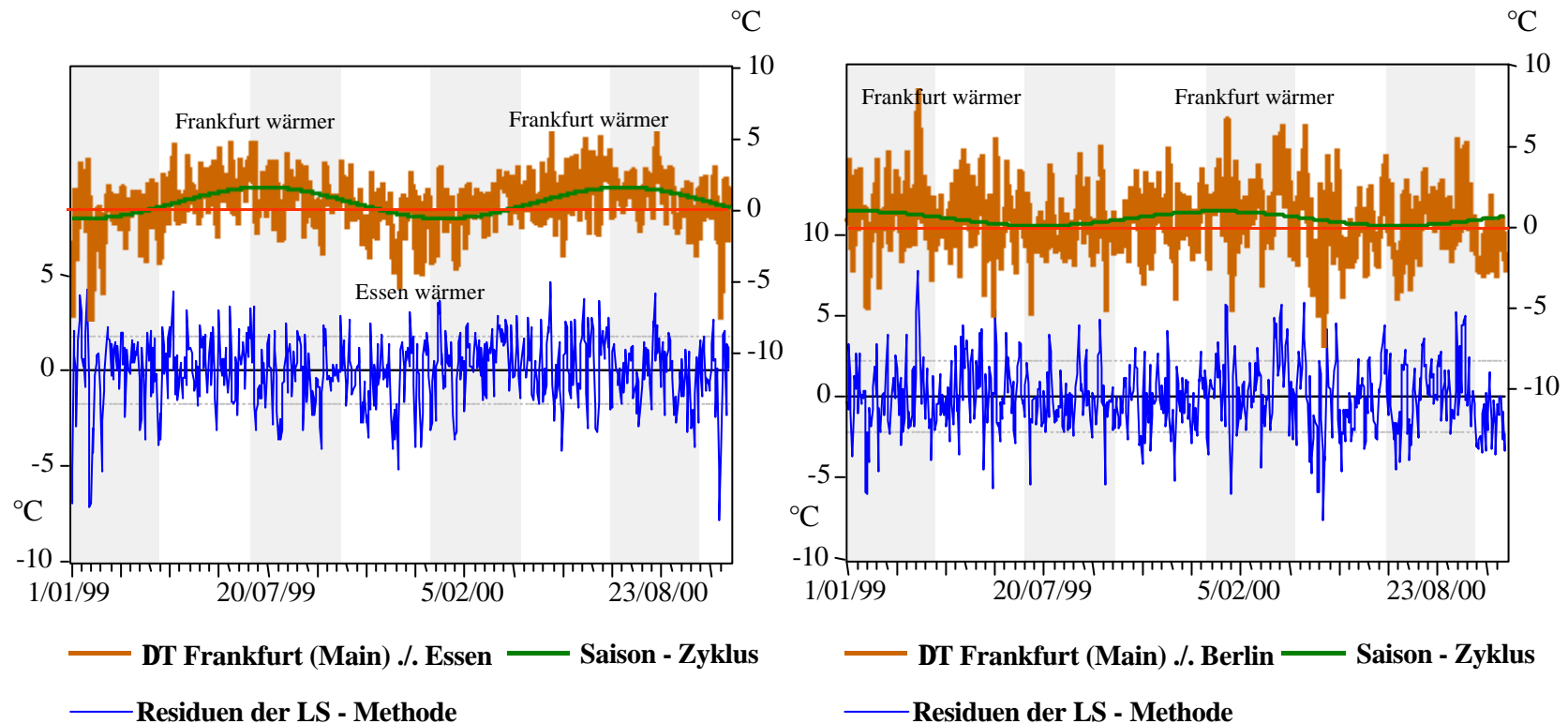


## Temperaturdivergenzen zwischen den Städten

Die Temperaturdifferenzen zwischen den Städten schwanken nach den Jahreszeiten. Daher gibt es keinen Referenzstandort für Deutschland.



## *Verbrauchsgewichtete Tagesmitteltemperatur*

Die Tagesmitteltemperatur für Deutschland wurde aus 5 Standorten errechnet.

<b>Standort</b>	<b>Gewichtung</b>
Berlin	14 %
Essen	33 %
Frankfurt	19 %
Hamburg	7 %
München	27 %

### **Stromverbrauch nach Bundesland [GWh]**

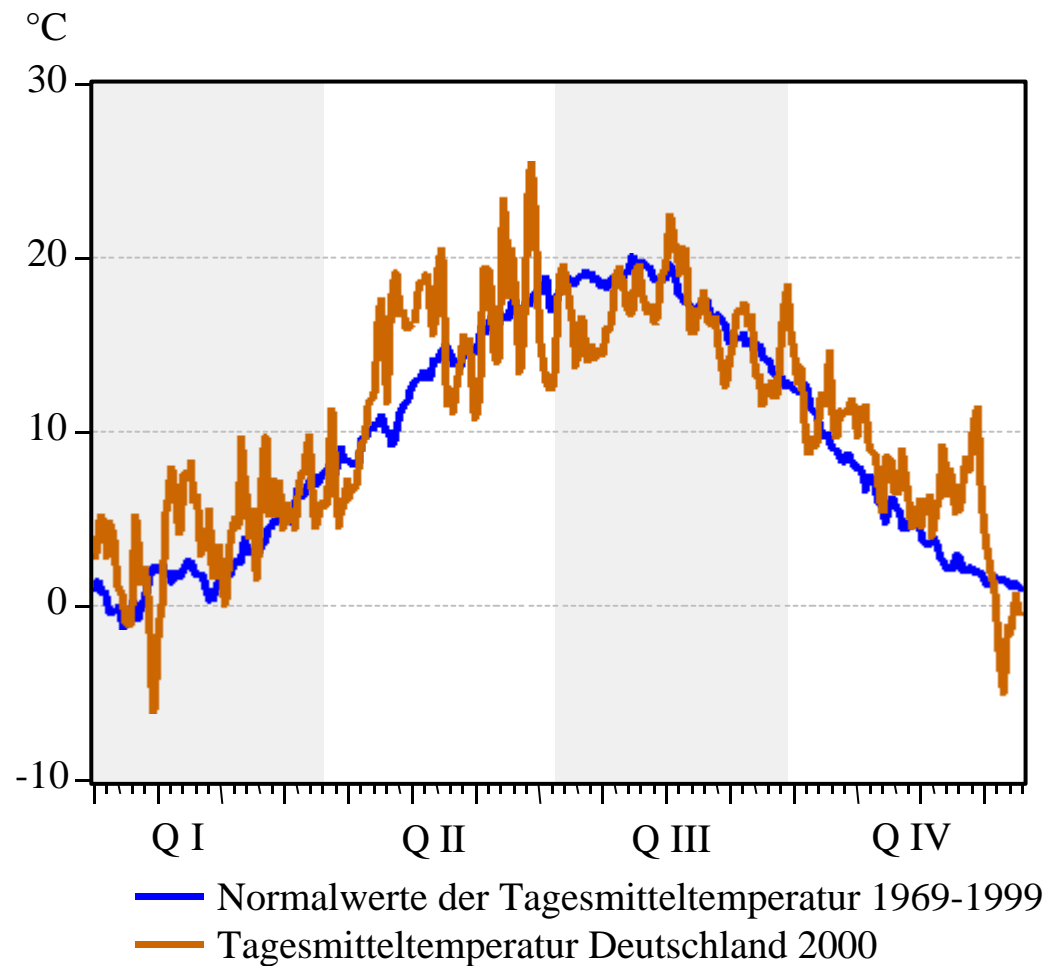
Baden-Württemberg	57'155
Bayern	62'759
Berlin	13'306
Brandenburg	11'430
Bremen	4'282
Hamburg	13'911
Hessen	31'482
Meckl.-Vorpommern	5'308
Niedersachsen	44'840
Nordrh.-Westfalen	121'699
Rheinland-Pfalz	24'994
Saarland	7'360
Sachsen	15'723
Sachsen-Anhalt	10'318
Schleswig-Holstein	12'230
Thüringen	8'030

**Gesamtverbrauch 1998**      **444'827**

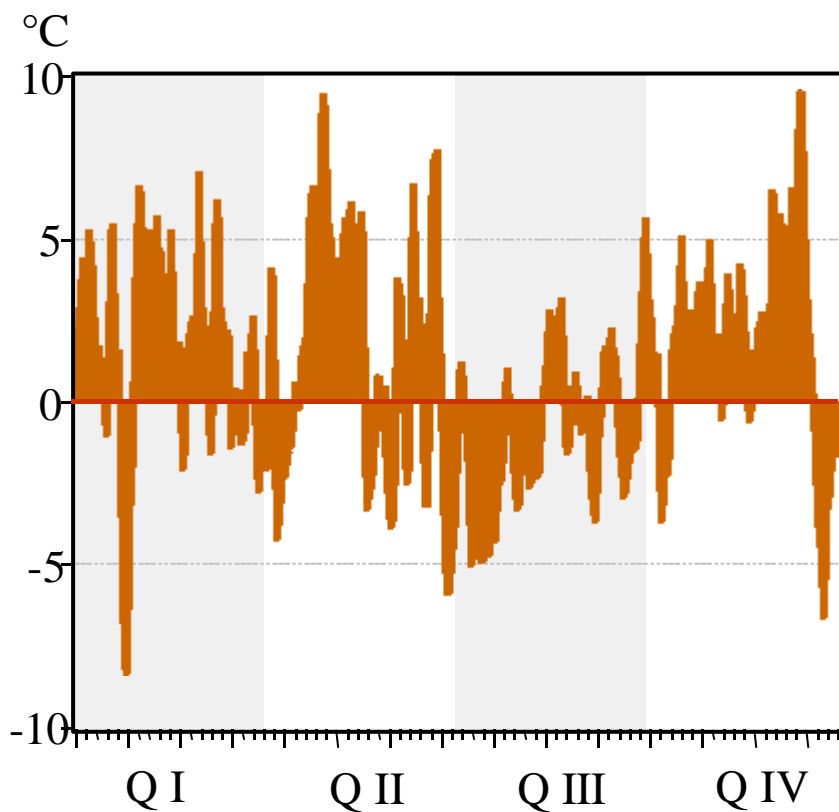
## *Zeitreihe der Tagesmitteltemperatur*

