

# AGRARMETEOROLOGISCHE SCHRIFTEN

Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
INSTITUT FÜR PFLANZENBAUWISSENSCHAFTEN



Heft 09

2001

## Rezente Veränderungen der Lufttemperatur und Niederschlagshöhe in Berlin-Dahlem (Albrecht-Thaer-Weg)

*Frank-M. Chmielewski*

Humboldt-Universität zu Berlin  
Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Lehrgebiet Agrarmeteorologie



**Abb.:** Beginn der langjährigen Klimaaufzeichnungen am Standort Berlin-Dahlem, Albrecht-Thaer-Weg

## **AGRARMETEOROLOGISCHE SCHRIFTEN**

Herausgeber: Dr. Frank-M. Chmielewski  
**Humboldt-Universität zu Berlin**  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Institut für Pflanzenbauwissenschaften  
Lehrgebiet Agrarmeteorologie  
D-14195 Berlin-Dahlem, Albrecht-Thaer-Weg 5

e-mail: [chmielew@agrar.hu-berlin.de](mailto:chmielew@agrar.hu-berlin.de)

Internet: <http://www.agrar.hu-berlin.de/pflanzenbau/agrarmet>

Ausgabe: *H09, 2001*

# Rezente Veränderungen der Lufttemperatur und der Niederschlagshöhe in Berlin-Dahlem (Albrecht-Thaer-Weg)

*Frank-M. Chmielewski*

Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Institut für Pflanzenbauwissenschaften  
Lehrgebiet Agrarmeteorologie  
Albrecht-Thaer-Weg 5, D-14195 Berlin

---

## Einleitung

Mit Ablauf des Jahres 2000 liegen siebzig Jahre kontinuierlicher Klimabeobachtungen für Berlin-Dahlem (Albrecht-Thaer-Weg) vor. Dies gab Anlass, diese Zeitreihen zusammenfassend zu untersuchen, um Aussagen über die Klimavariabilität an diesem Standort treffen zu können.

In dieser Studie werden die Klimagrößen Lufttemperatur, einschließlich ihrer Extrema und die Niederschlagshöhe untersucht. Aus diesen Größen abgeleitete Klimaelemente wie Wärme- bzw. Kältesummen, ausgewählte Ereignistage und die Andauer der Vegetationsperiode werden ebenfalls hierbei berücksichtigt.

Der landwirtschaftliche Versuchsstandort am Albrecht-Thaer-Weg wurde seit Beginn der 1920er Jahre schrittweise als Lehr- und Forschungsstätte der Landwirtschaftlichen Hochschule mit Sitz in Berlin-Mitte eingerichtet, die noch vor dem 2. Weltkrieg als Landwirtschaftliche Fakultät, in die damalige Friedrich-Wilhelms-Universität (heute Humboldt-Universität) integriert wurde. Infolge der Teilung Berlins gehörte der Standort für etwa 40 Jahre zur Technischen Universität Berlin. Im Jahr 1992 wurden die Einrichtungen am Albrecht-Thaer-Weg wieder in die Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität eingegliedert. Kontinuierliche Klimabeobachtungen werden hier seit 1931 vorgenommen und gegenwärtig durch die Agrarmeteorologie am Institut für Pflanzenbauwissenschaften fortgeführt. Das nähere Umfeld der Station hat sich über die Jahrzehnte hinweg kaum verändert und repräsentiert die klimatischen Verhältnisse am aufgelockert bebauten Stadtrand von Berlin.

**Stichworte:** 70 Jahre Klimabeobachtungen in Berlin-Dahlem · Klimaänderungen · Trends

---

# 1. Lufttemperatur und abgeleitete Größen

Die *Jahresmitteltemperatur* für Berlin-Dahlem beträgt für den Bezugszeitraum 1961-1990 9.3 °C (s = 0.8 °C). Für den Gesamtzeitraum (1931-2000) ergibt sich ein um 0.1 K höheres Jahresmittel infolge höherer Temperaturen Mitte der 1930er Jahre und vor allem in den 1990er Jahren (Tab. 1).

Tab. 1 *Lufttemperatur* (x: Mittelwerte, s: Standardabweichung, Max: höchster, Min: niedrigster Wert in °C) und lineare Trends im Zeitraum 1931-2000 (signifikant mit \*\*\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.10).

Zeitraum	1931 – 2000		Bezugsperiode 1961 – 1990				Jahr
	Jahr		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	
<b>x</b>	<b>9.4</b>		<b>9.0</b>	<b>17.9</b>	<b>9.7</b>	<b>0.7</b>	<b>9.3</b>
<b>s</b>	0.9		1.0	1.0	0.8	2.2	0.8
<b>Max</b>	11.2 (1934)		11.0	19.9	11.7	4.7	10.9
<b>Min</b>	7.2 (1940)		7.2	15.8	8.2	-4.8	8.1
Zeitraum	x	s	Trends 1931 - 2000 (K/Jahrzehnt)				Jahr
			Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	
1931-1940	9.6	1.1	+ 0.08	- 0.10	0.00	+ 0.30**	<b>+ 0.07</b>
1941-1950	9.3	0.8					
1951-1960	9.2	0.9					
1961-1970	<b>9.0</b>	0.7	März	Juni	-	Januar	
1971-1980	9.3	0.6	+ 0.23*	- 0.18*	-	+ 0.36*	
1981-1990	9.6	1.0					
1991-2000	<b>10.0</b>	0.8					

Das wärmste Jahr war in Berlin-Dahlem immer noch das Jahr 1934 mit einem Jahresmittel der Lufttemperatur von 11.2 °C. Diesem Jahr folgen in absteigender Ordnung die Jahre 1989 und 2000 (je 10.9 °C), 1996 (10.8 °C), 1994 und 1999 (je 10.6 °C) sowie 1992 (10.5 °C), die alle in den letzten 12 Beobachtungsjahren liegen (Abb. 1).

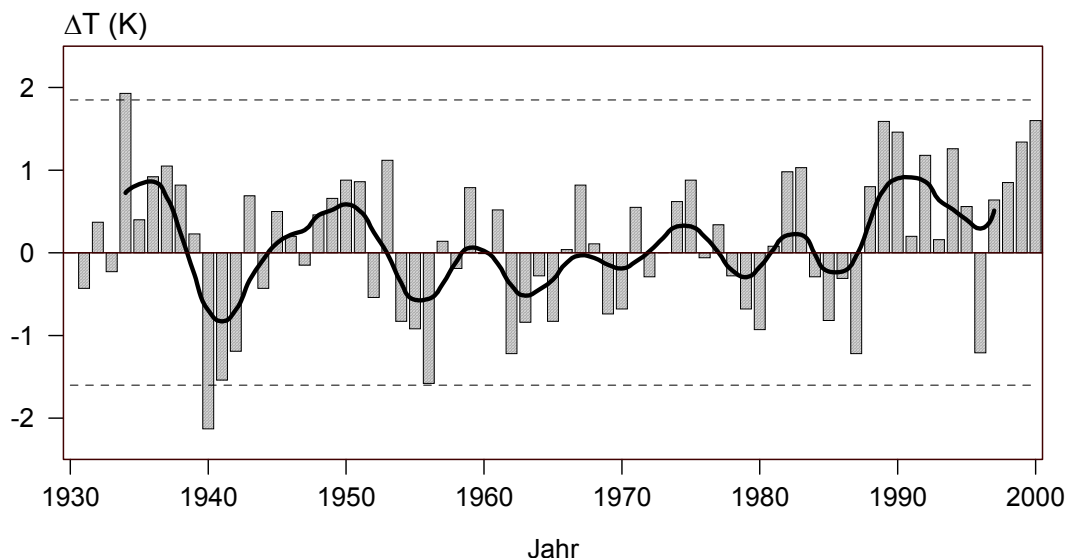


Abb. 1 Jährliche Anomaliewerte der Lufttemperatur in Berlin-Dahlem ( $\Delta T$ ), 1931-2000 zum Bezugszeitraum 1961-1990 (Balken). Fette Linie: 7jährig tiefpassgefilterte Werte. Die gepunkteten Linien markieren die  $2\sigma$ -Grenze um den Mittelwert, 1931-2000.

