,51 *		-1,00 ***		0,80 *	
Aug 12	1,24 ***			0,64 ***		0,75 **		-0,94 **		-1,87 **	
Aug 18	0,90 ***			0,72 ***		0,85 ***		-0,77 **		-1,90 **	
Sep	0,09			0,10		-0,22		-0,87 **		0,65	
Sep 06	0,15			0,00		-0,13		-1,10 **		0,94 **	
Sep 12	-0,05			0,16		-0,53		-0,61		0,02	
Sep 18	0,24			0,17		0,22		-0,88		0,56	
Okt	0,09			0,12		-0,25		-0,74 **		0,78	
Okt 06	0,31			0,21		0,05		-1,02 **		0,65 *	
Okt 12	-0,12			0,12		-0,62		-0,30		0,34	
Okt 18	0,11			0,03		0,04		-0,86 **		1,40 *	
Nov	0,21			0,08		-0,03		-1,22 ***		0,53	
Nov 06	0,20			0,03		-0,02		-1,37 ***		0,75 **	
Nov 12	0,18			0,14		-0,14		-0,97 **		0,20	
Nov 18	0,14			0,01		-0,11		-1,31 ***		0,73 *	
Dez	0,53 *			0,32		0,15		-1,29 ***		-0,16	
Dez 06	0,50			0,24		0,20		-1,45 ***		0,15	
Dez 12	0,48 *			0,39		-0,01		-0,95 **		-0,52	
Dez 18	0,48			0,28		0,10		-1,28 **		-0,08	

Berlin-Dahlem

Tab. 4-8

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,17			0,20 *		0,19		0,31		-0,81 ***	
Jahr 06	0,13			0,17 *		0,16 *		0,34		-0,49 ***	
Jahr 12	0,16			0,19 *		0,22		0,30		-0,78 ***	
Jahr 18	0,23 *			0,25 **		0,24 *		0,33		-1,11 ***	
Jan	0,44			0,39		0,41		0,36		-0,71 **	
Jan 06	0,38			0,34		0,28		0,34		-0,41	
Jan 12	0,48			0,41		0,71 *		0,47		-0,93 *	
Jan 18	0,46			0,40		0,33		0,42		-0,75 *	
Feb	0,63			0,56		0,57		0,47		-0,93 *	
Feb 06	0,61			0,53		0,43		0,48		-0,59	
Feb 12	0,59			0,57		0,62		0,46		-1,03 *	
Feb 18	0,66			0,57		0,52		0,48		-1,15 *	
Mrz	0,39			0,38		0,16		0,24		0,08	
Mrz 06	0,59 *			0,48 *		0,49		0,22		-0,07	
Mrz 12	0,21			0,34		-0,14		0,34		0,25	
Mrz 18	0,47			0,36		0,39		0,11		-0,01	
Apr	0,20	1977	1,34 **	0,25	1,39 ***	0,28	1,52 *	0,23	1,19	-0,67	-1,17
Apr 06	0,16	1977	0,82 **	0,20	0,99 **	0,32	1,24 *	0,26	1,13	-0,28	0,20
Apr 12	0,22	1977	1,64 **	0,29	1,60 ***	0,36 *	1,94 *	0,29	1,40 *	-0,87	-1,15
Apr 18	0,20	1977	1,42 ***	0,26	1,55 ***	0,22	1,58 **	0,20	1,19 *	-0,79	-2,34
Mai	0,36			0,34 *		0,42		0,19		-0,95	
Mai 06	0,22			0,24 *		0,57		0,22		-0,59	
Mai 12	0,44			0,35 *		0,32		0,06		-0,78	
Mai 18	0,42 *			0,41 *		0,55 *		0,23		-1,29 *	
Jun	-0,23			-0,08		-0,22		0,26		-0,18	
Jun 06	-0,19			-0,07		-0,15		0,30		0,03	
Jun 12	-0,40			-0,14		-0,39		0,26		0,03	
Jun 18	-0,09			-0,04		-0,15		0,22		-0,39	
Jul	0,18			0,18		0,17		0,15		-1,27 *	
Jul 06	0,00			0,07		0,16		0,31		-0,73	
Jul 12	0,23			0,15		0,27		0,03		0,03	
Jul 18	0,29			0,28		0,22		0,16		-1,72 *	
Aug	0,43 *			0,32 *		0,49 *		0,12		-1,93 ***	
Aug 06	0,18			0,14		0,40		0,10		-0,99 **	
Aug 12	0,64 *			0,35 *		0,63		0,04		-1,78 **	
Aug 18	0,46 **			0,46 **		0,50 **		0,19		-2,88 ***	
Sep	-0,07			0,09		-0,11		0,31		-0,78	
Sep 06	-0,02			0,15		-0,26		0,39		-0,57 **	
Sep 12	-0,27			-0,05		-0,36		0,15		-0,17	
Sep 18	0,16			0,21		0,37 *		0,41		-1,80 **	
Okt	-0,06			0,07		0,06		0,66		-1,23 *	
Okt 06	-0,12			0,04		-0,09		0,71		-0,88 *	
Okt 12	-0,07			0,05		0,18		0,67 *		-1,21 *	
Okt 18	0,00			0,13		0,05		0,70 *		-1,52 *	
Nov	-0,17			-0,09		-0,04		0,25		-0,52	
Nov 06	-0,24			-0,10		-0,21		0,28		-0,36	
Nov 12	-0,09			-0,05		0,25		0,29		-0,80	
Nov 18	-0,22			-0,11		-0,23		0,29		-0,47	
Dez	-0,04			0,06		0,10		0,53		-0,64 **	
Dez 06	-0,05			0,05		-0,04		0,51		-0,43 *	
Dez 12	-0,03			0,07		0,25		0,50		-0,98 ***	
Dez 18	-0,04			0,06		0,04		0,60		-0,59 **	

Berus

Tab. 4-9

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,37 ***			0,19 **		0,20 *		-1,14 ***		-0,70 *	
Jahr 06	0,31 ***			0,18 **		0,26 *		-1,02 ***		-0,51 *	
Jahr 12	0,45 ***			0,19 *		0,10		-1,30 ***		-0,65	
Jahr 18	0,32 ***			0,20 **		0,24 *		-1,07 ***		-0,96 **	
Jan	0,51 *			0,32		0,32 *		-0,99 *		-0,80 *	
Jan 06	0,47			0,29		0,40		-1,04 *		-0,67 *	
Jan 12	0,53 *			0,32		0,24		-1,19 *		-0,67	
Jan 18	0,49			0,33		0,25		-0,95 *		-0,99 *	
Feb	0,48			0,33		0,31		-1,19 **		-0,88 *	
Feb 06	0,45			0,31		0,27		-0,99 *		-0,83 *	
Feb 12	0,56			0,35		0,38		-1,51 **		-0,82	
Feb 18	0,45			0,31		0,32		-1,16 **		-1,15 *	
Mrz	0,33			0,24		0,09		-0,68		-0,08	
Mrz 06	0,49			0,31		0,43		-0,66		-0,36	
Mrz 12	0,20			0,19		-0,24		-0,60		0,08	
Mrz 18	0,33			0,22		0,30		-0,70 *		-0,16	
Apr	0,15	1977	1,09 **	-0,02	0,98 **	-0,02	1,05	-1,44 ***	-0,19	-0,03	-0,37
Apr 06	0,17	1977	1,05 **	0,00	0,84 **	0,03	0,82	-1,44 ***	-0,46	0,13	-1,37
Apr 12	0,22	1977	1,42 *	-0,01	1,24 **	-0,05	1,72	-1,57 ***	-0,09	-0,10	-0,93
Apr 18	0,05	1977	1,09 **	-0,02	0,92 *	-0,02	0,97 *	-1,31 ***	-0,07	-0,32	0,85
Mai	0,43	1962	0,68 *	0,24	0,50	0,10	0,41	-1,39 ***	-0,98 ***	-0,11	-0,98
Mai 06	0,35 *			0,26		0,17		-1,06 ***		-0,08	
Mai 12	0,52	1962	0,88 *	0,22	0,55 *	-0,10	0,14	-1,64 ***	-1,24 ***	0,14	-0,85
Mai 18	0,38	1962	0,64 *	0,26	0,52 *	0,24	0,62	-1,36 ***	-0,97 ***	-0,41	-1,14
Jun	0,31			0,08		0,20		-1,09 ***		-0,80	
Jun 06	0,14			0,06		0,06		-0,87 ***		-0,28	
Jun 12	0,47			0,09		0,28		-1,16 ***		-1,03 *	
Jun 18	0,29			0,12		0,23		-1,10 ***		-1,20 *	
Jul	0,57			0,28		0,38		-1,19 ***		-1,20 *	
Jul 06	0,33			0,20		0,37		-0,84 ***		-0,51	
Jul 12	0,70			0,29		0,28		-1,23 ***		-1,03	
Jul 18	0,58			0,35		0,50		-1,23 ***		-1,73 *	
Aug	1,03 ***			0,56 ***		0,85 ***		-1,52 ***		-2,41 ***	
Aug 06	0,53 ***			0,36 ***		0,80 ***		-1,19 ***		-1,46 **	
Aug 12	1,50 ***			0,61 ***		0,85 **		-1,98 ***		-2,39 **	
Aug 18	0,93 ***			0,68 ***		0,98 ***		-1,34 ***		-3,08 ***	
Sep	0,14			0,02		-0,04		-1,32 ***		-0,67	
Sep 06	0,13			0,06		0,04		-1,18 ***		-0,44 *	
Sep 12	0,18			0,00		-0,17		-1,51 ***		-0,77	
Sep 18	0,06			0,03		0,05		-1,17 ***		-0,87	
Okt	0,10			0,06		-0,08		-0,65		-0,25	
Okt 06	0,24			0,16		0,29		-0,62		-0,49 *	
Okt 12	0,09			0,00		-0,36		-0,75		-0,11	
Okt 18	0,04			0,00		0,05		-0,57		-0,27	
Nov	0,06			-0,04		0,00		-1,22 **		-0,42	
Nov 06	0,00			-0,04		-0,12		-1,21 **		-0,30	
Nov 12	0,15			-0,04		0,15		-1,36 **		-0,19	
Nov 18	-0,01			-0,04		-0,15		-1,09 **		-0,53	
Dez	0,34	1962	0,99 *	0,19	0,73 *	0,20	0,63 *	-1,07 *	-0,46	-0,77 **	-0,43
Dez 06	0,38	1962	1,10 **	0,21	0,74 *	0,32	0,97 **	-1,18 *	-0,49	-0,84 ***	-0,54
Dez 12	0,31	1962	0,84 *	0,18	0,75 *	-0,03	0,00	-1,15 *	-0,39	-0,71	-0,59
Dez 18	0,28	1962	0,99 *	0,17	0,68 *	0,14	0,74 *	-0,92 *	-0,56	-0,83 *	-0,37

Braunlage

Tab. 4-10

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,15			0,13		0,15		0,12		0,12	
Jahr 06	0,10			0,08		0,08		0,10		0,38 *	
Jahr 12	0,17			0,12		0,22		0,15		0,19	
Jahr 18	0,22 *			0,21 **		0,22 *		0,15		-0,29	
Jan	0,46			0,35		0,43 *		0,26		-0,02	
Jan 06	0,40			0,32		0,21		0,14		0,12	
Jan 12	0,50			0,35		0,85 **		0,41		-0,11	
Jan 18	0,46			0,37		0,26		0,20		-0,05	
Feb	0,48			0,40		0,47		0,31		-0,12	
Feb 06	0,43			0,37		0,30		0,22		0,17	
Feb 12	0,51			0,40		0,78 **		0,44		-0,07	
Feb 18	0,51			0,42		0,34		0,11		-0,34	
Mrz	0,28			0,25		0,04		0,19		1,18 **	
Mrz 06	0,44			0,35		0,39		0,41 *		1,00 **	
Mrz 12	0,07			0,12		-0,39		0,11		1,87 **	
Mrz 18	0,49			0,35		0,47		0,10		0,50	
Apr	0,06	1977	1,39 **	0,08	1,29 **	-0,05	1,45 *	-0,03	0,44	0,30	-0,02
Apr 06	-0,02	1977	1,32 **	-0,02	1,12 **	-0,14	1,29	0,01	0,26	0,80	1,42
Apr 12	0,01	1977	1,44 *	0,05	1,46 ***	-0,12	1,75 *	-0,04	0,68	0,31	-0,88
Apr 18	0,24	1977	1,52 ***	0,24	1,36 **	0,21	1,31 **	0,00	0,37	-0,34	-0,48
Mai	0,36			0,32		0,40		-0,11		-0,41	
Mai 06	0,26			0,22		0,28		-0,18		0,11	
Mai 12	0,45	1962	0,78 *	0,36	0,60 *	0,50	0,65	-0,15	-0,32	-0,50	-0,63
Mai 18	0,38 *			0,42 *		0,51 *		0,14		-0,98	
Jun	-0,11			-0,12		-0,18		-0,07		0,60	
Jun 06	-0,21			-0,16		-0,36		-0,02		0,85 *	
Jun 12	-0,16			-0,15		-0,30		-0,12		0,66	
Jun 18	-0,02			-0,01		-0,07		0,03		0,04	
Jul	0,26			0,17		0,34		-0,12		-0,47	
Jul 06	0,18			0,04		0,40		-0,31		0,16	
Jul 12	0,37			0,22		0,41		-0,05		0,66	
Jul 18	0,30			0,28		0,38		0,00		-1,07	
Aug	0,49 **			0,32 *		0,68 **		-0,08		-1,17 **	
Aug 06	0,28 *			0,08		0,76 **		-0,23 *		-0,13	
Aug 12	0,71 **			0,39 *		0,74 **		-0,17		-1,14 *	
Aug 18	0,46 **			0,48 **		0,60 ***		0,05		-1,94 ***	
Sep	-0,11			-0,05		-0,22		0,12		0,62	
Sep 06	-0,18			-0,12		-0,31		0,18		0,60	
Sep 12	-0,21			-0,09		-0,35		0,19		0,92	
Sep 18	0,07			0,06		0,12		0,10		0,07	
Okt	-0,19			-0,12		-0,20		0,37 *		0,57	
Okt 06	-0,19			-0,09		-0,29		0,34		0,48	
Okt 12	-0,25			-0,17		-0,18		0,34		0,89	
Okt 18	-0,13			-0,07		-0,07		0,44		0,27	
Nov	-0,12			-0,08		-0,01		0,22		0,20	
Nov 06	-0,17			-0,09		-0,19		0,22		0,19	
Nov 12	-0,03			-0,06		0,35		0,37		0,10	
Nov 18	-0,14			-0,07		-0,11		0,13		0,17	
Dez	-0,02			0,02		0,07		0,43		0,16	
Dez 06	-0,01			0,03		-0,07		0,38		0,19	
Dez 12	0,03			0,03		0,35		0,47		-0,12	
Dez 18	-0,01			0,03		-0,01		0,45		0,21	

Braunschweig-Völk.

Tab. 4-11

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,25 *			0,19 *		0,23 *		-0,22 *		-0,72 **	
Jahr 06	0,31 **			0,20 *		0,27 **		-0,32 **		-0,50 ***	
Jahr 12	0,18			0,14		0,21		-0,05		-0,47 *	
Jahr 18	0,29 *			0,24 *		0,27 *		-0,22 *		-1,07 ***	
Jan	0,49			0,36		0,40		-0,12		-0,45	
Jan 06	0,46			0,35		0,29		-0,16		-0,24	
Jan 12	0,45			0,36		0,54		0,05		-0,60	
Jan 18	0,53			0,39		0,32		-0,24		-0,52	
Feb	0,66			0,52		0,57		0,03		-0,86 *	
Feb 06	0,75			0,56		0,59		-0,04		-0,67 *	
Feb 12	0,53			0,47		0,56		0,24		-0,63	
Feb 18	0,70			0,53		0,60		-0,09		-1,24 ***	
Mrz	0,51			0,41		0,31		-0,15		-0,23	
Mrz 06	0,76 *			0,53 *		0,64 **		-0,28		-0,34	
Mrz 12	0,29			0,31		0,02		0,11		0,35	
Mrz 18	0,61 *			0,42		0,57 *		-0,33		-0,68	
Apr	0,20	1977	1,45 ***	0,15	1,35 ***	0,17	1,41 **	-0,44 *	-0,61	-0,56	-0,99
Apr 06	0,34 *	1977	1,37 ***	0,21	1,25 **	0,29	1,14	-0,53 **	-0,47	-0,44 *	-0,59
Apr 12	0,07	1977	1,44 *	0,09	1,35 ***	0,13	1,51	-0,30	-0,47	-0,20	-1,31
Apr 18	0,21	1977	1,42 ***	0,20	1,38 ***	0,20	1,23 **	-0,31	-0,81	-0,95	-1,21
Mai	0,39			0,29		0,39		-0,47 **		-0,92	
Mai 06	0,39 *			0,22 *		0,60		-0,54 **		-0,53	
Mai 12	0,43			0,28		0,30		-0,45 *		-0,67	
Mai 18	0,33			0,34		0,33		-0,22		-1,17	
Jun	-0,07			-0,08		-0,03		-0,24		-0,22	
Jun 06	-0,02			0,00		-0,14		-0,23		-0,29	
Jun 12	-0,20			-0,19		0,04		-0,12		0,22	
Jun 18	-0,05			-0,03		-0,17		-0,14		-0,43	
Jul	0,30			0,18		0,29		-0,36		-1,20 *	
Jul 06	0,25			0,11		0,33		-0,45		-0,51	
Jul 12	0,32			0,15		0,36		-0,24		0,22	
Jul 18	0,36			0,30		0,26		-0,25		-1,77 *	
Aug	0,55 *			0,33 *		0,61 **		-0,36 *		-1,98 ***	
Aug 06	0,38 *			0,14		0,61 **		-0,57 **		-1,01 **	
Aug 12	0,64			0,32		0,66 *		-0,26		-1,66 ***	
Aug 18	0,55 **			0,49 **		0,60 **		-0,10		-2,83 ***	
Sep	-0,03			0,02		-0,08		-0,29		-0,50	
Sep 06	0,14			0,11		-0,06		-0,52 **		-0,50	
Sep 12	-0,25			-0,08		-0,28		0,00		-0,10	
Sep 18	0,13			0,11		0,28		-0,35 *		-1,19 **	
Okt	-0,03			0,02		-0,04		0,10		-0,67 *	
Okt 06	0,12			0,12		0,05		-0,10 *		-0,61 **	
Okt 12	-0,13			-0,08		-0,16		0,20		-0,21	
Okt 18	0,03			0,05		0,13		-0,02		-0,90 **	
Nov	-0,04			-0,03		0,00		-0,21		-0,52	
Nov 06	-0,08			-0,04		-0,20		-0,29		-0,34	
Nov 12	-0,06			-0,04		0,13		0,09		-0,41	
Nov 18	-0,02			-0,02		-0,02		-0,39		-0,69 *	
Dez	0,13			0,10		0,20		-0,10		-0,57 *	
Dez 06	0,21			0,16		0,26		-0,12		-0,55 *	
Dez 12	0,02			0,06		0,21		0,07		-0,68 *	
Dez 18	0,13			0,09		0,15		-0,22		-0,45	

Bremen

Tab. 4-12

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,19			0,12		0,21 *		-0,22		0,31	
Jahr 06	0,21 *			0,15 *		0,19		-0,19		0,39 *	
Jahr 12	0,20			0,08		0,35 **		-0,31 *		0,47	
Jahr 18	0,17			0,13		0,07		-0,18		0,07	
Jan	0,41			0,29		0,30		-0,23		0,25	
Jan 06	0,36			0,27		0,07		-0,23		0,33	
Jan 12	0,47			0,32		0,68 **		-0,05		0,14	
Jan 18	0,38			0,29		0,15		-0,27		0,29	
Feb	0,60			0,46		0,51		0,15		0,18	
Feb 06	0,67			0,51		0,41		0,11		0,27	
Feb 12	0,59			0,47		0,75 *		0,27		0,24	
Feb 18	0,52			0,42		0,23		0,07		-0,11	
Mrz	0,46			0,35		0,41		0,03		0,81	
Mrz 06	0,67 *			0,49 *		0,53 **		0,08		0,37	
Mrz 12	0,37			0,30		0,55		0,10		1,15 *	
Mrz 18	0,44			0,32		0,32		-0,07		0,48	
Apr	0,15	1977	1,33 ***	0,08	1,28 ***	0,21	1,31 *	-0,47 *	-0,45	0,52	-0,27
Apr 06	0,25 *	1977	1,28 ***	0,15	1,16 **	0,33	1,10 *	-0,35	-0,40	0,37	0,26
Apr 12	0,10	1977	1,26 *	0,01	1,30 **	0,27	1,41	-0,60	0,32	0,87	-0,24
Apr 18	0,09	1977	1,51 ***	0,09	1,43 ***	-0,02	1,26 **	-0,44 *	-1,04	0,26	-0,85
Mai	0,33			0,18		0,41		-0,55 ***		0,27	
Mai 06	0,30 *			0,17		0,65		-0,46 **		0,65	
Mai 12	0,46			0,16		0,59		-0,76 ***		0,48	
Mai 18	0,25			0,21		0,20		-0,44		-0,13	
Jun	-0,18			-0,20		-0,13		-0,14		1,06 *	
Jun 06	-0,05			-0,08		-0,14		-0,08		1,05 **	
Jun 12	-0,27			-0,31 *		0,01		-0,30		1,31	
Jun 18	-0,19			-0,19		-0,24		-0,11		0,94	
Jul	0,33			0,16		0,44		-0,43		-0,12	
Jul 06	0,22			0,11		0,44		-0,49 *		0,55	
Jul 12	0,39			0,11		0,47		-0,75 *		1,31	
Jul 18	0,32			0,21		0,26		-0,30		-0,56	
Aug	0,43			0,24		0,56 **		-0,39 *		-0,60	
Aug 06	0,23			0,12		0,57 **		-0,39		0,18	
Aug 12	0,62			0,23		0,75 **		-0,72 **		-0,50	
Aug 18	0,38			0,33		0,36		-0,04		-1,16 *	
Sep	-0,09			-0,06		-0,13		-0,30		0,80	
Sep 06	0,04			0,07		-0,06		-0,20		0,58 *	
Sep 12	-0,26			-0,18		-0,36		-0,64 *		1,28	
Sep 18	-0,01			-0,02		-0,03		-0,09		0,36	
Okt	-0,09			-0,07		-0,09		0,14		0,46	
Okt 06	-0,06			-0,02		-0,17		0,06		0,24	
Okt 12	-0,09			-0,12		0,20		0,17		0,60	
Okt 18	-0,13			-0,09		-0,21		0,26		0,32	
Nov	-0,05			-0,04		-0,04		-0,27		0,10	
Nov 06	-0,10			-0,04		-0,21		-0,16		0,14	
Nov 12	0,01			-0,05		0,25		-0,27		0,20	
Nov 18	-0,06			-0,02		-0,18		-0,37		0,03	
Dez	0,03			0,05		0,00		-0,19		0,01	
Dez 06	0,01			0,04		-0,16		-0,15		-0,09	
Dez 12	0,00			0,03		0,09		-0,13		-0,05	
Dez 18	0,04			0,05		-0,07		-0,32		0,18	

Cuxhaven

Tab. 4-13

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,22 *			0,19 **		0,17		0,11		-0,53 ***	
Jahr 06	0,25 **			0,21 **		0,17		0,04		-0,58 ***	
Jahr 12	0,20			0,18 *		0,17		0,17		-0,45 **	
Jahr 18	0,23 *			0,20 *		0,15		0,06		-0,66 ***	
Jan	0,48			0,37		0,30		0,32		-0,45	
Jan 06	0,43			0,35		0,12		0,32		-0,29	
Jan 12	0,46			0,38		0,42		0,46		-0,67	
Jan 18	0,50			0,37		0,24		0,20		-0,33	
Feb	0,73			0,54		0,58 *		0,30		-0,71	
Feb 06	0,68			0,52		0,42		0,28		-0,43	
Feb 12	0,75 *			0,57		0,78 **		0,39		-0,81	
Feb 18	0,71			0,54		0,43		0,27		-0,89 *	
Mrz	0,58 *			0,48 *		0,33		0,10		-0,13	
Mrz 06	0,72 **			0,53 **		0,49 *		0,04		-0,21	
Mrz 12	0,44			0,46 *		0,21		0,18		0,15	
Mrz 18	0,62 *			0,45 *		0,41		-0,06		-0,38	
Apr	0,27 *	1977	1,20 ***	0,24 *	1,20 ***	0,22	1,39 *	-0,28	0,27	-0,64	-1,76
Apr 06	0,33 **			0,25 **		0,23		-0,33		-0,59	
Apr 12	0,19	1977	1,21 **	0,21	1,41 ***	0,14	1,97	-0,11	1,22	-0,45	-2,62 *
Apr 18	0,30 *	1977	1,34 ***	0,28 *	1,25 ***	0,24	1,13 **	-0,44	-0,59	-1,02 *	-1,89
Mai	0,27 *			0,23		0,32		-0,31		-0,48	
Mai 06	0,25 *			0,24 *		0,31		-0,39		-0,52	
Mai 12	0,33			0,24		0,25		-0,36		-0,29	
Mai 18	0,26 *			0,23		0,43		-0,31		-0,70	
Jun	-0,11			-0,07		-0,28		-0,01		-0,04	
Jun 06	0,03			0,06		-0,25		0,02		-0,47	
Jun 12	-0,24			-0,14		-0,46		-0,03		0,36	
Jun 18	-0,09			-0,09		-0,31		-0,19		-0,01	
Jul	0,28			0,19		0,35		-0,16		-0,62	
Jul 06	0,23			0,18		0,39		-0,22		-0,74 **	
Jul 12	0,30			0,19		0,28		-0,21		0,36	
Jul 18	0,25			0,19		0,26		-0,09		-0,57	
Aug	0,32			0,26		0,45 *		0,02		-1,14 ***	
Aug 06	0,28 *			0,24 *		0,56 **		-0,25		-1,31 ***	
Aug 12	0,42			0,26		0,50 *		0,00		-1,01 ***	
Aug 18	0,30			0,28		0,35		0,15		-1,19 ***	
Sep	-0,07			0,01		-0,17		0,29		-0,30	
Sep 06	0,04			0,10		-0,04		0,29		-0,70 *	
Sep 12	-0,21			-0,05		-0,34		0,33		0,14	
Sep 18	0,00			0,01		0,01		0,28		-0,68	
Okt	-0,06			0,02		-0,04		0,67 *		-0,93 **	
Okt 06	-0,05			0,03		-0,08		0,45		-0,78 **	
Okt 12	-0,07			0,02		0,06		0,83 *		-0,96 *	
Okt 18	-0,05			0,01		-0,12		0,62 *		-1,17 ***	
Nov	-0,07			-0,01		-0,06		0,13		-0,47	
Nov 06	-0,07			-0,02		-0,14		0,05		-0,31	
Nov 12	-0,03			0,00		0,13		0,25		-0,54	
Nov 18	-0,08			0,00		-0,16		0,15		-0,58 *	
Dez	0,06			0,08		0,04		0,24		-0,50 *	
Dez 06	0,08			0,10		-0,05		0,24		-0,63 **	
Dez 12	0,02			0,08		0,05		0,33		-0,56 *	
Dez 18	0,09	1962	0,63 *	0,09	0,48 *	0,07	0,50	0,11	0,45	-0,40	-0,03

Düsseldorf

Tab. 4-14

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,29 **			0,21 **		0,35 ***		0,10		-0,33 *	
Jahr 06	0,23 *	1962	0,40 **	0,21 **	0,36 ***	0,27 **	0,40 *	0,22 *	0,30 *	-0,29 **	-0,24
Jahr 12	0,38 **			0,22 **		0,54 ***		-0,01		-0,17	
Jahr 18	0,25 *	1962	0,46 **	0,21 **	0,38 **	0,22	0,37 *	0,15	0,11	-0,53 **	-0,50
Jan	0,44			0,34		0,40 *		0,26		-0,55	
Jan 06	0,37			0,30		0,14		0,19		-0,32	
Jan 12	0,51 *			0,37 *		0,79 **		0,22		-0,50	
Jan 18	0,36			0,32		0,11		0,36		-0,55	
Feb	0,42			0,36		0,42		0,34		-0,60	
Feb 06	0,34			0,33		0,08		0,48		-0,65 *	
Feb 12	0,48			0,36		0,80 **		0,21		-0,31	
Feb 18	0,39			0,36		0,14		0,26		-0,82	
Mrz	0,38			0,34		0,30		0,24		0,35	
Mrz 06	0,45			0,36		0,31		0,34		0,32	
Mrz 12	0,37			0,35		0,30		0,19		0,50	
Mrz 18	0,39			0,31		0,35		0,23		0,25	
Apr	0,17	1977	0,94 *	0,12	0,92 *	0,30	0,88	-0,18	-0,30	-0,19	0,70
Apr 06	0,19	1977	0,96 *	0,17	0,90 *	0,30	0,96	0,13	0,20	-0,44	-0,34
Apr 12	0,22			0,11		0,45		-0,33		0,04	
Apr 18	0,11	1977	0,97 *	0,12	0,94 *	0,02	0,80	-0,14	-0,82	-0,47	1,02
Mai	0,48 *			0,32		0,57 *		-0,26		-0,28	
Mai 06	0,37 *			0,33 *		0,59		-0,02		-0,21	
Mai 12	0,64 *			0,34		0,68 *		-0,41		-0,02	
Mai 18	0,42			0,34		0,47		-0,25		-0,65	
Jun	0,15			0,04		0,28		-0,03		0,09	
Jun 06	0,08			0,11		0,12		0,17		0,18	
Jun 12	0,22			0,03		0,47 *		-0,01		0,20	
Jun 18	0,12			0,03		0,18		-0,22		-0,07	
Jul	0,62			0,32		0,75 *		-0,31		-0,84	
Jul 06	0,45			0,25		0,84 *		-0,23		-0,41	
Jul 12	0,85			0,34		0,96 **		-0,54		0,20	
Jul 18	0,60			0,38		0,72 *		-0,16		-1,17 *	
Aug	0,75 ***			0,42 **		0,90 ***		-0,23		-1,46 **	
Aug 06	0,40 **			0,25 *		0,84 ***		-0,24		-0,96 **	
Aug 12	1,12 ***			0,47 **		1,21 ***		-0,47		-1,30 **	
Aug 18	0,68 **			0,52 **		0,75 **		0,06		-2,06 ***	
Sep	0,02			0,04		0,03		0,06		0,24	
Sep 06	0,08			0,12		0,13		0,23		-0,12	
Sep 12	0,01			0,02		-0,04		-0,20		0,56	
Sep 18	-0,03			0,01		0,03		0,35		0,03	
Okt	-0,03			0,05		0,09		0,74 ***		-0,21	
Okt 06	0,02			0,13		0,00		0,91 ***		-0,35	
Okt 12	-0,04			0,03		0,29		0,66 **		-0,05	
Okt 18	-0,05			0,00		-0,04		0,73 ***		-0,28	
Nov	-0,01			0,03		0,05		0,25		-0,05	
Nov 06	-0,10			-0,01		-0,16		0,35		0,00	
Nov 12	0,07			0,06		0,37		0,30		-0,02	
Nov 18	-0,09			-0,01		-0,26		0,14		0,03	
Dez	0,12			0,14		0,08		0,35		-0,43	
Dez 06	0,11			0,14		-0,01		0,35		-0,47	
Dez 12	0,12			0,12		0,19		0,24		-0,25	
Dez 18	0,13	1962	0,79 *	0,15	0,65 *	0,07	0,54	0,38	0,44	-0,54 *	-0,35

Emden-Nesslerl.

Tab. 4-15

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,24 *			0,21 **		0,17		0,13		-0,31 *	
Jahr 06	0,24 **			0,23 ***		0,23 *		0,24		-0,28	
Jahr 12	0,22 *			0,18 *		0,11		0,04		-0,21	
Jahr 18	0,26 **			0,23 **		0,18 *		0,01		-0,61 **	
Jan	0,40			0,32		0,25		0,36		-0,16	
Jan 06	0,36			0,31		0,11		0,31		-0,09	
Jan 12	0,40 *			0,34		0,35		0,49		-0,28	
Jan 18	0,43			0,33		0,24		0,24		-0,33	
Feb	0,60			0,49		0,45		0,63		-0,41	
Feb 06	0,60			0,50		0,42		0,80		-0,10	
Feb 12	0,63 *			0,48		0,70 **		0,57		-0,51	
Feb 18	0,61			0,50		0,29		0,37		-0,78	
Mrz	0,52 *			0,47 *		0,33		0,36		-0,19	
Mrz 06	0,76 **			0,58 **		0,69 **		0,52		-0,26	
Mrz 12	0,37			0,41		0,17		0,35		-0,11	
Mrz 18	0,56 *			0,44 *		0,41 *		0,02		-0,54	
Apr	0,26	1977	0,96 *	0,24 *	0,98 **	0,12	1,14	-0,45	0,34	-0,65	0,78
Apr 06	0,31 **			0,26 *		0,26		-0,37		-0,51 *	
Apr 12	0,19			0,19		-0,11		-0,59		-0,41	
Apr 18	0,27	1977	1,13 **	0,26	1,06 **	0,17	0,91	-0,56	-0,26	-0,93	0,56
Mai	0,33 *			0,26		0,32		-0,33		-0,44	
Mai 06	0,19 *			0,23 *		0,43		0,08		-0,28	
Mai 12	0,42 *			0,23		0,29		-0,59		-0,22	
Mai 18	0,31 *			0,29		0,30		-0,46		-0,87	
Jun	-0,01			0,01		-0,17		-0,06		0,04	
Jun 06	0,00			0,05		-0,08		0,20		-0,09	
Jun 12	-0,03			-0,05		-0,21		-0,28		0,15	
Jun 18	-0,04			0,00		-0,28		-0,27		-0,14	
Jul	0,40			0,29		0,41		-0,17		-0,68 *	
Jul 06	0,20			0,20		0,48		-0,06		-0,41	
Jul 12	0,46			0,28		0,25		-0,37		0,15	
Jul 18	0,43			0,35		0,47		-0,13		-0,94 *	
Aug	0,41			0,33 *		0,47 *		-0,03		-1,09 **	
Aug 06	0,25 *			0,28 *		0,48 *		0,12		-0,82 **	
Aug 12	0,51			0,32 *		0,41		-0,19		-1,07 **	
Aug 18	0,40 *			0,35 *		0,45 *		-0,07		-1,50 ***	
Sep	-0,03			0,05		-0,11		0,02		0,22	
Sep 06	0,12			0,18		0,05		0,02		-0,05	
Sep 12	-0,17			-0,05		-0,38 *		-0,25		0,71	
Sep 18	0,06			0,07		0,13		0,04		-0,23	
Okt	-0,04			0,04		-0,08		0,72 *		-0,21	
Okt 06	0,11			0,13		0,15		0,73 *		-0,34	
Okt 12	-0,18			-0,07		-0,29		0,74 *		0,16	
Okt 18	0,00			0,07		-0,02		0,57 **		-0,62 *	
Nov	-0,04			0,01		-0,02		0,25		-0,13	
Nov 06	-0,03			0,03		-0,12		0,27		-0,16	
Nov 12	0,02			0,02		0,16		0,24		-0,17	
Nov 18	-0,06			0,02		-0,12		0,16		-0,20	
Dez	0,04			0,08		0,00		0,31		-0,05	
Dez 06	-0,01			0,05		-0,10		0,28		-0,19	
Dez 12	-0,02			0,06		-0,07		0,39		0,03	
Dez 18	0,11			0,11		0,04		0,18		-0,18	

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,26 *			0,20 **		0,25 **		-0,54 *		0,17	
Jahr 06	0,25 **			0,20 **		0,23 **		-0,50 *		0,10	
Jahr 12	0,25 *			0,18 *		0,29 *		-0,57 *		0,26	
Jahr 18	0,27 **			0,21 **		0,26 **		-0,55 *		0,10	
Jan	0,87 *			0,56 *		0,74 *		-1,20 *		-1,03	
Jan 06	0,84 *			0,59 *		0,65 **		-1,24		-1,35	
Jan 12	0,94 *			0,55 *		0,82 *		-1,28 *		-0,97	
Jan 18	0,78 *			0,55 *		0,55 *		-1,19 *		-0,96	
Feb	0,70			0,48		0,57		-1,02		-0,79	
Feb 06	0,68			0,48		0,52		-0,90		-1,03	
Feb 12	0,71			0,46		0,66 *		-0,90		-0,72	
Feb 18	0,72			0,51		0,48		-1,29 *		-0,93	
Mrz	0,14			0,13		0,10		-0,21		1,22	
Mrz 06	0,16			0,14		0,23		-0,05		1,16	
Mrz 12	0,06			0,10		0,05		-0,21		1,33	
Mrz 18	0,22			0,15		0,19		-0,27		1,16	
Apr	0,01	1977	1,07 *	-0,03	0,92 *	0,05	0,83	-0,71	0,17	0,86	-0,26
Apr 06	-0,03			-0,04		-0,09		-0,69		0,87	
Apr 12	0,04			-0,05		0,15		-0,82		0,80	
Apr 18	0,00	1977	1,31 *	-0,02	1,05 *	-0,06	0,81	-0,61	-0,17	0,94	-0,67
Mai	0,43	1962	0,72 *	0,30	0,60 *	0,48	0,95 *	-0,66	-0,51	0,43	-0,25
Mai 06	0,48 *	1962	0,74 **	0,32	0,58 *	0,64	1,04 *	-0,79	-0,56	0,11	-0,19
Mai 12	0,38			0,28		0,45		-0,70		0,49	
Mai 18	0,39	1962	0,75 *	0,29	0,59 *	0,45	0,95 **	-0,36	-0,35	0,52	-0,12
Jun	0,01			0,03		0,14		0,01		0,00	
Jun 06	-0,15			-0,01		-0,24		0,43		0,15	
Jun 12	0,09			0,01		0,36		-0,12		0,08	
Jun 18	0,03			0,06		0,12		-0,36		-0,02	
Jul	0,20			0,22		0,28		-0,28		0,09	
Jul 06	0,15			0,21		0,12		-0,07		0,13	
Jul 12	0,22			0,20		0,37		-0,37		0,08	
Jul 18	0,20			0,22		0,26		-0,34		0,05	
Aug	0,56 ***			0,49 ***		0,74 ***		-1,04 **		-0,72	
Aug 06	0,52 ***			0,46 ***		0,72 **		-1,11 ***		-0,65	
Aug 12	0,60 **			0,48 **		0,92 **		-0,99 *		-0,44	
Aug 18	0,52 ***			0,51 ***		0,65 ***		-1,10 *		-0,89	
Sep	0,00			-0,01		-0,02		-0,43		0,26	
Sep 06	0,00			-0,01		-0,06		-0,57		0,18	
Sep 12	-0,02			-0,01		-0,03		-0,46		0,15	
Sep 18	0,04			0,00		0,01		-0,21		0,04	
Okt	0,08			0,11		-0,13		-0,09		0,65	
Okt 06	0,15			0,13		0,04		-0,10		0,64	
Okt 12	-0,01			0,07		-0,30		-0,07		0,87	
Okt 18	0,22			0,16		0,32		-0,19		0,36	
Nov	-0,06			-0,04		-0,01		-0,43		0,34	
Nov 06	-0,03			-0,01		-0,04		-0,43		0,15	
Nov 12	-0,04			-0,05		0,19		-0,57		0,44	
Nov 18	-0,10			-0,06		-0,12		-0,18		0,38	
Dez	0,18			0,14		0,06		-0,42		0,69	
Dez 06	0,21			0,15		0,22		-0,46		0,70	
Dez 12	0,10			0,11		-0,19		-0,34		0,85	
Dez 18	0,26			0,16		0,27		-0,50		0,41	

Frankfurt/M.

Tab. 4-17

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,36 ***			0,29 ***		0,36 ***		-0,17		-0,80 ***	
Jahr 06	0,38 ***			0,36 ***		0,38 **		0,04		-0,83 ***	
Jahr 12	0,36 ***			0,21 **		0,40 ***		-0,37		-0,40 *	
Jahr 18	0,35 **			0,30 ***		0,30 **		-0,11		-1,09 ***	
Jan	0,60 *			0,44		0,46 *		-0,30		-0,72 *	
Jan 06	0,60			0,44		0,31		-0,27		-0,56 *	
Jan 12	0,55 *			0,39		0,70 *		-0,34		-0,49	
Jan 18	0,61			0,48 *		0,32		-0,26		-0,90 *	
Feb	0,56			0,43		0,50		-0,12		-0,81 *	
Feb 06	0,49			0,41		0,18		-0,06		-0,62 *	
Feb 12	0,53			0,40		0,74 *		-0,03		-0,58	
Feb 18	0,60			0,48		0,38		-0,25		-1,20 **	
Mrz	0,48			0,43 *		0,35		0,08		-0,28	
Mrz 06	0,82 **			0,64 ***		0,71 **		0,17		-0,69	
Mrz 12	0,22			0,28		0,16		0,05		0,41	
Mrz 18	0,49			0,41		0,44		0,05		-0,32	
Apr	0,16	1977	1,23 **	0,11	1,18 **	0,24	1,09	-0,35	-0,54	-0,64	-1,09
Apr 06	0,23	1977	1,10 **	0,25 *	1,10 **	0,33	0,79	0,08	-0,12	-0,89 *	-0,36
Apr 12	0,17			-0,01		0,36		-0,80 **		-0,08	
Apr 18	0,06	1977	1,31 **	0,07	1,27 **	-0,02	1,26 **	-0,25	-0,79	-0,79	-1,77
Mai	0,39			0,30		0,42		-0,38		-0,36	
Mai 06	0,39 *			0,41 *		0,72 *		0,08		-0,86	
Mai 12	0,46			0,24		0,27		-0,71 *		-0,02	
Mai 18	0,34			0,26		0,35		-0,44		-0,35	
Jun	0,18			0,11		0,38		-0,11		-0,92 *	
Jun 06	0,10			0,18		0,20		0,13		-0,90 **	
Jun 12	0,24			0,02		0,55 *		-0,39 *		-0,48	
Jun 18	0,18			0,10		0,29		-0,04		-1,26 *	
Jul	0,43			0,26		0,45		-0,36		-1,06	
Jul 06	0,36			0,31		0,53		0,03		-1,07 **	
Jul 12	0,58			0,24		0,57		-0,66 *		-0,48	
Jul 18	0,37			0,26		0,35		-0,37		-1,32	
Aug	0,84 ***			0,54 ***		0,83 ***		-0,45 *		-2,25 ***	
Aug 06	0,54 ***			0,47 ***		0,91 ***		-0,06		-1,72 ***	
Aug 12	1,12 ***			0,52 ***		0,83 **		-0,87 **		-1,87 **	
Aug 18	0,77 ***			0,59 ***		0,78 ***		-0,24		-2,76 ***	
Sep	0,11			0,17		0,09		-0,13		-0,74 *	
Sep 06	0,23 *			0,32 **		0,22		0,23		-0,87 ***	
Sep 12	-0,02			0,02		-0,19		-0,52		-0,07	
Sep 18	0,13			0,17		0,21		0,04		-1,37 *	
Okt	0,16			0,22		0,14		0,24		-0,53 *	
Okt 06	0,38			0,40 *		0,35		0,39 *		-0,77 ***	
Okt 12	0,02			0,08		-0,02		0,06		-0,09	
Okt 18	0,20			0,27		0,23		0,41 *		-1,13 **	
Nov	0,11			0,10		0,16		-0,11		-0,39	
Nov 06	0,08			0,10		-0,11		-0,19		-0,24	
Nov 12	0,09			0,03		0,47 *		-0,03		-0,15	
Nov 18	0,13			0,15		0,00		-0,06		-0,81 **	
Dez	0,35	1962	1,00 *	0,31	0,84 *	0,25	0,74 *	-0,01	0,25	-0,86 **	-0,61
Dez 06	0,37	1962	1,07 *	0,33	0,86 *	0,14	0,80	-0,05	0,24	-0,78 **	-0,38
Dez 12	0,30	1962	0,87 **	0,26	0,79 **	0,33	0,55	-0,15	0,06	-0,73 *	-0,71
Dez 18	0,37	1962	1,06 *	0,34	0,86 *	0,23	0,88 *	0,07	0,29	-0,88 **	-0,66

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,12	1977	0,97 **	0,32 ***	0,77 ***	0,13	0,81 **	0,96 ***	-0,31	-0,96 ***	-1,45 *
Jahr 06	0,23 **	1962	0,48 ***	0,35 ***	0,51 ***	0,25 **	0,38 **	0,94 ***	0,45 *	-1,00 ***	-1,18 ***
Jahr 12	-0,11	1977	1,41 ***	0,23 *	0,97 ***	-0,14	1,12 **	0,89 ***	-0,64 **	-0,74 **	-1,80 *
Jahr 18	0,27 **	1962	0,50 ***	0,36 ***	0,50 ***	0,35 ***	0,45 **	1,02 ***	0,40	-1,22 ***	-1,33 ***
Jan	0,37			0,43		0,44 *		1,00 *		-0,73	
Jan 06	0,43			0,43		0,47		0,99 *		-0,77	
Jan 12	0,18			0,37		0,29		0,89 *		-0,57	
Jan 18	0,50			0,48		0,49		0,92 *		-0,73	
Feb	0,42			0,50		0,48		1,05 **		-0,99 *	
Feb 06	0,53			0,51		0,54		1,13 **		-1,01 *	
Feb 12	0,20			0,42		0,38		1,03 **		-0,88	
Feb 18	0,58			0,55		0,63		0,96 **		-0,94	
Mrz	0,14			0,37		0,12		1,28 ***		-0,93	
Mrz 06	0,55			0,54 *		0,68 **		1,29 ***		-1,38 **	
Mrz 12	-0,27			0,22		-0,48		1,30 ***		-0,55	
Mrz 18	0,33			0,37		0,50 *		1,24 ***		-1,16	
Apr	-0,18	1977	1,28 **	0,11	1,19 **	-0,21	1,01	0,87 **	-0,48	-0,68	-1,35
Apr 06	0,01	1977	0,83 *	0,21	0,93 **	-0,02	0,22	0,85 **	0,11	-1,00 **	-0,69
Apr 12	-0,43	1977	1,82 **	0,02	1,44 **	-0,57	1,53	0,59	-1,11	-0,64	-1,84
Apr 18	0,01	1977	1,23 **	0,13	1,25 **	0,09	0,94	1,11 **	-0,54	-1,00	-1,68
Mai	0,04	1977	2,02 *	0,32	1,51 *	0,01	2,06 *	0,87 ***	-0,79 *	-0,33	-1,27
Mai 06	0,05	1977	1,39 *	0,31 *	1,29 **	0,06	1,83	0,88 ***	-0,40	-0,56	-1,07
Mai 12	-0,13	1977	2,82 **	0,26	1,77 *	-0,30	2,39 *	0,70 *	-1,16 *	-0,01	-1,76
Mai 18	0,15	1977	1,67 *	0,34	1,52 *	0,13	1,77	1,12 ***	-0,78	-0,51	-1,18
Jun	-0,14			0,20		-0,02		1,08 ***		-1,27 **	
Jun 06	-0,22			0,10		-0,30		0,92 ***		-0,77 *	
Jun 12	-0,32			0,15		-0,14		1,03 ***		-1,13 *	
Jun 18	0,01			0,26		0,05		1,21 ***		-1,56 **	
Jul	0,04			0,30		0,04		0,88 ***		-0,68	
Jul 06	-0,05			0,21		-0,08		0,83 ***		-0,49	
Jul 12	-0,08			0,24		-0,05		0,78 **		-1,13	
Jul 18	0,20			0,36 *		0,15		0,94 ***		-1,14 *	
Aug	0,52 *	1977	2,06 **	0,56 ***	1,46 ***	0,44 *	1,53 **	0,63 ***	-0,07	-1,50 ***	-2,54
Aug 06	0,43 **			0,47 ***		0,45 *		0,41 *		-1,31 ***	
Aug 12	0,46	1977	3,07 ***	0,52 **	1,78 ***	0,29	1,78 *	0,52 *	-0,58	-1,32 **	-2,53
Aug 18	0,70 **			0,65 ***		0,74 ***		0,95 ***		-1,96 **	
Sep	-0,15			0,13		-0,09		0,81 ***		-1,00 **	
Sep 06	0,07			0,24		0,02		0,72 ***		-1,16 ***	
Sep 12	-0,44			0,04		-0,34		0,70 **		-0,74 *	
Sep 18	0,06			0,18		0,22		0,90 ***		-1,65 ***	
Okt	0,01			0,30 *		-0,05		1,17 ***		-1,03 **	
Okt 06	0,40 **			0,51 ***		0,50 **		1,31 ***		-1,42 ***	
Okt 12	-0,48			0,13		-0,79		1,15 ***		-0,63	
Okt 18	0,27 *			0,36 *		0,56 ***		1,03 ***		-1,38 ***	
Nov	0,02			0,16		0,12		0,88 *		-1,08 *	
Nov 06	0,12			0,23		0,17		1,00 *		-1,08 **	
Nov 12	-0,12			0,07		0,18		0,84 *		-0,74	
Nov 18	0,04			0,19		0,01		0,86 *		-1,30 **	
Dez	0,31	1962	1,13 **	0,43	1,05 **	0,32	0,95 **	1,02 *	0,47	-1,27 **	-1,46 **
Dez 06	0,43	1962	1,29 **	0,45	1,05 **	0,50	1,22 **	0,95 *	0,56	-1,07 **	-1,07 *
Dez 12	0,04	1962	0,93 **	0,36	1,07 **	-0,11	0,65	1,09 *	0,49	-1,24 **	-1,82 ***
Dez 18	0,44	1962	1,25 **	0,45	1,04 **	0,60 *	1,25 **	1,03 *	0,37	-1,33 **	-1,61 *

Freudenstadt

Tab. 4-19

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,25 **			0,18 *		0,13 *		-0,34		-0,40	
Jahr 06	0,19 *			0,14 *		0,09		-0,36		-0,29	
Jahr 12	0,39 **			0,22 **		0,23		-0,60 *		-0,59 *	
Jahr 18	0,22 **			0,18 *		0,17 *		-0,29		-0,53 *	
Jan	0,52			0,37		0,39		-0,41		-0,46	
Jan 06	0,47			0,35		0,19		-0,53		-0,58	
Jan 12	0,64 *			0,43 *		0,79 *		-0,48		-0,64	
Jan 18	0,50			0,38		0,15		-0,53		-0,37	
Feb	0,55			0,40		0,42		-0,34		-0,95 *	
Feb 06	0,46			0,36		0,12		-0,46		-1,15 *	
Feb 12	0,69			0,45		0,70		-0,55		-1,07	
Feb 18	0,52			0,40		0,30		-0,21		-1,00 *	
Mrz	0,21			0,19		0,02		-0,02		0,44	
Mrz 06	0,28			0,25		0,19		0,03		0,25	
Mrz 12	0,21			0,19		-0,11		-0,27		0,42	
Mrz 18	0,19			0,16		0,17		0,01		0,51	
Apr	0,05			-0,02		-0,06		-0,51 *		-0,01	
Apr 06	-0,04			-0,09		-0,07		-0,38		0,21	
Apr 12	0,25			0,07		0,11		-0,90 **		-0,45	
Apr 18	-0,04	1977	1,22 *	-0,05	1,31 **	-0,11	1,05 *	-0,32	1,43 *	0,09	-1,38
Mai	0,40 *			0,27		0,28		-0,68 **		-0,34	
Mai 06	0,29			0,20		0,33		-0,51		-0,13	
Mai 12	0,65 **			0,36		0,26		-1,15 ***		-0,48	
Mai 18	0,31	1962	0,52 *	0,27	0,56 *	0,31	0,63	-0,65 **	-0,04	-0,55	-1,25
Jun	0,14			0,04		0,08		-0,46 *		-0,86 *	
Jun 06	-0,05			-0,04		-0,30		-0,46		-0,23	
Jun 12	0,28			0,05		0,21		-0,75 **		-1,00 *	
Jun 18	0,17			0,11		0,21		-0,55 *		-1,34 **	
Jul	0,33			0,18		0,15		-0,59 *		-0,40	
Jul 06	0,12			0,07		-0,17		-0,56		0,13	
Jul 12	0,62			0,25		0,43		-0,87 **		-1,00	
Jul 18	0,31			0,23		0,27		-0,69 *		-0,79	
Aug	0,73 ***			0,46 **		0,66 ***		-0,58 *		-1,41 **	
Aug 06	0,43 ***			0,27 *		0,64 **		-0,68 *		-0,67 *	
Aug 12	1,19 ***			0,58 ***		0,95 ***		-0,89 **		-1,88 ***	
Aug 18	0,59 ***			0,52 ***		0,65 ***		-0,44		-1,66 **	
Sep	-0,04			-0,03		-0,18		-0,40		-0,39	
Sep 06	-0,06			-0,04		-0,15		-0,28		-0,37	
Sep 12	0,10			0,03		-0,13		-0,84 *		-0,69	
Sep 18	-0,05			-0,05		-0,06		-0,20		-0,45	
Okt	-0,03			0,06		-0,27		0,01		0,04	
Okt 06	0,14			0,12		0,04		-0,11		-0,39	
Okt 12	-0,09			0,05		-0,63		-0,25		0,09	
Okt 18	0,09			0,08		0,17		0,12		-0,20	
Nov	-0,05			0,00		-0,01		-0,09		-0,39	
Nov 06	-0,02			0,00		-0,03		-0,25		-0,48	
Nov 12	0,09			0,06		0,33		-0,26		-0,45	
Nov 18	-0,14			-0,04		-0,23		-0,01		-0,49	
Dez	0,16			0,18		0,07		0,03		-0,16	
Dez 06	0,26	1962	0,87 *	0,20	0,78 *	0,21	0,88 *	-0,16	0,99	-0,08	0,41
Dez 12	0,05			0,17		-0,17		-0,02		-0,27	
Dez 18	0,22	1962	0,92 *	0,18	0,77 *	0,22	0,87 *	0,03	0,71	-0,17	0,11

Garmisch-Partenk.

Tab. 4-20

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,19 *			0,00		0,06		-0,49 ***		0,82 ***	
Jahr 06	-0,01			-0,15		-0,11		-0,50 ***		1,67 ***	
Jahr 12	0,46 ***			0,14		0,28 *		-0,60 ***		0,13	
Jahr 18	0,12			0,05		0,01		-0,40 ***		0,48	
Jan	0,20			-0,04		0,12		-0,54 ***		1,83 ***	
Jan 06	-0,05			-0,12		-0,35		-0,57 ***		1,74 **	
Jan 12	0,57 *			0,12		0,79		-0,44 ***		2,08 ***	
Jan 18	0,05			0,01		-0,34		-0,54 ***		1,54 ***	
Feb	0,41			0,16		0,23		-0,59 ***		1,16	
Feb 06	-0,07			-0,11		-0,40		-0,58 ***		2,02 ***	
Feb 12	0,89			0,43		0,87		-0,57 ***		-0,16	
Feb 18	0,25			0,15		-0,03		-0,54 ***		1,09	
Mrz	0,31			0,11		0,10		-0,62 ***		1,14 *	
Mrz 06	0,17			-0,04		0,01		-0,78 ***		2,36 ***	
Mrz 12	0,55			0,30		0,29		-0,60 ***		-0,16	
Mrz 18	0,27			0,14		0,15		-0,50 ***		0,83	
Apr	0,12	1977	1,14 *	-0,05	1,05 *	0,00	0,89	-0,60 ***	-0,05	0,05	-2,17
Apr 06	-0,08	1977	1,10 **	-0,31	1,05 **	-0,09	0,89	-0,56 ***	0,30	1,91 ***	-1,83 **
Apr 12	0,34	1977	1,46 *	0,08	1,18 *	0,14	0,89	-0,83 ***	-0,44	-1,01	-2,89
Apr 18	0,11	1977	1,10 *	0,04	1,15 *	0,01	0,98 *	-0,55 ***	0,17	-0,50	-2,83
Mai	0,50 **			0,28 *		0,51 *		-0,41 ***		-0,10	
Mai 06	0,29 *			0,02		0,40		-0,47 **		1,76 ***	
Mai 12	0,76 **			0,40 *		0,72 *		-0,57 **		-0,97	
Mai 18	0,42 **			0,37 *		0,45 *		-0,29 *		-0,67	
Jun	0,21			-0,01		0,15		-0,43 ***		-0,24	
Jun 06	0,00			-0,17		0,01		-0,29 *		1,24 ***	
Jun 12	0,34			0,05		0,14		-0,69 ***		-0,83	
Jun 18	0,29			0,12		0,36		-0,39 ***		-1,15 **	
Jul	0,30			0,09		0,25		-0,36 ***		0,17	
Jul 06	0,11			-0,13		0,29		-0,30 **		1,68 ***	
Jul 12	0,56			0,20		0,40		-0,56 ***		-0,83	
Jul 18	0,28			0,17		0,24		-0,34 **		-0,30	
Aug	0,47 **			0,21		0,39		-0,34 ***		0,13	
Aug 06	0,17			-0,04		0,24		-0,38 ***		1,39 ***	
Aug 12	0,76 **			0,33 *		0,59 *		-0,43 **		-0,60	
Aug 18	0,40 **			0,31 *		0,35 **		-0,26		-0,49	
Sep	-0,07			-0,19		-0,31		-0,53 ***		0,92 **	
Sep 06	-0,23			-0,32 *		-0,51 *		-0,49 **		1,30 ***	
Sep 12	0,22			-0,03		-0,25		-0,82 ***		-0,16	
Sep 18	-0,10			-0,17		-0,18		-0,37 ***		0,98 *	
Okt	0,14			0,02		-0,14		-0,51 ***		0,83 *	
Okt 06	0,06			-0,02		-0,10		-0,46 ***		0,98 *	
Okt 12	0,47			0,19		-0,06		-0,74 ***		-0,29	
Okt 18	0,04			-0,01		0,00		-0,33 *		0,85	
Nov	-0,28			-0,36 *		-0,36 *		-0,51 ***		1,99 ***	
Nov 06	-0,47 *			-0,42 *		-0,63 **		-0,51 ***		1,79 ***	
Nov 12	-0,03			-0,25		-0,15		-0,52 ***		1,60 *	
Nov 18	-0,41 *			-0,36 *		-0,55 **		-0,39 ***		1,96 ***	
Dez	-0,08			-0,17		-0,25		-0,45 **		2,01 ***	
Dez 06	-0,10			-0,18		-0,26		-0,62 ***		1,86 ***	
Dez 12	0,06			-0,14		-0,17		-0,43 ***		2,65 ***	
Dez 18	-0,15			-0,15		-0,35		-0,32 *		1,61 ***	

Gießen

Tab. 4-21

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,20 *			0,22 **		0,05		0,18 **		0,13	
Jahr 06	0,19 *			0,21 **		0,06		0,19 **		0,46 **	
Jahr 12	0,22 *			0,27 ***		0,04		0,19 *		-0,11	
Jahr 18	0,20 *			0,19 **		0,09		0,11 *		0,15	
Jan	0,36			0,32		0,18		0,20		0,50	
Jan 06	0,33			0,28		0,08		0,14		0,72 **	
Jan 12	0,33			0,34		0,23		0,25		0,32	
Jan 18	0,41			0,35		0,17		0,20		0,37	
Feb	0,38			0,36		0,23		0,27		0,19	
Feb 06	0,34			0,30		0,09		0,18		0,77 **	
Feb 12	0,46			0,43		0,47		0,22		-0,16	
Feb 18	0,36			0,34		0,19		0,29		0,16	
Mrz	0,29			0,37		0,06		0,47 **		0,56	
Mrz 06	0,53 *			0,44 *		0,41 *		0,37 *		0,72	
Mrz 12	0,08			0,36		-0,40		0,58 *		0,41	
Mrz 18	0,38			0,29		0,38		0,30		0,82	
Apr	0,00	1977	1,28 **	0,09	1,13 **	-0,10	1,31 *	0,08	-0,33	0,12	0,19
Apr 06	0,01	1977	1,05 **	0,07	0,84 *	-0,26	0,82	0,11	-0,10	0,74	2,14
Apr 12	-0,06	1977	1,48 *	0,13	1,33 **	-0,17	1,78	0,11	-0,44	-0,22	-1,21
Apr 18	0,02	1977	1,18 **	0,03	1,11 **	-0,09	1,05 *	0,01	-0,37	0,18	0,25
Mai	0,35	1962	0,66 *	0,34	0,54 *	0,17	0,50	-0,01	-0,14	0,13	-0,23
Mai 06	0,26			0,34 **		0,23		0,17		0,40	
Mai 12	0,42	1962	1,00 *	0,41 *	0,73 *	0,07	0,60	-0,08	-0,19	-0,06	-0,85
Mai 18	0,30			0,31		0,07		-0,15		0,14	
Jun	-0,05			0,08		-0,20		0,27 *		-0,12	
Jun 06	-0,05			0,14		-0,35		0,35 ***		0,09	
Jun 12	0,00			0,06		-0,04		0,22		-0,10	
Jun 18	0,01			0,08		-0,21		0,23		-0,45	
Jul	0,30			0,25		0,12		0,02		-0,35	
Jul 06	0,13			0,21		-0,01		0,24 *		0,09	
Jul 12	0,46			0,34		0,24		-0,06		-0,10	
Jul 18	0,28			0,24		0,17		-0,01		-0,61	
Aug	0,66 **			0,48 ***		0,54 *		-0,02		-1,37 **	
Aug 06	0,37 **			0,24 *		0,67 **		-0,02		-0,19	
Aug 12	0,93 **			0,61 ***		0,48		-0,14		-1,61 **	
Aug 18	0,62 **			0,53 **		0,60 **		0,04		-1,68 **	
Sep	-0,03			0,10		-0,20		0,13		0,28	
Sep 06	0,08			0,15		-0,04		0,18		0,44	
Sep 12	-0,13			0,13		-0,36		0,17		0,04	
Sep 18	0,00			-0,01		0,05		0,02		0,51	
Okt	-0,05			0,08		-0,17		0,36 **		0,45	
Okt 06	0,17			0,20		0,14		0,32 *		0,30	
Okt 12	-0,11			0,12		-0,22		0,48 **		0,02	
Okt 18	-0,04			-0,03		-0,06		0,20		0,89	
Nov	-0,06			0,00		-0,11		0,18		0,65 *	
Nov 06	-0,09			-0,01		-0,25		0,12		0,87 ***	
Nov 12	0,04			0,07		0,08		0,21		0,27	
Nov 18	-0,08			-0,03		-0,19		0,01		0,77 *	
Dez	0,18	1962	0,84 *	0,19	0,71 *	0,06	0,54	0,20	0,21	0,52 *	1,14 **
Dez 06	0,17	1962	0,87 *	0,17	0,71 *	-0,04	0,46	0,07	0,01	0,62 *	1,27 ***
Dez 12	0,18	1962	0,81 **	0,24	0,76 *	0,08	0,57	0,28	0,30	0,27	0,78 *
Dez 18	0,17	1962	0,81 *	0,17	0,68 *	0,00	0,43	0,16	0,19	0,71 *	1,42 ***

Göttingen

Tab. 4-22

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,22 *			0,18 *		0,25 *		0,05		-0,46 *	
Jahr 06	0,26 **			0,21 **		0,24 *		0,04		-0,30 **	
Jahr 12	0,17			0,11		0,26 *		-0,10		-0,28	
Jahr 18	0,23 *			0,23 **		0,26 *		0,28		-0,77 **	
Jan	0,47			0,34		0,33		-0,29		-0,27	
Jan 06	0,44			0,31		0,18		-0,38		-0,01	
Jan 12	0,42			0,31		0,48		-0,26		-0,35	
Jan 18	0,47			0,38		0,20		-0,14		-0,42	
Feb	0,56			0,45		0,50		0,12		-0,45	
Feb 06	0,55			0,45		0,29		0,13		-0,06	
Feb 12	0,45			0,39		0,63 *		0,30		-0,28	
Feb 18	0,54			0,46		0,32		-0,03		-0,88 *	
Mrz	0,43			0,39		0,24		0,18		0,12	
Mrz 06	0,75 **			0,58 *		0,65 **		0,20		-0,07	
Mrz 12	0,20			0,26		0,01		0,16		0,44	
Mrz 18	0,43			0,36		0,38		0,39		-0,19	
Apr	0,14	1977	0,75 *	0,09	0,97 **	0,11	0,95	-0,27	2,08 *	-0,17	1,65
Apr 06	0,19			0,19		0,05		-0,10		-0,21	
Apr 12	0,08			0,00		0,06		-0,61 *		0,07	
Apr 18	0,11	1977	0,95 **	0,12	1,06 **	0,10	0,80 *	-0,02	1,97	-0,46	2,07
Mai	0,34			0,27		0,49 *		0,06		-0,61	
Mai 06	0,30			0,20		0,50		-0,03		-0,49	
Mai 12	0,39			0,23		0,39		-0,25		-0,44	
Mai 18	0,32			0,34 *		0,58 *		0,37		-0,75	
Jun	-0,16			-0,11		0,01		0,18		0,09	
Jun 06	-0,05			0,02		-0,11		0,18		-0,35	
Jun 12	-0,35			-0,27		-0,08		-0,08		0,70	
Jun 18	-0,13			-0,07		0,01		0,40 *		0,02	
Jul	0,25			0,16		0,43		0,06		-0,96	
Jul 06	0,15			0,03		0,37		-0,05		-0,36	
Jul 12	0,34			0,18		0,55		-0,09		-0,99	
Jul 18	0,26			0,26		0,54		0,43 *		-1,35	
Aug	0,53 **			0,35 **		0,73 ***		0,10		-1,88 ***	
Aug 06	0,32 *			0,12		0,79 ***		-0,02		-0,87 ***	
Aug 12	0,73 *			0,38 *		0,91 **		-0,13		-1,98 ***	
Aug 18	0,53 **			0,52 **		0,68 ***		0,56 **		-2,75 ***	
Sep	-0,03			0,09		0,03		0,28		-0,36	
Sep 06	0,19			0,27		0,08		0,27		-0,45 *	
Sep 12	-0,21			-0,08		-0,13		-0,02		0,18	
Sep 18	0,04			0,12		0,18		0,71 **		-0,94	
Okt	-0,04			0,04		-0,03		0,42		-0,28	
Okt 06	0,15			0,19		0,10		0,36		-0,32	
Okt 12	-0,14			-0,10		0,01		0,23		-0,03	
Okt 18	0,00			0,07		0,10		0,68 *		-0,57 *	
Nov	-0,04			-0,03		-0,03		-0,16		-0,28	
Nov 06	-0,09			-0,03		-0,16		-0,12		-0,07	
Nov 12	0,00			-0,07		0,23		-0,18		-0,29	
Nov 18	-0,01			0,02		-0,08		-0,09		-0,50	
Dez	0,16			0,14		0,12		-0,11		-0,42 *	
Dez 06	0,19			0,17		0,05		-0,01		-0,37	
Dez 12	0,07			0,07		0,07		-0,23		-0,37	
Dez 18	0,15			0,16		0,06		0,04		-0,44	

Hamburg-Fuhlsb.

Tab. 4-23

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,26 *	1962	0,52 ***	0,15	0,34 **	0,31 **	0,50 ***	-0,32 ***	-0,58 ***	-0,35	-1,06 **
Jahr 06	0,25 *			0,16 *		0,22 *		-0,31 ***		-0,38	
Jahr 12	0,30 *	1962	0,57 **	0,11	0,31 *	0,52 ***	0,76 ***	-0,38 ***	-0,61 ***	-0,10	-1,10 **
Jahr 18	0,21	1962	0,51 ***	0,15	0,39 **	0,13	0,34 *	-0,31 *	-0,69 ***	-0,56 *	-1,23 **
Jan	0,44			0,32		0,29		-0,18		-0,42	
Jan 06	0,36			0,28		0,01		-0,25		-0,26	
Jan 12	0,51 *			0,32		0,72 **		-0,15		-0,37	
Jan 18	0,42			0,32		0,07		-0,24		-0,47	
Feb	0,73			0,54		0,62		-0,01		-0,70 *	
Feb 06	0,74			0,57		0,39		-0,06		-0,50	
Feb 12	0,71 *			0,50		0,88 **		0,05		-0,43	
Feb 18	0,64			0,51		0,38		-0,01		-0,94 **	
Mrz	0,53 *			0,38		0,48 *		-0,27		0,26	
Mrz 06	0,69 *			0,48 *		0,53 *		-0,32		-0,24	
Mrz 12	0,44			0,31		0,67 *		-0,21		0,82	
Mrz 18	0,51			0,36		0,36		-0,27		-0,12	
Apr	0,24 *	1977	1,41 ***	0,15	1,37 ***	0,36	1,35 *	-0,46 *	-0,50	-0,19	-2,12
Apr 06	0,29 *	1977	1,21 ***	0,20	1,22 ***	0,33	0,95	-0,37	-0,10	-0,58	-2,00
Apr 12	0,21	1977	1,38 *	0,10	1,37 **	0,55	1,58	-0,45	-0,15	0,14	-1,65
Apr 18	0,19	1977	1,65 ***	0,15	1,51 ***	0,16	1,50 ***	-0,51 *	-1,28 *	-0,31	-2,52
Mai	0,41 *	1962	0,67 **	0,22	0,39	0,60 **	0,90 **	-0,66 ***	-0,92 ***	-0,33	-0,97
Mai 06	0,36 **			0,18		0,61 *		-0,63 ***		-0,31	
Mai 12	0,49 *	1962	0,87 **	0,19	0,41	0,65 *	1,07 **	-0,78 ***	-1,06 ***	0,14	-0,96
Mai 18	0,36 *			0,27		0,51 *		-0,63 **		-0,71	
Jun	0,00			-0,13		0,08		-0,51 **		0,26	
Jun 06	0,10			-0,03		0,11		-0,31 *		0,01	
Jun 12	-0,08			-0,23		0,09		-0,64 **		0,82	
Jun 18	-0,05			-0,15		-0,16		-0,64 *		0,11	
Jul	0,42			0,17		0,59		-0,66 ***		-0,93	
Jul 06	0,33			0,13		0,63		-0,54 **		-0,72	
Jul 12	0,55			0,13		0,79		-0,85 ***		0,82	
Jul 18	0,37			0,20		0,47		-0,66 ***		-1,28	
Aug	0,56 *			0,27		0,74 **		-0,62 ***		-1,18 *	
Aug 06	0,36 *			0,14		0,66 **		-0,61 **		-0,53	
Aug 12	0,86 *			0,32		1,03 ***		-0,74 **		-1,32 *	
Aug 18	0,41			0,31		0,45 *		-0,53 *		-1,58 **	
Sep	-0,05			-0,07		-0,05		-0,33 *		0,28	
Sep 06	0,06			0,06		0,04		-0,20		-0,06	
Sep 12	-0,17			-0,18		-0,17		-0,56 **		0,90	
Sep 18	-0,04			-0,06		-0,03		-0,22		-0,04	
Okt	-0,04			-0,04		0,07		0,17		-0,32	
Okt 06	-0,07			-0,02		-0,22		0,02		-0,47	
Okt 12	0,03			-0,06		0,51 *		0,05		-0,21	
Okt 18	-0,13			-0,07		-0,24		0,29		-0,34	
Nov	-0,08			-0,06		-0,03		-0,20		-0,36	
Nov 06	-0,12			-0,06		-0,23		-0,31		-0,23	
Nov 12	0,01			-0,05		0,44		-0,15		-0,47	
Nov 18	-0,14			-0,07		-0,24		-0,22		-0,40	
Dez	0,01			0,03		-0,06		-0,14		-0,61 *	
Dez 06	-0,05			0,03		-0,27		-0,18		-0,71 **	
Dez 12	0,02			0,02		0,09		-0,14		-0,53	
Dez 18	0,00			0,03		-0,14		-0,14		-0,59 *	

Hannover-Lang.

Tab. 4-24

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,35 **	1962	0,54 ***	0,23 **	0,39 **	0,35 **	0,48 **	-0,52 ***	-0,55 **	-0,71 ***	-1,26 ***
Jahr 06	0,34 **	1962	0,53 ***	0,23 **	0,40 ***	0,32 **	0,43 **	-0,49 **	-0,52 *	-0,58 ***	-1,13 ***
Jahr 12	0,36 **			0,19 *		0,42 **		-0,63 ***		-0,44	
Jahr 18	0,33 **	1962	0,54 ***	0,26 **	0,43 **	0,28 **	0,43 **	-0,42 **	-0,47 *	-1,04 ***	-1,59 ***
Jan	0,57			0,39		0,45		-0,49		-0,84 *	
Jan 06	0,42			0,32		0,12		-0,44		-0,55 *	
Jan 12	0,64 *			0,41		0,82 **		-0,48		-0,89 *	
Jan 18	0,58			0,42		0,34		-0,53		-0,97 *	
Feb	0,75			0,55		0,65		-0,26		-1,05 *	
Feb 06	0,79			0,56		0,55		-0,29		-0,97 *	
Feb 12	0,72			0,51		0,90 **		-0,21		-0,77	
Feb 18	0,72			0,55		0,47		-0,34		-1,45 **	
Mrz	0,60 *			0,47 *		0,46 *		-0,38		-0,36	
Mrz 06	0,80 **			0,57 *		0,67 **		-0,27		-0,62 *	
Mrz 12	0,47			0,40		0,42		-0,35		0,12	
Mrz 18	0,60 *			0,44		0,45		-0,48		-0,77	
Apr	0,21	1977	1,17 **	0,17	1,15 ***	0,20	1,36 *	-0,43	-0,09	-0,42	-1,83
Apr 06	0,30 *	1977	1,30 ***	0,23	1,21 **	0,29	1,61 *	-0,35	0,08	-0,57 *	-1,98 *
Apr 12	0,17			0,11		0,21		-0,59		0,00	
Apr 18	0,17	1977	1,29 **	0,18	1,24 **	0,15	1,25 **	-0,25	-0,48	-0,76	-2,06
Mai	0,50 *			0,32		0,58 *		-0,73 ***		-0,76	
Mai 06	0,43 **			0,27 *		0,62 *		-0,72 **		-0,29	
Mai 12	0,59 *			0,30		0,60		-1,00 ***		-0,48	
Mai 18	0,41 *			0,36 *		0,52		-0,52 *		-1,21	
Jun	0,06			-0,04		0,12		-0,44 **		-0,02	
Jun 06	0,11			0,04		0,17		-0,35 **		-0,07	
Jun 12	-0,03			-0,13		0,00		-0,50 **		0,35	
Jun 18	0,00			-0,06		0,05		-0,27 *		-0,07	
Jul	0,49			0,26		0,57		-0,70 **		-1,25 *	
Jul 06	0,32			0,15		0,54		-0,72 **		-0,54	
Jul 12	0,65			0,25		0,68		-0,91 **		0,35	
Jul 18	0,45			0,34		0,46		-0,37 *		-1,83 *	
Aug	0,64 **			0,35 *		0,69 **		-0,76 ***		-1,50 **	
Aug 06	0,34 **			0,15		0,66 ***		-0,63 **		-0,70 *	
Aug 12	0,91 **			0,35 *		0,79 *		-1,13 ***		-1,32 *	
Aug 18	0,57 **			0,46 **		0,58 **		-0,50 *		-2,09 **	
Sep	0,07			0,04		0,11		-0,59 *		-0,09	
Sep 06	0,17			0,16		0,10		-0,52 *		-0,34	
Sep 12	0,00			-0,05		0,15		-0,80 **		0,31	
Sep 18	0,09			0,07		0,16		-0,40		-0,62 *	
Okt	0,04			0,03		0,07		-0,32		-0,40	
Okt 06	0,10			0,11		0,00		-0,37		-0,53 **	
Okt 12	-0,01			-0,08		0,07		-0,43		0,07	
Okt 18	0,03			0,06		0,01		-0,24		-0,78 *	
Nov	0,08			0,04		0,11		-0,69 *		-0,79 **	
Nov 06	0,04			0,03		-0,09		-0,70 *		-0,74 *	
Nov 12	0,09			0,02		0,25		-0,68 *		-0,67	
Nov 18	0,11			0,08		0,05		-0,69 *		-1,00 ***	
Dez	0,18	1962	0,84 *	0,15	0,65 *	0,16	0,63 *	-0,44	-0,40	-0,98 ***	-1,54 ***
Dez 06	0,21	1962	0,87 *	0,16	0,67 *	0,16	0,62	-0,52	-0,43	-1,01 ***	-1,57 ***
Dez 12	0,12			0,11		0,17		-0,47		-0,95 **	
Dez 18	0,19			0,16		0,15		-0,47		-0,93 ***	

Helgoland

Tab. 4-25

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,21 *			0,18 *		0,25 **		0,44		-0,45 **	
Jahr 06	0,21 *			0,19 *		0,24 *		0,50		-0,39 **	
Jahr 12	0,24 *			0,19 *		0,36 **		0,39		-0,47 **	
Jahr 18	0,20 *			0,17 *		0,16		0,43		-0,50 ***	
Jan	0,33			0,25		0,27		0,72		-0,30	
Jan 06	0,30			0,24		0,03		0,88		-0,22	
Jan 12	0,36			0,26		0,55 *		0,74		-0,35	
Jan 18	0,34			0,26		0,15		0,67		-0,40	
Feb	0,64			0,47		0,55 *		0,90		-0,53	
Feb 06	0,61			0,46		0,41		0,91		-0,38	
Feb 12	0,65 *			0,49		0,73 *		0,91		-0,61	
Feb 18	0,61			0,46		0,33		0,92		-0,65	
Mrz	0,60 *			0,47 **		0,42 *		0,54		-0,04	
Mrz 06	0,70 **			0,50 **		0,57 **		0,55		0,04	
Mrz 12	0,54 *			0,48 **		0,39		0,53		0,02	
Mrz 18	0,61 *			0,44 **		0,47 *		0,40		-0,12	
Apr	0,29 *	1977	0,87 **	0,26 **	1,02 ***	0,33	0,91	0,20	2,75 *	-0,58	-0,39
Apr 06	0,35 **			0,28 **		0,51 *		0,40		-0,50	
Apr 12	0,21			0,25 **		0,35		0,21		-0,47	
Apr 18	0,34 *	1977	1,17 **	0,27 *	1,04 **	0,28	1,02 **	0,05	2,12	-0,81 *	-0,23
Mai	0,28 *			0,25 *		0,44 *		-0,18		-0,39	
Mai 06	0,28 *			0,26 *		0,54 *		-0,14		-0,29	
Mai 12	0,35 **			0,28 *		0,54 *		-0,34		-0,46	
Mai 18	0,22 *			0,22		0,35		-0,09		-0,43	
Jun	0,04			0,03		0,07		0,04		-0,09	
Jun 06	0,07			0,06		0,09		0,14		-0,05	
Jun 12	0,10			0,04		0,26		-0,10		-0,13	
Jun 18	-0,01			0,00		-0,14		0,00		-0,08	
Jul	0,31			0,21		0,48 *		-0,31		-0,43	
Jul 06	0,25			0,18		0,62 *		-0,42		-0,32	
Jul 12	0,47 *			0,25		0,55 *		-0,48		-0,13	
Jul 18	0,20			0,18		0,22		-0,24		-0,38	
Aug	0,29			0,24 *		0,48 *		-0,13		-0,74 **	
Aug 06	0,24 *			0,22 *		0,55 *		-0,12		-0,64 *	
Aug 12	0,42			0,30 *		0,57 *		-0,28		-0,98 **	
Aug 18	0,22			0,21		0,34		0,00		-0,55 *	
Sep	-0,04			0,03		-0,03		0,72		-0,23	
Sep 06	0,01			0,06		0,01		0,85		-0,21	
Sep 12	-0,07			0,05		-0,04		0,66		-0,24	
Sep 18	0,01			0,03		0,14		0,73		-0,41	
Okt	-0,06			0,01		-0,01		1,41 *		-0,86 *	
Okt 06	-0,03			0,05		-0,03		1,45 *		-0,88 **	
Okt 12	-0,07			0,00		0,12		1,39 *		-0,79 *	
Okt 18	-0,05			0,01		-0,09		1,46 **		-0,98 **	
Nov	-0,11			-0,06		0,00		0,74		-0,61 *	
Nov 06	-0,17			-0,08		-0,27		0,84		-0,51	
Nov 12	-0,06			-0,06		0,35 *		0,78 *		-0,64	
Nov 18	-0,12			-0,04		-0,17		0,77		-0,69 *	
Dez	-0,03			0,01		-0,03		0,68		-0,62 *	
Dez 06	-0,03			0,02		-0,14		0,73		-0,69 *	
Dez 12	-0,07			-0,02		0,00		0,70		-0,47	
Dez 18	0,00			0,02		0,00		0,56		-0,56 *	

Hof-Hohens.