- Saison erkennbar
- Ungewöhnlich warme und kalte Perioden sichtbar

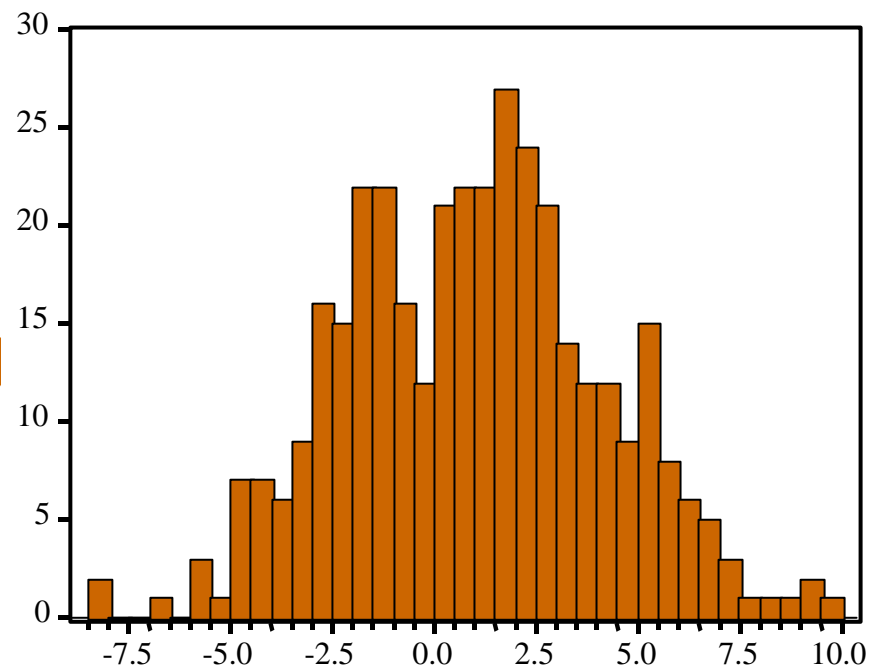
Abweichung vom 30 -  
jährigen Mittel



## Abweichung von den Normalwerten



— Abweichung der Temperatur  
von den Normalwerten



Sample 1/01/2000 31/12/2000

Observations	366	Std. Dev.	3.16
Mean	0.94	Skewness	0.05
Median	1.01	Kurtosis	2.80
Maximum	9.54	Jarque-Bera	0.76
Minimum	-8.39	<b>Probability</b>	<b>0.68</b>

## Langfristige Durchschnittstemperatur

Saison Zyklus:

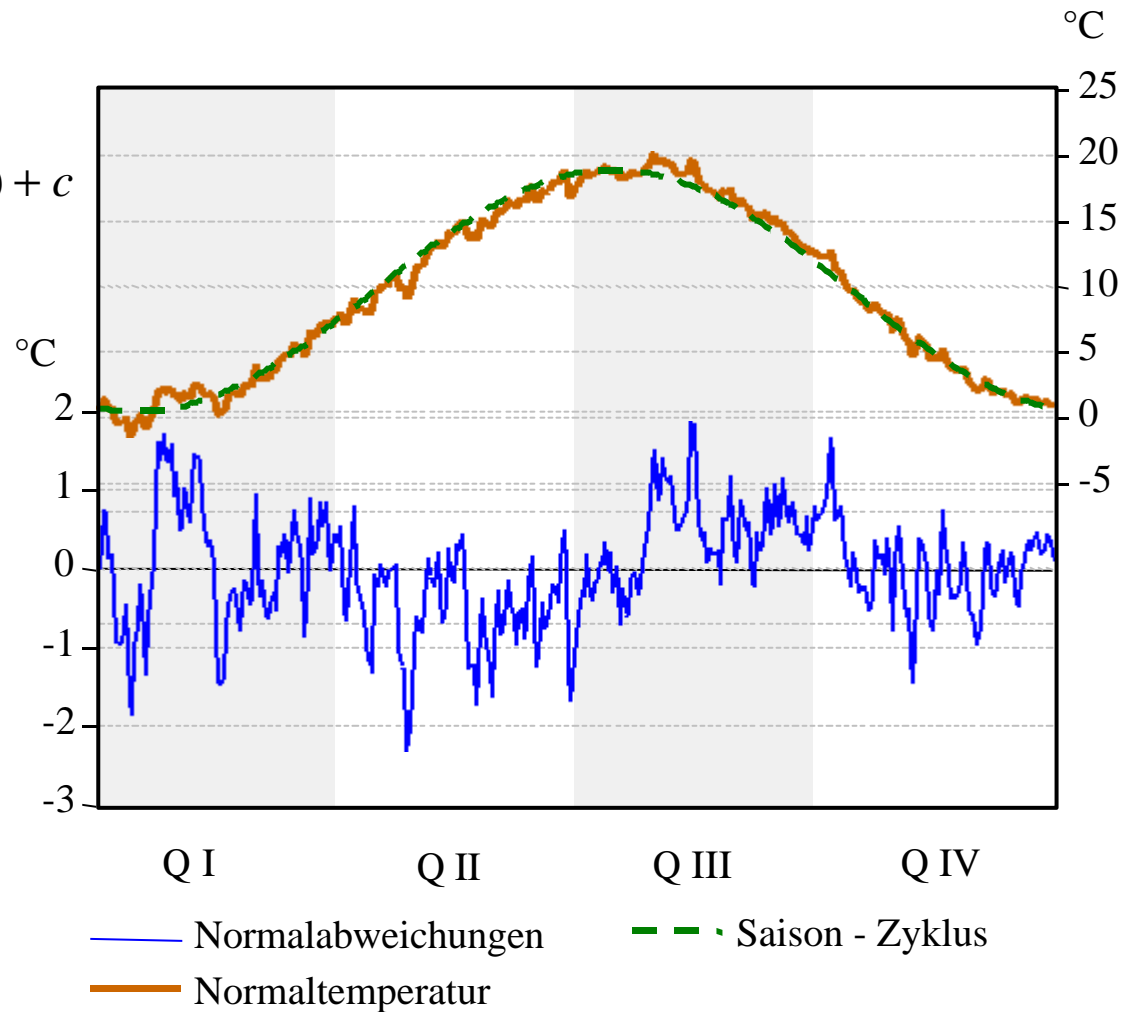
$$\bar{T}_M(n) = a \sin\left(2 \cdot p \cdot \frac{(n - 113)}{365,25}\right) + c$$

$$n \in N[0..366]$$

$$a = 9.207$$

$$c = 9.724$$

Abweichungen sind  
normalverteilt  
(*Prob.* 56%)



## Schätzergebnisse

Included observations: 366

Convergence achieved after 4 iterations

$$\text{TEMP\_MITTEL\_MIT}(t) = C(1) + C(2) * \text{COS}(2\pi/366*t - C(3))$$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	9.696284	0.035496	273.1661	0.0000
C(2)	-9.226158	0.050199	-183.7923	0.0000
C(3)	15.70804	0.316938	49.56191	0.0000

R-squared	0.989368
Adjusted R-squared	0.989310
S.E. of regression	0.679077
Sum squared resid	167.3959
Log likelihood	-376.1757
Mean dependent var	9.696284
Durbin-Watson stat	0.399179