Das kühlfte Jahr mit einem Jahresmittel von nur 7.2 °C wurde 1940, infolge des außerordentlich strengen Winters 1939/40, beobachtet.

Der Anstieg der Jahresmitteltemperatur in den letzten 70 Jahren beträgt +0.49 K. Dieser lineare Trend ist jedoch noch nicht statistisch gesichert. Seit dem Dezennium 1961-1970 nehmen die Jahrzehntemittel kontinuierlich zu und erreichen im letzten Jahrzehnt mit 10.0 °C ihren höchsten Wert seit Beobachtungsbeginn.

Die einzelnen Jahreszeiten und Monate tragen sehr unterschiedlich zum beobachteten Erwärmungstrend bei (Abb. 2). Im Jahreszeitenmittel lässt sich vor allem eine gesicherte Zunahme der Wintertemperatur von 0.30 K pro Jahrzehnt ( $p < 0.05$ ) feststellen (Tab. 1). Für die Einzelmonate werden von Mai bis September negative, dagegen von Oktober bis April positive Tendenzen im Temperaturverlauf beobachtet. Statistisch gesicherte Trends ergeben sich nur für wenige Monate, am deutlichsten für den Januar mit einem Temperaturanstieg von 2.5 K ( $p < 0.10$ ) bezogen auf den Gesamtzeitraum.

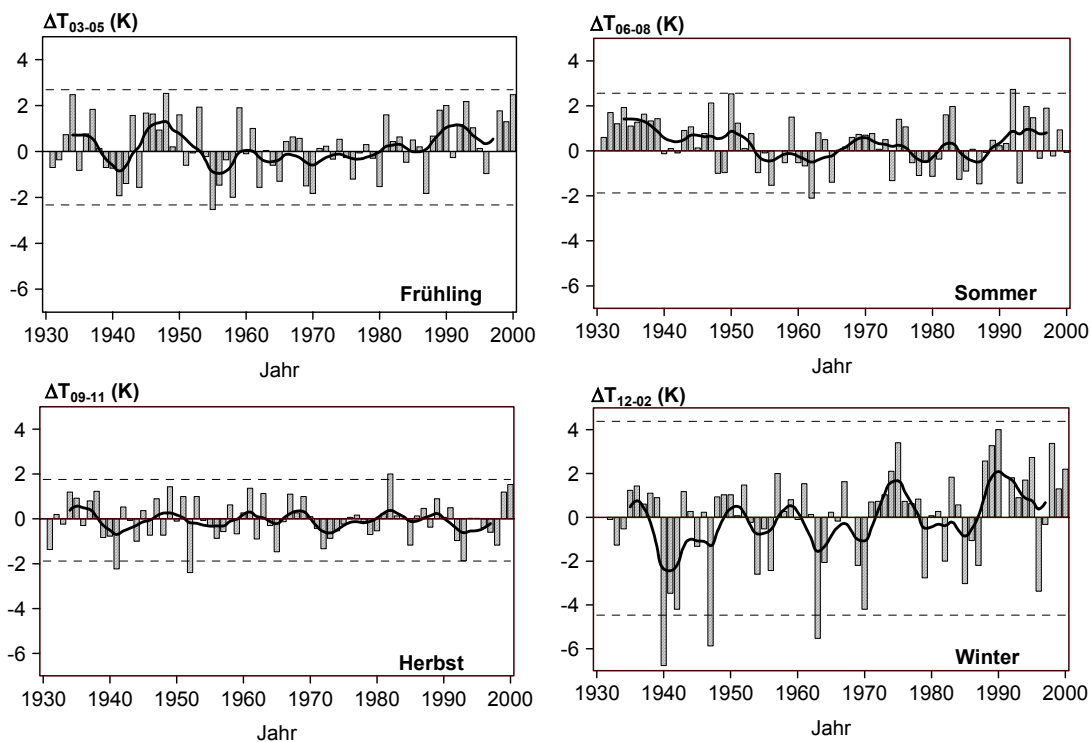


Abb. 2 Jährliche Anomaliewerte der Lufttemperatur in Berlin-Dahlem ( $\Delta T$ ) für Jahreszeiten, 1931-2000 zum Bezugszeitraum 1961-1990 (Balken). Fette Linie: 7jährig tiefpassgefilterte Werte. Die gepunkteten Linien markieren die  $2\sigma$ -Grenze um den Mittelwert, 1931-2000.

Die Jahresanomaliewerte der 70jährigen Reihe (1931-1990) von Berlin-Dahlem korrelieren außerordentlich gut ( $r = 0.95$ ,  $p < 0.01$ ) mit den Anomaliewerten der Lufttemperaturreihe von Deutschland (Rapp, 2001, s. Anhang) und unterstreichen damit die Repräsentativität dieser Beobachtungsreihe. Dies gilt ebenfalls für die Monatswerte, wobei die Korrelationskoeffizienten hier zwischen 0.89 im Juni und 0.98 im Januar liegen. Infolge lokaler Witterungsprozesse ist die Korrelation der Reihen im Sommer

etwas schwächer als in den übrigen Jahreszeiten. Der stärkste Trend in der Temperaturreihe für Deutschland wurde mit + 0.25 K pro Jahrzehnt ebenfalls für den Monat Januar berechnet. Hiermit zeigt sich, dass sich die lokalen Temperaturänderungen an einer Station sehr gut in die regionalen Trends und damit in die globale Klimaentwicklung einordnen lassen (s. Anhang).

Tab. 2 *Minimum der Lufttemperatur* (x: Mittelwerte, s: Standardabweichung, Max: höchster, Min: niedrigster Wert in °C) und lineare Trends im Zeitraum 1931-2000 (signifikant mit \*\*\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.10).

Zeitraum	1931 – 2000		Bezugsperiode 1961 – 1990				Jahr
	<i>Jahr</i>		<i>Frühjahr</i>	<i>Sommer</i>	<i>Herbst</i>	<i>Winter</i>	
<b>x</b>	<b>5.4</b>		<b>4.8</b>	<b>13.1</b>	<b>6.7</b>	<b>-1.5</b>	<b>5.8</b>
<b>s</b>	1.1		0.9	0.7	0.8	2.3	0.7
<b>Max</b>	7.4	(1990)	6.7	14.3	8.0	2.4	7.4
<b>Min</b>	1.4	(1940)	3.1	11.3	4.8	-7.3	4.7
<b>Zeitraum</b>	<b>x</b>	<b>s</b>	<b>Trends 1931 - 2000 (K/Jahrzehnt)</b>				<b>Jahr</b>
1931-1940	<b>4.2</b>	1.1	+ 0.36***	+ 0.19***	+ 0.24***	+ 0.51***	<b>+ 0.33***</b>
1941-1950	4.9	1.1					
1951-1960	5.3	0.7					
1961-1970	5.5	0.7	März	Juni	Oktober	Januar	
1971-1980	5.8	0.6	+ 0.54***	+ 0.21***	+ 0.33***	+ 0.56**	
1981-1990	6.0	0.9					
1991-2000	<b>6.3</b>	0.8					

Tab. 3 *Maximum der Lufttemperatur* (x: Mittelwerte, s: Standardabweichung, Max: höchster, Min: niedrigster Wert in °C) und lineare Trends im Zeitraum 1931-2000 (signifikant mit \*\*\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.10).