Tab. 4-26

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,30 **			0,23 **		0,10		-0,41 ***		-0,01	
Jahr 06	0,30 **			0,22 **		0,15		-0,33 ***		0,25	
Jahr 12	0,27 *			0,20 *		-0,06		-0,46 ***		-0,03	
Jahr 18	0,32 **			0,25 **		0,21 *		-0,40 ***		-0,19	
Jan	0,61			0,40		0,32		-0,57 *		0,40 *	
Jan 06	0,54			0,37		0,26		-0,45		0,66 **	
Jan 12	0,60 *			0,41		0,32		-0,44		0,24	
Jan 18	0,62			0,42		0,26		-0,75 **		0,32	
Feb	0,69			0,52		0,37		-0,37		-0,32	
Feb 06	0,60			0,47		0,20		-0,30		0,15	
Feb 12	0,64			0,54		0,28		-0,30		-0,47	
Feb 18	0,72			0,55		0,36		-0,43		-0,62	
Mrz	0,46			0,38		0,07		-0,30		0,75	
Mrz 06	0,69 *			0,51 *		0,51 *		-0,16		0,67 *	
Mrz 12	0,29			0,30		-0,29		-0,25		0,79	
Mrz 18	0,61			0,40		0,50 *		-0,45		0,59	
Apr	0,18	1977	1,78 ***	0,14	1,46 **	-0,04	1,52 *	-0,51 **	-0,93	-0,13	-0,14
Apr 06	0,22	1977	1,68 ***	0,12	1,23 **	0,16	1,55 *	-0,50 *	-0,64	0,53	1,62
Apr 12	0,09	1977	1,87 **	0,08	1,57 **	-0,32	1,81	-0,60 **	-1,01	-0,21	-1,15
Apr 18	0,24	1977	1,86 ***	0,21	1,57 **	0,18	1,62 **	-0,48 **	-1,26	-0,61	-1,04
Mai	0,50 *			0,43 **		0,44		-0,35 *		-0,97	
Mai 06	0,40 *			0,33 *		0,57		-0,24		-0,27	
Mai 12	0,60 *			0,47 *		0,36		-0,44 *		-1,18	
Mai 18	0,46 **			0,45 **		0,51 *		-0,28		-1,31 *	
Jun	-0,02			0,01		-0,25		-0,26 **		-0,20	
Jun 06	-0,02			0,03		-0,34		-0,16		0,12	
Jun 12	-0,13			-0,03		-0,41		-0,22		-0,16	
Jun 18	0,03			0,00		-0,14		-0,25		-0,38	
Jul	0,27			0,18		0,04		-0,59 **		-0,28	
Jul 06	0,23			0,14		0,04		-0,53 *		-0,08	
Jul 12	0,37			0,19		0,03		-0,73 **		-0,16	
Jul 18	0,19			0,17		0,03		-0,53 **		-0,38	
Aug	0,64 ***			0,41 ***		0,54 **		-0,63 ***		-1,23 **	
Aug 06	0,46 ***			0,26 *		0,56 *		-0,71 ***		-0,30	
Aug 12	0,83 ***			0,43 **		0,51 *		-0,74 ***		-1,40 **	
Aug 18	0,50 ***			0,46 **		0,56 ***		-0,50 ***		-1,59 **	
Sep	0,03			0,06		-0,20		-0,42 *		0,31	
Sep 06	0,13			0,16		-0,14		-0,25		0,15	
Sep 12	-0,09			-0,03		-0,48		-0,47 **		0,50	
Sep 18	0,13			0,10		0,12		-0,52 ***		0,13	
Okt	0,01			0,04		-0,17		-0,02		0,45	
Okt 06	0,15			0,18		0,03		0,20		0,23	
Okt 12	-0,11			-0,06		-0,62		-0,21		0,56	
Okt 18	0,08			0,08		0,13		0,00		0,43	
Nov	0,02			-0,03		-0,05		-0,65 **		0,67	
Nov 06	-0,01			-0,04		-0,18		-0,63 **		0,68 *	
Nov 12	0,04			-0,04		-0,02		-0,74 **		0,71	
Nov 18	0,00			-0,02		-0,07		-0,52 *		0,62	
Dez	0,21	1962	0,87 *	0,16	0,65 *	0,08	0,55	-0,27	-0,26	0,41	0,96 *
Dez 06	0,22			0,15		0,10		-0,32		0,44	
Dez 12	0,14	1962	0,85 *	0,12	0,64 *	-0,05	0,53 *	-0,35	-0,37	0,44	0,81
Dez 18	0,23	1962	0,84 *	0,18	0,62 *	0,10	0,45	-0,16	-0,30	0,46 *	1,15 **

Hohenpeißenberg

Tab. 4-27

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,27 **			0,19 *		0,37 ***		0,06		-0,46 *	
Jahr 06	0,28 **			0,23 **		0,41 ***		0,29		-0,66 ***	
Jahr 12	0,26 *			0,12		0,44 **		-0,05		-0,29	
Jahr 18	0,28 **			0,24 **		0,33 ***		0,06		-0,67 **	
Jan	0,65 *			0,45		0,69 *		0,12		-0,85	
Jan 06	0,59 *			0,47		0,43 *		0,56		-1,14	
Jan 12	0,58			0,35		0,98 *		0,05		-0,64	
Jan 18	0,64 *			0,50 *		0,38		-0,04		-1,02	
Feb	0,70			0,48		0,70		0,11		-1,04	
Feb 06	0,63			0,50		0,30		0,17		-1,32	
Feb 12	0,61			0,36		0,86		0,08		-0,74	
Feb 18	0,68			0,53		0,51		0,29		-1,06	
Mrz	0,22			0,19		0,25		0,66		0,27	
Mrz 06	0,31			0,29		0,32		0,85		0,28	
Mrz 12	0,14			0,13		0,25		0,61		0,39	
Mrz 18	0,29			0,24		0,28		0,63		-0,07	
Apr	0,07			0,00		0,24		-0,04		-0,44	
Apr 06	0,04			0,01		0,40		0,25		-0,41	
Apr 12	0,09			-0,07		0,36		-0,24		-0,31	
Apr 18	0,04			0,05		0,09		0,13		-0,61	
Mai	0,52 **			0,35 *		0,77 **		-0,39 *		-0,94	
Mai 06	0,48 **			0,34 *		0,94 **		-0,15		-0,88	
Mai 12	0,67 *			0,36 *		1,05 **		-0,55 *		-1,00	
Mai 18	0,42 **			0,38 *		0,59 **		-0,23		-1,12	
Jun	0,14			0,09		0,38		-0,03		-1,10 **	
Jun 06	0,04			0,08		0,38		0,35		-1,23 **	
Jun 12	0,17			0,06		0,36		-0,15		-1,01 *	
Jun 18	0,22			0,17		0,53 *		-0,23		-1,40 **	
Jul	0,22			0,16		0,35		-0,01		-0,50	
Jul 06	0,17			0,17		0,50		0,13		-0,63	
Jul 12	0,28			0,12		0,40		-0,05		-1,01	
Jul 18	0,21			0,22		0,37		-0,03		-0,70	
Aug	0,55 **			0,35 *		0,69 **		-0,46 *		-0,91	
Aug 06	0,50 ***			0,39 **		0,99 ***		-0,35		-1,08 *	
Aug 12	0,75 **			0,30		0,82 **		-0,63 *		-0,70	
Aug 18	0,42 **			0,42 **		0,53 **		-0,42		-1,16 *	
Sep	0,01			-0,02		0,00		-0,19		0,00	
Sep 06	0,06			0,08		0,11		0,12		-0,45	
Sep 12	-0,06			-0,12		-0,13		-0,37 *		0,28	
Sep 18	0,03			-0,01		0,09		-0,25		-0,08	
Okt	0,13			0,11		0,09		0,21		-0,05	
Okt 06	0,25			0,22		0,24		0,33		-0,48	
Okt 12	0,04			0,00		-0,09		0,25		0,29	
Okt 18	0,16			0,11		0,31 *		0,17		-0,24	
Nov	-0,06			-0,06		0,11		0,05		0,16	
Nov 06	-0,05			0,00		-0,01		0,37		-0,25	
Nov 12	-0,09			-0,15		0,35		-0,14		0,38	
Nov 18	-0,05			-0,02		-0,04		0,00		-0,03	
Dez	0,16	1962	0,90 *	0,17	0,78 *	0,21	0,72 *	0,63	0,94	-0,12	-0,08
Dez 06	0,29	1962	1,07 *	0,26	0,86 *	0,29	0,95 *	0,82	1,54	-0,44	-0,37
Dez 12	-0,07			0,06		0,11		0,57		0,05	
Dez 18	0,28	1962	1,04 *	0,23	0,81 *	0,33	0,87 *	0,67	0,73	-0,52	-0,53

Karlsruhe

Tab. 4-28

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,18			0,26 ***		0,21 *		0,72 ***		-0,32	
Jahr 06	0,15			0,26 ***		0,22 *		0,86 ***		0,07	
Jahr 12	0,15			0,25 **		0,09		0,52 ***		-0,25	
Jahr 18	0,22 *			0,26 ***		0,32 **		0,82 ***		-0,70 **	
Jan	0,32			0,35		0,36 *		0,89 *		-0,12	
Jan 06	0,28			0,34		0,34		1,10 **		-0,03	
Jan 12	0,31			0,34		0,41		0,59		0,05	
Jan 18	0,30			0,35		0,22		0,99 **		-0,21	
Feb	0,42			0,43		0,54		0,90 *		-0,59	
Feb 06	0,36			0,38		0,31		1,03 *		-0,09	
Feb 12	0,45			0,46		0,62		0,73		-0,77	
Feb 18	0,44			0,45		0,48		0,90 *		-1,13 **	
Mrz	0,23			0,36		0,19		1,17 ***		-0,01	
Mrz 06	0,43			0,47 *		0,53 *		1,39 ***		-0,06	
Mrz 12	0,00			0,27		-0,29		0,99 **		0,29	
Mrz 18	0,32			0,35		0,49		1,30 ***		-0,41	
Apr	0,00	1977	0,91 *	0,09	1,11 **	-0,01	0,98	0,42	1,70 *	-0,17	0,79
Apr 06	-0,05			0,09		-0,05		0,58 *		0,26	
Apr 12	0,02			0,10		-0,04		0,08		-0,07	
Apr 18	0,00	1977	1,09 *	0,07	1,24 **	0,08	1,40 **	0,76 **	2,07 **	-0,54	-0,07
Mai	0,17			0,26		0,20		0,39		0,27	
Mai 06	0,13			0,27 *		0,32		0,58 **		0,46	
Mai 12	0,14			0,23		-0,06		0,00		0,50	
Mai 18	0,20			0,26		0,31		0,58 *		-0,06	
Jun	-0,02			0,10		0,06		0,39		-0,41	
Jun 06	-0,15			0,10		-0,29		0,45 *		0,21	
Jun 12	-0,06			0,09		0,03		0,36		-0,45	
Jun 18	0,04			0,11		0,13		0,34		-0,75	
Jul	0,27			0,24		0,23		0,22		-0,20	
Jul 06	0,08			0,18		0,16		0,48 *		0,57	
Jul 12	0,36			0,29		0,14		0,10		-0,45	
Jul 18	0,24			0,20		0,30		0,11		-0,44	
Aug	0,76 ***			0,56 ***		0,70 **		0,20		-1,53 ***	
Aug 06	0,27 *			0,29 **		0,50 *		0,41 *		-0,10	
Aug 12	0,99 **			0,63 ***		0,63 *		0,00		-1,64 **	
Aug 18	0,80 ***			0,64 ***		0,86 ***		0,45 *		-2,30 ***	
Sep	-0,13			0,10		-0,08		0,81 ***		-0,34	
Sep 06	-0,05			0,12		0,02		0,92 ***		0,03	
Sep 12	-0,24			0,09		-0,35		0,56 *		-0,26	
Sep 18	0,05			0,14		0,25		0,93 ***		-1,01 *	
Okt	0,00			0,22 *		-0,04		1,18 ***		-0,38	
Okt 06	0,30			0,39 *		0,44 *		1,22 ***		-0,46 *	
Okt 12	-0,19			0,10		-0,36		0,93 **		-0,04	
Okt 18	0,13			0,24		0,36 *		1,34 ***		-0,99 **	
Nov	-0,06			0,08		0,13		0,98 ***		-0,16	
Nov 06	-0,04			0,10		0,00		1,05 **		0,13	
Nov 12	-0,04			0,11		0,33		0,87 **		-0,25	
Nov 18	-0,11			0,04		-0,01		0,93 ***		-0,29	
Dez	0,18	1962	0,79 *	0,29	0,80 *	0,26	0,67 *	1,12 **	1,34 **	-0,18	0,42
Dez 06	0,27	1962	0,90 *	0,32	0,82 *	0,34	0,81 *	1,07 **	1,45 *	-0,08	0,58 *
Dez 12	0,06	1962	0,61 *	0,27	0,82 *	0,06	0,29	1,02 **	1,21 *	-0,09	0,47
Dez 18	0,22	1962	0,88 *	0,27	0,79 **	0,36	0,92 *	1,19 **	1,36 **	-0,31	0,24

Kempen

Tab. 4-29

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,33 ***			0,26 ***		0,22 **		-0,26 *		-0,07	
Jahr 06	0,33 ***			0,25 **		0,24 **		-0,24		0,32 **	
Jahr 12	0,40 **	1962	0,72 ***	0,32 ***	0,52 ***	0,25	0,35	-0,33 ***	-0,57 ***	-0,44	-0,53
Jahr 18	0,26 **			0,22 **		0,21 **		-0,19		-0,12	
Jan	0,60 *			0,42		0,55 *		-0,38		0,11	
Jan 06	0,40			0,29		0,18		-0,40		0,65 *	
Jan 12	0,87 **			0,59 *		1,05 **		-0,49		-0,52	
Jan 18	0,41			0,36		0,15		-0,28		0,25	
Feb	0,66			0,49		0,57		-0,39		-0,33	
Feb 06	0,41			0,33		0,11		-0,43		0,37	
Feb 12	0,91 *			0,67		1,04 *		-0,37		-1,17	
Feb 18	0,61			0,47		0,39		-0,41		-0,04	
Mrz	0,36			0,34		0,23		-0,14		0,08	
Mrz 06	0,56			0,45		0,39		-0,13		0,21	
Mrz 12	0,23			0,35		0,08		-0,13		-0,26	
Mrz 18	0,34			0,27		0,29		-0,07		0,01	
Apr	0,10			0,08		-0,03		-0,33 *		-0,12	
Apr 06	0,16	1977	0,94 *	0,05	0,87 *	0,12	0,79	-0,29	0,16	0,55	0,27
Apr 12	0,13			0,15		-0,07		-0,50 **		-0,72	
Apr 18	0,08	1977	1,14 *	0,07	1,10 *	0,01	1,00 *	-0,20	-0,21	-0,25	-1,64
Mai	0,56 *			0,42 *		0,52 *		-0,45 **		-0,45	
Mai 06	0,55 **			0,39 **		0,72 *		-0,35 *		0,09	
Mai 12	0,77 **			0,49 *		0,58		-0,59 ***		-0,85	
Mai 18	0,40 *			0,40 *		0,44 *		-0,30		-0,70	
Jun	0,15			0,12		0,09		-0,25		-0,52	
Jun 06	0,19			0,15		0,04		-0,20		-0,24	
Jun 12	0,16			0,12		0,05		-0,31		-0,47	
Jun 18	0,22			0,14		0,27		-0,30		-0,98	
Jul	0,34			0,23		0,21		-0,29 *		-0,20	
Jul 06	0,34			0,21		0,33		-0,23		0,22	
Jul 12	0,40			0,29		0,15		-0,26		-0,47	
Jul 18	0,25			0,19		0,16		-0,33		-0,30	
Aug	0,65 ***			0,42 ***		0,51 **		-0,42 **		-0,31	
Aug 06	0,48 ***			0,32 ***		0,52 *		-0,44 *		0,47 *	
Aug 12	0,86 **			0,49 ***		0,62 *		-0,40 **		-0,67	
Aug 18	0,50 ***			0,41 **		0,49 **		-0,34 *		-0,73	
Sep	-0,01			0,03		-0,22		-0,24		0,33	
Sep 06	0,06			0,10		-0,12		-0,12		0,43 *	
Sep 12	-0,08			0,07		-0,41		-0,36 *		-0,15	
Sep 18	-0,03			-0,06		-0,04		-0,17		0,64	
Okt	0,23			0,23		0,08		0,01		0,12	
Okt 06	0,46 **			0,40 **		0,35 *		0,02		0,21	
Okt 12	0,15			0,17		-0,17		-0,13		0,05	
Okt 18	0,15			0,15		0,21		0,17		0,18	
Nov	0,01			0,02		0,00		-0,14		0,39	
Nov 06	-0,04			-0,01		-0,15		-0,16		0,68 **	
Nov 12	0,08			0,11		0,01		-0,22		-0,02	
Nov 18	-0,10			-0,05		-0,16		-0,04		0,46	
Dez	0,30	1962	1,28 **	0,28	1,02 **	0,17	0,80 *	-0,15	-0,50	0,09	-0,12
Dez 06	0,40	1962	1,46 **	0,31	1,08 **	0,33	1,15 *	-0,14	-0,51	0,21	0,25
Dez 12	0,28	1962	1,17 **	0,33	1,13 **	0,08	0,55	-0,23	-0,38	-0,26	-0,67
Dez 18	0,31	1962	1,24 **	0,25	0,92 **	0,24	0,85 *	-0,04	-0,58	0,05	-0,06

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,36 ***			0,16 *		0,22 *		-1,45 ***		0,32	
Jahr 06	0,28 **			0,13		0,21 *		-1,34 ***		0,30	
Jahr 12	0,51 ***			0,20 **		0,31 *		-1,53 ***		0,30	
Jahr 18	0,29 **			0,16 *		0,19 *		-1,51 ***		0,30	
Jan	0,69 **			0,37		0,42		-1,95 ***		0,24	
Jan 06	0,62 *			0,36 *		0,35		-1,95 ***		0,05	
Jan 12	0,81 **			0,39 *		0,48		-2,03 ***		0,18	
Jan 18	0,66 *			0,39		0,38		-2,02 ***		0,35	
Feb	0,65			0,33		0,46		-1,70 ***		0,14	
Feb 06	0,55			0,33		0,31		-1,58 ***		0,08	
Feb 12	0,79			0,36		0,59		-1,63 ***		0,05	
Feb 18	0,54			0,31		0,25		-1,86 ***		0,13	
Mrz	0,40			0,20		0,09		-1,49 ***		1,56 **	
Mrz 06	0,45			0,24		0,24		-1,53 ***		1,52 **	
Mrz 12	0,43			0,19		0,10		-1,33 ***		1,60 *	
Mrz 18	0,40			0,20		0,32		-1,60 ***		1,51 *	
Apr	0,18	1977	1,37 **	0,01	1,16 **	0,11	0,78	-1,45 ***	-1,19 *	0,50	0,01
Apr 06	0,12	1977	1,56 **	-0,06	1,15 **	0,11	0,86	-1,27 ***	-1,42 *	0,69	-0,27
Apr 12	0,29	1977	1,33 **	0,06	1,24 *	0,21	0,87	-1,54 ***	-0,93	0,52	-0,03
Apr 18	0,10	1977	1,33 **	0,01	1,05 *	-0,07	0,90 *	-1,51 ***	-1,17	0,42	0,50
Mai	0,47 *			0,29		0,39		-1,30 ***		0,22	
Mai 06	0,42	1962	0,64 *	0,25	0,48	0,50	1,08 *	-1,07 ***	-0,54 *	0,13	-0,97
Mai 12	0,57 *			0,35		0,36		-1,28 ***		0,16	
Mai 18	0,38 *			0,28		0,34		-1,40 ***		0,36	
Jun	0,23			0,02		0,16		-1,30 ***		0,42	
Jun 06	0,07			-0,06		0,02		-1,14 ***		0,71	
Jun 12	0,50 *			0,06		0,48		-1,49 ***		0,36	
Jun 18	0,17			0,04		0,03		-1,39 ***		0,24	
Jul	0,43			0,21		0,33		-1,43 ***		-0,06	
Jul 06	0,23			0,14		0,25		-1,18 ***		-0,05	
Jul 12	0,69			0,28		0,44		-1,51 ***		0,36	
Jul 18	0,33			0,21		0,28		-1,50 ***		-0,22	
Aug	0,74 ***			0,45 **		0,73 ***		-1,27 ***		-1,11 *	
Aug 06	0,47 **			0,33 *		0,74 **		-1,20 ***		-0,89	
Aug 12	1,18 ***			0,56 **		0,98 ***		-1,45 ***		-1,17	
Aug 18	0,52 ***			0,45 **		0,62 ***		-1,25 ***		-1,29	
Sep	0,13			0,01		-0,02		-1,48 ***		0,67	
Sep 06	0,08			-0,03		-0,10		-1,31 ***		0,64	
Sep 12	0,23			0,05		-0,01		-1,62 ***		0,68	
Sep 18	0,07			-0,01		0,03		-1,49 ***		0,62	
Okt	0,01			-0,05		-0,18		-1,12 ***		0,96	
Okt 06	0,01			-0,02		-0,11		-0,99 ***		0,66	
Okt 12	0,12			-0,01		-0,16		-1,25 ***		0,91	
Okt 18	-0,03			-0,08		-0,03		-1,08 ***		1,06	
Nov	0,16			0,01		0,13		-1,68 ***		0,08	
Nov 06	0,13			0,03		0,03		-1,55 ***		-0,05	
Nov 12	0,35			0,05		0,48		-1,91 ***		0,13	
Nov 18	0,06			-0,01		-0,09		-1,74 ***		0,04	
Dez	0,21	1962	0,76 *	0,09	0,57 *	0,02	0,48	-1,31 ***	-0,16	0,24	0,59
Dez 06	0,22	1962	0,83 *	0,10	0,59 *	0,14	0,73	-1,35 ***	-0,21	0,11	0,39
Dez 12	0,21			0,08		-0,17		-1,32 ***		0,25	
Dez 18	0,26	1962	0,84 *	0,11	0,59	0,24	0,74 *	-1,29 ***	-0,16	0,34	0,65

Klippeneck

Tab. 4-31

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,22 **			0,21 **		0,19 *		-0,20 *		-0,19	
Jahr 06	0,15			0,18 *		0,12		0,05		-0,06	
Jahr 12	0,29 **			0,26 ***		0,26		-0,31 *		-0,33	
Jahr 18	0,18 *			0,18 *		0,15		-0,22 *		-0,19	
Jan	0,64 *			0,48 *		0,62 *		-0,09		-0,63	
Jan 06	0,44			0,41		0,15		0,20		-0,55	
Jan 12	0,87 *			0,60 *		1,17 *		-0,24		-0,97	
Jan 18	0,50			0,42		0,16		-0,21		-0,43	
Feb	0,57			0,45		0,53		-0,21		-0,94	
Feb 06	0,42			0,41		0,06		-0,06		-1,02	
Feb 12	0,78			0,55		1,11 *		-0,12		-1,22	
Feb 18	0,49			0,42		0,24		-0,28		-0,85	
Mrz	0,20			0,19		0,09		-0,14		0,33	
Mrz 06	0,19			0,19		0,05		-0,02		0,58	
Mrz 12	0,16			0,22		-0,01		-0,03		0,21	
Mrz 18	0,20			0,16		0,06		-0,33		0,31	
Apr	-0,03			-0,01		-0,05		-0,44 *		-0,09	
Apr 06	-0,08			-0,03		0,04		-0,12		0,15	
Apr 12	-0,04			0,03		-0,14		-0,67 *		-0,39	
Apr 18	-0,01	1977	1,30 *	-0,01	1,27 **	-0,06	1,24 *	-0,48 *	1,42	-0,18	-2,49
Mai	0,32			0,28		0,44		-0,46		-0,12	
Mai 06	0,29	1962	0,48 *	0,30	0,49 *	0,67	1,12 *	-0,01	0,45	-0,16	-0,96
Mai 12	0,40	1962	0,75 *	0,32	0,62 *	0,46	1,10 *	-0,81 **	-0,29	-0,05	-1,22
Mai 18	0,22			0,23		0,29		-0,39 *		-0,02	
Jun	0,03			0,09		0,19		-0,05		-0,40	
Jun 06	-0,06			0,06		0,02		0,23		-0,16	
Jun 12	0,10			0,13		0,28		-0,18		-0,50	
Jun 18	0,06			0,08		0,33		-0,11		-0,56	
Jul	0,15			0,21		0,20		-0,15		0,07	
Jul 06	0,02			0,18		0,09		0,29		0,31	
Jul 12	0,17			0,23		0,12		-0,28		-0,50	
Jul 18	0,12			0,17		0,29		-0,32		0,02	
Aug	0,62 **			0,48 ***		0,58 **		-0,56 *		-0,78	
Aug 06	0,37 **			0,38 **		0,61 *		-0,31		-0,25	
Aug 12	0,89 **			0,58 ***		0,65 *		-0,71 *		-1,04	
Aug 18	0,44 **			0,44 **		0,49 *		-0,58 *		-0,76	
Sep	-0,03			0,03		-0,15		-0,35		0,07	
Sep 06	-0,06			-0,04		-0,17		-0,24		0,16	
Sep 12	-0,02			0,10		-0,20		-0,42		-0,09	
Sep 18	0,00			0,01		-0,05		-0,25		0,07	
Okt	0,04			0,10		-0,14		0,03		0,30	
Okt 06	0,09			0,10		-0,07		0,11		0,32	
Okt 12	0,03			0,13		-0,25		0,06		0,32	
Okt 18	0,09			0,08		0,11		0,09		0,15	
Nov	-0,02			0,02		-0,02		-0,12		-0,28	
Nov 06	-0,07			0,00		-0,16		0,11		-0,17	
Nov 12	0,07			0,06		0,21		-0,35		-0,25	
Nov 18	-0,09			-0,01		-0,20		-0,09		-0,40	
Dez	0,14	1962	0,82 *	0,17	0,73 *	0,05	0,59	0,18	0,86	0,07	0,25
Dez 06	0,17	1962	0,84 *	0,19	0,74 *	0,14	0,79 *	0,37	1,32 *	0,01	0,38
Dez 12	0,05			0,18		-0,18		0,02		-0,28	
Dez 18	0,12	1962	0,88 *	0,14	0,72 *	0,10	0,75 *	0,32	0,86	0,33	0,45

Köln-Wahn

Tab. 4-32

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,20 *			0,18 *		0,14		-0,05		-0,36 *	
Jahr 06	0,21			0,17 *		0,15		-0,06		-0,14	
Jahr 12	0,20 *			0,18 *		0,14		-0,08		-0,32	
Jahr 18	0,22 *			0,19 *		0,17		-0,01		-0,57 **	
Jan	0,45			0,35		0,29		-0,24		-0,69	
Jan 06	0,46			0,33		0,24		-0,32		-0,45	
Jan 12	0,45 *			0,36		0,43		-0,23		-0,77	
Jan 18	0,44			0,35		0,23		-0,18		-0,63	
Feb	0,41			0,36		0,33		-0,01		-0,73	
Feb 06	0,41			0,35		0,18		0,06		-0,63 *	
Feb 12	0,41			0,37		0,50		0,06		-0,62	
Feb 18	0,39			0,36		0,17		-0,08		-1,16 **	
Mrz	0,36			0,34		0,21		-0,08		-0,02	
Mrz 06	0,58 *			0,44 *		0,49 *		-0,08		-0,13	
Mrz 12	0,17			0,27		-0,03		-0,08		0,28	
Mrz 18	0,45			0,36		0,46		-0,04		-0,57	
Apr	0,09	1977	1,06 *	0,09	1,10 **	0,06	0,94	-0,18	-0,07	-0,41	-0,44
Apr 06	0,09	1977	1,15 **	0,08	1,05 *	0,03	0,80	-0,11	-0,21	-0,12	-0,19
Apr 12	0,12			0,12		0,11		-0,26		-0,52	
Apr 18	0,05	1977	1,01 *	0,07	0,99 *	-0,07	0,77	-0,20	-0,44	-0,62	0,03
Mai	0,31			0,25		0,20		-0,18		-0,14	
Mai 06	0,24			0,17		0,31		-0,24		0,28	
Mai 12	0,35	1962	0,72 *	0,27	0,50	0,08	0,30	-0,25	-0,38 *	-0,12	-0,57
Mai 18	0,32			0,28		0,26		-0,16		-0,25	
Jun	-0,06			-0,03		-0,04		0,14		0,17	
Jun 06	-0,04			0,00		-0,11		0,20		0,37	
Jun 12	-0,06			-0,02		0,01		0,06		0,22	
Jun 18	-0,10			-0,07		-0,13		0,20		0,30	
Jul	0,30			0,20		0,28		-0,04		-0,45	
Jul 06	0,14			0,10		0,26		0,02		0,15	
Jul 12	0,40			0,23		0,26		-0,18		0,22	
Jul 18	0,41			0,27		0,43		-0,10		-0,79	
Aug	0,55 **			0,35 **		0,53 **		-0,02		-1,31 **	
Aug 06	0,20 *			0,06		0,50 **		-0,12		-0,09	
Aug 12	0,73 *			0,43 **		0,44		-0,16		-1,33 **	
Aug 18	0,58 **			0,47 **		0,63 **		0,25		-2,07 **	
Sep	-0,08			-0,01		-0,18		-0,05		0,34	
Sep 06	0,08			0,09		-0,06		-0,04		0,19	
Sep 12	-0,20			-0,04		-0,29		-0,09		0,44	
Sep 18	-0,07			-0,05		-0,09		0,04		0,28	
Okt	-0,06			0,05		-0,10		0,35 *		-0,16	
Okt 06	0,15			0,19		0,07		0,29		-0,43	
Okt 12	-0,21			-0,03		-0,13		0,45 *		-0,02	
Okt 18	-0,01			0,02		0,02		0,41 *		-0,28	
Nov	-0,04			-0,01		0,01		-0,05		-0,31	
Nov 06	-0,07			0,00		-0,15		-0,05		-0,19	
Nov 12	0,08			0,02		0,39		-0,09		-0,47	
Nov 18	-0,07			-0,02		-0,18		-0,04		-0,23	
Dez	0,20	1962	0,81 *	0,17	0,66 *	0,09	0,49	-0,25	-0,14	-0,63 **	-0,40
Dez 06	0,22	1962	0,89 *	0,18	0,68 *	0,04	0,61	-0,26	-0,13	-0,65 **	-0,48
Dez 12	0,09			0,14		-0,07		-0,19		-0,53 *	
Dez 18	0,28	1962	0,91 *	0,22	0,68 *	0,27	0,74 *	-0,19	-0,18	-0,79 **	-0,24

Konstanz

Tab. 4-33

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,32 ***			0,19 **		0,02		-0,37 ***		0,26	
Jahr 06	0,10	1977	0,56 *	0,06	0,45 *	-0,06	0,57 **	-0,10	0,11	1,37 ***	2,27 **
Jahr 12	0,56 ***			0,33 ***		-0,03		-0,60 ***		-0,34 **	
Jahr 18	0,27 **			0,18 **		0,16 *		-0,37 ***		-0,24	
Jan	0,37			0,19		0,20		-0,50 *		1,11 **	
Jan 06	0,25			0,13		0,09		-0,42		1,34 ***	
Jan 12	0,56 *			0,29		0,27		-0,65 *		0,90 *	
Jan 18	0,29			0,15		0,13		-0,52		1,18 ***	
Feb	0,44			0,30		0,21		-0,43 *		0,40	
Feb 06	0,27			0,16		-0,06		-0,56 **		1,34 ***	
Feb 12	0,58			0,45		0,18		-0,44 *		-0,14	
Feb 18	0,46			0,31		0,37		-0,40		-0,19	
Mrz	0,33			0,33		0,08		-0,08		-0,26	
Mrz 06	0,36			0,28		0,30		0,08		0,87 **	
Mrz 12	0,40			0,51 *		-0,17		-0,13		-1,08 *	
Mrz 18	0,34			0,26		0,38		-0,20		-0,92	
Apr	0,16	1977	1,20 **	0,13	1,02 *	-0,22	1,14	-0,44 **	-0,41	-0,07	1,47
Apr 06	-0,10	1977	0,83 *	-0,05	0,71 *	-0,35	0,69	0,03	0,09	1,32 ***	3,23 **
Apr 12	0,41	1977	1,69 *	0,29	1,24 **	-0,25	1,73	-0,78 ***	-0,76	-0,81	1,26
Apr 18	0,13	1977	1,25 *	0,09	1,17 *	0,08	1,08 **	-0,54 **	-0,80 *	-0,65	-0,05
Mai	0,62 *	1962	1,00 **	0,39 *	0,62 **	0,20	0,63	-0,67 ***	-0,76 ***	-0,31	-0,41
Mai 06	0,18			0,16		0,07		-0,16		1,45 ***	
Mai 12	1,11 **	1962	1,66 ***	0,56 **	0,79 **	0,38	1,00	-0,95 ***	-1,18 ***	-1,29 **	-1,28 *
Mai 18	0,53 **			0,42 *		0,32		-0,79 ***		-0,93	
Jun	0,35			0,13		-0,08		-0,56 ***		-0,42	
Jun 06	-0,05			-0,09		-0,35		-0,26		1,47 ***	
Jun 12	0,60 *			0,21		-0,11		-0,92 ***		-1,07 **	
Jun 18	0,30			0,19		-0,05		-0,53 ***		-1,34 **	
Jul	0,51			0,23		0,07		-0,59 ***		-0,05	
Jul 06	0,02			-0,02		-0,15		-0,05		1,94 ***	
Jul 12	0,92 *			0,36		0,18		-0,87 ***		-1,07	
Jul 18	0,45			0,28		0,05		-0,75 ***		-0,93 *	
Aug	0,81 ***			0,44 **		0,34		-0,60 ***		-0,44	
Aug 06	0,27 *			0,19 *		0,10		-0,13		1,54 ***	
Aug 12	1,37 ***			0,62 ***		0,41		-0,95 ***		-1,13 *	
Aug 18	0,73 ***			0,51 ***		0,56 **		-0,54 ***		-1,46 **	
Sep	0,01			-0,02		-0,30		-0,21		0,48	
Sep 06	-0,15			-0,10		-0,32		0,22 *		1,51 ***	
Sep 12	0,28			0,17		-0,43		-0,51 *		-0,41	
Sep 18	-0,04			-0,07		0,02		-0,13		0,00	
Okt	0,11			0,14		-0,11		0,04		0,60	
Okt 06	0,11			0,12		0,10		0,24		0,94 ***	
Okt 12	0,22			0,29 *		-0,46		-0,21		-0,04	
Okt 18	0,10			0,07		0,26 *		0,23		0,39	
Nov	-0,08			-0,09		-0,20		-0,25		1,07 ***	
Nov 06	-0,14			-0,12		-0,22		-0,14		1,32 ***	
Nov 12	0,07			-0,01		-0,20		-0,49		0,83	
Nov 18	-0,17			-0,15		-0,27		-0,23		1,14 ***	
Dez	0,15	1962	0,95 **	0,11	0,68 **	0,01	0,57 *	-0,15	-0,45	1,01 **	1,76 ***
Dez 06	0,13	1962	0,85 *	0,09	0,60 *	0,08	0,56 *	-0,07	-0,31	1,34 ***	2,21 ***
Dez 12	0,19	1962	0,98 **	0,19	0,81 **	-0,19	0,51	-0,29	-0,43	0,73 *	1,32 **
Dez 18	0,16	1962	0,94 **	0,09	0,64 *	0,11	0,58 *	-0,09	-0,51	0,88 **	1,72 ***

Lingen

Tab. 4-34

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,31 **			0,22 **		0,30 **		-0,27 *		-0,24 *	
Jahr 06	0,32 **			0,27 ***		0,30 **		-0,13		-0,27 *	
Jahr 12	0,39 **			0,21 *		0,47 ***		-0,41 *		-0,28	
Jahr 18	0,25 *			0,20 **		0,17		-0,22		-0,23	
Jan	0,42			0,34		0,32		-0,10		-0,39	
Jan 06	0,36			0,32		0,06		-0,08		-0,35	
Jan 12	0,49 *			0,39		0,68 **		0,06		-0,85 *	
Jan 18	0,39			0,33		0,13		-0,14		-0,08	
Feb	0,55			0,46		0,51		0,08		-0,82	
Feb 06	0,59			0,50		0,39		0,23		-0,84 *	
Feb 12	0,58			0,48		0,86 **		0,03		-1,02	
Feb 18	0,50			0,43		0,27		0,04		-0,78	
Mrz	0,46 *			0,41 *		0,38		-0,06		0,13	
Mrz 06	0,68 **			0,55 **		0,60 **		0,13		-0,13	
Mrz 12	0,40			0,38		0,51		-0,10		0,11	
Mrz 18	0,46			0,36		0,36		-0,14		0,15	
Apr	0,21	1977	1,37 **	0,20	1,04 **	0,29	1,26 *	-0,23	-1,60 **	-0,36	1,37
Apr 06	0,30	1977	1,45 **	0,29 *	1,04 **	0,39	1,48 *	-0,04	-1,32 *	-0,60 *	0,10
Apr 12	0,22	1977	1,32 *	0,15	0,95 *	0,35	1,13	-0,46 *	-1,84 **	-0,17	2,54
Apr 18	0,12	1977	1,31 **	0,14	1,16 **	0,04	1,04	-0,22	-1,63 **	-0,18	1,63
Mai	0,52 *			0,33		0,57 *		-0,51 ***		-0,34	
Mai 06	0,45 *			0,40 **		0,73 *		-0,23		-0,55	
Mai 12	0,69 *			0,29		0,66 *		-0,83 ***		-0,02	
Mai 18	0,36			0,30		0,37		-0,36 *		-0,36	
Jun	0,07			-0,02		0,07		-0,31 *		0,45	
Jun 06	0,18			0,16		0,14		-0,13		0,06	
Jun 12	0,13			-0,08		0,21		-0,56 **		0,44	
Jun 18	-0,04			-0,09		-0,09		-0,23		0,79	
Jul	0,59			0,31		0,64		-0,55 ***		-0,62	
Jul 06	0,45 *			0,27 *		0,77 *		-0,41 *		-0,16	
Jul 12	0,84			0,32		0,74 *		-0,86 ***		0,44	
Jul 18	0,52			0,33		0,54		-0,34 **		-0,89	
Aug	0,72 ***			0,40 **		0,74 ***		-0,53 ***		-1,23 **	
Aug 06	0,44 ***			0,29 **		0,63 **		-0,41 *		-0,32	
Aug 12	1,05 ***			0,44 **		0,91 **		-0,86 ***		-1,40 *	
Aug 18	0,57 **			0,44 **		0,60 **		-0,33 *		-1,71 ***	
Sep	0,05			0,05		-0,03		-0,43 *		0,57	
Sep 06	0,17			0,19		0,03		-0,34 *		0,21	
Sep 12	0,02			-0,02		-0,09		-0,66 **		0,91	
Sep 18	0,03			0,00		-0,02		-0,31		0,40	
Okt	0,01			0,02		0,00		-0,11		-0,02	
Okt 06	0,05			0,08		-0,04		0,02		-0,24	
Okt 12	0,04			0,01		0,18		-0,22		-0,01	
Okt 18	-0,02			-0,01		-0,05		-0,14		-0,09	
Nov	0,05			0,04		0,06		-0,29		0,02	
Nov 06	0,04			0,05		-0,05		-0,20		0,12	
Nov 12	0,17			0,08		0,53 *		-0,26		-0,29	
Nov 18	0,00			0,02		-0,14		-0,29		0,05	
Dez	0,08	1962	0,72 *	0,10	0,55 *	0,05	0,44	-0,15	-0,49	-0,25	0,27
Dez 06	0,08			0,12		-0,06		-0,12		-0,50	
Dez 12	0,07	1962	0,64 *	0,10	0,57 *	0,10	0,31	-0,18	-0,53	-0,35	0,16
Dez 18	0,08			0,10		0,00		-0,10		-0,06	

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,22 *			0,17 *		0,31 ***		0,07		-0,27	
Jahr 06	0,20 *			0,16 *		0,27 **		0,17		-0,21	
Jahr 12	0,27 *			0,20 **		0,55 ***		0,10		-0,35 *	
Jahr 18	0,20 *			0,17 *		0,14		-0,02		-0,27	
Jan	0,40			0,28		0,29		0,48		0,09	
Jan 06	0,32			0,27		0,03		0,85		0,20	
Jan 12	0,47			0,30		0,72 **		0,53		-0,02	
Jan 18	0,39			0,29		0,09		0,12		0,14	
Feb	0,71			0,54		0,58 *		0,77		-0,04	
Feb 06	0,72			0,55		0,37		0,73		0,14	
Feb 12	0,73 *			0,55		0,86 *		0,92		-0,18	
Feb 18	0,67			0,51		0,36		0,57		-0,02	
Mrz	0,58 *			0,45 *		0,46 *		0,31		0,26	
Mrz 06	0,66 *			0,49 **		0,52 *		0,58		-0,01	
Mrz 12	0,50 *			0,44 *		0,49		0,36		0,30	
Mrz 18	0,58 *			0,41 *		0,39		0,13		0,39	
Apr	0,28 *	1977	1,21 ***	0,25 *	1,12 ***	0,40	1,18 *	-0,04	-0,14	-0,45	-0,73
Apr 06	0,30 *	1977	1,16 **	0,22 *	1,04 ***	0,47	0,85	0,07	-0,21	-0,33	-0,67
Apr 12	0,25 *	1977	1,17 **	0,28 *	1,28 ***	0,59 *	1,33	0,26	0,56	-0,55	-1,66
Apr 18	0,32 *	1977	1,36 ***	0,25 *	1,09 ***	0,22	1,16 **	-0,31	-0,95	-0,46	-0,12
Mai	0,31 *			0,28 *		0,59 **		-0,28		-0,71	
Mai 06	0,28 **			0,23 *		0,79 **		-0,22		-0,66 *	
Mai 12	0,42 *			0,34 *		0,65 **		-0,21		-0,85	
Mai 18	0,30 *			0,28 *		0,61 *		-0,39		-0,78	
Jun	-0,05			-0,06		0,15		-0,03		0,19	
Jun 06	0,02			-0,02		0,22		-0,03		0,16	
Jun 12	-0,07			-0,07		0,29		-0,02		0,22	
Jun 18	-0,05			-0,06		0,01		-0,06		0,04	
Jul	0,32			0,19		0,59 *		-0,51		-0,52	
Jul 06	0,25			0,13		0,82 *		-0,35		-0,42	
Jul 12	0,46			0,24		0,71 *		-0,65		0,22	
Jul 18	0,28			0,21		0,48		-0,57		-0,63	
Aug	0,31			0,21		0,63 **		-0,38		-1,06 **	
Aug 06	0,20			0,16		0,57 *		-0,48		-0,82 *	
Aug 12	0,45			0,25		0,82 **		-0,52		-1,02 *	
Aug 18	0,27			0,24		0,38		-0,27		-1,16 *	
Sep	-0,03			0,00		0,04		-0,07		-0,22	
Sep 06	-0,03			0,00		0,08		0,09		-0,21	
Sep 12	-0,03			0,02		0,13		-0,10		-0,18	
Sep 18	-0,04			-0,01		-0,06		0,00		-0,33	
Okt	-0,06			-0,01		0,07		0,64		-0,48	
Okt 06	-0,07			0,01		-0,15		0,72 *		-0,51 *	
Okt 12	-0,01			0,00		0,41 *		0,69		-0,54	
Okt 18	-0,12			-0,05		-0,23		0,52		-0,34	
Nov	-0,11			-0,06		-0,03		0,02		-0,13	
Nov 06	-0,18			-0,08		-0,30		0,01		0,11	
Nov 12	0,01			-0,03		0,59 **		-0,02		-0,35	
Nov 18	-0,17			-0,07		-0,35		0,02		0,04	
Dez	0,01			0,02		-0,02		0,02		-0,13	
Dez 06	-0,02			0,02		-0,25		0,12		-0,16	
Dez 12	0,10			0,04		0,38		-0,03		-0,24	
Dez 18	-0,05			0,00		-0,17		-0,01		-0,07	

Lüchow

Tab. 4-36

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,32 **			0,24 **		0,31 **		-0,42 ***		-0,31	
Jahr 06	0,30 **			0,19 **		0,27 *		-0,42 **		0,02	
Jahr 12	0,29 *			0,23 *		0,33		-0,31 ***		-0,22	
Jahr 18	0,39 ***			0,30 **		0,32 **		-0,52 ***		-0,68 **	
Jan	0,52			0,37		0,34		-0,44		-0,29	
Jan 06	0,50			0,34		0,27		-0,51		-0,28	
Jan 12	0,53			0,42		0,51		-0,19		-0,37	
Jan 18	0,53			0,37		0,23		-0,56		-0,35	
Feb	0,75			0,58		0,70 *		0,01		-0,36	
Feb 06	0,81			0,61		0,66		0,00		-0,16	
Feb 12	0,68			0,59		0,85 **		0,33		-0,14	
Feb 18	0,75			0,57		0,56		-0,17		-0,64	
Mrz	0,59 *			0,47 *		0,39		-0,39		0,20	
Mrz 06	0,82 **			0,56 **		0,65 **		-0,46		-0,06	
Mrz 12	0,35			0,40		0,13		-0,12		0,53	
Mrz 18	0,70 *			0,48		0,63 *		-0,60 *		-0,06	
Apr	0,28 *	1977	1,53 ***	0,23 *	1,28 ***	0,38	1,90 ***	-0,45 *	-0,39	-0,04	0,37
Apr 06	0,29 *	1977	1,32 ***	0,17	1,03 **	0,24	1,64 *	-0,50 *	-0,42	0,36	1,29
Apr 12	0,21	1977	1,52 **	0,23	1,34 ***	0,43	2,06 *	-0,36	0,13	0,02	0,76
Apr 18	0,33 *	1977	1,63 ***	0,31 *	1,53 **	0,30	1,55 **	-0,47 **	-0,56	-0,55	-1,11
Mai	0,51 *			0,35 *		0,61 *		-0,55 **		-0,29	
Mai 06	0,32 *			0,19 *		0,57		-0,46 **		0,58	
Mai 12	0,65 *			0,36		0,71 *		-0,64 **		-0,09	
Mai 18	0,61 **			0,52 **		0,70 *		-0,50 **		-1,19 *	
Jun	-0,07			-0,04		-0,08		-0,26		0,51	
Jun 06	-0,05			0,00		-0,09		-0,02		0,53	
Jun 12	-0,23			-0,11		-0,19		-0,29		0,73	
Jun 18	0,11			0,05		0,01		-0,35 *		0,08	
Jul	0,41			0,24		0,44		-0,54 **		-0,65	
Jul 06	0,27			0,11		0,50		-0,39		0,17	
Jul 12	0,52			0,25		0,44		-0,61 *		0,73	
Jul 18	0,50			0,38		0,42		-0,47 *		-1,13	
Aug	0,65 **			0,38 **		0,72 **		-0,65 **		-1,39 **	
Aug 06	0,35 **			0,10		0,54 **		-0,74 **		0,21	
Aug 12	0,88 *			0,45 **		0,89 **		-0,66 *		-1,69 **	
Aug 18	0,71 ***			0,56 **		0,68 ***		-0,58 ***		-2,29 ***	
Sep	0,00			0,05		-0,13		-0,48 **		0,11	
Sep 06	0,12			0,10		-0,07		-0,48 *		0,00	
Sep 12	-0,28			-0,06		-0,57 *		-0,41 *		0,61	
Sep 18	0,19			0,14		0,25		-0,65 **		-0,29	
Okt	0,03			0,06		0,14		-0,25		-0,50	
Okt 06	-0,01			0,01		-0,07		-0,39 *		-0,31	
Okt 12	0,06			0,09		0,41		-0,11		-0,45	
Okt 18	0,03			0,06		0,02		-0,37 *		-0,71 *	
Nov	0,05			0,03		0,10		-0,58		-0,55	
Nov 06	-0,01			0,00		-0,08		-0,66 *		-0,30	
Nov 12	0,04			0,05		0,21		-0,29		-0,46	
Nov 18	0,03			0,01		-0,02		-0,81 **		-0,69	
Dez	0,16			0,11		0,14		-0,47		-0,50	
Dez 06	0,17			0,11		0,08		-0,46		-0,50	
Dez 12	0,09			0,11		0,12		-0,31		-0,59 *	
Dez 18	0,17			0,10		0,09		-0,70 **		-0,33	

Mannheim

Tab. 4-37

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,22 **			0,21 **		0,19		0,33 **		-0,32	
Jahr 06	0,20 *			0,25 **		0,27 **		0,53 ***		-0,30 *	
Jahr 12	0,31 **			0,26 ***		0,17		0,09		-0,34	
Jahr 18	0,15			0,17 *		0,19 *		0,42 ***		-0,37	
Jan	0,33			0,30		0,39 *		0,45		-0,18	
Jan 06	0,26			0,25		0,25		0,55		-0,15	
Jan 12	0,45 *			0,37		0,56		0,20		-0,35	
Jan 18	0,28			0,28		0,27		0,52		-0,20	
Feb	0,39			0,39		0,40		0,51		-0,74	
Feb 06	0,27			0,31		0,25		0,77 *		-0,32	
Feb 12	0,55			0,51		0,51		0,26		-1,31 *	
Feb 18	0,32			0,29		0,35		0,43		-0,46	
Mrz	0,25			0,32		0,13		0,65 **		0,03	
Mrz 06	0,43			0,41 *		0,54 **		0,82 ***		-0,18	
Mrz 12	0,17			0,34		-0,21		0,54 **		-0,06	
Mrz 18	0,23			0,20		0,33		0,77 ***		0,04	
Apr	0,04	1977	1,00 *	0,04	1,05 **	0,01	0,88	0,05	0,45	0,23	0,20
Apr 06	0,03	1977	0,76 *	0,11	0,87 *	0,11	0,62	0,42 **	0,56	0,04	0,19
Apr 12	0,16			0,08		0,02		-0,33		0,21	
Apr 18	-0,06	1977	1,05 *	-0,05	1,10 **	-0,03	1,21 *	0,22	0,56	0,25	-0,03
Mai	0,32			0,24		0,20		-0,06		0,46	
Mai 06	0,36			0,44 **		0,51		0,33 *		-0,13	
Mai 12	0,50			0,25		0,14		-0,40 *		0,53	
Mai 18	0,13			0,16		0,02		-0,01		0,75	
Jun	0,08			0,07		0,09		0,18		-0,29	
Jun 06	0,08			0,20 *		0,04		0,52 ***		-0,32	
Jun 12	0,17			0,07		0,20		-0,06		-0,22	
Jun 18	-0,02			0,06		-0,08		0,26		-0,42	
Jul	0,32			0,20		0,21		-0,05		-0,14	
Jul 06	0,34			0,29		0,31		0,15		-0,05	
Jul 12	0,54			0,25		0,29		-0,31		-0,22	
Jul 18	0,17			0,15		0,11		-0,02		-0,13	
Aug	0,77 ***			0,52 ***		0,66 **		-0,01		-1,68 ***	
Aug 06	0,46 ***			0,39 ***		0,75 ***		0,17		-0,92 *	
Aug 12	1,07 ***			0,58 ***		0,59 *		-0,31		-1,52 **	
Aug 18	0,75 ***			0,59 ***		0,78 ***		0,22		-2,30 ***	
Sep	0,02			0,11		-0,01		0,31 *		-0,64	
Sep 06	0,01			0,12		0,05		0,57 **		-0,48 **	
Sep 12	0,06			0,09		-0,05		0,03		-0,28	
Sep 18	0,04			0,09		0,20		0,53 ***		-1,14	
Okt	-0,02			0,15		-0,07		0,68 ***		-0,42	
Okt 06	0,17			0,24		0,25		0,75 ***		-0,71 **	
Okt 12	-0,14			0,12		-0,34		0,54 **		-0,15	
Okt 18	0,04			0,09		0,20		0,73 ***		-0,58	
Nov	-0,09			0,01		0,07		0,57 *		-0,10	
Nov 06	-0,16			-0,02		-0,09		0,70 **		0,05	
Nov 12	0,05			0,11		0,35		0,43		-0,31	
Nov 18	-0,20			-0,08		-0,14		0,53 *		0,06	
Dez	0,16			0,22		0,22		0,64 *		-0,39	
Dez 06	0,17			0,21		0,22		0,69 **		-0,37	
Dez 12	0,18	1962	0,58 *	0,28	0,73 *	0,02	-0,03	0,43	0,41	-0,53	0,53
Dez 18	0,14			0,19		0,30		0,83 ***		-0,36	

Norderney

Tab. 4-38

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,27 **			0,17 *		0,28 **		-0,85 ***		-0,32	
Jahr 06	0,26 *	1962	0,47 **	0,17 *	0,29 **	0,25 **	0,33 *	-0,80 **	-1,78 ***	-0,28 *	0,12
Jahr 12	0,29 **	1962	0,52 ***	0,16 *	0,28 **	0,42 ***	0,48 **	-0,88 ***	-1,72 ***	-0,28	-0,05
Jahr 18	0,26 **	1962	0,50 ***	0,19 **	0,34 **	0,19 *	0,28 *	-0,86 ***	-1,88 ***	-0,40 *	-0,01
Jan	0,48			0,28		0,31		-1,27 **		-0,06	
Jan 06	0,42			0,28		0,06		-1,06 *		0,00	
Jan 12	0,52 *			0,28		0,66 *		-1,12 *		-0,14	
Jan 18	0,46			0,28		0,19		-1,48 **		-0,04	
Feb	0,71			0,45		0,61 *		-0,83		-0,30	
Feb 06	0,65			0,45		0,36		-0,72		-0,07	
Feb 12	0,80 *			0,46		1,04 **		-0,86		-0,51	
Feb 18	0,67			0,46		0,34		-0,88		-0,37	
Mrz	0,65 **			0,46 **		0,54 *		-0,67		-0,04	
Mrz 06	0,75 **			0,52 **		0,58 **		-0,50		-0,05	
Mrz 12	0,61 **			0,46 *		0,69 *		-0,77		-0,05	
Mrz 18	0,64 *			0,44 *		0,41 *		-0,73		-0,07	
Apr	0,33 **	1977	1,28 ***	0,27 *	1,07 ***	0,36 *	1,24 *	-0,74	-2,27	-0,76 *	-1,10
Apr 06	0,30 **	1977	1,23 ***	0,19 *	0,98 ***	0,40	1,22	-0,74	-2,27	-0,38	-0,95
Apr 12	0,30 *	1977	1,36 ***	0,26 *	1,17 ***	0,46	1,45	-0,60	-2,51 *	-0,77 *	-1,78
Apr 18	0,37 *	1977	1,40 ***	0,33 **	1,17 ***	0,25	1,07 **	-0,75	-2,55	-1,07 **	-1,25
Mai	0,27	1962	0,38 *	0,20	0,24	0,37	0,44	-0,86 **	-1,60 ***	-0,22	0,17
Mai 06	0,28	1962	0,44 *	0,18	0,28	0,63 *	0,70 *	-0,92 **	-1,76 ***	-0,11	0,01
Mai 12	0,24			0,18		0,25		-0,85 *		-0,11	
Mai 18	0,30 *			0,25		0,44 *		-0,93 **		-0,48	
Jun	0,03			-0,01		0,00		-0,49 *		-0,06	
Jun 06	0,04			0,01		-0,03		-0,38		-0,17	
Jun 12	0,04			-0,05		0,15		-0,58 **		0,17	
Jun 18	0,03			0,02		-0,05		-0,43		-0,26	
Jul	0,32			0,19		0,50		-0,79 *		-0,49	
Jul 06	0,26			0,14		0,62 *		-1,04 **		-0,55	
Jul 12	0,39			0,17		0,55		-0,88 *		0,17	
Jul 18	0,25			0,20		0,44		-0,53		-0,45	
Aug	0,37 *			0,24		0,57 **		-0,85 **		-0,95 **	
Aug 06	0,31 **			0,21 *		0,70 **		-0,83 *		-0,94 **	
Aug 12	0,47 *			0,27		0,57 *		-0,95 **		-0,95 *	
Aug 18	0,31 *			0,26 *		0,44 *		-0,74 *		-0,97 ***	
Sep	0,03			0,01		0,05		-0,87 **		0,11	
Sep 06	0,08			0,05		0,10		-0,84 *		0,06	
Sep 12	-0,04			-0,04		-0,05		-0,93 **		0,39	
Sep 18	0,05			0,02		0,03		-0,96 **		0,01	
Okt	-0,03			-0,02		0,00		-0,43		-0,47	
Okt 06	-0,02			0,01		-0,07		-0,40		-0,44	
Okt 12	-0,04			-0,07		0,16		-0,45		-0,26	
Okt 18	-0,04			0,00		-0,11		-0,42		-0,69 *	
Nov	-0,02			-0,05		0,04		-1,11 **		-0,23	
Nov 06	-0,08			-0,05		-0,28		-1,02 *		-0,26	
Nov 12	0,09			-0,05		0,46 *		-1,21 *		-0,29	
Nov 18	-0,03			-0,03		-0,14		-1,11 **		-0,29	
Dez	0,14			0,05		0,06		-1,33 **		-0,33	
Dez 06	0,08			0,04		-0,07		-1,14 *		-0,37	
Dez 12	0,13	1962	0,61 *	0,03	0,36	0,13	0,35	-1,43 **	-2,13 **	-0,44 **	-0,08
Dez 18	0,16			0,08		0,05		-1,43 **		-0,17	

Nürnberg-Kra.

Tab. 4-39

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,25 *			0,24 **		0,27 **		0,15 *		-0,68 **	
Jahr 06	0,27 **			0,28 ***		0,30 **		0,26 **		-0,32 **	
Jahr 12	0,20 *			0,15 *		0,23 *		0,03		-0,53	
Jahr 18	0,31 **			0,29 ***		0,31 **		0,14 *		-1,18 ***	
Jan	0,52			0,43		0,47 *		0,22		-0,58	
Jan 06	0,54			0,45		0,51		0,39		-0,31	
Jan 12	0,53 *			0,40		0,63 *		0,14		-0,55	
Jan 18	0,54			0,45		0,34		0,01		-0,82	
Feb	0,58			0,47		0,55		0,11		-0,78	
Feb 06	0,51			0,44		0,35		0,22		-0,32	
Feb 12	0,59			0,44		0,81 *		0,08		-0,86	
Feb 18	0,67			0,55		0,42		-0,07		-1,44 **	
Mrz	0,37			0,36		0,27		0,37		0,06	
Mrz 06	0,67 *			0,56 **		0,63 **		0,35		-0,03	
Mrz 12	0,05			0,18		-0,07		0,52		0,44	
Mrz 18	0,52			0,43		0,54 *		0,29		-0,52	
Apr	0,05			0,06		0,11		0,10		-0,45	
Apr 06	0,06			0,10		0,19		0,22		-0,18	
Apr 12	-0,05			-0,03		0,00		-0,09		-0,12	
Apr 18	0,11	1977	1,21 **	0,12	1,12 *	0,15	1,08 **	0,11	-0,62	-0,99	0,13
Mai	0,44 *			0,36 *		0,63 *		-0,02		-0,95	
Mai 06	0,29			0,31 *		0,70 *		0,25		-0,57	
Mai 12	0,54			0,32		0,57		-0,32 *		-0,70	
Mai 18	0,43 *			0,40 *		0,60 **		-0,07		-1,22 *	
Jun	-0,03			0,03		0,03		0,12		-0,90	
Jun 06	-0,06			0,05		-0,21		0,19		-0,04	
Jun 12	-0,10			-0,04		0,02		0,05		-0,87	
Jun 18	0,05			0,05		0,13		0,19		-1,39 *	
Jul	0,19			0,18		0,19		0,07		-0,86	
Jul 06	0,09			0,16		0,13		0,17 *		-0,28	
Jul 12	0,21			0,10		0,21		-0,10		-0,87	
Jul 18	0,24			0,24		0,22		0,19		-1,45	
Aug	0,65 ***			0,42 **		0,73 ***		-0,05		-1,55 **	
Aug 06	0,39 **			0,28 **		0,71 **		0,10		-0,36	
Aug 12	0,88 **			0,40 **		0,83 ***		-0,34		-1,67 **	
Aug 18	0,62 ***			0,56 ***		0,64 ***		0,09		-2,39 ***	
Sep	-0,01			0,08		0,04		0,10		-0,40	
Sep 06	0,12			0,23		0,11		0,31 **		-0,17	
Sep 12	-0,16			-0,07		-0,15		-0,09		-0,07	
Sep 18	0,10			0,15		0,23		0,20		-1,27 *	
Okt	0,04			0,16		-0,01		0,47 **		-0,41	
Okt 06	0,40			0,46 *		0,33		0,55 ***		-0,49 *	
Okt 12	-0,22			-0,05		-0,37		0,35		-0,25	
Okt 18	0,16			0,23		0,28		0,48 **		-0,94 *	
Nov	-0,02			0,02		0,05		0,04		-0,53 *	
Nov 06	-0,04			0,04		-0,07		0,08		-0,43	
Nov 12	-0,02			-0,03		0,13		-0,16		-0,46	
Nov 18	-0,02			0,04		-0,11		0,01		-0,66 *	
Dez	0,23			0,25		0,18		0,31		-0,87 ***	
Dez 06	0,26			0,27		0,18		0,32		-0,66 **	
Dez 12	0,13			0,20		0,15		0,31		-0,75 *	
Dez 18	0,30			0,28		0,19		0,24		-1,09 ***	

Oberstdorf

Tab. 4-40

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,13			0,10		0,31 ***		0,13 *		0,06	
Jahr 06	0,19 *			0,16 *		0,28 **		0,11		0,12	
Jahr 12	0,15			0,09		0,50 ***		0,16		-0,16	
Jahr 18	0,08			0,12		0,09		0,20		0,05	
Jan	0,29			0,18		0,53 *		0,10		0,49 *	
Jan 06	0,18			0,23		-0,03		0,15		0,29	
Jan 12	0,51			0,23		1,27 **		0,18		0,80 *	
Jan 18	0,11			0,20		-0,16		0,18		0,27	
Feb	0,35			0,26		0,53		0,15		0,11	
Feb 06	0,22			0,27		-0,04		0,16		0,09	
Feb 12	0,56			0,35		1,05 **		0,10		-0,37	
Feb 18	0,28			0,30		0,11		0,26		0,04	
Mrz	0,17			0,17		0,31		0,23		0,43	
Mrz 06	0,41			0,37		0,46 *		0,31		0,31	
Mrz 12	0,13			0,14		0,42		0,27		0,11	
Mrz 18	0,14			0,16		0,17		0,24		0,56	
Apr	-0,06			-0,06		0,17		0,16		-0,26	
Apr 06	0,02			-0,03		0,32		0,17		0,21	
Apr 12	-0,11			-0,07		0,26		0,19		-0,73	
Apr 18	-0,14			-0,09		-0,18		0,19		-0,04	
Mai	0,35			0,24		0,68 **		0,08		-0,25	
Mai 06	0,40 *	1962	0,56 **	0,21	0,32	0,87 **	1,23 **	-0,08	-0,07	0,32	0,41
Mai 12	0,49	1962	0,85 *	0,32 *	0,71 **	0,90 **	1,30 **	0,09	0,48	-0,79	-1,24
Mai 18	0,24			0,25		0,45 *		0,15		-0,20	
Jun	0,02			-0,01		0,28		0,14		-0,51	
Jun 06	0,02			-0,01		0,23		0,08		-0,04	
Jun 12	-0,02			-0,05		0,31		0,13		-0,86 *	
Jun 18	0,10			0,07		0,42		0,22		-0,78	
Jul	0,12			0,10		0,34		0,11		-0,33	
Jul 06	0,16			0,08		0,54		0,07		0,07	
Jul 12	0,09			0,11		0,30		0,18		-0,86	
Jul 18	0,12			0,13		0,33		0,13		-0,39	
Aug	0,41 *			0,26 *		0,62 ***		0,05		-0,32	
Aug 06	0,38 ***			0,25 **		0,73 ***		-0,04		0,02	
Aug 12	0,51			0,32 *		0,76 **		0,21		-0,82	
Aug 18	0,27 *			0,29 *		0,38 **		0,14		-0,35	
Sep	-0,12			-0,08		0,00		0,10		0,23	
Sep 06	-0,01			0,04		-0,01		0,10		0,11	
Sep 12	-0,24			-0,16		0,03		0,11		-0,20	
Sep 18	-0,12			-0,11		-0,16		0,19		0,62 *	
Okt	0,13			0,15		0,17		0,17		0,13	
Okt 06	0,41 **			0,36 *		0,40 *		0,23		-0,20	
Okt 12	-0,01			0,02		0,06		0,13		0,10	
Okt 18	0,10			0,15		0,09		0,28		0,05	
Nov	-0,14			-0,11		0,03		0,12		0,51	
Nov 06	-0,21			-0,10		-0,30		0,10		0,11	
Nov 12	-0,06			-0,17		0,38		0,13		0,56	
Nov 18	-0,21			-0,09		-0,31		0,15		0,49 *	
Dez	0,05	1962	0,75 *	0,08	0,74 *	0,10	0,72 *	0,15	0,48	0,51 *	0,66
Dez 06	0,23	1962	1,02 *	0,23	0,92 **	0,14	0,95 *	0,06	0,43	0,12	0,44
Dez 12	-0,02			-0,01		0,31		0,24		0,95	
Dez 18	0,04			0,12		-0,07		0,24		0,33	

Öhringen

Tab. 4-41

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,13			0,15 *		0,08		0,24		-0,13	
Jahr 06	0,22 *			0,25 **		0,25 *		0,42		-0,18	
Jahr 12	0,03			0,06		-0,12		0,01		0,04	
Jahr 18	0,19 *			0,19 *		0,24 **		0,35		-0,43 *	
Jan	0,35			0,32		0,34		0,32		0,05	
Jan 06	0,36			0,32		0,36		0,38		0,21	
Jan 12	0,33			0,28		0,36		0,16		0,01	
Jan 18	0,36			0,34		0,26		0,29		0,03	
Feb	0,34			0,34		0,31		0,34		-0,26	
Feb 06	0,38			0,37		0,31		0,51 *		-0,14	
Feb 12	0,22			0,29		0,08		0,27		-0,33	
Feb 18	0,42			0,36		0,41		0,28		-0,29	
Mrz	0,18			0,24		0,00		0,45		0,27	
Mrz 06	0,53 *			0,47 *		0,51 *		0,51		-0,05	
Mrz 12	-0,10			0,11		-0,43		0,41		0,26	
Mrz 18	0,29			0,25		0,33		0,45		0,13	
Apr	-0,12	1977	1,03 *	-0,06	1,10 **	-0,11	1,02	0,20	0,56	0,04	0,13
Apr 06	-0,07	1977	0,84 *	0,05	0,89 *	-0,03	0,78	0,41 *	0,71	-0,20	0,42
Apr 12	-0,14			-0,14		-0,12		-0,19		-0,01	
Apr 18	-0,07	1977	1,32 **	-0,04	1,33 **	0,00	1,40 **	0,36	0,41	-0,13	-1,18
Mai	0,22			0,22		0,14		0,05		-0,13	
Mai 06	0,33 *			0,36 **		0,56		0,26		-0,42	
Mai 12	0,14			0,11		-0,20		-0,35		0,12	
Mai 18	0,21			0,25		0,26		0,26		-0,29	
Jun	-0,08			-0,03		-0,09		0,07		-0,43	
Jun 06	0,01			0,09		-0,13		0,18		-0,36	
Jun 12	-0,22			-0,17		-0,10		-0,06		-0,05	
Jun 18	0,09			0,08		0,21		0,14		-1,11 *	
Jul	0,12			0,12		0,07		0,12		-0,22	
Jul 06	0,13			0,20		0,07		0,32		-0,36	
Jul 12	0,03			0,02		-0,13		-0,17		-0,05	
Jul 18	0,20			0,18		0,30		0,34		-0,67	
Aug	0,63 **			0,40 **		0,56 **		-0,07		-1,35 **	
Aug 06	0,40 ***			0,33 **		0,70 ***		0,19		-0,81 ***	
Aug 12	0,78 *			0,35 *		0,47		-0,41 *		-1,13 *	
Aug 18	0,68 ***			0,59 ***		0,71 **		0,28		-2,34 ***	
Sep	-0,11			0,00		-0,20		0,16		0,01	
Sep 06	0,03			0,15		-0,02		0,47		0,05	
Sep 12	-0,35			-0,15		-0,54		-0,11		0,45	
Sep 18	0,04			0,07		0,16		0,33		-0,66	
Okt	-0,03			0,09		-0,17		0,44		0,24	
Okt 06	0,35			0,39 *		0,40 *		0,64 *		-0,21	
Okt 12	-0,28			-0,13		-0,64		0,18		0,76	
Okt 18	0,03			0,08		0,18		0,53 *		0,01	
Nov	-0,12			-0,06		-0,09		0,23		0,24	
Nov 06	-0,07			0,02		-0,03		0,45		0,11	
Nov 12	-0,13			-0,10		-0,11		-0,03		0,33	
Nov 18	-0,18			-0,08		-0,20		0,31		0,36	
Dez	0,13	1962	0,80 *	0,21	0,77 *	0,16	0,64 *	0,55 *	0,59	-0,05	0,24
Dez 06	0,21	1962	0,95 *	0,26	0,82 *	0,28	0,97 *	0,69 *	0,80 *	0,06	0,36
Dez 12	0,01			0,17		-0,08		0,41		-0,12	
Dez 18	0,19	1962	0,90 *	0,22	0,75 *	0,26	0,86 *	0,59 *	0,50	-0,20	0,05

Osnabrück

Tab. 4-42

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,34 **			0,23 **		0,16		-0,63 ***		-0,50 ***	
Jahr 06	0,35 ***			0,26 **		0,21		-0,54 ***		-0,39 **	
Jahr 12	0,39 **			0,22 **		0,15		-0,78 ***		-0,56 ***	
Jahr 18	0,30 **			0,23 **		0,15		-0,56 ***		-0,56 **	
Jan	0,52			0,37		0,30		-0,65 *		-0,51	
Jan 06	0,45			0,32		0,06		-0,80 *		-0,27	
Jan 12	0,60 **			0,40		0,70 **		-0,52		-0,82 *	
Jan 18	0,50			0,37		0,11		-0,69 *		-0,46	
Feb	0,64			0,50		0,39		-0,35		-0,98 *	
Feb 06	0,69			0,53		0,36		-0,27		-0,96 ***	
Feb 12	0,58			0,48		0,40		-0,33		-1,02 *	
Feb 18	0,59			0,47		0,25		-0,48		-0,96 *	
Mrz	0,55			0,44 *		0,28		-0,52		-0,12	
Mrz 06	0,75 *			0,56 **		0,53 *		-0,37		-0,13	
Mrz 12	0,50			0,40		0,27		-0,64 *		-0,14	
Mrz 18	0,55			0,43		0,32		-0,61 *		-0,27	
Apr	0,24	1977	1,28 **	0,19	1,15 ***	0,07	1,29 *	-0,79 ***	-0,38	-0,53	0,69
Apr 06	0,30 *	1977	1,14 **	0,22	1,02 **	0,15	1,28 *	-0,57 *	0,02	-0,33	1,20
Apr 12	0,24	1977	1,32 *	0,16	1,13 **	-0,11	1,33	-0,98 ***	-0,61	-0,44	0,79
Apr 18	0,18	1977	1,31 **	0,18	1,24 **	0,05	1,07	-0,76 ***	-0,54	-0,64	0,47
Mai	0,47 *			0,32		0,33		-0,77 ***		-0,59	
Mai 06	0,42 **			0,36 **		0,36		-0,60 **		-0,57	
Mai 12	0,58 *			0,29		0,31		-1,02 ***		-0,35	
Mai 18	0,41 *			0,36 *		0,38		-0,65 **		-0,72	
Jun	0,06			-0,01		-0,17		-0,58 ***		0,07	
Jun 06	0,09			0,10		-0,13		-0,27		-0,27	
Jun 12	0,08			-0,05		-0,20		-0,79 ***		0,09	
Jun 18	0,03			-0,03		-0,11		-0,53 **		0,09	
Jul	0,61			0,33		0,49		-0,87 ***		-1,12 *	
Jul 06	0,46			0,27		0,66		-0,74 **		-0,68 **	
Jul 12	0,82			0,34		0,43		-1,16 ***		0,09	
Jul 18	0,56			0,36		0,48		-0,73 ***		-1,24 *	
Aug	0,72 **			0,40 **		0,62 **		-0,84 ***		-1,63 ***	
Aug 06	0,46 ***			0,26 *		0,71 **		-0,75 **		-0,71 ***	
Aug 12	1,02 ***			0,45 **		0,62 *		-1,17 ***		-1,76 ***	
Aug 18	0,61 **			0,48 **		0,62 **		-0,56 **		-2,15 ***	
Sep	0,05			0,05		-0,19		-0,72 **		0,34	
Sep 06	0,16			0,15		0,00		-0,59 **		0,22	
Sep 12	0,07			0,02		-0,36		-1,04 ***		0,31	
Sep 18	0,03			0,01		-0,02		-0,55 *		0,37	
Okt	0,02			0,04		-0,17		-0,37		-0,16	
Okt 06	0,13			0,12		-0,07		-0,42		-0,24	
Okt 12	-0,01			-0,01		-0,27		-0,46		-0,18	
Okt 18	-0,04			-0,01		-0,14		-0,22		0,00	
Nov	0,07			0,05		-0,06		-0,64 **		-0,33	
Nov 06	0,05			0,06		-0,11		-0,58 **		-0,25	
Nov 12	0,14			0,08		0,11		-0,72 **		-0,62	
Nov 18	0,04			0,06		-0,11		-0,56 *		-0,35	
Dez	0,15			0,14		0,00		-0,48		-0,48 *	
Dez 06	0,19			0,16		0,02		-0,51		-0,46 *	
Dez 12	0,08			0,12		-0,11		-0,52		-0,68 *	
Dez 18	0,15			0,15		-0,02		-0,41		-0,38 *	

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,08			0,19 **		0,11		0,47		-0,31	
Jahr 06	0,13			0,19 *		0,19		0,47		0,00	
Jahr 12	-0,03			0,19 *		-0,10		0,47		-0,47 *	
Jahr 18	0,16			0,20 **		0,23 **		0,46		-0,53 *	
Jan	0,35			0,36		0,34		0,55		0,16	
Jan 06	0,47			0,40		0,54		0,60 *		0,11	
Jan 12	0,20			0,33		0,09		0,62		0,09	
Jan 18	0,39			0,33		0,39		0,44		0,21	
Feb	0,45			0,46		0,45		0,53		-0,72	
Feb 06	0,35			0,36		0,24		0,60		0,06	
Feb 12	0,46			0,53		0,56		0,56		-1,38 *	
Feb 18	0,48			0,48		0,36		0,54		-1,01	
Mrz	0,18			0,30		0,05		0,68		0,46	
Mrz 06	0,39			0,40 *		0,33		0,73 *		0,63	
Mrz 12	-0,08			0,25		-0,37		0,80		0,26	
Mrz 18	0,32			0,27		0,41		0,53		0,31	
Apr	-0,17	1977	0,95 *	0,01	1,18 **	-0,13	1,19	0,48	1,41	-0,18	-0,79
Apr 06	-0,16			0,01		-0,05		0,54		-0,21	
Apr 12	-0,26			0,00		-0,39		0,28		-0,02	
Apr 18	-0,02	1977	1,07 *	0,03	1,17 *	0,10	1,16 *	0,54 *	1,39	-0,56	-1,47
Mai	0,36	1962	0,76 *	0,44 **	0,63 **	0,47	0,91 **	0,42 *	0,12	-1,22 *	-1,87 *
Mai 06	0,29	1962	0,61 *	0,35 **	0,46 *	0,56	1,28 **	0,40 *	0,15	-0,76	-0,96
Mai 12	0,45	1962	1,18 **	0,48 **	0,79 ***	0,38	1,06 **	0,31	0,00	-1,40 *	-2,38 **
Mai 18	0,39 *			0,49 **		0,57 **		0,55 **		-1,69 *	
Jun	-0,17			0,01		-0,12		0,38		-0,50	
Jun 06	-0,12			-0,02		-0,01		0,36		0,10	
Jun 12	-0,34			-0,03		-0,38		0,34		-0,37	
Jun 18	0,00			0,08		0,02		0,33		-1,10 *	
Jul	-0,04			0,16		0,01		0,49		-0,71	
Jul 06	0,02			0,12		0,12		0,40		-0,25	
Jul 12	-0,22			0,15		-0,28		0,53		-0,37	
Jul 18	0,06			0,19		0,05		0,45 *		-1,16	
Aug	0,34			0,37 **		0,40		0,33		-1,25 **	
Aug 06	0,25 *			0,26 **		0,48 *		0,32		-0,29	
Aug 12	0,27			0,38 **		0,12		0,30		-1,45 **	
Aug 18	0,45 **			0,46 **		0,52 **		0,34		-1,93 ***	
Sep	-0,20			-0,01		-0,22		0,31		0,13	
Sep 06	-0,07			0,07		-0,16		0,33		0,30	
Sep 12	-0,43			-0,05		-0,55		0,33		-0,03	
Sep 18	-0,06			-0,04		0,05		0,36		0,02	
Okt	-0,04			0,11		-0,11		0,55 *		-0,02	
Okt 06	0,10			0,22		0,03		0,57 *		-0,14	
Okt 12	-0,23			0,07		-0,44		0,58 *		-0,26	
Okt 18	0,04			0,06		0,26 *		0,46		0,14	
Nov	-0,12			-0,04		0,02		0,29		0,21	
Nov 06	-0,09			-0,04		-0,02		0,28		0,30	
Nov 12	-0,15			-0,02		-0,06		0,31		0,03	
Nov 18	-0,16			-0,07		-0,05		0,33		0,33	
Dez	0,08			0,16		0,15		0,59 *		-0,08	
Dez 06	0,14			0,16		0,15		0,51		0,14	
Dez 12	0,05			0,19		0,16		0,60 *		-0,47	
Dez 18	0,06			0,13		0,12		0,60 *		0,05	

Regensburg

Tab. 4-44

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,39 ***			0,24 **		0,29 **		-0,40 *		-0,18	
Jahr 06	0,19			0,19 **		0,24 *		0,05		0,37 *	
Jahr 12	0,60 ***			0,26 **		0,40 ***		-0,76 ***		-0,26	
Jahr 18	0,34 ***			0,26 ***		0,31 ***		-0,40 **		-0,58 **	
Jan	0,54			0,40		0,39		-0,29		0,16	
Jan 06	0,57			0,43		0,46		-0,13		0,20	
Jan 12	0,53			0,40		0,33		-0,41		0,11	
Jan 18	0,52			0,38		0,41		-0,31		0,12	
Feb	0,64			0,46		0,54		-0,38		-0,36	
Feb 06	0,43			0,36		0,17		-0,19		0,28	
Feb 12	0,91 *			0,56		1,07 **		-0,52		-0,98	
Feb 18	0,64			0,49		0,37		-0,45		-0,71	
Mrz	0,46			0,38		0,28		-0,21		0,13	
Mrz 06	0,59 *			0,47 *		0,54 **		0,10		0,54 *	
Mrz 12	0,42			0,36		0,21		-0,36		-0,08	
Mrz 18	0,50			0,36		0,47		-0,34		-0,26	
Apr	0,21	1977	1,53 **	0,08	1,23 **	0,16	1,61 *	-0,68 **	-0,47	-0,36	-0,38
Apr 06	-0,02	1977	1,07 *	0,00	1,01 *	0,14	1,23	-0,02	0,19	0,18	-0,21
Apr 12	0,48	1977	2,26 **	0,13	1,51 **	0,26	2,27 *	-1,15 ***	-1,03 *	-0,44	-0,89
Apr 18	0,14	1977	1,37 **	0,09	1,26 *	0,13	1,26 **	-0,79 **	-0,76	-0,83	-0,56
Mai	0,79 ***			0,45 **		0,77 **		-0,82 ***		-0,96	
Mai 06	0,28			0,19		0,74 *		-0,07		0,19	
Mai 12	1,32 ***			0,54 **		1,05 **		-1,40 ***		-1,04	
Mai 18	0,62 **			0,51 **		0,69 **		-0,84 ***		-1,55	
Jun	0,28			0,10		0,14		-0,59 **		-0,55	
Jun 06	-0,17			-0,07		-0,28		0,00		0,69 *	
Jun 12	0,53			0,11		0,16		-1,00 ***		-0,30	
Jun 18	0,34			0,19		0,35		-0,66 **		-1,40 **	
Jul	0,41			0,17		0,27		-0,66 *		-0,19	
Jul 06	-0,10			0,02		0,03		0,04		0,61	
Jul 12	0,81			0,20		0,40		-1,27 ***		-0,30	
Jul 18	0,33			0,21		0,27		-0,59 *		-0,76	
Aug	0,83 ***			0,45 ***		0,79 ***		-0,48 **		-1,32 **	
Aug 06	0,24 *			0,21		0,68 **		0,21		0,21	
Aug 12	1,45 ***			0,53 ***		1,12 ***		-1,03 ***		-1,64 **	
Aug 18	0,60 ***			0,50 ***		0,57 ***		-0,41 *		-2,27 ***	
Sep	0,14			0,06		0,01		-0,50		0,34	
Sep 06	0,01			0,11		0,00		0,20		0,54 *	
Sep 12	0,32			0,02		-0,02		-0,96 **		0,40	
Sep 18	0,08			0,05		0,13		-0,42 **		-0,21	
Okt	0,13			0,14		0,00		-0,15		0,39	
Okt 06	0,25			0,29		0,18		0,16		0,29	
Okt 12	0,16			0,09		-0,13		-0,49 *		0,31	
Okt 18	0,12			0,11		0,20		-0,06		0,43	
Nov	-0,01			0,00		0,01		-0,15		0,46	
Nov 06	-0,02			0,03		-0,02		0,09		0,48 *	
Nov 12	0,08			0,00		0,15		-0,37		0,32	
Nov 18	-0,02			0,00		-0,11		-0,19		0,46	
Dez	0,21			0,21		0,15		0,07		0,14	
Dez 06	0,21			0,22		0,18		0,22		0,30	
Dez 12	0,20			0,22		0,15		-0,12		0,01	
Dez 18	0,23			0,23		0,16		0,20		0,04	

Schleswig

Tab. 4-45

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,27 *			0,15 *		0,22 *		-0,64 ***		-0,26 *	
Jahr 06	0,21 *			0,12		0,15		-0,53 ***		-0,06	
Jahr 12	0,34 **			0,16		0,32 *		-0,76 ***		-0,24	
Jahr 18	0,22 *			0,15 *		0,17		-0,64 ***		-0,45 **	
Jan	0,46			0,28		0,32		-0,50		0,06	
Jan 06	0,38			0,25		0,07		-0,52		0,07	
Jan 12	0,52			0,30		0,56 *		-0,44		0,03	
Jan 18	0,46			0,29		0,28		-0,63 *		0,00	
Feb	0,70			0,49		0,50		-0,31		-0,25	
Feb 06	0,71			0,49		0,45		-0,45		0,06	
Feb 12	0,66 *			0,47		0,52		-0,06		-0,18	
Feb 18	0,64			0,46		0,37		-0,48		-0,62	
Mrz	0,60 *			0,42 *		0,40		-0,69 *		0,00	
Mrz 06	0,63 **			0,41 *		0,49 *		-0,62 *		0,16	
Mrz 12	0,60 *			0,44		0,47		-0,70		-0,01	
Mrz 18	0,58 *			0,40		0,39		-0,74 *		-0,21	
Apr	0,28 *	1977	1,23 **	0,17	1,11 ***	0,29	1,16	-0,89 ***	-0,41	-0,18	0,96
Apr 06	0,34 *	1977	1,21 **	0,17	1,04 ***	0,36	0,99	-0,58 **	-0,38	-0,02	0,98
Apr 12	0,27	1977	1,17 *	0,18	1,21 **	0,34	1,22	-1,04 ***	0,07	-0,23	0,50
Apr 18	0,22	1977	1,31 ***	0,16	1,16 **	0,14	1,12 **	-1,03 ***	-0,78	-0,36	0,78
Mai	0,36 *			0,20		0,44 *		-1,00 ***		-0,27	
Mai 06	0,24 *			0,13		0,38		-0,70 ***		0,02	
Mai 12	0,54 **			0,24		0,56 *		-1,22 ***		-0,15	
Mai 18	0,30 *			0,22		0,41		-1,11 ***		-0,67	
Jun	0,04			-0,06		-0,11		-0,70 ***		0,32	
Jun 06	-0,03			-0,06		-0,29		-0,45 *		0,31	
Jun 12	0,11			-0,09		-0,07		-1,00 ***		0,58	
Jun 18	0,02			-0,06		-0,10		-0,71 ***		0,07	
Jul	0,42			0,21		0,44		-0,80 ***		-0,87	
Jul 06	0,25			0,11		0,32		-0,61 **		-0,37	
Jul 12	0,59			0,26		0,55		-0,94 **		0,58	
Jul 18	0,38			0,26		0,46		-0,75 ***		-1,26 *	
Aug	0,50 *			0,29		0,66 **		-0,60 **		-1,40 ***	
Aug 06	0,23			0,09		0,55 *		-0,43 *		-0,50 *	
Aug 12	0,78 *			0,40 *		0,82 *		-0,91 **		-1,81 **	
Aug 18	0,36			0,33		0,46 *		-0,39		-1,76 ***	
Sep	0,00			-0,02		-0,12		-0,58 **		0,13	
Sep 06	0,07			0,06		0,07		-0,45		-0,04	
Sep 12	-0,04			-0,08		-0,41		-0,96 ***		0,48	
Sep 18	-0,04			-0,06		0,05		-0,33		-0,02	
Okt	-0,09			-0,06		-0,09		-0,26		-0,37	
Okt 06	-0,08			-0,03		-0,12		-0,13		-0,33	
Okt 12	-0,09			-0,10		0,00		-0,45		-0,23	
Okt 18	-0,13			-0,07		-0,18		-0,27		-0,44	
Nov	-0,11			-0,11		-0,06		-0,62 *		-0,16	
Nov 06	-0,21			-0,16		-0,33		-0,80 **		0,10	
Nov 12	0,00			-0,08		0,29		-0,65 *		-0,30	
Nov 18	-0,16			-0,11		-0,25		-0,53		-0,14	
Dez	0,06			0,01		-0,01		-0,67		-0,14	
Dez 06	0,02			0,01		-0,16		-0,60		-0,16	
Dez 12	0,08			0,00		0,14		-0,72		-0,08	
Dez 18	0,04			0,01		-0,01		-0,70 *		0,00	

Stötten

Tab. 4-46

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,24 *			0,20 *		0,23 **		0,00		0,13	
Jahr 06	0,21 *			0,19 **		0,22 *		0,03		0,11	
Jahr 12	0,27 *			0,20 *		0,28 *		-0,07		0,20	
Jahr 18	0,23 **			0,20 **		0,19 *		-0,06		0,00	
Jan	0,55			0,40		0,48		-0,01		-0,05	
Jan 06	0,46			0,39		0,20		0,24		-0,19	
Jan 12	0,61			0,40		0,61		-0,27		0,18	
Jan 18	0,49			0,39		0,24		0,05		-0,16	
Feb	0,59			0,45		0,57		-0,02		-0,74	
Feb 06	0,49			0,41		0,17		-0,19		-0,74	
Feb 12	0,64			0,47		0,78 *		0,06		-0,81	
Feb 18	0,52			0,41		0,29		-0,12		-0,45	
Mrz	0,27			0,25		0,12		0,43		0,57	
Mrz 06	0,38			0,33		0,26		0,58		0,47	
Mrz 12	0,16			0,20		-0,06		0,43		0,88	
Mrz 18	0,29			0,24		0,17		0,20		0,37	
Apr	0,03	1977	1,46 **	0,01	1,21 *	0,13	1,35	-0,19	-0,65	0,37	-0,45
Apr 06	-0,02	1977	1,18 *	-0,04	0,99 *	0,14	0,71	-0,14	-0,51	0,59	0,78
Apr 12	0,11	1977	1,57 *	0,04	1,26 *	0,22	1,63	-0,46	-1,20	0,16	-0,46
Apr 18	0,04	1977	1,57 **	0,03	1,36 **	-0,03	1,18 *	-0,21	-0,97	0,33	-1,41
Mai	0,42 *	1962	0,80 **	0,32 *	0,58 *	0,51	1,11 **	-0,35 *	-0,51 *	0,05	-0,25
Mai 06	0,40	1962	0,78 **	0,29 *	0,50 *	0,74	1,59 **	-0,33 *	-0,60 *	0,11	-0,02
Mai 12	0,51 *	1962	1,05 **	0,34	0,66 *	0,54	1,29 *	-0,38 *	-0,57 **	0,11	-0,53
Mai 18	0,36 *	1962	0,67 **	0,35 *	0,60 *	0,43	0,84 *	-0,43 *	-0,65 *	-0,12	-0,27
Jun	0,08			0,07		0,13		-0,02		-0,13	
Jun 06	0,01			0,05		0,08		0,08		-0,04	
Jun 12	0,13			0,05		0,21		-0,13		-0,06	
Jun 18	0,16			0,13		0,26		-0,16		-0,45	
Jul	0,16			0,17		0,20		0,01		0,28	
Jul 06	0,09			0,15		0,21		0,09		0,25	
Jul 12	0,25			0,18		0,25		-0,15		-0,06	
Jul 18	0,21			0,19		0,26		-0,23		0,04	
Aug	0,58 **			0,45 **		0,70 **		-0,22		-0,65	
Aug 06	0,40 **			0,35 **		0,93 **		-0,05		-0,40	
Aug 12	0,76 **			0,50 ***		0,75 *		-0,22		-0,72	
Aug 18	0,53 ***			0,50 ***		0,58 **		-0,30		-1,09 *	
Sep	-0,02			0,01		-0,04		-0,07		0,71	
Sep 06	-0,01			0,00		-0,13		-0,20		0,72	
Sep 12	-0,06			0,01		-0,10		-0,05		0,80	
Sep 18	0,01			0,01		-0,03		-0,07		0,63	
Okt	0,01			0,05		-0,15		0,26		0,93	
Okt 06	0,16			0,15		-0,01		0,05		0,53	
Okt 12	-0,06			0,00		-0,27		0,26		1,26 *	
Okt 18	0,05			0,06		0,10		0,40		0,71	
Nov	0,01			0,01		0,04		-0,19		-0,04	
Nov 06	-0,04			0,01		-0,16		-0,06		-0,12	
Nov 12	0,15			0,04		0,53		-0,17		-0,07	
Nov 18	-0,10			-0,04		-0,22		-0,28		0,09	
Dez	0,18	1962	0,98 *	0,18	0,77 *	0,09	0,63 *	0,29	0,35	0,16	0,85
Dez 06	0,23	1962	1,04 *	0,19	0,78 *	0,15	0,74 *	0,29	0,52	0,13	0,98
Dez 12	0,09	1962	0,87 *	0,17	0,81 *	-0,11	0,31	0,28	0,48	0,22	0,69
Dez 18	0,19	1962	0,98 *	0,18	0,74 *	0,20	0,74	0,38	0,30	0,04	0,89

Stuttgart-Echt.