## Saison Zyklus in der langfristigen Betrachtung

- Saison Zyklus

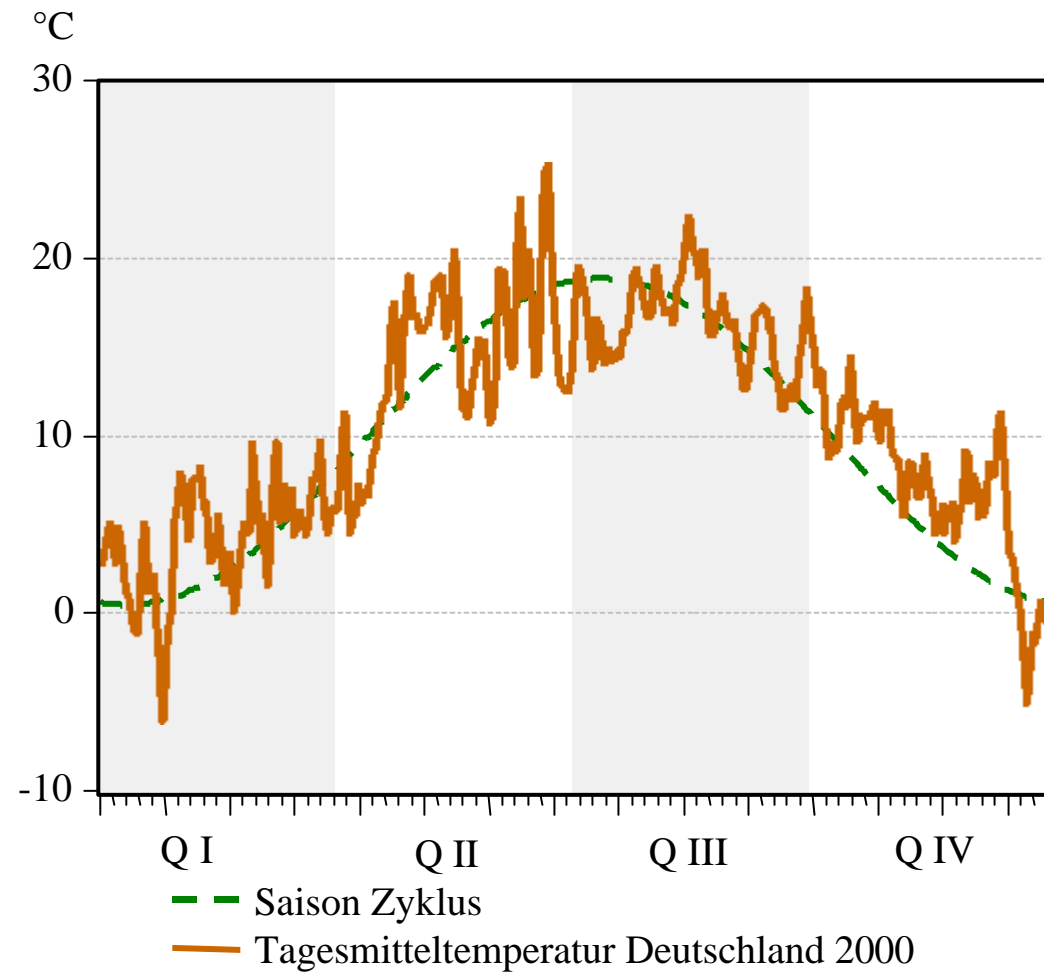
$$\bar{T}_M(n) = a \sin\left(2 \cdot \mathbf{p} \cdot \frac{(n-113)}{365,25}\right) + c$$

$$n \in N[0..365]$$

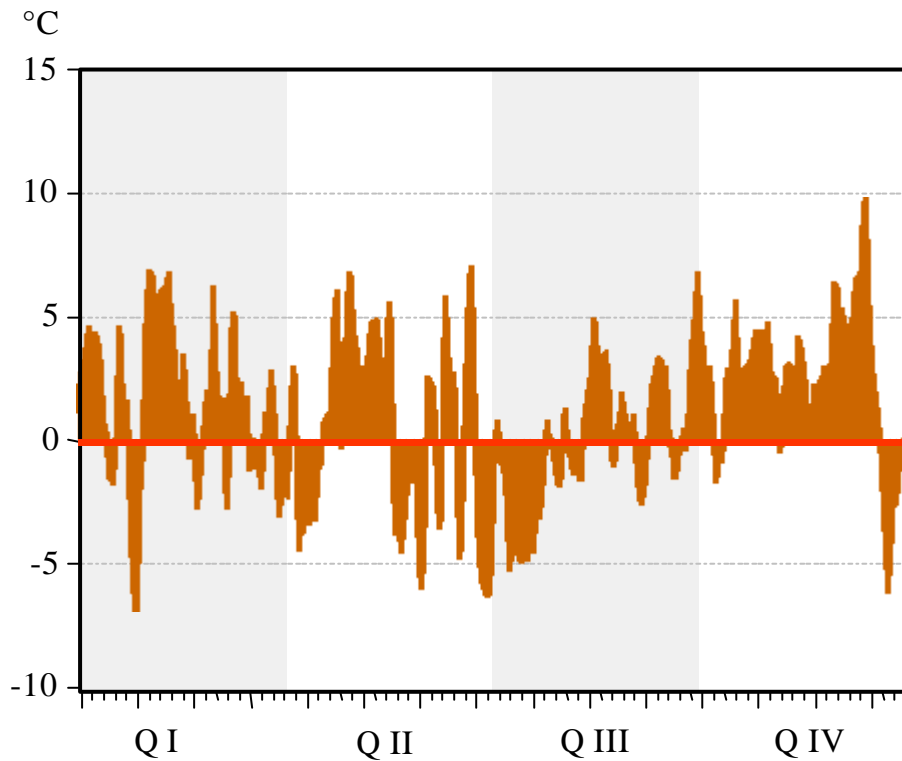
$$a = 9.203286$$

$$c = 9.708010$$

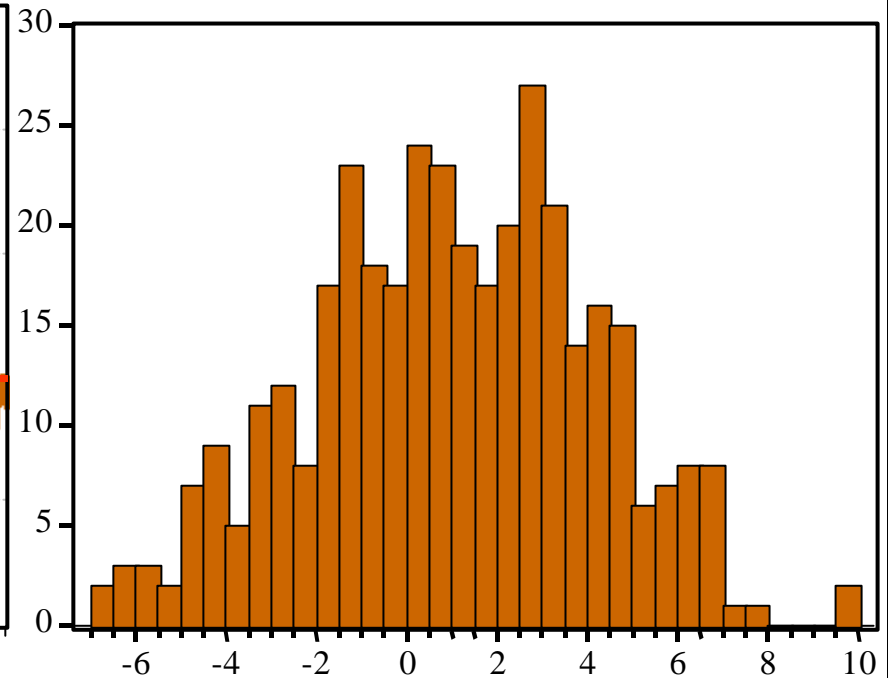
- Vergleich der Temperatur 2000 mit der langfristigen Saison



## Abweichung von der langfristigen Saison



— Abweichung der Temperatur  
von der langfristigen Saison  
im Jahr 2000



Sample 1/01/2000 31/12/2000

Observations	366	Std. Dev.	3.138245
		Skewness	-0.080380
Mean	0.961477	Kurtosis	2.623964
Median	0.975694	Jarque-Bera	2.550507
Maximum	9.866838	Probability	0.279360
Minimum	-6.815020		

## *Heizgradtage / Kühlgradtage*

Kennzahlen zur Ermittlung des Raumwärmebedarfes zur Heizleistung bzw. zur Kühlleistung vom Klimaanlagen.