Zeitraum	1931 – 2000		Bezugsperiode 1961 – 1990				Jahr
	<b>Jahr</b>		<i>Frühjahr</i>	<i>Sommer</i>	<i>Herbst</i>	<i>Winter</i>	
<b>x</b>	<b>13.0</b>		<b>12.7</b>	<b>22.4</b>	<b>13.0</b>	<b>2.7</b>	<b>12.7</b>
<b>s</b>	0.9		1.2	1.1	1.0	2.3	0.9
<b>Max</b>	15.0	(1934)	15.4	24.6	15.6	7.3	14.6
<b>Min</b>	11.2	(1940)	10.4	20.5	11.7	-2.9	11.4
<b>Zeitraum</b>	<b>x</b>	<b>s</b>	<b>Trends 1931 - 2000 (K/Jahrzehnt)</b>				<b>Jahr</b>
1931-1940	13.3	0.9	+ 0.05	- 0.10	- 0.09	+ 0.24*	<b>+ 0.02</b>
1941-1950	13.1	0.9					
1951-1960	12.8	0.9					
1961-1970	<b>12.5</b>	0.7	-	Juni	Sep.	Februar	
1971-1980	12.6	0.6	-	-0.21**	- 0.24**	+ 0.28	
1981-1990	13.0	1.1					
1991-2000	<b>13.6</b>	1.0					

Bei der Untersuchung der *Extremwerte* (tägliche Maxima und Minima der Lufttemperatur) zeigen sich deutliche Veränderungen im Verlauf der Minimumtemperatur. Für das Jahresmittel der Minimumtemperatur ergibt sich ein signifikanter Trend von + 0.33 K pro Jahrzehnt (p<0.01). Der positive Trend lässt sich für alle Jahreszeiten

gesichert nachweisen. Der stärkste Anstieg der Minima wird ebenfalls im Winter mit + 0.51 K pro Jahrzehnt ( $p < 0.01$ ) beobachtet. Von den Wintermonaten zeigt der Januar die größte Veränderlichkeit (Tab. 2). Die signifikante Zunahme der Minimumtemperatur steht in Übereinstimmung mit weltweiten Befunden (Houghton et al. 2001) und deutet auf eine Verstärkung des Treibhauseffekts hin.

Die Veränderungen bei den Maximumtemperaturen sind hingegen vergleichsweise gering. Für das Jahresmittel ist kein gesicherter Trend nachweisbar (Tab. 3). Wie beim Tagesmittel der Lufttemperatur zeigt sich auch hier eine kontinuierliche Zunahme der Dezennienmittel seit 1961-1970, mit dem Maximalwert von 13.6 °C für das jüngste Jahrzehnt (1991-2000).

Zur Charakterisierung der Winter und Sommer sind „Kälte- und Wärmesummen“ geeignet (Hupfer und Chmielewski, 1990). Als Maß für die Winterstrenge wurde die Summe der negativen Tagesmitteltemperaturen von Dezember bis Februar berechnet. Zur Charakterisierung der Sommer wurden die Beträge der Tagesmitteltemperaturen, die oberhalb von 20 °C liegen, aufsummiert. Diese Maßzahlen zeigen ebenfalls beeindruckende Trends, die hauptsächlich im Winter ausgeprägt sind (Abb. 3). Die *Berliner Winter* zeigen eine deutliche Tendenz zur Milderung. Lediglich durch die Winter 1995/96 und 1996/97 unterbrochen, wurden seit 1988 deutlich zu milde Winter in Berlin beobachtet. Der Unterschied in der Kältesumme zwischen dem kältesten Winter seit 1931 (1939/40: 614 K) und dem mildesten Winter (1974/75: 13 K) beträgt immerhin 601 K. Die mittlere Abnahme der Kältesummen beträgt 13.1 K pro Jahrzehnt (Tab. 4).

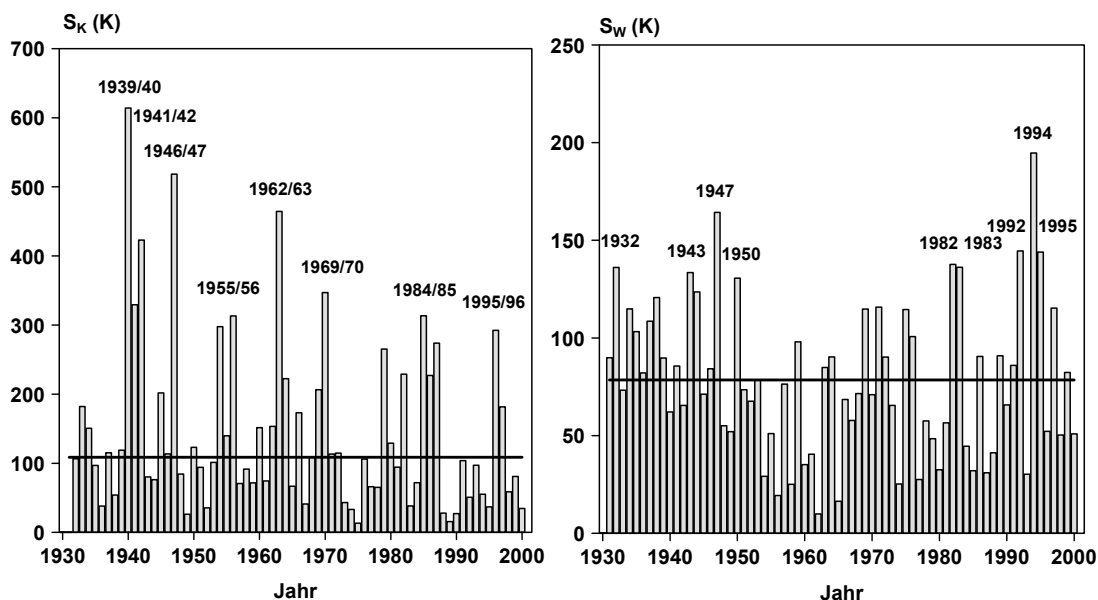


Abb. 3 Vieljähriger Gang der Kältesummen ( $S_K$ , links) 1931/1932-1999/2000 und Wärmesummen ( $S_W$ , rechts) 1931-2000 für Berlin-Dahlem. Die waagerechten Linien repräsentieren den Mittelwert für den Referenzzeitraum 1961-1990:  $S_K = 137.5$  K,  $S_W = 67.7$  K. Einige Extremjahre sind durch die Jahreszahlen hervorgehoben.

Die größte *Sommerwärme* wurde mit 194.7 K im Jahr 1994 beobachtet (Tab. 4). In absteigender Ordnung folgen die Sommer 1947 (164 K), 1992 (145 K), 1995 (144 K), 1982 (138 K), 1983 und 1932 (136 K), 1943 (134 K) sowie 1950 (131 K). Der kälteste Sommer wurde im Jahr 1962 (10 K) beobachtet, in dem alle drei Sommermonate deutlich zu kalt waren.

Tab. 4 *Kälte- ( $S_K$ ) und Wärmesummen ( $S_W$ )* (x: Mittelwerte, s: Standardabweichung, Max: höchster, Min: niedrigster Wert in K) und lineare Trends im Zeitraum 1931-2000 (signifikant mit \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.10$ ).