Tab. 4-47

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,29 **			0,20 **		0,38 ***		0,05		0,11	
Jahr 06	0,23 *			0,17 *		0,22 *		0,05		0,41 *	
Jahr 12	0,42 ***			0,24 **		0,68 ***		-0,01		-0,02	
Jahr 18	0,20 *			0,19 *		0,19		0,18		-0,14	
Jan	0,51			0,33		0,49 *		-0,20		0,44	
Jan 06	0,29			0,22		-0,04		-0,14		0,64 *	
Jan 12	0,68 **			0,38		1,10 ***		-0,28		0,46	
Jan 18	0,38			0,31		0,01		-0,19		0,35	
Feb	0,54			0,37		0,58		-0,09		0,10	
Feb 06	0,26			0,22		-0,10		-0,25		0,46	
Feb 12	0,66			0,48		1,05 **		0,09		-0,28	
Feb 18	0,45			0,36		0,25		-0,04		-0,03	
Mrz	0,30			0,27		0,34		0,45		0,41	
Mrz 06	0,36			0,33		0,28		0,42		0,29	
Mrz 12	0,31			0,30		0,52		0,51		0,25	
Mrz 18	0,23			0,21		0,13		0,39		0,35	
Apr	0,12	1977	1,33 *	0,01	1,19 **	0,35	1,27 *	-0,11	-0,16	0,43	0,05
Apr 06	0,10	1977	1,13 **	-0,04	1,00 *	0,27	0,72	-0,11	-0,12	0,75 *	1,72
Apr 12	0,28	1977	1,37 *	0,06	1,11 *	0,76 *	1,41	-0,33	-0,39	0,25	-0,09
Apr 18	0,01	1977	1,47 **	0,02	1,50 ***	-0,01	1,42 **	0,22	0,05	0,21	-1,58
Mai	0,43	1962	0,70 *	0,28	0,45 *	0,65 **	1,03 **	-0,13	-0,27	0,41	0,23
Mai 06	0,45 *			0,29 *		0,85 *		0,02		0,67 *	
Mai 12	0,55	1962	0,90 *	0,28	0,49	0,68 *	1,23 *	-0,37	-0,44	0,44	0,09
Mai 18	0,36 *			0,32 *		0,55 **		0,04		0,07	
Jun	0,14			0,09		0,39		0,21		-0,47	
Jun 06	0,09			0,08		0,16		0,24 *		0,17	
Jun 12	0,19			0,06		0,64 *		0,20		-0,45	
Jun 18	0,23			0,17		0,57 *		0,31		-1,20 *	
Jul	0,32			0,21		0,48		0,14		-0,22	
Jul 06	0,31			0,24		0,40		0,12		0,15	
Jul 12	0,46			0,22		0,71 *		0,07		-0,45	
Jul 18	0,24			0,25		0,46		0,41		-0,80	
Aug	0,75 ***			0,44 ***		0,85 ***		-0,16		-0,85 *	
Aug 06	0,51 ***			0,30 **		0,82 ***		-0,24		0,19	
Aug 12	1,08 ***			0,52 ***		1,17 ***		-0,22		-1,16 *	
Aug 18	0,62 ***			0,54 ***		0,71 ***		0,14		-1,57 **	
Sep	0,02			0,01		0,07		0,09		-0,02	
Sep 06	-0,01			-0,01		0,01		0,12		0,51	
Sep 12	0,17			0,07		0,40		0,01		-0,35	
Sep 18	-0,05			0,01		-0,05		0,25		-0,41	
Okt	0,05			0,09		-0,03		0,24		0,50	
Okt 06	0,24			0,26 *		0,17		0,35		0,15	
Okt 12	0,06			0,07		-0,03		0,12		0,52	
Okt 18	-0,03			-0,02		-0,04		0,32		0,64	
Nov	0,01			0,00		0,10		-0,04		0,28	
Nov 06	-0,15			-0,08		-0,35		-0,06		0,56 *	
Nov 12	0,28			0,10		0,89 *		-0,09		-0,03	
Nov 18	-0,18			-0,08		-0,41 *		-0,01		0,40	
Dez	0,27	1962	0,94 *	0,25	0,79 *	0,22	0,65 *	0,15	0,05	0,27	0,66
Dez 06	0,25	1962	0,93 *	0,21	0,73 *	0,08	0,58	0,06	0,05	0,42	0,92 **
Dez 12	0,27	1962	0,84 *	0,29	0,87 *	0,30	0,50	0,17	0,22	0,28	0,55
Dez 18	0,18	1962	0,89 *	0,19	0,71 *	0,11	0,62	0,25	-0,02	0,30	0,76 *

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,34 **			0,19 **		0,25 **		-0,76 ***		-0,60 *	
Jahr 06	0,29 **			0,20 **		0,24 *		-0,51 ***		-0,30 *	
Jahr 12	0,44 ***			0,20 **		0,29 *		-0,97 ***		-0,64	
Jahr 18	0,25 *			0,16 *		0,18		-0,85 ***		-0,81 *	
Jan	0,46 *			0,29		0,28		-0,81		-0,50	
Jan 06	0,42			0,26		0,12		-1,06 *		-0,22	
Jan 12	0,51 **			0,31		0,41 *		-0,86		-0,37	
Jan 18	0,42			0,30		0,18		-0,63		-0,81 *	
Feb	0,46			0,27		0,31		-1,07 **		-0,47	
Feb 06	0,41			0,29		0,15		-0,85		-0,38	
Feb 12	0,55			0,31		0,45		-1,23 **		-0,37	
Feb 18	0,38			0,25		0,19		-1,19 **		-0,85	
Mrz	0,33			0,25		0,12		-0,63		0,13	
Mrz 06	0,48			0,34		0,38		-0,30		0,05	
Mrz 12	0,20			0,22		-0,17		-0,70		0,10	
Mrz 18	0,26			0,16		0,22		-0,79 *		0,04	
Apr	0,10	1977	1,36 **	0,02	1,10 **	0,02	1,14	-1,00 ***	-0,89	-0,21	-0,91
Apr 06	0,13	1977	1,35 ***	0,08	0,96 **	-0,01	0,95	-0,60	-0,95 *	0,08	0,53
Apr 12	0,14	1977	1,65 **	0,02	1,26 **	0,08	1,44	-1,11 ***	-0,85	-0,46	-1,71
Apr 18	-0,02	1977	1,12 **	-0,08	0,99 *	-0,14	0,89	-1,36 ***	-1,33 **	-0,29	-0,99
Mai	0,40	1962	0,76 *	0,25	0,48 *	0,31	0,78 *	-0,87 ***	-0,84 ***	-0,15	-0,86
Mai 06	0,30	1962	0,50 *	0,30 *	0,43 *	0,25	0,72	-0,30	-0,25	0,05	-0,21
Mai 12	0,54	1962	1,02 *	0,23	0,53 *	0,27	0,70	-1,15 ***	-1,03 ***	0,04	-0,98
Mai 18	0,28	1962	0,61 *	0,19	0,47	0,21	0,72 *	-1,22 ***	-1,14 ***	-0,36	-1,48
Jun	0,28			0,09		0,31		-0,66 ***		-0,88 *	
Jun 06	0,15			0,11		0,11		-0,33		-0,21	
Jun 12	0,43			0,08		0,45		-0,96 ***		-0,87	
Jun 18	0,15			0,03		0,02		-0,82 ***		-1,07 *	
Jul	0,58			0,27		0,53		-0,96 ***		-1,02	
Jul 06	0,36			0,22		0,50		-0,42 *		-0,27	
Jul 12	0,83			0,28		0,68		-1,32 ***		-0,87	
Jul 18	0,42			0,22		0,35		-0,99 ***		-1,34	
Aug	0,99 ***			0,54 ***		0,98 ***		-1,08 ***		-2,29 ***	
Aug 06	0,53 ***			0,30 **		0,93 ***		-0,85 ***		-0,91 *	
Aug 12	1,45 ***			0,62 ***		1,15 ***		-1,50 ***		-2,43 ***	
Aug 18	0,81 ***			0,59 ***		0,85 ***		-1,14 ***		-2,99 ***	
Sep	0,09			0,04		-0,05		-0,84 ***		-0,44	
Sep 06	0,13			0,11		0,01		-0,50 **		-0,27	
Sep 12	0,11			0,01		-0,13		-1,17 ***		-0,54	
Sep 18	0,04			0,00		0,09		-0,90 ***		-0,76	
Okt	0,08			0,09		0,00		-0,18		-0,55	
Okt 06	0,25			0,22		0,28		0,05		-0,80 ***	
Okt 12	0,10			0,08		-0,06		-0,40		-0,69	
Okt 18	0,03			0,02		0,07		-0,19		-0,53	
Nov	0,01			-0,02		0,04		-0,56		-0,27	
Nov 06	-0,03			0,00		-0,14		-0,42		-0,10	
Nov 12	0,11			0,01		0,26		-0,69		-0,34	
Nov 18	-0,04			-0,05		-0,12		-0,65		-0,27	
Dez	0,28	1962	0,93 *	0,21	0,73 *	0,17	0,59 *	-0,47	-0,12	-0,59 *	-0,17
Dez 06	0,32	1962	1,06 *	0,23	0,77 *	0,20	0,78 *	-0,55	-0,32	-0,64 **	-0,36
Dez 12	0,28	1962	0,77 *	0,23	0,73 *	0,10	0,27	-0,57	0,07	-0,71 *	-0,37
Dez 18	0,27	1962	0,99 *	0,20	0,73 *	0,23	0,75 *	-0,35	-0,06	-0,44	0,00

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,24 *	1962	0,61 ***	0,12	0,34 ***	0,18 *	0,40 ***	-0,25	-0,72 **	0,25	-0,24
Jahr 06	0,22 *	1962	0,58 ***	0,18 **	0,39 ***	0,22 *	0,42 **	0,02	-0,53 *	0,28	-0,14
Jahr 12	0,30 *	1962	0,74 ***	0,07	0,31 ***	0,23	0,50 **	-0,46 **	-0,91 **	0,48	-0,14
Jahr 18	0,15	1962	0,47 ***	0,09	0,33 **	0,09	0,26 *	-0,21	-0,59 *	0,12	-0,45
Jan	0,35			0,21		0,26		-0,17		0,77	
Jan 06	0,26			0,21		0,11		0,08		0,57	
Jan 12	0,41			0,19		0,41		-0,37		1,06	
Jan 18	0,29			0,21		0,07		-0,11		0,63	
Feb	0,48			0,33		0,46		-0,16		-0,12	
Feb 06	0,27			0,25		-0,10		-0,07		0,24	
Feb 12	0,62			0,36		0,82		-0,24		-0,21	
Feb 18	0,44			0,35		0,20		-0,16		-0,51	
Mrz	0,28			0,23		0,13		-0,03		0,22	
Mrz 06	0,51 *			0,39 *		0,49 *		0,18		-0,01	
Mrz 12	0,22			0,17		0,00		-0,10		0,37	
Mrz 18	0,16			0,11		0,01		-0,11		0,37	
Apr	0,02			-0,07		-0,08		-0,45 *		0,39	
Apr 06	0,08			0,05		-0,02		-0,20		0,34	
Apr 12	0,03			-0,16		-0,16		-0,84 ***		0,67	
Apr 18	-0,10			-0,13		-0,17		-0,32 *		0,42	
Mai	0,42 *	1962	0,86 **	0,21	0,46	0,46	0,92 *	-0,46 *	-0,82 **	0,27	-0,69
Mai 06	0,42 *	1962	0,84 ***	0,29 *	0,45 *	0,76 *	1,46 **	-0,12	-0,61 *	0,38	-0,43
Mai 12	0,61 *	1962	1,25 **	0,16	0,47	0,54	1,16 *	-0,80 ***	-1,19 ***	0,35	-0,81
Mai 18	0,26	1962	0,57 *	0,18	0,47	0,28	0,64	-0,32	-0,51	0,15	-0,82
Jun	0,12			-0,03		0,19		-0,30		-0,02	
Jun 06	0,10			0,05		0,19		0,07		0,27	
Jun 12	0,12			-0,13		0,19		-0,51 **		0,42	
Jun 18	0,14			-0,02		0,29		-0,34		-0,33	
Jul	0,23			0,07		0,18		-0,36		0,39	
Jul 06	0,16			0,14		0,18		0,03		0,45	
Jul 12	0,37			0,01		0,27		-0,60 *		0,42	
Jul 18	0,12			0,03		0,13		-0,37		0,41	
Aug	0,64 **			0,33 **		0,60 **		-0,45 *		-0,58	
Aug 06	0,46 ***			0,32 **		0,87 ***		-0,02		-0,19	
Aug 12	0,90 **			0,28		0,69 **		-0,76 ***		-0,20	
Aug 18	0,44 **			0,32 *		0,43 **		-0,35		-0,72	
Sep	0,03			-0,04		-0,08		-0,34		0,49	
Sep 06	0,09			0,08		0,11		0,01		0,34	
Sep 12	0,00			-0,15		-0,23		-0,58 **		0,86	
Sep 18	-0,06			-0,09		-0,08		-0,26		0,30	
Okt	0,12			0,10		-0,05		-0,09		0,49	
Okt 06	0,27			0,27		0,19		0,16		0,01	
Okt 12	0,09			0,01		-0,23		-0,28		0,83	
Okt 18	0,05			0,04		0,11		0,07		0,30	
Nov	-0,05			-0,07		0,00		-0,17		0,37	
Nov 06	-0,13			-0,07		-0,26		-0,09		0,39	
Nov 12	0,11			-0,04		0,47		-0,27		0,42	
Nov 18	-0,12			-0,08		-0,29		-0,20		0,30	
Dez	0,18	1962	1,10 *	0,16	0,76 *	0,08	0,64 *	-0,01	-0,66	0,32	0,25
Dez 06	0,15	1962	1,05 *	0,15	0,75 *	0,06	0,65	0,20	-0,39	0,54 **	0,58
Dez 12	0,17	1962	1,13 *	0,15	0,75 *	0,04	0,70 *	-0,19	-0,73	0,42	0,39
Dez 18	0,22	1962	1,09 **	0,18	0,78 *	0,08	0,55	-0,02	-0,72	0,02	-0,16

Wasserkuppe

Tab. 4-50

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,24 *			0,23 **		0,32 **		0,48 ***		0,02	
Jahr 06	0,15			0,18 *		0,27 *		0,59 ***		0,25	
Jahr 12	0,37 **			0,34 ***		0,39 **		0,18		-0,34	
Jahr 18	0,19			0,19 *		0,31 **		0,61 ***		0,10	
Jan	0,54 *			0,45 *		0,51 *		0,41		0,46	
Jan 06	0,48 *			0,38 *		0,46 *		0,31		0,71	
Jan 12	0,62 *			0,54 **		0,48		0,14		0,06	
Jan 18	0,52			0,42 *		0,56 *		0,76		0,52	
Feb	0,49			0,43		0,55 *		0,67		-0,17	
Feb 06	0,39			0,35		0,40		0,79		0,14	
Feb 12	0,62			0,56		0,72 *		0,55		-0,56	
Feb 18	0,43			0,37		0,38		0,65		-0,01	
Mrz	0,26			0,29		0,19		0,75 *		1,26 *	
Mrz 06	0,25			0,24		0,34		0,85 **		1,84 ***	
Mrz 12	0,30			0,38		0,10		0,68 *		0,77	
Mrz 18	0,28			0,22		0,32		0,58		1,19 *	
Apr	0,11	1977	1,91 ***	0,13	1,54 ***	0,26	1,74 *	0,40	-0,17	-0,06	-2,14
Apr 06	-0,01	1977	1,70 **	0,04	1,26 ***	0,18	1,30	0,60	-0,24	0,40	-0,37
Apr 12	0,24	1977	2,21 **	0,22	1,89 ***	0,32	2,27 *	0,01	-0,29	-0,35	-3,95
Apr 18	0,06	1977	1,87 **	0,08	1,44 **	0,11	1,48 *	0,53	-0,18	-0,13	-1,87
Mai	0,39	1962	0,65 *	0,43 *	0,62 *	0,56	0,95 *	0,61 *	0,24	-0,58	-1,34
Mai 06	0,28	1962	0,51 *	0,39 *	0,58 *	0,52	1,06 *	0,94 **	0,58	-0,81	-1,74 *
Mai 12	0,53 *			0,57 **		0,61 *		0,22		-0,80	
Mai 18	0,29			0,35		0,47 *		0,67 *		-0,27	
Jun	0,05			0,08		0,11		0,46 **		-0,11	
Jun 06	-0,09			0,04		-0,08		0,71 ***		0,18	
Jun 12	0,20			0,16		0,21		0,15		-0,48	
Jun 18	0,03			0,07		0,15		0,61 **		-0,26	
Jul	0,31			0,27		0,41		0,02		-0,54	
Jul 06	0,12			0,21		0,18		0,26		-0,36	
Jul 12	0,56			0,40		0,64		-0,36		-0,48	
Jul 18	0,21			0,22		0,40		0,15		-0,48	
Aug	0,66 ***			0,53 ***		0,90 ***		-0,34 *		-1,63 **	
Aug 06	0,41 **			0,38 **		0,95 ***		-0,28		-1,22 **	
Aug 12	1,09 ***			0,71 ***		1,16 ***		-0,77 **		-2,16 **	
Aug 18	0,44 **			0,48 **		0,64 ***		-0,11		-1,54 *	
Sep	0,07			0,08		0,12		0,25		0,24	
Sep 06	-0,04			0,01		-0,04		0,42		0,57	
Sep 12	0,20			0,23		0,24		-0,08		-0,38	
Sep 18	0,05			0,01		0,13		0,43		0,67	
Okt	-0,06			-0,01		-0,04		0,89 **		0,57	
Okt 06	-0,05			-0,02		-0,02		0,93 **		0,75	
Okt 12	0,04			0,08		-0,02		0,41		0,27	
Okt 18	-0,07			-0,04		0,11		1,30 ***		0,68	
Nov	-0,01			0,02		0,19		0,57		0,24	
Nov 06	-0,01			0,01		0,08		0,67		0,40	
Nov 12	0,09			0,10		0,38		0,29		-0,02	
Nov 18	-0,06			-0,02		0,08		0,62		0,20	
Dez	0,02			0,10		0,11		1,07 *		0,50	
Dez 06	0,05			0,09		0,24		0,92 *		0,38	
Dez 12	0,00			0,16		-0,11		0,95 *		0,28	
Dez 18	0,07			0,09		0,29		1,13 *		0,61	

Weiden/Opf.

Tab. 4-51

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,32 **			0,19 *		0,12		-0,63 ***		-0,35	
Jahr 06	0,35 ***			0,28 ***		0,20 *		-0,23 **		-0,32 *	
Jahr 12	0,33 **			0,09		-0,01		-1,05 ***		-0,09	
Jahr 18	0,27 **			0,20 **		0,16		-0,59 ***		-0,55 *	
Jan	0,54			0,35		0,29		-0,67 *		0,20	
Jan 06	0,60			0,40		0,46		-0,39		0,20	
Jan 12	0,53 *			0,29		0,21		-0,86 *		0,33	
Jan 18	0,55			0,36		0,27		-0,75 ***		0,13	
Feb	0,61			0,40		0,38		-0,61 *		-0,51	
Feb 06	0,56			0,42		0,27		-0,32		-0,18	
Feb 12	0,66 *			0,36		0,53		-0,86 **		-0,50	
Feb 18	0,59			0,45		0,27		-0,55 *		-0,96	
Mrz	0,40			0,30		0,07		-0,74 **		0,30	
Mrz 06	0,70 *			0,51 *		0,44 *		-0,39		-0,01	
Mrz 12	0,11			0,14		-0,46		-0,83 *		0,64	
Mrz 18	0,48			0,30		0,40		-0,98 ***		0,12	
Apr	0,10	1977	1,31 ***	0,02	1,20 **	-0,15	1,00	-0,86 ***	-0,25	-0,33	-0,99
Apr 06	0,09	1977	1,00 *	0,12	1,05 *	-0,18	0,51	-0,21	0,28	-0,25	-0,65
Apr 12	0,13	1977	1,56 *	-0,07	1,30 **	-0,26	1,35	-1,38 ***	-0,41	-0,16	-1,03
Apr 18	0,02	1977	1,28 **	-0,01	1,26 **	-0,09	1,11 **	-0,78 ***	-0,15	-0,27	-1,03
Mai	0,58 **			0,38 *		0,50 *		-0,73 ***		-1,16	
Mai 06	0,46 *			0,39 **		0,57		-0,11		-0,92 **	
Mai 12	0,81 **			0,36 *		0,53 *		-1,30 ***		-1,07	
Mai 18	0,38 *			0,36		0,35		-0,65 ***		-1,22	
Jun	0,07			-0,01		-0,15		-0,63 ***		-0,64	
Jun 06	0,08			0,08		-0,25		-0,07		-0,36	
Jun 12	0,02			-0,12		-0,32		-1,05 ***		-0,35	
Jun 18	0,10			0,02		-0,04		-0,67 ***		-1,08	
Jul	0,29			0,16		0,07		-0,69 ***		-0,87	
Jul 06	0,26			0,23		0,15		-0,20		-0,79 *	
Jul 12	0,42			0,05		-0,01		-1,35 ***		-0,35	
Jul 18	0,19			0,16		0,00		-0,60 ***		-1,02	
Aug	0,73 ***			0,41 ***		0,63 **		-0,64 ***		-1,61 ***	
Aug 06	0,53 ***			0,38 ***		0,72 **		-0,15		-0,95 ***	
Aug 12	1,02 ***			0,32 *		0,72 **		-1,27 ***		-1,46 **	
Aug 18	0,53 ***			0,45 **		0,45 **		-0,53 ***		-1,94 ***	
Sep	0,10			0,08		-0,06		-0,56 **		-0,10	
Sep 06	0,24			0,30 *		0,05		-0,11		-0,33 *	
Sep 12	0,07			-0,10		-0,19		-1,11 ***		0,41	
Sep 18	0,13			0,10		0,14		-0,60 ***		-0,59	
Okt	0,10			0,10		-0,12		-0,33		0,07	
Okt 06	0,32			0,36 *		0,08		0,00		-0,38	
Okt 12	-0,02			-0,12		-0,46		-0,87 ***		0,67	
Okt 18	0,11			0,12		0,18		-0,20		-0,12	
Nov	-0,03			-0,08		-0,12		-0,62 ***		0,31	
Nov 06	-0,01			-0,03		-0,11		-0,44		0,03	
Nov 12	-0,03			-0,14		-0,25		-0,94 ***		0,68 *	
Nov 18	-0,12			-0,09		-0,19		-0,47 *		0,21	
Dez	0,27			0,18		0,08		-0,49 *		0,13	
Dez 06	0,31			0,20		0,17		-0,42		0,08	
Dez 12	0,21			0,14		-0,13		-0,81 ***		0,20	
Dez 18	0,29			0,20		0,12		-0,34		0,12	

Weißenburg/Bay.

Tab. 4-52

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,37 ***			0,30 ***		0,31 ***		-0,28		-1,00 ***	
Jahr 06	0,35 ***			0,28 ***		0,31 *		-0,21		-0,64 ***	
Jahr 12	0,37 **	1962	0,76 ***	0,26 **	0,48 ***	0,26 *	0,29	-0,35	-1,16 ***	-0,94 ***	-1,36 ***
Jahr 18	0,39 ***			0,34 ***		0,38 ***		-0,18		-1,33 ***	
Jan	0,62			0,40		0,42		-0,56		-0,57	
Jan 06	0,51			0,35		0,28		-0,43		-0,43	
Jan 12	0,69 *			0,43		0,58		-0,61		-0,53	
Jan 18	0,59			0,43		0,27		-0,55		-0,76	
Feb	0,68			0,51		0,53		-0,45		-1,18 *	
Feb 06	0,53			0,42		0,24		-0,42		-0,85 *	
Feb 12	0,81 *			0,58		0,95 **		-0,27		-1,53 *	
Feb 18	0,68			0,52		0,34		-0,61		-1,32 *	
Mrz	0,41			0,39		0,22		-0,06		-0,50	
Mrz 06	0,57 *			0,50 *		0,38		0,03		-0,41	
Mrz 12	0,26			0,34		0,12		0,05		-0,47	
Mrz 18	0,49			0,39		0,43		-0,14		-0,68	
Apr	0,16	1977	1,61 **	0,11	1,28 **	0,15	1,37 *	-0,36	-1,11 *	-0,96	-2,35
Apr 06	0,10	1977	1,31 **	0,06	1,15 *	0,17	0,99	-0,20	-0,47 *	-0,71 *	-2,53 **
Apr 12	0,17	1977	1,84 **	0,08	1,32 *	0,10	1,43	-0,56 **	-1,53 *	-0,77	-2,20
Apr 18	0,11	1977	1,47 **	0,15	1,36 **	0,11	1,31 **	-0,05	-1,39 *	-1,05	-2,38
Mai	0,58 *	1962	1,05 **	0,45 **	0,66 **	0,65 *	0,96 *	-0,36 *	-1,37 ***	-1,50 *	-2,23 *
Mai 06	0,49 **			0,33 **		0,85 **		-0,23		-0,96 **	
Mai 12	0,68	1962	1,49 **	0,45 *	0,79 **	0,58	1,11 *	-0,44 *	-1,52 ***	-1,47	-2,62 *
Mai 18	0,53 *	1962	0,92 **	0,52 **	0,77 **	0,71 **	0,98 *	-0,07	-1,18 ***	-1,80 *	-2,71 *
Jun	0,18			0,17		0,25		-0,07		-1,37 **	
Jun 06	0,13			0,15		-0,02		0,08		-0,63 *	
Jun 12	0,11			0,10		0,12		-0,18		-1,21 *	
Jun 18	0,27			0,22		0,51		0,12		-1,89 ***	
Jul	0,27			0,28		0,27		0,00		-1,17 *	
Jul 06	0,22			0,20		0,33		0,06		-0,44	
Jul 12	0,22			0,25		0,08		-0,13		-1,21	
Jul 18	0,29			0,29		0,40		0,28		-1,54 **	
Aug	0,81 ***			0,53 ***		0,84 ***		-0,31		-2,05 ***	
Aug 06	0,51 ***			0,29 **		0,81 ***		-0,45 *		-0,54	
Aug 12	1,01 **			0,54 **		0,85 **		-0,43		-2,26 ***	
Aug 18	0,75 ***			0,67 ***		0,82 ***		0,07		-2,90 ***	
Sep	0,10			0,13		0,04		-0,32		-0,69 *	
Sep 06	0,19			0,20		0,08		-0,26		-0,53 *	
Sep 12	0,03			0,03		-0,17		-0,50		-0,47	
Sep 18	0,22			0,23		0,28		-0,31		-1,34 **	
Okt	0,15			0,19		-0,02		-0,16		-0,48	
Okt 06	0,44 *			0,45 **		0,31		0,07		-0,87 ***	
Okt 12	-0,02			0,02		-0,37		-0,30		-0,05	
Okt 18	0,26 *			0,25 *		0,33 *		-0,22		-0,93 *	
Nov	0,09			0,06		0,05		-0,43		-0,68 *	
Nov 06	0,09			0,07		-0,03		-0,46		-0,62 **	
Nov 12	0,09			0,05		0,06		-0,49		-0,68	
Nov 18	0,09			0,07		-0,02		-0,36		-0,75 *	
Dez	0,41	1962	1,20 **	0,31	0,88 *	0,29	0,80 *	-0,31	-1,03	-0,83 **	-1,02 **
Dez 06	0,43	1962	1,30 **	0,33	0,89 *	0,28	1,08 *	-0,39	-1,00	-0,68 **	-0,95 **
Dez 12	0,34	1962	0,97 **	0,29	0,88 *	0,25	0,33	-0,33	-0,85	-0,89 **	-1,21 *
Dez 18	0,45	1962	1,25 *	0,33	0,88 *	0,29	0,87	-0,33	-1,19	-0,97 **	-1,24 **

Würzburg

Tab. 4-53

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,18			0,18 **		-0,01		-0,20		0,27	
Jahr 06	0,19			0,19 *		0,07		-0,07		0,32 *	
Jahr 12	0,16			0,19 *		-0,14		-0,23		0,29	
Jahr 18	0,19 *			0,17 *		0,09		-0,29		0,26	
Jan	0,41			0,34		0,25		-0,10		0,37	
Jan 06	0,41			0,34		0,36		0,09		0,27	
Jan 12	0,39			0,36		0,25		-0,08		0,35	
Jan 18	0,40			0,32		0,17		-0,20		0,44	
Feb	0,41			0,37		0,19		-0,09		0,17	
Feb 06	0,34			0,30		0,05		-0,10		0,45	
Feb 12	0,37			0,42		0,21		0,12		0,10	
Feb 18	0,46			0,36		0,22		-0,38		0,05	
Mrz	0,26			0,32		-0,03		0,17		0,56	
Mrz 06	0,57 *			0,47 *		0,47 *		0,19		0,18	
Mrz 12	0,05			0,28		-0,40		0,30		0,57	
Mrz 18	0,33			0,23		0,24		-0,08		0,79	
Apr	-0,05	1977	1,17 **	0,00	1,13 **	-0,24	0,77	-0,34	-0,07	0,63	2,24
Apr 06	-0,03	1977	0,95 *	0,00	0,96 **	-0,20	0,34	-0,14	-0,21	0,56	2,14
Apr 12	-0,11	1977	1,31 *	-0,01	1,21 **	-0,29	0,96	-0,37	-0,25	0,63	2,74
Apr 18	0,02	1977	1,32 **	0,00	1,22 **	-0,05	1,27 **	-0,49	0,08	0,69	1,84
Mai	0,36	1962	0,62 *	0,30 *	0,46 *	0,18	0,47	-0,50 *	-0,58	0,38	0,60
Mai 06	0,33 *			0,30 *		0,40		-0,27		0,51	
Mai 12	0,40	1962	0,85 *	0,31	0,55 *	-0,11	0,22	-0,72 *	-0,65	0,27	0,48
Mai 18	0,27			0,29		0,12		-0,49 *		0,38	
Jun	-0,05			0,03		-0,23		-0,35 **		0,09	
Jun 06	-0,01			0,09		-0,28		-0,03		0,24	
Jun 12	-0,09			0,01		-0,14		-0,33		0,13	
Jun 18	0,07			0,06		-0,08		-0,68 **		-0,14	
Jul	0,22			0,15		-0,03		-0,64 *		0,31	
Jul 06	0,09			0,11		-0,17		-0,40		0,59	
Jul 12	0,25			0,17		-0,17		-0,73		0,13	
Jul 18	0,25			0,18		0,11		-0,70 **		0,16	
Aug	0,68 ***			0,42 **		0,45 *		-0,66 **		-0,86	
Aug 06	0,35 **			0,22 *		0,38		-0,46 *		-0,04	
Aug 12	0,98 **			0,49 **		0,49		-0,95 ***		-0,87	
Aug 18	0,63 ***			0,53 ***		0,56 **		-0,44 *		-1,51 **	
Sep	-0,06			0,07		-0,27		-0,14		0,15	
Sep 06	0,00			0,09		-0,17		0,04		0,16	
Sep 12	-0,12			0,07		-0,43		-0,32		0,33	
Sep 18	0,01			0,02		0,07		-0,07		0,24	
Okt	-0,10			0,05		-0,30		0,41		0,59	
Okt 06	0,19			0,24		0,14		0,34		0,03	
Okt 12	-0,32			-0,01		-0,71		0,53		0,75	
Okt 18	-0,12			-0,09		-0,11		0,44 *		1,09	
Nov	-0,07			-0,02		-0,14		-0,22		0,50	
Nov 06	-0,09			-0,02		-0,18		-0,11		0,56 *	
Nov 12	-0,03			0,01		-0,08		-0,26		0,55	
Nov 18	-0,11			-0,07		-0,24		-0,41		0,56	
Dez	0,13			0,18		0,00		0,05		0,35	
Dez 06	0,16			0,17		0,00		-0,01		0,37	
Dez 12	0,08			0,23		-0,23		0,10		0,31	
Dez 18	0,11			0,14		0,01		0,02		0,42	

Zugspitze

Tab. 4-54

	GT			LT		TMRT		V		F	
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	2.Trend/ Sig.
Jahr	0,21 *			0,18 *		0,14		-0,51 *		0,38	
Jahr 06	0,21 *			0,16 *		0,12		-0,61 **		0,34	
Jahr 12	0,22			0,20 **		0,19		-0,40		0,28	
Jahr 18	0,23 *			0,18 **		0,14		-0,54 *		0,50	
Jan	0,86 *			0,58 *		0,74 *		-1,29 *		-1,93	
Jan 06	0,74 *			0,57 *		0,41		-1,15		-1,89	
Jan 12	0,99 *			0,60 *		0,98 *		-1,15		-1,78	
Jan 18	0,77 *			0,57 *		0,44 *		-1,58 *		-2,14	
Feb	0,72			0,47		0,50		-1,71		-0,29	
Feb 06	0,53			0,39		0,16		-1,62		-0,58	
Feb 12	0,85 *			0,50		0,76 **		-1,53		-0,25	
Feb 18	0,69			0,48		0,39		-1,92 *		-0,25	
Mrz	0,04			0,09		0,02		-0,47		1,92 *	
Mrz 06	0,11			0,10		0,18		-0,44		1,95	
Mrz 12	-0,01			0,07		0,02		-0,47		1,86 *	
Mrz 18	0,14			0,12		0,15		-0,44		1,86 *	
Apr	-0,03			0,01		-0,05		-0,17		1,02	
Apr 06	-0,02			0,01		0,05		-0,25		0,62	
Apr 12	-0,05			0,02		-0,04		0,03		1,27	
Apr 18	-0,02	1977	1,21 *	0,00	0,99 *	-0,01	1,24 *	-0,10	-1,06	0,99	-1,47
Mai	0,48 *			0,34 **		0,35 *		-0,69		0,38	
Mai 06	0,49 *			0,31 *		0,42		-0,77		-0,04	
Mai 12	0,47			0,35 *		0,40		-0,43		0,39	
Mai 18	0,50 **			0,37 **		0,22		-0,91		0,69	
Jun	-0,02			0,03		0,10		-0,12		0,06	
Jun 06	-0,05			0,02		0,03		-0,11		-0,04	
Jun 12	-0,01			0,05		0,19		-0,04		0,03	
Jun 18	-0,03			0,03		-0,02		-0,24		0,19	
Jul	0,18			0,18		0,16		-0,21		-0,14	
Jul 06	0,21			0,15		0,25		-0,35		0,07	
Jul 12	0,18			0,23		0,24		-0,07		0,03	
Jul 18	0,17			0,18		-0,02		-0,25		0,40	
Aug	0,51 **			0,37 **		0,37 *		-0,90 *		-0,39	
Aug 06	0,50 **			0,34 **		0,34		-1,15 *		-0,23	
Aug 12	0,55 **			0,44 **		0,54 **		-0,61		-0,77	
Aug 18	0,53 **			0,35 **		0,34 *		-1,02 *		0,03	
Sep	-0,12			-0,05		-0,16		-0,37		0,68	
Sep 06	-0,14			-0,07		-0,18		-0,67		0,88	
Sep 12	-0,11			-0,01		-0,26		-0,22		0,40	
Sep 18	-0,07			-0,05		0,06		-0,30		1,00	
Okt	-0,02			0,12		-0,19		0,77		1,63	
Okt 06	0,04			0,12		-0,09		0,71		1,82	
Okt 12	-0,17			0,13		-0,43		0,81		1,55	
Okt 18	0,14			0,13		0,22		0,96		1,47	
Nov	-0,20			-0,13		-0,19		-0,46		0,88	
Nov 06	-0,16			-0,11		-0,26		-0,47		0,90	
Nov 12	-0,16			-0,09		-0,03		-0,47		0,84	
Nov 18	-0,25			-0,16		-0,31 *		-0,40		0,99	
Dez	0,14			0,13		0,03		-0,65		0,68	
Dez 06	0,20			0,13		0,13		-1,12		0,55	
Dez 12	0,09			0,12		-0,11		-0,72		0,54	
Dez 18	0,21			0,17		0,17		-0,38		0,80	

Abb. 7a bis 13:
**Jahres- und Monatswerte signifikanter Trends der GT in K pro Dekade sowie der
Häufigkeit von Wärmebelastungssituationen in Tagen pro Dekade,
jeweils mit Signifikanzniveau (Sterne)**

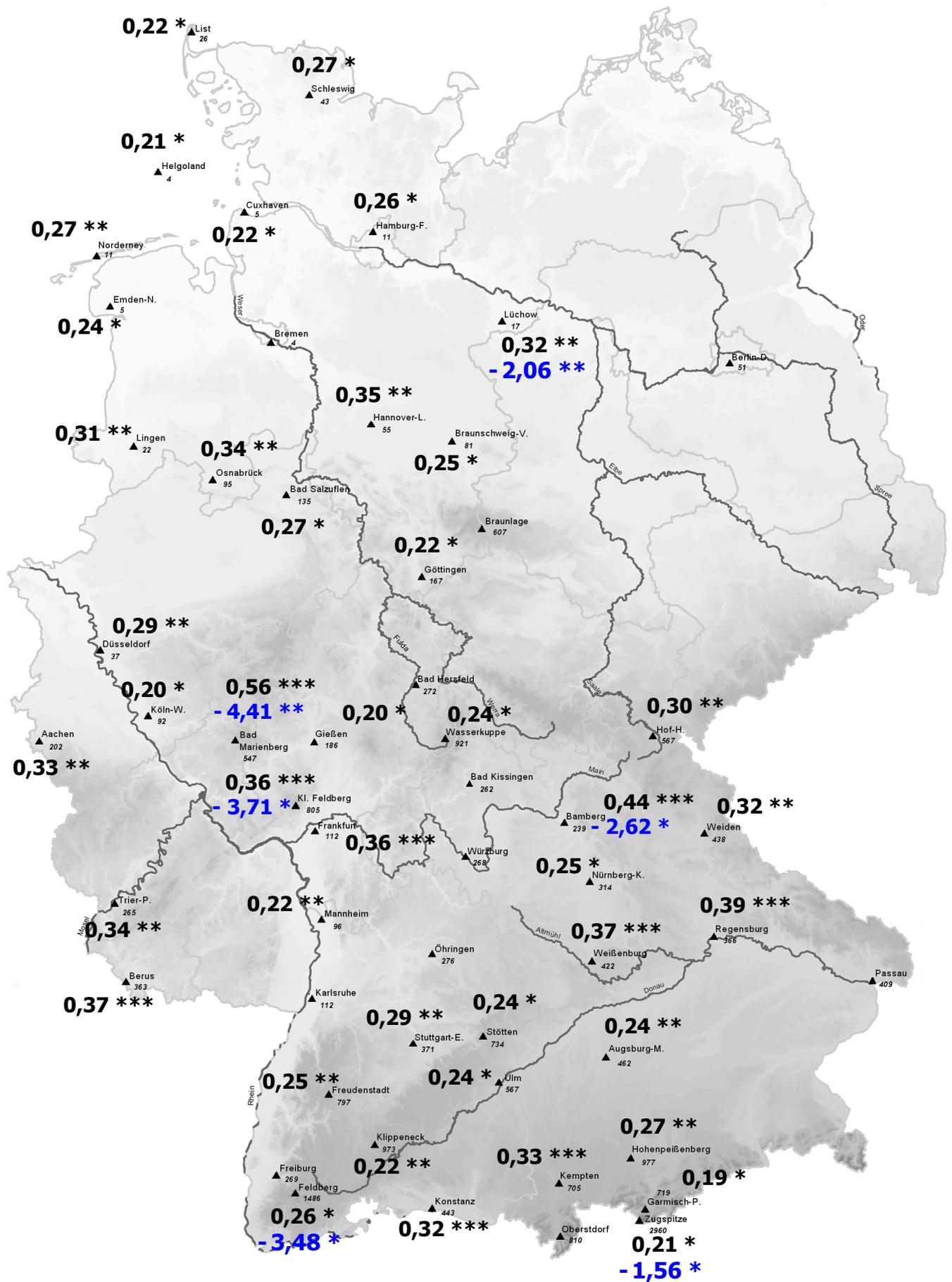


Abb. 7a: Jahreswerte signifikanter Trends der GT (schwarz) und der Häufigkeit von Tagen mit Kälteblastung (blau).

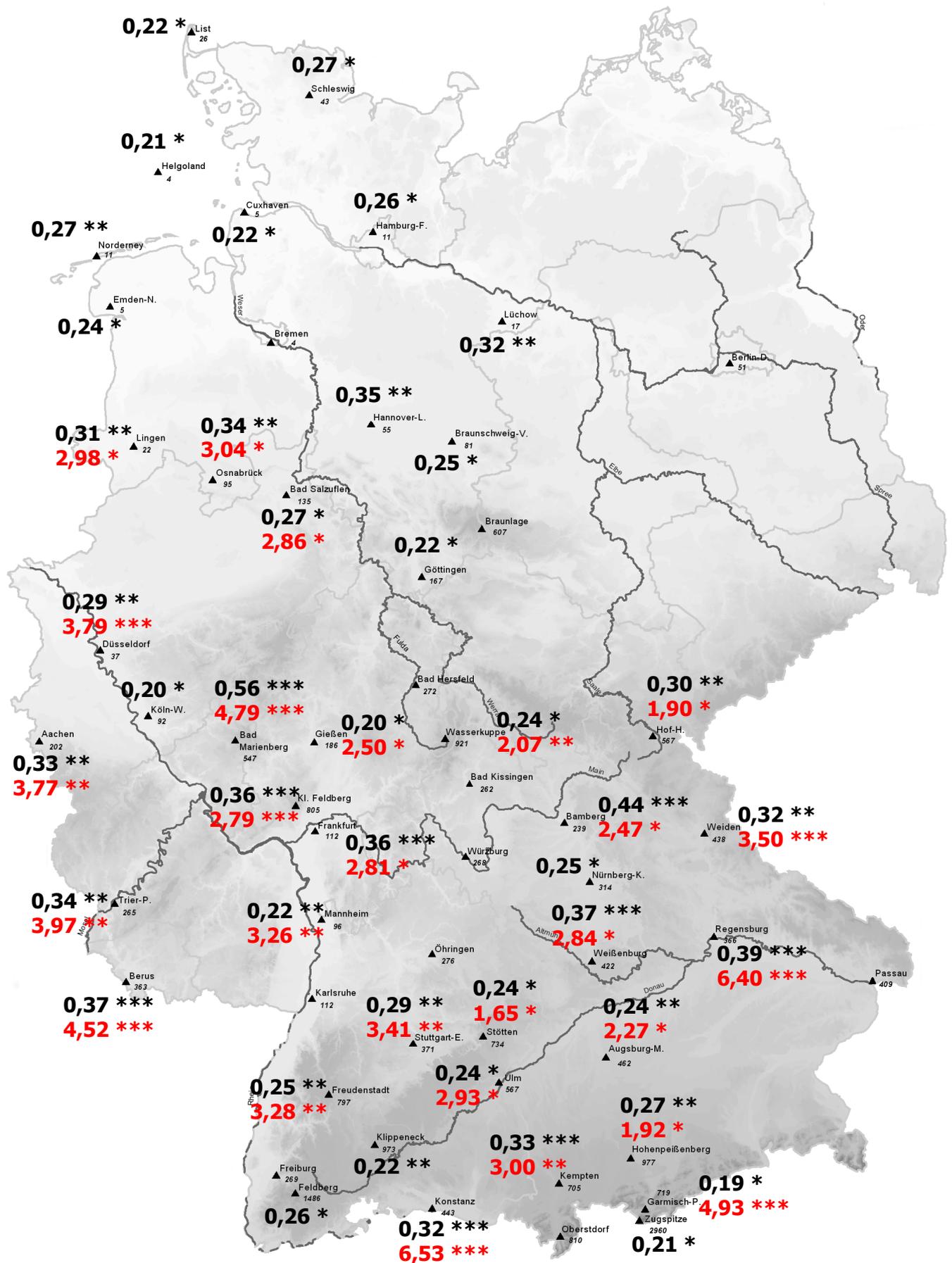


Abb. 7b: Jahreswerte signifikanter Trends der GT (schwarz) und der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung (rot).



Abb. 8: Monatswerte signifikanter Trends der GT im Januar.

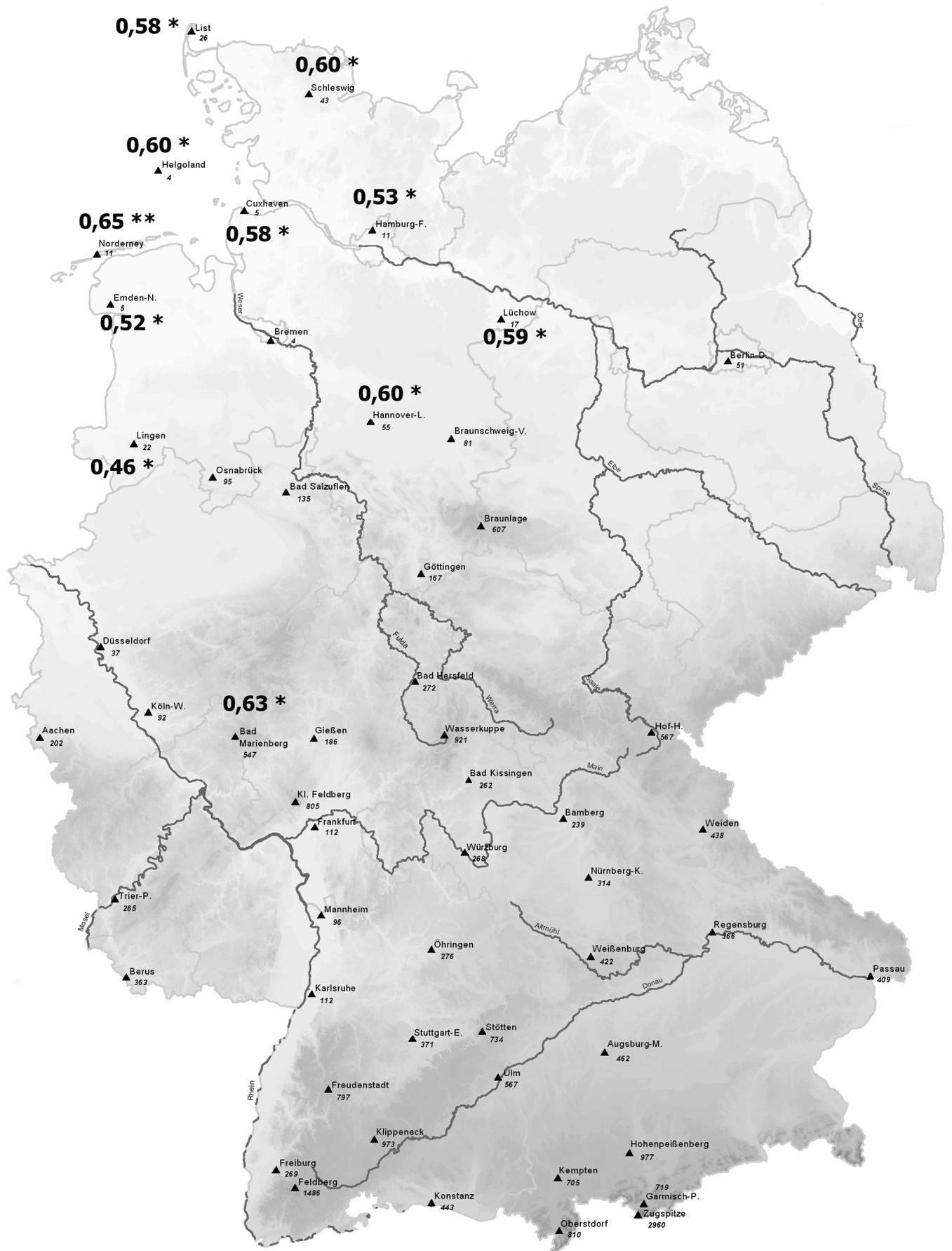


Abb. 9: Monatswerte signifikanter Trends der GT im März.

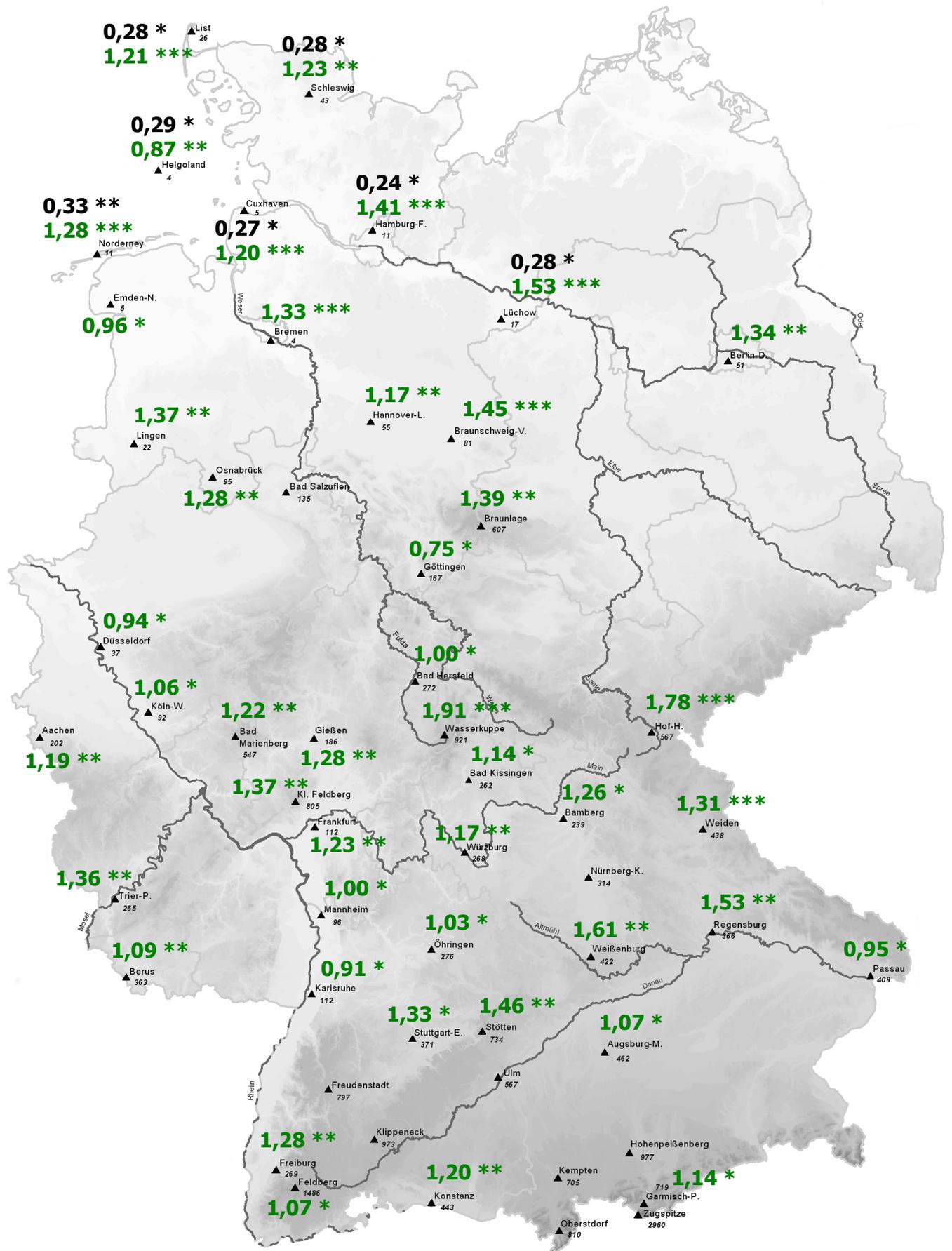


Abb. 10: Monatswerte signifikanter Trends der GT im Gesamtzeitraum (schwarz) und in der 2. Trendperiode (1977-2000; grün) im April.

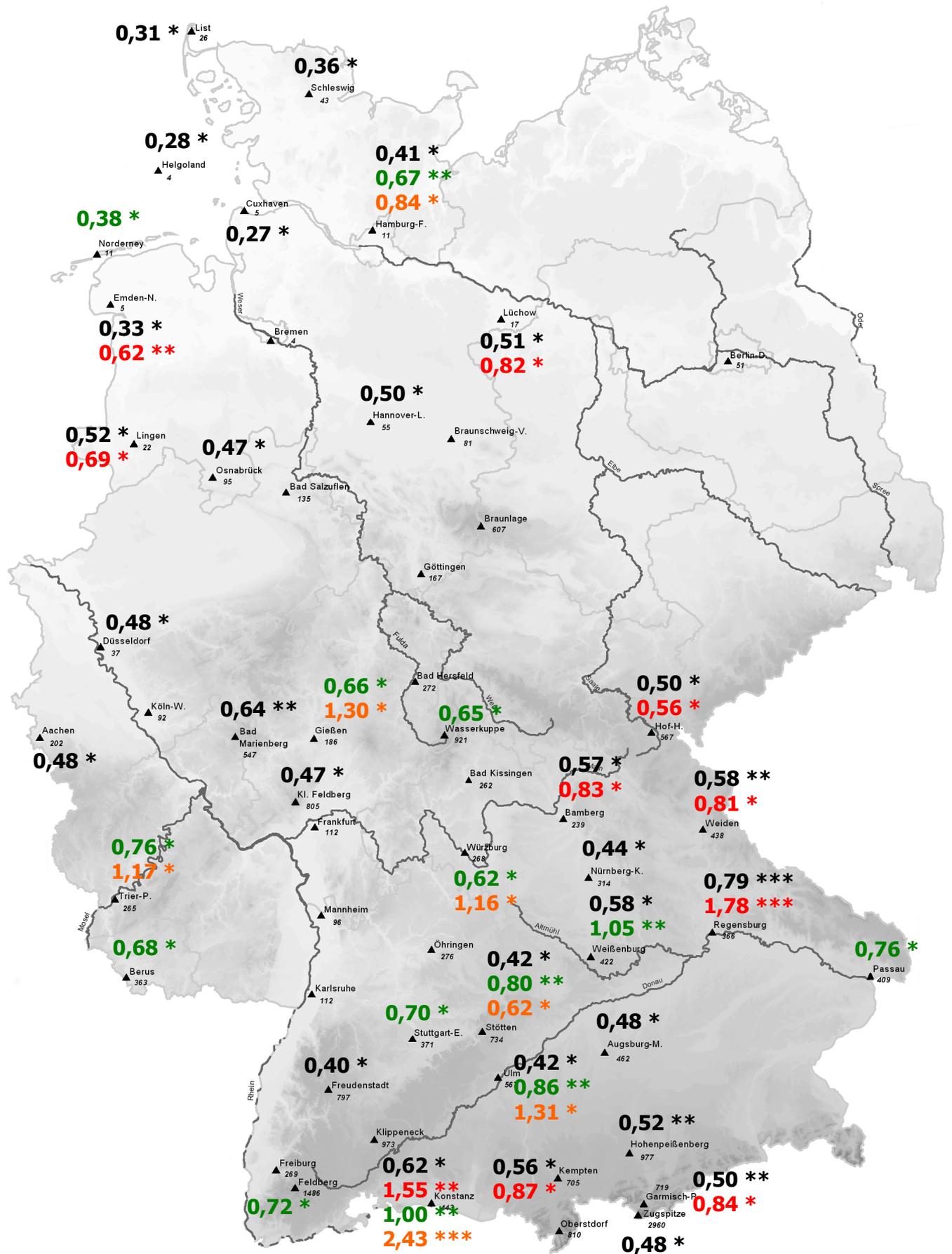


Abb. 11: Monatswerte signifikanter Trends der GT im Gesamtzeitraum (schwarz) und in der 2. Trendperiode (1962-2000; grün) sowie der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung im Gesamtzeitraum (rot) und in der 2. Trendperiode (1962-2000; orange) im Mai.

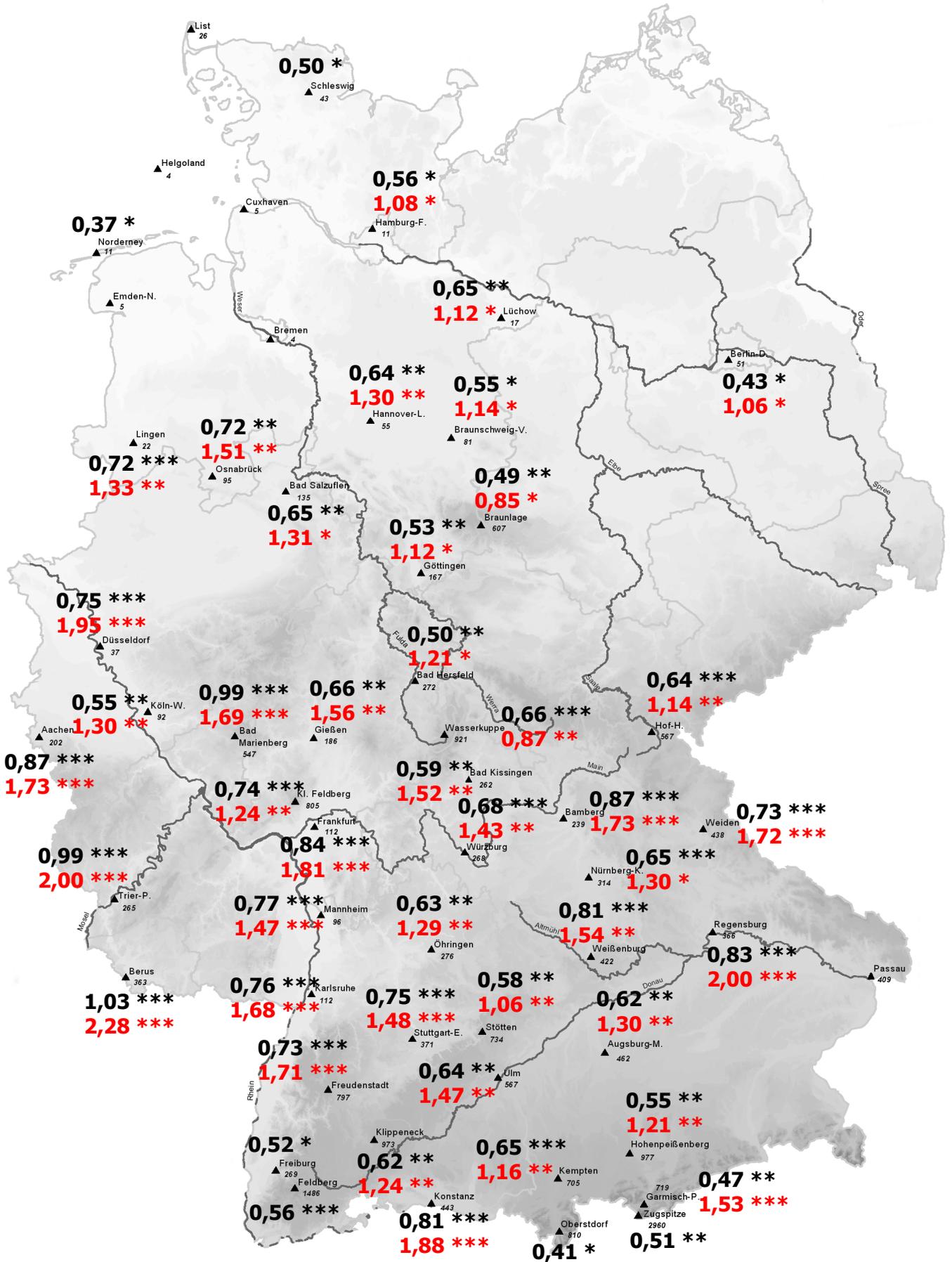


Abb. 12: Monatswerte signifikanter Trends der GT (schwarz) sowie der Häufigkeit von Tagen mit Wärmebelastung (rot) im August.

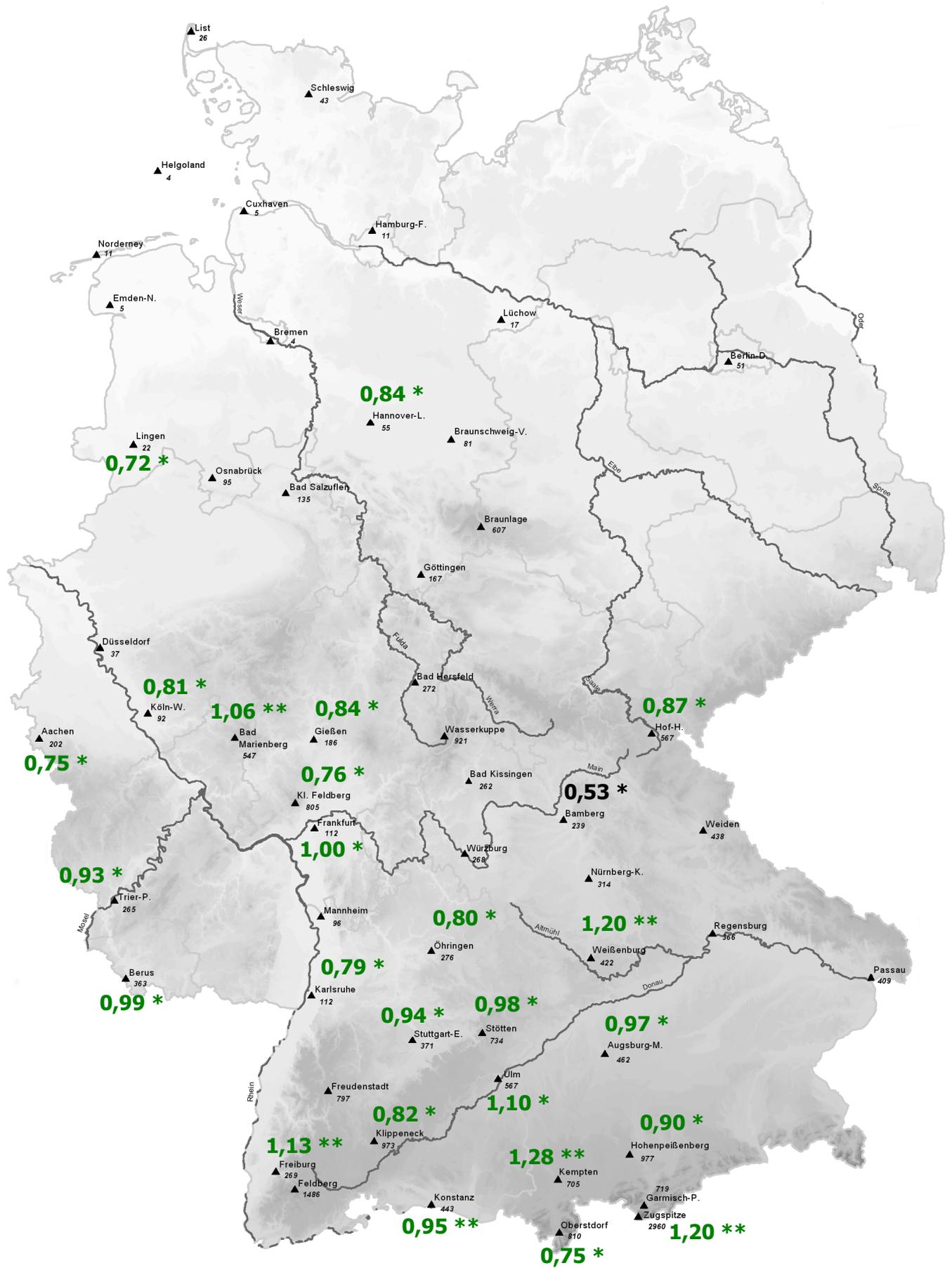
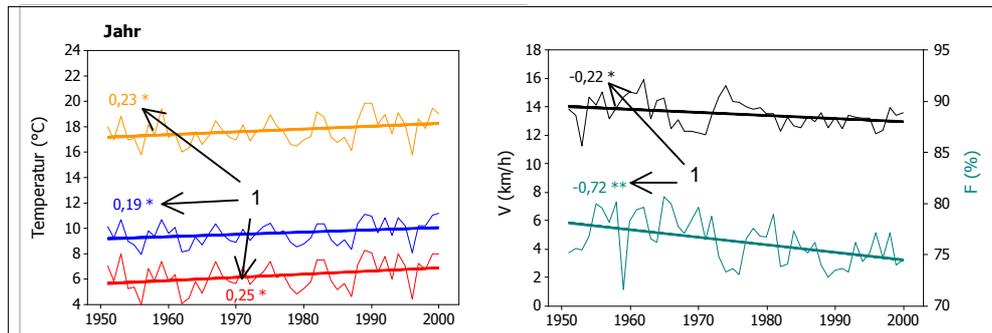


Abb. 13: Monatswerte signifikanter Trends der GT im Gesamtzeitraum (schwarz) und in der 2. Trendperiode (1962-2000; grün) im Dezember.

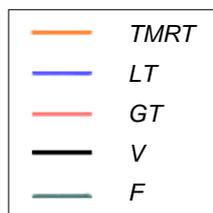
Abb. 14-1 bis 65-4:

**Signifikante Trends der GT und korrespondierende Trends ihrer Einflussgrößen
in Einheit pro Dekade für Jahr und Monat**

Muster:



¹ Trendwert in Einheit/Dekade mit Signifikanzniveau (S. 9)

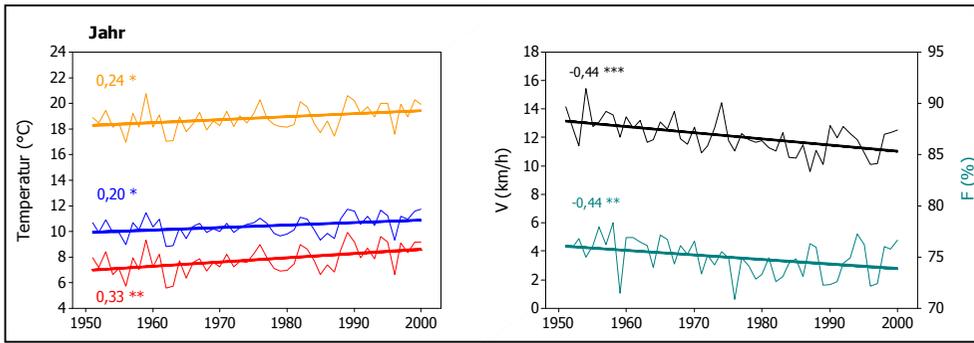


Da nur die signifikanten Trends der GT dokumentiert werden, ergibt sich je nach Station eine unterschiedliche Anzahl von Trenddiagrammen.

Skalenweiten sind beim Jahr bzw. bei den Monaten einheitlich um Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

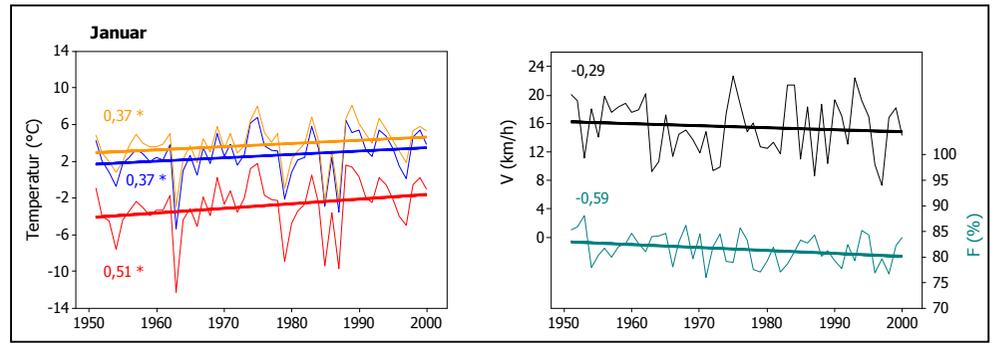
Aachen

Abb. 14-1



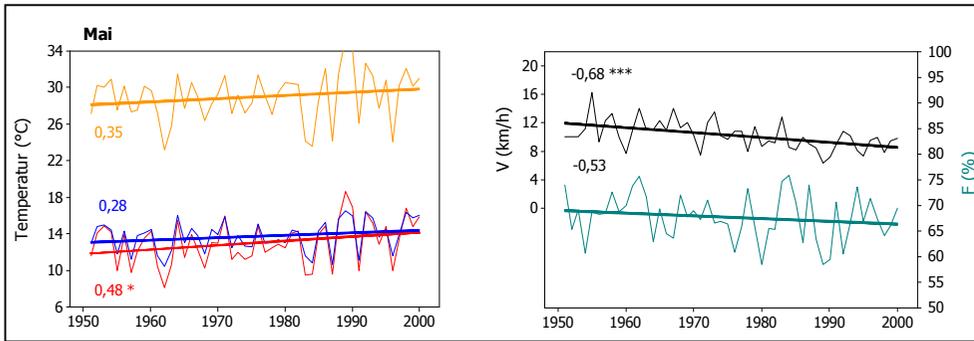
Aachen

Abb. 14-2



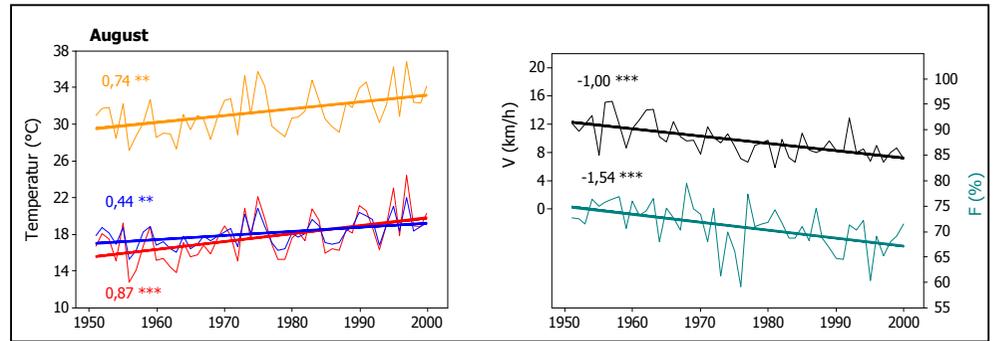
Aachen

Abb. 14-3



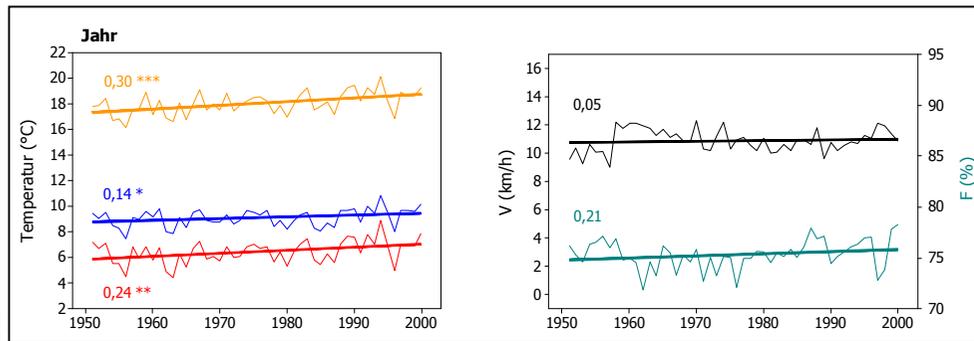
Aachen

Abb. 14-4



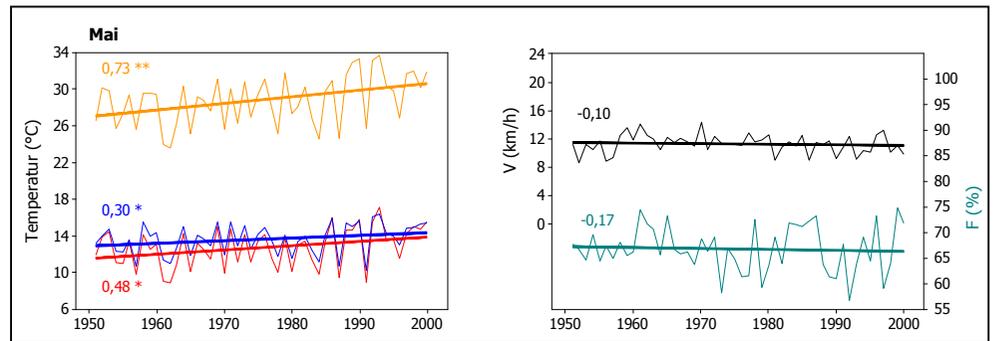
Augsburg-Mühlh.