In Deutschland übliche Berechnung

$$HGT = (20 - T_M)$$

An einen Heiztag :=  $T_M < 15 \text{ °C}$

$$KGT = (T_M - T_R)$$

Für  $T_M \geq T_R; T_R \in [18; 23]$

HGT = Heizgradtag

KGT = Kühlgradtag

$T_R$  = Zulufttemperatur

$T_M$  = Tagesmitteltemperatur

In Amerika übliche Berechnung

$$HDD = (18,3 - T_M)$$

Für  $T_M < 18,3 \text{ °C}$

$$CDD = (T_M - 18,3)$$

Für  $T_M > 18,3 \text{ °C}$

*HDD = Heating Degree Day*

*CDD = Cooling Degree Day*

$T_M$  = Tagesmitteltemperatur

18,3 °C = 65° Fahrenheit

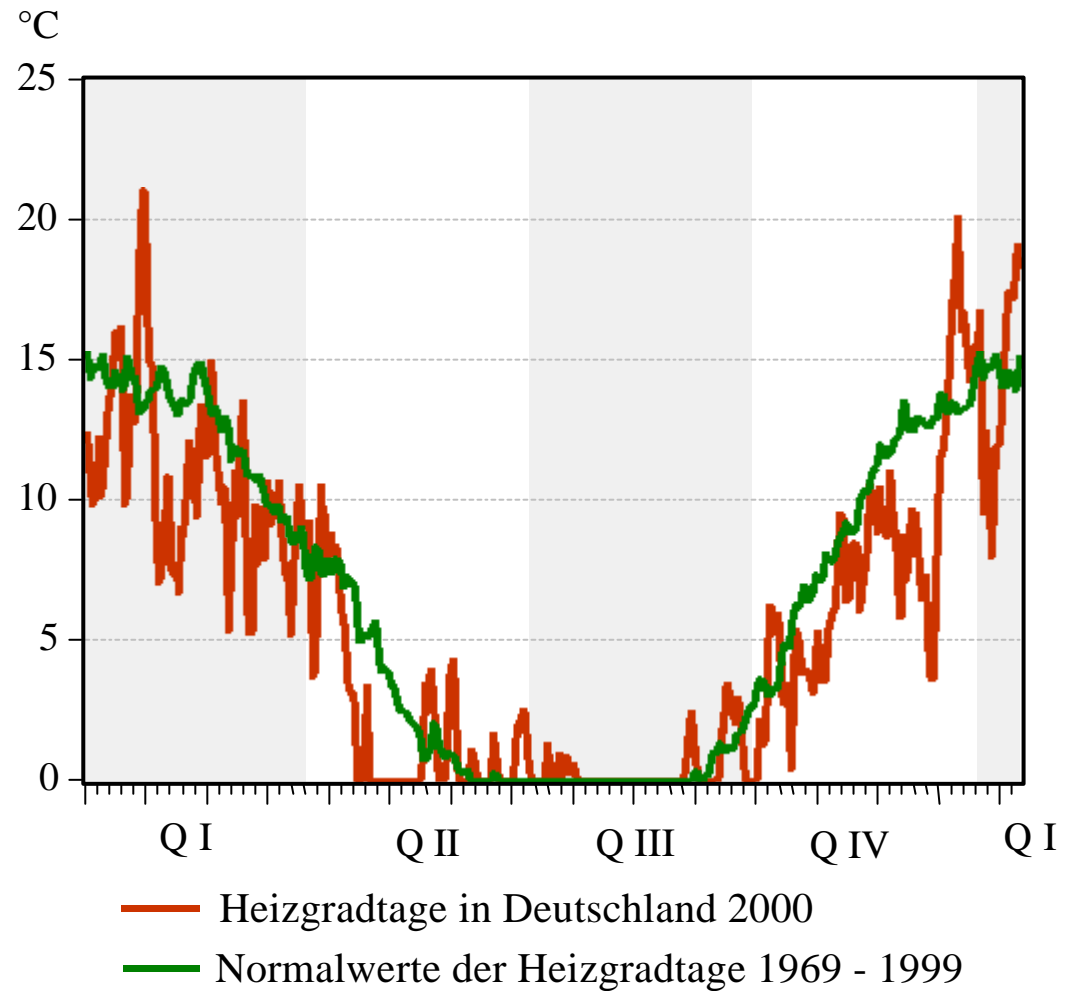
## Zeitreihe der Heizgradtage

Berechnung:

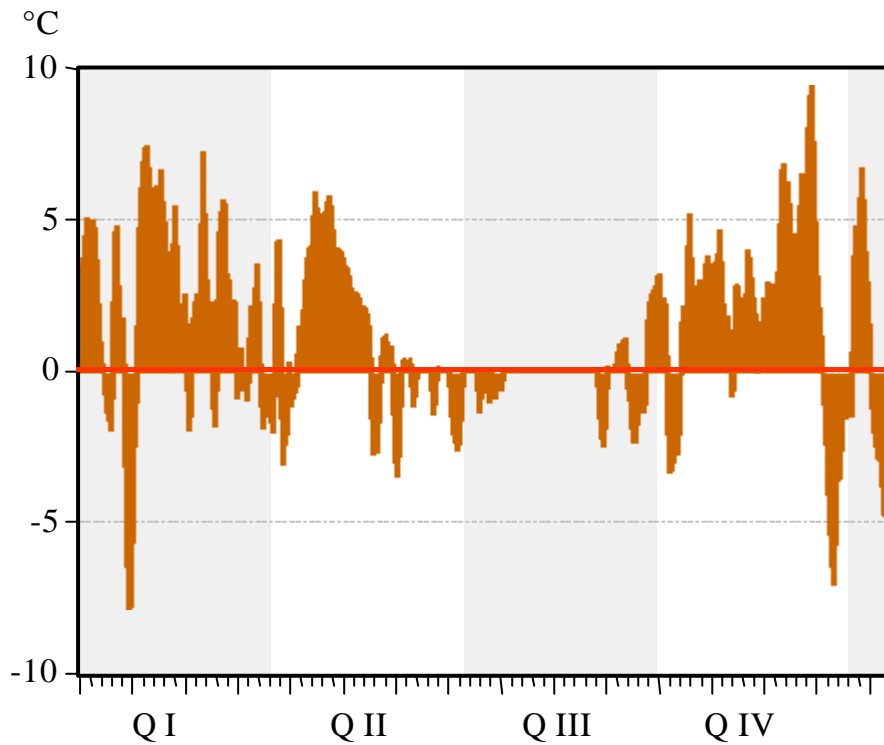
$$HGT = (15 - T_M)$$

An einen Heiztag :=  $T_M < 15 \text{ °C}$

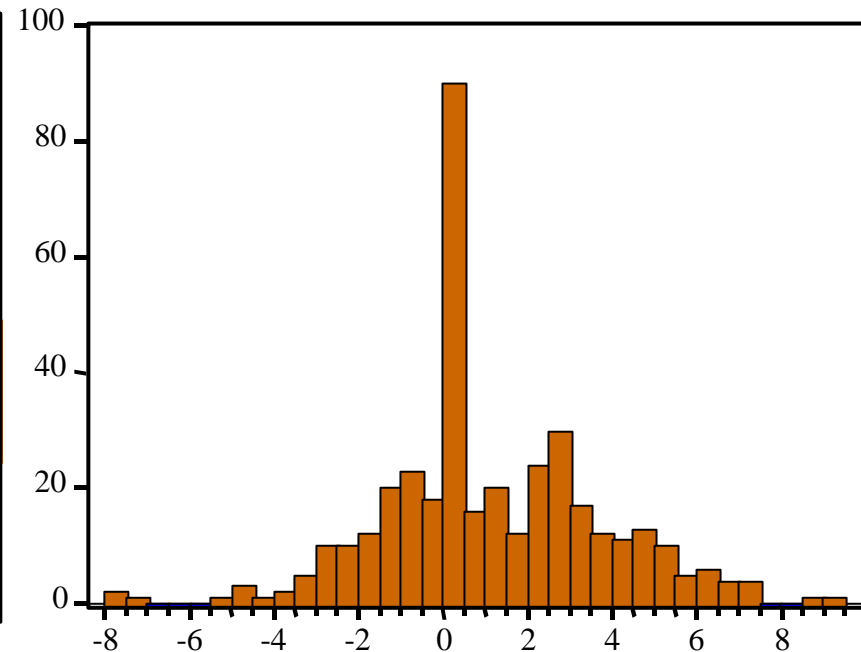
- Abweichungen erkennbar
- Informationen fehlen (Warmer Mai)



## Abweichung der HGT von den Normalwerten



— Abweichung der HGT  
von den Normalwerten



Sample 1/01/2000 18/01/2001

Observations	384	Std. Dev.	2.62
Mean	1.07	Skewness	0.15
Median	0.33	Kurtosis	3.51
Maximum	9.44	Jarque-Bera	5.85
Minimum	-7.88	Probability	0.05

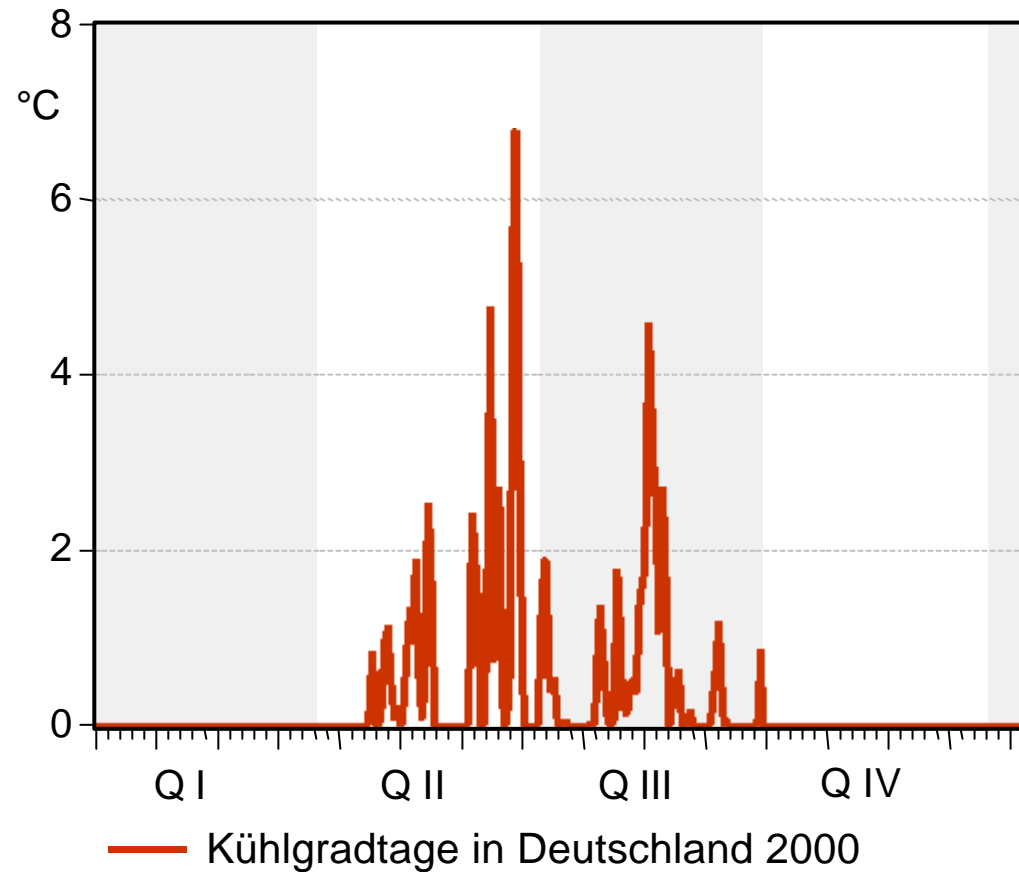
## Zeitreihe der Kühlgradtage

Berechnung:

$$KGT = (T_M - 18)$$

An einen Kühltag :=  $T_M > 18 \text{ °C}$

- *Peaks* in kurzen Intervallen
- Keine sinnvollen Normalwerte möglich
- Keinen Einfluß auf den Strompreis