Zeitraum	$S_K$ 1931 – 2000		$S_W$ 1931 – 2000	
	<b>x</b>	<b>144.0</b>		<b>78.3</b>
<b>s</b>	124.8		38.9	
<b>Max</b>	614.1	(1939/40)	194.7	(1994)
<b>Min</b>	13.3	(1974/75)	10.0	(1962)
Trend (K/Jahrzehnt)	- 13.1*		- 2.0	
Zeitraum	x	s	x	s
1931-1940	164.1	174.4	<b>98.1</b>	22.8
1941-1950	<b>197.7</b>	168.1	96.6	38.6
1951-1960	136.7	95.0	<b>55.4</b>	27.1
1961-1970	185.8	133.4	62.6	32.6
1971-1980	<b>94.9</b>	71.4	67.8	35.3
1981-1990	131.9	115.8	72.7	40.0
1991-2000	99.2	80.6	95.1	53.1

Die Sommer zeigen - im Vergleich zu den Wintern - eine geringere zeitliche Veränderlichkeit. Seit dem Jahrzehnt 1951-1960 ist jedoch auch hier ein kontinuierlicher Anstieg der Wärmesummen zu verzeichnen, der jedoch erst im letzten Jahrzehnt wieder das Niveau der beiden ersten Dezennien erreicht. Daher ist über den Gesamtzeitraum keine signifikante Veränderung in der Sommerwärme nachweisbar.

Tab. 5 *Anzahl der Frosttage* (x: Mittelwerte, s: Standardabweichung, Max: höchster, Min: niedrigster Wert) und lineare Trends im Zeitraum 1931-2000 (signifikant mit \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.10$ ).

Zeitraum	1931 – 2000		Bezugsperiode 1961 – 1990				
	Jahr		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
<b>x</b>	<b>79.3</b>		<b>13.6</b>	-	<b>7.8</b>	<b>50.4</b>	<b>72.1</b>
<b>s</b>	23.2		7.6	-	5.4	16.6	19.9
<b>Max</b>	140	(1940)	32	-	20	83	114
<b>Min</b>	30	(1974, 1990)	2	-	0	23	30
Zeitraum	x	s	Trends 1931 - 2000 (Tage/Jahrzehnt)				
1931-1940	<b>102.6</b>	22.5	- 2.2***	-	- 0.5	- 3.1***	<b>- 5.8***</b>
1941-1950	91.6	21.3					
1951-1960	78.2	16.9					
1961-1970	80.6	20.7	März	-	-	Dez.	
1971-1980	66.5	19.1	- 1.6***	-	-	- 1.1***	
1981-1990	69.3	18.9					
1991-2000	<b>66.2</b>	21.5					



Die zuvor beschriebenen Veränderungen in der Winterstrenge widerspiegeln sich ebenfalls in der jährlichen Anzahl von *Frosttagen* (Abb. 4). Erwartungsgemäß zeigt die Zahl der Frosttage einen deutlich negativen Trend von -5.8 Tagen pro Jahrzehnt. Während bis zum Ende der 1960er Jahre die jährlich Anzahl der Frosttage im Dezennienmittel deutlich über 70 Tage pro Jahr lag, wurde diese Zahl in den nachfolgenden Jahrzehnten nicht mehr erreicht. Die stärkste Abnahme der Frosttage wurde für die Monate März (-1.6 Tage pro Jahrzehnt,  $p < 0.01$ ) und Dezember (-1.1 Tage pro Jahrzehnt,  $p < 0.01$ ) beobachtet (Tab. 5).

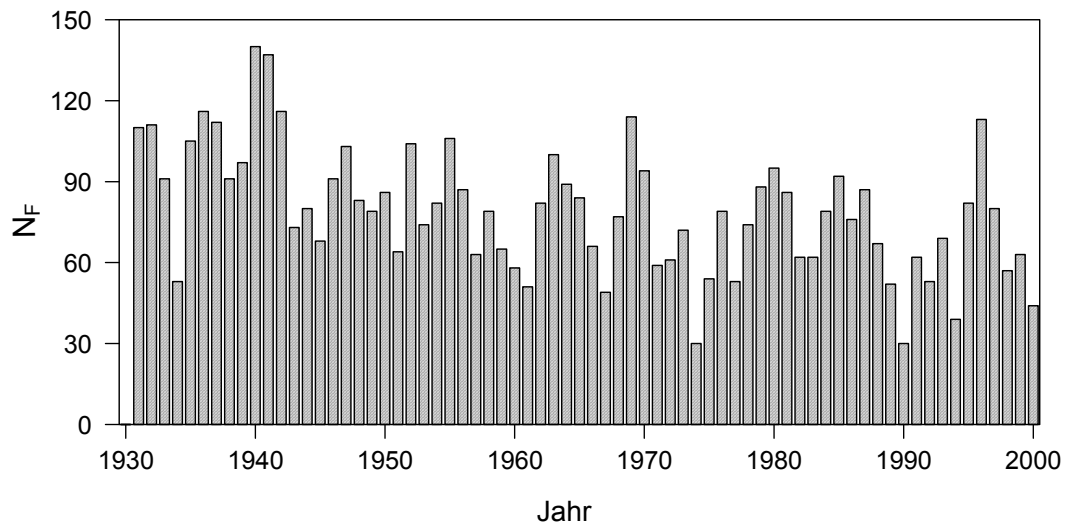


Abb. 4 Jährliche Anzahl von Frosttagen ( $N_F$ ) in Berlin-Dahlem, 1931-2000.

Veränderungen in der jährlichen Zahl von *Eistagen* sind kaum festzustellen. Lediglich im Herbst und hier vor allem im November ist eine schwache Tendenz zu einer erhöhten Anzahl dieser extremen Tage (+ 0.2 Tage pro Jahrzehnt,  $p < 0.10$ ) zu beobachten. Erwähnenswert ist ebenfalls, dass im Dezennium 1991-2000 mit 18.9 Tagen die geringste mittlere Anzahl von Eistagen seit dem Beobachtungsbeginn beobachtet wurde. Das Maximum von 34.7 Tagen liegt im Zeitraum 1961-1970.

Für die Anzahl der *Sommer-* und *heißen Tage* ergeben sich keine nennenswerten Veränderungen am Standort.

Ein für die Land- und Forstwirtschaft relevanter Parameter ist der *Beginn* und das *Ende der thermischen Vegetationsperiode*, der sich ebenfalls aus den Tagesmittelwerten der Lufttemperatur ableiten lässt. Als Beginn der Vegetationsperiode ( $B_5$ ) kann der Termin im Jahr gewählt werden, an dem das Tagesmittel der Lufttemperatur nachhaltig die 5 °C-Schwelle überschreitet. Um dies zu quantifizieren wurde festgelegt, dass für die nachfolgenden 30 Tage folgende Voraussetzung gegeben sein muss:

$$\sum_i (T_i - 5 \text{ °C}) > 0 \text{ °C} \quad (i = 2, 3, \dots, 30).$$

Der Termin des Vegetationsendes ( $E_5$ ) wurde durch das Unterschreiten der 5 °C-Temperaturschwelle bestimmt unter der entsprechenden Bedingung, dass

$$\sum_i (T_i - 5 \text{ °C}) < 0 \text{ °C} \quad (i = 2, 3, \dots \text{ Jahresende})$$

erfüllt ist.