Abb. 15-1



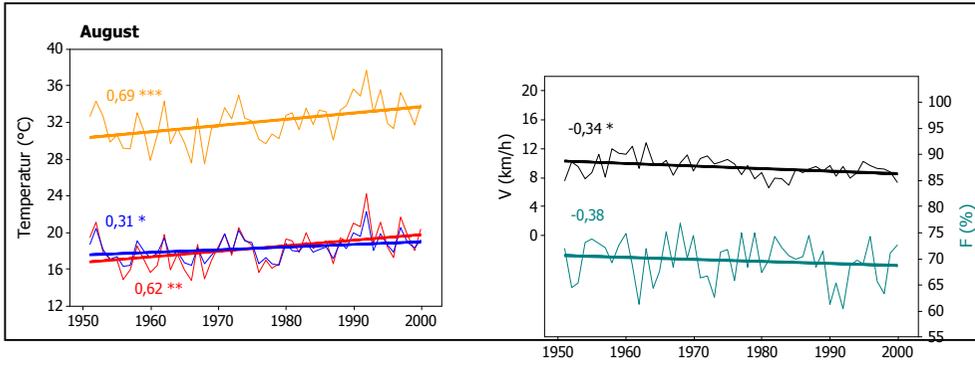
Augsburg-Mühlh.

Abb. 15-2



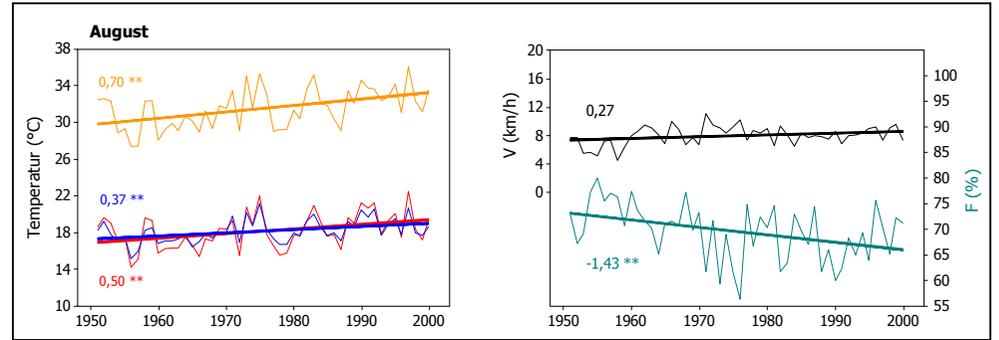
Augsburg-Mühlh.

Abb. 15-3



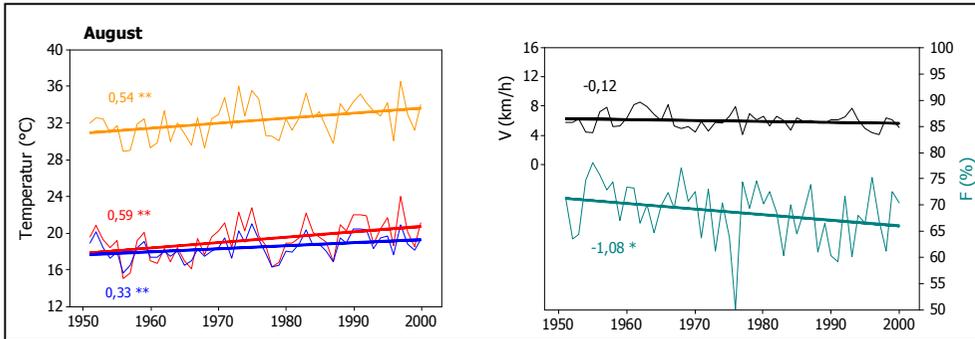
Bad Hersfeld

Abb. 16



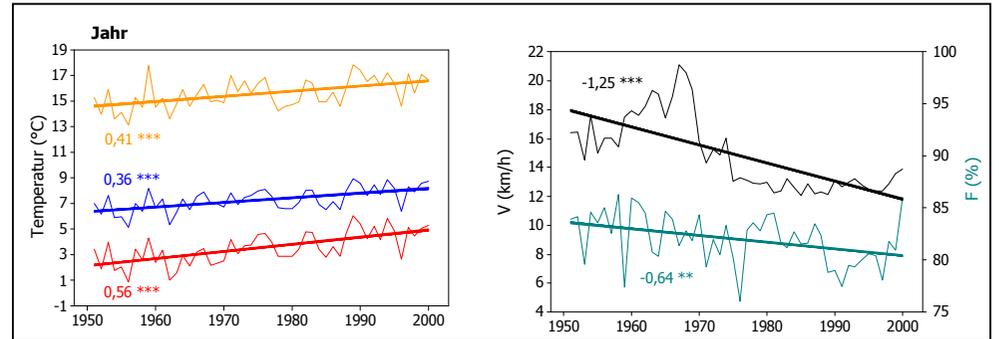
Bad Kissingen

Abb. 17



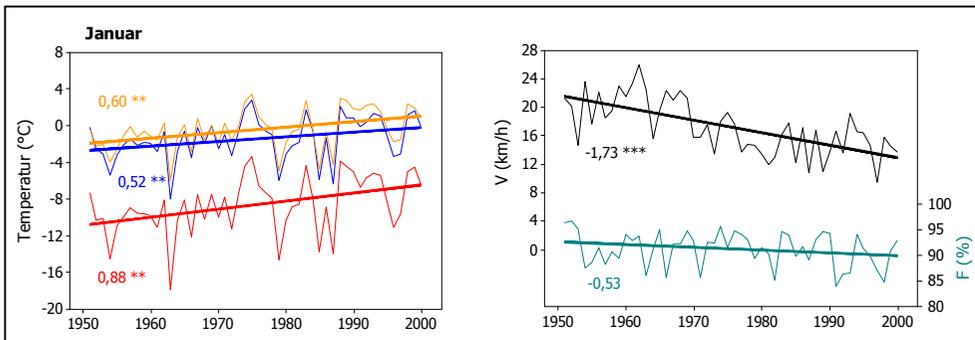
Bad Marienberg

Abb. 18-1



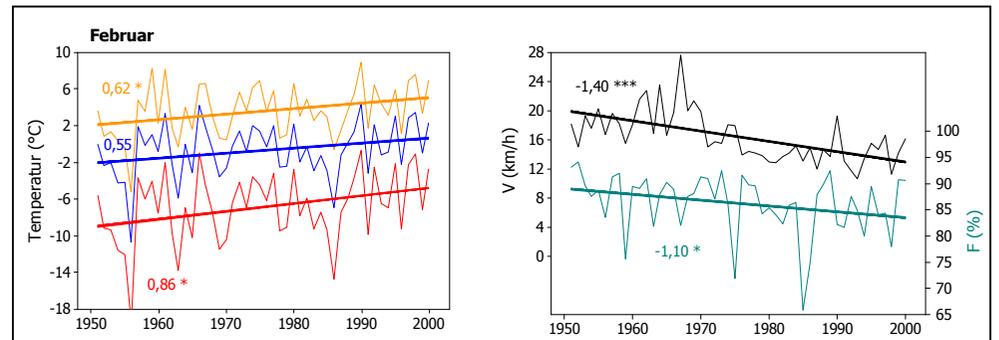
Bad Marienberg

Abb. 18-2



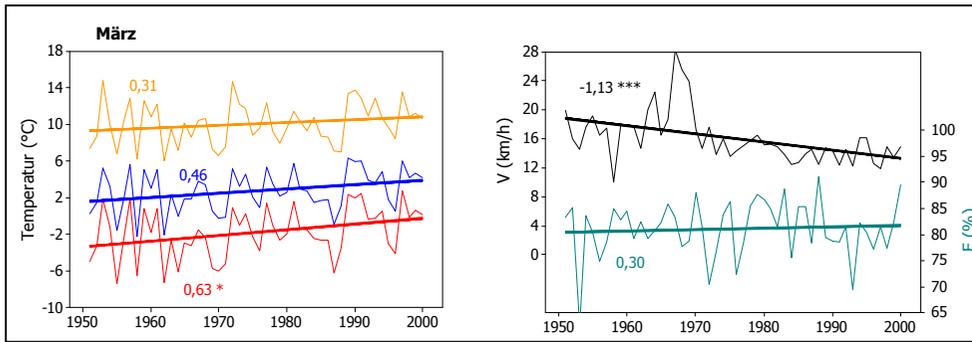
Bad Marienberg

Abb. 18-3



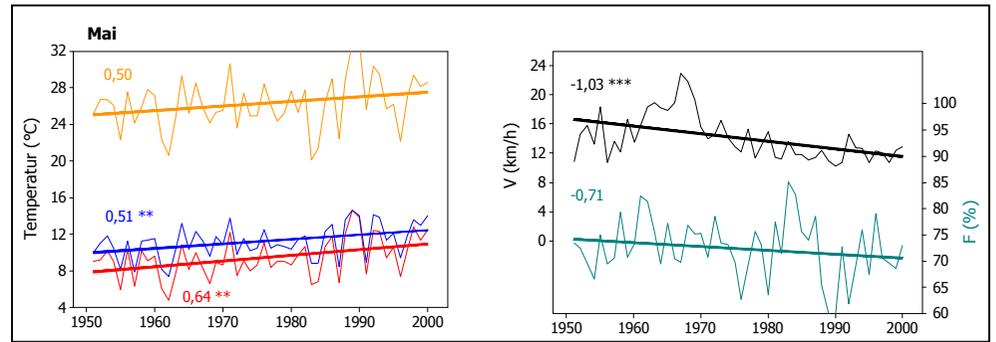
Bad Marienberg

Abb. 18-4



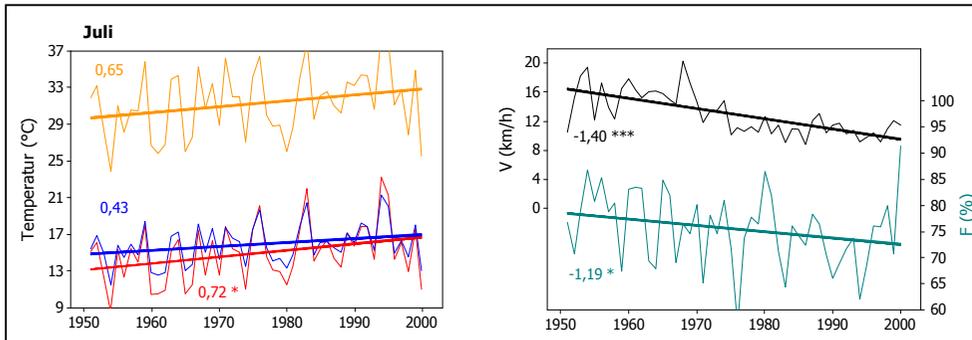
Bad Marienberg

Abb. 18-5



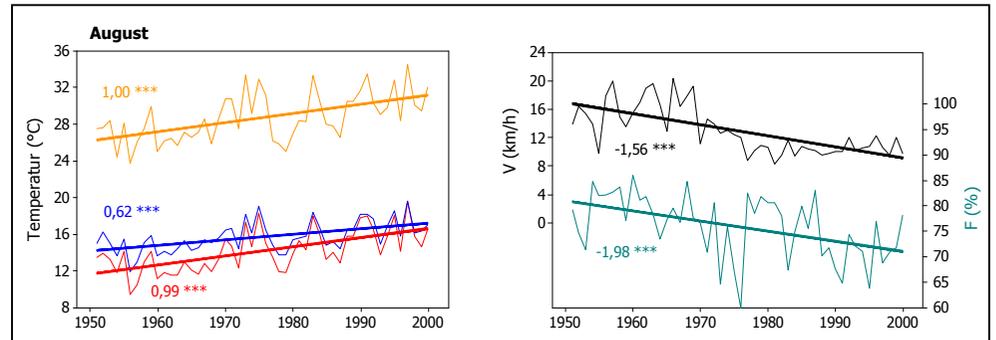
Bad Marienberg

Abb. 18-6



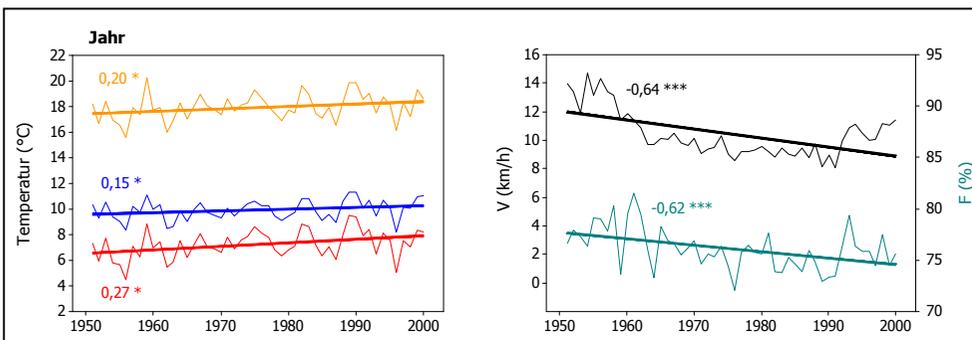
Bad Marienberg

Abb. 18-7



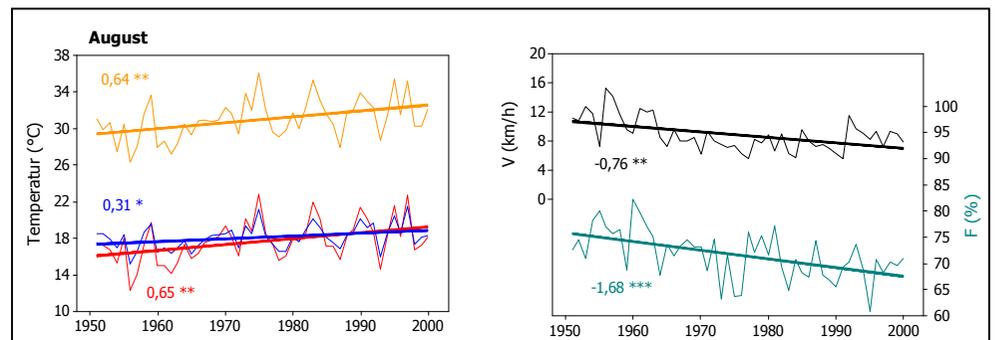
Bad Salzufen

Abb. 19-1



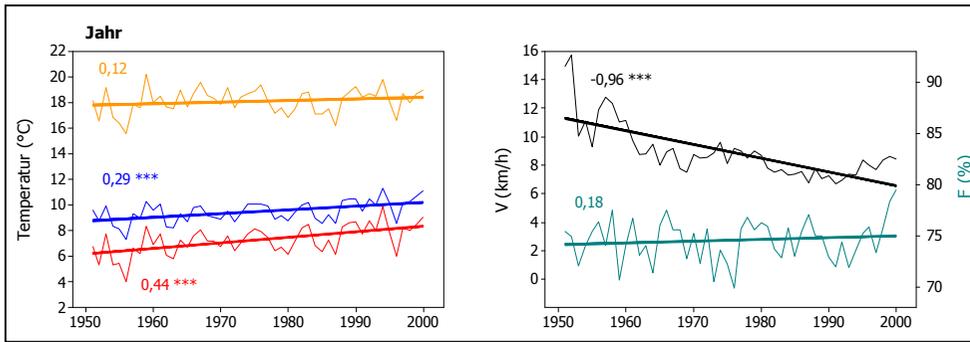
Bad Salzufen

Abb. 19-2



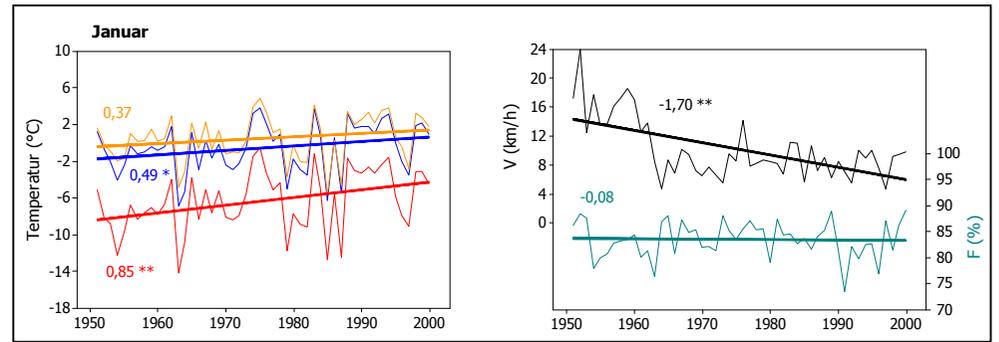
Bamberg

Abb. 20-1



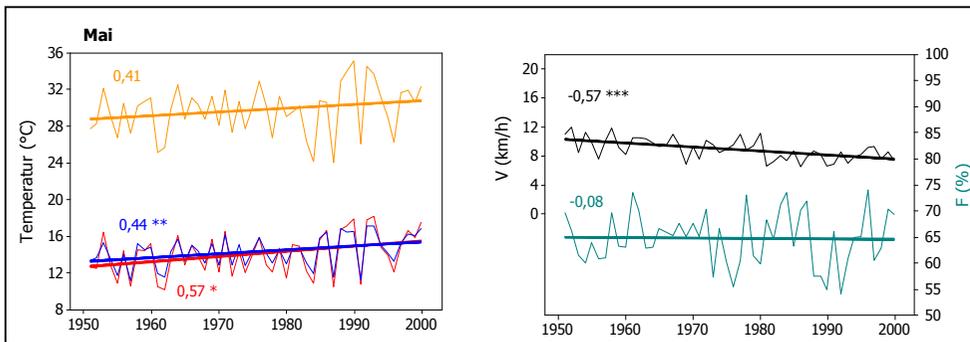
Bamberg

Abb. 20-2



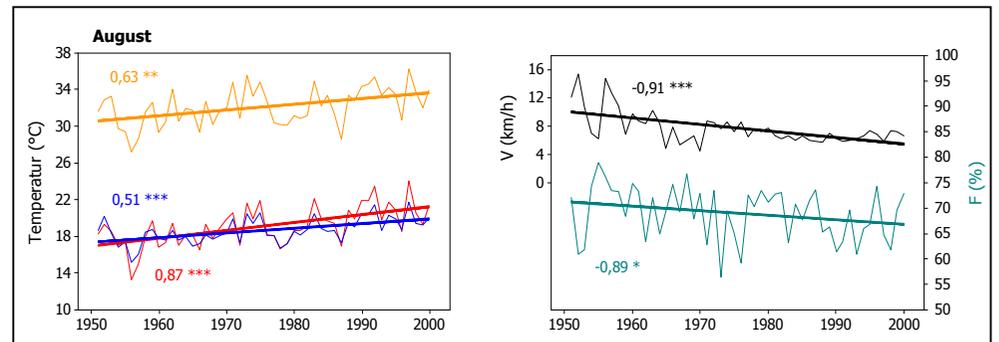
Bamberg

Abb. 20-3



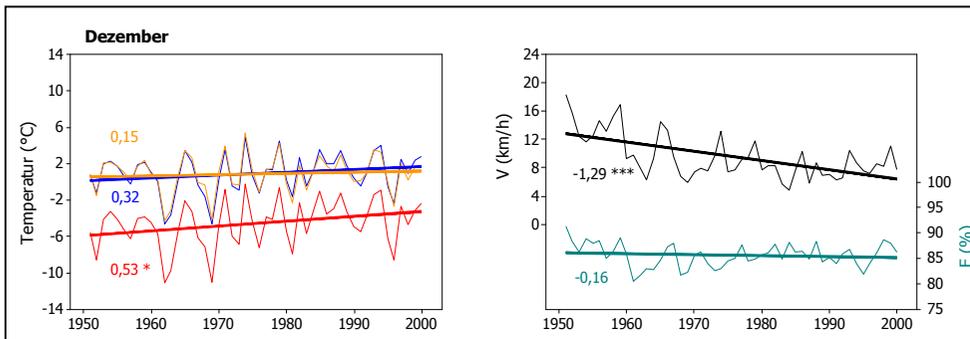
Bamberg

Abb. 20-4



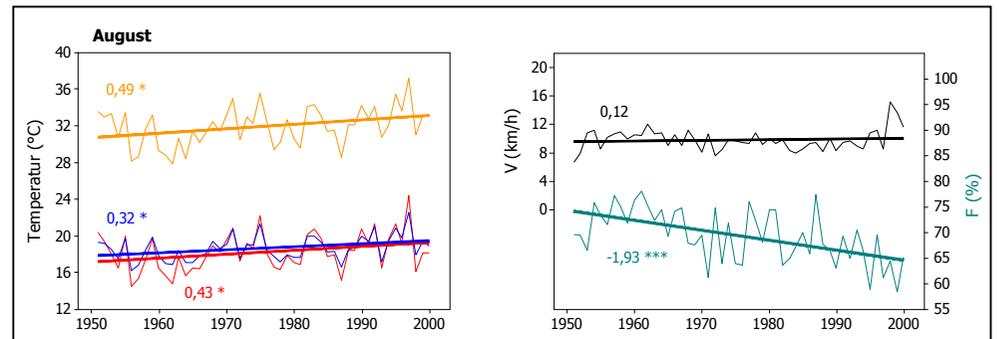
Bamberg

Abb. 20-5



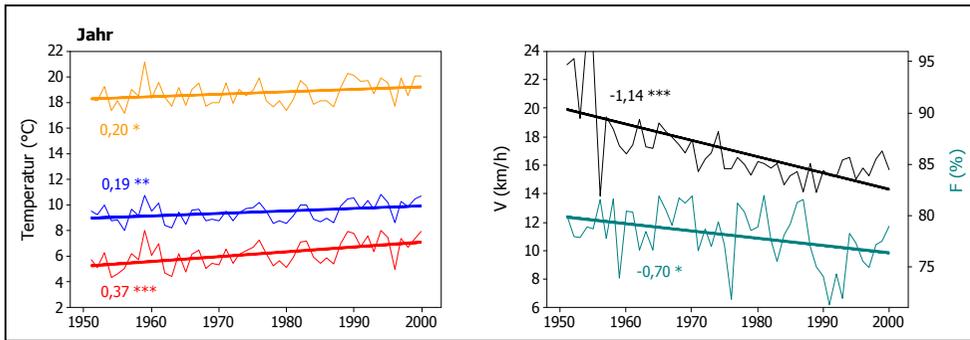
Berlin-Dahlem

Abb. 21



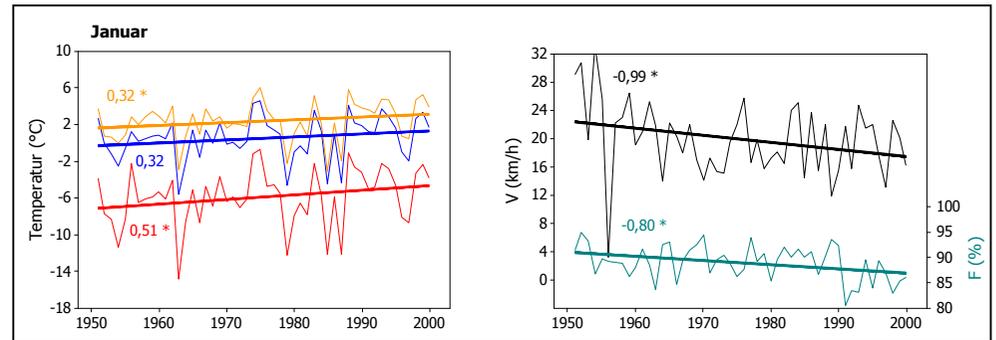
Berus

Abb. 22-1



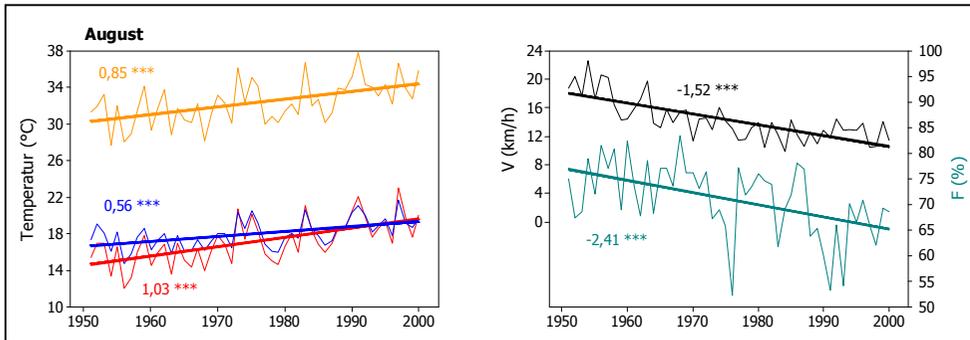
Berus

Abb. 22-2



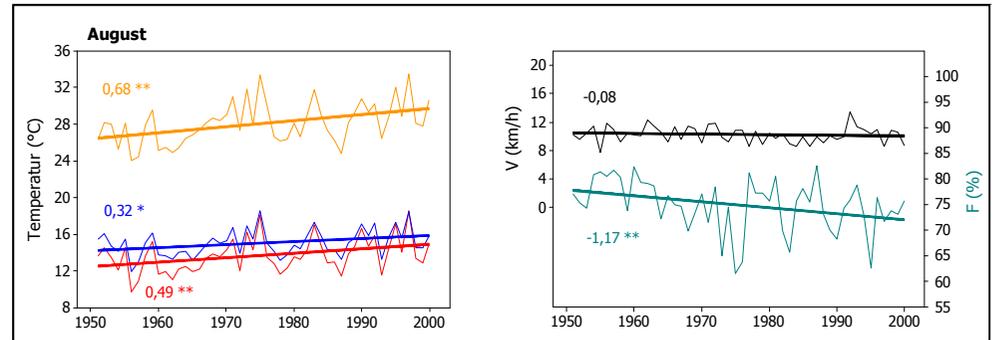
Berus

Abb. 22-3



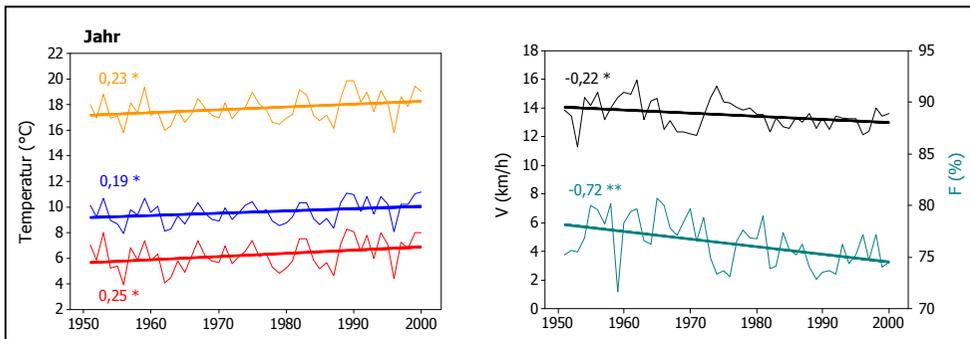
Braunlage

Abb. 23



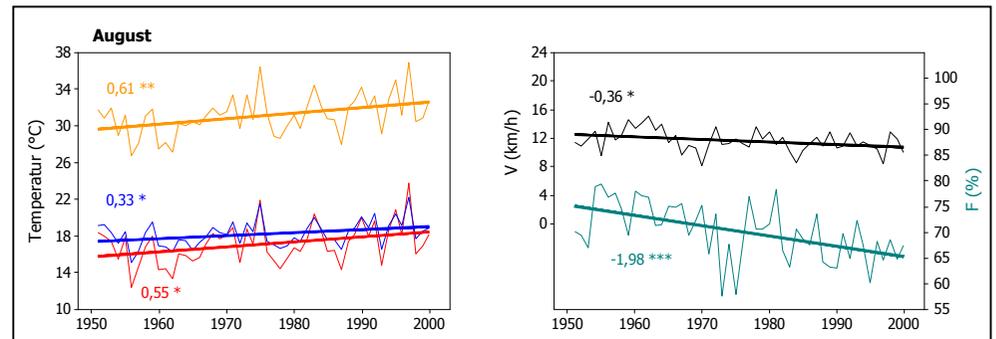
Braunschweig-Völk.

Abb. 24-1



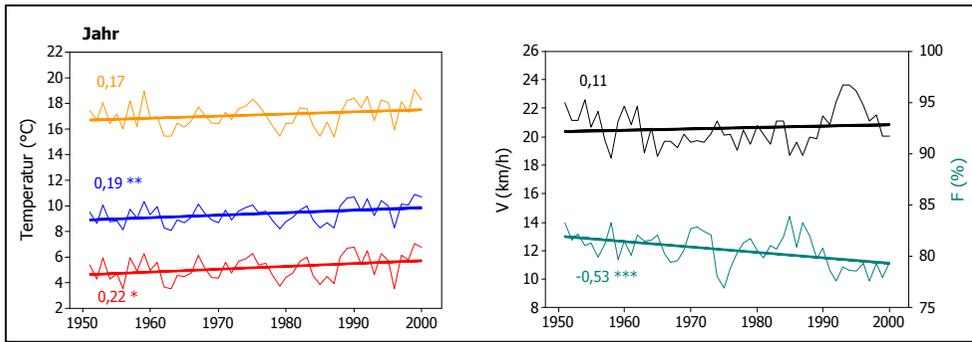
Braunschweig-Völk.

Abb. 24-2



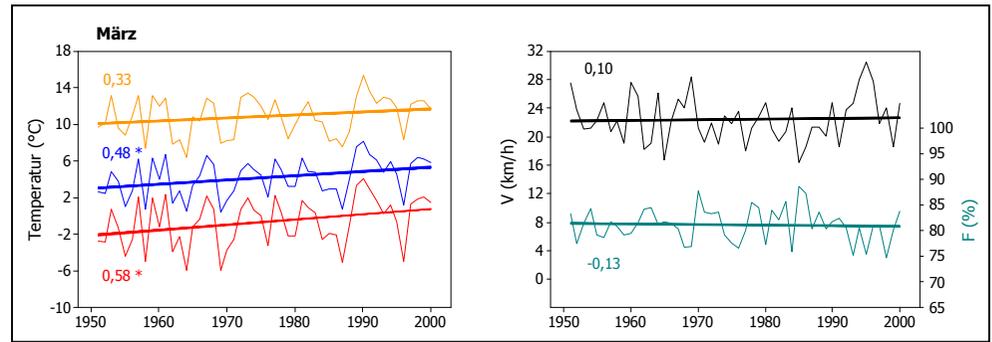
Cuxhaven

Abb. 25-1



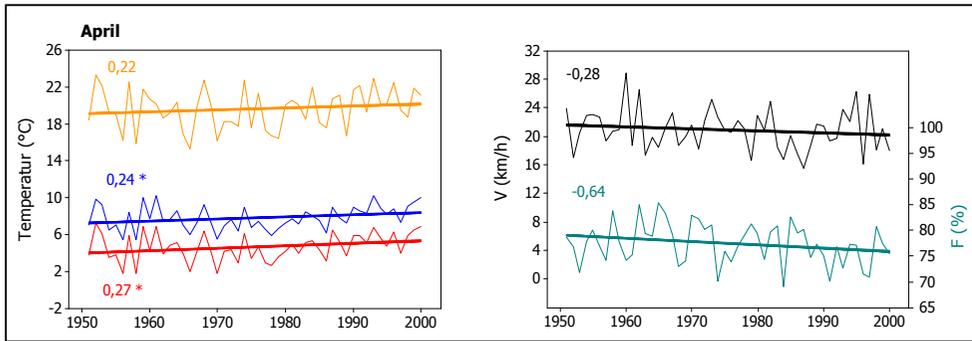
Cuxhaven

Abb. 25-2



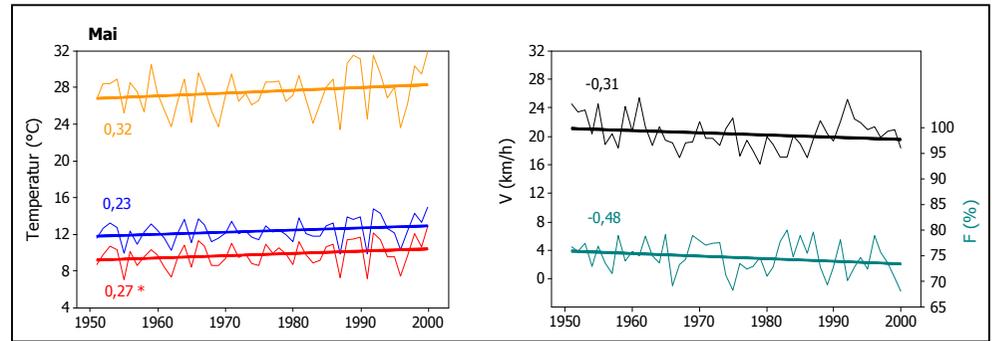
Cuxhaven

Abb. 25-3



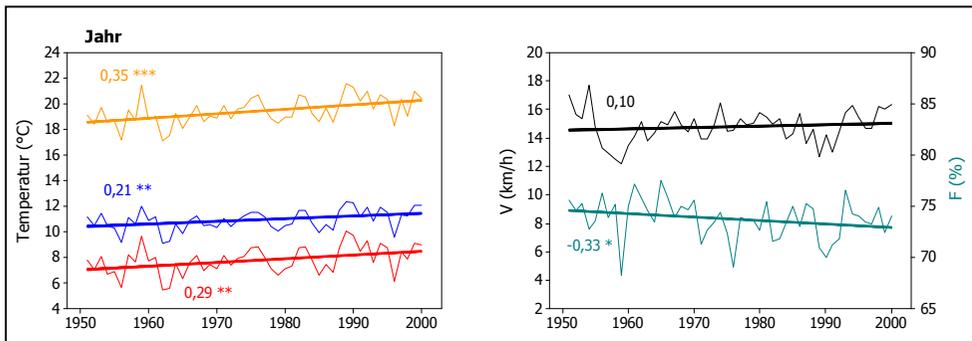
Cuxhaven

Abb. 25-4



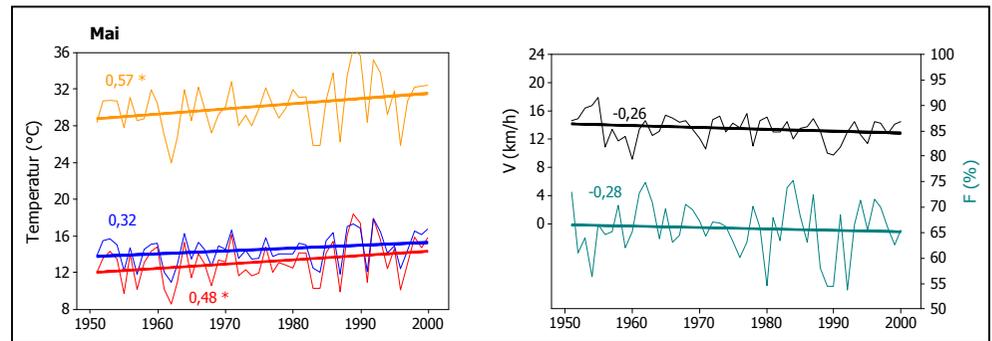
Düsseldorf

Abb. 26-1



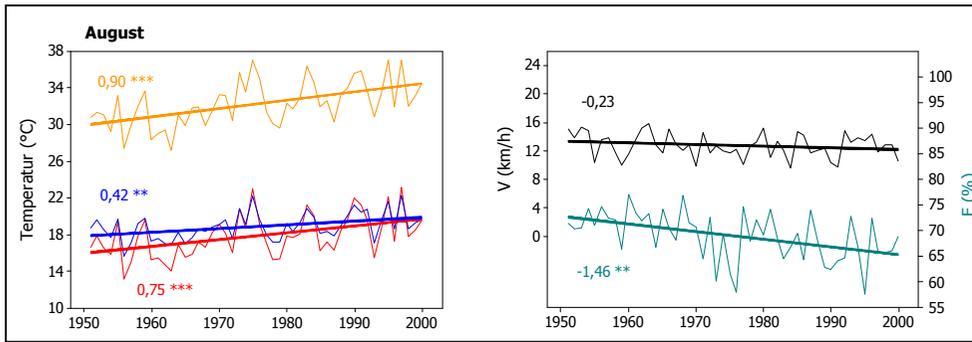
Düsseldorf

Abb. 26-2



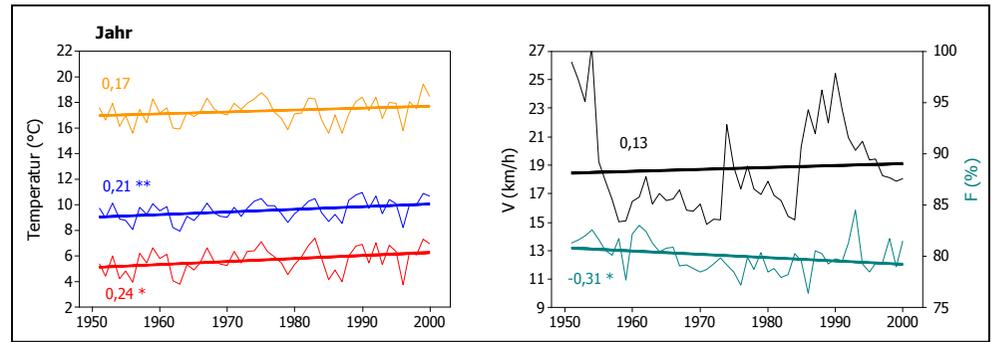
Düsseldorf

Abb. 26-3



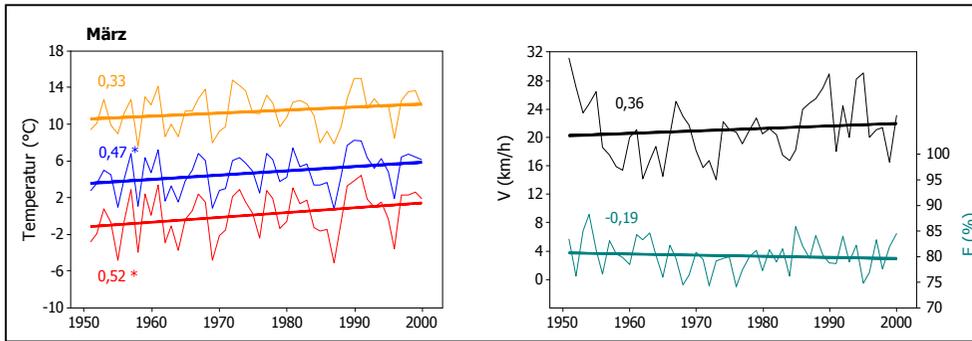
Emden-Nesslerl.

Abb. 27-1



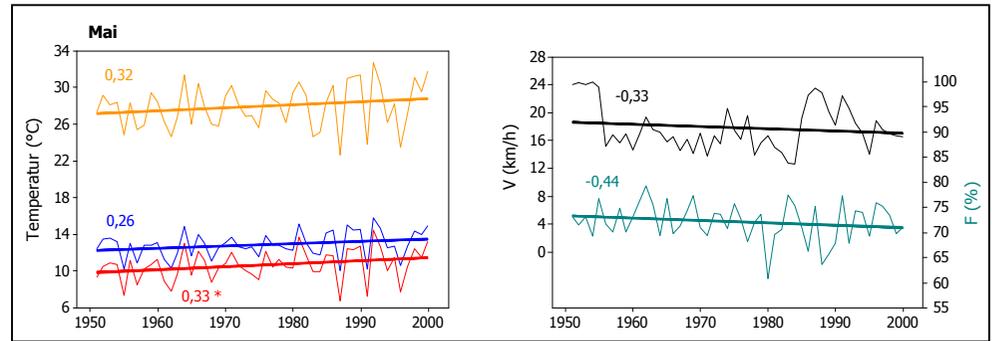
Emden-Nesslerl.

Abb. 27-2



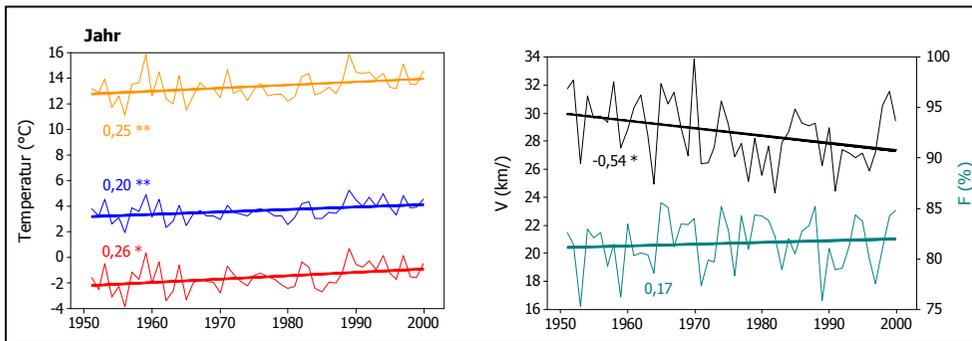
Emden-Nesslerl.

Abb. 27-3



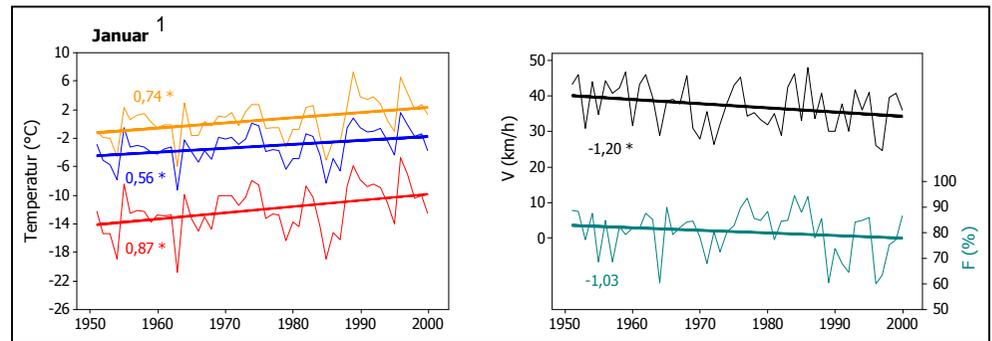
Feldberg/Schw.

Abb. 28-1



Feldberg/Schw.

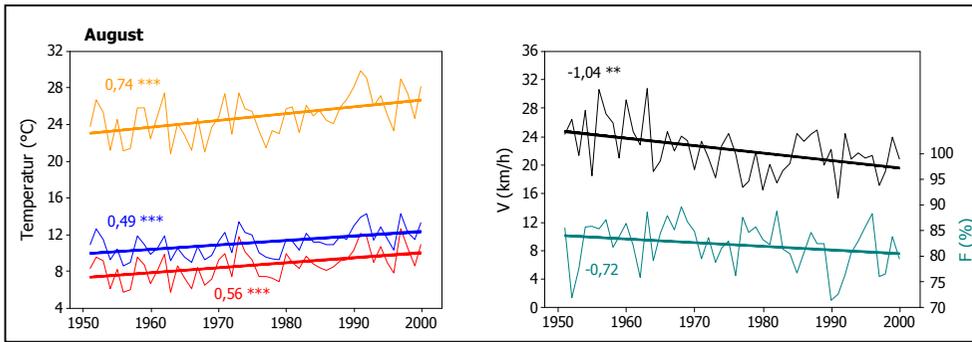
Abb. 28-2



¹ Geänderte Skalenweite infolge der besonderen meteorologischen Bedingungen

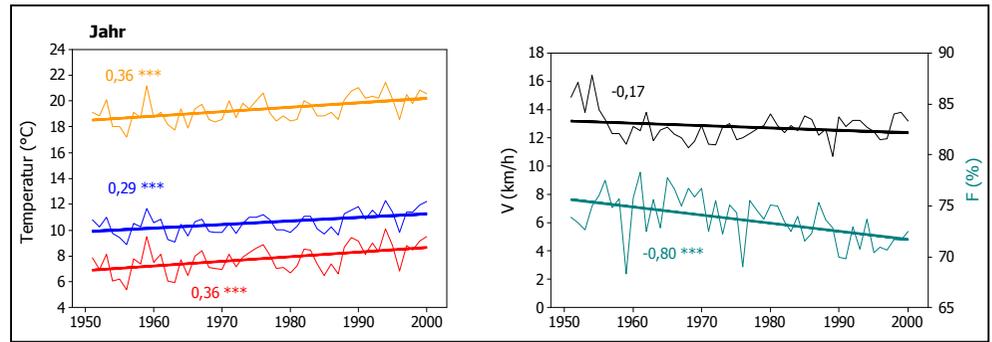
Feldberg/Schw.

Abb. 28-3



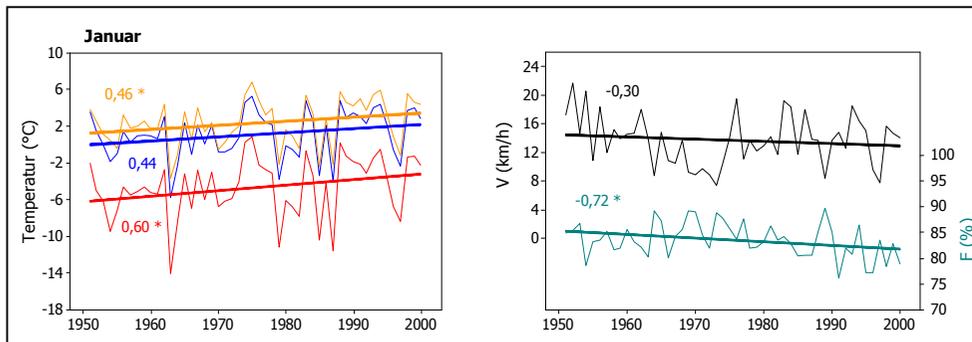
Frankfurt/M.

Abb. 29-1



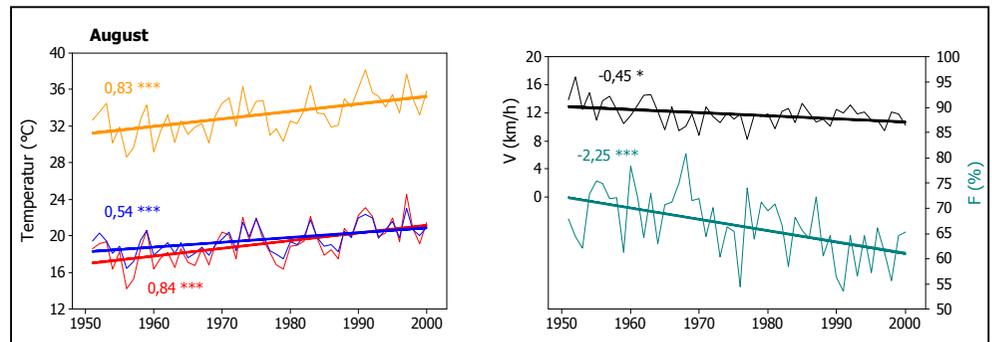
Frankfurt/M.

Abb. 29-2



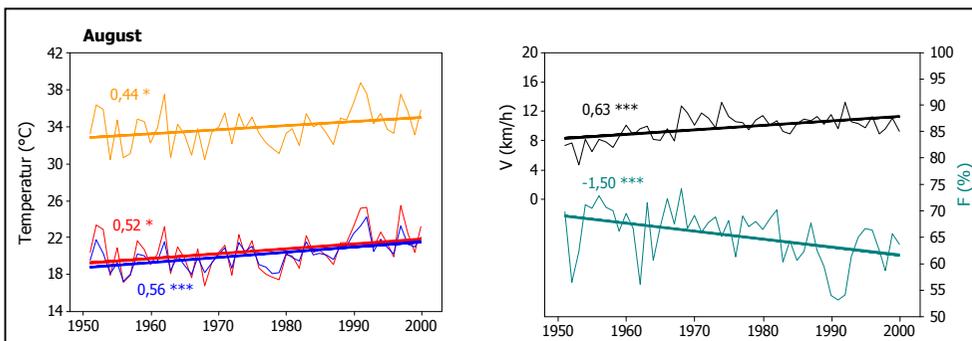
Frankfurt/M.

Abb. 29-3



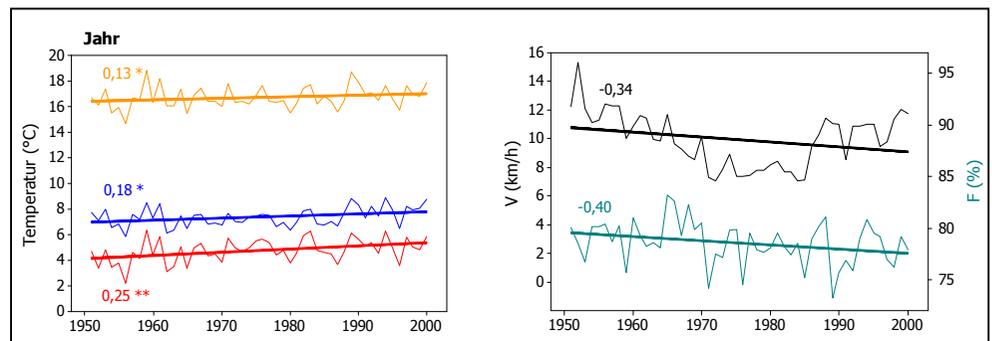
Freiburg i. Br.

Abb. 30



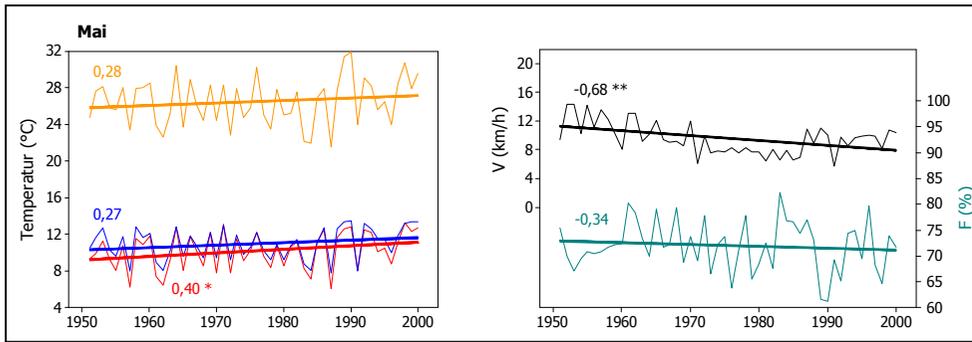
Freudenstadt

Abb. 31-1



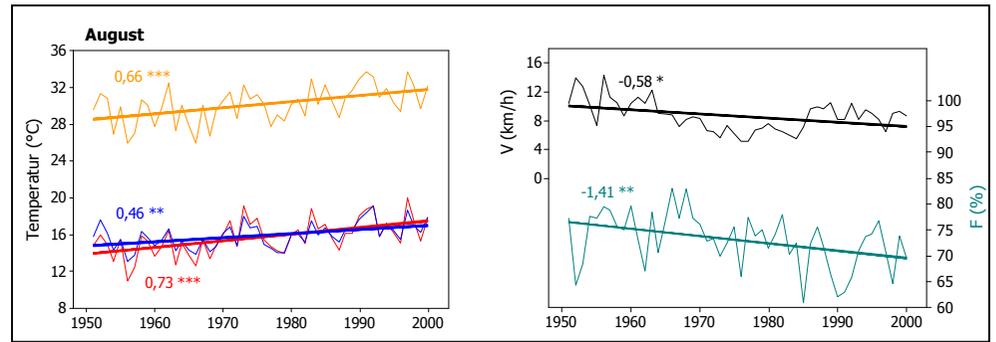
Freudenstadt

Abb. 31-2



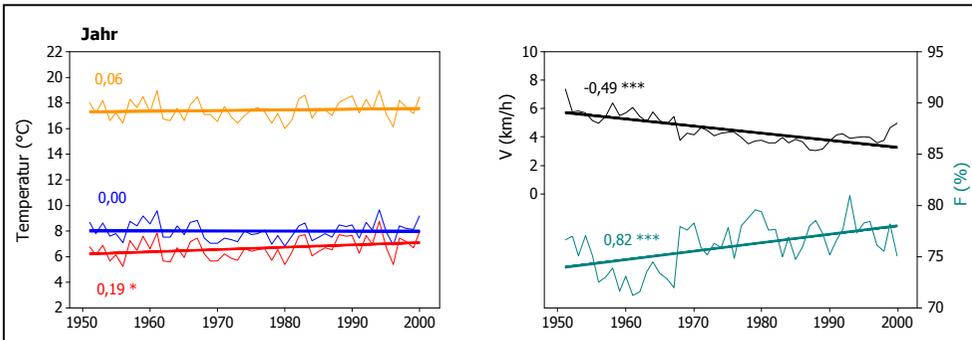
Freudenstadt

Abb. 31-3



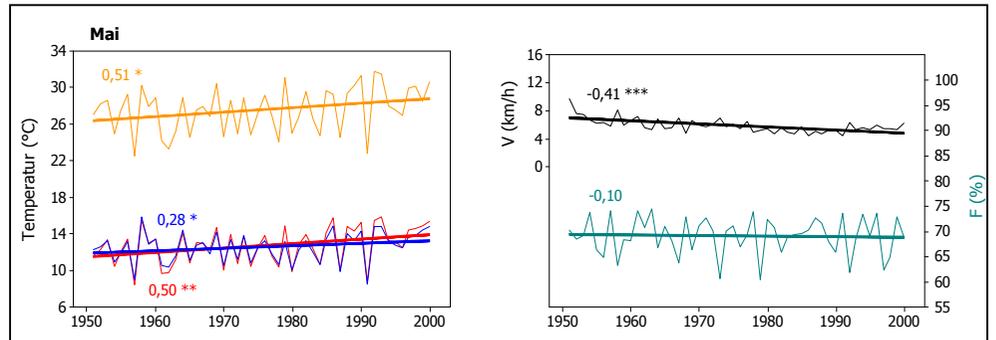
Garmisch-Partenk.

Abb. 32-1



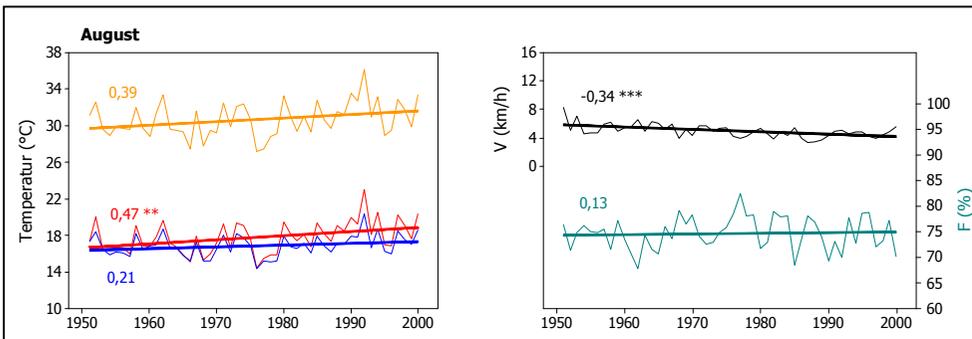
Garmisch-Partenk.

Abb. 32-2



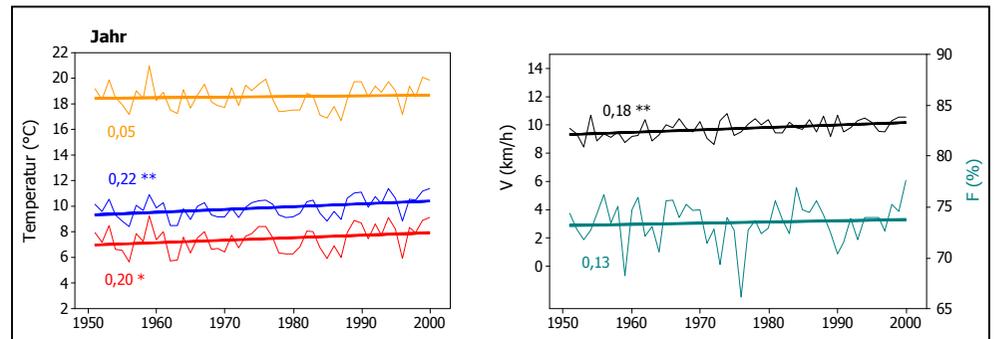
Garmisch-Partenk.

Abb. 32-3



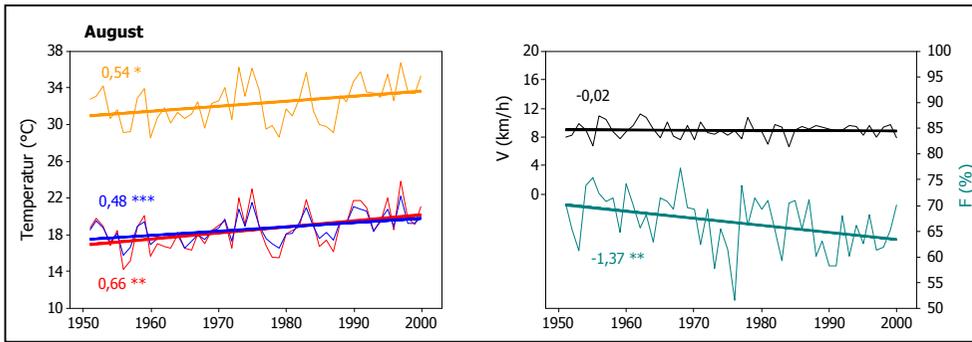
Gießen

Abb. 33-1



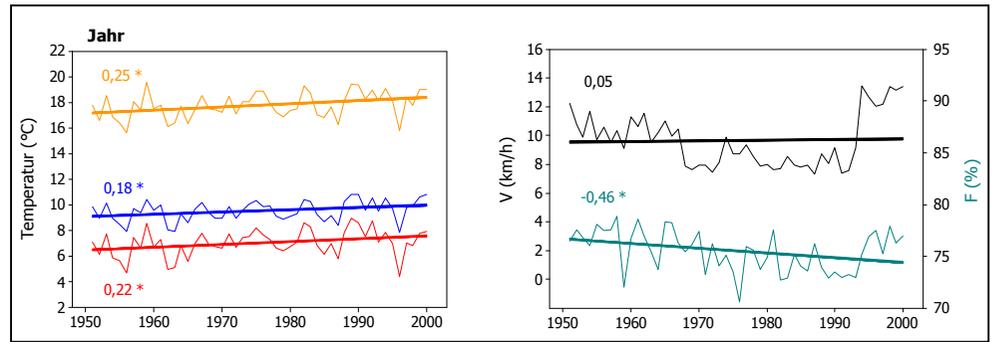
Gießen

Abb. 33-2



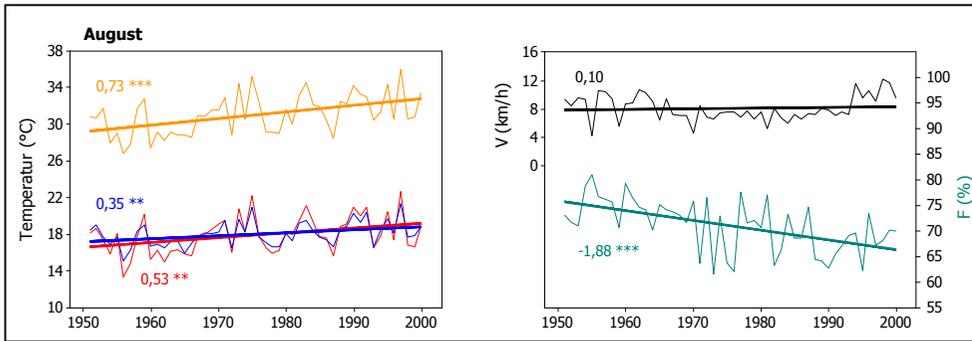
Göttingen

Abb. 34-1



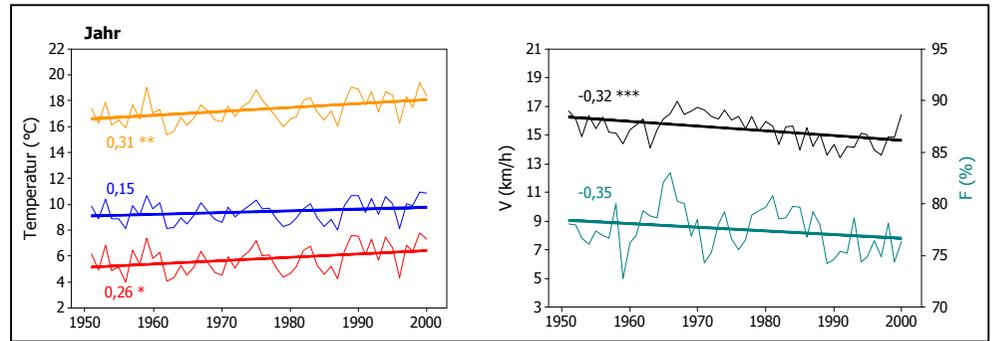
Göttingen

Abb. 34-2



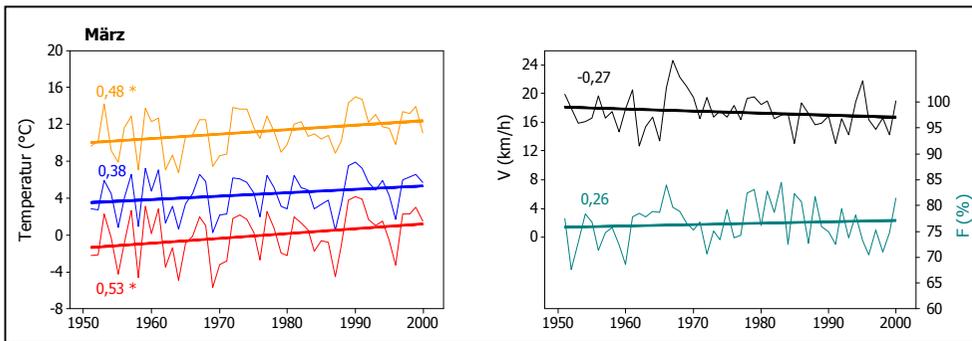
Hamburg-Fuhlsb.

Abb. 35-1



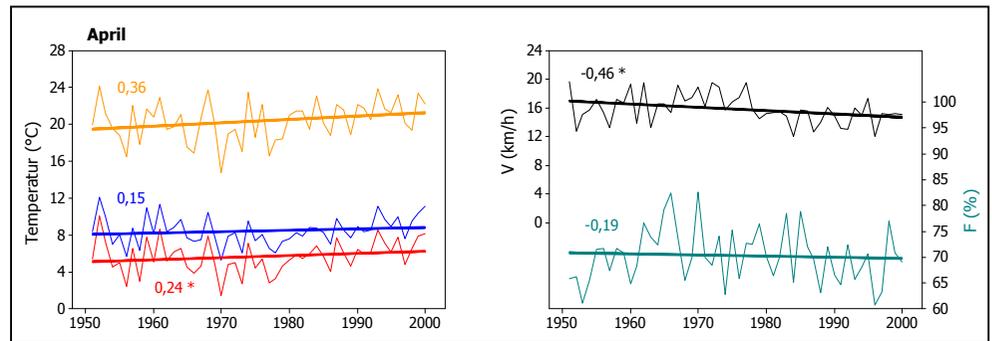
Hamburg-Fuhlsb.

Abb. 35-2



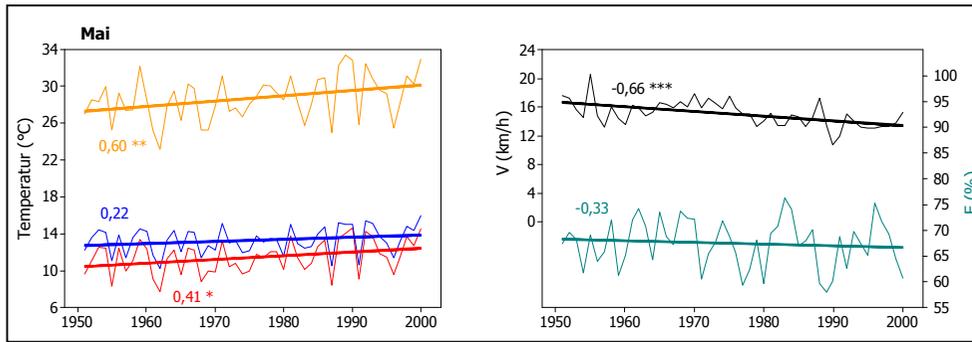
Hamburg-Fuhlsb.

Abb. 35-3



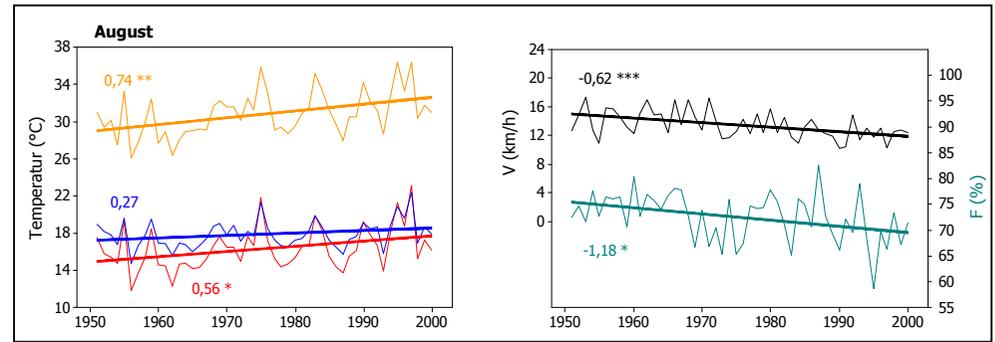
Hamburg-Fuhlsb.

Abb. 35-4



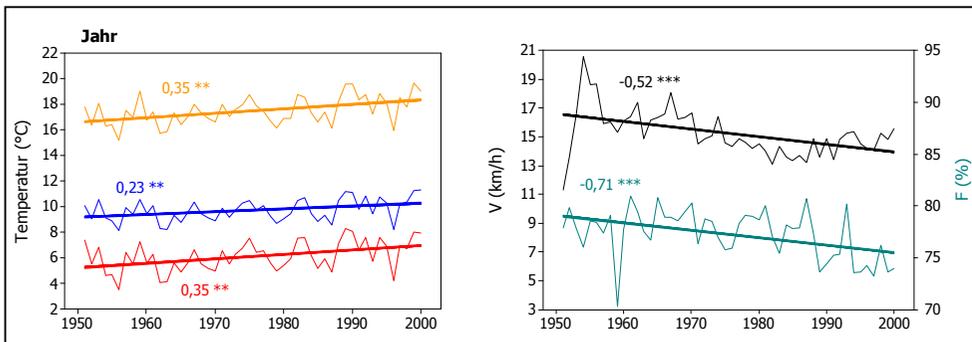
Hamburg-Fuhlsb.

Abb. 35-5



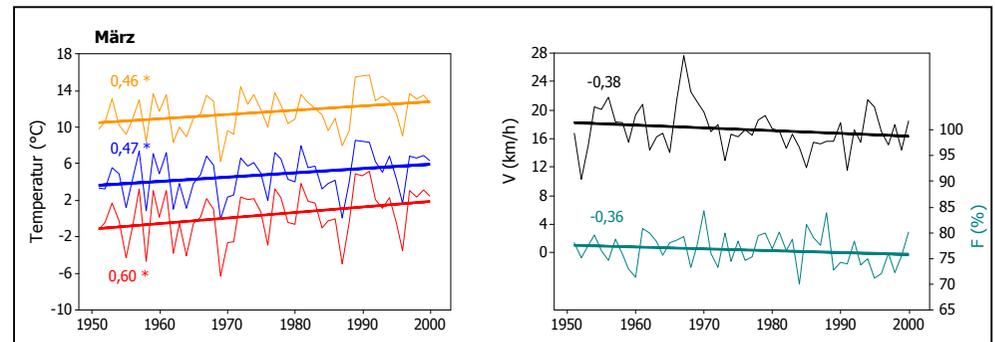
Hannover

Abb. 36-1



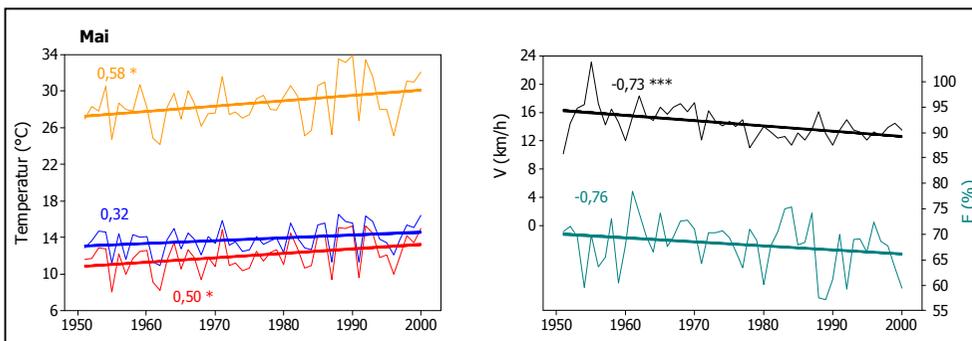
Hannover

Abb. 36-2



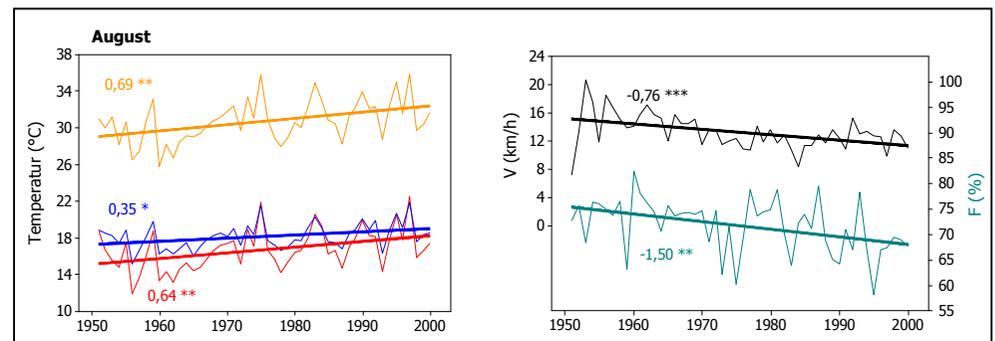
Hannover

Abb. 36-3



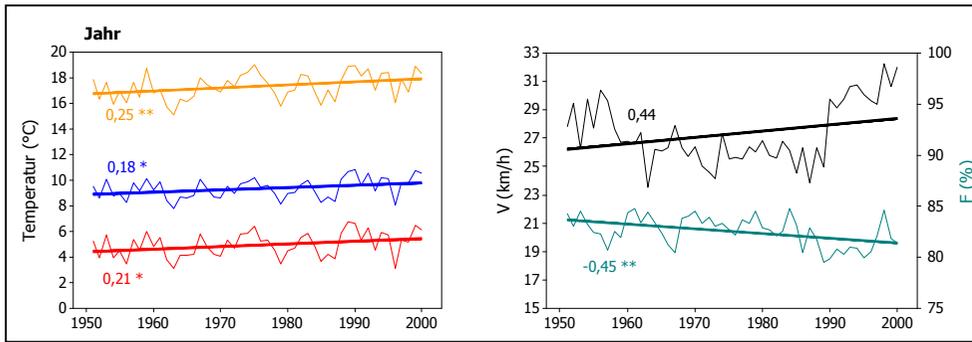
Hannover

Abb. 36-4



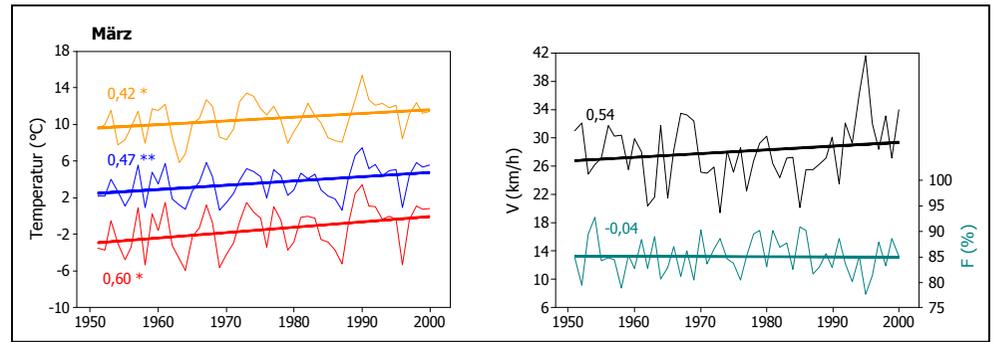
Helgoland

Abb. 37-1



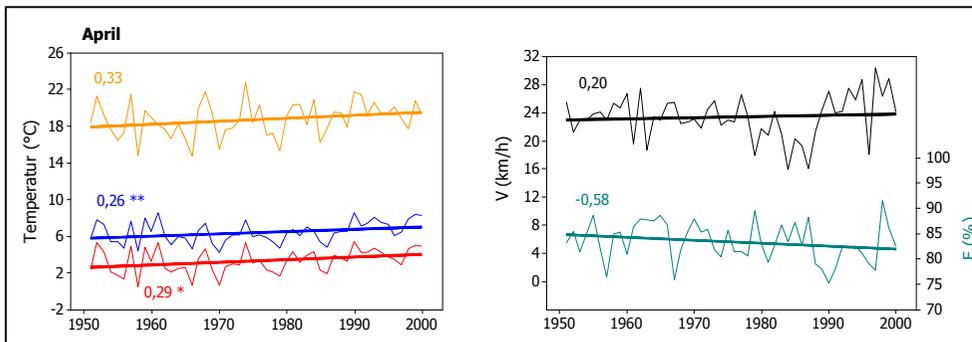
Helgoland

Abb. 37-2



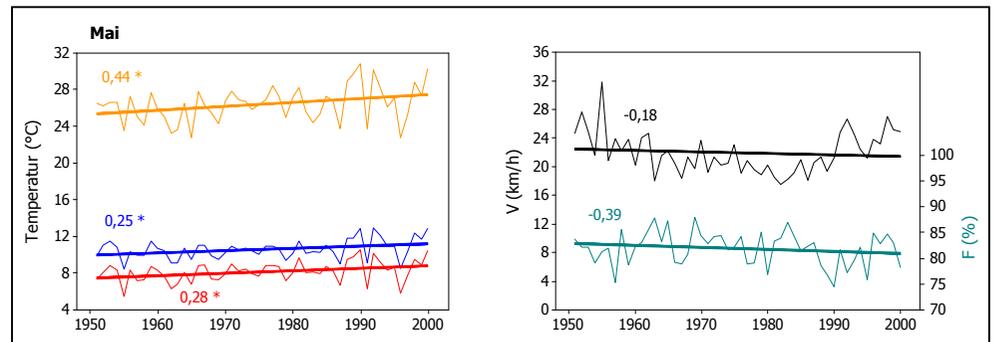
Helgoland

Abb. 37-3



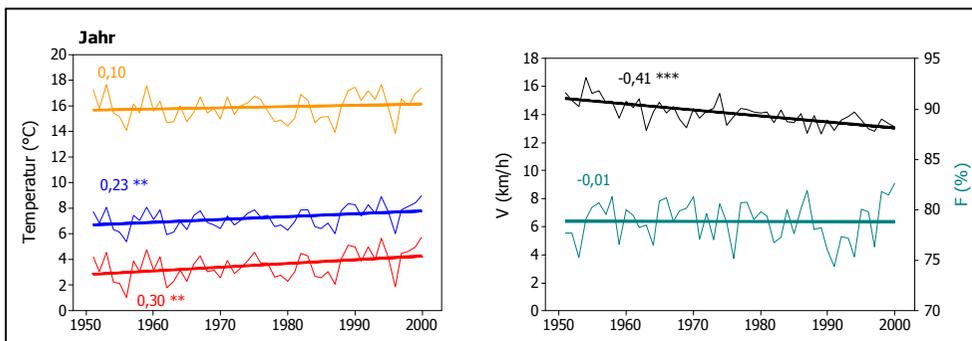
Helgoland

Abb. 37-4



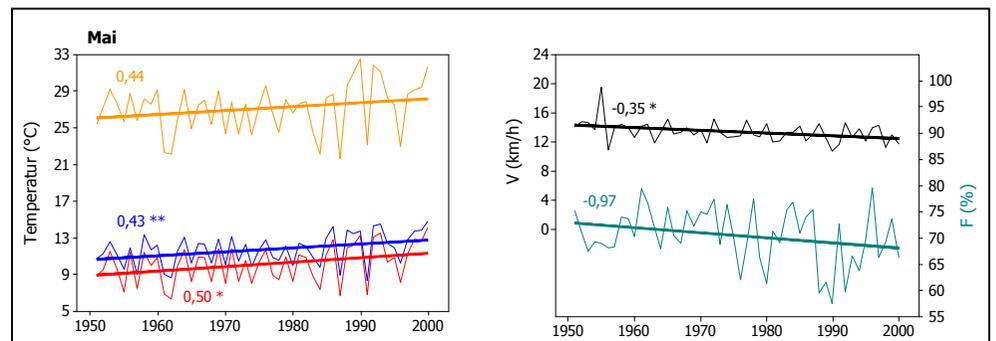
Hof-Hohens.

Abb. 38-1



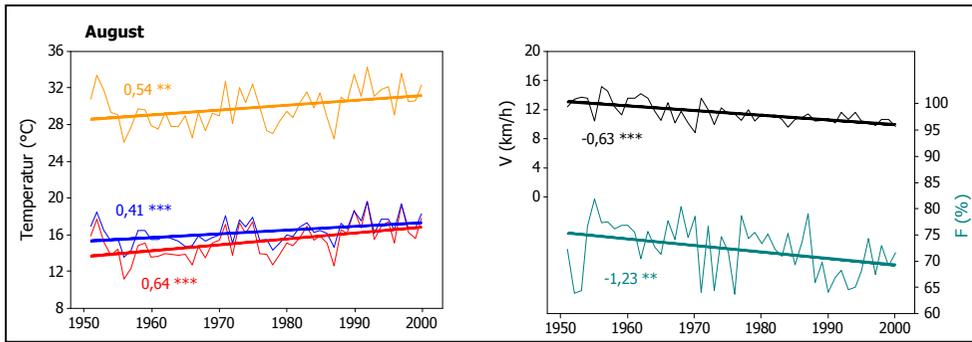
Hof-Hohens.

Abb. 38-2



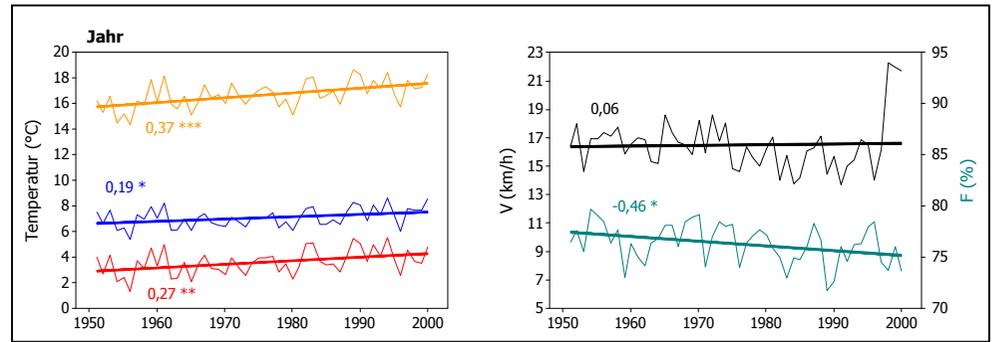
Hof-Hohens.