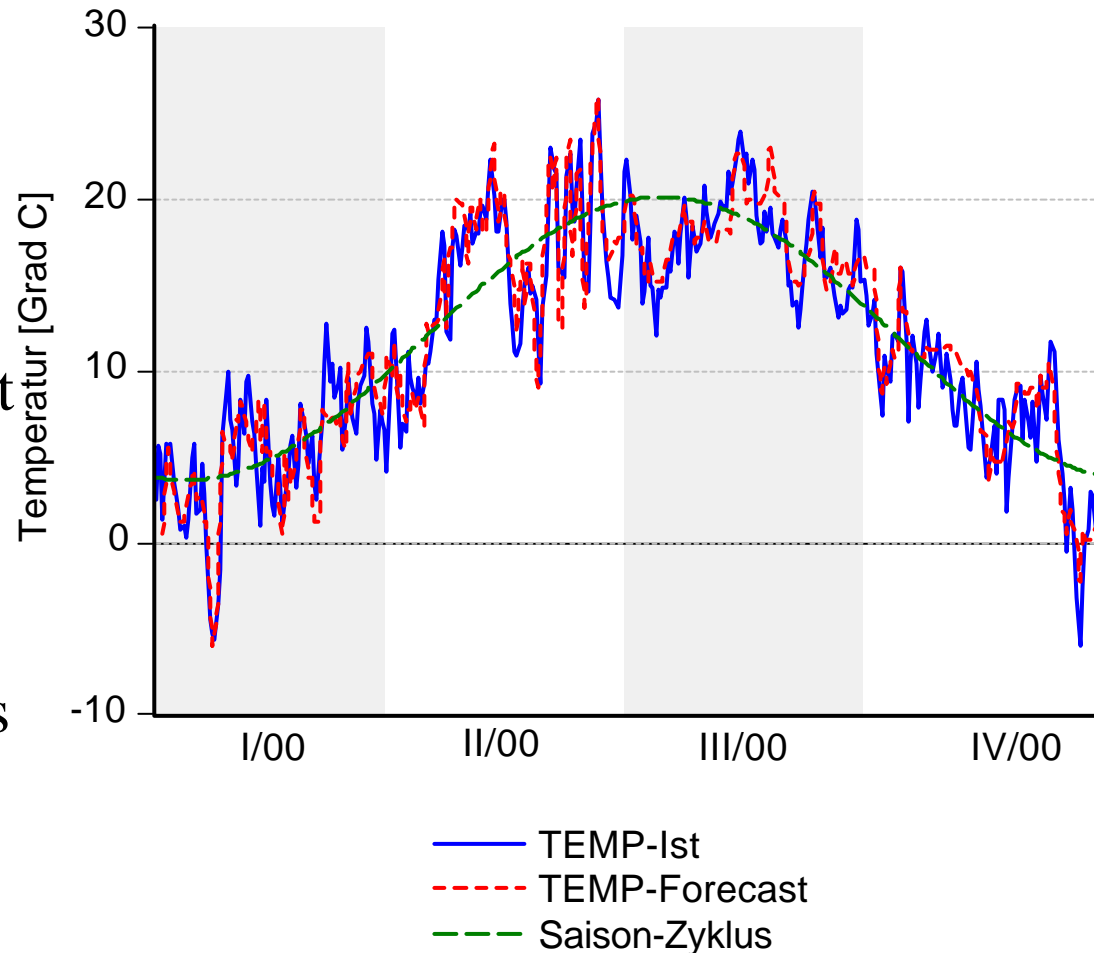


## Abweichungen Ist Werte von Prognosewerten

Korrelationskoeffizient  
(1/1/2000 - 31/12/2000)

$$r = 0.95$$

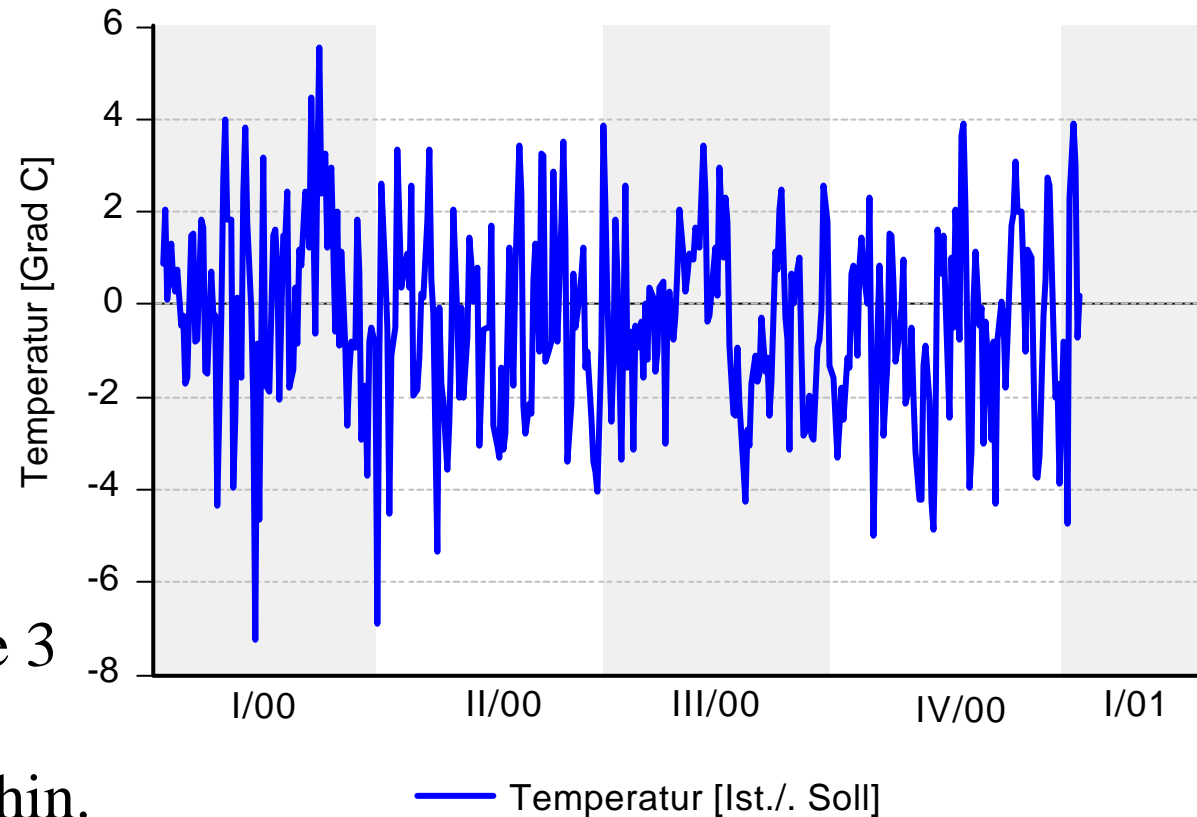
- Trendbrüche und Verlauf weitgehendst korrekt vorhergesagt
- Vorhersage tendenziell dichter am Saison Zyklus als Ist Werte



## Zeitreihe der Prognoseabweichungen

	<b>Differenz</b>
Mean	-0.3341
Median	-0.3500
Maximum	5.5500
Minimum	-7.2500
Std. Dev.	2.0454
Skewness	-0.1497
Kurtosis	2.9563

Eine Kurtosis nahe 3 deutet auf eine Normalverteilung hin.



## *Bedeckungsgrade*

Ausmaß der Bedeckung des Himmels mit Wolken wird geschätzt.