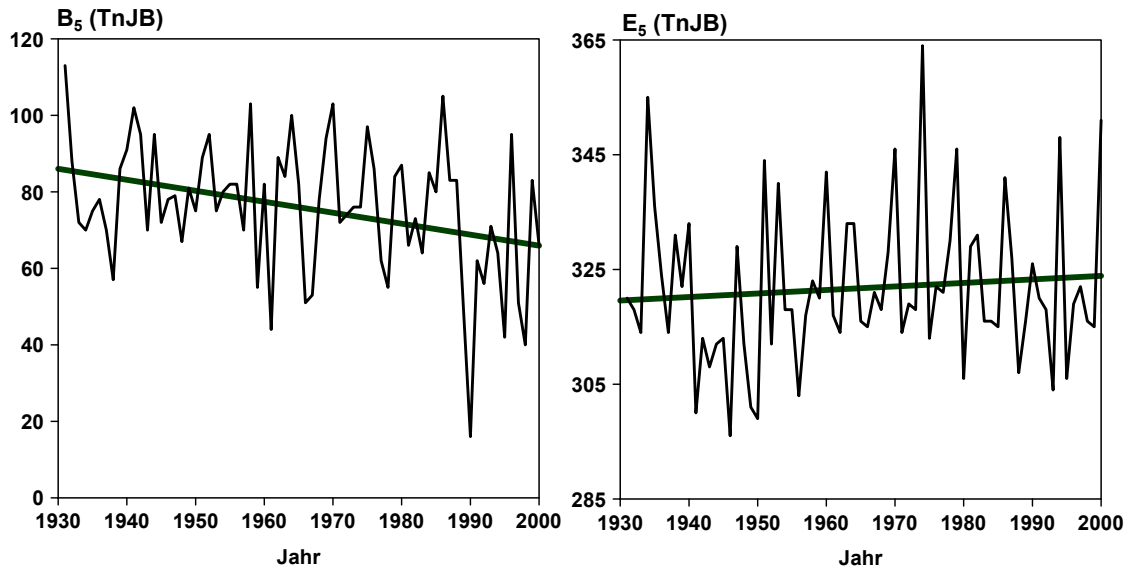


Abb. 5 Beginn ( $B_5$ ) und Ende ( $E_5$ ) der thermischen Vegetationsperiode (1931-2000), in Tagen nach Jahresbeginn (TnJB) mit eingezeichnetem linearen Trend (fette Linie).

Der *Beginn der Vegetationsperiode* zeigt, nicht zuletzt infolge der abnehmenden Winterstrenge, einen signifikanten Trend von -2.9 Tagen pro Jahrzehnt ( $p < 0.01$ ). Für den 70jährigen Zeitraum hat sich damit die Vegetationsperiode unter Schwankungen im Mittel um 20 Tage verfrüht (Abb. 5).

Tab. 6 *Beginn ( $B_5$ ), Ende ( $E_5$ ) und Länge der thermischen Vegetationsperiode ( $L_5$ )* (x: Mittelwert, s: Standardabweichung, Max: höchster, Min: niedrigster Wert) und lineare Trends im Zeitraum 1931-2000 (signifikant mit \*\*\* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.05$ , \* $p < 0.10$ ). TnJB: Tage nach Jahresbeginn.

Zeitraum	$B_5$ (TnJB)		$E_5$ (TnJB)		$L_5$ (Tage)	
	1931 – 2000		1931 – 2000		1931 – 2000	
<b>x</b>	<b>76</b>	(17.03.)	<b>322</b>	(18.11.)	<b>246</b>	
<b>s</b>	18		14		22	
<b>Max</b>	113	(1931)	364	(1974)	310	(1990)
<b>Min</b>	16	(1990)	296	(1946)	198	(1941)
Trend (Tage/Jahrzehnt)	<b>- 2.9***</b>		<b>+ 0.6</b>		<b>+ 3.5***</b>	
<b>Zeitraum</b>	<b>x</b>	<b>s</b>	<b>x</b>	<b>s</b>	<b>x</b>	<b>s</b>
1931-1940	80.0	15.4	<b>326.7</b>	12.6	246.7	22.2
1941-1950	<b>81.4</b>	11.9	<b>308.3</b>	9.8	<b>226.9</b>	16.1
1951-1960	81.3	13.3	323.7	13.8	242.4	18.8
1961-1970	77.8	21.2	324.1	10.5	246.3	16.6
1971-1980	76.9	12.4	325.3	17.4	248.4	22.9
1981-1990	70.4	24.3	322.4	10.1	252.0	24.9
1991-2000	<b>63.0</b>	17.2	321.9	15.7	<b>258.9</b>	22.1

Die stärksten Veränderungen sind hier ebenfalls in den 1990er Jahren beobachtet worden. Der früheste Vegetationsbeginn wurde für das Jahr 1990 berechnet. In diesem Jahr lagen bereits ab dem 16. Januar die Tagesmitteltemperaturen der Luft mehrheitlich über der 5 °C-Marke. Das *Ende der Vegetationsperiode* zeigt hingegen nur eine schwache Tendenz zu einem späteren Termin (0.6 Tage pro Jahrzehnt), die nicht statistisch gesichert ist (Tab. 6).

Die hier festgestellten Veränderungen im thermischen Vegetationsbeginn lassen sich ebenfalls gut in den Eintrittsterminen phänologischer Phasen nachweisen, die auf Veränderungen in der Lufttemperatur äußerst sensitiv reagieren (Menzel 2000, Chmielewski und Rötzer 2001).

Die am Standort beobachtete Verlängerung der thermischen Vegetationszeit um 3.5 Tage pro Jahrzehnt ( $p < 0.01$ ), ist damit vor allem auf einen deutlich früheren Vegetationsbeginn zurückzuführen (Abb. 6).

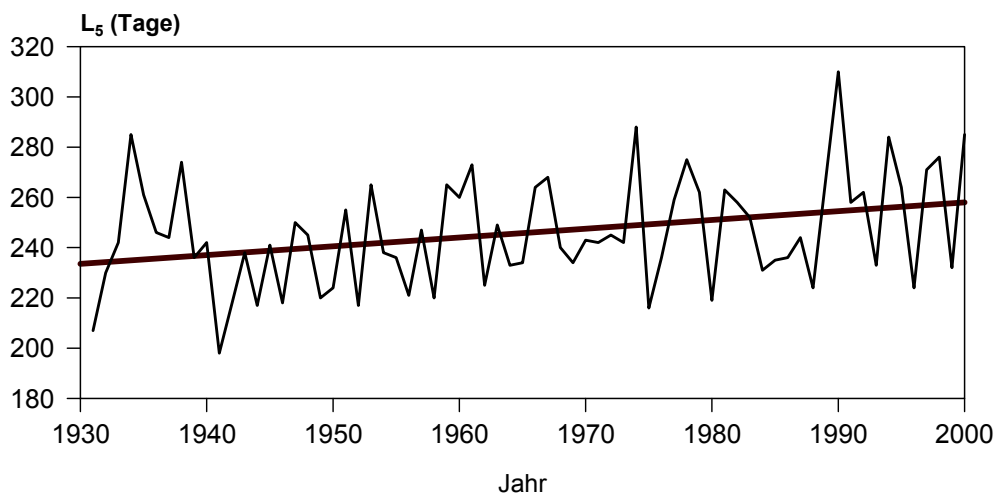


Abb. 6 Länge der thermischen Vegetationsperiode ( $L_5$ ) in Berlin-Dahlem (1931-2000), mit eingezeichnetem linearen Trend (fette Linie).