Abb. 38-3



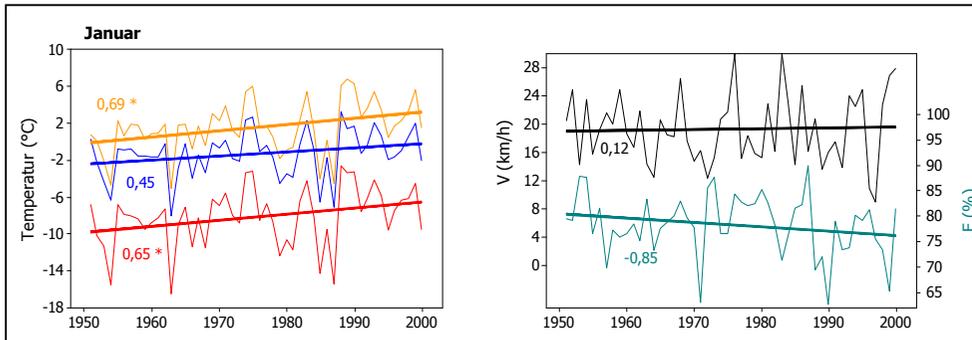
Hohenpeißenberg

Abb. 39-1



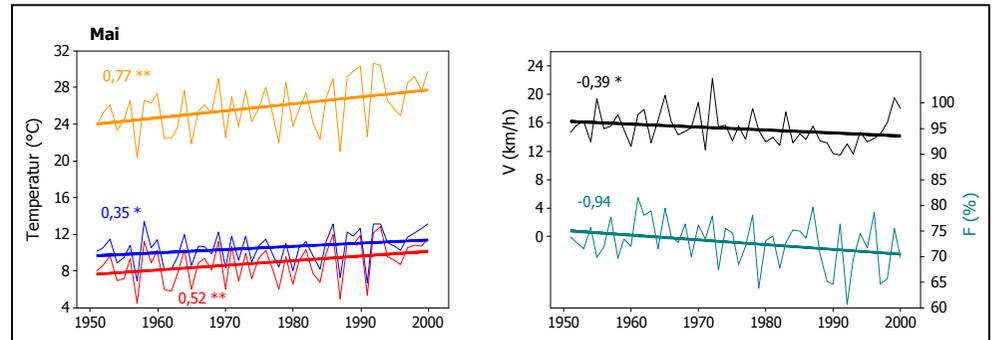
Hohenpeißenberg

Abb. 39-2



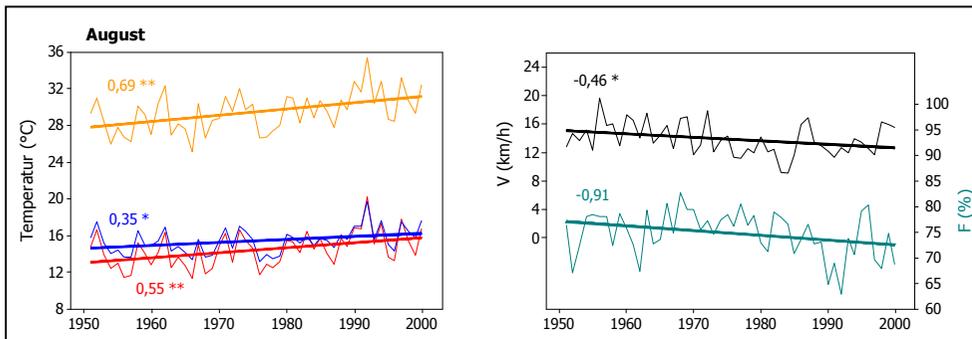
Hohenpeißenberg

Abb. 39-3



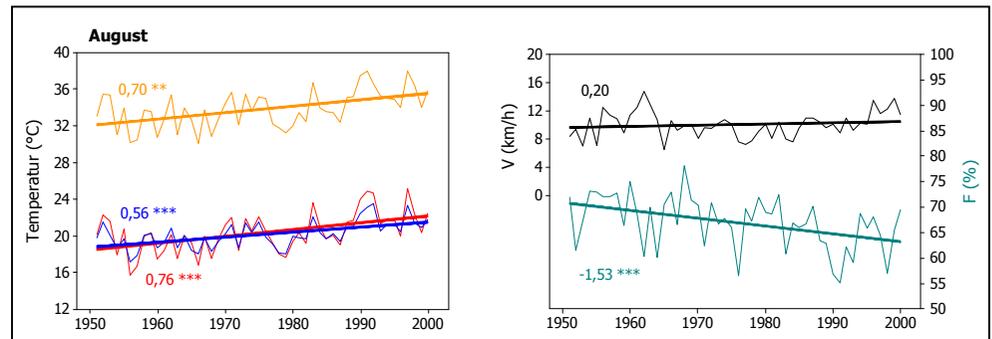
Hohenpeißenberg

Abb. 39-4



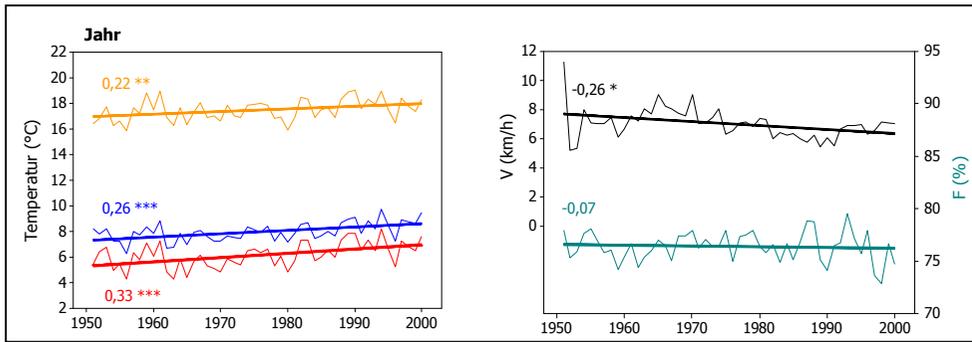
Karlsruhe

Abb. 40



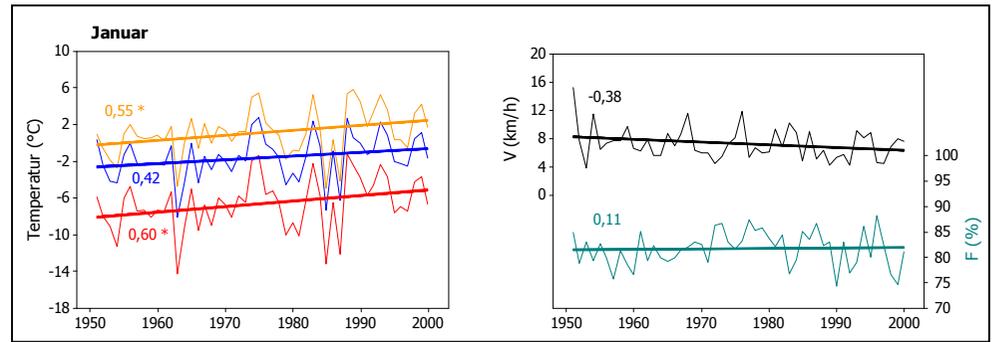
Kempton

Abb. 41-1



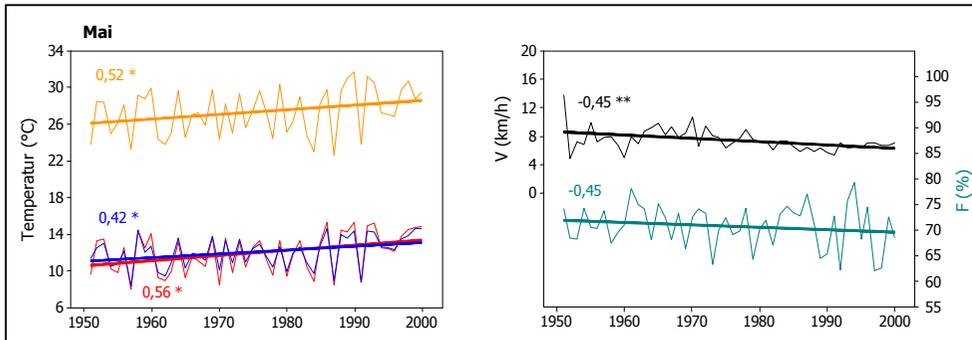
Kempton

Abb. 41-2



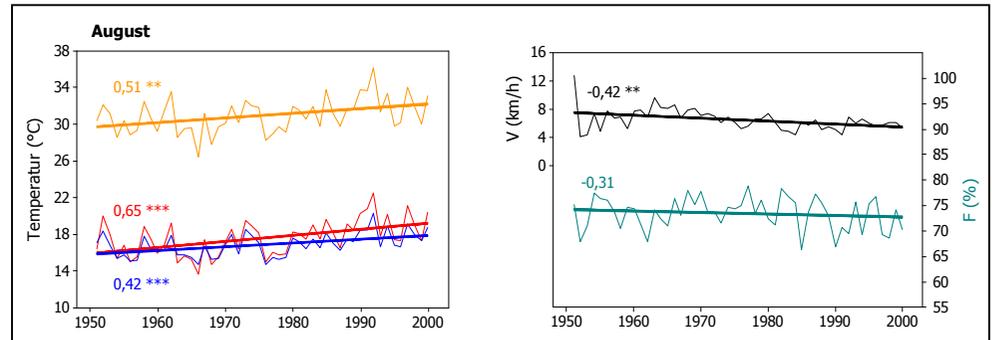
Kempton

Abb. 41-3



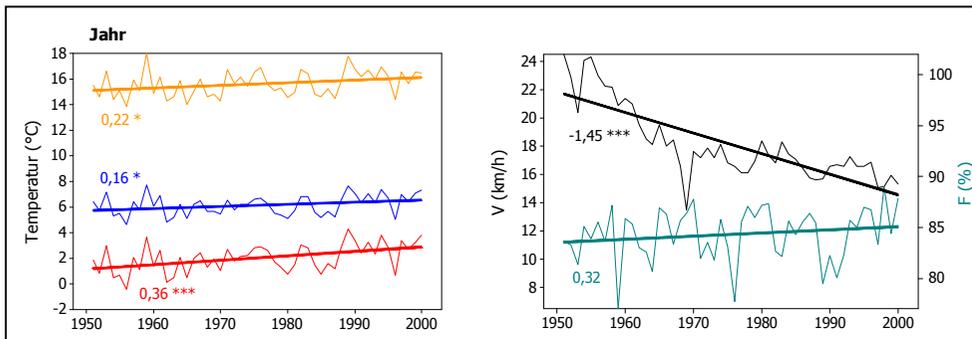
Kempton

Abb. 41-4



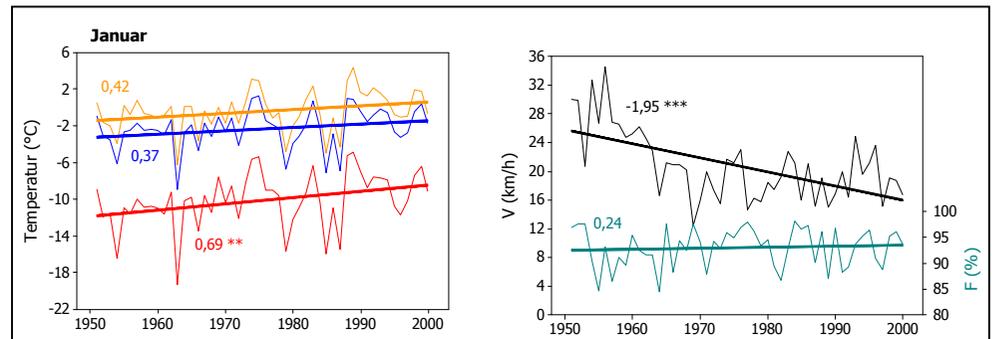
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 42-1



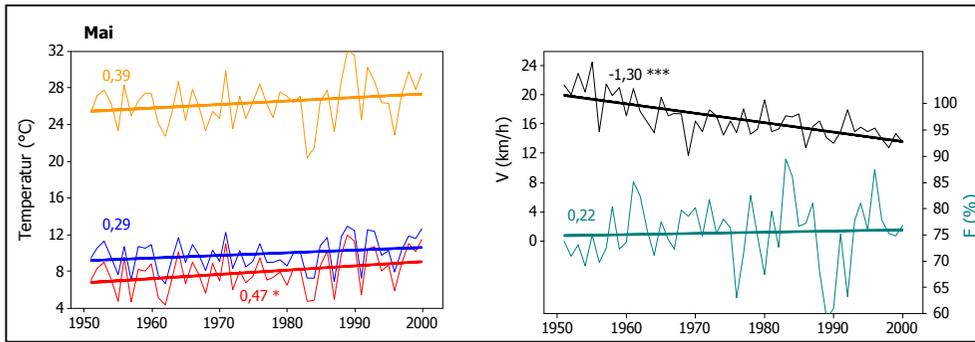
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 42-2



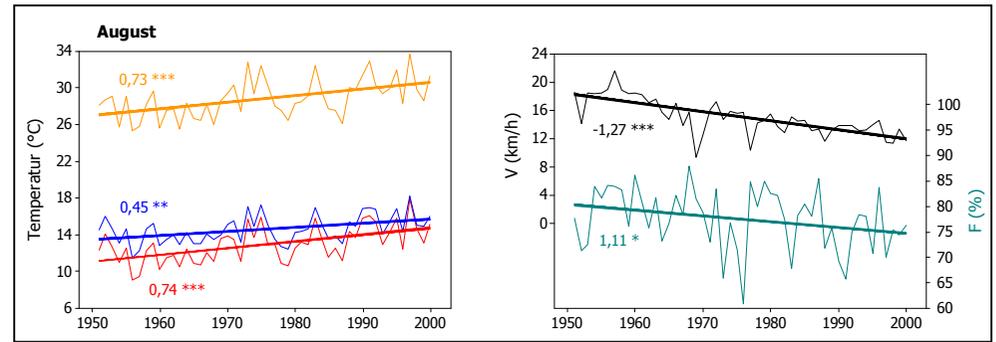
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 42-3



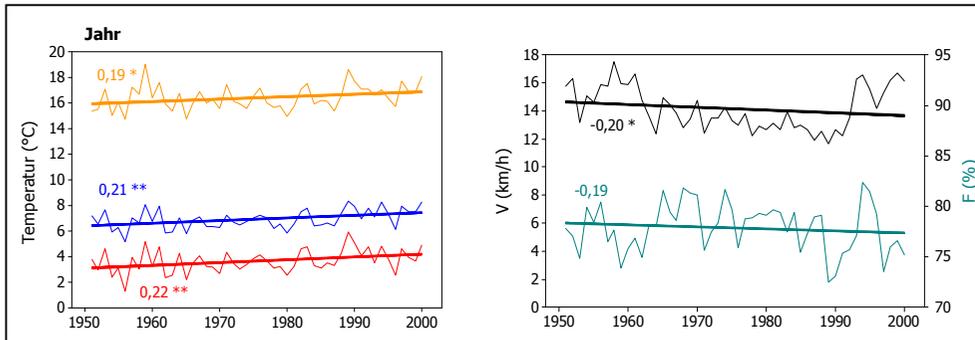
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 42-4



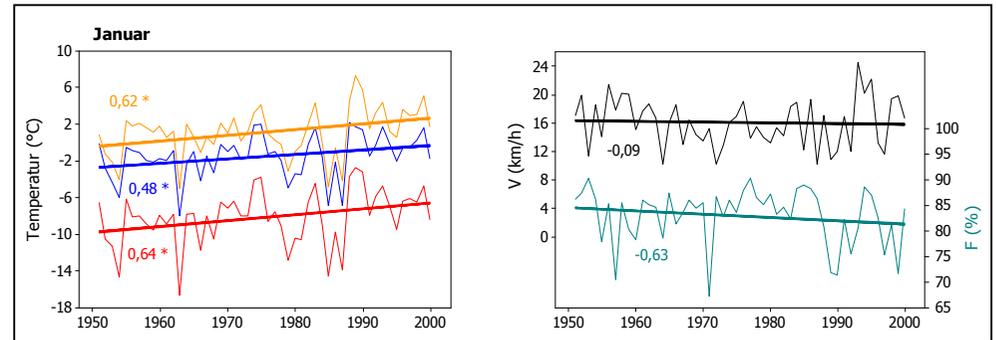
Klippeneck

Abb. 43-1



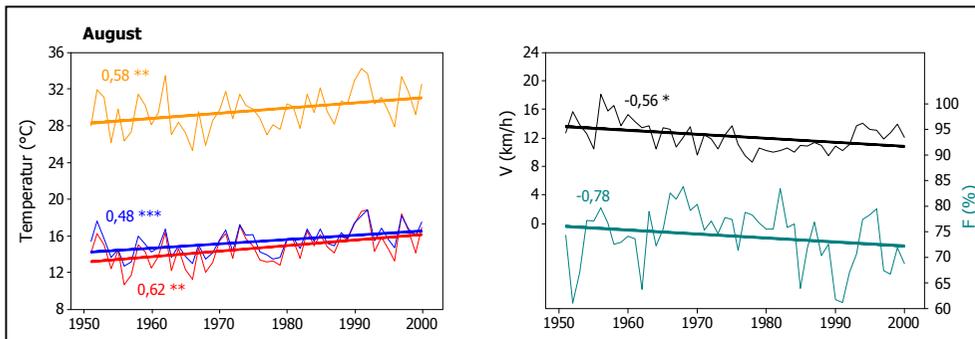
Klippeneck

Abb. 43-2



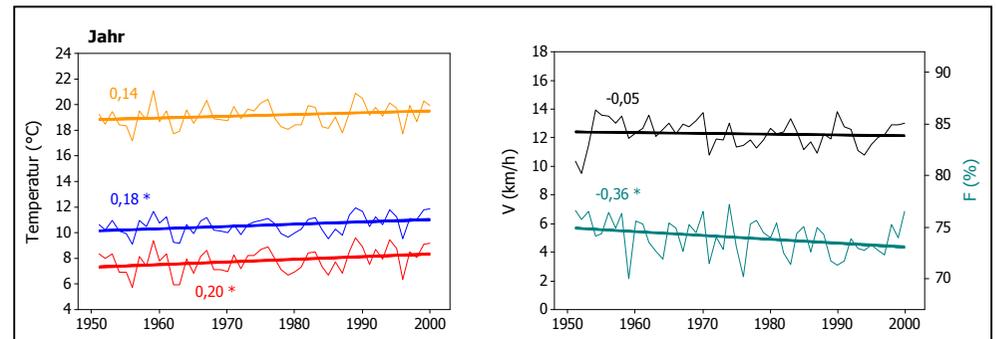
Klippeneck

Abb. 43-3



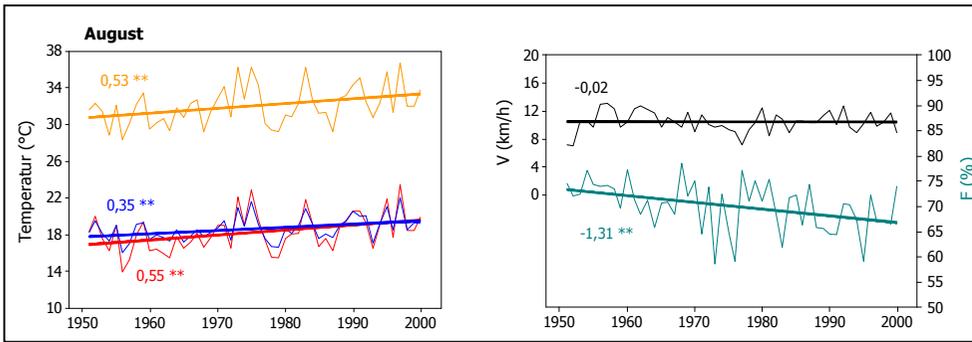
Köln-Wahn

Abb. 44-1



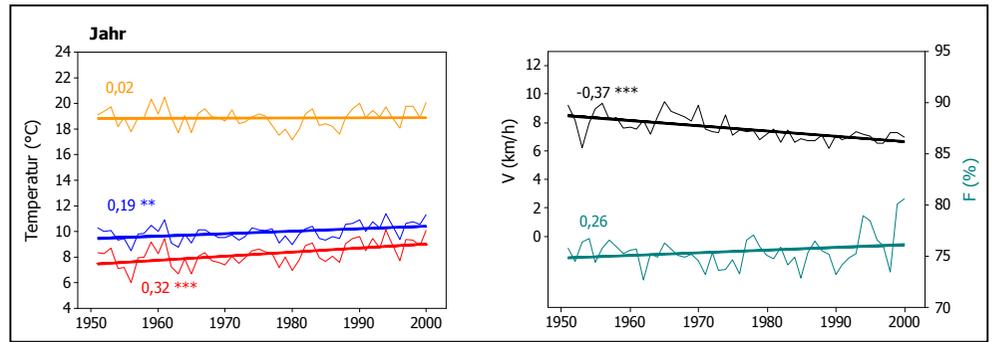
Köln-Wahn

Abb. 44-2



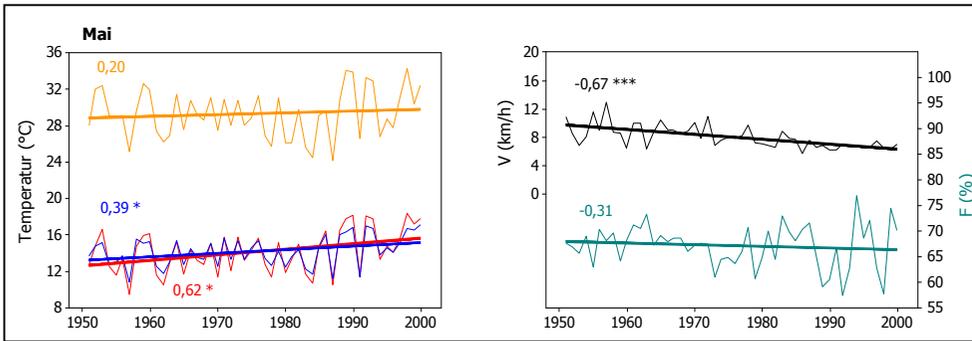
Konstanz

Abb. 45-1



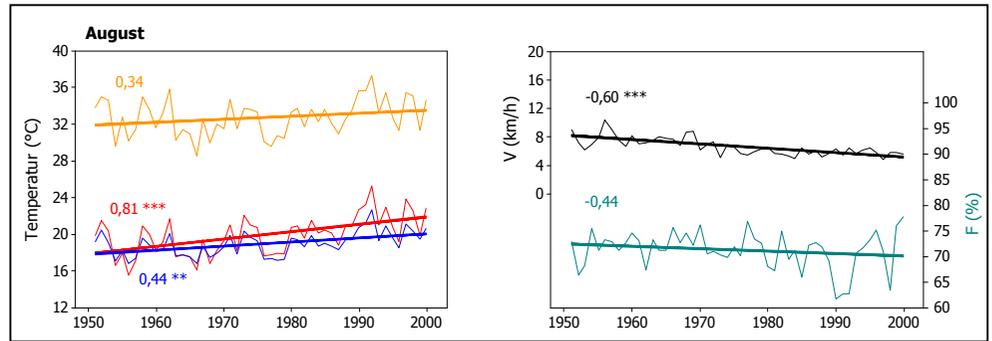
Konstanz

Abb. 45-2



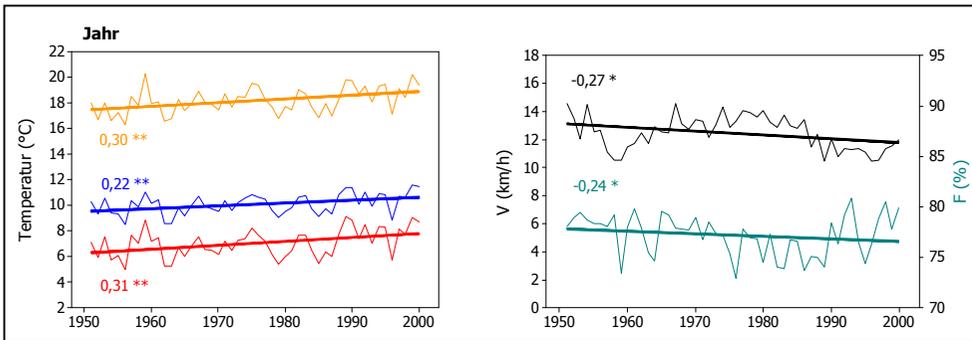
Konstanz

Abb. 45-3



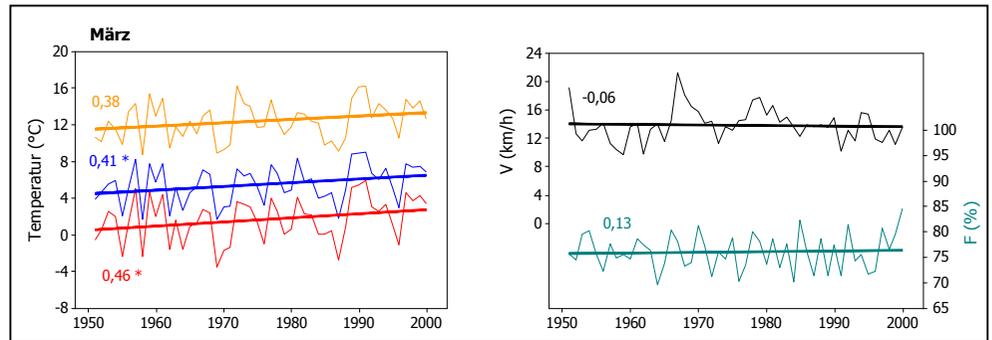
Lingen

Abb. 46-1



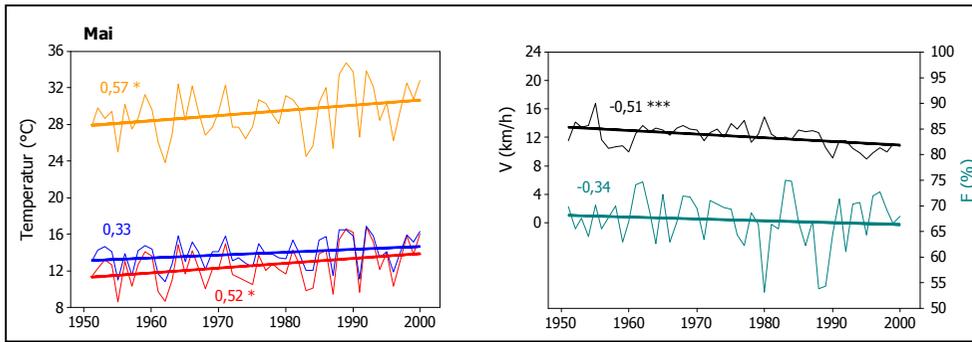
Lingen

Abb. 46-2



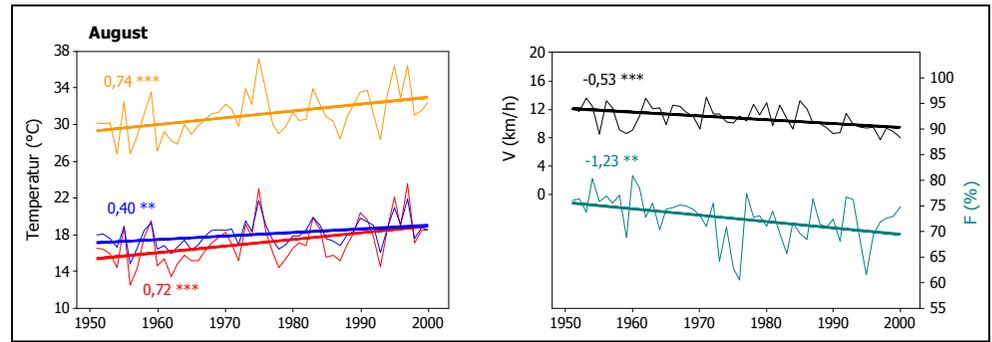
Lingen

Abb. 46-3



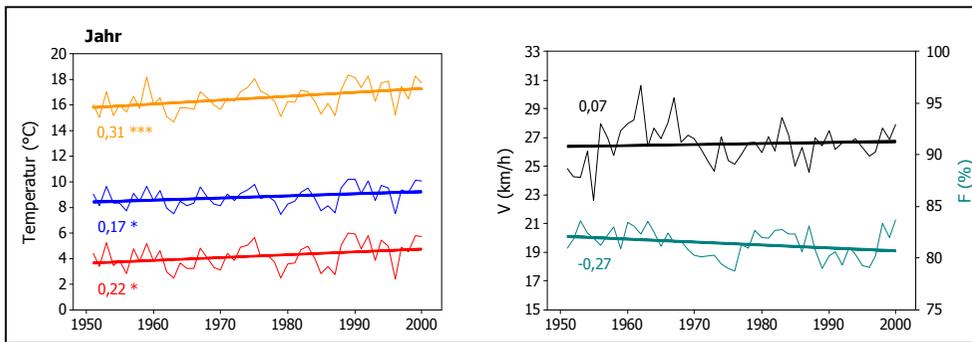
Lingen

Abb. 46-4



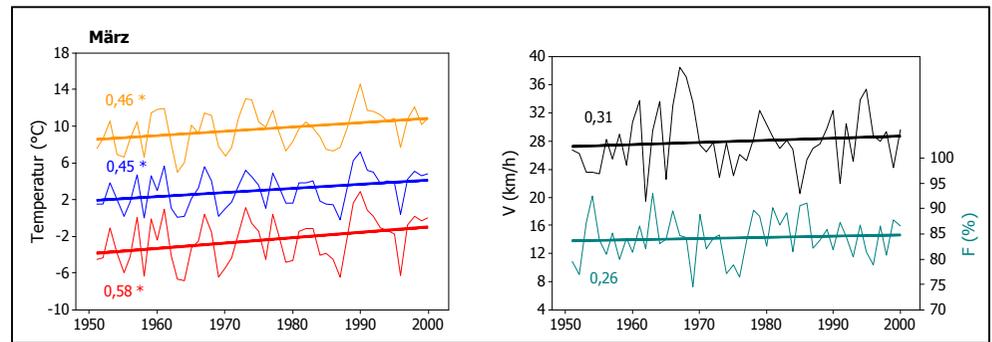
List/Sylt

Abb. 47-1



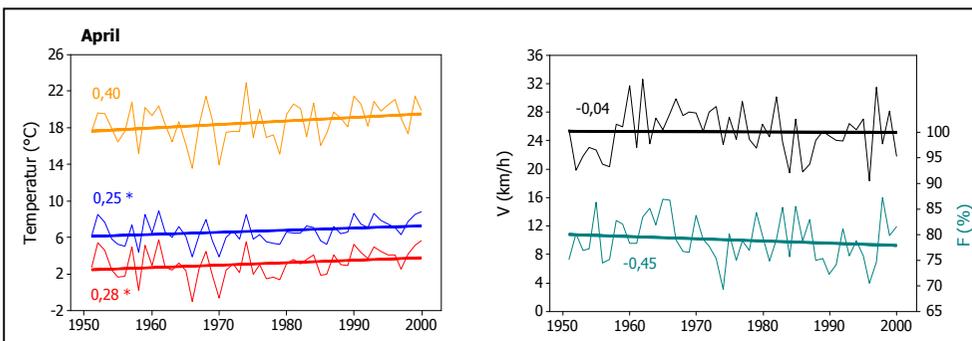
List/Sylt

Abb. 47-2



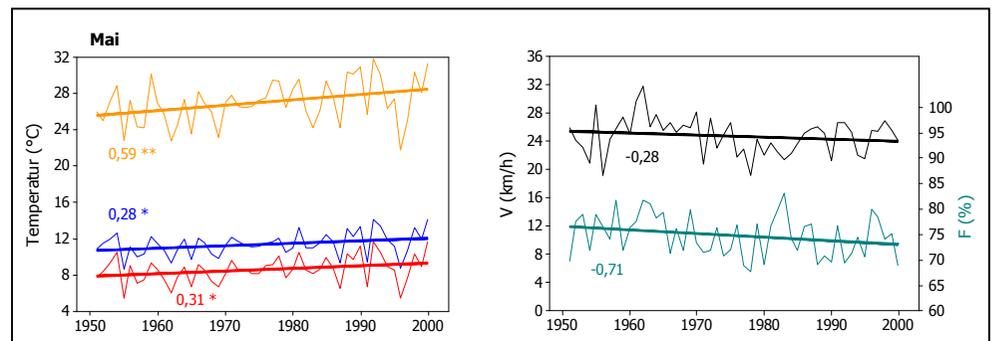
List/Sylt

Abb. 47-3



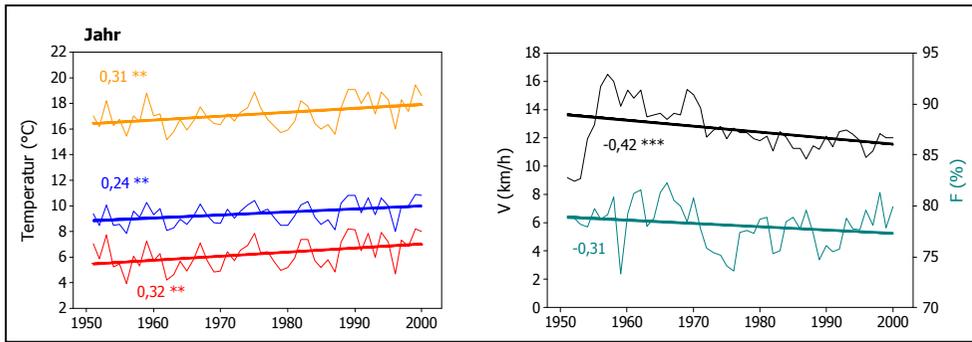
List/Sylt

Abb. 47-4



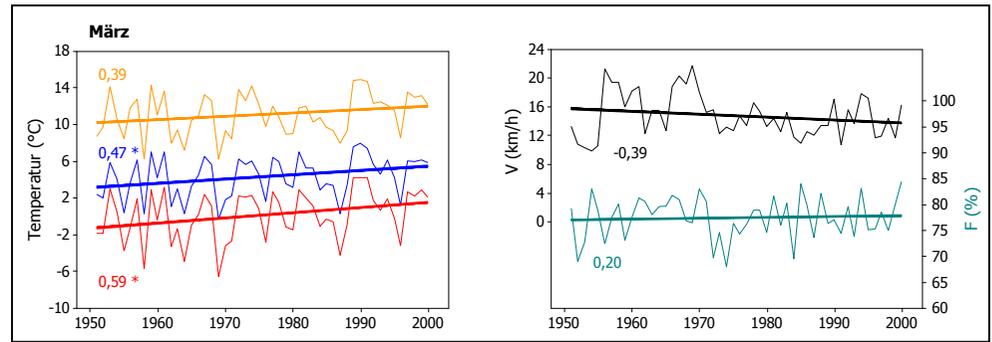
Lüchow

Abb. 48-1



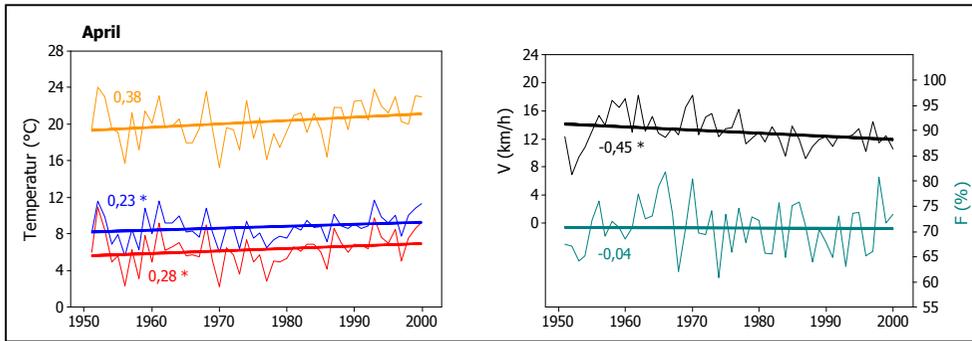
Lüchow

Abb. 48-2



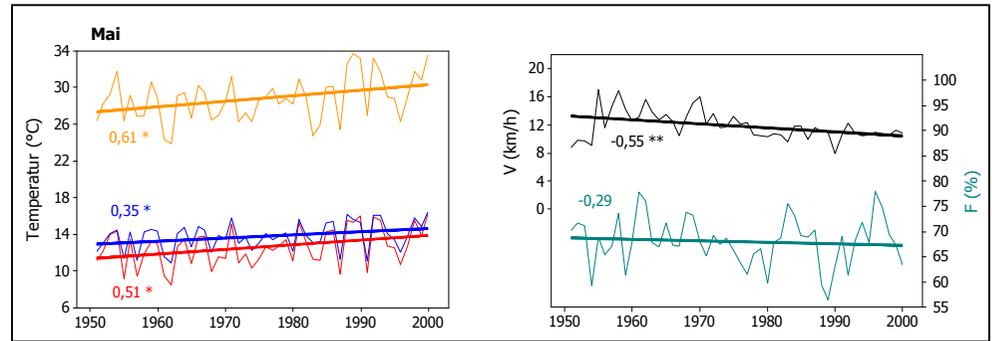
Lüchow

Abb. 48-3



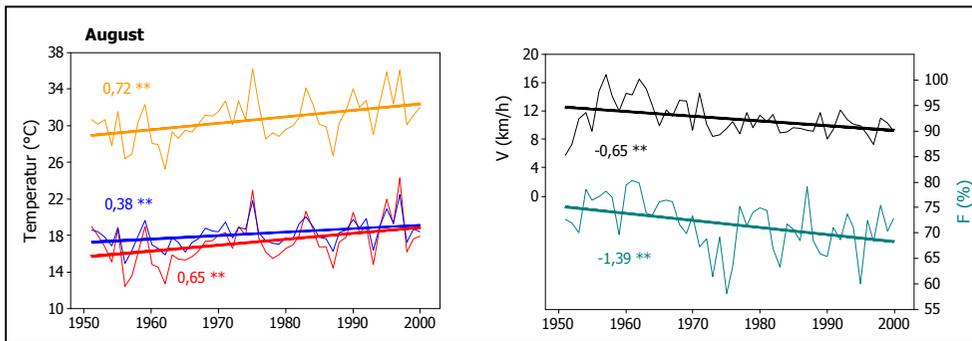
Lüchow

Abb. 48-4



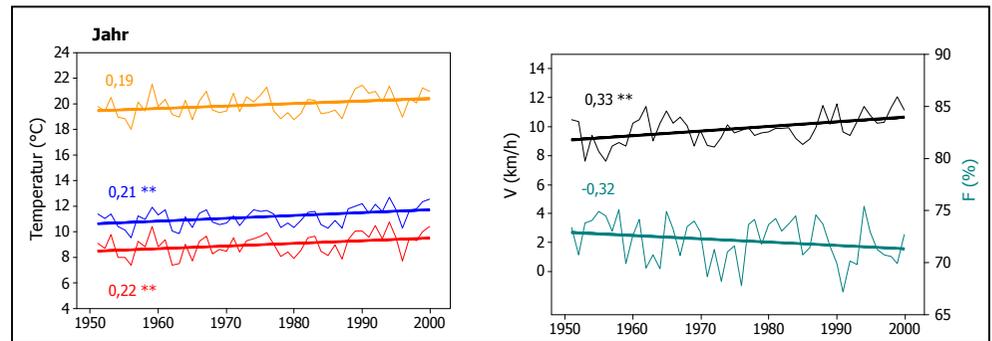
Lüchow

Abb. 48-5



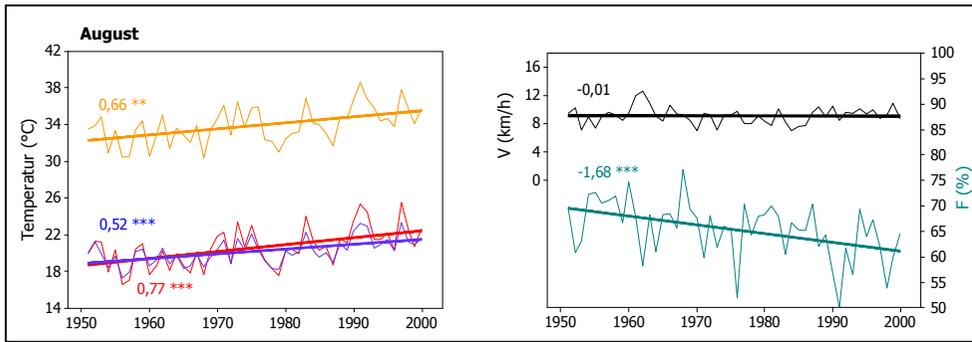
Mannheim

Abb. 49-1



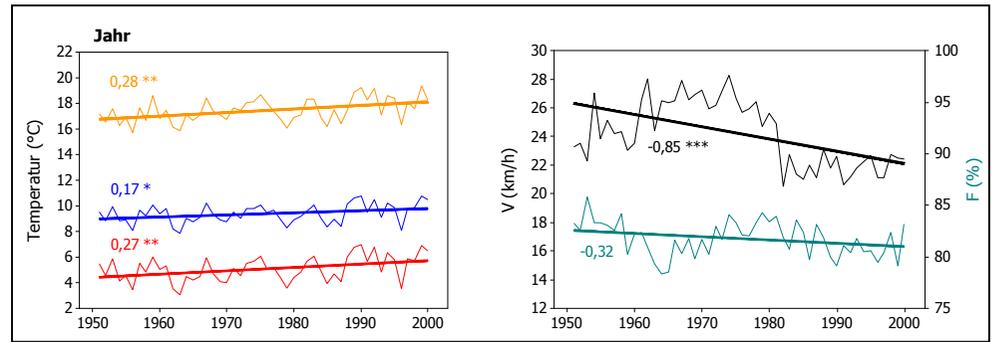
Mannheim

Abb. 49-2



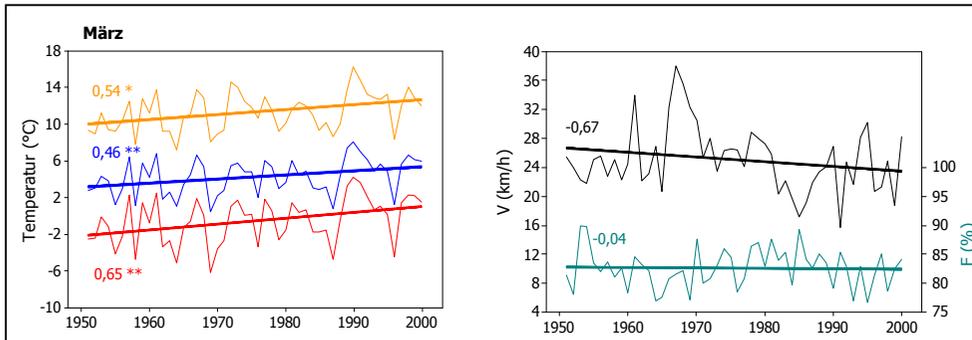
Norderney

Abb. 50-1



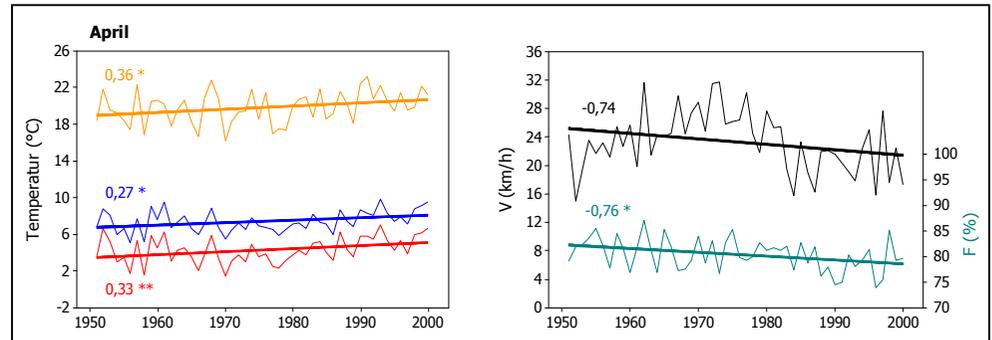
Norderney

Abb. 50-2



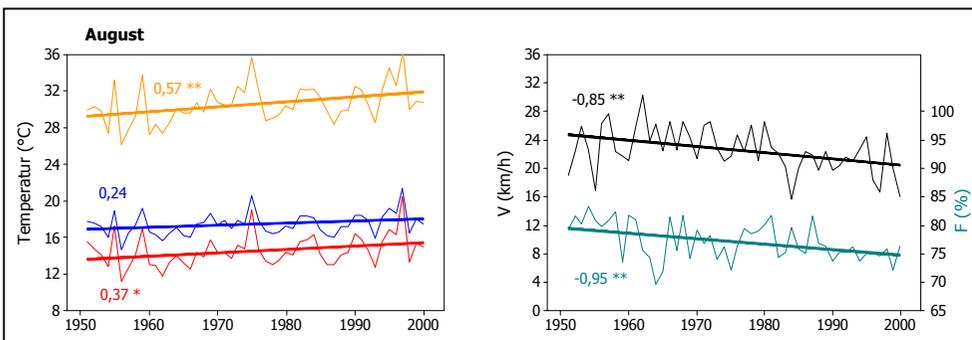
Norderney

Abb. 50-3



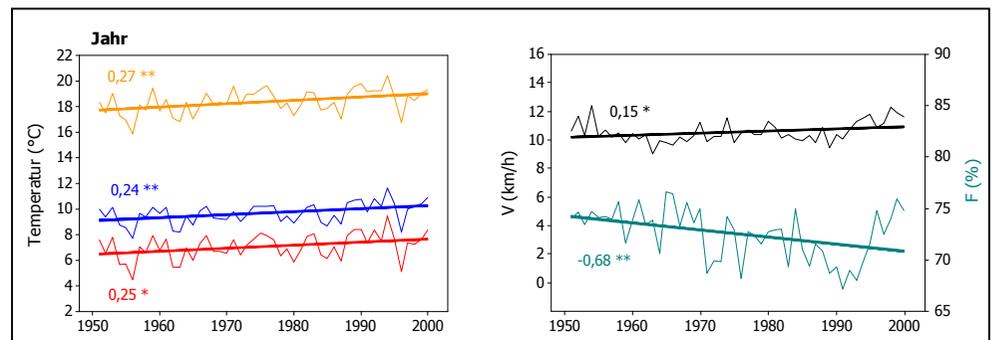
Norderney

Abb. 50-4



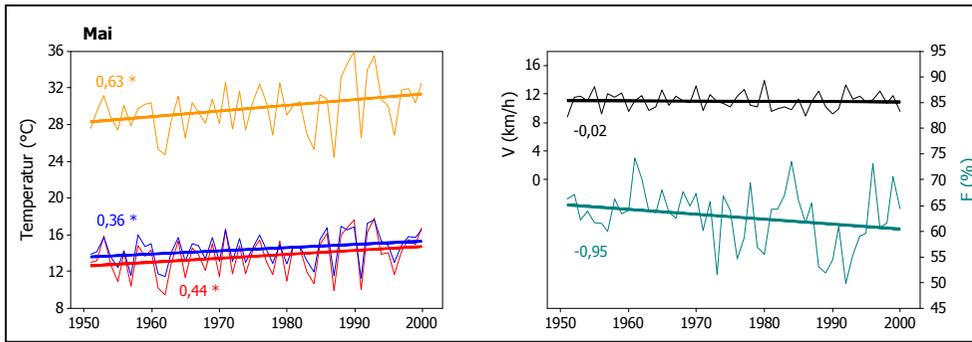
Nürnberg-Kra.

Abb. 51-1



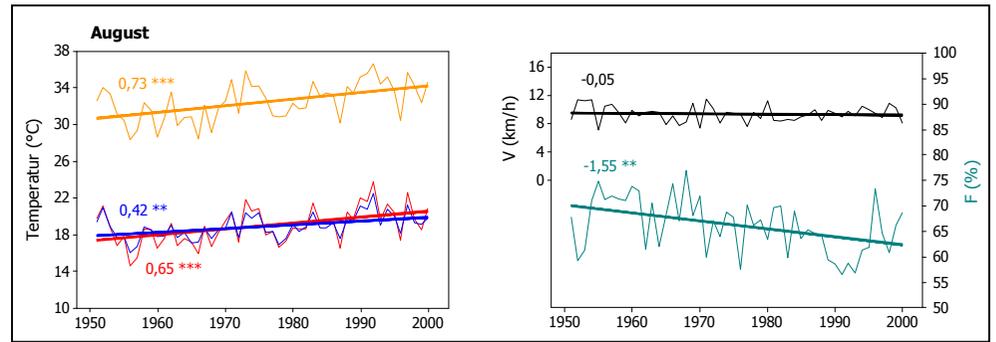
Nürnberg-Kra.

Abb. 51-2



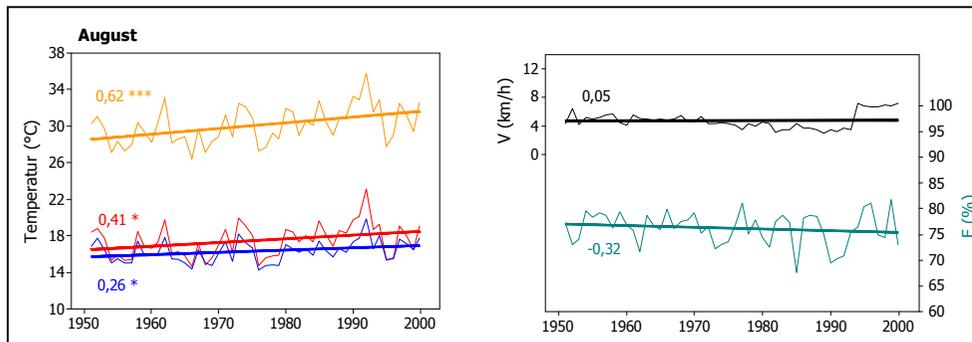
Nürnberg-Kra.

Abb. 51-3



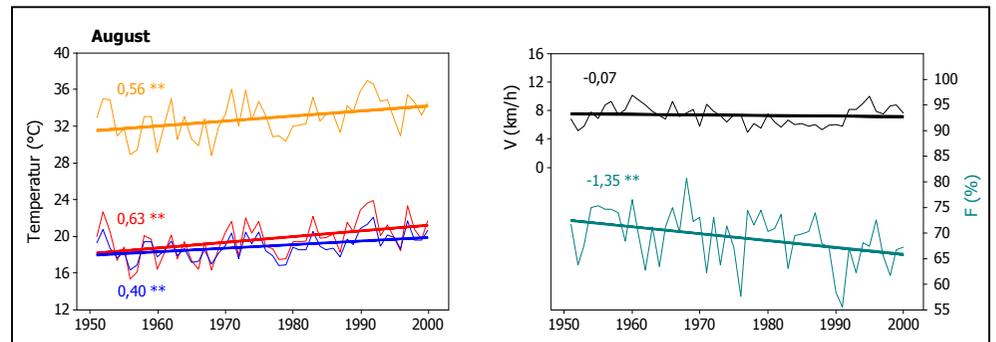
Oberstdorf

Abb. 52



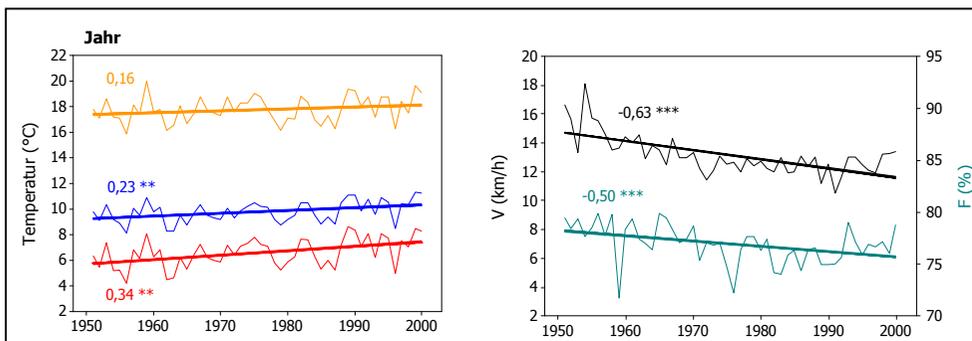
Öhringen

Abb. 53



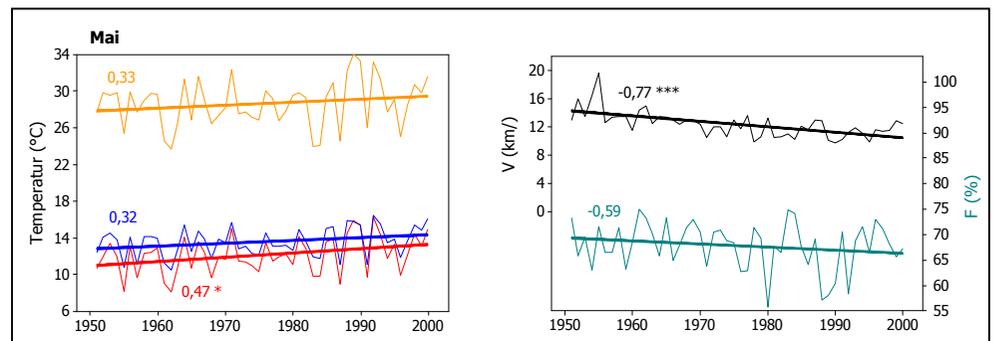
Osnabrück

Abb. 54-1



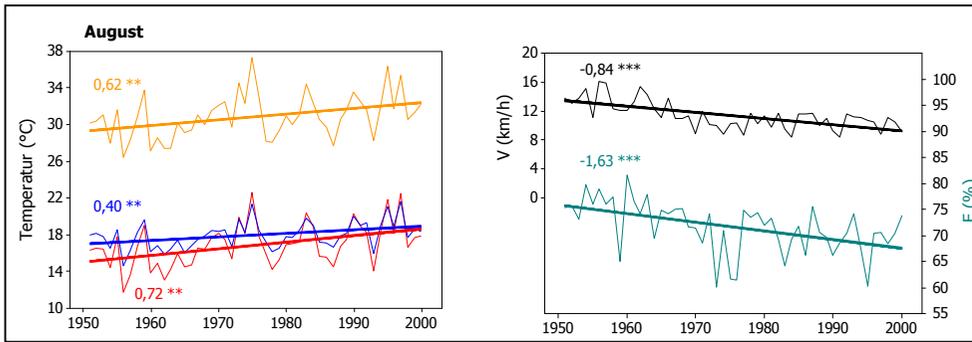
Osnabrück

Abb. 54-2



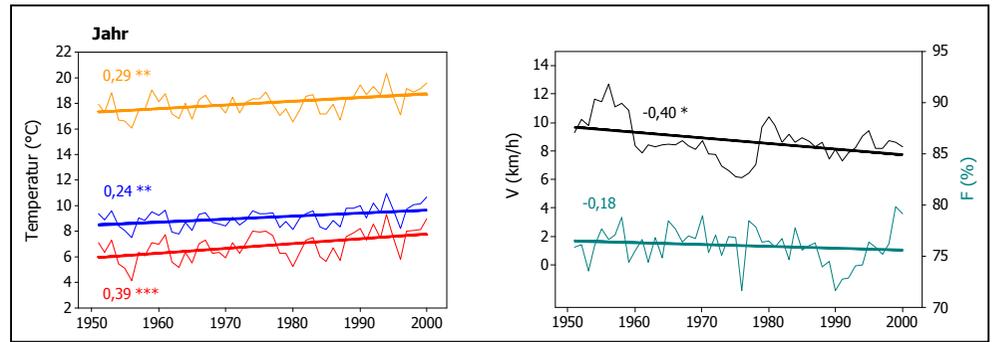
Osnabrück

Abb. 54-3



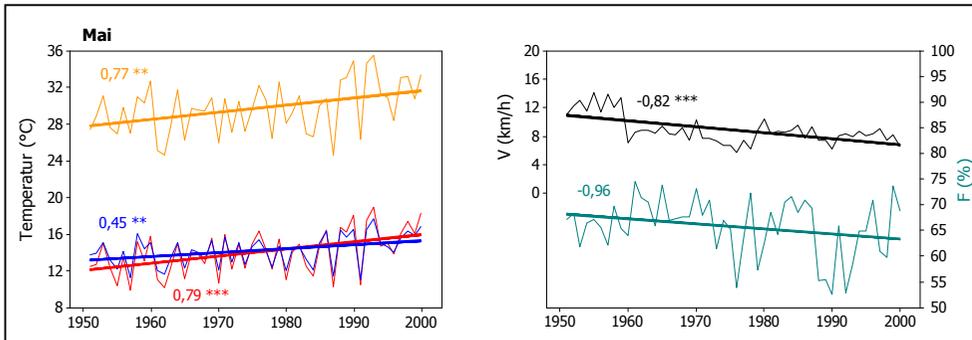
Regensburg

Abb. 55-1



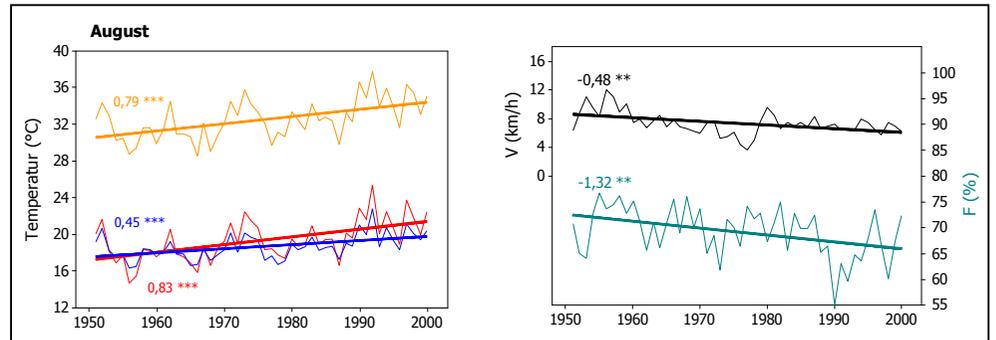
Regensburg

Abb. 55-2



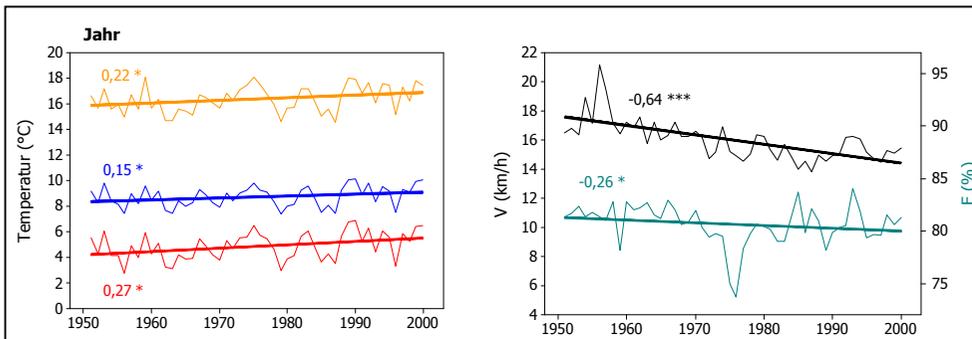
Regensburg

Abb. 55-3



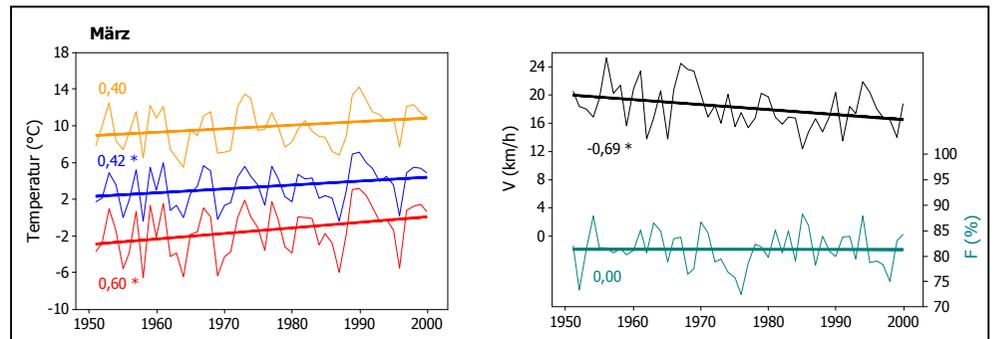
Schleswig

Abb. 56-1



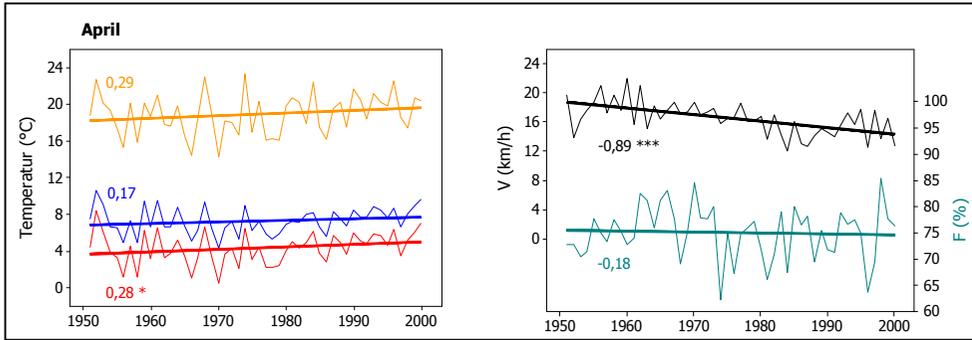
Schleswig

Abb. 56-2



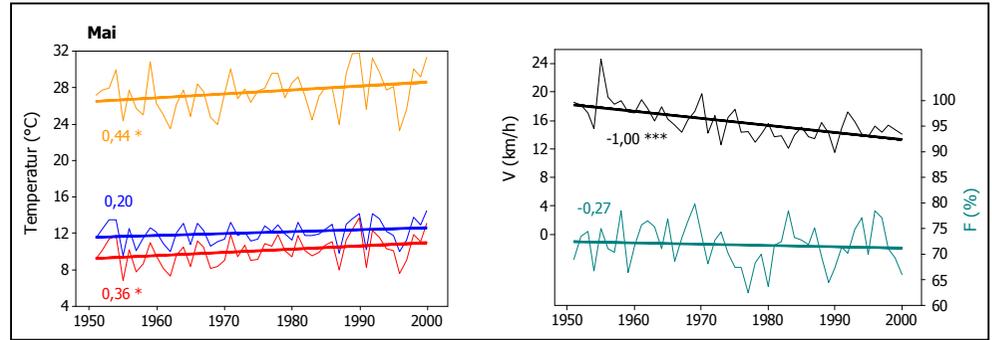
Schleswig

Abb. 56-3



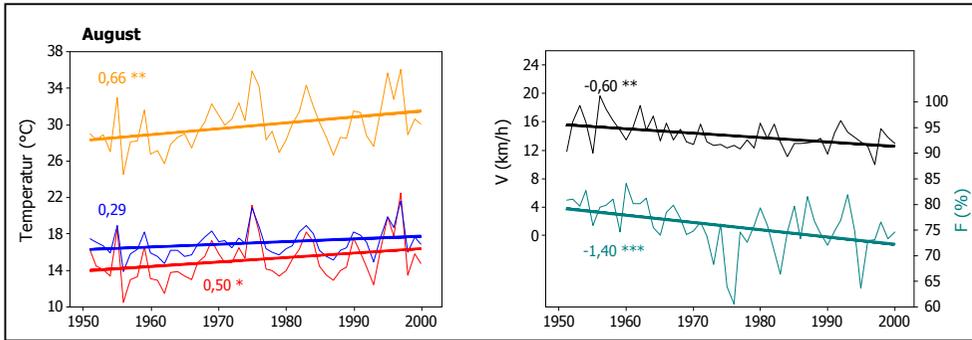
Schleswig

Abb. 56-4



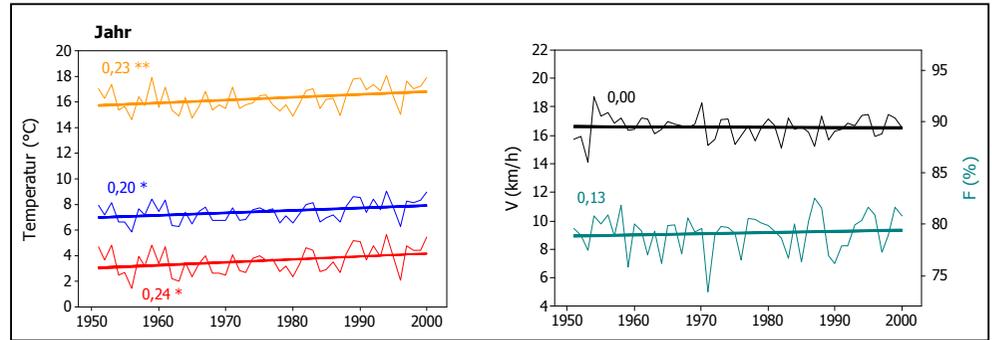
Schleswig

Abb. 56-5



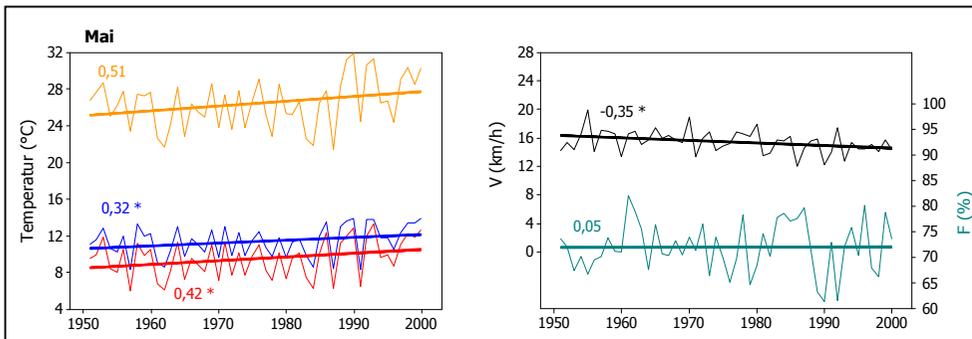
Stötten

Abb. 57-1



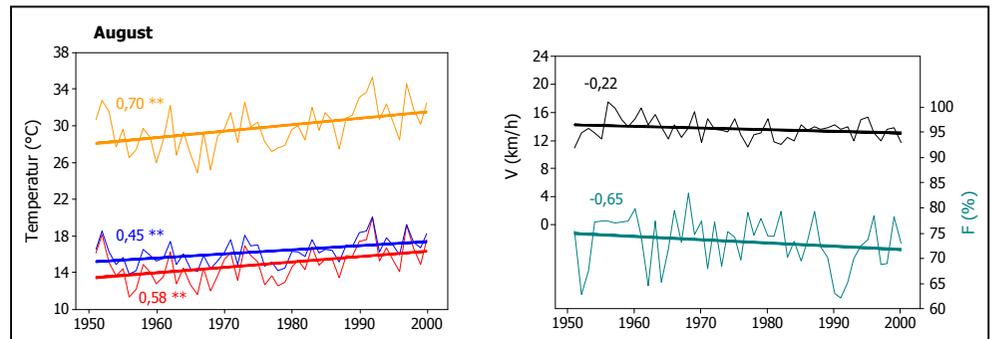
Stötten

Abb. 57-2



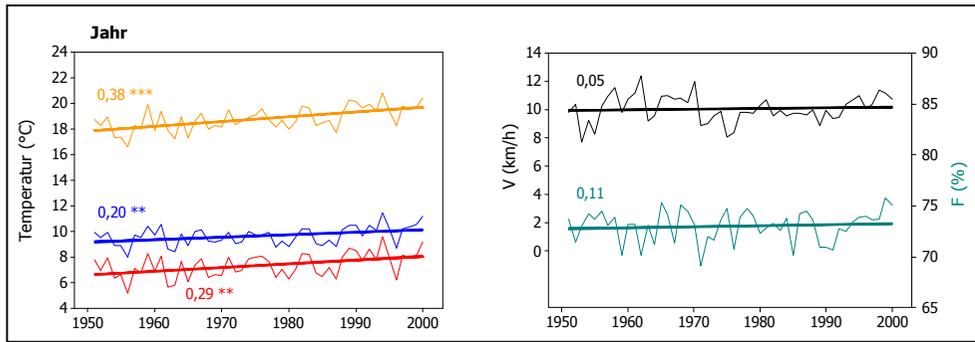
Stötten

Abb. 57-3



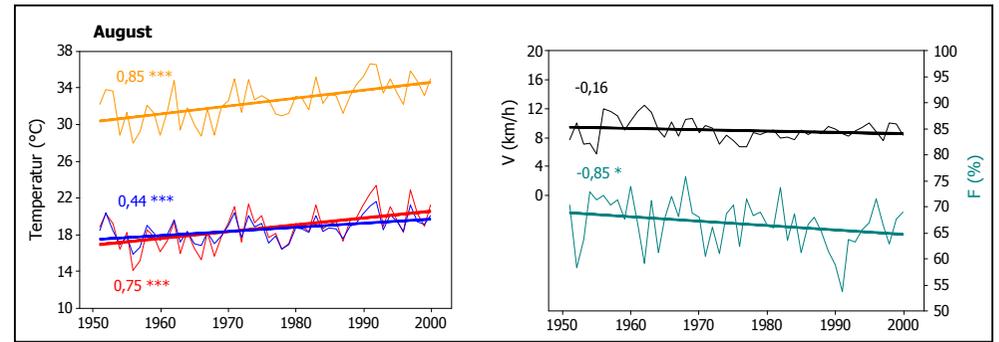
Stuttgart-Echt.

Abb. 58-1



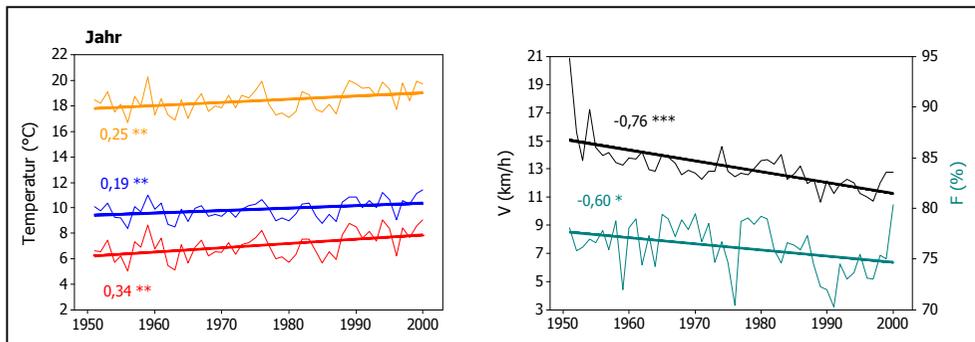
Stuttgart-Echt.

Abb. 58-2



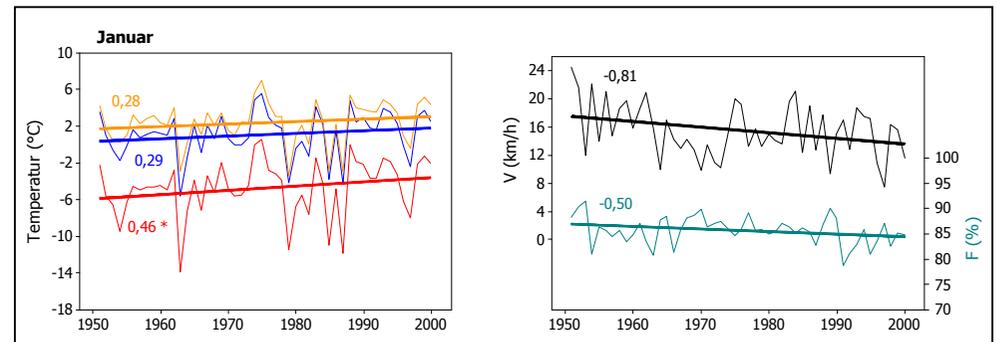
Trier-Petr.

Abb. 59-1



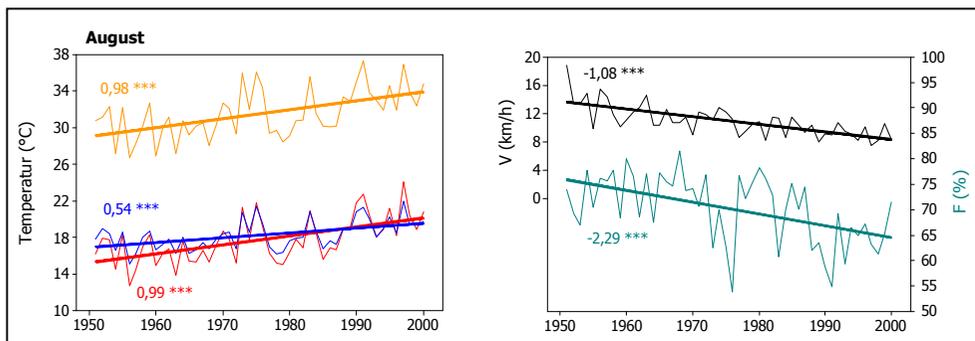
Trier-Petr.

Abb. 59-2



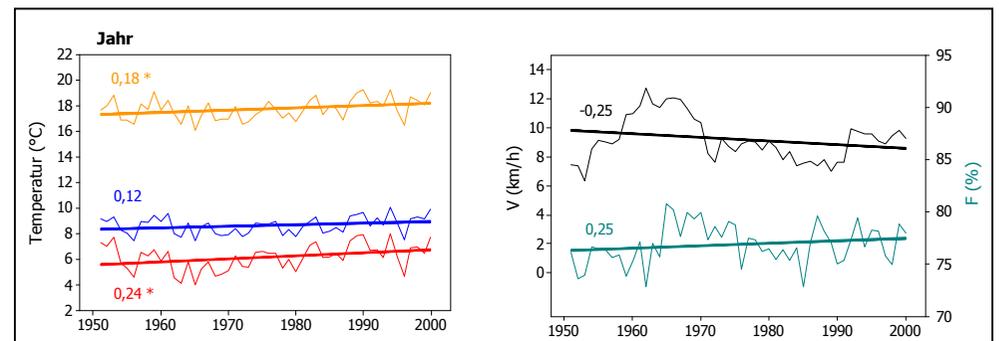
Trier-Petr.

Abb. 59-3



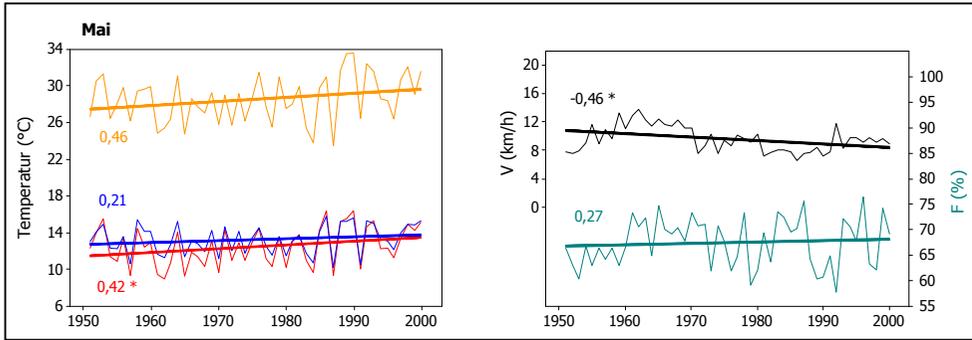
Ulm

Abb. 60-1



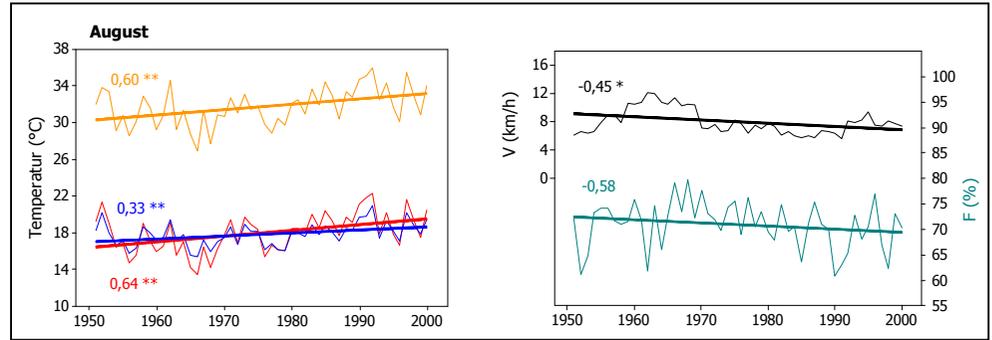
Ulm

Abb. 60-2



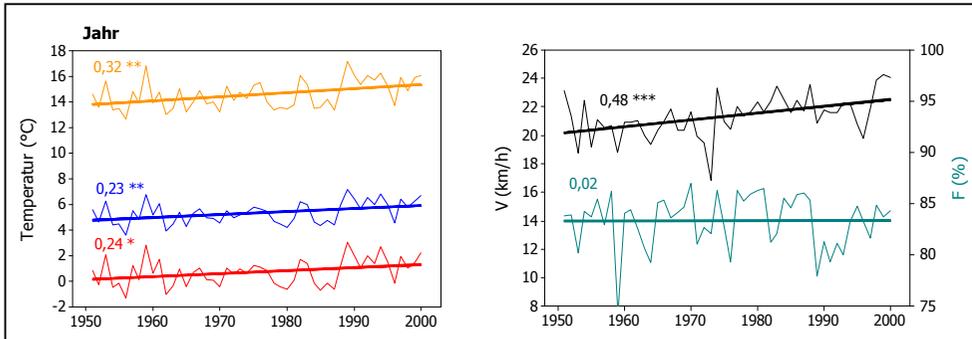
Ulm

Abb. 60-3



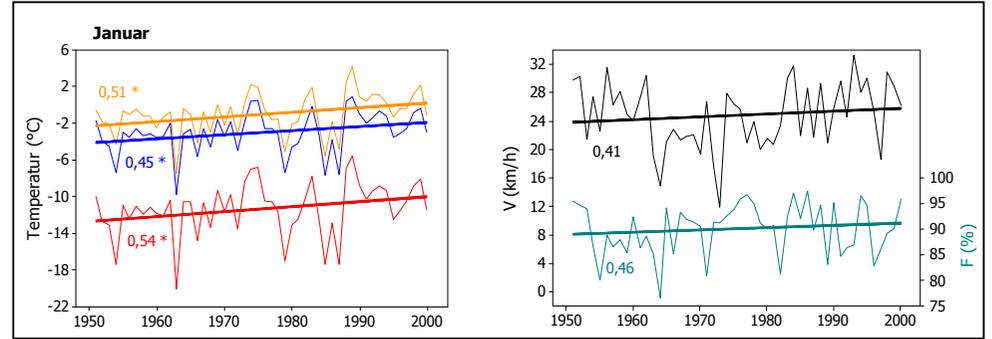
Wasserkuppe

Abb. 61-1



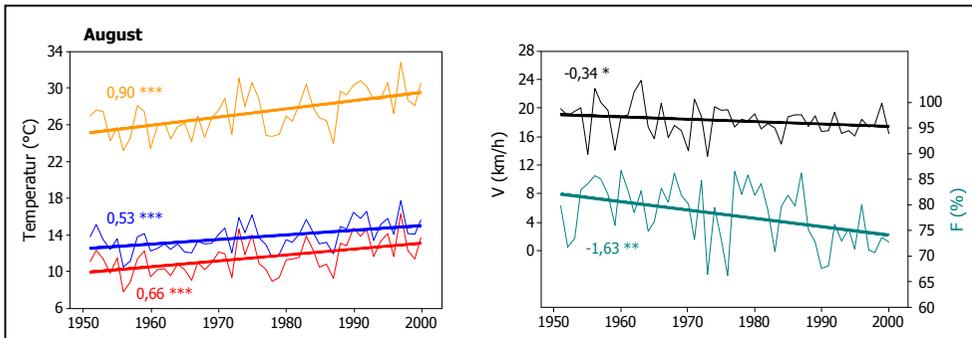
Wasserkuppe

Abb. 61-2



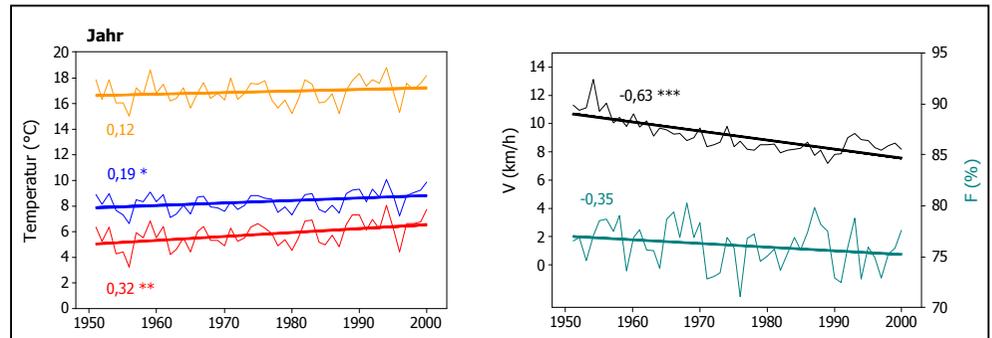
Wasserkuppe

Abb. 61-3



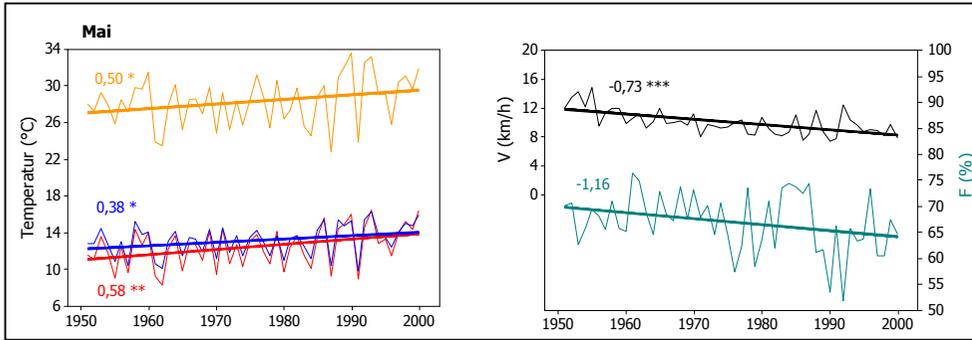
Weiden/Opf.