### **Wetterdienst**

0/8 wolkenlos  
1-2/8 heiter  
3/8 leicht bewölkt  
4-6/8 wolkig  
7/8 stark bewölkt  
8/8 bedeckt

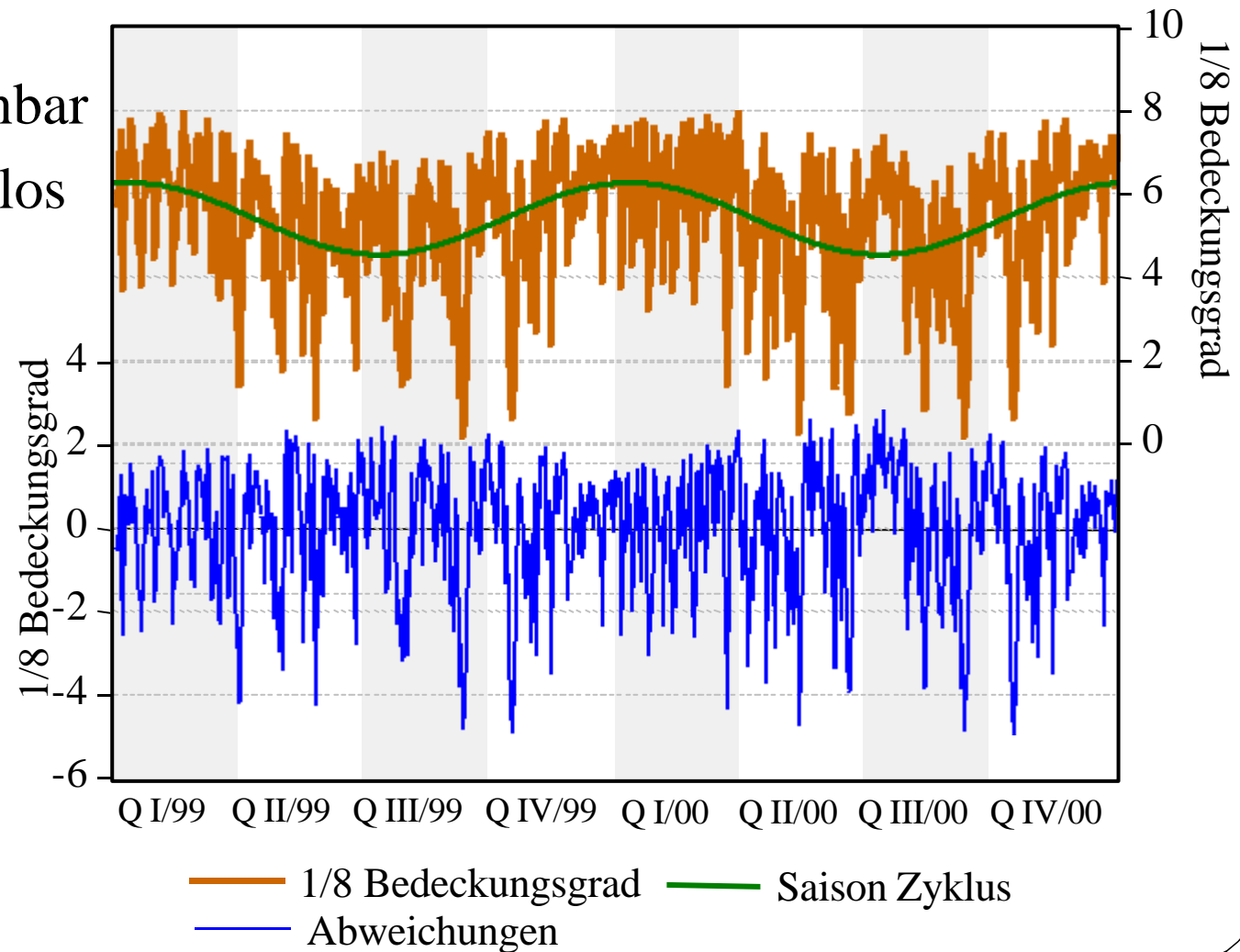
### **Flugwetterdienst**

0/8 *sky clear* (SKC) wolkenlos  
1-2/8 *few* (FEW) wenig bewölkt  
3-4/8 *scattered* (SCT) aufgelockert bewölkt  
5-7/8 *broken* (BKN) durchbrochene Wolkendecke  
8/8 *overcast* (OVC) geschlossene Wolkendecke

## Zeitreihe der Bedeckungsgrade

- Saison erkennbar
- kaum wolkenlos

Für Prognose-  
zwecke kaum  
geeignet, da  
zu ungenau.



## *Temperatureinflüsse auf dem PBI Peak Day Ahead*

Variable	Koeff.	t-Wert	Variable	Koeff.	t-Wert	Variable	Koeff.	t-Wert
C	24.352	49.651	C	24.369	49.535	C	22.173	50.518
FERIENZEIT	-3.454	-5.917	FERIENZEIT	-3.351	-5.497	FERIENZEIT	-3.051	-4.758
FEIERTAGE	-7.030	-8.459	FEIERTAGE	-7.054	-8.467	FEIERTAGE	-7.228	-8.426
REGIMESHIFT	6.890	19.379	REGIMESHIFT	6.843	18.768	REGIMESHIFT	6.601	17.122
REGIMESHIFTS	3.440	7.022	REGIMESHIFTS	3.571	6.643	REGIMESHIFTS	3.656	6.819
WT_MO	0.340	0.652	WT_MO	0.346	0.663	WT_MO	0.410	0.767
WT_DI	0.562	1.086	WT_DI	0.561	1.084	WT_DI	0.545	1.027
WT_DO	0.025	0.048	WT_DO	0.032	0.061	WT_DO	0.073	0.137
WT_FR	-0.160	-0.310	WT_FR	-0.157	-0.303	WT_FR	-0.024	-0.046
TEMP_DEUT	-0.210	-7.007	TEMP_MIT	-0.219	-6.587	<b>SEASON</b>	<b>-2.102</b>	<b>-6.55</b>
			DTEMP_MIT	-0.184	-3.389	DTEMP_SEAS	-0.172	-3.187
<b>R-squared</b>	<b>0.763</b>		<b>R-squared</b>	<b>0.764</b>		<b>R-squared</b>	<b>0.760</b>	
Durbin-Watson	0.936		Durbin-Watson	0.929		Durbin-Watson	0.959	

Alle Ansätze geben gute signifikante Ergebnisse.

Der Saisonterm kann sehr gut mit den tatsächlichen Werten konkurrieren.

## *Heigradtag- und Kühlgradtageinflüsse auf dem PBI Peak Day Ahead*

Variable	Koeff.	t-Wert	Variable	Koeff.	t-Wert	Variable	Koeff.	t-Wert
C	22.173	50.518	C	20.70	42.38	C	19.393	35.262
FERIENZEIT	-3.051	-4.758	FERIENZEIT	-3.543	-6.104	<i>FERIENZEIT</i>	<i>-1.916</i>	<i>-2.866</i>
FEIERTAGE	-7.228	-8.426	FEIERTAGE	-7.067	-8.485	FEIERTAGE	-5.416	-6.045
REGIMESHIFT	6.601	17.122	REGIMESHIFT	7.013	19.75	REGIMESHIFT	7.555	19.27
REGIMESHIFTS	3.656	6.819	REGIMESHIFTS	3.450	6.985	REGIMESHIFTS	3.990	7.730
WT_MO	0.410	0.767	WT_MO	0.320	0.613	WT_MO	0.465	0.881
WT_DI	0.545	1.027	WT_DI	0.543	1.050	WT_DI	0.541	1.035
WT_DO	0.073	0.137	WT_DO	0.035	0.067	WT_DO	-0.000	-0.001
WT_FR	-0.024	-0.046	WT_FR	-0.161	-0.311	WT_FR	-0.006	-0.011
SEASON	-2.102	-6.550	HGT	0.247	7.002	DHGT	-0.244	-3.114
DTEMP_SEAS	-0.172	-3.187	<b>KGT</b>	<b>-0.133</b>	<b>-0.387</b>	HGT_NORMAL	0.363	8.512
						<b>DKGT</b>	<b>0.023</b>	<b>0.071</b>
						<b>KGT_NORMAL</b>	<b>3.598</b>	<b>0.564</b>
R-squared	0.760		R-squared	0.764		R-squared	0.774	
Durbin-Watson	0.959		Durbin-Watson	0.939		Durbin-Watson	0.995	

Kühlgradtage haben keinen Einfluß. Der Normalverlauf der KGT korreliert mit der Ferienzeit. Den HGT fehlen Informationen.