## 2. Niederschlagshöhe

Die Jahressumme der Niederschlagshöhe zeigt am Standort Berlin-Dahlem keinen signifikanten Trend. Die jährlichen Werte zeichnen sich durch eine hohe Variabilität aus, wobei die Differenz zwischen dem trockensten Jahr (1976: 356 mm) und dem feuchtesten Jahr (1974: 736 mm) 380 mm beträgt (Tab. 7).

Sowohl in den einzelnen Monaten als auch in den verschiedenen Jahreszeiten (Abb. 7) ergeben sich unterschiedliche Tendenzen, die in den wenigsten Fällen statistisch gesichert sind.

Tab. 7 Niederschlagshöhe (x: Mittelwerte, s: Standardabweichung, Max: höchster, Min: niedrigster Wert in mm) und lineare Trends im Zeitraum 1931-2000 (signifikant mit \*\*\* $p<0.01$ , \*\* $p<0.05$ , \* $p<0.10$ ).

Zeitraum	1931 – 2000		Bezugsperiode 1961 – 1990				Jahr
	Jahr		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	
<b>x</b>	<b>549.0</b>		<b>122.8</b>	<b>186.3</b>	<b>121.1</b>	<b>114.0</b>	<b>544.6</b>
<b>s</b>	87.2		39.9	54.2	38.8	41.3	94.8
<b>Max</b>	736.1 (1974)		215.8	326.4	222.4	204.8	736.1
<b>Min</b>	355.9 (1976)		50.0	86.6	70.4	46.2	355.9
Zeitraum	x		Trends 1931 - 2000 (mm/Jahrzehnt)				Jahr
	s		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	
1931-1940	563.8		+ 2.2	- 4.0	- 4.3*	+ 3.6	- 2.8
1941-1950	554.4						
1951-1960	548.7						
1961-1970	555.9		März	Juli	-	Dez.	
1971-1980	539.2		+ 2.7**	- 3.3*	-	+ 3.8***	
1981-1990	538.6						
1991-2000	542.6						

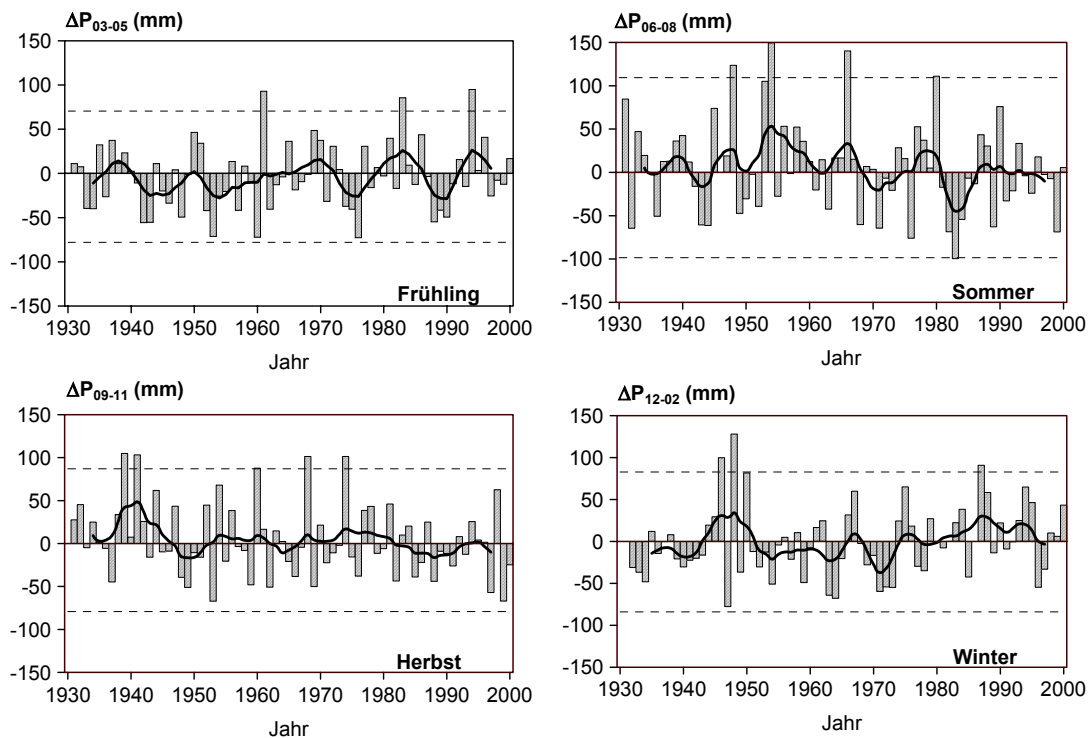


Abb. 7 Jährliche Anomaliewerte der Niederschlagshöhe ( $\Delta P$ ) für Jahreszeiten, 1931-2000 zum Bezugszeitraum 1961-1990 (Balken). Fette Linie: 7jährig tiefpassgefilterte Werte. Die gepunkteten Linien markieren die  $2\sigma$ -Grenze um den Mittelwert, 1931-2000.

Die stärkste signifikante Niederschlagszunahme von 27 mm ( $p<0.01$ ) im Zeitraum 1931-2000 wurde für den Monat Dezember festgestellt (Tab. 7). Dieser Trend korrespondiert überaus gut mit den Veränderungen der winterlichen Zirkulation über Europa. Seit Anfang der 1970er Jahre nehmen die negativen Niederschlagsanomalien im Dezember deutlich ab (Abb. 8). In den Jahren 1974, 1986 und 1993 überschreiten die positiven Anomalien die  $2\sigma$ -Grenze.

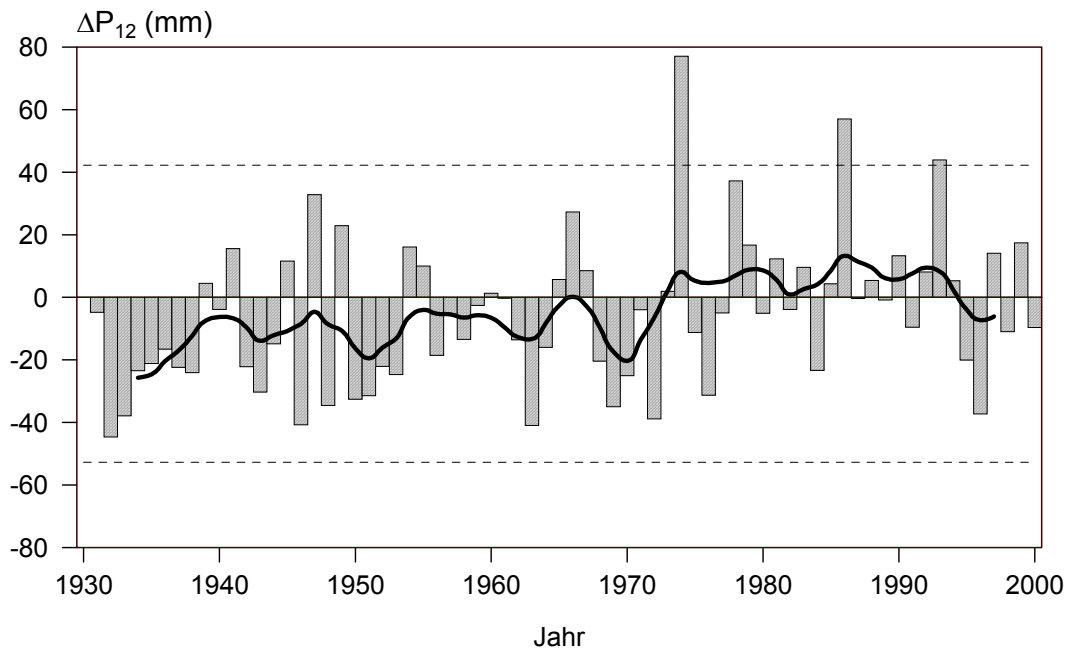


Abb. 8 Jährliche Anomaliewerte der Niederschlagshöhe im Monat Dezember ( $\Delta P_{12}$ ), 1931-2000 zum Bezugszeitraum 1961-1990 (Balken). Fette Linie: 7jährig tiefpassgefilterte Werte. Die gepunkteten Linien markieren die  $2\sigma$ -Grenze um den Mittelwert, 1931-2000.