Abb. 62-1



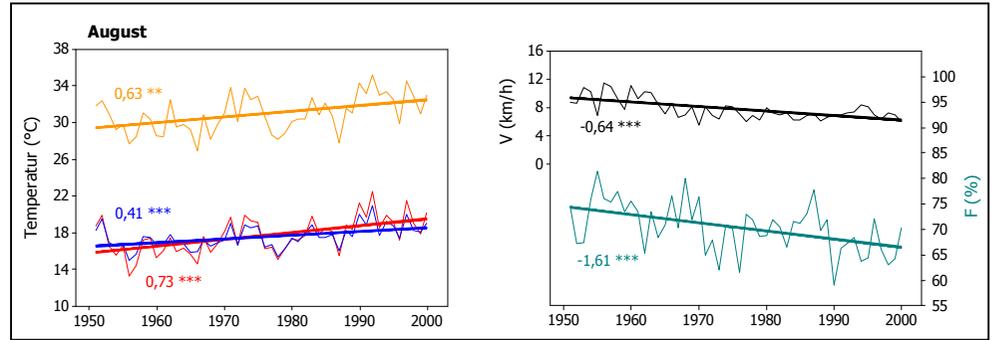
Weiden/Opf.

Abb. 62-2



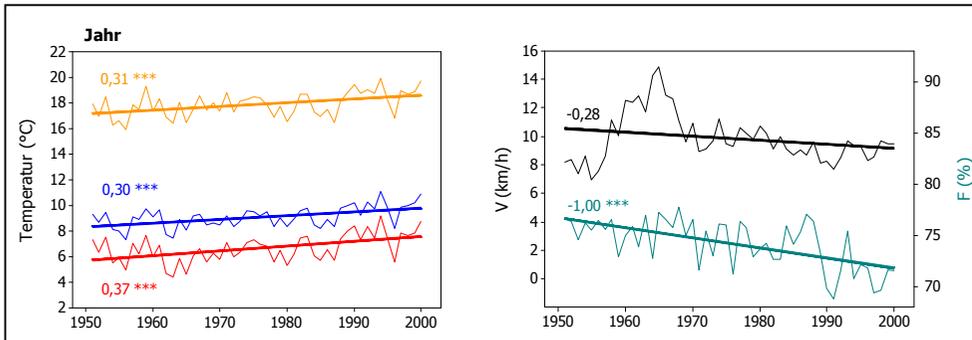
Weiden/Opf.

Abb. 62-3



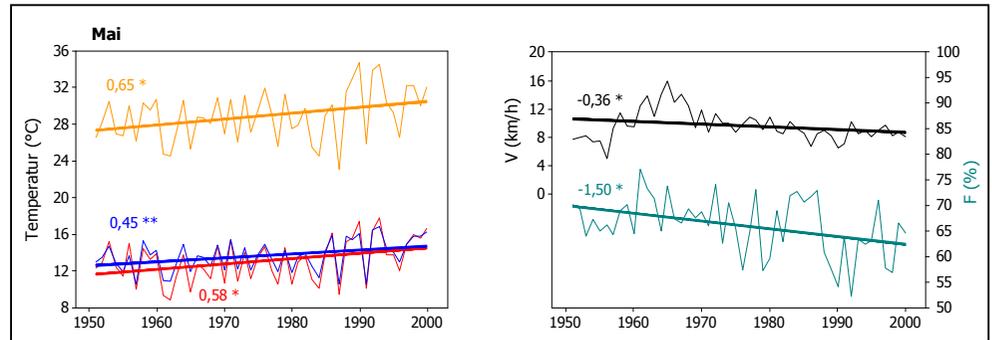
Weißenburg/Bay.

Abb. 63-1



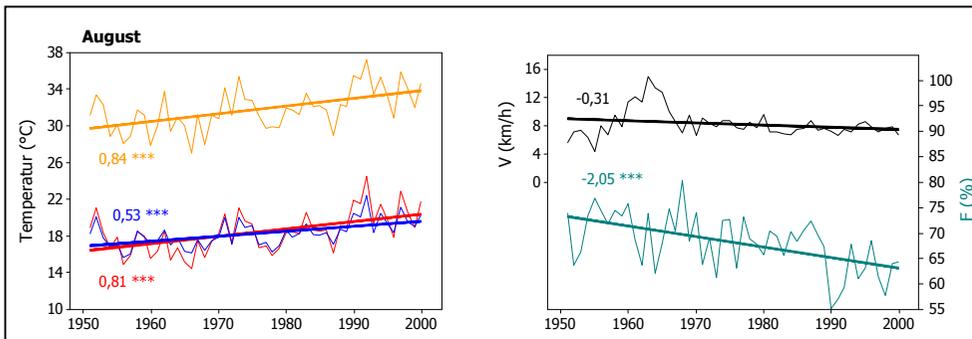
Weißenburg/Bay.

Abb. 63-2



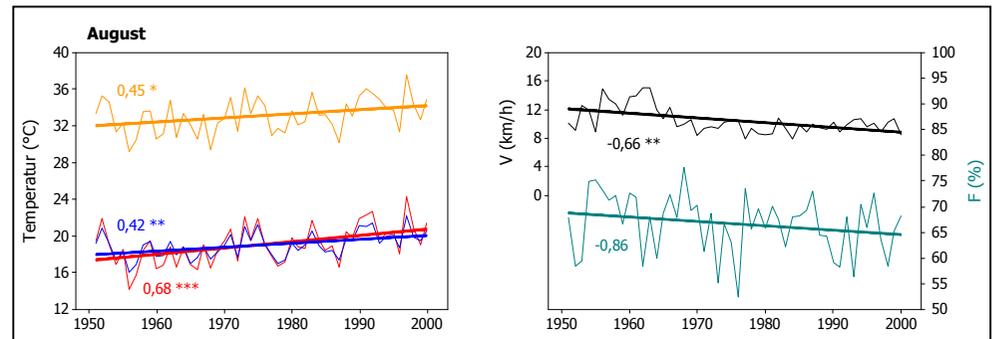
Weißenburg/Bay.

Abb. 63-3



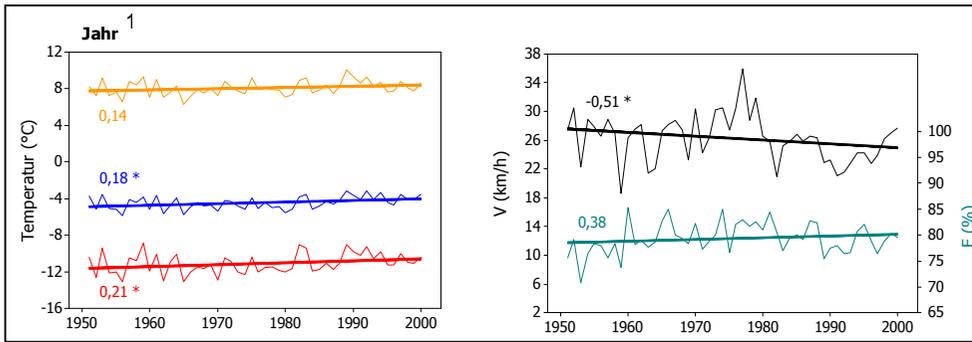
Würzburg

Abb. 64



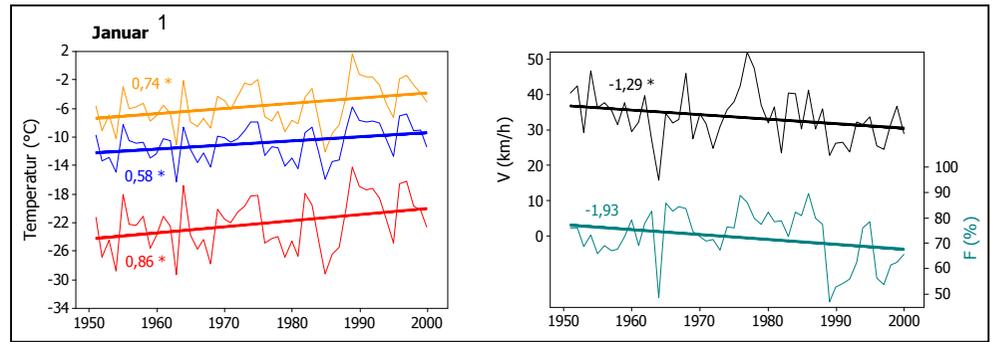
Zugspitze

Abb. 65-1



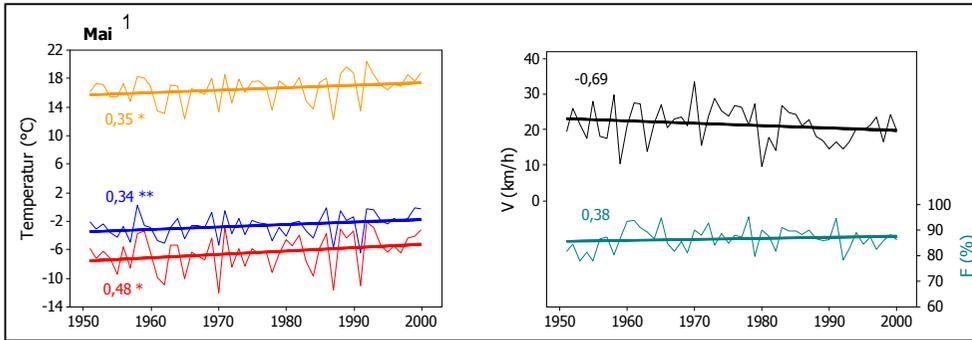
Zugspitze

Abb. 65-2



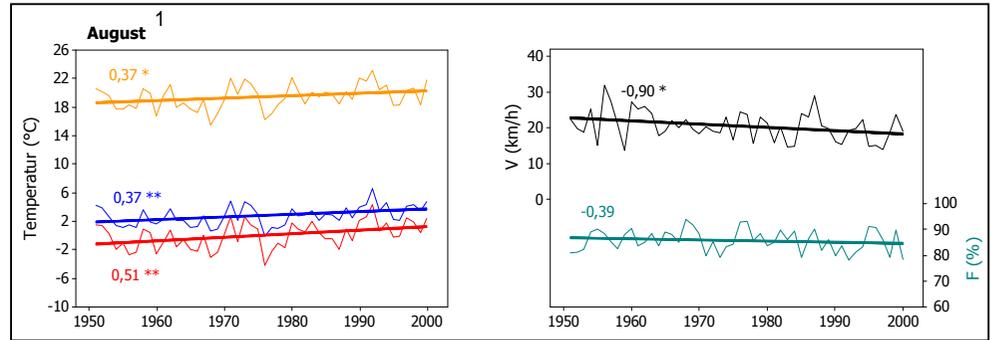
Zugspitze

Abb. 65-3



Zugspitze

Abb. 65-4



¹ Geänderte Skalenweite infolge der besonderen meteorologischen Bedingungen

Wasserkuppe

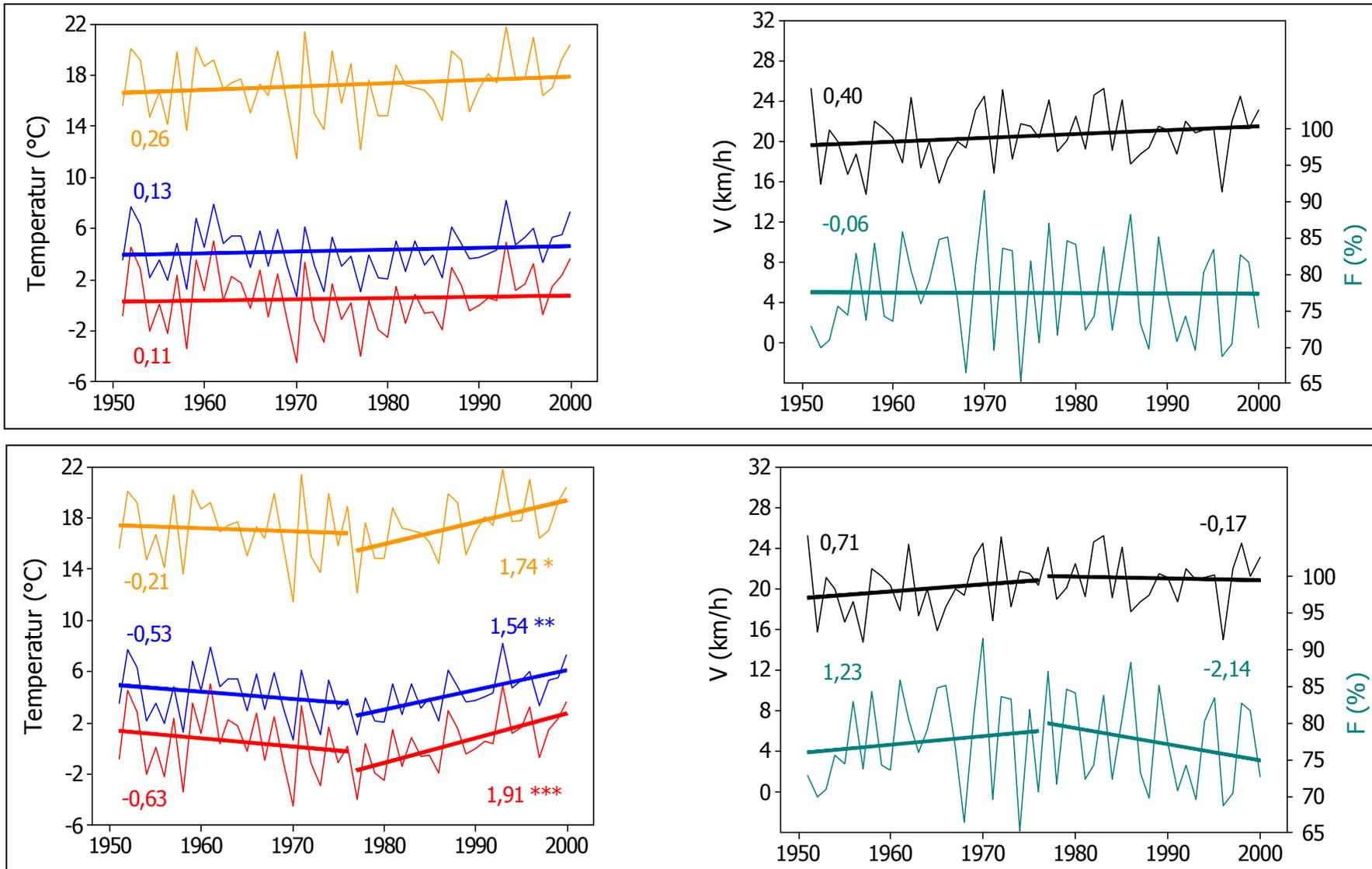


Abb. 66: Trendzerlegung am Beispiel der Station Wasserkuppe im April.

Tab. 5-1 bis 5-8:

**Trends der Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung zu den Terminen
6 UTC (Kältebelastung) und 12 UTC (Wärmebelastung) in Tagen pro Dekade**

Wenn in der Tabelle kein Trendwert erscheint, liegen zu wenig Tage mit Kälte- oder Wärmebelastung vor, sodass eine Trendberechnung nicht sinnvoll ist.

War bei der GT eine Trendzerlegung durchgeführt worden, wurde auch bei dieser Größe untersucht, ob eine Zerlegung in Teilzeiträume (gleiches Wendejahr wie bei GT) zu einer Verbesserung des Signifikanzniveaus in der zweiten Trendperiode führt und im positiven Fall dokumentiert.

Tab. 6: Beziehung zwischen PMV (bzw. Vote n. ASHRAE (Hrsg.), 1966 = Werte mit Stern), GT, thermischem Empfinden und Belastungsstufen (n. Staiger et al., 1997; VDI, 1998).

PMV/Vote *	GT (°C)	Thermisches Empfinden	Belastung
< -3,5	< -39	sehr kalt	extrem
-3,5 bis -2,5 *	-39 bis -26	kalt	stark
-2,5 bis -1,5 *	-26 bis -13	kühl	mäßig
-1,5 bis -0,5 *	-13 bis 0	leicht kühl	schwach
-0,5 bis 0,5 *	0 bis 20	behaglich	keine
0,5 bis 1,5 *	20 bis 26	leicht warm	schwach
1,5 bis 2,5 *	26 bis 32	warm	mäßig
2,5 bis 3,5 *	32 bis 38	heiß	stark
> 3,5	> 38	sehr heiß	extrem

Tab. 1	Aachen			Augsburg-Mühlh.			Bad Hersfeld			Bad Kissingen			Bad Marienberg			Bad Salzuflen			Bamberg		
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig. ¹	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.
Jahr 06	-1,00			-1,33			-0,40			-1,05			-4,41 **			-0,99			-2,62 *		
Jahr 12	3,77 **			2,27 *			-0,99			1,59			4,79 ***			2,86 *			2,47 *		
Jan 06	-0,23			-0,20			0,05			-0,18			-1,29 *			-0,06			-0,81		
Feb 06	-0,54			-0,42			-0,16			-0,23			-0,90			-0,43			-0,60		
Mrz 06	-0,26			-0,67			-0,67			-0,80			-1,32			-0,47			-0,81 **		
Apr 12	-			-			-			-0,09			-			-			0,01		
Mai 12	0,86	1962	1,51*	0,68			-0,01			0,52			0,66			0,72			0,83 *		
Jun 12	0,32			0,11			-0,90			-0,38			1,03 ***			0,08			-0,17		
Jul 12	1,20			0,22			-0,04			0,28			1,14 *			1,25 *			0,65		
Aug 12	1,73 ***			1,30 **			1,21 *			1,52 **			1,69 ***			1,31 *			1,73 ***		
Sep 12	-0,17			-0,10			-0,76 *			-0,19			0,19			-0,50 *			-0,46		
Okt 12	-			-			-			-			-			-			-		
Nov 06	-			0,30			0,24			0,21			-0,04			-			0,06		
Dez 06	-0,06			-0,39			0,03			-0,10			-0,80	1962	-1,90 *	-0,11			-0,54		

Tab. 2	Berlin-Dahlem			Berus			Braunlage			Braunschweig-Völk.			Bremen			Cuxhaven			Düsseldorf		
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.
Jahr 06	-1,13			-2,13			-2,56			-1,71			-0,60			-0,83			-0,16		
Jahr 12	1,29			4,52 ***			1,13			1,04			1,12			1,21			3,79 ***		
Jan 06	-0,18			-0,57			-0,83			-0,09			0,07			-0,12			-0,07		
Feb 06	-0,63			-0,56			-0,73			-0,67			-0,47			-0,52			-0,22		
Mrz 06	-0,50			-0,68 **			-1,17 *			-0,73			-0,58 **			-0,28			-		
Apr 12	0,06			-			-			-			-			-			-		
Mai 12	0,67			0,54			-			0,13			0,44			-			0,80		
Jun 12	-0,57			0,50			0,04			-0,20			-0,33			-0,07			0,26		
Jul 12	0,42			0,92			0,41			0,54			0,57			0,46			1,28 *		
Aug 12	1,06 *			2,28 ***			0,85 *			1,14 *			0,77			0,68			1,95 ***		
Sep 12	-0,37			0,07			-0,18			-0,44 *			-0,30			-			-0,31		
Okt 12	-			-			-			-			-			-			-		
Nov 06	-			0,11			0,12			-			0,17			-			-		
Dez 06	0,15			-0,45			-0,04			-0,24			0,14			0,00			0,03		

Tab. 3	Emden-Nesslerl.			Feldberg/Schw.			Frankfurt/M.			Freiburg i. Br.			Freudenstadt			Garmisch-Partenk.			Gießen		
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.
Jahr 06	-0,80			-3,48 *			-1,73			-1,14	1962	-3,05 *	-2,26			0,35			-0,90		
Jahr 12	1,90			-			2,81 *			-1,09	1977	14,50 **	3,28 **			4,93 ***			2,50 *		
Jan 06	0,02			-1,73 *			-0,55			-0,29			-0,74			0,29			-0,38		
Feb 06	-0,47			-1,10			-0,51			-0,38			-0,57			0,06			-0,32		
Mrz 06	-0,48			-0,12			-0,71			-			-0,92 *			-0,59			-0,45		
Apr 12	-			-			0,11			-0,53			-			0,13			-		
Mai 12	0,62 **			-			0,33			-0,04	1977	3,38 **	0,38			0,84 *			0,51	1962	1,30 *
Jun 12	-0,11			-			0,23			-0,55			0,27			0,46			0,03		
Jul 12	0,81			-			0,79			0,12			1,05			1,00			0,87		
Aug 12	0,74			-			1,81 ***			0,79	1977	3,86 **	1,71 ***			1,53 ***			1,56 **		
Sep 12	-0,14			-			-0,31			-0,68			-0,14			0,35			-0,15		
Okt 12	-			-			-			-0,20			-			0,44			-		
Nov 06	-			-0,37			-			-			0,18			0,42			0,20		
Dez 06	0,09			-0,58			-0,09			-0,36	1962	-1,33 *	-0,27			0,14			0,01		

Tab. 4	Göttingen			Hamburg-Fuhlsb.			Hannover-Lang.			Helgoland			Hof-Hohens.			Hohenpeißenberg			Karlsruhe		
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.
Jahr 06	-0,94			-0,96			-1,48			-0,54			-2,84			-1,67			-0,54		
Jahr 12	1,13			2,12			2,42			0,63			1,90 *			1,92 *			1,39		
Jan 06	-0,07			-0,03			0,04			0,09			-0,66			-0,62			-0,21		
Feb 06	-0,43			-0,78			-0,78			-0,54			-0,74			-0,64			-0,26		
Mrz 06	-0,63			-0,39			-0,62 **			-			-1,30 **			-0,84			-0,23		
Apr 12	-			-			-			-			-			-			0,03		
Mai 12	0,50			0,48	1962	0,84 *	0,48			-			0,56 *			0,28			0,19		
Jun 12	-0,45			0,07			-0,06			-			-0,22			0,18			-0,26		
Jul 12	0,67			0,73			0,89			0,48			0,47			0,36			0,45		
Aug 12	1,12 *			1,08 *			1,30 **			0,22			1,14 **			1,21 **			1,68 ***		
Sep 12	-0,48			-0,28			-0,11			-			-0,02			-0,19			0,44		
Okt 12	-			-			-			-			-			-			-0,24		
Nov 06	0,26			-			-			-			0,01			0,32			-		
Dez 06	-0,10			0,08			-0,25	1962	-1,40 *	-			-0,26			0,11			-0,04		

Tab. 5	Kempten			Kl. Feldberg/Ts.			Klippeneck			Köln-Wahn			Konstanz			Lingen			List/Sylt		
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.
Jahr 06	-1,52			-3,71 *			-1,69			-1,00			-1,32	1962	-2,83 *	-0,93			-0,99		
Jahr 12	3,00 **			2,79 ***			0,54			1,47			6,53 ***			2,98 *			0,89		
Jan 06	-0,15			-1,34 *			-0,81			-0,29			-0,49			-0,05			0,07		
Feb 06	-0,47			-0,74			-0,44			-0,25			-0,35			-0,33			-0,82		
Mrz 06	-0,78			-1,35 *			-0,88			-0,44			-			-0,55			-0,33		
Apr 12	0,01			-			-			-			0,15			-			-		
Mai 12	0,87 *			-			0,00			0,58			1,55 **	1962	2,43 ***	0,69 *			-		
Jun 12	0,33			0,48 *			-0,02			-0,14			0,84 *			0,27			-0,14		
Jul 12	0,57			0,73			-0,07			0,62			1,15 *			0,96			0,61		
Aug 12	1,16 **			1,24 **			1,24 **			1,30 **			1,88 ***			1,33 **			0,40		
Sep 12	-0,18			0,08			-0,38			-0,55			0,59			-0,31			-		
Okt 12	0,24			-			-			-			0,16			-			-		
Nov 06	0,16			- 0,11			0,31			-			-			-			-		
Dez 06	-0,32	1962	-2,07 **	-0,33			0,06			-0,12			-0,32	1962	-1,29 *	-0,15			0,03		

Tab. 6	Lüchow			Mannheim			Norderney			Nürnberg-Kra.			Oberstdorf			Öhringen			Osnabrück		
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.																		
Jahr 06	-2,06 **			-0,56			-0,37			-2,22			-0,88			-1,05			-1,22		
Jahr 12	1,94			3,26 **			1,00	1962	1,74 *	1,39			1,01			0,22			3,04 *		
Jan 06	-0,24			-0,22			0,17			-0,44			-0,07			-0,16			0,10		
Feb 06	-0,84			-0,23			-0,37			-0,54			-0,13			-0,44			-0,56		
Mrz 06	-0,81			-0,26			-0,25			-0,79 *			-0,72			-0,54			-0,57		
Apr 12	-			0,02			-			-0,13			-0,01			-0,17			-		
Mai 12	0,82 *			0,69			-			0,68			0,53			0,22			0,56		
Jun 12	-0,35			0,29			0,08			-0,33			-0,13			-0,46			0,18		
Jul 12	0,65			0,62			0,56			0,47			0,21			-0,17			0,87		
Aug 12	1,12 *			1,47 ***			0,29			1,30 *			0,67			1,29 **			1,51 **		
Sep 12	-0,33			0,16			-			-0,40			-0,42			-0,43			0,09		
Okt 12	-			-			-			-			0,07			0,04			-		
Nov 06	-			-			-			0,09			0,42			-			-		
Dez 06	-0,20			0,07			-0,01			-0,54			-0,33			-0,09			- 0,28		

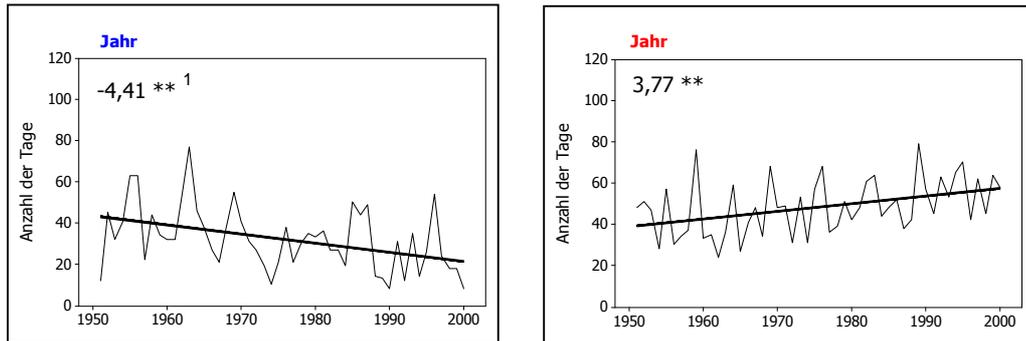
Tab. 5-7	Passau-Oberh.			Regensburg			Schleswig			Stötten			Stuttgart-Echt.			Trier-Petr.			Ulm		
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.1									
Jahr 06	-1,74			-2,07			-0,77			-1,93			-0,59			-1,26			-0,82	1962	-3,59 *
Jahr 12	-1,02			6,40 ***			2,20			1,65 *			3,41 **			3,97 **			2,93 *		
Jan 06	-0,65			-0,76			0,08			-0,53			-0,15			-0,33			-0,21		
Feb 06	-0,33			-0,44			-0,45			-0,58			-0,26			-0,44			-0,23		
Mrz 06	-0,65 **			-0,65 *			-0,47			-1,01 *			-0,38			-0,43			-0,61		
Apr 12	-0,31			0,38			-			-			-			-			-		
Mai 12	0,76			1,78 ***			0,35			0,14	1962	0,62 *	0,66			0,56	1962	1,17 *	0,60	1962	1,31 *
Jun 12	-0,60			0,56			0,13			0,22			0,15			0,36			0,12		
Jul 12	-0,16			0,93			0,88			0,43			0,70			1,30			0,43		
Aug 12	-0,04			2,00 ***			0,89			1,06 **			1,48 ***			2,00 ***			1,47 **		
Sep 12	-0,66			0,62			-			-0,18			0,24			-0,19			0,02		
Okt 12	0,03			-			-			-			-			-			-		
Nov 06	0,02			-			-			0,18			0,26			-			0,34		
Dez 06	-0,23			-0,33			0,02			-0,14			0,05			-0,27	1962	-1,32 *	-0,14		

Tab. 8	Wasserkuppe			Weiden/Opf.			Weißenburg/Bay.			Würzburg			Zugspitze		
	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.	Trend/ Sig.	Wende	2.Trend/ Sig.
Jahr 06	-2,27			-2,26			-1,92			-1,24			-1,56 *		
Jahr 12	2,07 **			3,50 ***			2,84 *	1962	5,16 **	1,44			-		
Jan 06	-1,33 *			-0,78			-0,21			-0,22			-0,15		
Feb 06	-0,60			-0,49			-0,54			-0,46			-0,22		
Mrz 06	-0,97			-0,84 **			-0,66 *			-0,67 **			0,20		
Apr 12	-			-			-			-			-		
Mai 12	-			0,81 *			0,60			0,49	1962	1,16 *	-		
Jun 12	0,41 *			0,07			0,02			-0,16			-		
Jul 12	0,49			0,66			0,39			0,24			-		
Aug 12	0,87 **			1,72 ***			1,54 **			1,43 **			-		
Sep 12	-			0,22			0,21			-0,40			-		
Okt 12	0,33			-			-			-			-		
Nov 06	0,10			0,09			-0,05			0,26			0,01		
Dez 06	0,14			0,30			-0,51			-0,20			0,06		

Abb. 67-1 bis 112-2:

Signifikante Trends von Tagen mit thermischer Belastung in Tagen pro Dekade

Muster:



¹ Trendwert in Einheit/Dekade mit Signifikanzniveau (S. 9)

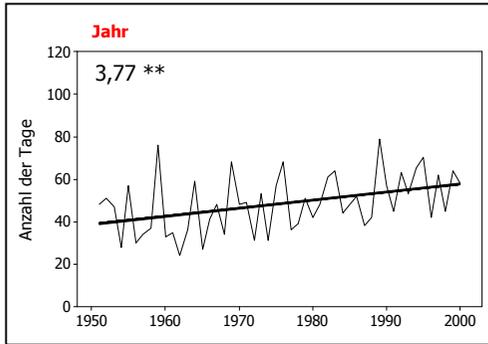
Die Zeit, für die das jeweilige Diagramm gilt, ist blau bzw. rot eingefärbt. Blau steht für den Trend von Tagen mit Kältebelastung zum 6 UTC-Termin, rot für den Trend von Tagen mit Wärmebelastung zum 12 UTC-Termin.

Da nur die signifikanten Trends der Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung dokumentiert werden, ergibt sich je nach Station eine unterschiedliche Anzahl von Trenddiagrammen.

Skalenweiten sind beim Jahr bzw. bei den Monaten einheitlich um Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

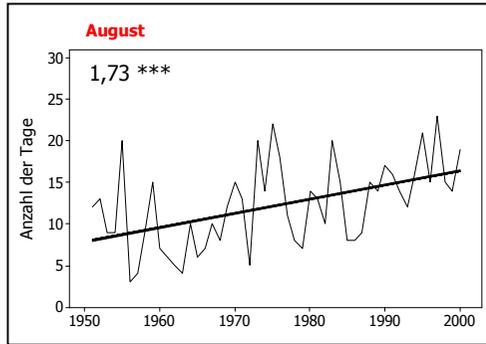
Aachen

Abb. 67-1



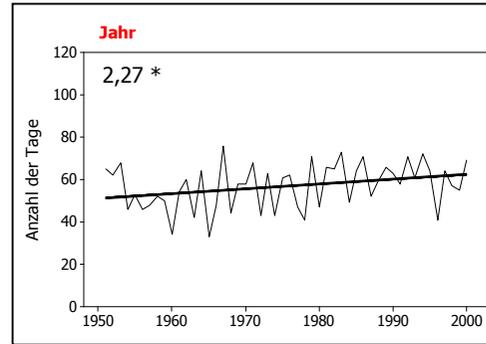
Aachen

Abb. 67-2



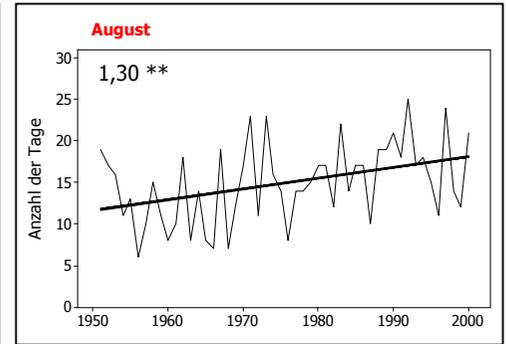
Augsburg-Mühlh.

Abb. 68-1



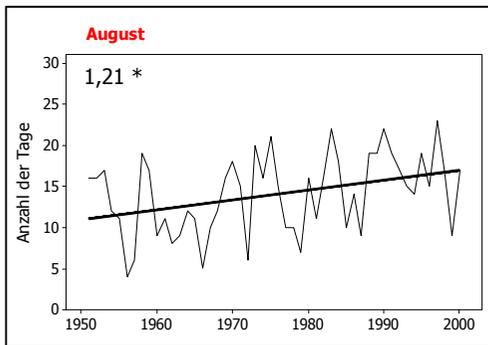
Augsburg-Mühlh.

Abb. 68-2



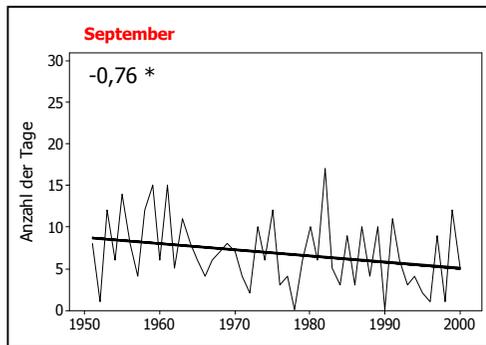
Bad Hersfeld

Abb. 69-1



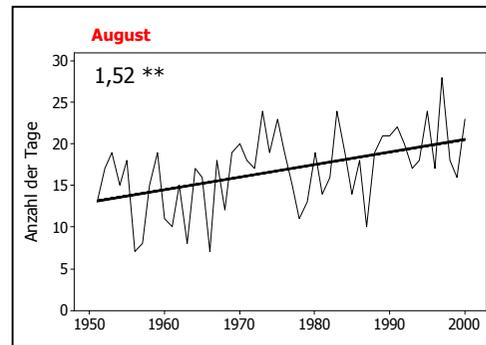
Bad Hersfeld

Abb. 69-2



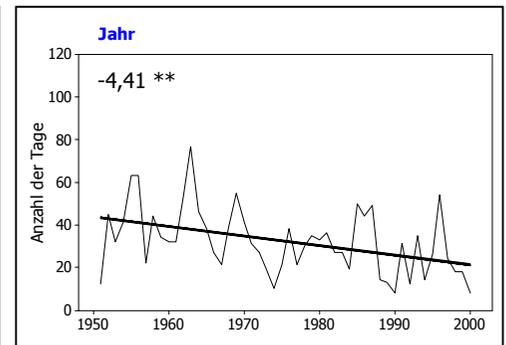
Bad Kissingen

Abb. 70



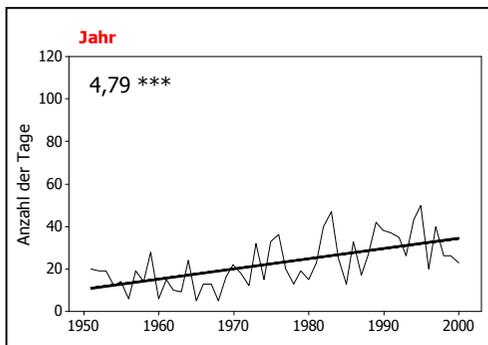
Bad Marienberg

Abb. 71-1



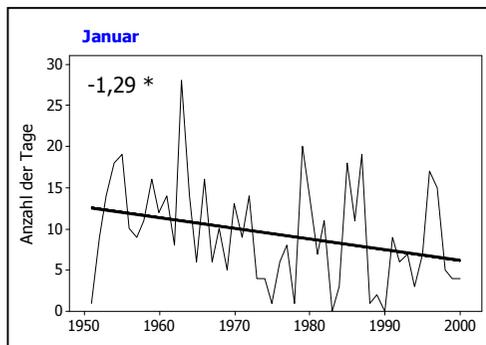
Bad Marienberg

Abb. 71-2



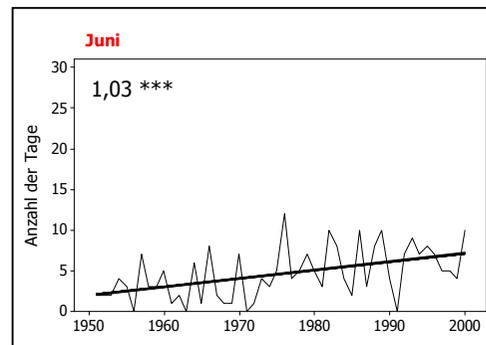
Bad Marienberg

Abb. 71-3



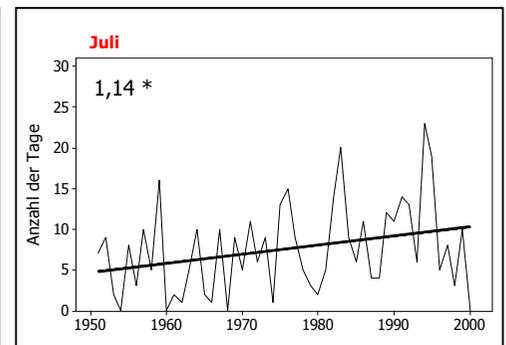
Bad Marienberg

Abb. 71-4



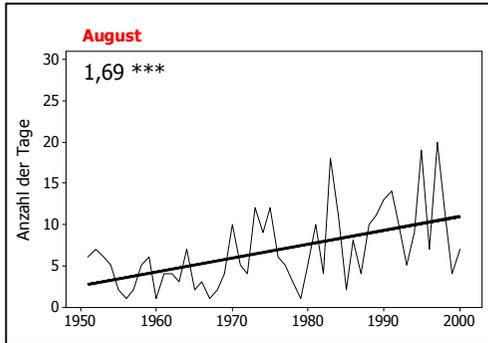
Bad Marienberg

Abb. 71-5



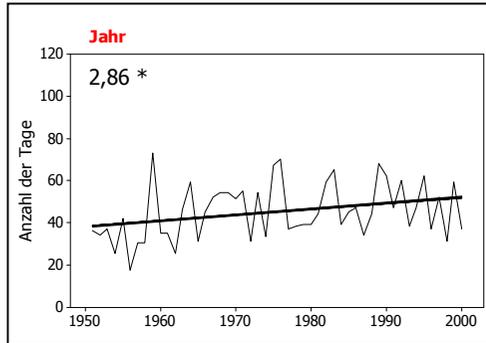
Bad Marienberg

Abb. 71-6



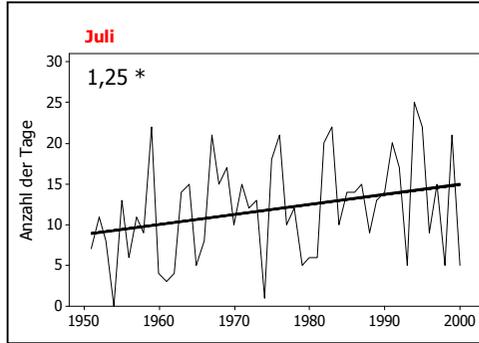
Bad Salzuflen

Abb. 72-1



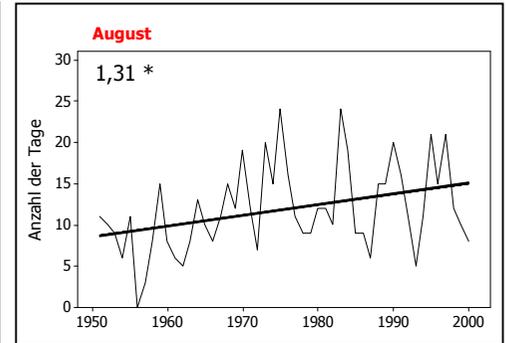
Bad Salzuflen

Abb. 72-2



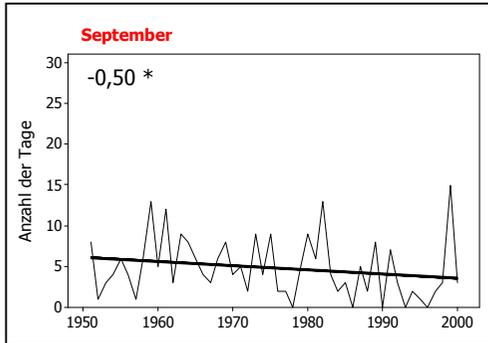
Bad Salzuflen

Abb. 72-3



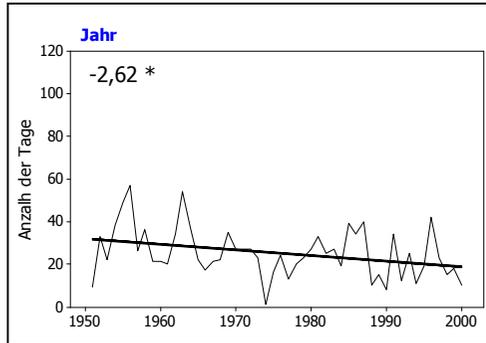
Bad Salzuflen

Abb. 72-4



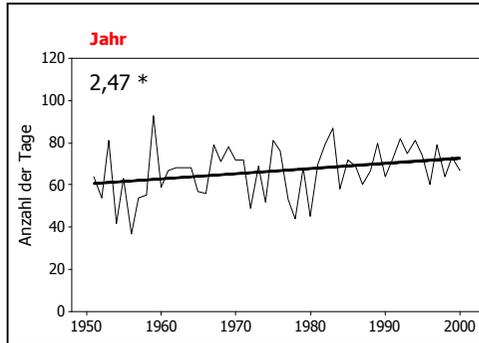
Bamberg

Abb. 73-1



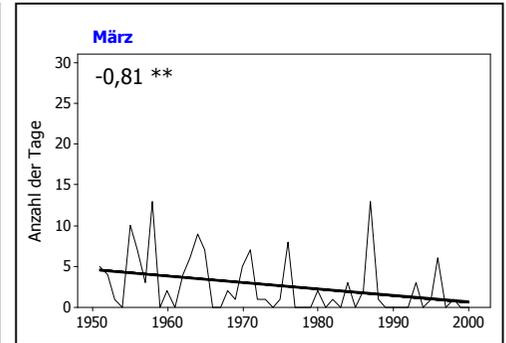
Bamberg

Abb. 73-2



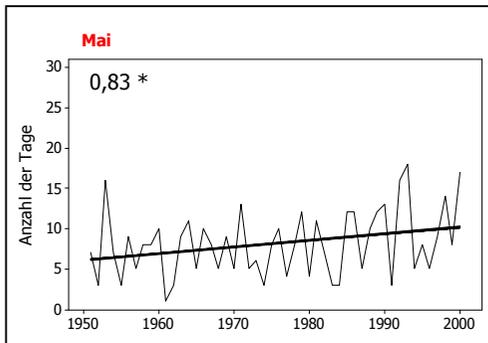
Bamberg

Abb. 73-3



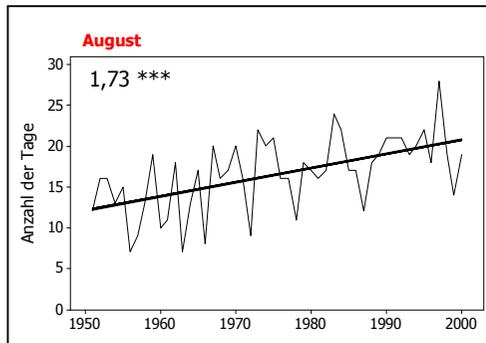
Bamberg

Abb. 73-4



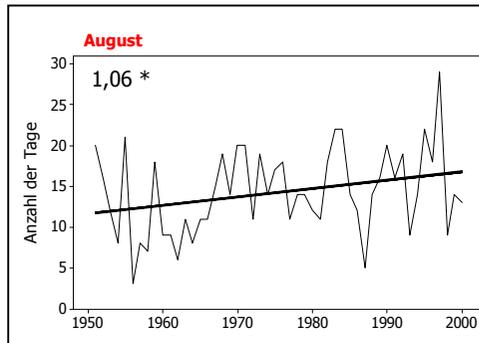
Bamberg

Abb. 73-5



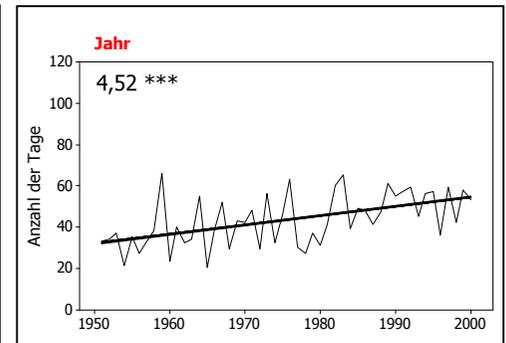
Berlin-Dahlem

Abb. 74



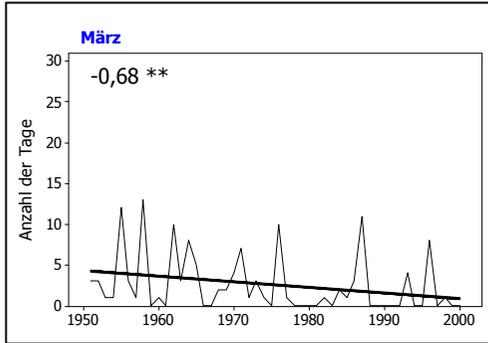
Berus

Abb. 75-1



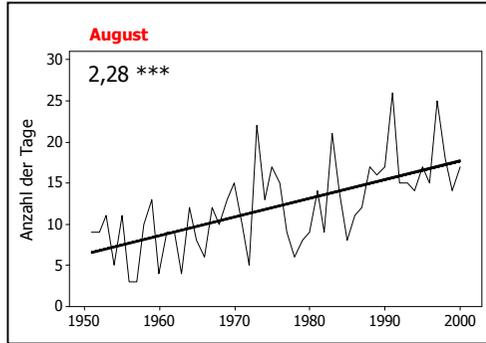
Berus

Abb. 75-2



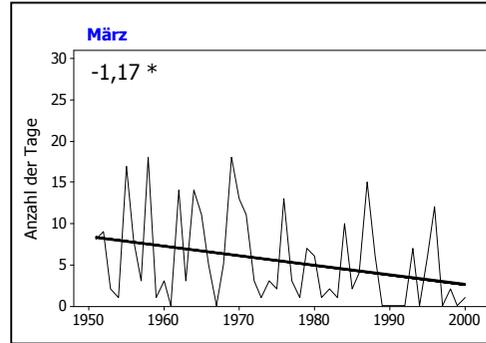
Berus

Abb. 75-3



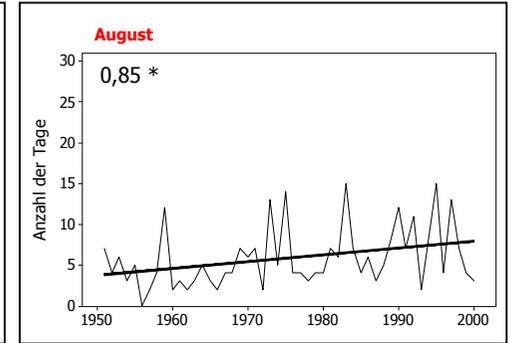
Braunlage

Abb. 76-1



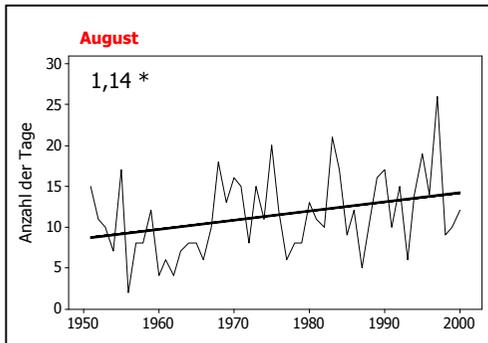
Braunlage

Abb. 76-2



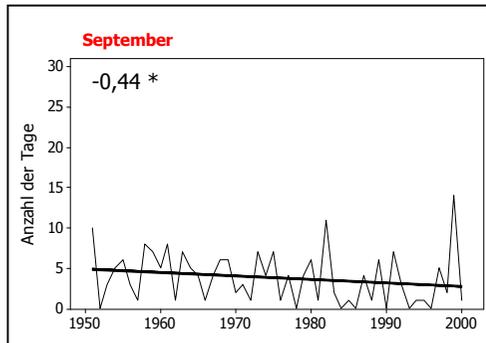
Braunschweig-Völk.

Abb. 77-1



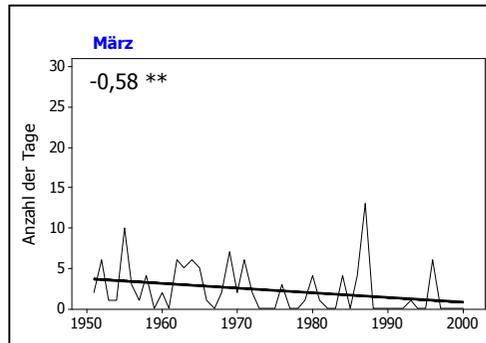
Braunschweig-Völk

Abb. 77-2



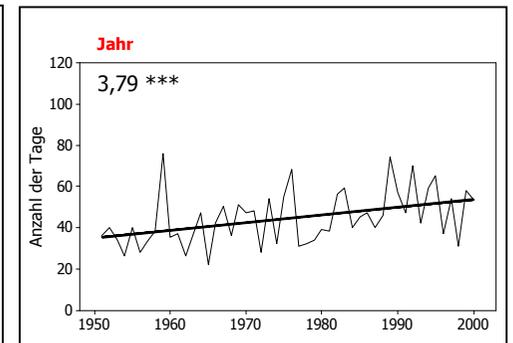
Bremen

Abb. 78



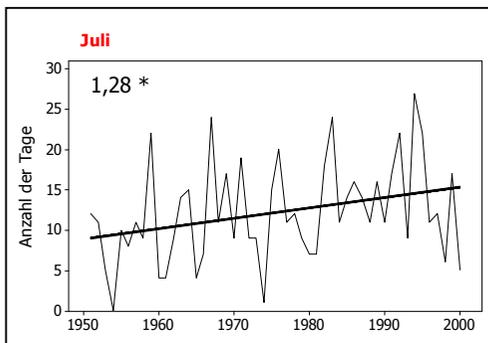
Düsseldorf

Abb. 79-1



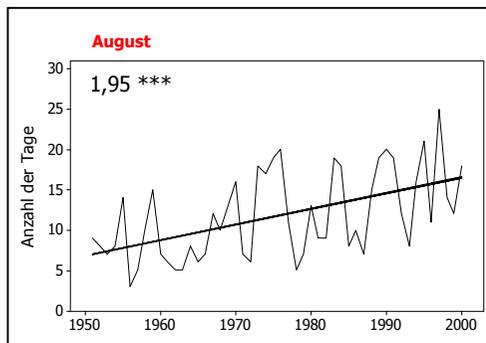
Düsseldorf

Abb. 79-2



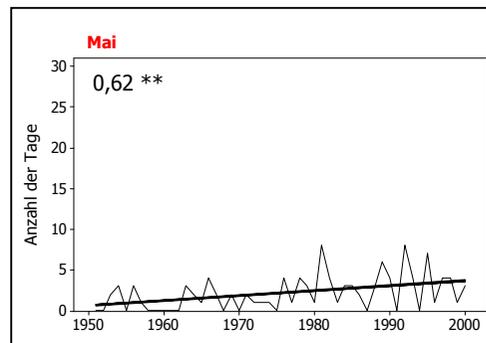
Düsseldorf

Abb. 79-3



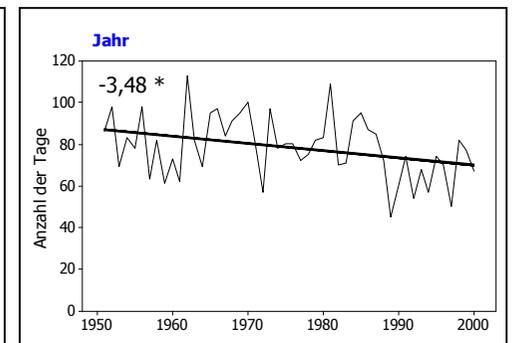
Emden-Nesslerl.

Abb. 80



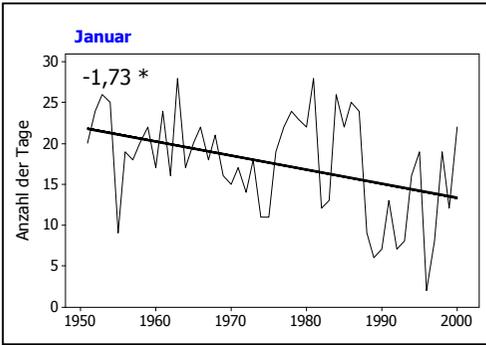
Feldberg/Schw.

Abb. 81-1



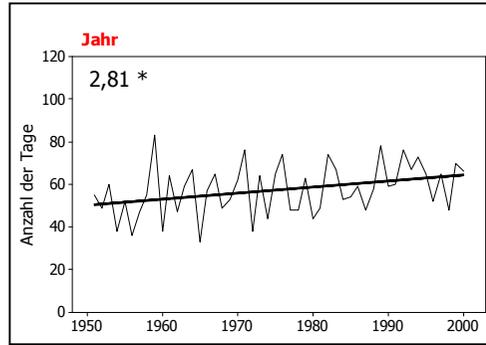
Feldberg/Schw.

Abb. 81-2



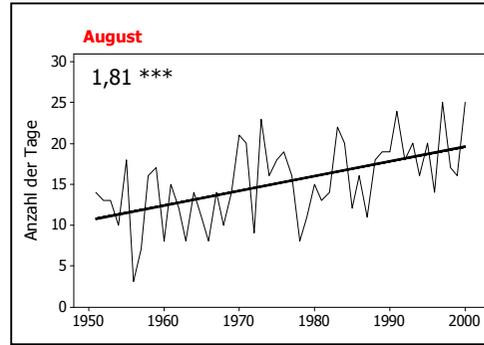
Frankfurt/M.

Abb. 82-1



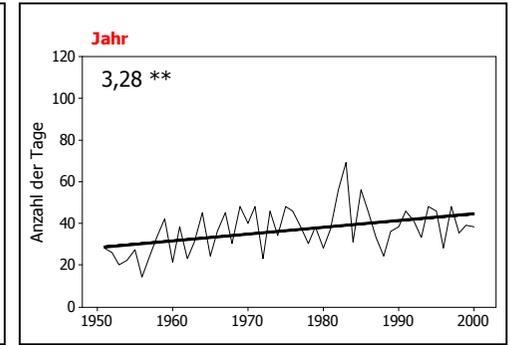
Frankfurt/M.

Abb. 82-2



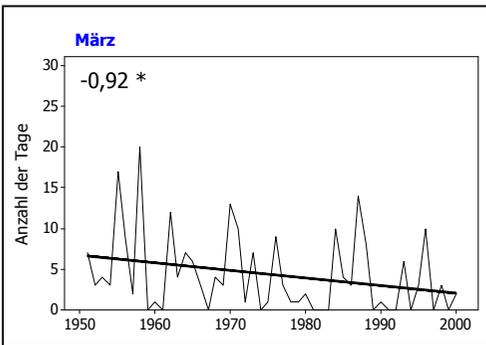
Freudenstadt

Abb. 83-1



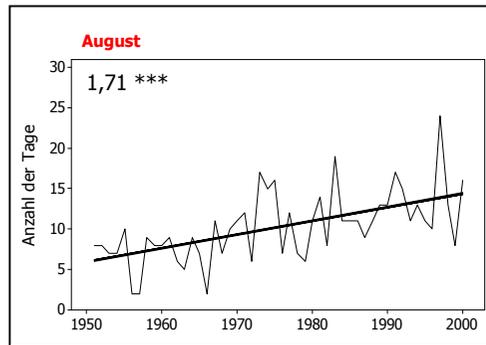
Freudenstadt

Abb. 83-2



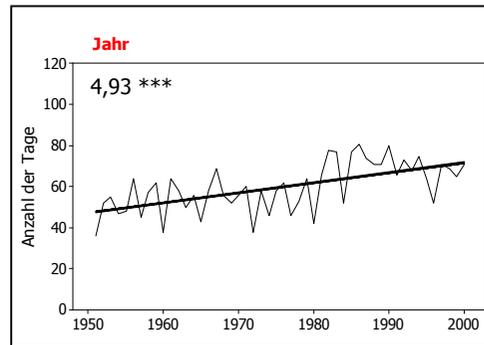
Freudenstadt

Abb. 83-3



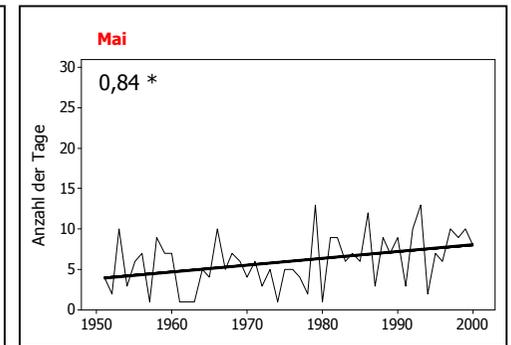
Garmisch-Partenk.

Abb. 84-1



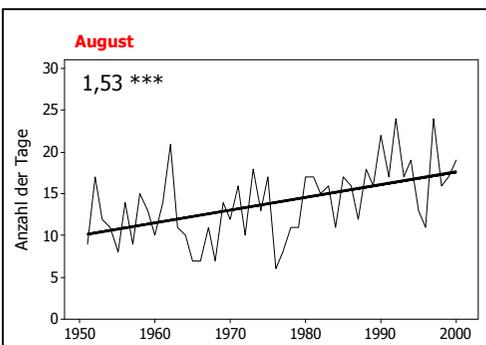
Garmisch-Partenk.

Abb. 84-2



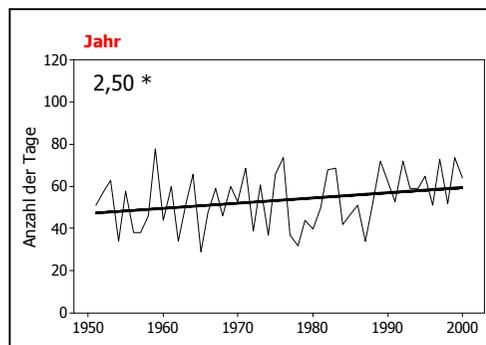
Garmisch-Partenk.

Abb. 84-3



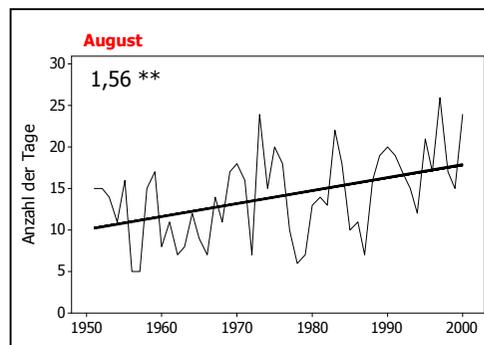
Gießen

Abb. 85-1



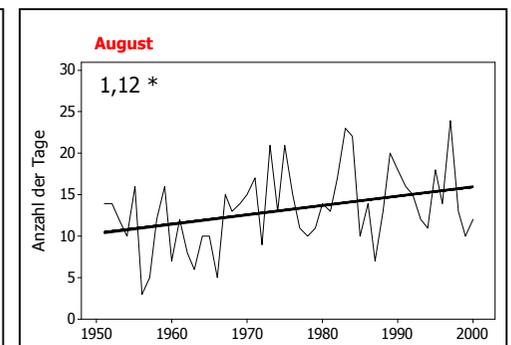
Gießen

Abb. 85-2



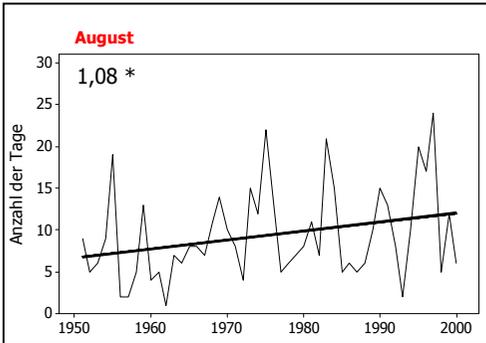
Göttingen

Abb. 86



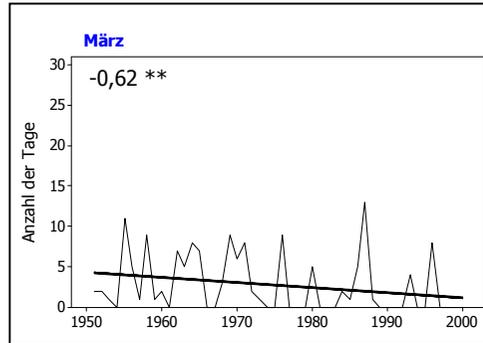
Hamburg-Fuhlsb.

Abb. 87



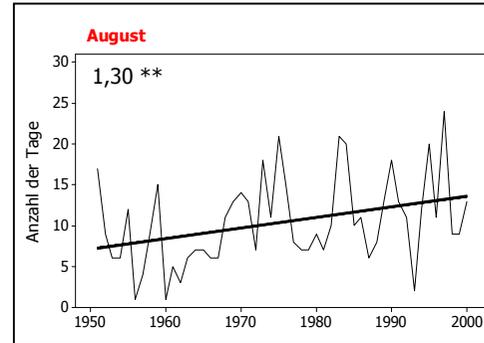
Hannover-Lang.

Abb. 88-1



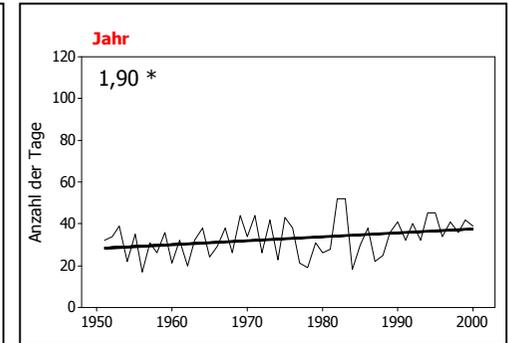
Hannover-Lang.

Abb. 88-2



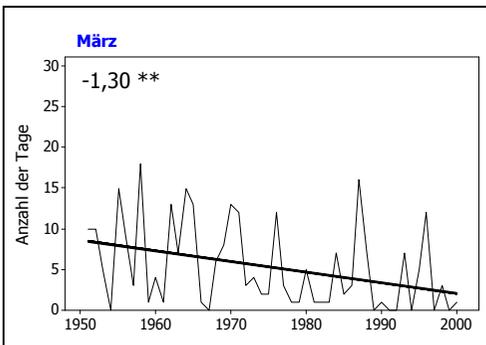
Hof-Hohens.

Abb. 89-1



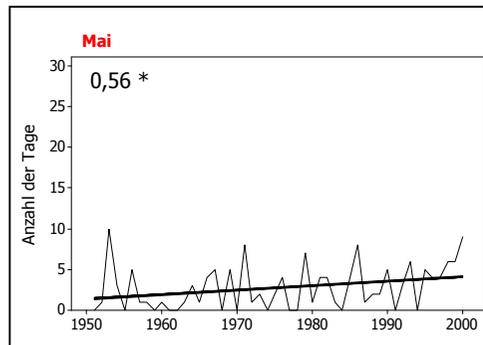
Hof-Hohens.

Abb. 89-2



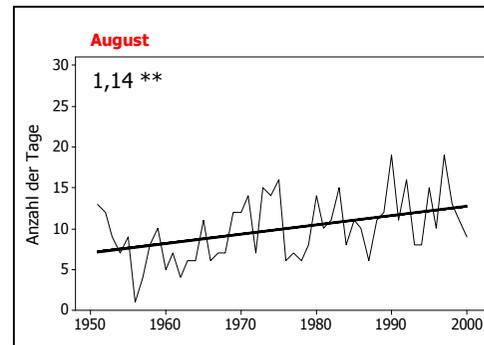
Hof-Hohens.

Abb. 89-3



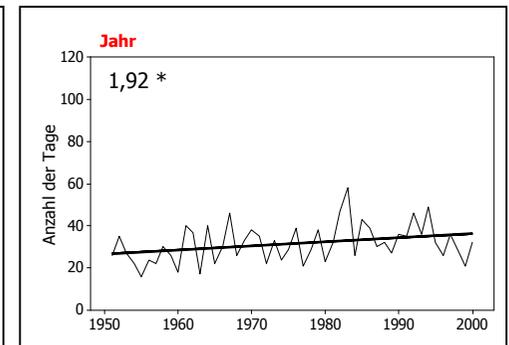
Hof-Hohens.

Abb. 89-4



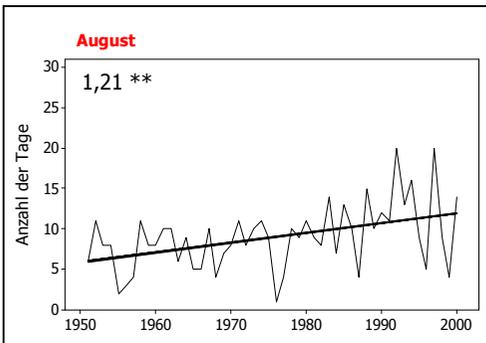
Hohenpeißenberg

Abb. 90-1



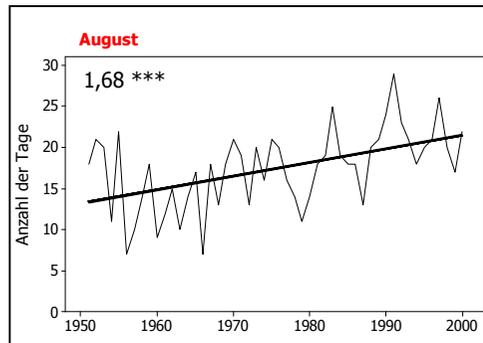
Hohenpeißenberg

Abb. 90-2



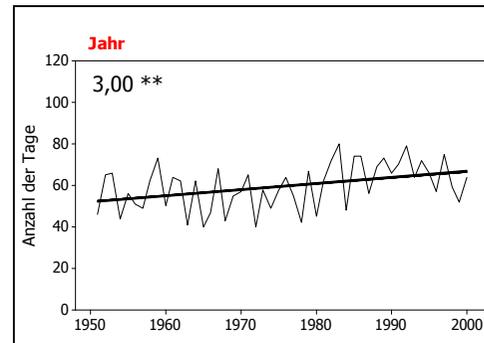
Karlsruhe

Abb. 91



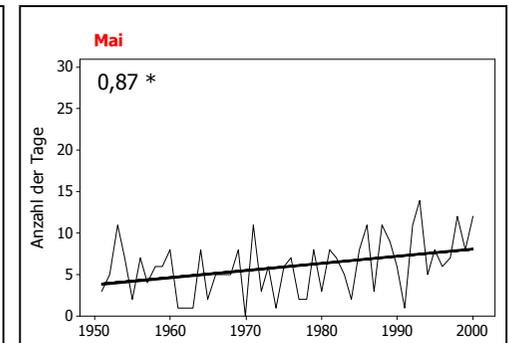
Kempten

Abb. 92-1



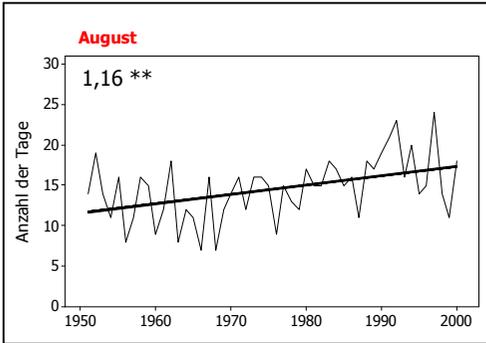
Kempten

Abb. 92-2



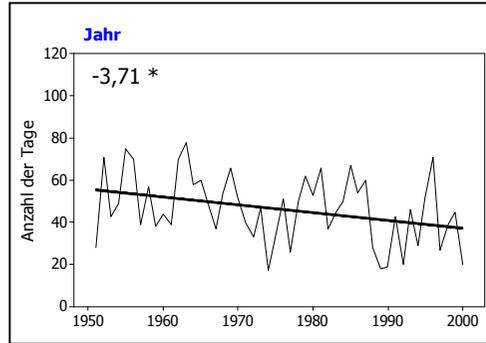
Kempten

Abb. 92-3



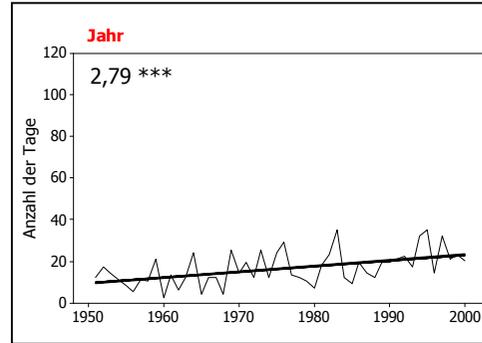
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 93-1



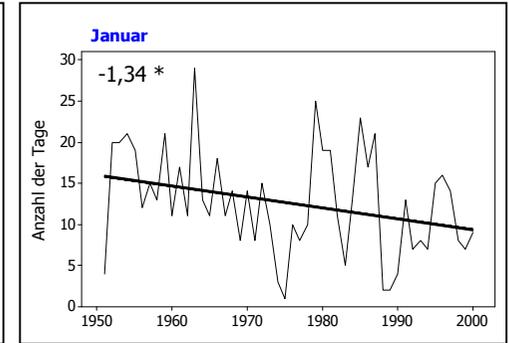
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 93-2



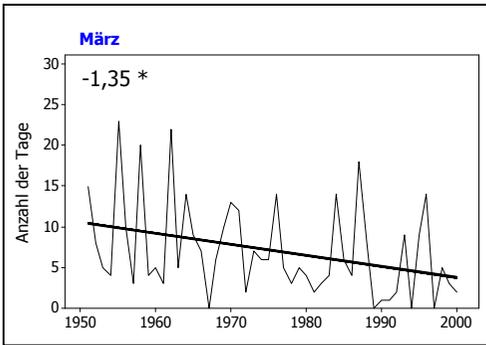
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 93-3



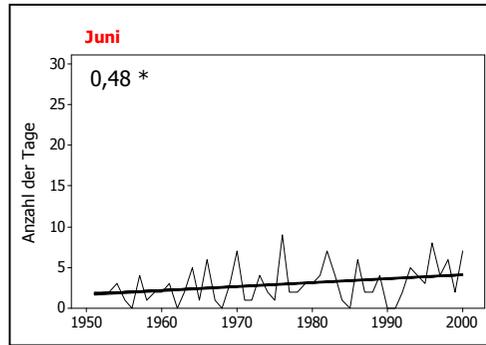
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 93-4



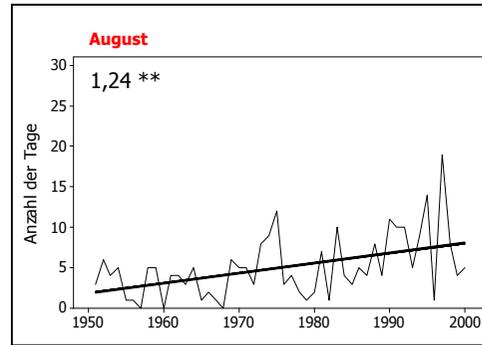
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 93-5



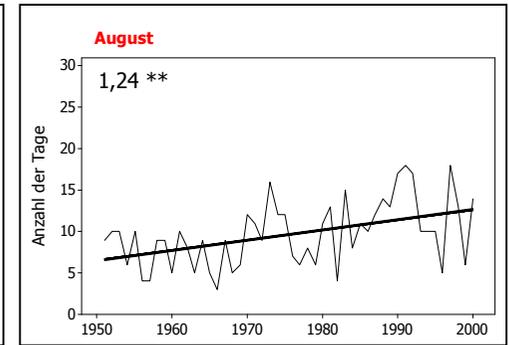
Kl. Feldberg/Ts.

Abb. 93-6



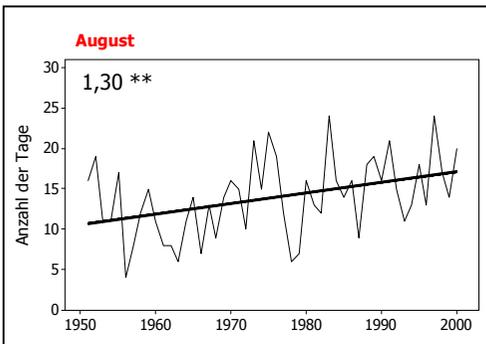
Klippeneck

Abb. 94



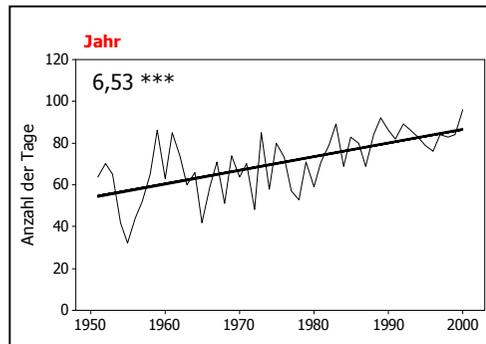
Köln-Wahn

Abb. 95



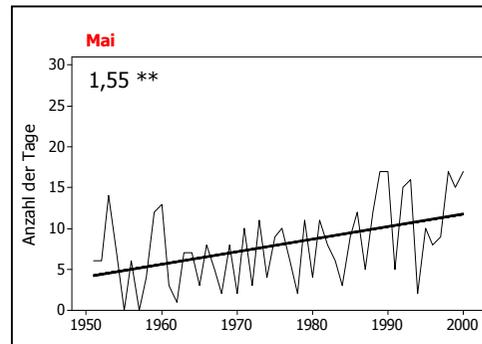
Konstanz

Abb. 96-1



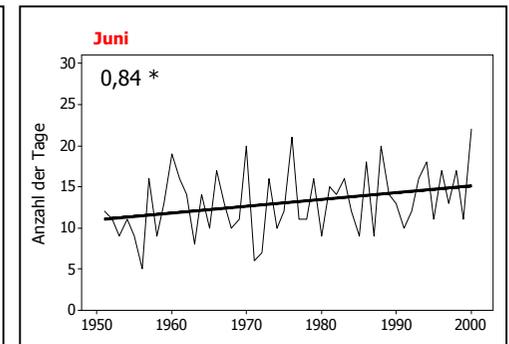
Konstanz

Abb. 96-2



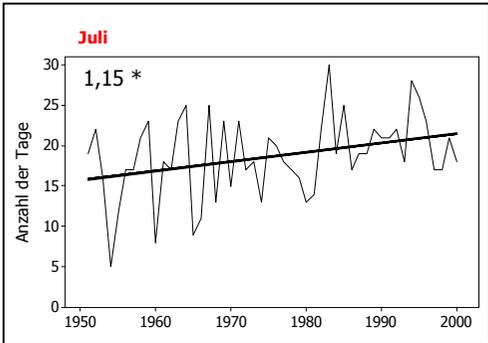
Konstanz

Abb. 96-3



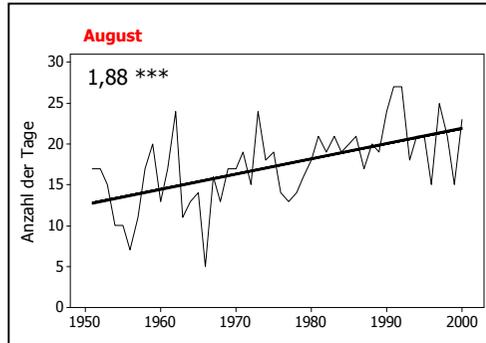
Konstanz

Abb. 96-4



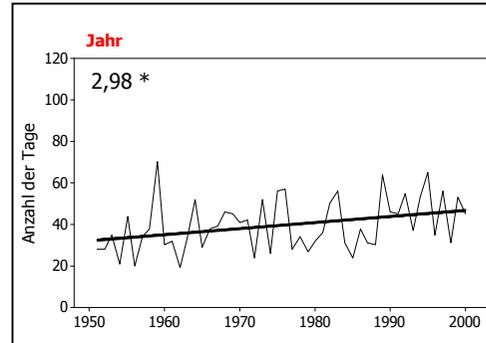
Konstanz

Abb. 96-5



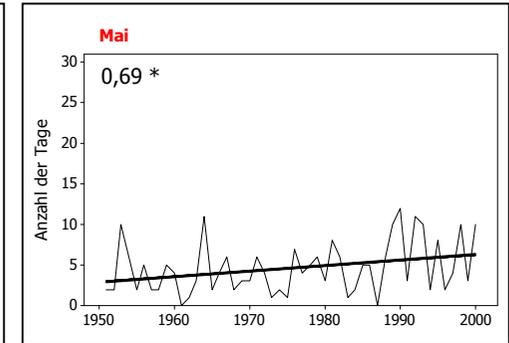
Konstanz

Abb. 96-6



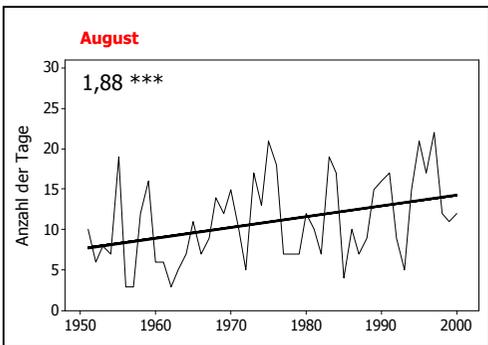
Konstanz

Abb. 96-7



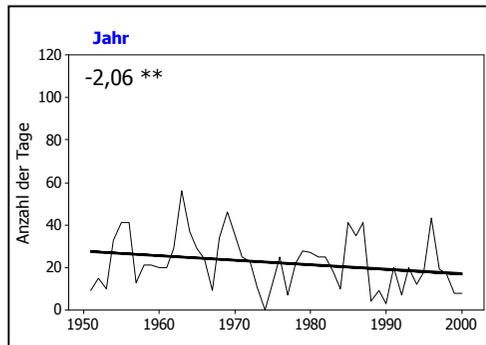
Konstanz

Abb. 96-8



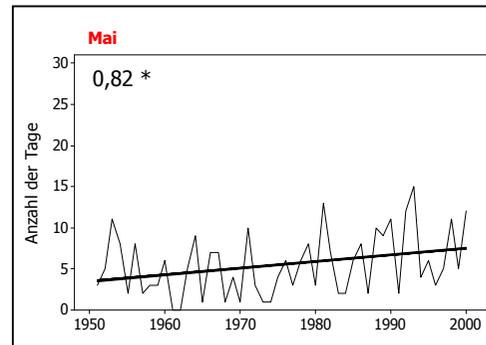
Lüchow

Abb. 97-1



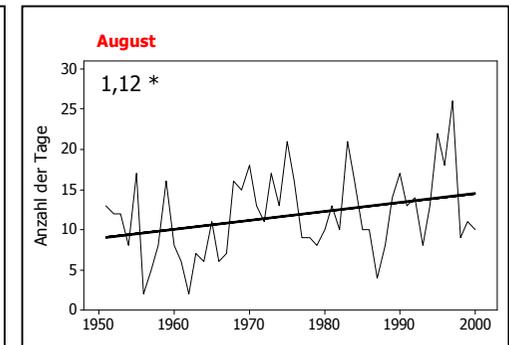
Lüchow

Abb. 97-2



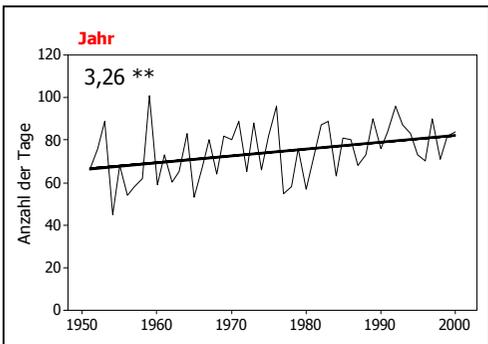
Lüchow

Abb. 97-3



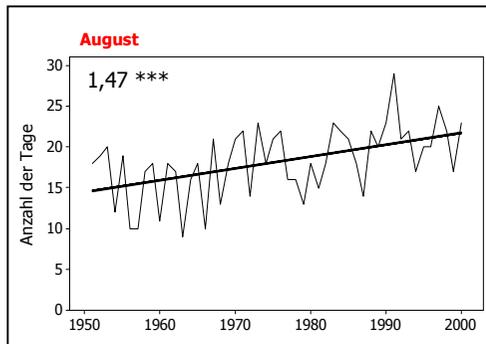
Mannheim

Abb. 98-1



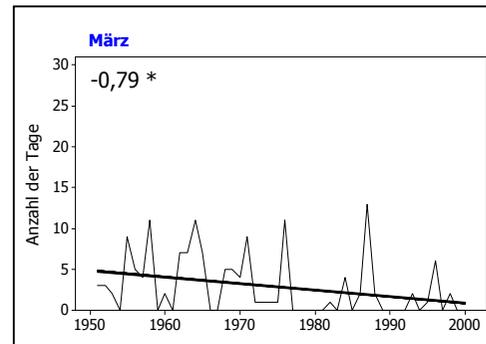
Mannheim

Abb. 98-2



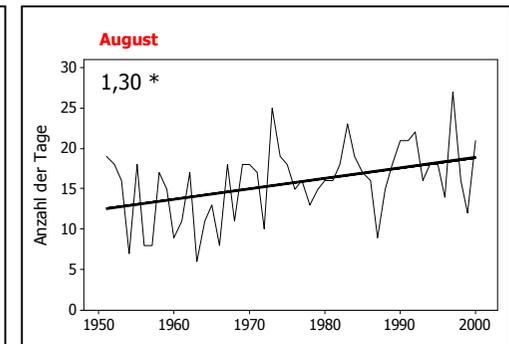
Nürnberg-Kra.