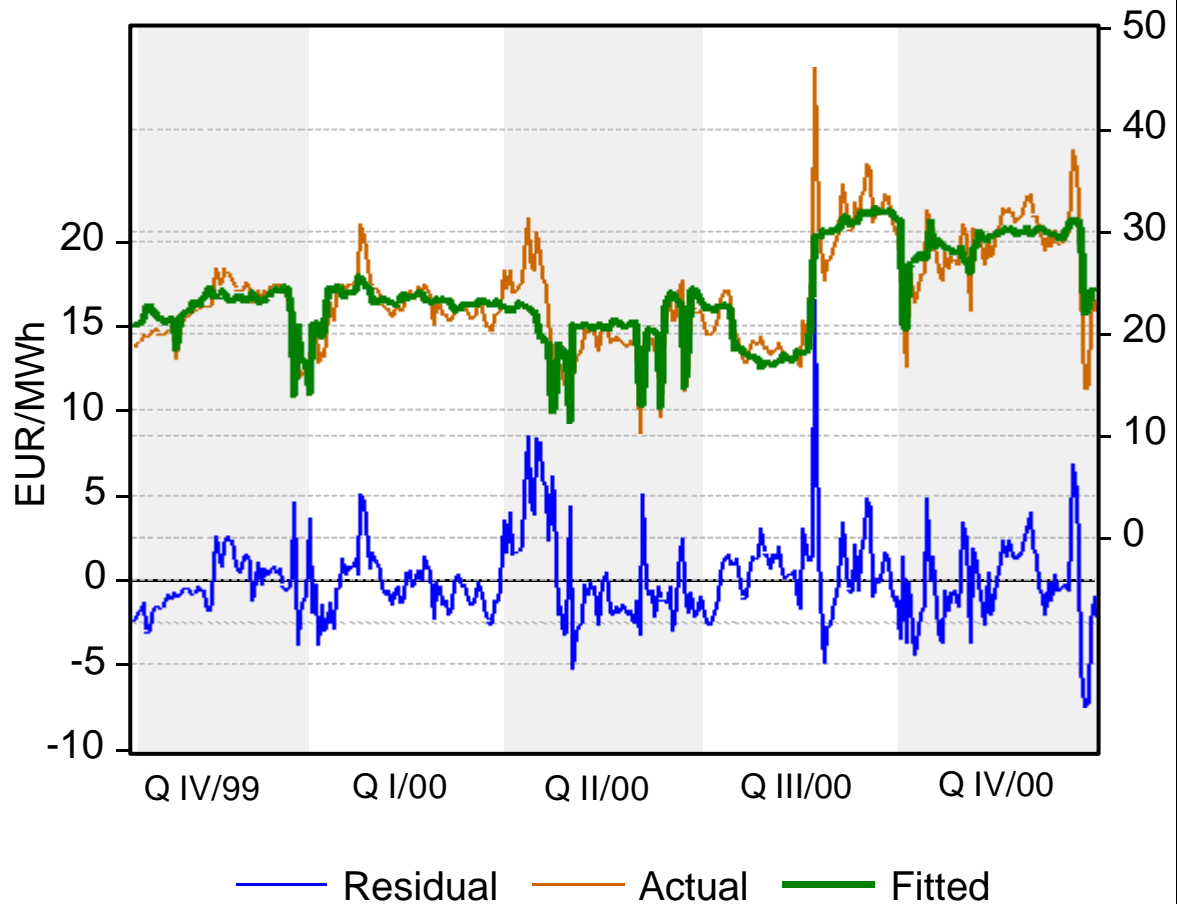
## *Bedeckungsgradeinflüsse auf dem PBI Peak Day Ahead*

Der Bedeckungsgrad als 3-Tagesdurchschnitt scheint signifikant zu sein, liefert aber keine neuen Informationen. In einem autoregressiven Modell ist der Bewölkungsgrad vernachlässigbar.

Variable	Koeff.	t-Wert	Variable	Koeff.	t-Wert
C	22.173	50.518	C	26.032	26.218
FERIENZEIT	-3.051	-4.758	FERIENZEIT	-2.700	-4.173
FEIERTAGE	-7.228	-8.426	FEIERTAGE	-7.366	-8.637
REGIMESHIFT	6.601	17.122	REGIMESHIFT	6.844	18.382
REGIMESHIFTS	3.656	6.819	REGIMESHIFTS	3.584	6.702
WT_MO	0.410	0.767	WT_MO	0.483	0.910
WT_DI	0.545	1.027	WT_DI	0.596	1.130
WT_DO	0.073	0.137	WT_DO	0.062	0.118
WT_FR	-0.024	-0.046	WT_-	-0.011	-0.020
SEASON	-2.102	-6.550	SEASON	-2.239	-6.696
DTEMP_SEAS	-0.172	-3.187	DTEMP_SEAS	-0.171	-2.896
			<b>BEDECKMOV</b>	<b>-0.274</b>	<b>-2.092</b>
<i>R-squared</i>			<i>R-squared</i>		
	0.760			0.763	
Durbin-Watson			Durbin-Watson		
	0.959			0.976	

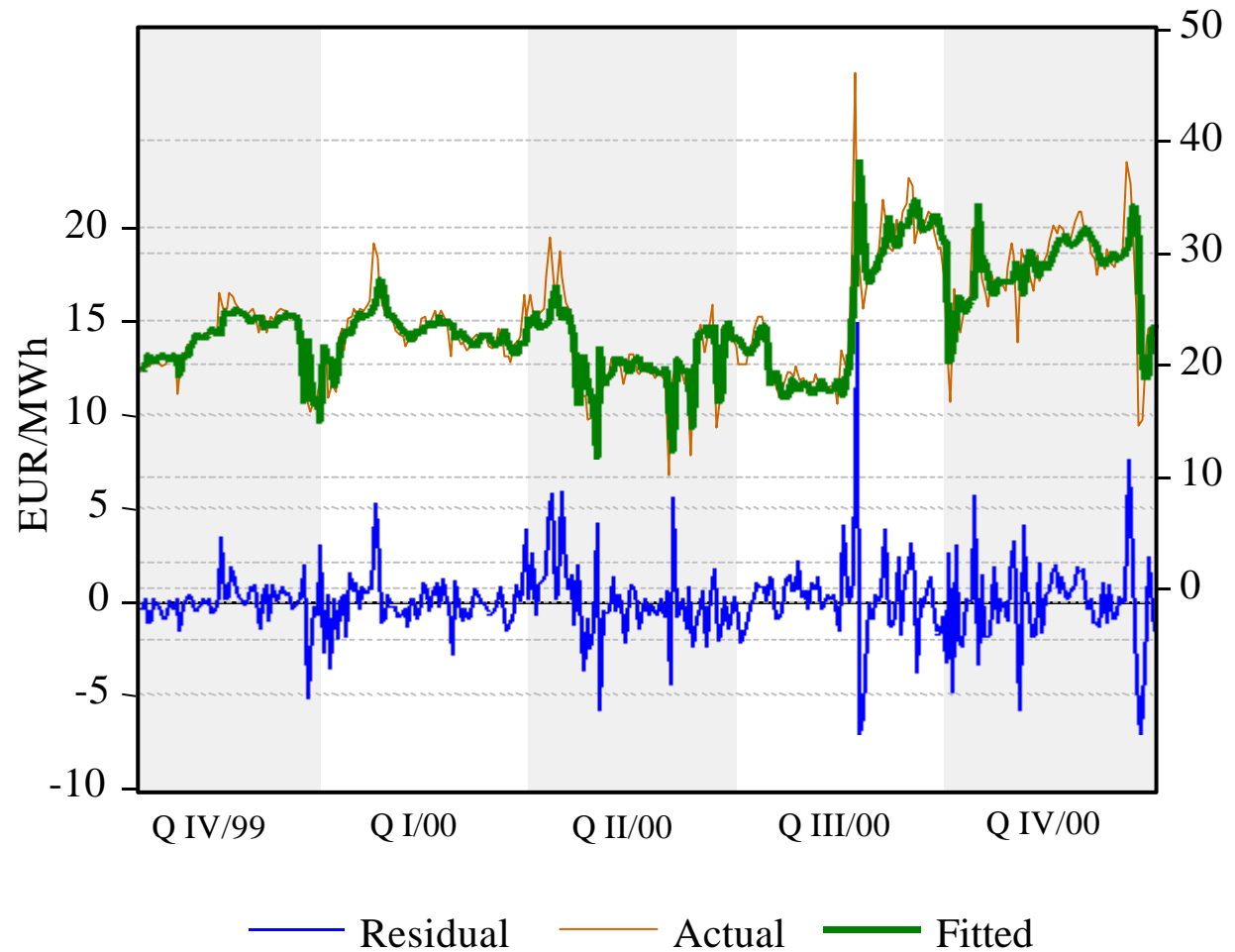
## *Regressionsanalyse für den PBI Peak Day Ahead*

Variable	Koeff.	t-Wert
C	26.032	26.218
FERIENZEIT	-2.700	-4.173
FEIERTAGE	-7.366	-8.637
REGIMESHIFT	6.844	18.382
REGIMESHIFTS	3.584	6.702
WT_MO	0.483	0.910
WT_DI	0.596	1.130
WT_DO	0.062	0.118
WT_FR	-0.011	-0.020
SEASON	-2.239	-6.696
DTEMP_SEAS	-0.171	-2.896
BEDECKMOV	-0.274	-2.092
<i>R-squared</i>	0.763	
Durbin-Watson	0.976	



# *Regressionsanalyse für den PBI Peak Day Ahead mit autorekursiven Faktoren*

Variable	Koeff.	t-Wert
C	22.05	26.55
FERIENZEIT	-2.95	-3.39
FEIERTAGE	-4.66	-7.29
REGIMESHIFT	6.48	19.14
REGIMESHIFTS	4.87	6.75
WT_MO	0.08	0.26
WT_DI	0.36	1.24
WT_DO	0.08	0.29
WT_FR	0.02	0.07
SEASON	-2.27	-4.24
DTEMP_SEAS	-0.02	-0.46
BEDECK	-0.06	-0.47
AR(1)	0.51	8.96
AR(2)	0.12	2.09
R-squared	0.83	
Sum squared resid	1337	
Log likelihood	-677.9	
Durbin-Watson	1.99	
F-statistic	118.5	
Prob(F-statistic)	0	
Inverted AR Roots	.69	-.17