Die signifikante Zunahme der winterlichen Niederschläge ist nicht nur in der Niederschlagshöhe sondern auch in der Niederschlagshäufigkeit nachweisbar. Tabelle 8 belegt eine signifikante Abnahme der jährlichen Zahl von Tagen ohne Niederschlag, die vor allem für die Wintermonate deutlich ausgeprägt ist. Die stärkste Verringerung in der Anzahl niederschlagsfreier Tage ergibt sich für den Gesamtzeitraum im März mit -6.7 Tagen und im Dezember mit -7.4 Tagen. Im Jahresmittel nimmt die Anzahl der Tage ohne Niederschlag um 28 Tage ( $p < 0.01$ ) ab.

Tab. 8 Anzahl der niederschlagsfreien ( $P \leq 0.0$  mm) Tage (x: Mittelwerte, s: Standardabweichung, Max: höchste, Min: niedrigste Anzahl) und lineare Trends im Zeitraum 1931-2000 (signifikant mit <sup>\*\*\*</sup>  $p < 0.01$ , <sup>\*\*</sup>  $p < 0.05$ , <sup>\*</sup>  $p < 0.10$ ).

Zeitraum	1931-2000		1961 – 1990				
	Jahr		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
<b>x</b>	<b>204</b>		<b>52</b>	<b>53</b>	<b>50</b>	<b>44</b>	<b>198</b>
<b>s</b>	21.5		8.3	8.3	7.0	8.5	22.0
<b>Max</b>	245	(1958)	70	67	64	64	241
<b>Min</b>	155	(1987)	35	32	38	30	155
Zeitraum	x	s	Trends 1931 - 2000 (Tage / Jahrzehnt)				
			Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
1931-1940	<b>220.1</b>	14.9	-0.9*	-0.4	-0.7	-1.9***	<b>-4.0***</b>
1941-1950	216.9	15.3					
1951-1960	198.8	22.7					
1961-1970	196.3	14.9	März	Juni	-	Dez.	
1971-1980	207.5	24.6	-1.0***	-0.6**	-	-1.1***	
1981-1990	<b>190.4</b>	23.9					
1991-2000	198.7	19.1					

### 3. Zusammenfassung und Diskussion

Die Auswertungen der Dahlemer Klimabeobachtungen am Albrecht-Thaer-Weg zeigen, dass sich klimatische Veränderungen am Standort vor allem bei den thermischen Größen und jahreszeitlich am deutlichsten im Winter nachweisen lassen. Hierfür spricht sowohl die signifikante Zunahme der Lufttemperatur im Winter als auch die Abnahme der winterlichen Kältesumme und jährlichen Anzahl von Frosttagen sowie die markante Verfrühung des Vegetationsbeginns. Diese Veränderungen im zeitlichen Verlauf der Klimatelemente korrespondieren mit Schwankungen der Zirkulation über Europa, die ebenfalls für die Wintermonate nachgewiesen werden konnten (Schubert und Hupfer, 1992; Gerstengarbe et al., 2000; Schönwiese und Hupfer, 2001; Chmielewski und Rötzer, 2001).

Sehr markant ist die Zunahme der Minimumtemperatur, die am Standort in allen Jahreszeiten auftritt. Der stärkere Anstieg der Minimum- gegenüber den Maximumtemperaturen der Luft ist für viele Klimastationen der mittleren und höheren Breiten belegt (Houghton et al., 2001). Die gute Korrelation der Berliner Temperaturreihe mit der Reihe für Deutschland (Rapp, 2000) legt nahe, daß die am Standort beobachteten Klimavariationen nur in relativ geringem Umfang auf lokale bzw. stadtklimatische Effekte zurückzuführen sind.

#### Literatur:

- Chmielewski, F.-M.; Rötzer, T. 2001: Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology* 10, 101-112.
- Gerstengarbe, F.-W.; Österle, H.; Werner, P.C. (2000): Wie erkennt man signifikante Klimaänderungssignale? *Klimastatusbericht 1999*. DWD, Offenbach, 111-117.
- Hupfer, P.; Chmielewski, F.-M. (Hrsg.) (1990): *Das Klima von Berlin*. Akademie-Verlag, Berlin, 288 S.
- Houghton, J.T.; Ding, Y.; Griggs, D.J.; Noguer, M.; van der Linden, P.J.; Xiaosu, D. (2001): *Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Menzel, A. 2000. Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996, *Int. J. Biometeorology*, 44:76-81.
- Rapp, J. (2000): *Konzeption, Problematik und Ergebnisse klimatologischer Trendanalysen für Europa und Deutschland*, Berichte DWD 212, Offenbach, 145 S.
- Schönwiese C.-D.; Hupfer, P. (2001): Observed climate change within the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> century: Danger ahead? In: In: Lozán, J.L.; Graßl, H.; Hupfer, P.(Eds.): *Climate of the 21st Century: Changes and Risks*. Wiss. Ausw., Hamburg, 101-115.
- Schubert, S.; Hupfer, P. (1992): Allgemeine Zirkulation und Klimaschwankungen im mitteleuropäischen Raum. *Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, R. Mathem. Naturwiss.* 41, 2, 5-16.

Anhang:

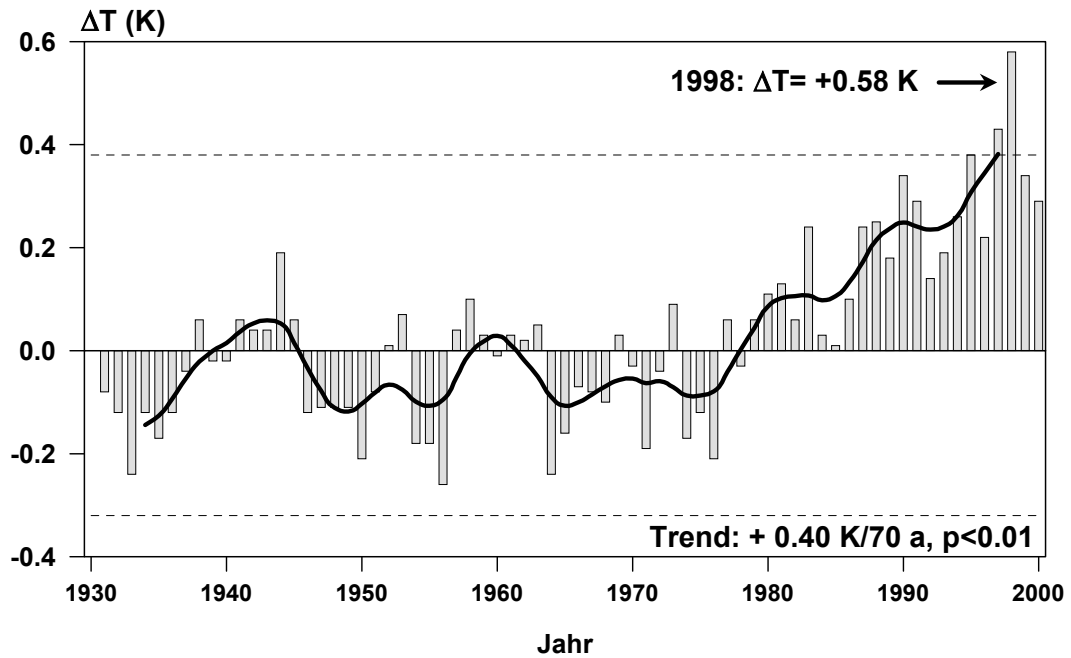


Abb. A1 Jährliche Anomaliewerte der global gemittelten, bodennahen Lufttemperatur über Land- und Meeresoberflächen ( $\Delta T$ ), 1931-2000 zum Bezugszeitraum 1961-1990 (Balken), nach Jones et al. (1999, ergänzt). Fette Linie: 7jährig tiefpassgefilterte Werte. Die gepunkteten Linien markieren die  $2\sigma$ -Grenze um den Mittelwert, 1931-2000.