Abb. 99-1



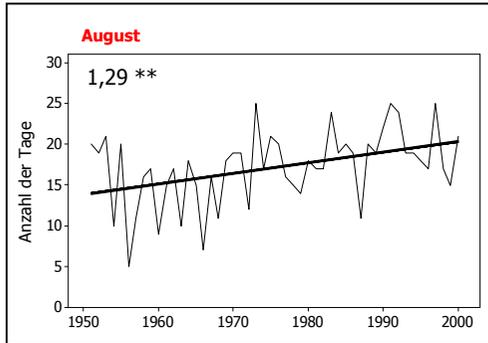
Nürnberg-Kra.

Abb. 99-2



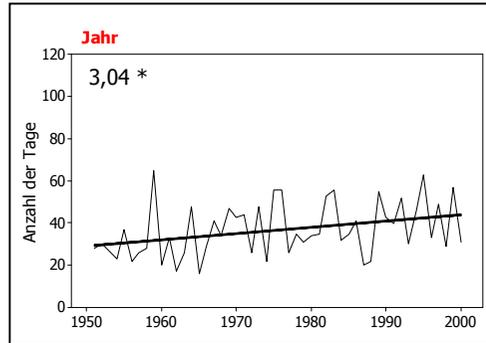
Öhringen

Abb. 100



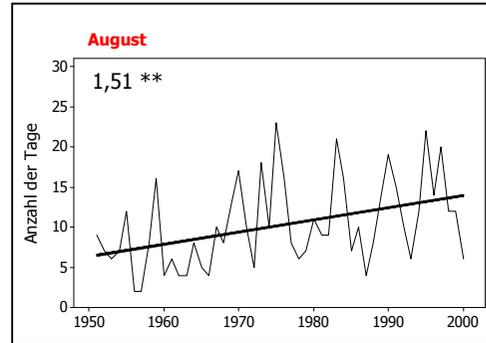
Osnabrück

Abb. 101-1



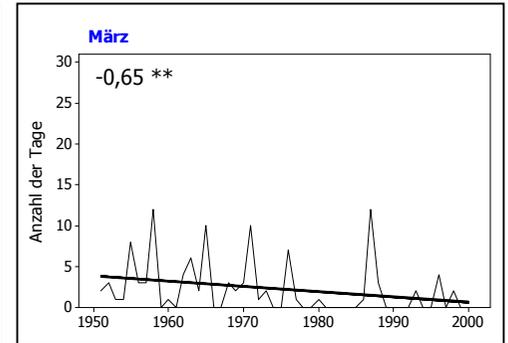
Osnabrück

Abb. 101-2



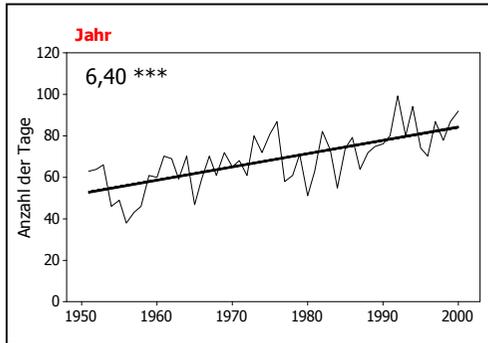
Passau-Oberh.

Abb. 102



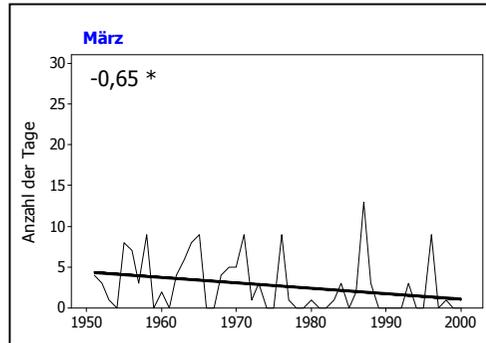
Regensburg

Abb. 103-1



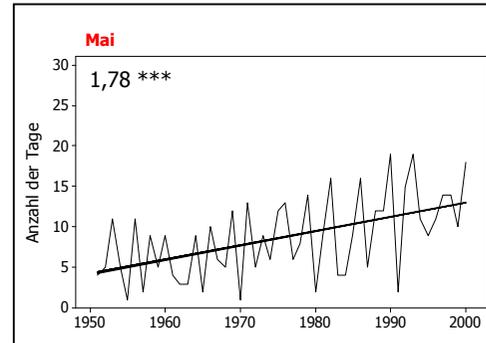
Regensburg

Abb. 103-2



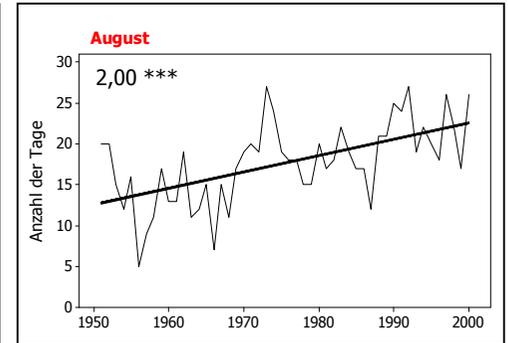
Regensburg

Abb. 103-3



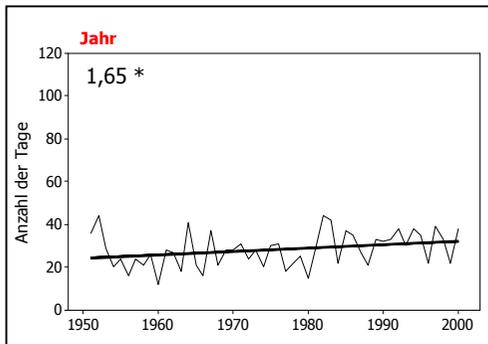
Regensburg

Abb. 103-4



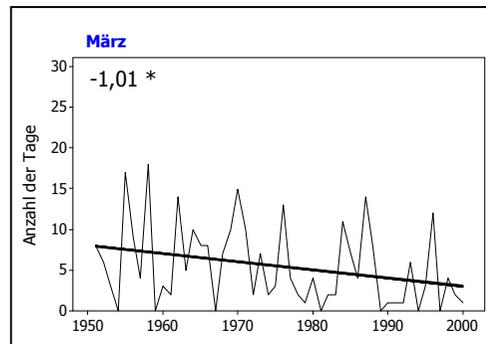
Stötten

Abb. 104-1



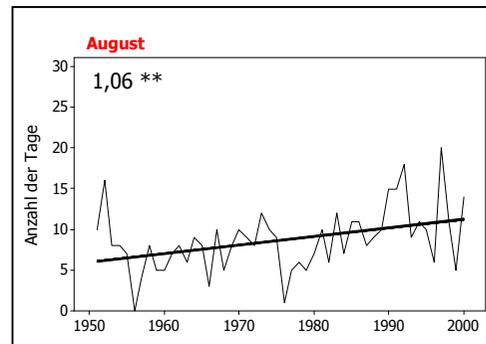
Stötten

Abb. 104-2



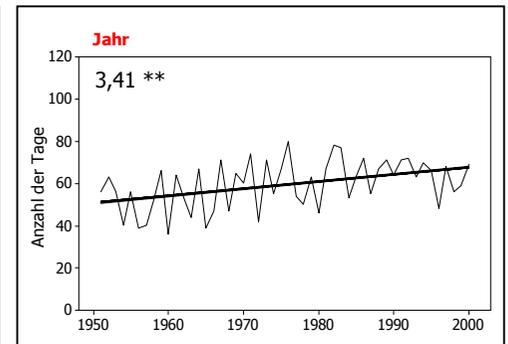
Stötten

Abb. 104-3



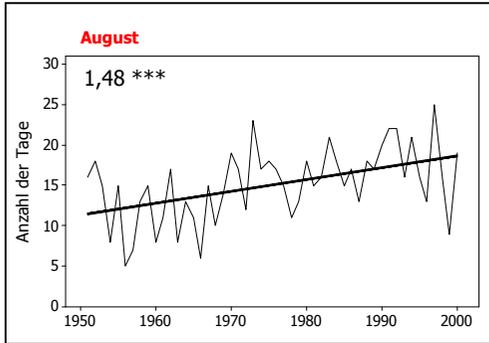
Stuttgart-Echt.

Abb. 105-1



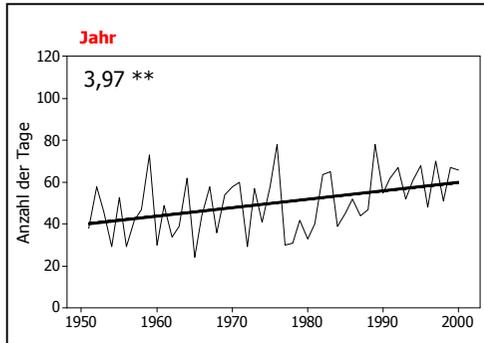
Stuttgart-Echt.

Abb. 105-2



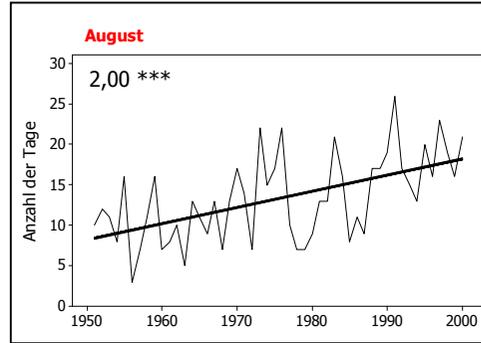
Trier-Petr.

Abb. 106-1



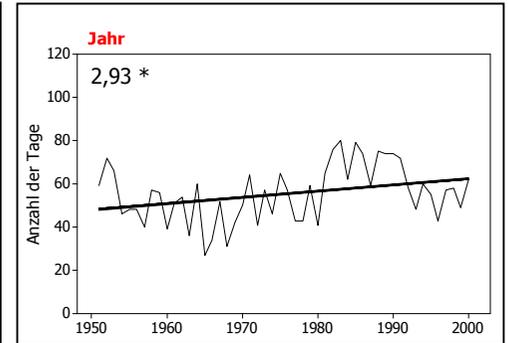
Trier-Petr.

Abb. 106-2



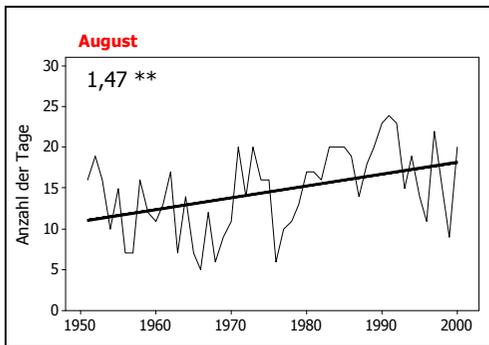
Ulm

Abb. 107-1



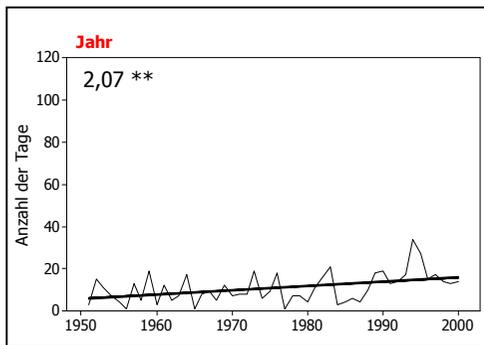
Ulm

Abb. 107-2



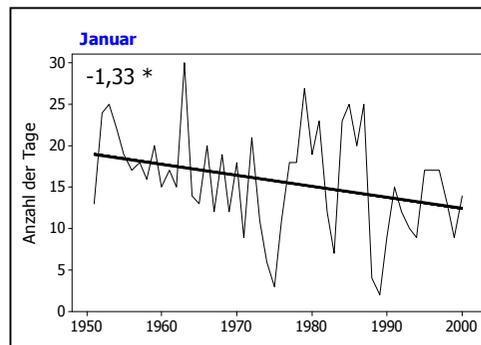
Wasserkuppe

Abb. 108-1



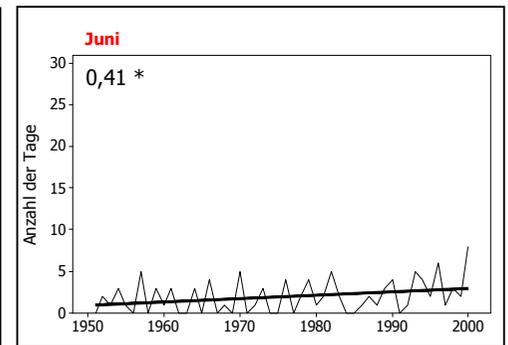
Wasserkuppe

Abb. 108-2



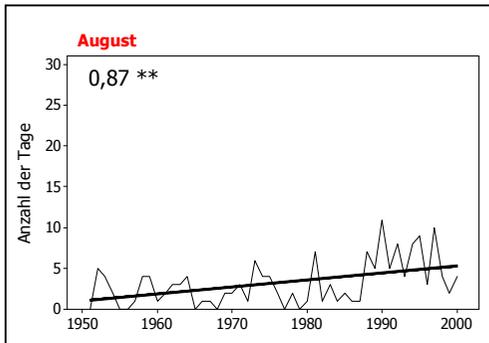
Wasserkuppe

Abb. 108-3



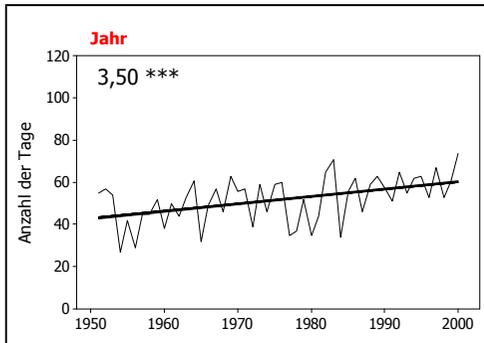
Wasserkuppe

Abb. 108-4



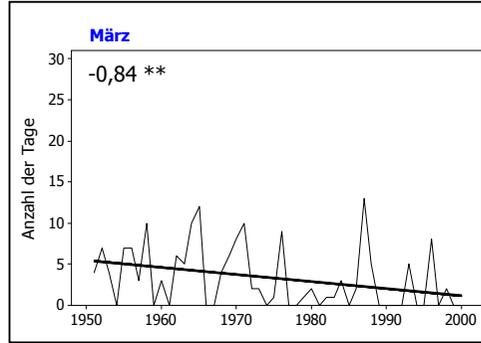
Weiden/Opf.

Abb. 109-1



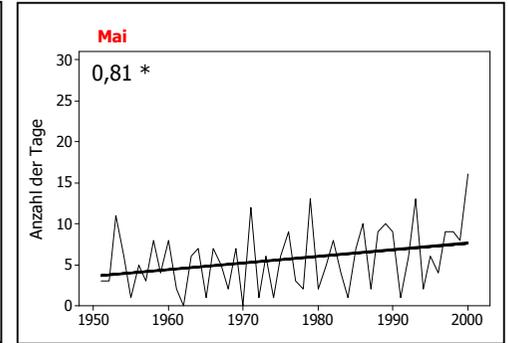
Weiden/Opf.

Abb. 109-2



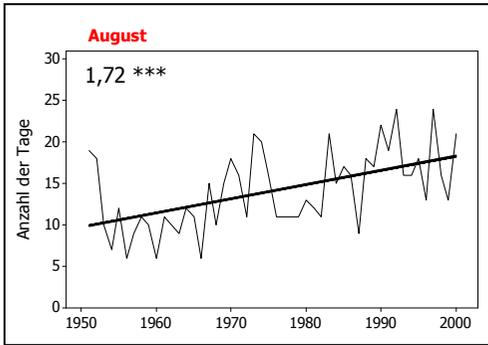
Weiden/Opf.

Abb. 109-3



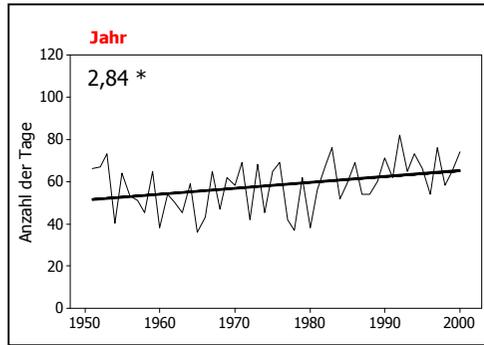
Weiden/Opf.

Abb. 109-4



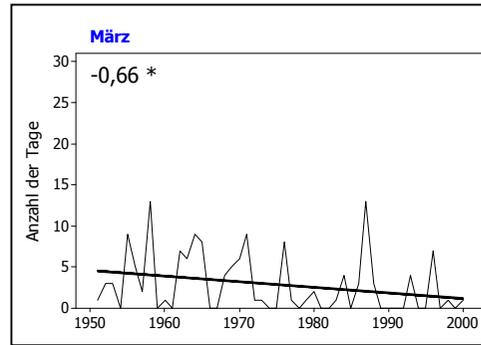
Weißenburg/Bay.

Abb. 110-1



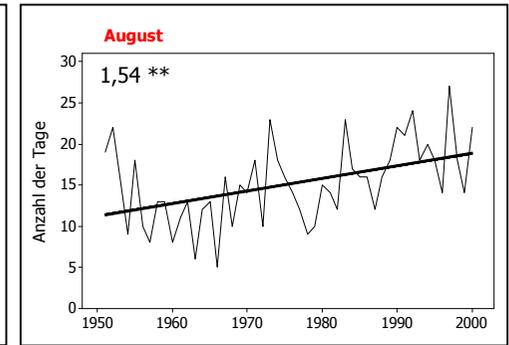
Weißenburg/Bay.

Abb. 110-2



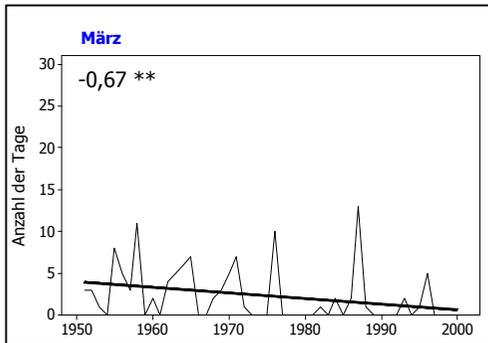
Weißenburg/Bay.

Abb. 110-3



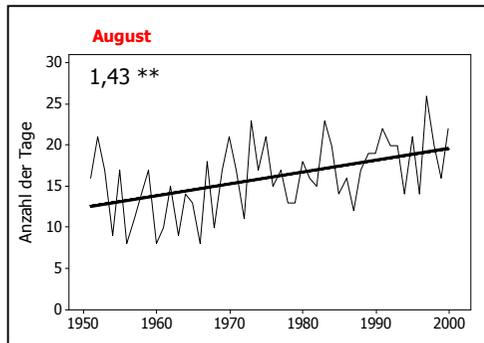
Würzburg

Abb. 111-1



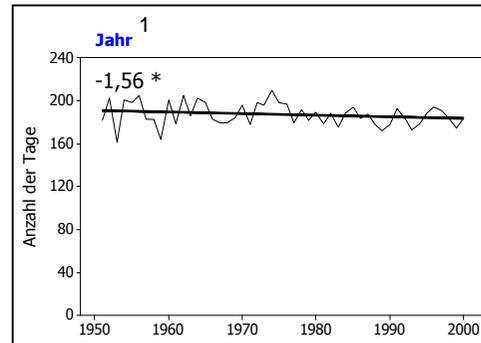
Würzburg

Abb. 111-2



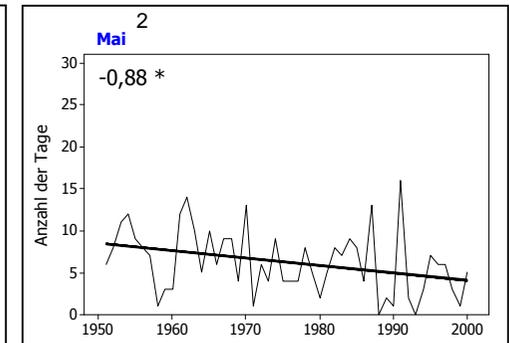
Zugspitze

Abb. 112-1



Zugspitze

Abb. 112-2



¹ Skala abweichend zu den Jahrestrends der anderen Stationen

² Skala abweichend zu den Monatstrends der anderen Stationen

Abb. 113, 114 und Tab. 7 bis 13:
Zusammenfassung wichtiger trendklimatologischer Ergebnisse
im Mittel aller Stationen

Für die Tabellen 7, 8 und 11a und 11b gilt:

Signifikante Trends sind bei den Parametern LT, TMRT, V und F nur dann berücksichtigt, wenn auch der GT-Trend signifikant ist (= fett gedruckt; dies gilt für Jahr, Monate und alle Termine). Die korrespondierenden Trendangaben verstehen sich bei diesen Parametern also in Prozent der Stationen mit signifikantem GT-Trend, nicht in Prozent aller Stationen. Die Ergebnisse dienen der Feststellung, welche Parameter die signifikanten GT-Trends maßgeblich konstituieren.

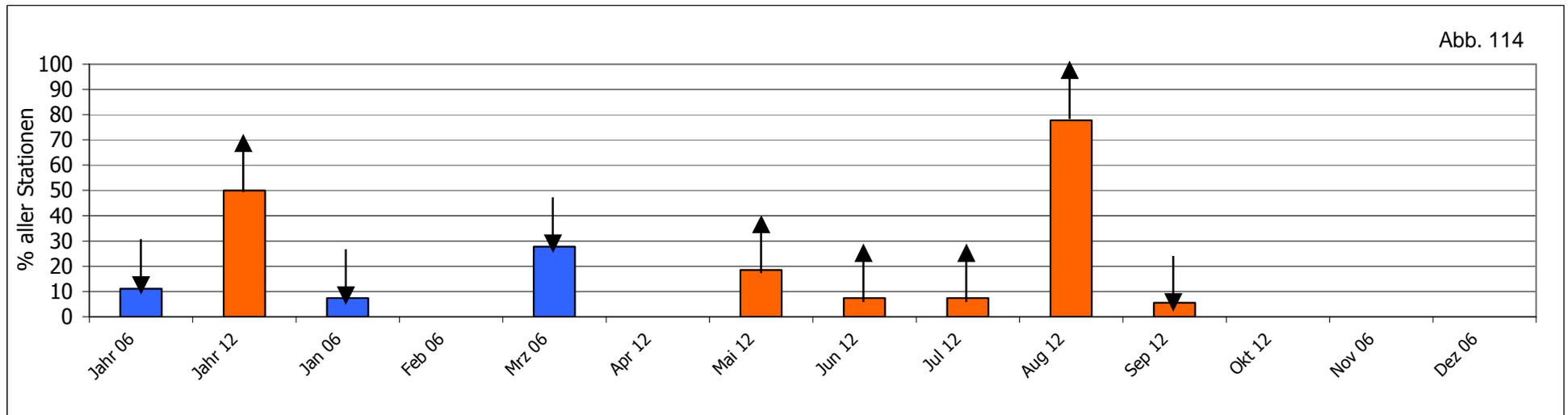
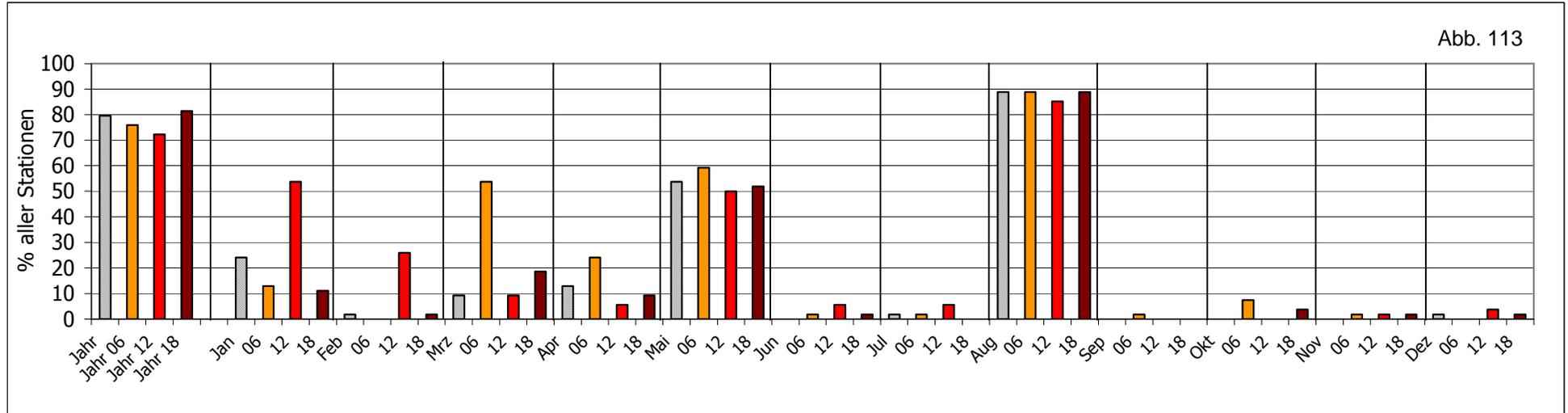


Abb. 113 und 114¹: Häufigkeiten signifikanter Trends der GT (oben) und signifikanter Trends der Anzahl von Tagen mit thermischer Belastung.

¹ Wärmebelastung: rot, Kältebelastung: blau
Pfeile indizieren die Richtung des Trends

Tab. 7: Häufigkeiten positiver und negativer Trends in Prozent aller Stationen bei der GT und ihren Einflussgrößen sowie bei der Abnahme von Kältebelastung (KB) im Winter und der Zunahme von Wärmebelastung (WB) im Sommer.

		GT	LT	TMRT	V	F	KB	WB
Jahr	Pos. Trend	100	100	98	43	31	2	96
	Neg. Trend	-	-	2	57	69	98	-
	Sig. pos. Trend	80	91	72	14	2	-	50
	Sig. neg. Trend	-	-	-	56	49	11	-
Jan	Pos. Trend	100	98	100	37	39	19	
	Neg. Trend	-	2	-	63	61	81	
	Sig. pos. Trend	24	54	77	-	-	-	
	Sig. neg. Trend	-	-	-	39	23	7	
Feb	Pos. Trend	100	100	100	46	17	2	
	Neg. Trend	-	-	-	54	83	98	
	Sig. pos. Trend	2	-	100	-	-	-	
	Sig. neg. Trend	-	-	-	100	100	-	
Mrz	Pos. Trend	100	100	96	50	72	2	
	Neg. Trend	-	-	4	50	28	91	
	Sig. pos. Trend	20	82	46	-	-	-	
	Sig. neg. Trend	-	-	-	18	-	28	
Apr	Pos. Trend	83	81	67	24	28		15
	Neg. Trend	17	19	33	76	72		13
	Sig. pos. Trend	13	71	14	-	-		-
	Sig. neg. Trend	-	-	-	43	14		-
Mai	Pos. Trend	100	100	100	15	22		80
	Neg. Trend	-	-	-	85	78		6
	Sig. pos. Trend	54	59	62	-	-		19
	Sig. neg. Trend	-	-	-	72	3		-
Jun	Pos. Trend	59	59	63	30	31		54
	Neg. Trend	41	41	37	70	69		43
	Sig. pos. Trend	-	-	-	-	-		7
	Sig. neg. Trend	-	-	-	-	-		-
Jul	Pos. Trend	98	100	98	26	15		85
	Neg. Trend	2	-	2	74	85		11
	Sig. pos. Trend	2	-	-	-	-		7
	Sig. neg. Trend	-	-	-	100	100		-
Aug	Pos. Trend	100	100	100	15	2		94
	Neg. Trend	-	-	-	85	98		2
	Sig. pos. Trend	89	92	96	2	-		78
	Sig. neg. Trend	-	-	-	65	75		-
Sep	Pos. Trend	48	70	28	33	63		24
	Neg. Trend	52	30	72	67	37		41
	Sig. pos. Trend	-	-	-	-	-		-
	Sig. neg. Trend	-	-	-	-	-		6
Okt	Pos. Trend	54	83	26	61	46		13
	Neg. Trend	46	17	74	39	54		7
	Sig. pos. Trend	-	-	-	-	-		-
	Sig. neg. Trend	-	-	-	-	-		-
Nov	Pos. Trend	31	44	54	35	46	37	
	Neg. Trend	69	56	46	65	54	7	
	Sig. pos. Trend	-	-	-	-	-	-	
	Sig. neg. Trend	-	-	-	-	-	-	
Dez	Pos. Trend	93	98	91	46	39	33	
	Neg. Trend	7	2	9	54	61	65	
	Sig. pos. Trend	2	-	-	-	-	-	
	Sig. neg. Trend	-	-	-	100	-	-	

Rot: prozentuale Häufigkeiten der GT-Einflussgrößen (bezogen auf das Stationskollektiv) mit signifikant-positivem GT-Trend (fett), die den positiven GT-Trend unterstützen

Tab. 8: Häufigkeiten positiver und negativer Trends in Prozent aller Stationen bei der GT und ihren Einflussgrößen für den zweiten Teilzeitraum.

		GT	LT	TMRT	V	F
Apr 1977-2000	Sig. pos. Trend	83	100	40	7	-
	Sig. neg. Trend	-	-	-	7	-
Mai 1962-2000	Sig. pos. Trend	28	73	67	-	-
	Sig. neg. Trend	-	-	-	60	13
Dez 1962-2000	Sig. pos. Trend	44	100	67	4	13
	Sig. neg. Trend	-	-	-	4	13

Tab. 9: Trendwerte der GT sowie ihrer Einflussgrößen im Mittel aller Stationen für den zweiten Teilzeitraum, differenziert nach Terminen.

	Trend GT (K/Dekade)	Trend LT (K/Dekade)	Trend TMRT (K/Dekade)	Trend V (km/h / De- kade)	Trend F (% / Dekade)
Apr 1977-2000	1,24	1,14	1,16	-0,12	-0,19
Apr 06	1,13	1,00	0,92	-0,18	0,23
Apr 12	1,52	1,32	1,55	-0,44	-0,78
Apr 18	1,32	1,21	1,13	-0,27	-0,61
Mai 1962-2000¹	0,74	0,48	0,78	-0,64	-0,65
Mai 06	0,68	0,41	1,09	-0,39	-0,21
Mai 12	1,13	0,61	0,80	-0,75	-0,91
Mai 18	0,78	0,56	0,67	-0,73	-1,11
Dez 1962-2000	0,93	0,75	0,65	-0,04	0,08
Dez 06	1,05	0,78	0,79	0,11	0,15
Dez 12	0,87	0,78	0,44	-0,21	0,03
Dez 18	1,00	0,73	0,72	0,03	0,09

¹ Ohne Station Freiburg i. Br., da einzige Station mit Wendejahr 1977

Tab. 10: Trendwerte der GT mit Standardabweichung (der Zeitreihen der GT) sowie ihrer Einflussgrößen im Mittel aller Stationen, differenziert nach Terminen.

	Trend GT (K/Dekade)	Standardabw. der GT- Zeitreihen	Trend LT (K/Dekade)	Trend TMRT (K/Dekade)	Trend V (km/h / Dekade)	Trend F (%/Dekade)
Jahr	0,26	1,0	0,20	0,21	-0,19	-0,23
Jahr 06	0,24	0,9	0,20	0,21	-0,10	-0,07
Jahr 12	0,29	1,2	0,19	0,25	-0,27	-0,24
Jahr 18	0,24	1,0	0,20	0,20	-0,16	-0,41
Jan	0,49	3,2	0,35	0,38	-0,22	-0,17
Jan 06	0,42	6,9	0,33	0,22	-0,18	-0,07
Jan 12	0,54	6,0	0,37	0,59	-0,23	-0,22
Jan 18	0,46	6,4	0,35	0,22	-0,25	-0,20
Feb	0,56	3,7	0,43	0,47	-0,12	-0,46
Feb 06	0,49	7,0	0,39	0,25	-0,08	-0,22
Feb 12	0,61	6,3	0,46	0,69	-0,08	-0,59
Feb 18	0,54	6,2	0,43	0,32	-0,19	-0,63
Mrz	0,37	2,6	0,33	0,21	0,00	0,29
Mrz 06	0,55	5,9	0,42	0,45	0,07	0,24
Mrz 12	0,25	6,0	0,29	0,05	0,03	0,33
Mrz 18	0,41	5,5	0,30	0,34	-0,08	0,14
Apr	0,11	1,9	0,09	0,10	-0,31	-0,14
Apr 06	0,12	4,7	0,09	0,13	-0,17	0,06
Apr 12	0,12	6,7	0,08	0,11	-0,45	-0,17
Apr 18	0,10	5,1	0,09	0,05	-0,27	-0,32
Mai	0,41	2,0	0,30	0,43	-0,37	-0,34
Mai 06	0,35	4,4	0,28	0,53	-0,22	-0,11
Mai 12	0,53	7,5	0,32	0,42	-0,56	-0,32
Mai 18	0,35	5,1	0,32	0,39	-0,32	-0,53
Jun	0,05	1,8	0,02	0,05	-0,18	-0,21
Jun 06	0,01	4,5	0,04	-0,05	-0,01	0,03
Jun 12	0,05	7,9	-0,01	0,08	-0,30	-0,13
Jun 18	0,07	5,7	0,04	0,07	-0,19	-0,49
Jul	0,32	2,8	0,21	0,32	-0,33	-0,49
Jul 06	0,21	4,5	0,15	0,31	-0,20	-0,09
Jul 12	0,44	8,6	0,22	0,36	-0,49	-0,18
Jul 18	0,30	6,1	0,23	0,31	-0,28	-0,76
Aug	0,63	2,1	0,40	0,64	-0,42	-1,24
Aug 06	0,38	3,6	0,25	0,65	-0,35	-0,47
Aug 12	0,88	8,2	0,44	0,74	-0,61	-1,34
Aug 18	0,55	5,0	0,47	0,59	-0,27	-1,71
Sep	-0,01	1,9	0,03	-0,08	-0,22	0,07
Sep 06	0,05	3,4	0,09	-0,03	-0,10	0,06
Sep 12	-0,06	7,1	-0,01	-0,19	-0,37	0,17
Sep 18	0,03	3,5	0,03	0,07	-0,13	-0,17
Okt	0,01	1,7	0,07	-0,06	0,16	0,02
Okt 06	0,02	4,8	0,17	0,08	0,20	-0,14
Okt 12	-0,05	5,9	0,02	-0,17	0,08	0,12
Okt 18	0,02	4,0	0,05	0,07	0,21	-0,08
Nov	-0,03	2,0	-0,02	0,00	-0,18	0,00
Nov 06	-0,04	5,6	-0,01	-0,14	-0,14	0,06
Nov 12	0,04	5,3	0,00	0,24	-0,23	-0,06
Nov 18	-0,08	5,1	-0,02	-0,15	-0,18	-0,02
Dez	0,16	2,6	0,15	0,10	-0,05	-0,12
Dez 06	0,18	6,4	0,16	0,09	-0,06	-0,12
Dez 12	0,12	5,6	0,14	0,05	-0,08	-0,15
Dez 18	0,17	5,9	0,15	0,11	-0,02	-0,12

Tab. 11a: Häufigkeiten signifikanter Trends in Prozent aller Stationen bei der GT und ihren Einflussgrößen, differenziert nach Monaten und Terminen.

			GT	LT	TMRT	V	F
Jan	6 UTC	Pos. sig. Trend	13	71	43	-	-
		Neg. sig. Trend	-	-	-	43	-
	12 UTC	Pos. sig. Trend	56	33	60	-	7
Neg. sig. Trend		-	-	-	27	17	
18 UTC	Pos. sig. Trend	11	50	33	-	-	
	Neg. sig. Trend	-	-	-	50	-	
Feb	6 UTC	Pos. sig. Trend	-	-	-	-	-
		Neg. sig. Trend	-	-	-	-	-
	12 UTC	Pos. sig. Trend	26	7	79	-	-
Neg. sig. Trend		-	-	-	29	14	
18 UTC	Pos. sig. Trend	2	-	-	-	-	
	Neg. sig. Trend	-	-	-	-	-	
Mrz	6 UTC	Pos. sig. Trend	57	97	90	3	10
		Neg. sig. Trend	-	-	-	10	3
	12 UTC	Pos. sig. Trend	9	80	20	-	-
Neg. sig. Trend		-	-	-	20	-	
18 UTC	Pos. sig. Trend	19	60	60	-	-	
	Neg. sig. Trend	-	-	-	30	-	
Apr	6 UTC	Pos. sig. Trend	24	38	8	-	-
		Neg. sig. Trend	-	-	-	38	23
	12 UTC	Pos. sig. Trend	6	100	33	-	-
Neg. sig. Trend		-	-	-	33	33	
18 UTC	Pos. sig. Trend	9	100	-	-	-	
	Neg. sig. Trend	-	-	-	20	60	
Apr 1977-2000	6 UTC	Pos. sig. Trend	74	36	8	-	4
		Neg. sig. Trend	-	-	-	4	3
	12 UTC	Pos. sig. Trend	50	25	6	1	-
Neg. sig. Trend		-	-	-	4	1	
18 UTC	Pos. sig. Trend	91	48	37	3	-	
	Neg. sig. Trend	-	-	-	6	-	
Mai	6 UTC	Pos. sig. Trend	61	76	39	-	12
		Neg. sig. Trend	-	-	-	42	9
	12 UTC	Pos. sig. Trend	50	48	44	-	-
Neg. sig. Trend		-	-	-	78	4	
18 UTC	Pos. sig. Trend	52	71	57	1	-	
	Neg. sig. Trend	-	-	-	50	21	
Mai 1962-2000	6 UTC	Pos. sig. Trend	22	8	9	-	-
		Neg. sig. Trend	-	-	-	5	1
	12 UTC	Pos. sig. Trend	31	13	9	-	-
Neg. sig. Trend		-	-	-	10	3	
18 UTC	Pos. sig. Trend	17	4	4	-	-	
	Neg. sig. Trend	-	-	-	3	1	
Aug	6 UTC	Pos. sig. Trend	89	77	94	3	10
		Neg. sig. Trend	-	-	-	46	50
	12 UTC	Pos. sig. Trend	83	91	84	-	-
Neg. sig. Trend		-	-	-	67	76	
18 UTC	Pos. sig. Trend	89	100	100	4	-	
	Neg. sig. Trend	-	-	-	46	81	
Dez 1962-2000	6 UTC	Pos. sig. Trend	43	23	13	3	5
		Neg. sig. Trend	-	-	-	1	3
	12 UTC	Pos. sig. Trend	33	17	3	1	2
Neg. sig. Trend		-	-	-	2	2	
18 UTC	Pos. sig. Trend	43	22	13	1	4	
	Neg. sig. Trend	-	-	-	1	2	

Tab. 11b: Häufigkeiten signifikanter Jahrestrends in Prozent aller Stationen bei der GT und ihren Einflussgrößen, differenziert nach Terminen.

			GT	LT	TMRT	V	F
Jahr	6 UTC	Pos. sig. Trend	76	89	67	17	19
		Neg. sig. Trend	-	-	-	35	41
	12 UTC	Pos. sig. Trend	72	72	50	7	2
		Neg. sig. Trend	-	-	-	46	24
	18 UTC	Pos. sig. Trend	81	85	54	13	2
		Neg. sig. Trend	-	-	-	41	54

Tab. 12: Trendwerte der Häufigkeit von Tagen mit thermischer Belastung im Mittel aller Stationen und Anzahl der Stationen mit significantem Trend für das Jahr und die für den GT-Trend relevanten Monate.

	KB ¹ Jahr	WB ² Jahr	KB Jan	WB Mai	WB Aug	KB Dez
Trendwert (Tage/Dekade)	-1,44	2,23	-0,34	0,58	1,26	-0,14
Anzahl der Stationen mit sig. Trend	6	27	4	10	42	-
Stationen ausgenommen (für Trendberechnung zu wenig Tage mit thermischer Belastung)	-	Feldberg/Schw. Zugspitze	-	Braunlage Cuxhaven Feldberg/Schw. Helgoland Kl. Feldberg/Ts. List/Sylt Norderney Wasserkuppe Zugspitze	Feldberg/Schw. Zugspitze	Helgoland

¹ KB: Kältebelastung (6 UTC)

² WB: Wärmebelastung (12 UTC)

Tab. 13: Stationen, bei denen der GT-Trend stärker ist als der LT-Trend (in Prozent aller Stationen).

	GT > LT (%)
Jahr	87
Januar	93
Februar	93
März	80
April	76
Mai	91
Juni	65
Juli	87
August	96
September	41
Oktober	26
November	43
Dezember	48

Abb. 115-1 bis 117-14:
Trendanalysen zur atmosphärischen Zirkulation über Mitteleuropa

Die Zeitreihen (Jahres- und Monatstrends), die bei der GT in zwei Trendperioden zerlegt wurden (Tab. 4-1 bis 4-54), wurden auch bei diesen Größen auf mögliche Trendumkehrpunkte untersucht und ggf. zerlegt. Dokumentiert sind hier die Zerlegungen nur dann, wenn sie in der 2. Trendperiode zu einer Erhöhung des Signifikanzniveaus, verglichen mit der Gesamtperiode, geführt haben.

Die Ergebnisse zu den Trenduntersuchungen ausgewählter GWL-Klassen sind in Tagen pro Dekade angegeben.

Abb. 115-1

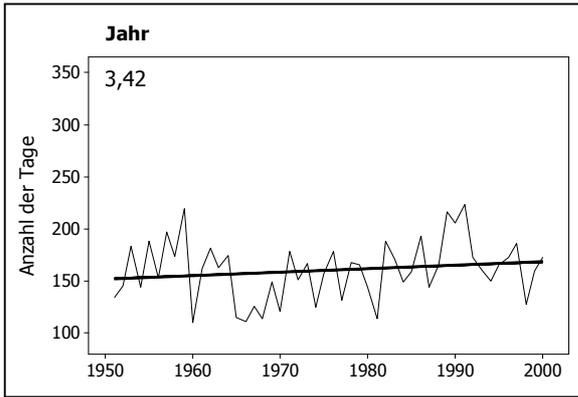


Abb. 115-2

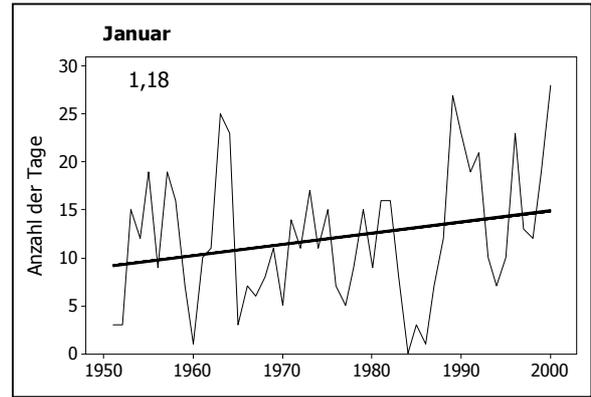


Abb. 115-3

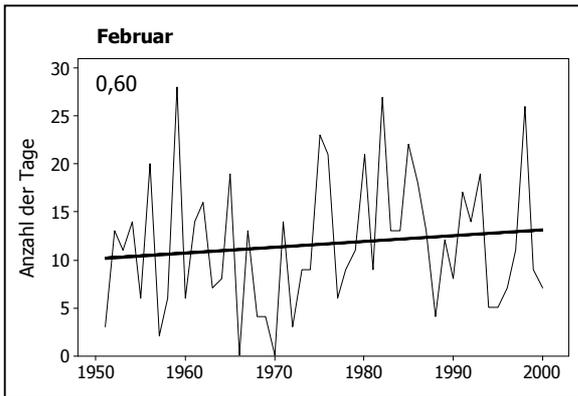


Abb. 115-4

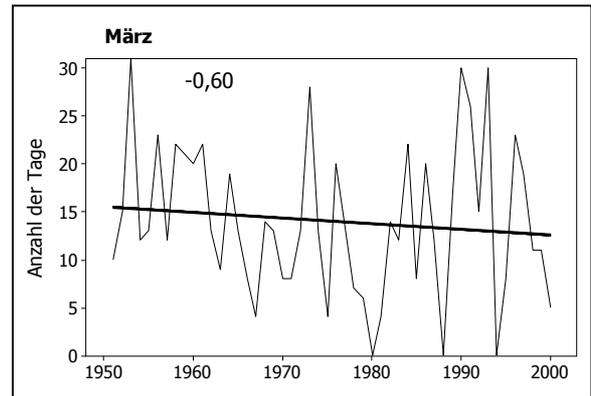


Abb. 115-5

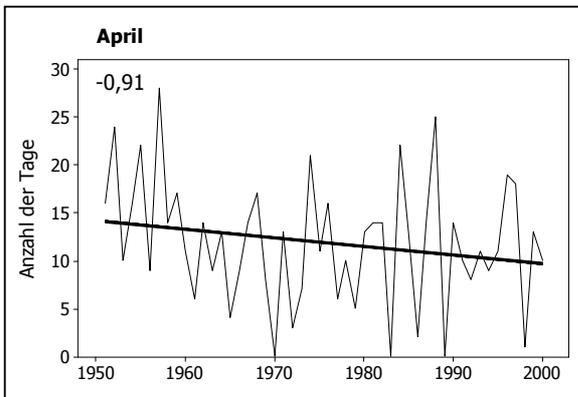


Abb. 115-6

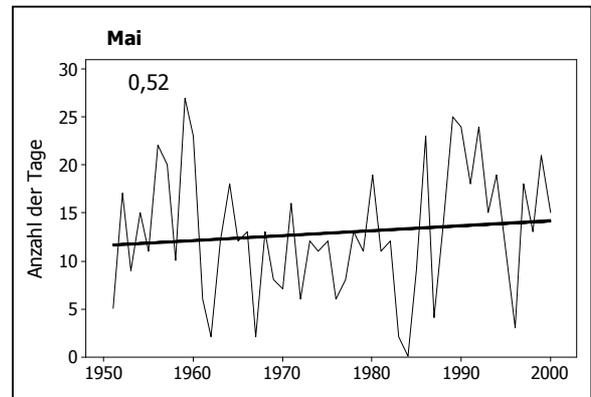


Abb. 115-7

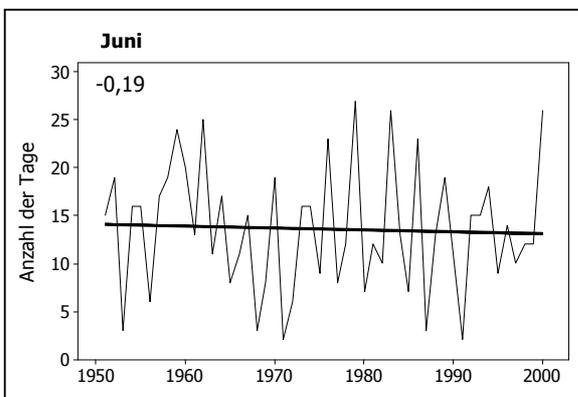


Abb. 115-8

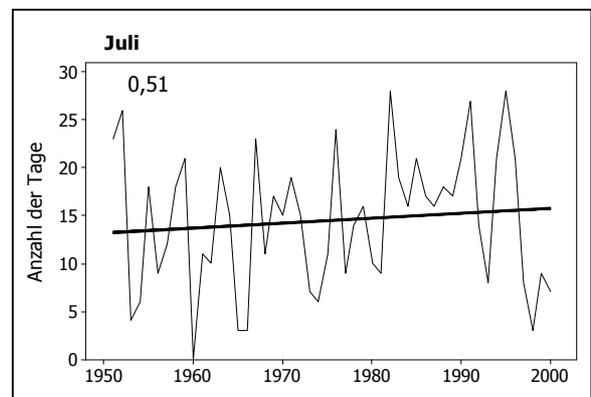


Abb. 115-1 bis 115-13: Trends der Häufigkeit antizyklonaler GWL für Jahr und Monate.

Abb. 115-9

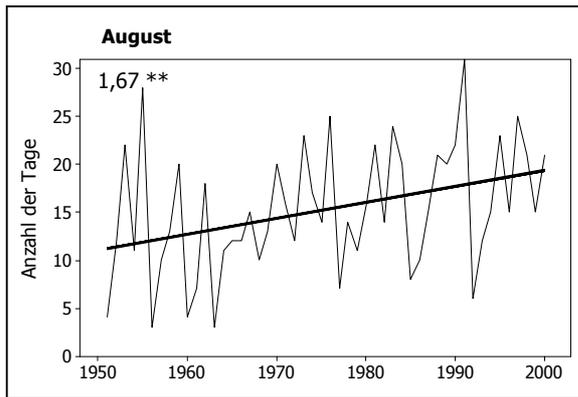


Abb. 115-10

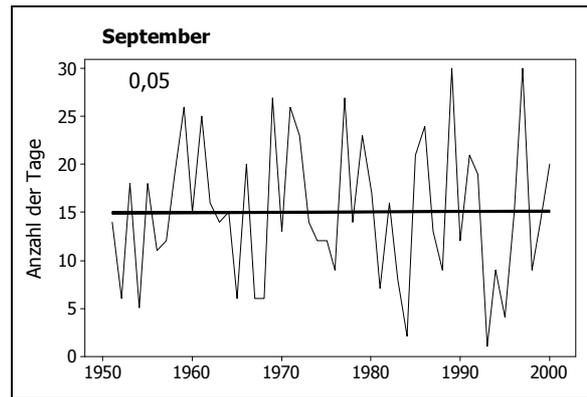


Abb. 115-11

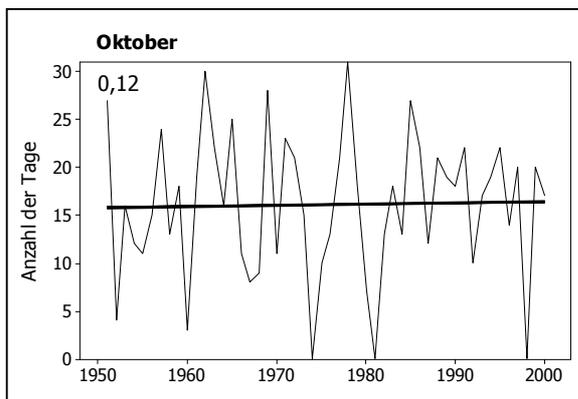


Abb. 115-12

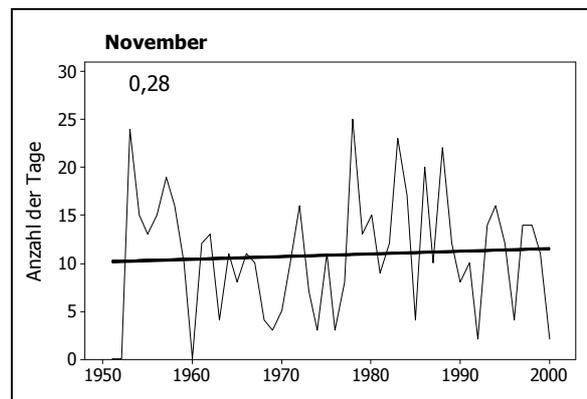


Abb. 115-13

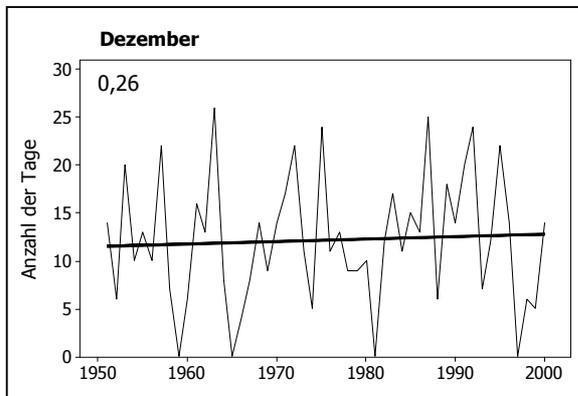


Abb. 115-1 bis 115-13: Trends der Häufigkeit antizyklonaler GWL für Jahr und Monate (vorherige Seite).

Abb. 116-1

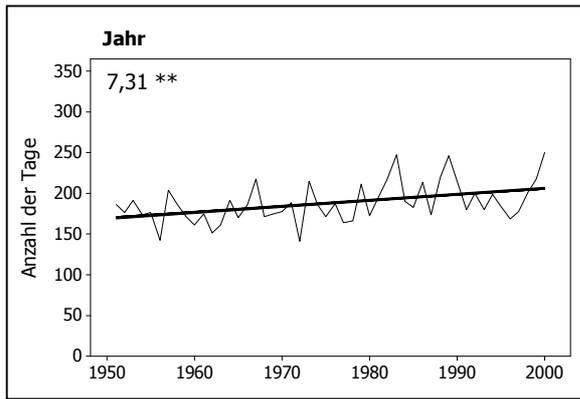


Abb. 116-2

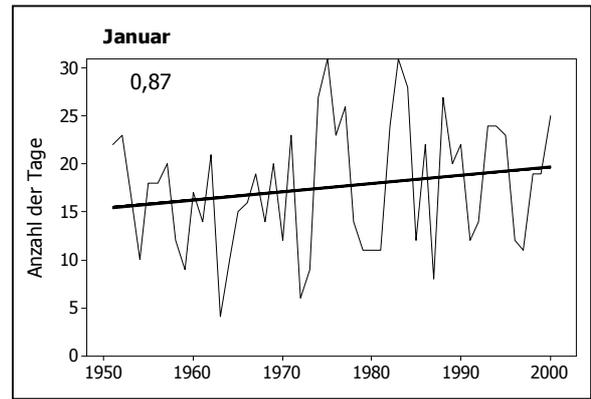


Abb. 116-3

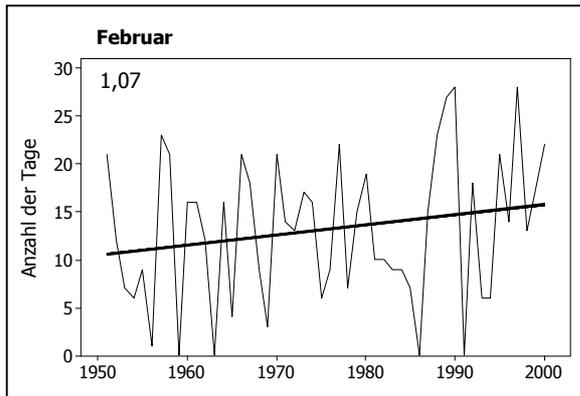


Abb. 116-4

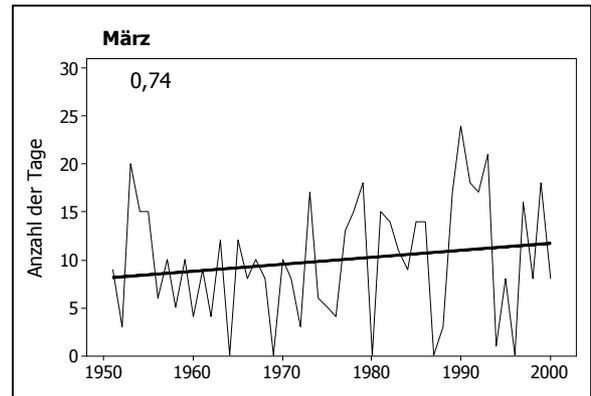


Abb. 116-5

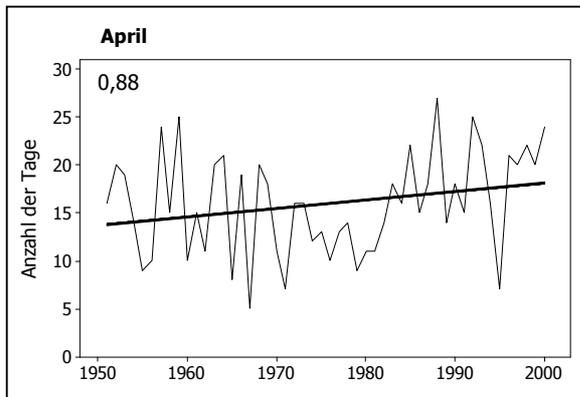


Abb. 116-6

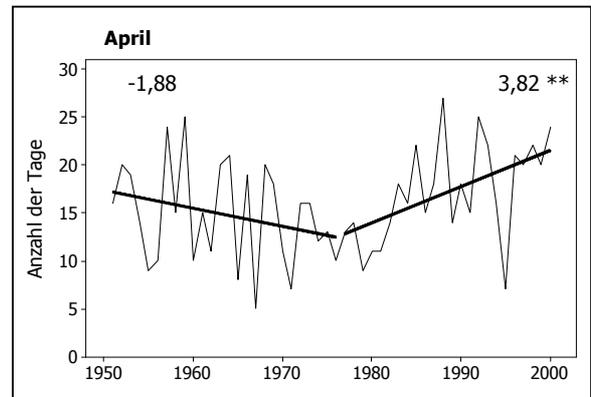


Abb. 116-7

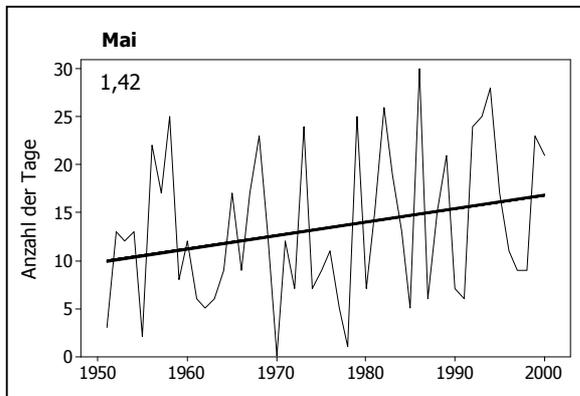


Abb. 116-8

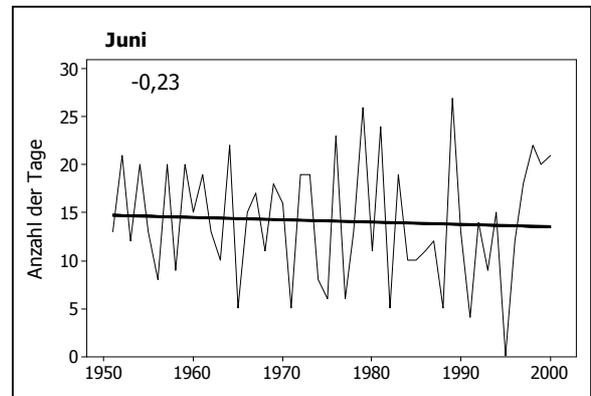


Abb. 116-1 bis 116-15: Trends der Häufigkeit von GWL mit positiver LT-Anomalie für Jahr und Monate (Def. n. Gerstengarbe und Werner, 1999).

Abb. 116-9

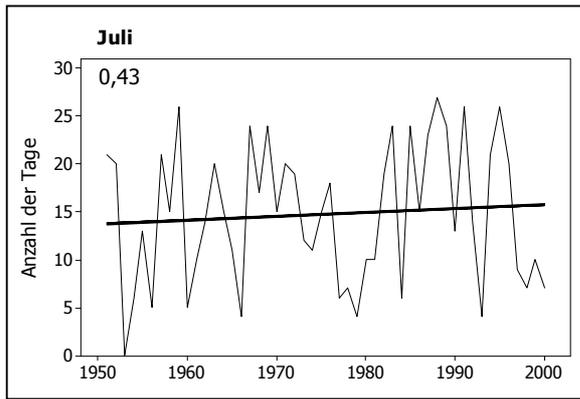


Abb. 116-10

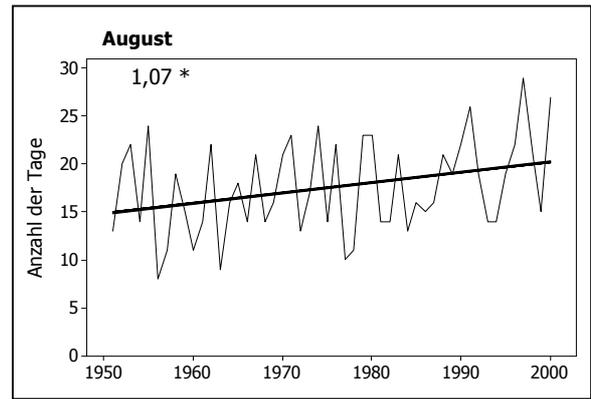


Abb. 116-11

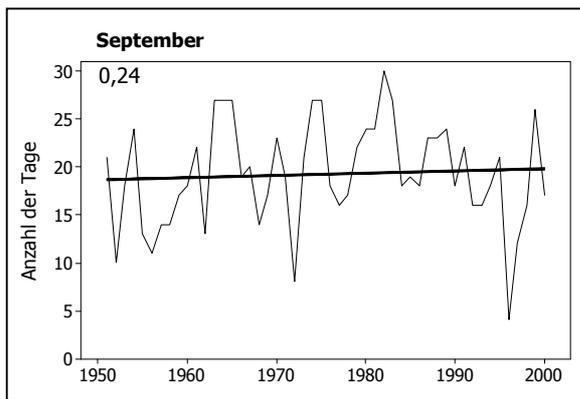


Abb. 116-12

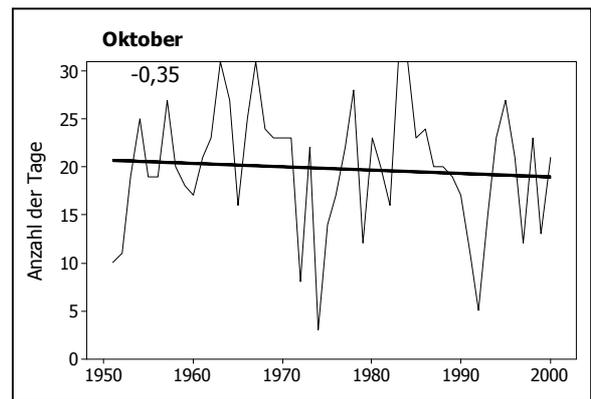


Abb. 116-13

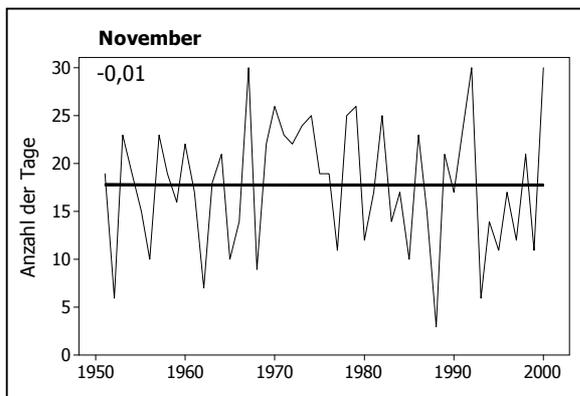


Abb. 116-14

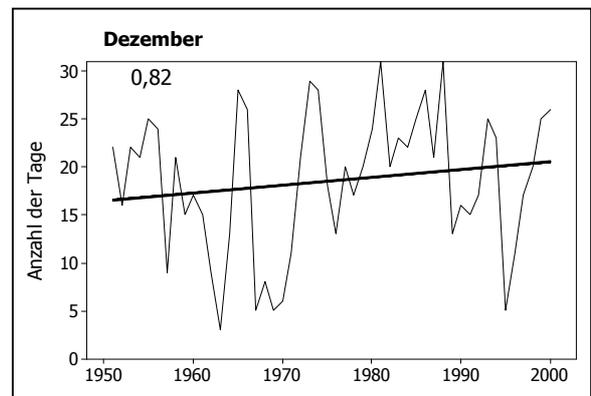


Abb. 116-15

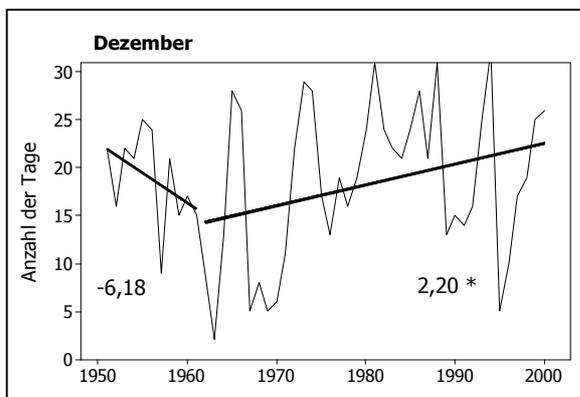


Abb. 116-1 bis 116-15: Trends der Häufigkeit von GWL mit positiver LT-Anomalie für Jahr und Monate (Def. n. Gerstengarbe und Werner, 1999; vorherige Seite).

Abb. 117-1

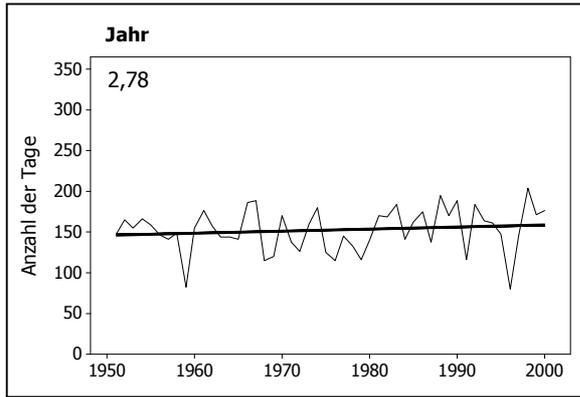


Abb. 117-2

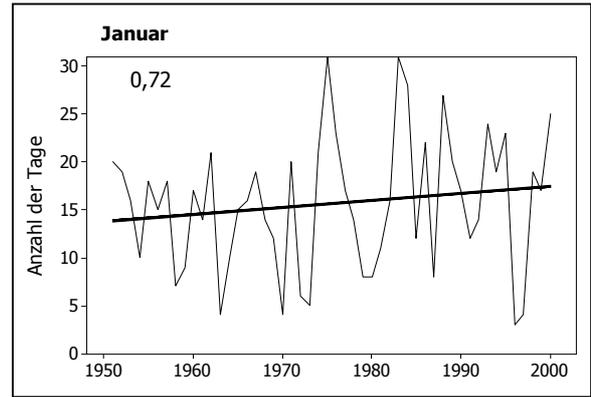


Abb. 117-3

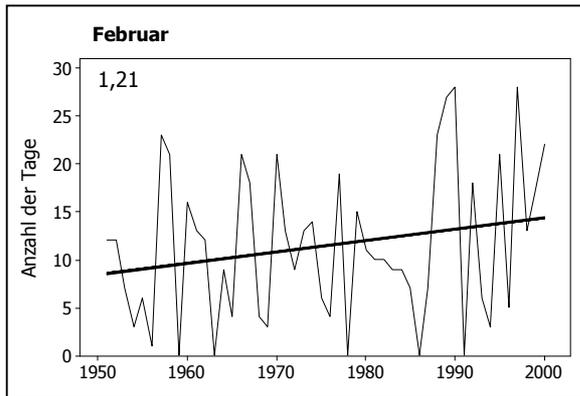


Abb. 117-4

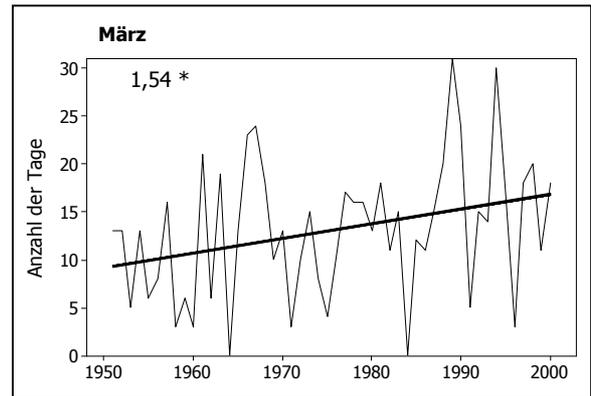


Abb. 117-5

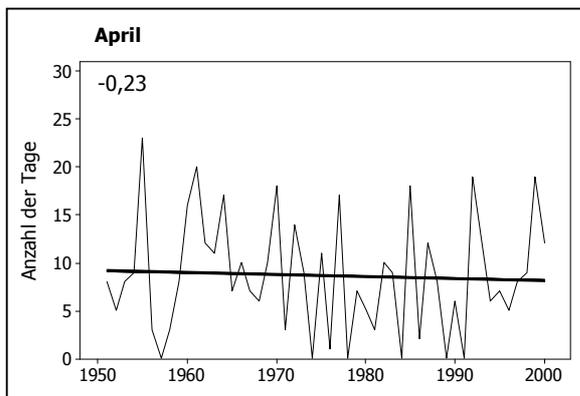


Abb. 117-6

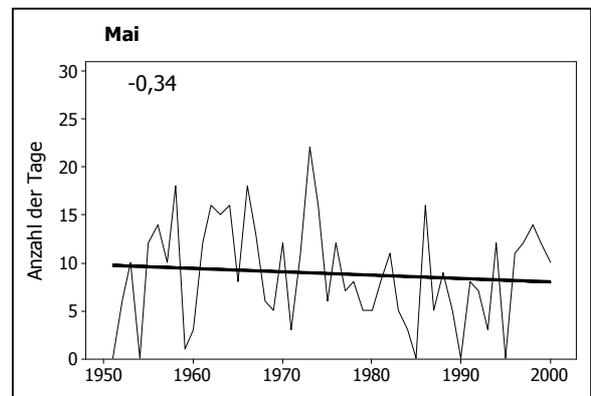


Abb. 117-7

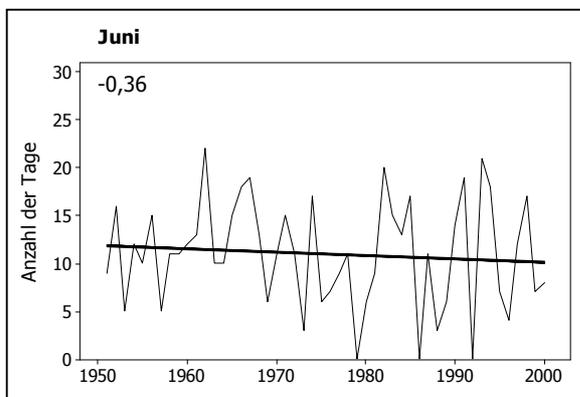


Abb. 117-8

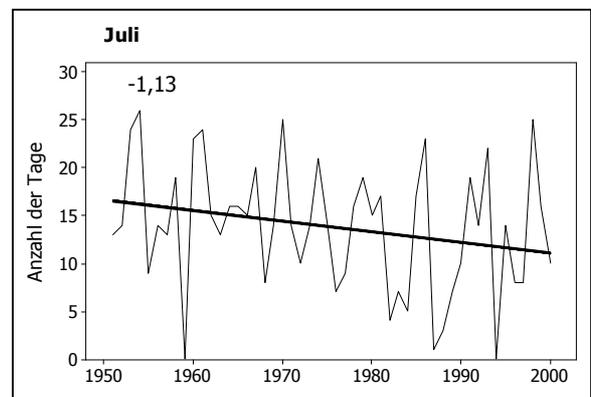


Abb. 117-1 bis 117-14: Trends der Häufigkeit der Großwettertypen NW, W und SW für Jahr und Monate.

Abb. 117-9

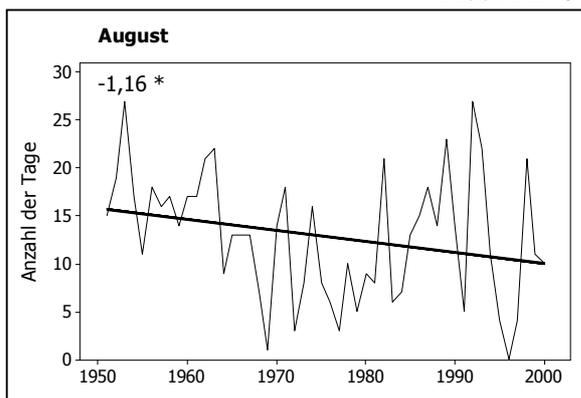


Abb. 117-10

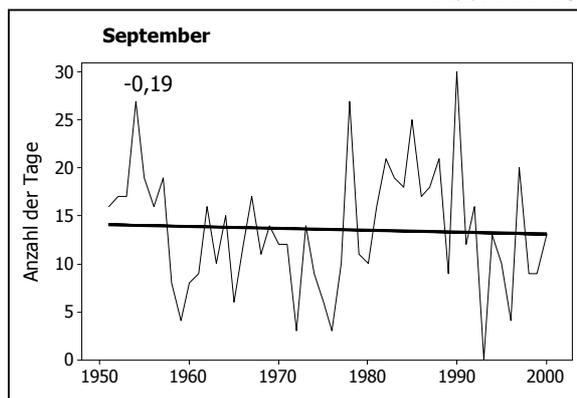


Abb. 117-11

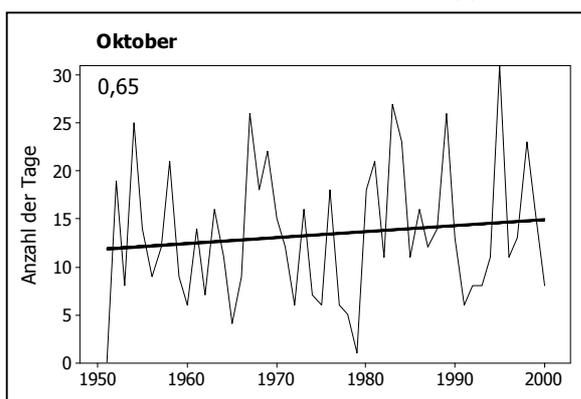


Abb. 117-12

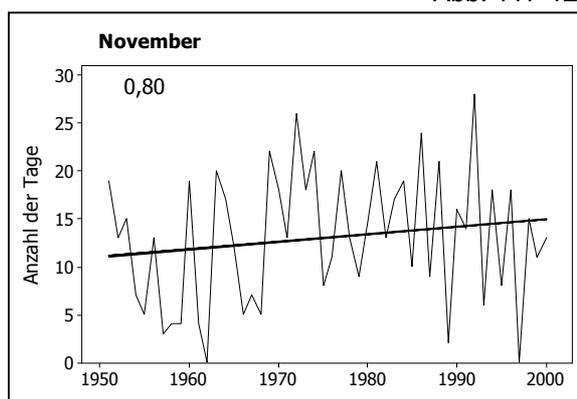


Abb. 117-13

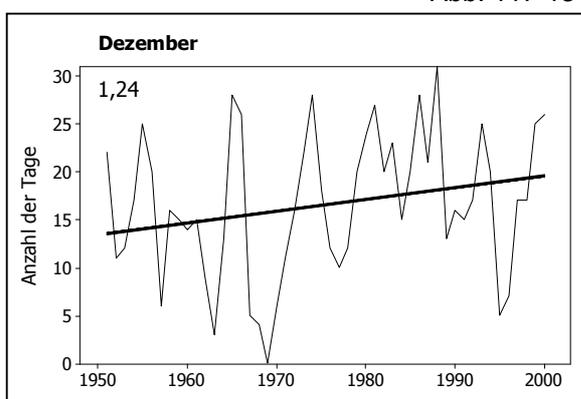


Abb. 117-14

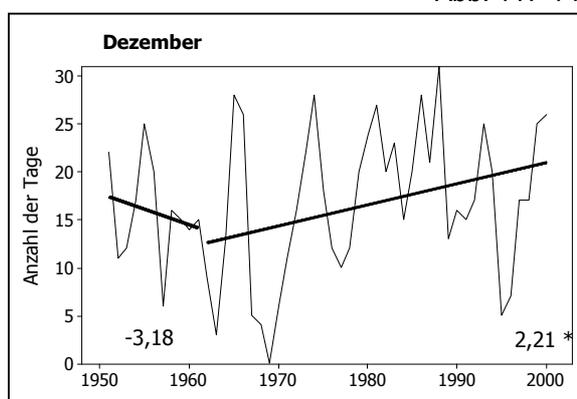


Abb. 117-1 bis 117-14: Trends der Häufigkeit der Großwettertypen NW, W und SW für Jahr und Monate (vorherige Seite).

Abb. 118-1 bis 125-5:

Häufigkeiten der GWL nach Hess und Brezowsky im Gesamtzeitraum und in den einzelnen Dekaden für Jahr und Monate mit signifikanten Trends der GT

Tab. 14: GWL nach Hess und Brezowsky (1969), mit Angabe des vorherrschenden Witterungscharakters (a: antizyklonal; z: zyklonal).

WA	Westlage, antizyklonal	a
WZ	Westlage, zyklonal	z
WS	Südliche Westlage	z
WW	Winkelförmige Westlage	z
SWA	Südwestlage, antizyklonal	a
SWZ	Südwestlage, zyklonal	z
NWA	Nordwestlage, antizyklonal	a
NWZ	Nordwestlage, zyklonal	z
HM	Hoch Mitteleuropa	a
BM	Hochdruckbrücke (Rücken) Mitteleuropa	a
TM	Tief Mitteleuropa	z
NA	Nordlage, antizyklonal	a
NZ	Nordlage, zyklonal	z
HNA	Hoch Nordmeer-Inland, antizyklonal	a
HNZ	Hoch Nordmeer-Inland, zyklonal	z
HB	Hoch Britische Inseln	a
TRM	Trog Mitteleuropa	z
NEA	Nordostlage, antizyklonal	a
NEZ	Nordostlage, zyklonal	z
HFA	Hoch Fennoskandien, antizyklonal	a
HFZ	Hoch Fennoskandien, zyklonal	z
HNFA	Hoch Nordmeer-Fennoskandien, antizyklonal	a
HNFZ	Hoch Nordmeer-Fennoskandien, zyklonal	z
SEA	Südostlage, antizyklonal	a
SEZ	Südostlage, zyklonal	z
SA	Südlage, antizyklonal	a
SZ	Südlage, zyklonal	z
TB	Tief Britische Inseln	z
TRW	Trog Westeuropa	z

Bedeutung der Farben auf den folgenden Seiten:

Rot: GWL-Tage mit positiver LT-Anomalie

Blau: GWL-Tage mit negativer LT-Anomalie

Grau: GWL-Tage mit weitgehend normalen LT-Werten

Weiß: LT-Anomalie kann nicht bestimmt werden (betrifft nur das Jahr)

(Def. n. Gerstengarbe und Werner, 1999)

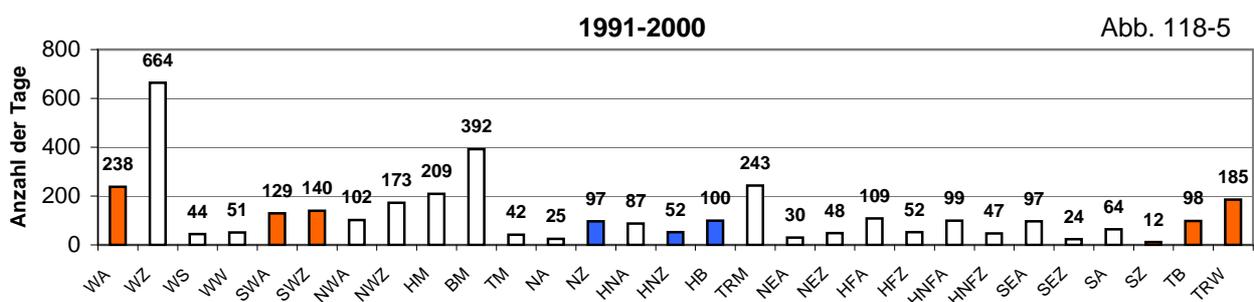
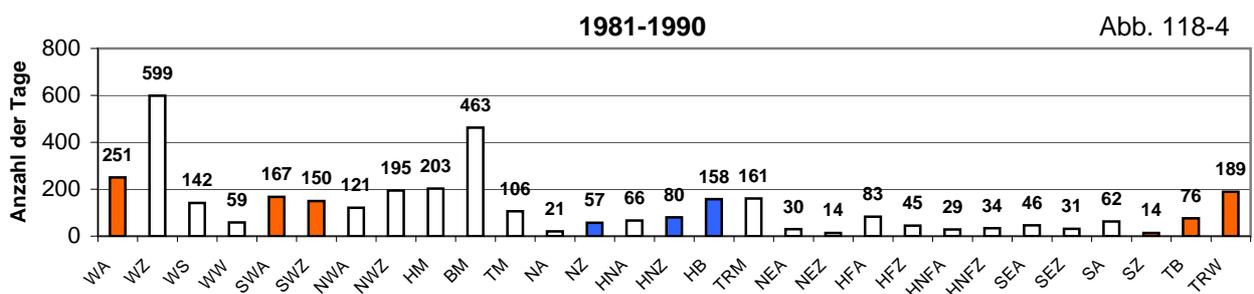
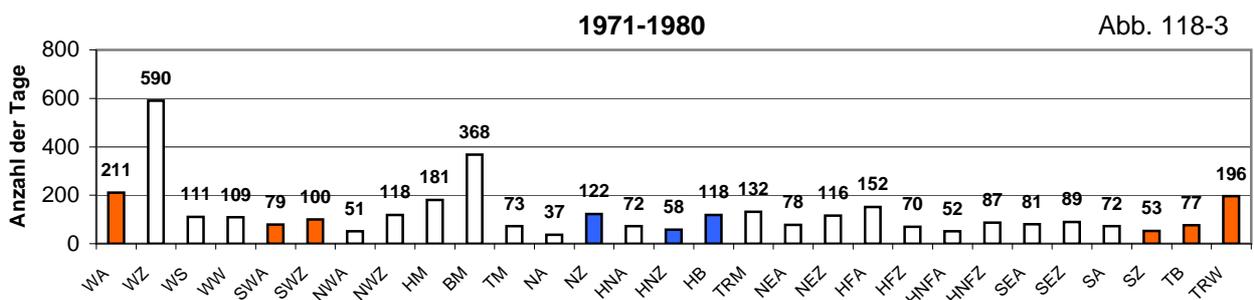
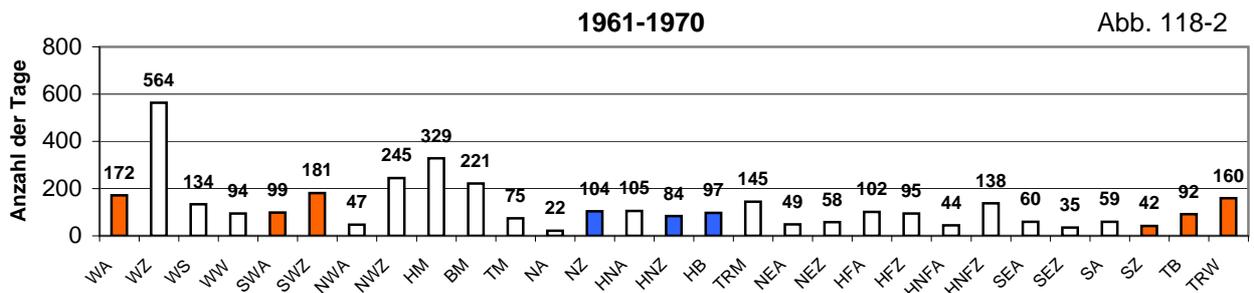
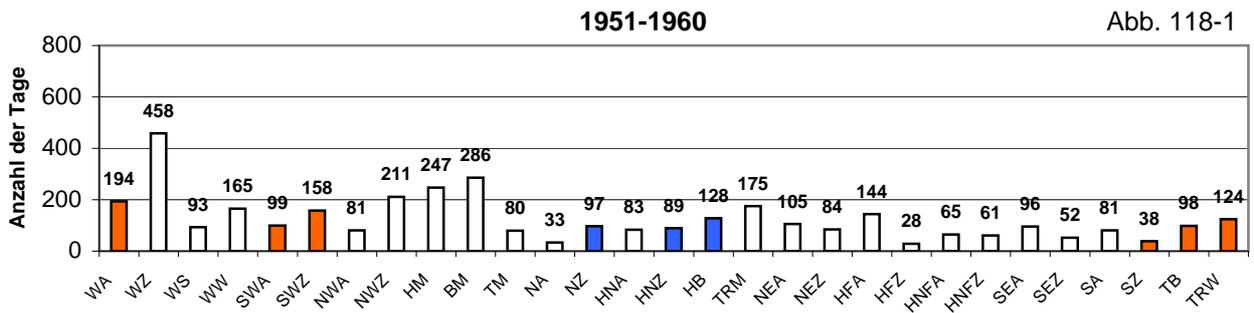


Abb. 118-1 bis 118-5: GWL-Häufigkeiten im Jahr.