## *Zusammenfassung*

- Prognosequalität von Temperaturen ist bei  $T(+1)$  gut
- Saisonterm beschreibt Temperaturverlauf ausreichend
- Abweichungen sind in der Regel normalverteilt
- Heizgradtage sind wegen Informationslücken bedingt einsetzbar
- Kühlgradtage haben keinen Einfluß
- Bedeckungsgrade sind signifikant, liefern aber keine neuen Informationen

## Betrachtung der kurzfristigen Saison

- Saison Zyklus

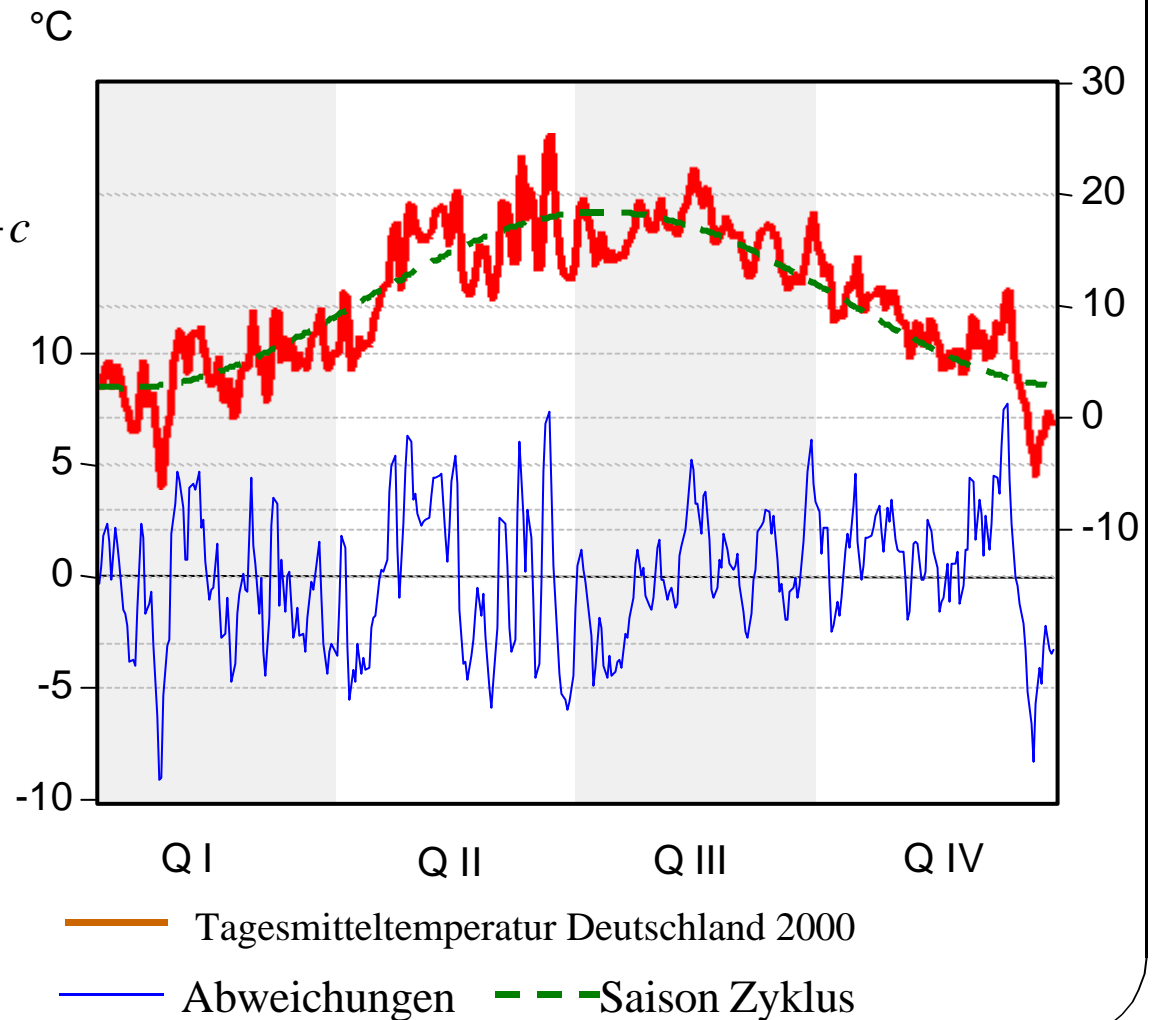
$$\bar{T}_M(n) = a \sin\left(2 \cdot \boldsymbol{p} \cdot \frac{(n-113)}{365,25}\right) + c$$

$$n \in N[0..365]$$

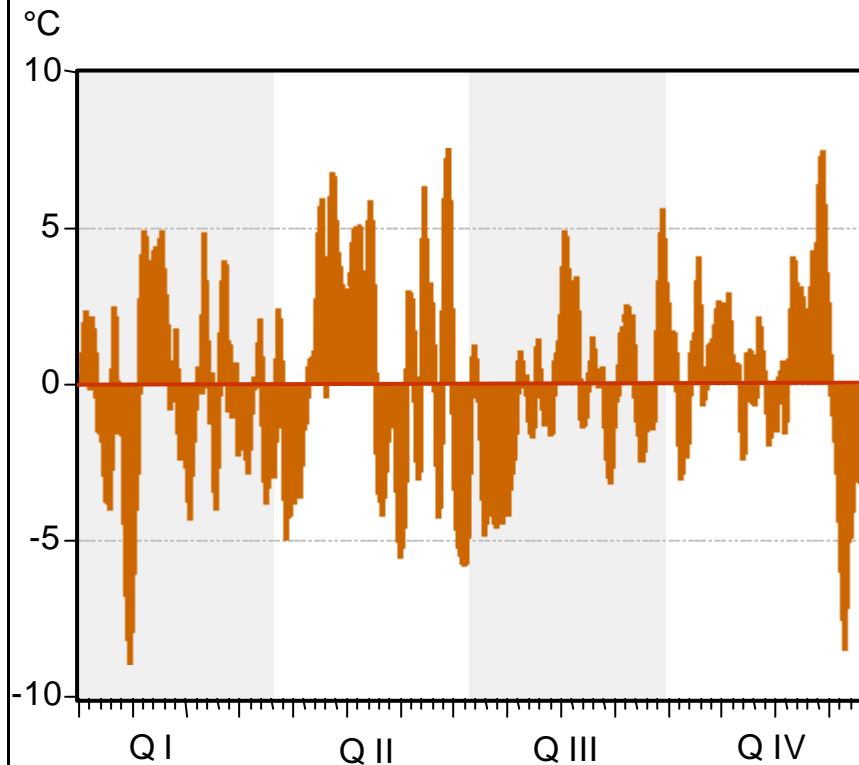
$$a = 7.870674$$

$$c = 10.66538$$

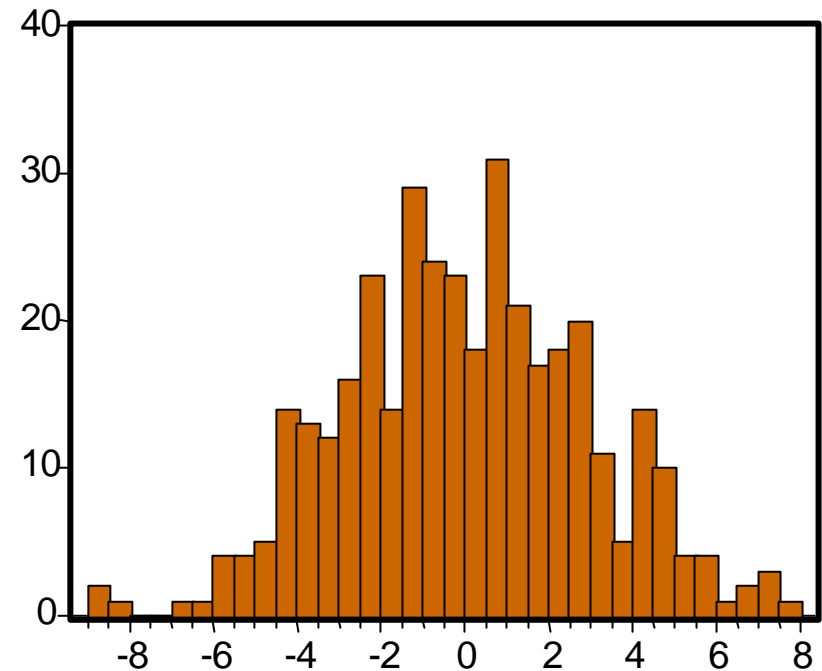
- Jahr um ca. 1 °C wärmer, Amplitude geringer



## Abweichung von der Saison



— Abweichung der Temperatur  
von der Saison



Sample 1/01/2000 31/12/2000

Observations 366

		Std. Dev.	2.950796
Mean	-5.05E-15	Skewness	0.002709
Median	-0.080631	Kurtosis	2.889572
Maximum	7.556191	Jarque-Bera	0.186412
Minimum	-8.941593	<b>Probability</b>	<b>0.911006</b>