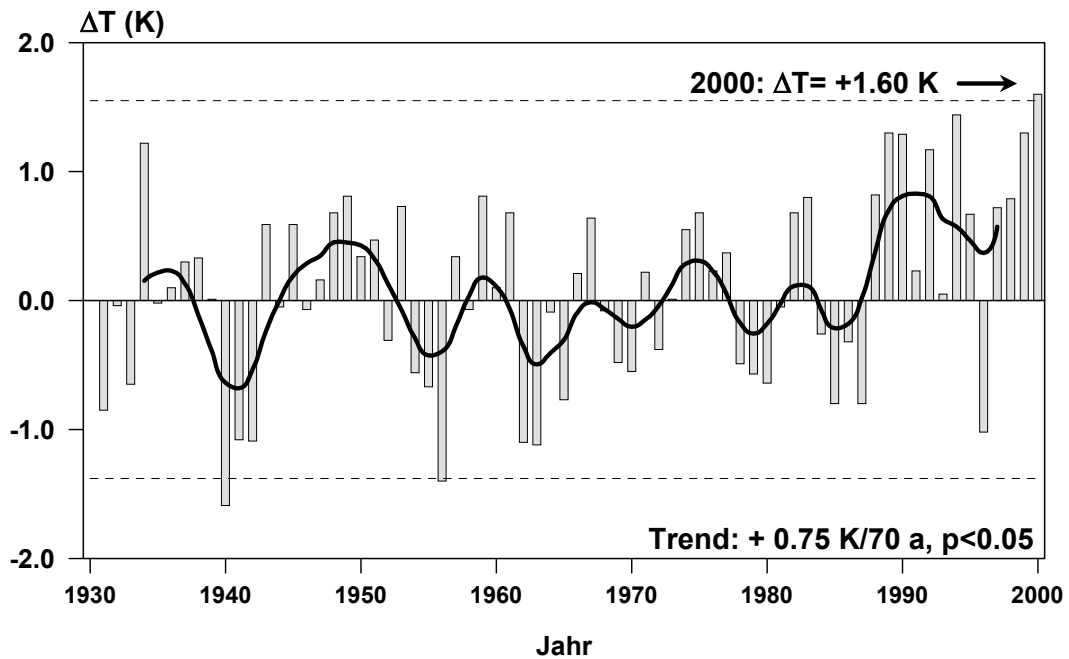


Abb. A2 Jährliche Anomaliewerte der Lufttemperatur für Deutschland ( $\Delta T$ ), 1931-2000 zum Bezugszeitraum 1961-1990 (Balken), nach Rapp (2000, ergänzt). Fette Linie: 7jährig tiefpassgefilterte Werte. Die gepunkteten Linien markieren die  $2\sigma$ -Grenze um den Mittelwert, 1931-2000.

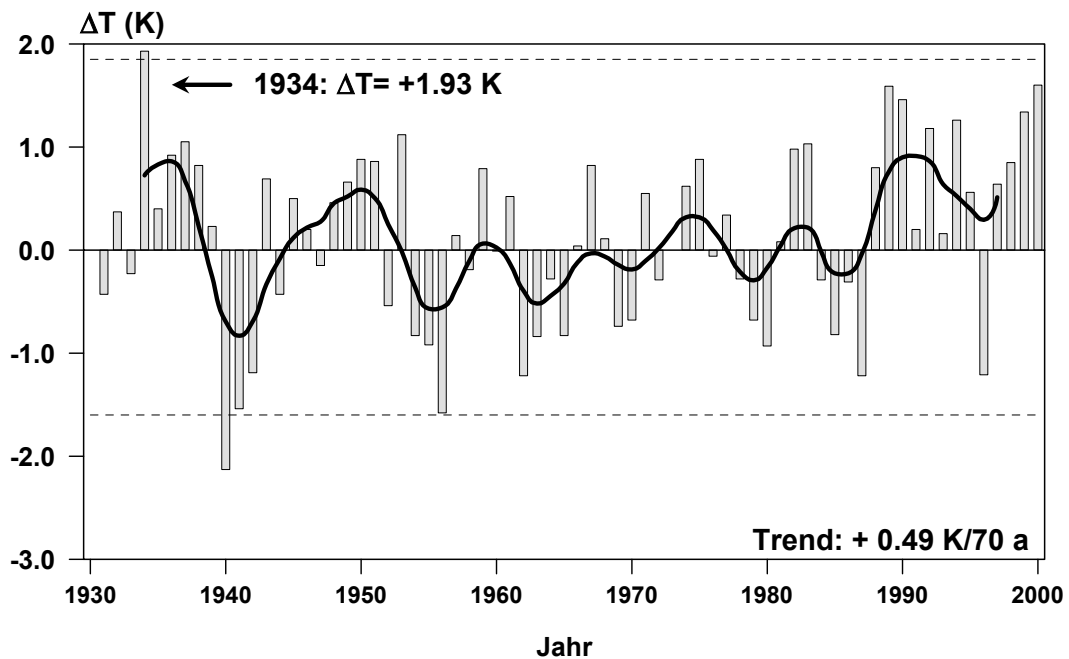


Abb. A3 Jährliche Anomaliewerte der Lufttemperatur für Berlin-Dahlem ( $\Delta T$ ), 1931-2000 zum Bezugszeitraum 1961-1990 (Balken). Fette Linie: 7jährig tiefpassgefilterte Werte. Die gepunkteten Linien markieren die  $2\sigma$ -Grenze um den Mittelwert, 1931-2000.



- Heft 01/1998** Gebiete der Angewandten Meteorologie  
F.-M. Chmielewski
- Heft 02/1998** Mögliche Auswirkungen einer globalen Klimaänderung  
auf die Land- und Forstwirtschaft  
G. Hörmann und F.-M. Chmielewski
- Heft 03/1998** The agrometeorological field experiment at Berlin-  
Dahlem, a description of a long-term field experiment  
F.-M. Chmielewski and W. Köhn
- Heft 04/1998** The impact of weather on the yield formation of spring  
cereals  
F.-M. Chmielewski and W. Köhn
- Heft 05/1999** Impact of weather on yield components of winter rye over  
30 years  
F.-M. Chmielewski and W. Köhn
- Heft 06/2000** Phenological maps for Europe  
T. Rötzer and F.-M. Chmielewski
- Heft 07/2000** Phenological trends in Europe in relation to climatic  
changes  
F.-M. Chmielewski and T. Rötzer
- Heft 08/2000** Annual and spatial variability of the beginning of growing  
season in Europe in relation to air temperature changes  
F.-M. Chmielewski and T. Rötzer