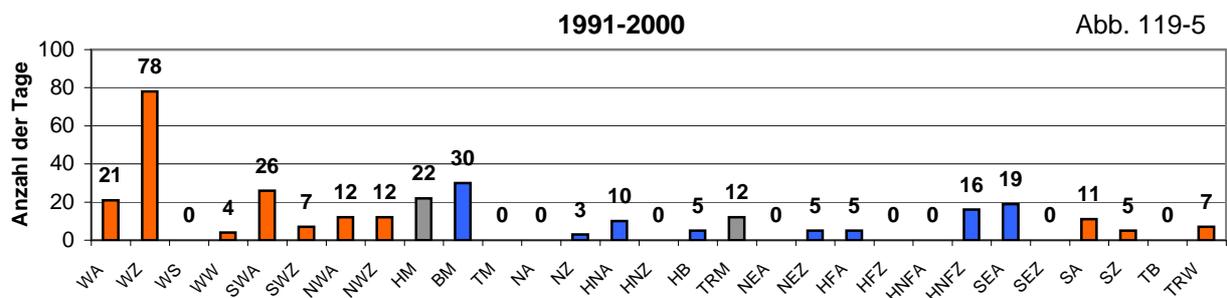
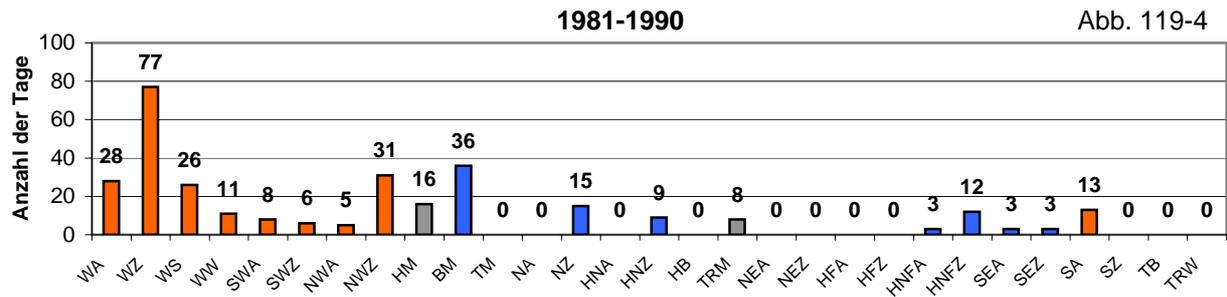
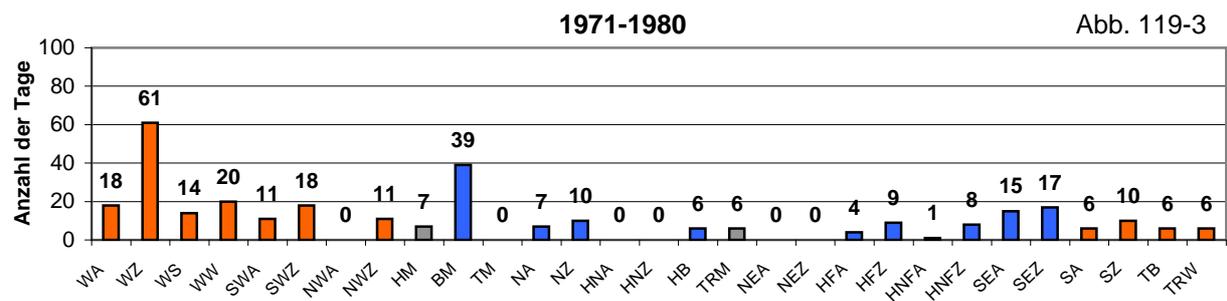
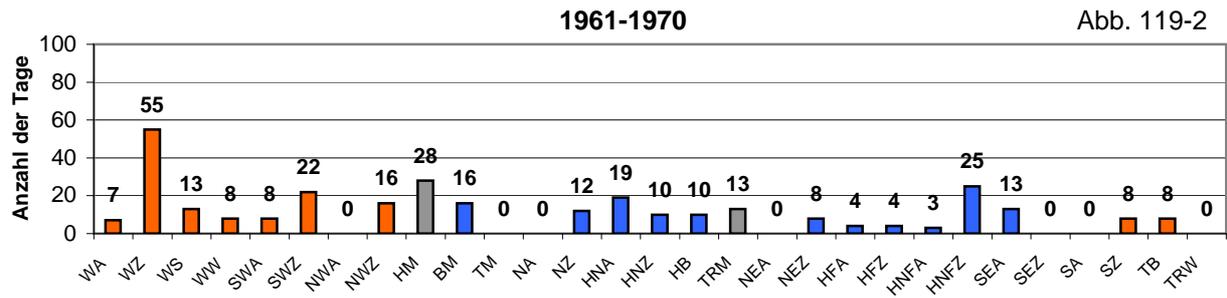
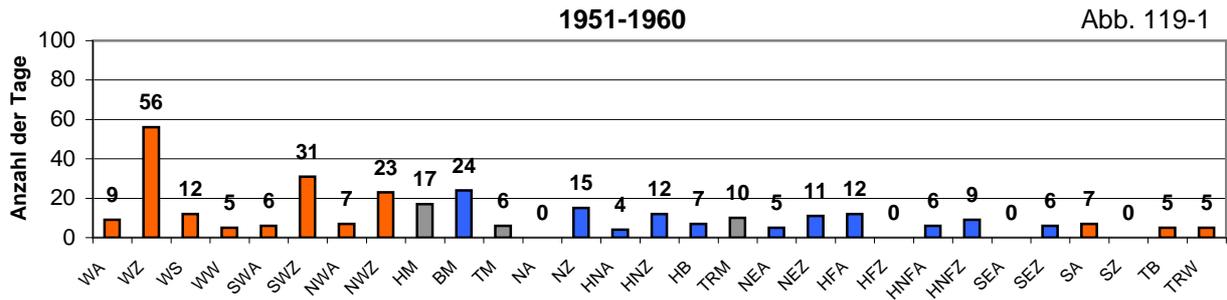


Abb. 119-1 bis 119-5: GWL-Häufigkeiten im Januar.

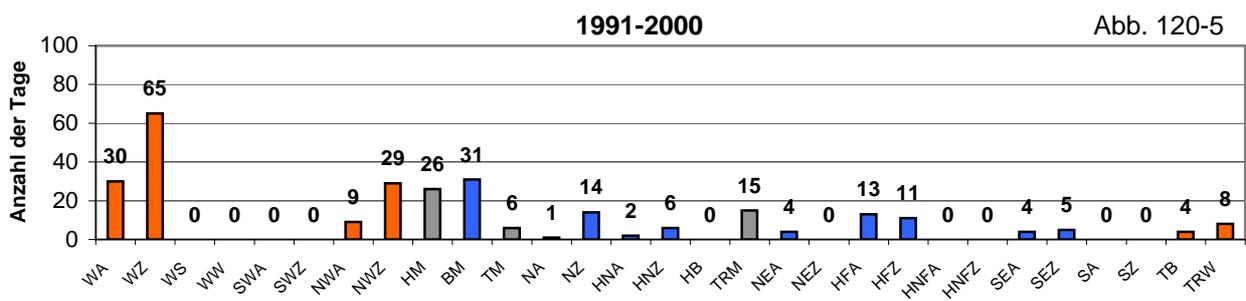
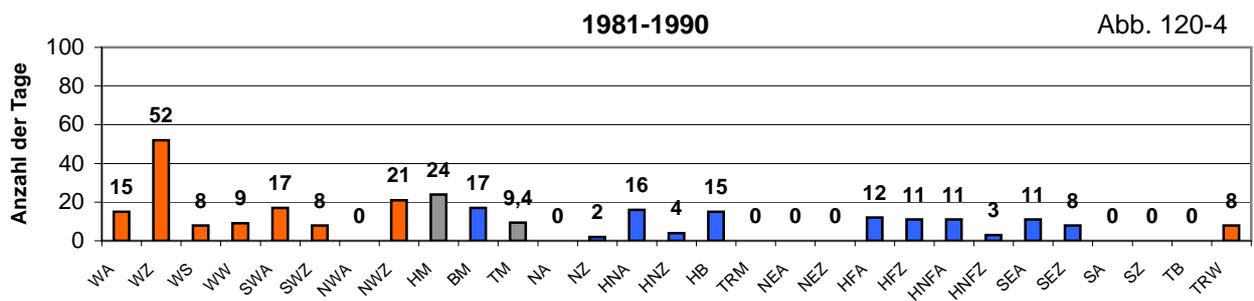
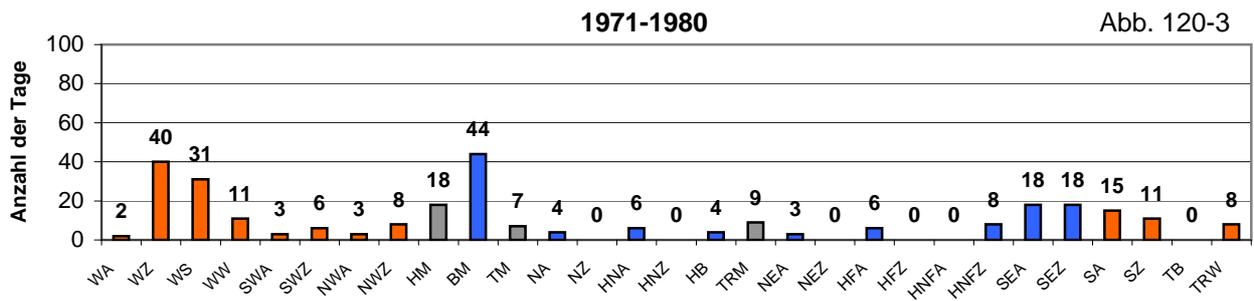
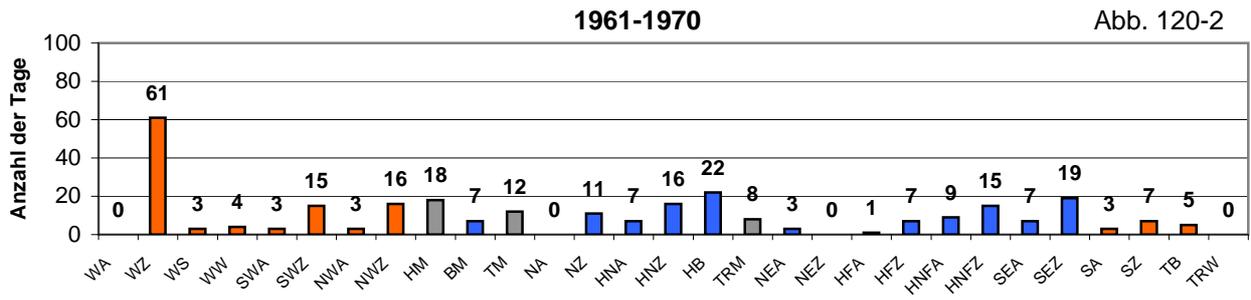
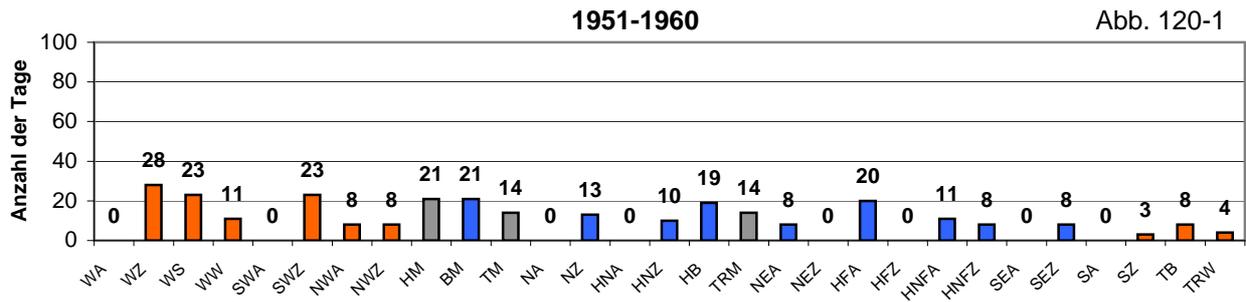


Abb. 120-1 bis 120-5: GWL-Häufigkeiten im Februar.

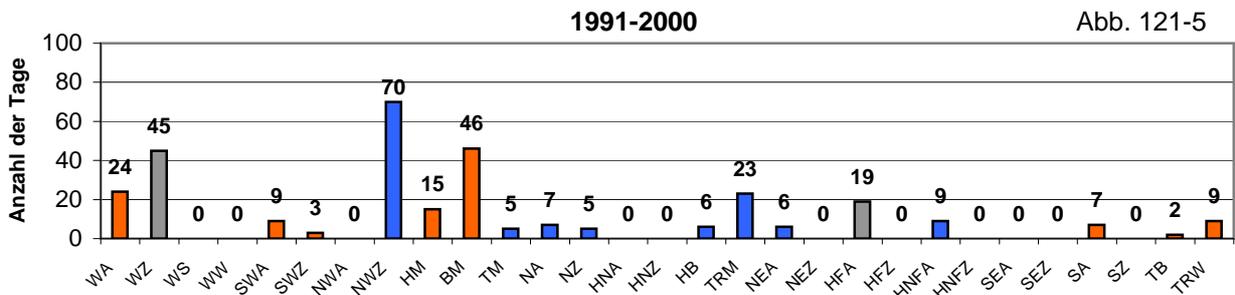
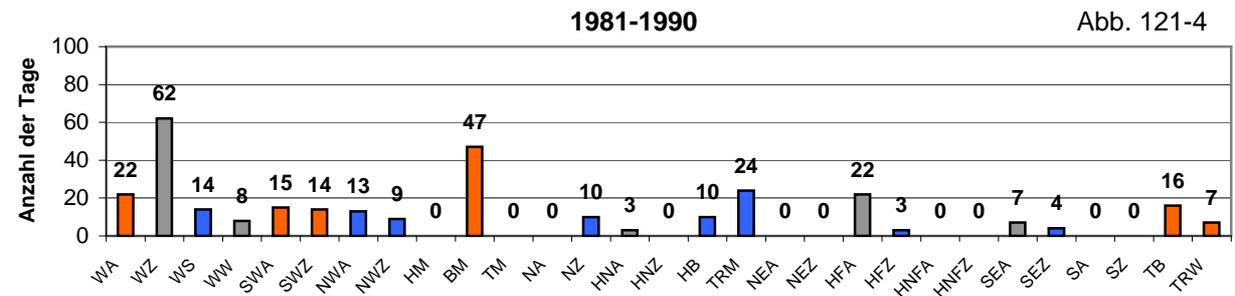
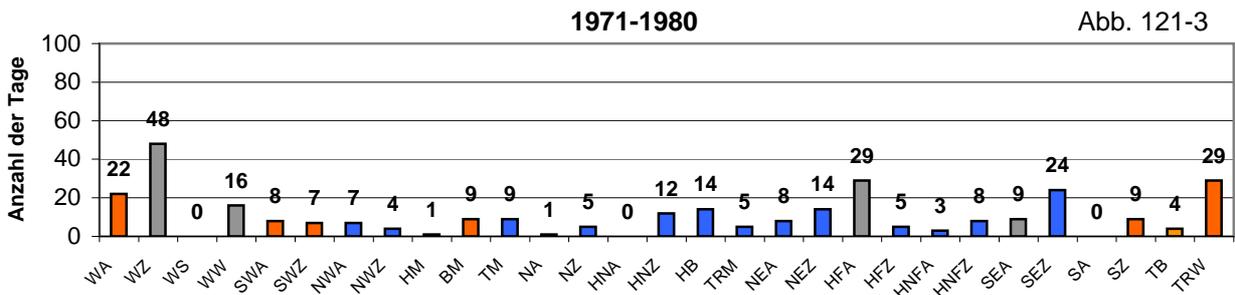
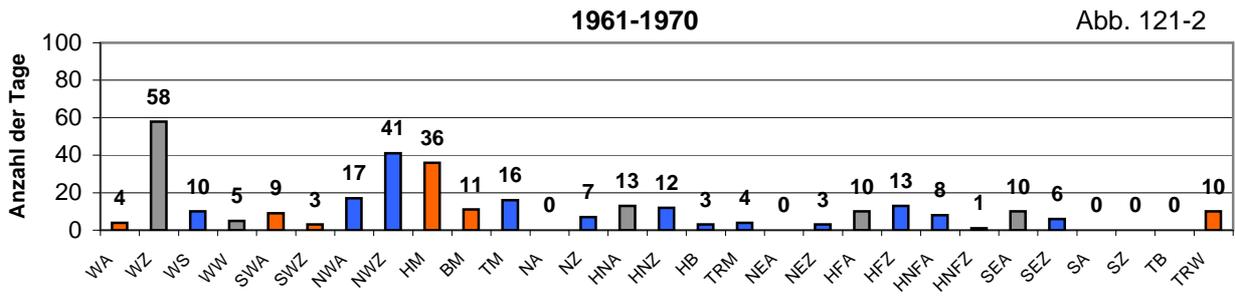
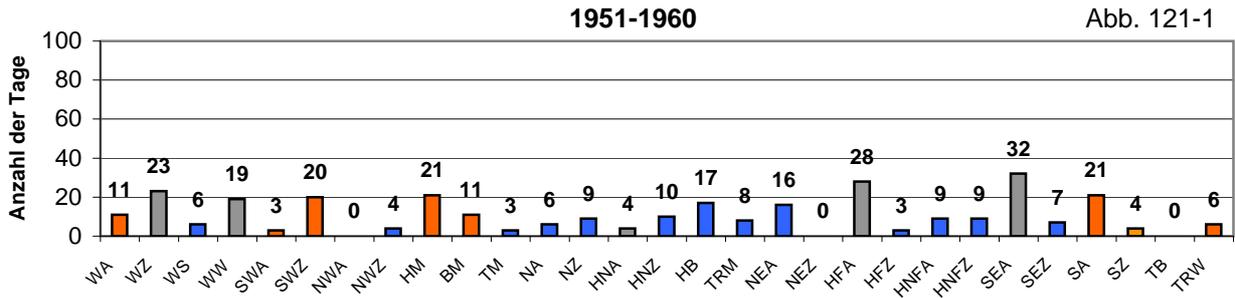


Abb. 121-1 bis 121-5: GWL-Häufigkeiten im März.

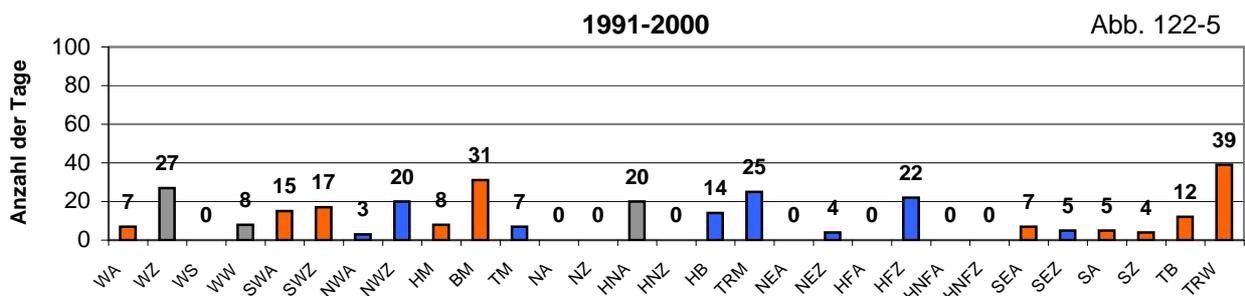
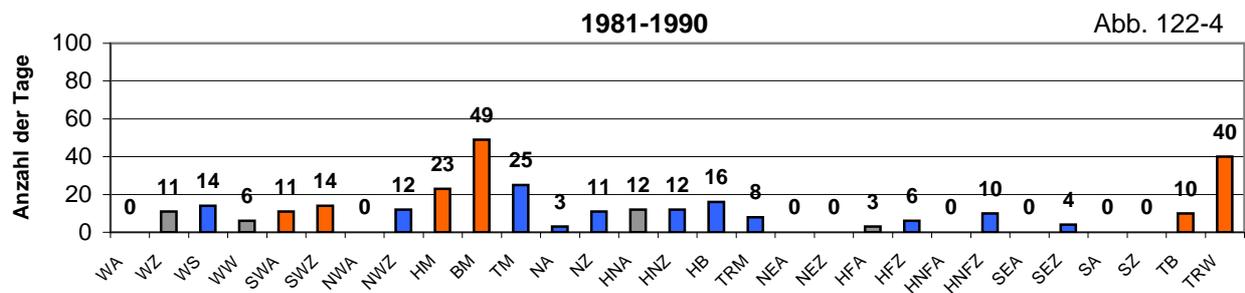
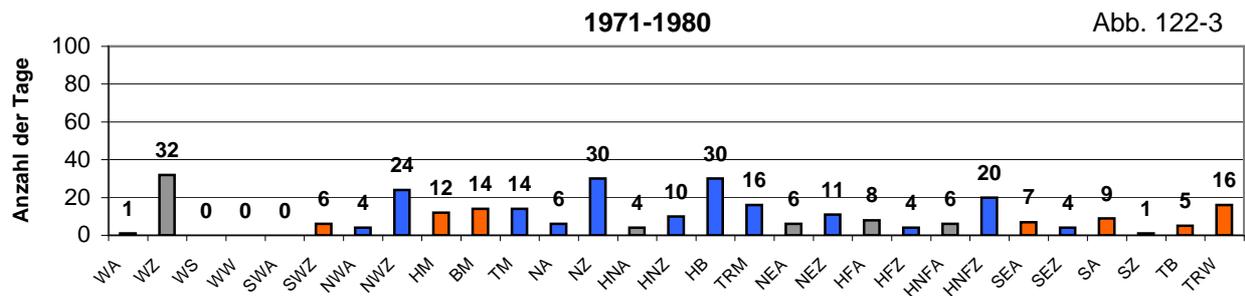
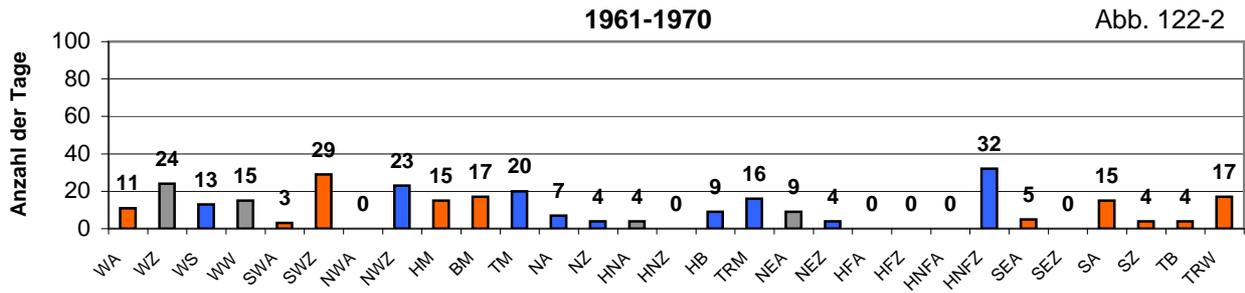
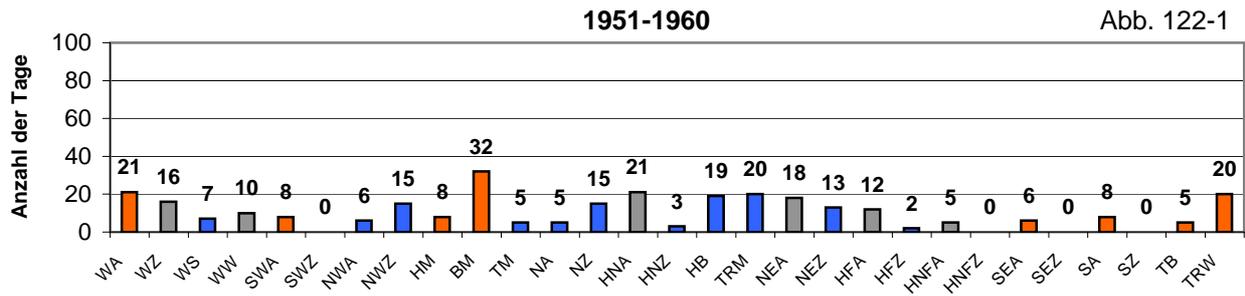


Abb. 122-1 bis 122-5: GWL-Häufigkeiten im April.

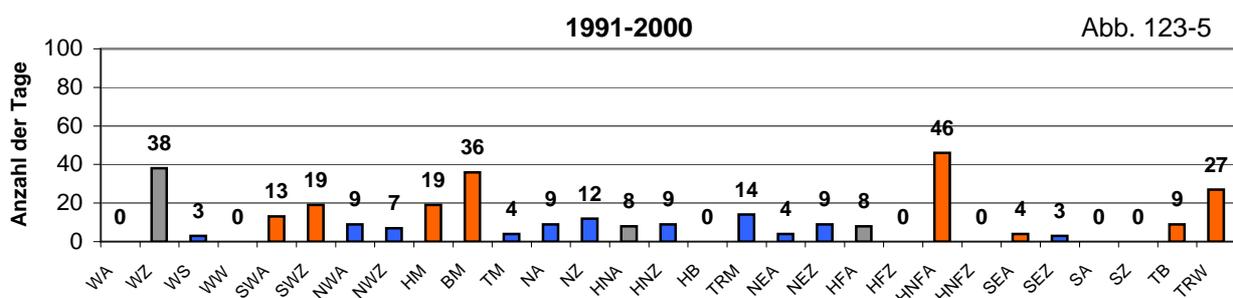
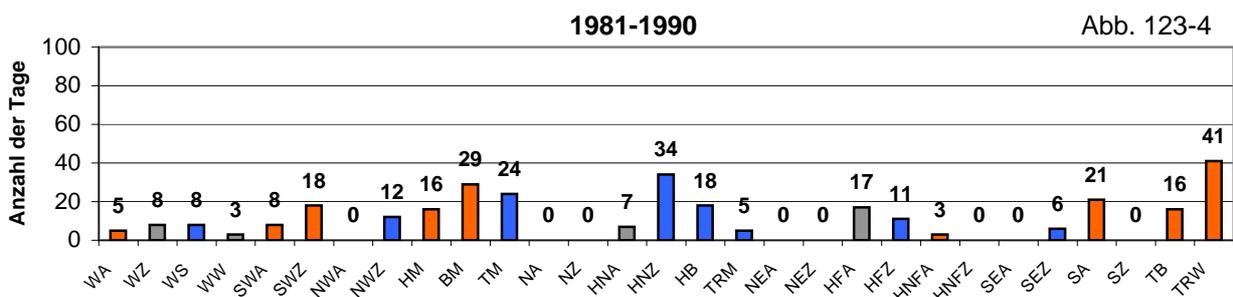
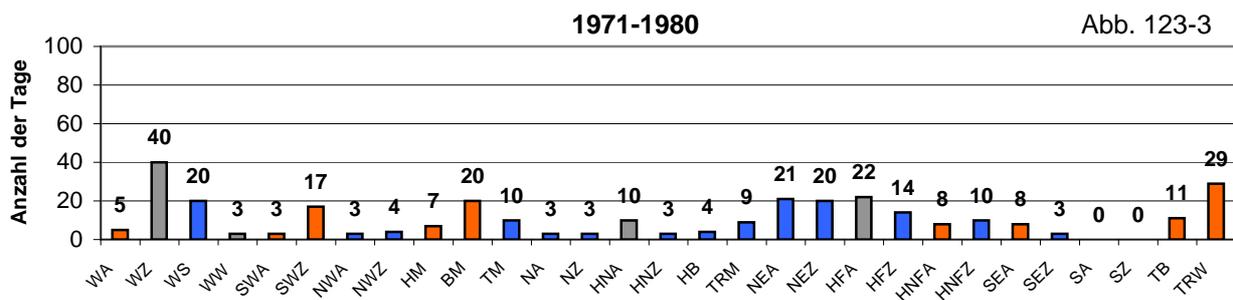
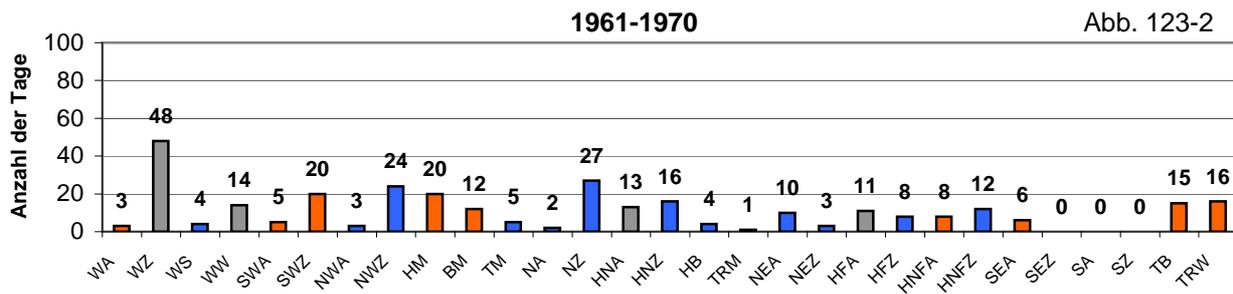
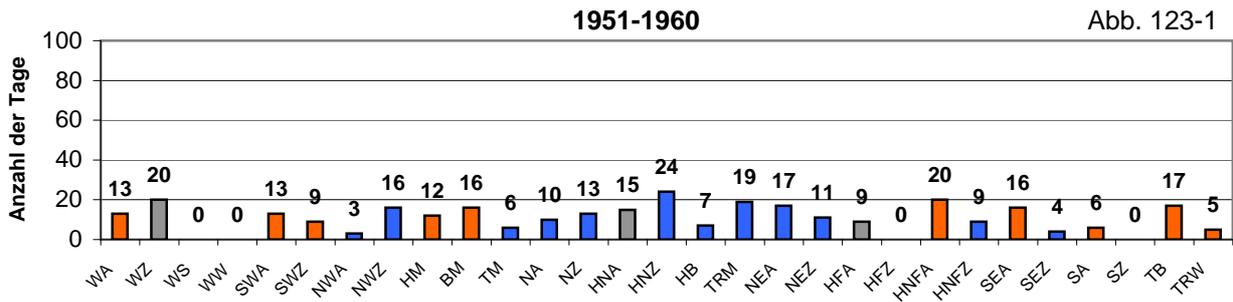


Abb. 123-1 bis 123-5: GWL-Häufigkeiten im Mai.

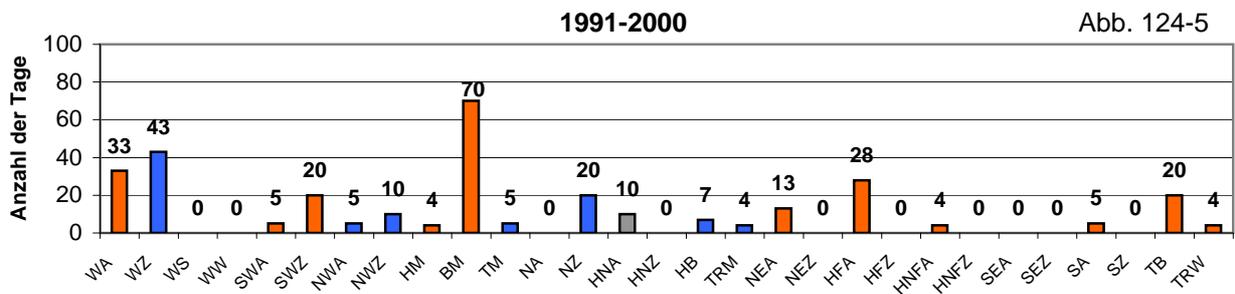
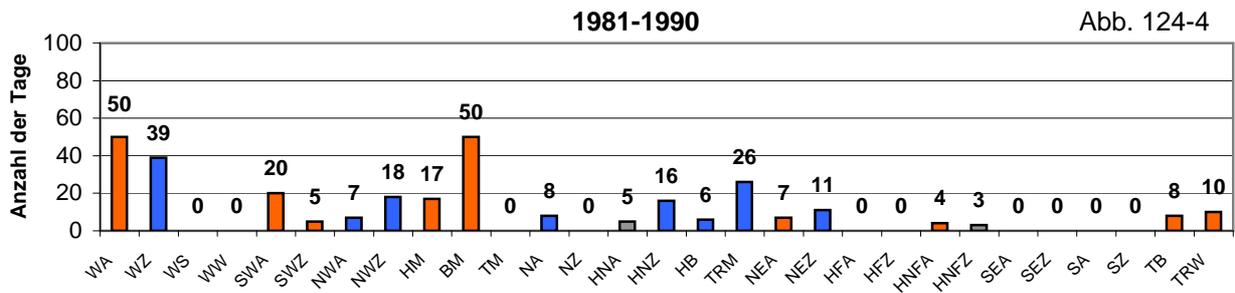
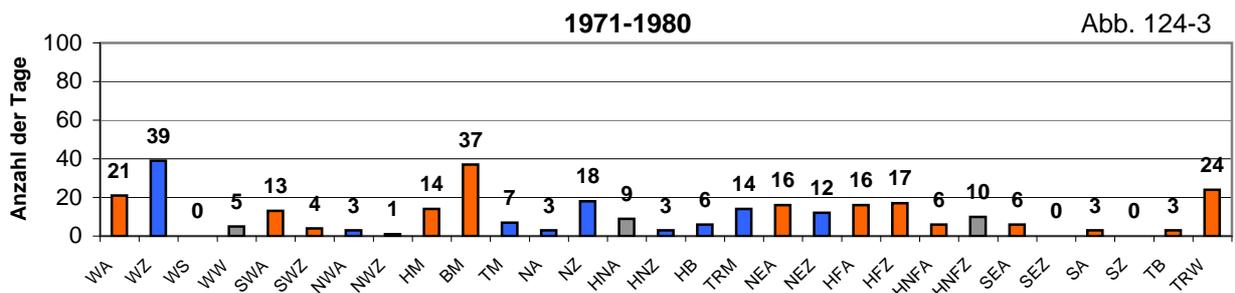
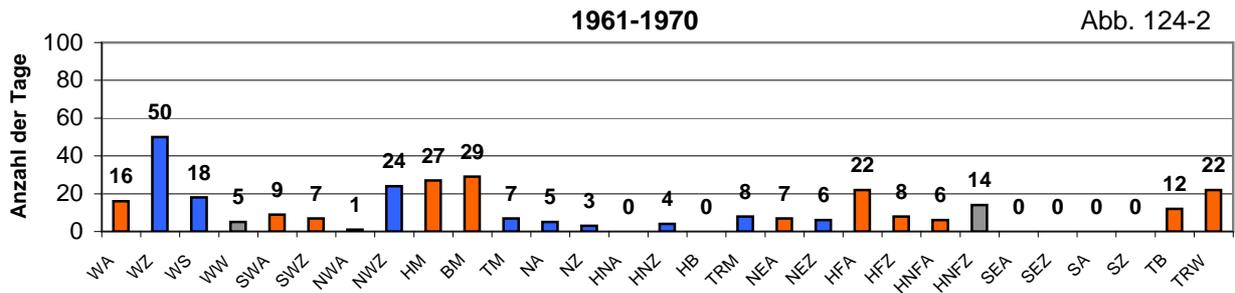
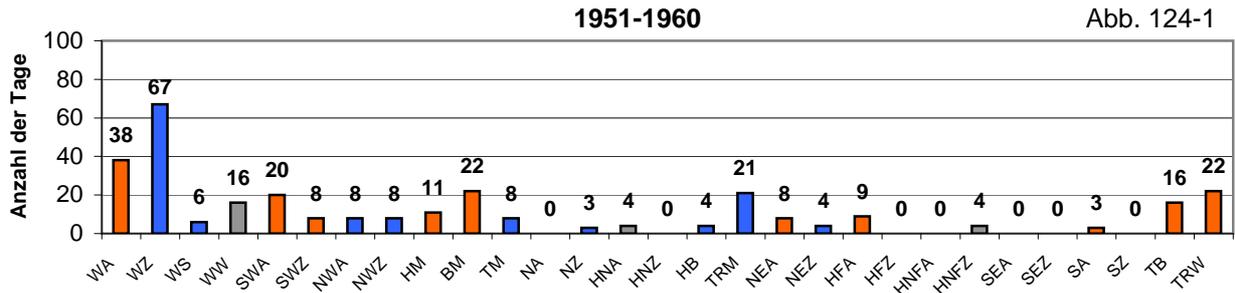


Abb. 124-1 bis 124-5: GWL-Häufigkeiten im August.

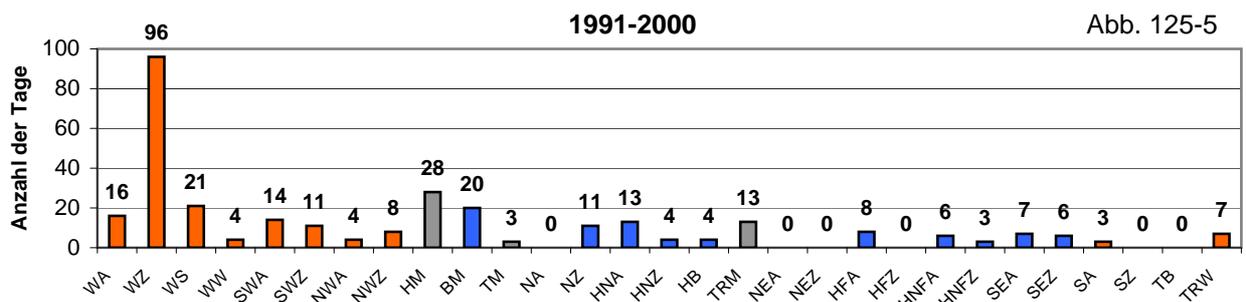
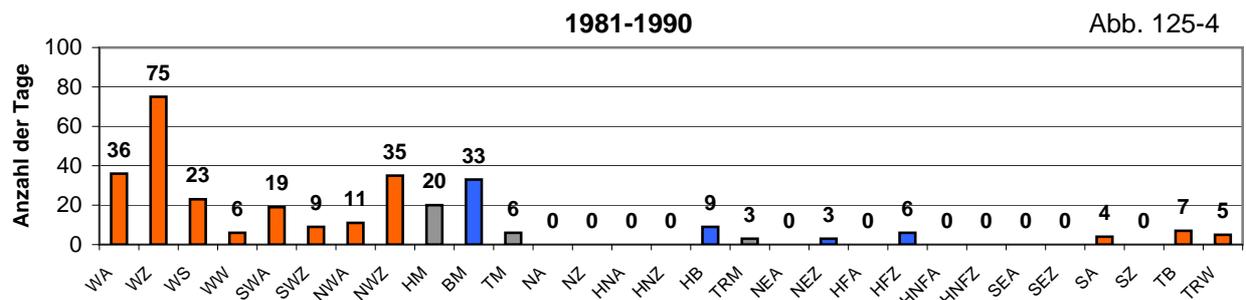
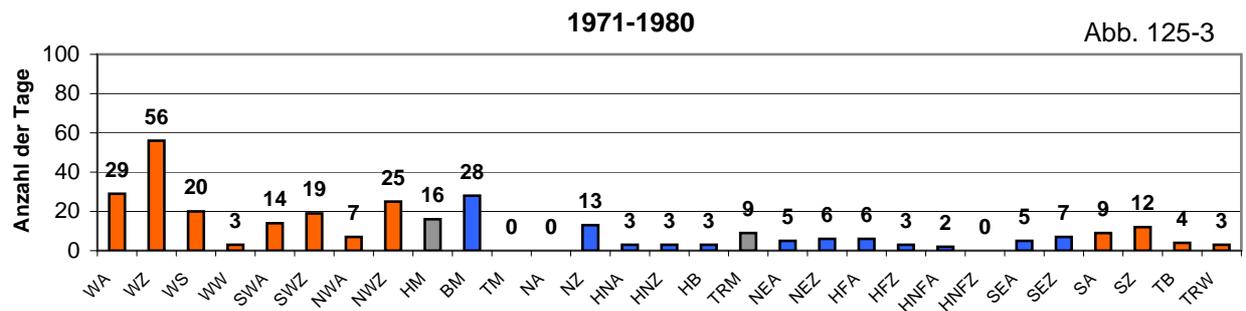
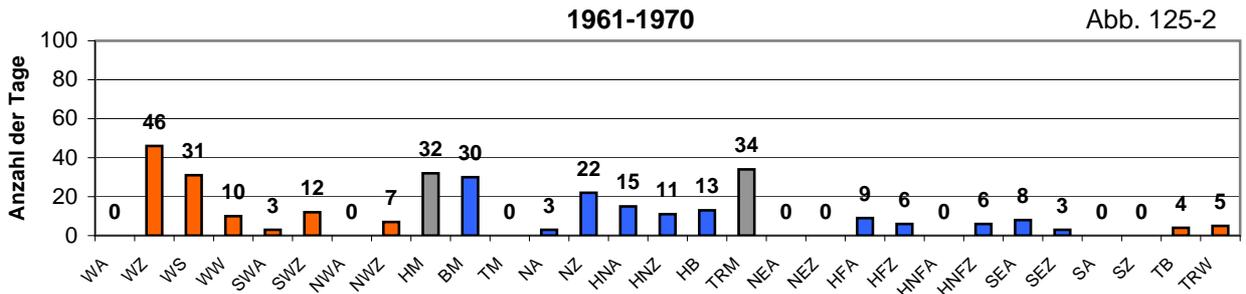
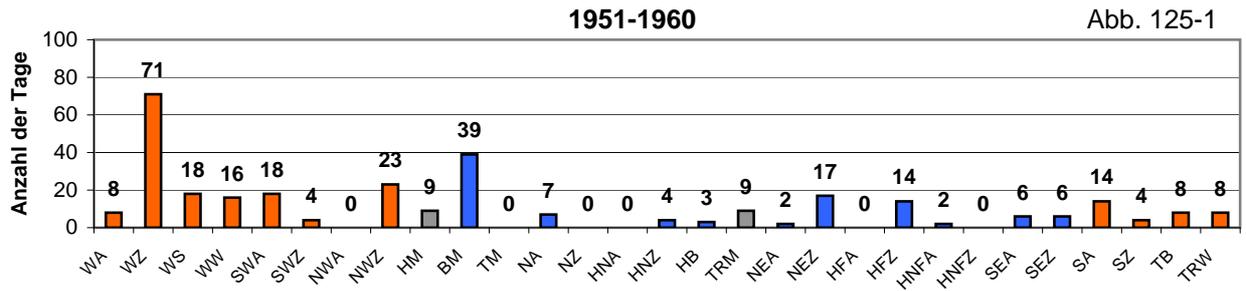


Abb. 125-1 bis 125-5: GWL-Häufigkeiten im Dezember.

Abb. 126 bis 141:
Weitere relevante Analysen und Darstellungen

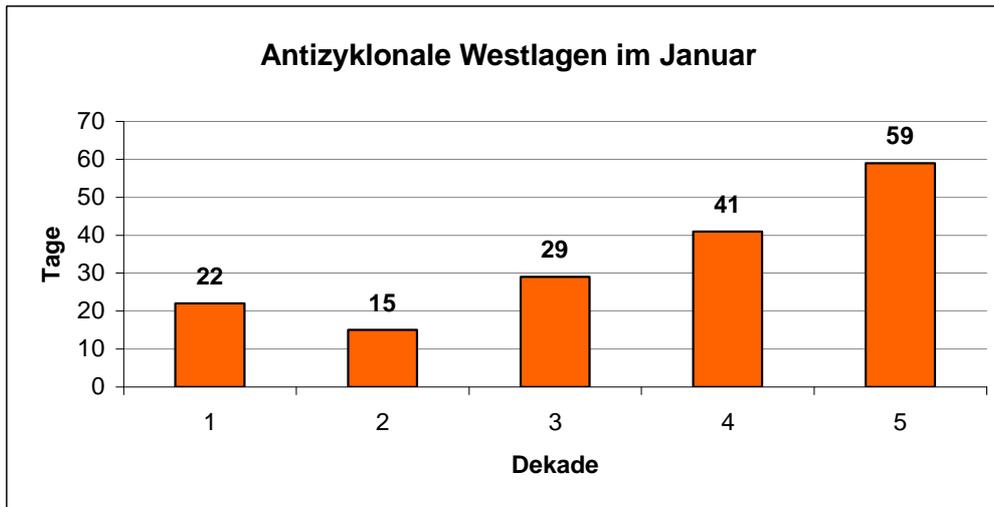


Abb. 126: Häufigkeiten antizyklonaler Westlagen („Swa“+„Wa“+„Nwa“) in den Dekaden der Untersuchungsperiode im Januar.

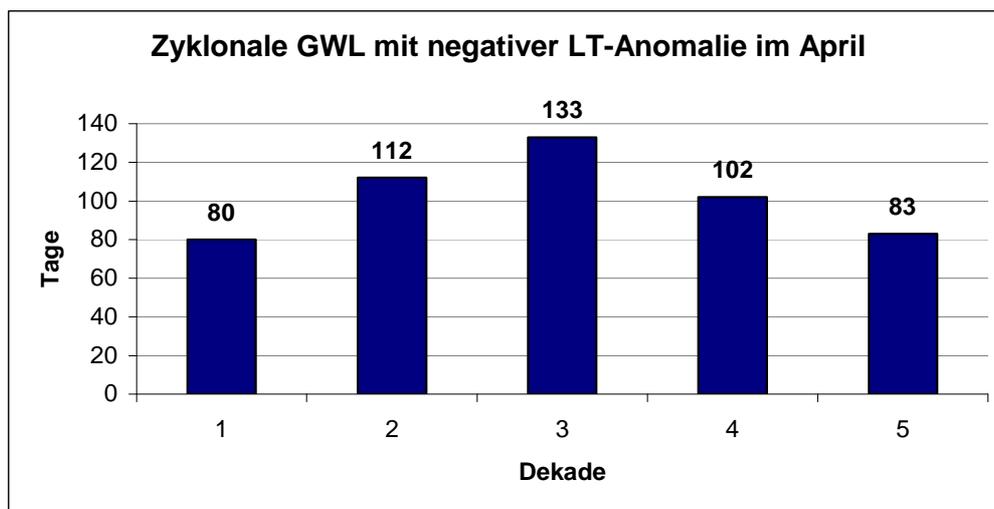


Abb. 127: Häufigkeiten zyklonaler GWL mit negativer LT-Anomalie („WS“+„NWz“+„TM“+„Nz“+„HNz“+„TrM“+„NEz“+„HFz“+„HNFz“+„SEz“) in den Dekaden der Untersuchungsperiode im April.

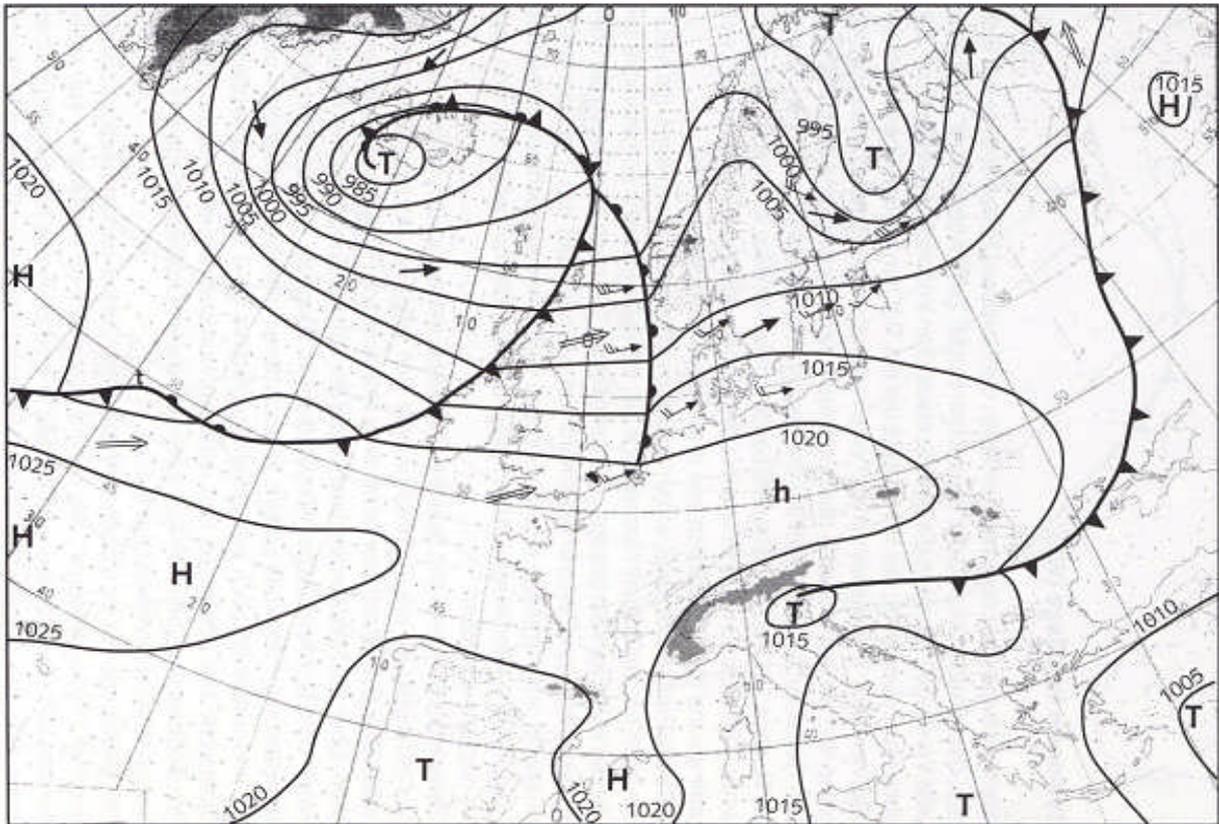


Abb. 128: GWL „Wa“ in der Bodenwetterkarte (Kaufeld et. al., 1997).

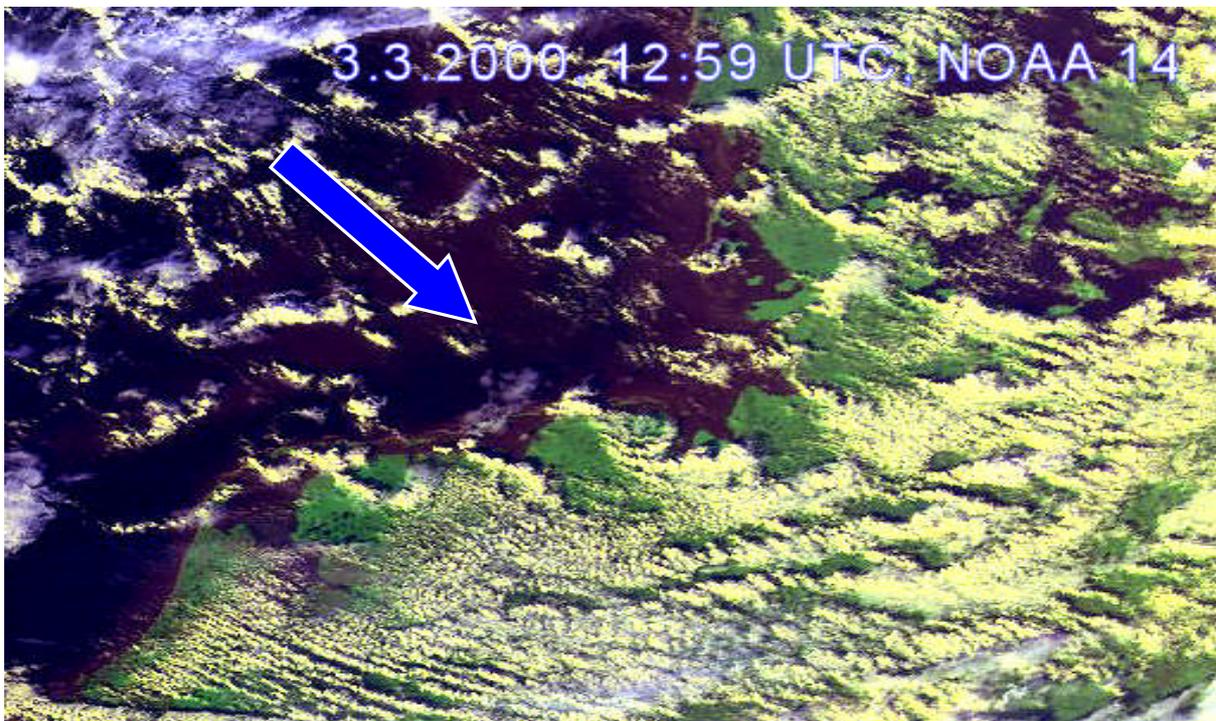


Abb. 129: GWL „NWz“ am 3. März 2000 (NOAA-Satellitenbild, sichtbarer Kanal; Meteorologisches Institut der FU Berlin (Hrsg.), 2000).

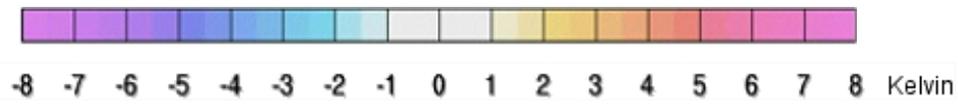
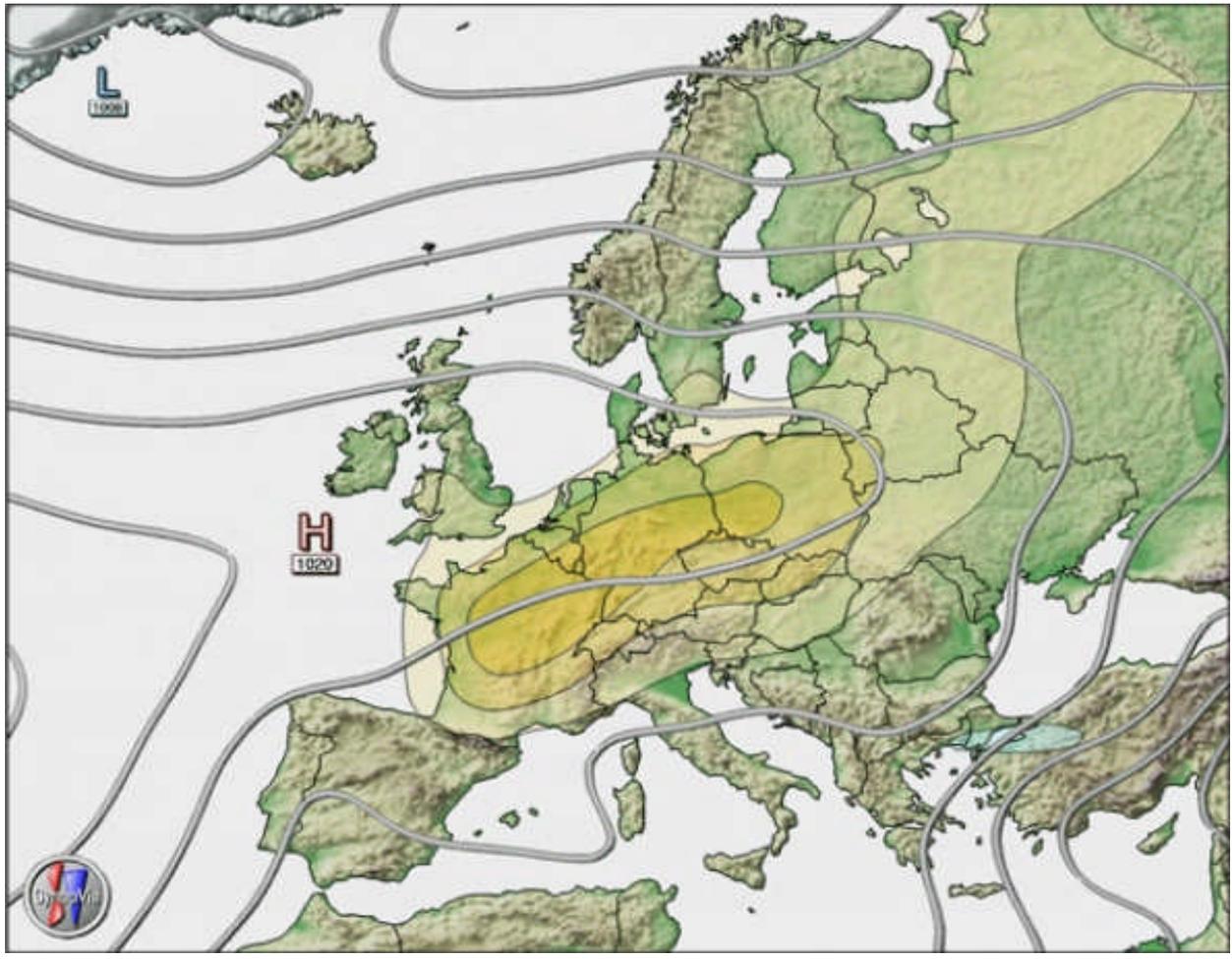


Abb. 130: Mittlerer Bodenluftdruck (hPa) und LT-Anomalie (K) bei der GWL „BM“ im Sommer (Daten: UKMO/NCEP-Reanalysedaten; Zeitraum 1948-2004; James, 2005).

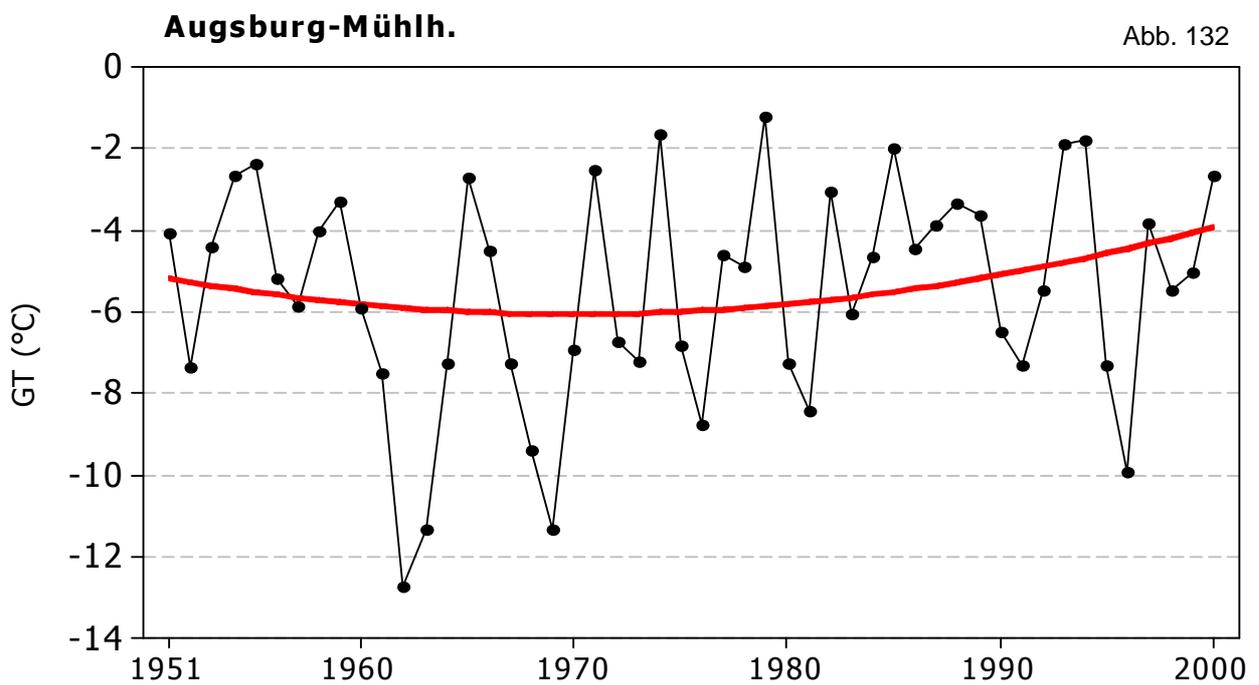
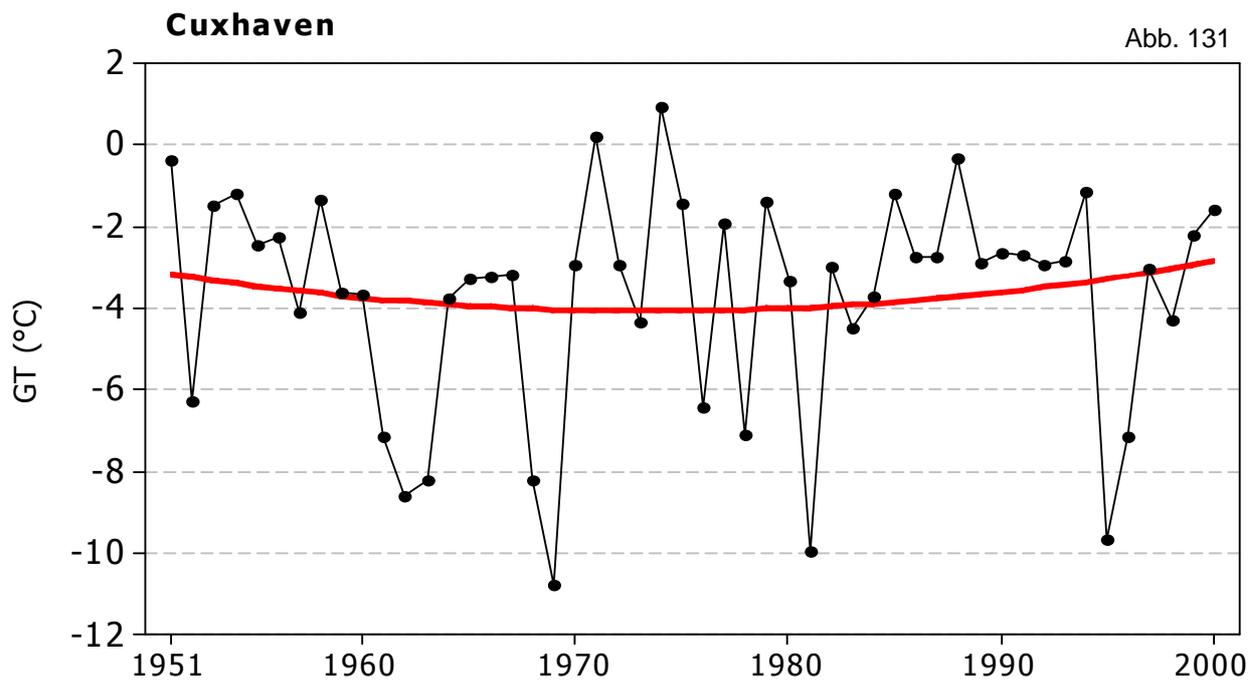


Abb. 131 und 132: Zeitreihen der Monatsmittel und quadratischer Trend der GT an ausgewählten Stationen im Dezember.

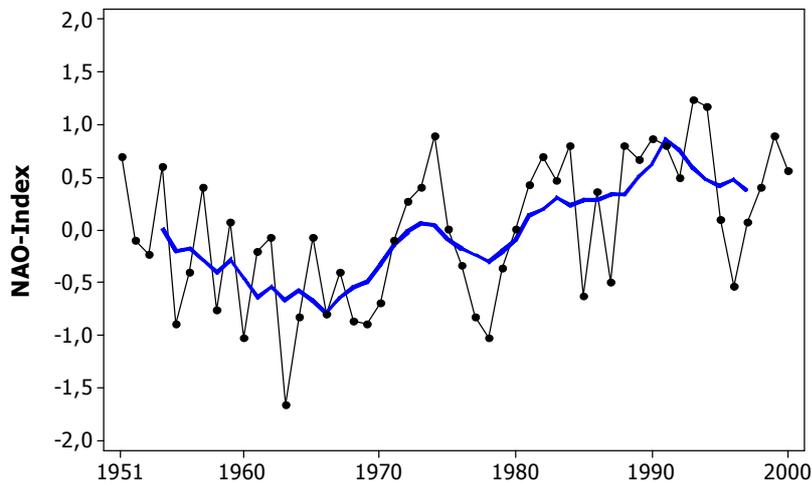


Abb. 133: Index der Nordatlantischen Oszillation (NAO), gemittelt für den Winter (Dez., Jan., Feb. der Untersuchungsperiode; blaue Linie: 7jähr. übergreifendes Mittel; Daten: NOAA/National Weather Service, Climate Prediction Center (Hrsg.), 2006).

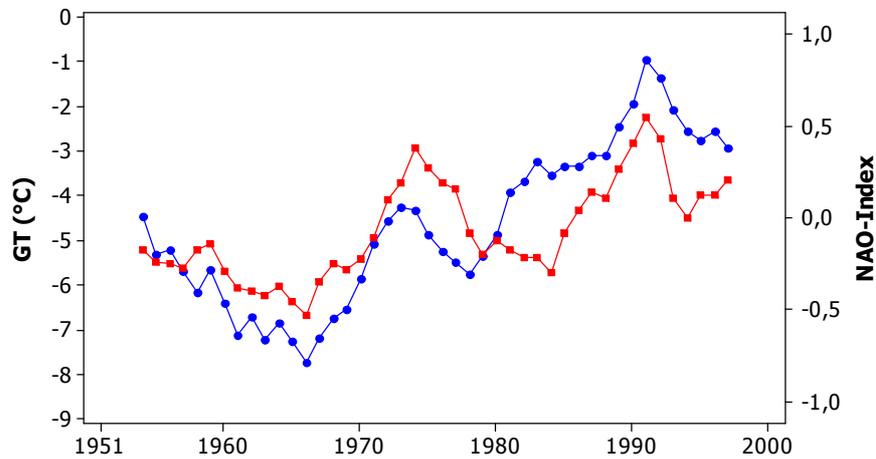


Abb. 134: Index der NAO (blaue Linie) versus GT in Hannover (rote Linie), in Form 7jähr. übergreifender Mittel für den Winter der Untersuchungsperiode ($r_p = 0,78$).

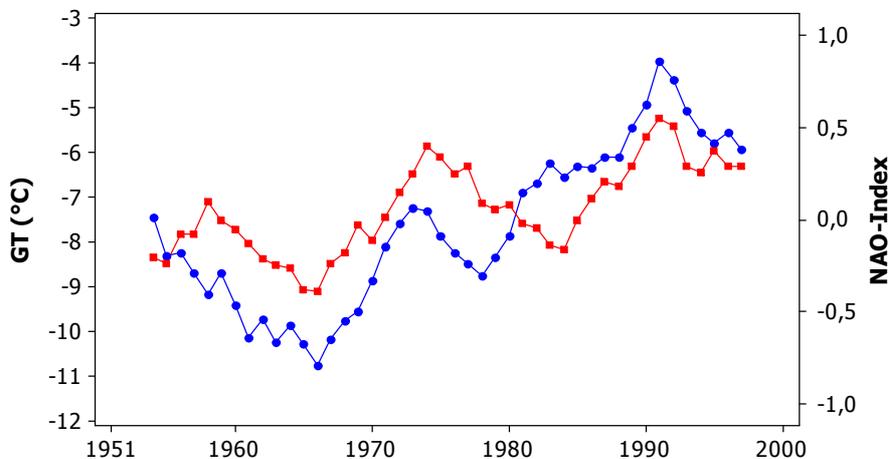


Abb. 135: Index der NAO (blaue Linie) versus GT am Hohenpeißenberg (rote Linie), in Form 7jährig übergreifender Mittel für den Winter der Untersuchungsperiode ($r_p = 0,76$).

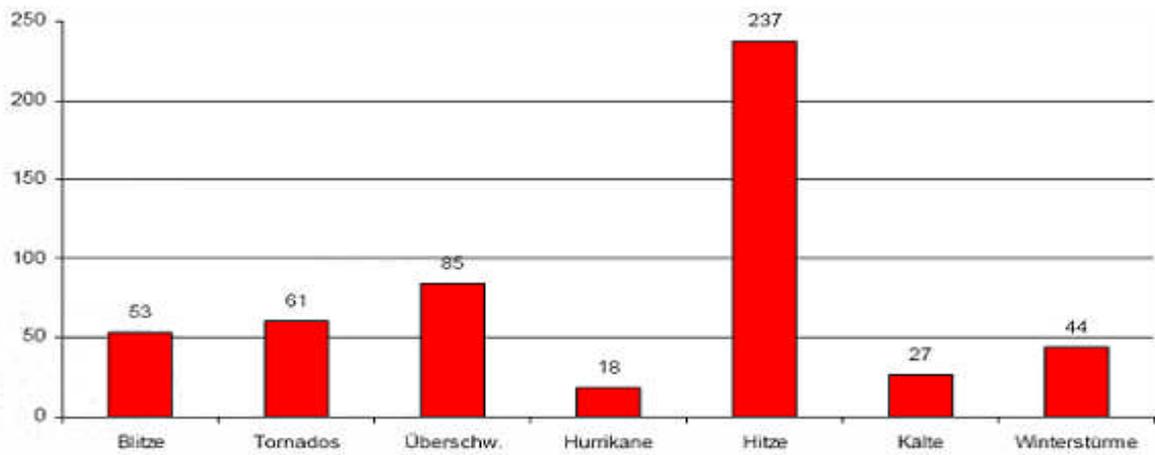


Abb. 136: Mittlere jährliche Zahl der Todesfälle durch Wetterereignisse in den USA (1994-2003; Daten: NOAA; Höppe, 2005).

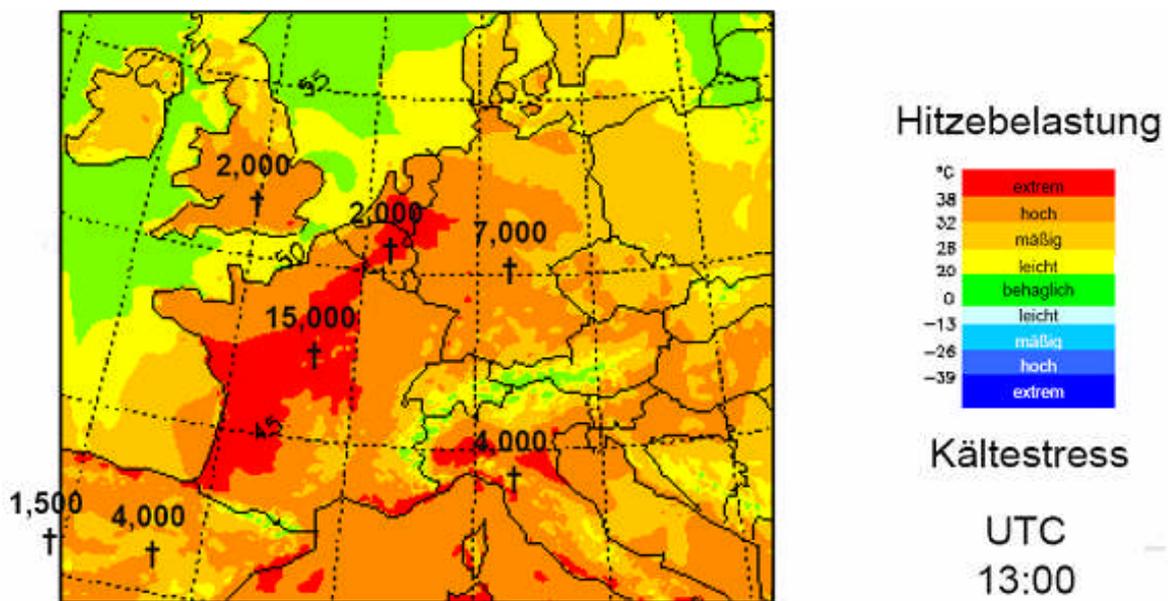


Abb. 137: GT und hitzebedingte Mortalität am 8. August 2003 (Daten GT: DWD; Mortalitätsdaten: Earth Policy Institute; n. Höppe, 2005).

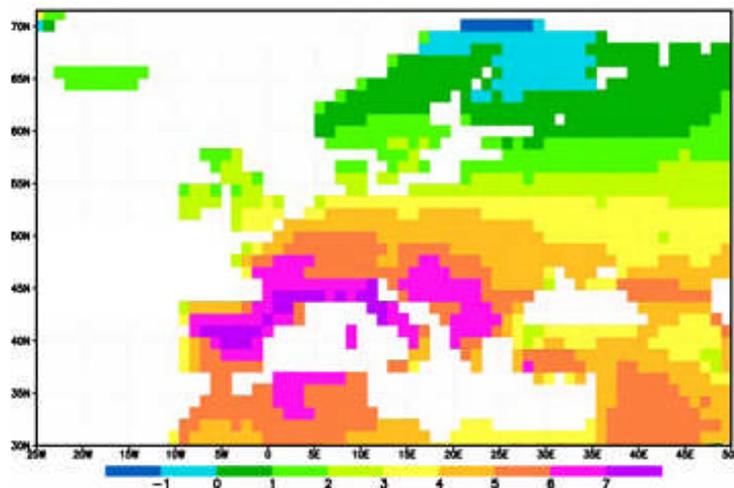


Abb. 138: Mögliche Änderung der GT im Juli in einem zukünftigen Klima (2041-2050) im Vergleich zum Klima 1971-1980 (modell. mit ECAM4/106; Jendritzky et. al, 2004).

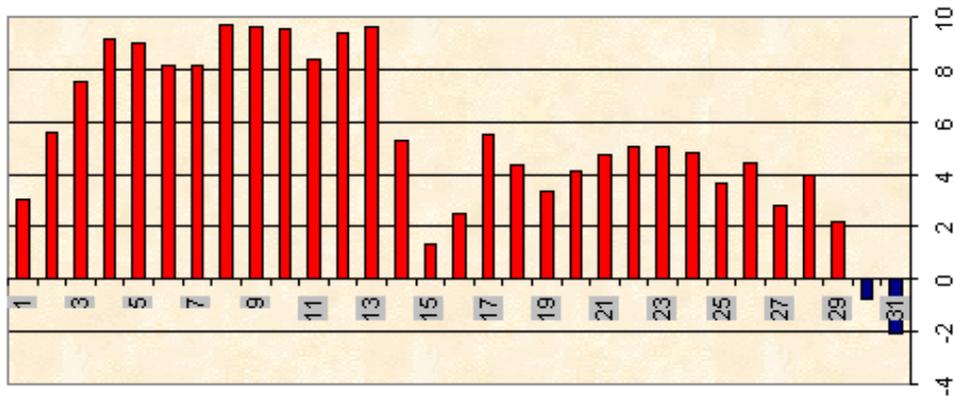


Abb. 139: Abweichungen der LT-Tagesmittel in Süddeutschland vom langjährigen Mittel 1961-1990 in K im August 2003 (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007).

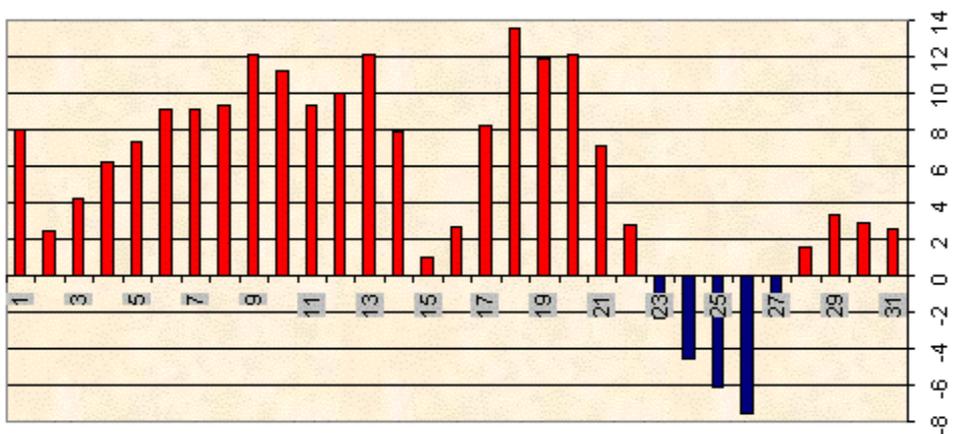


Abb. 140: Abweichungen der LT-Tagesmittel in Süddeutschland vom langjährigen Mittel 1961-1990 in K im Januar 2007 (Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007).

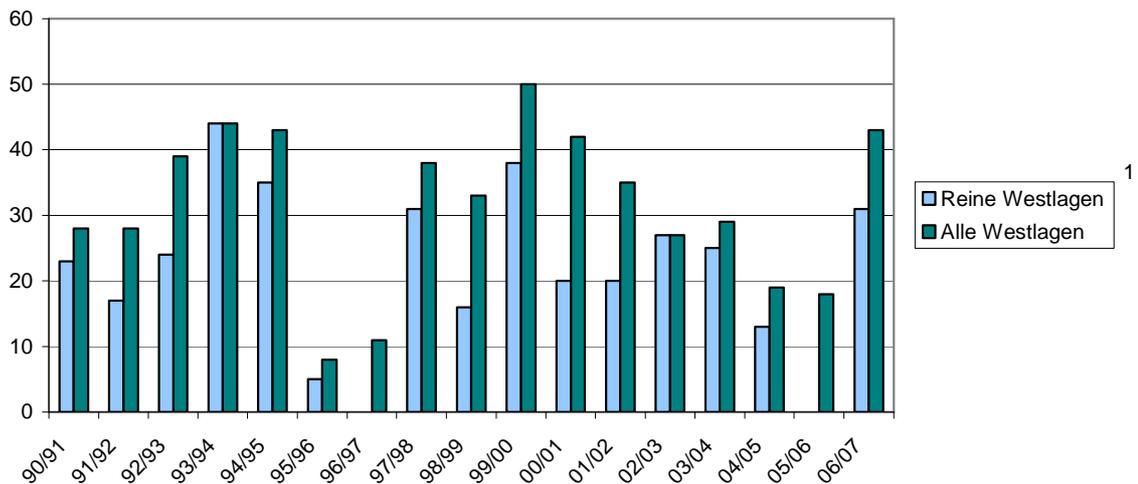


Abb. 141: Anzahl der Tage mit Westlagen in den Wintermonaten Dezember und Januar im Zeitraum 1990-2007 (Daten: Gerstengarbe und Werner, 2005; Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), 2007).

¹ Reine Westlagen: Wz, Wa, WS, WW
 Alle Westlagen: Wz, Wa, WS, WW; SWa, SWz, NWA, NWz
 Alle Westlagen sind im Winter (Dez.-Feb.) mit einer positiven Lufttemperaturanomalie verbunden

