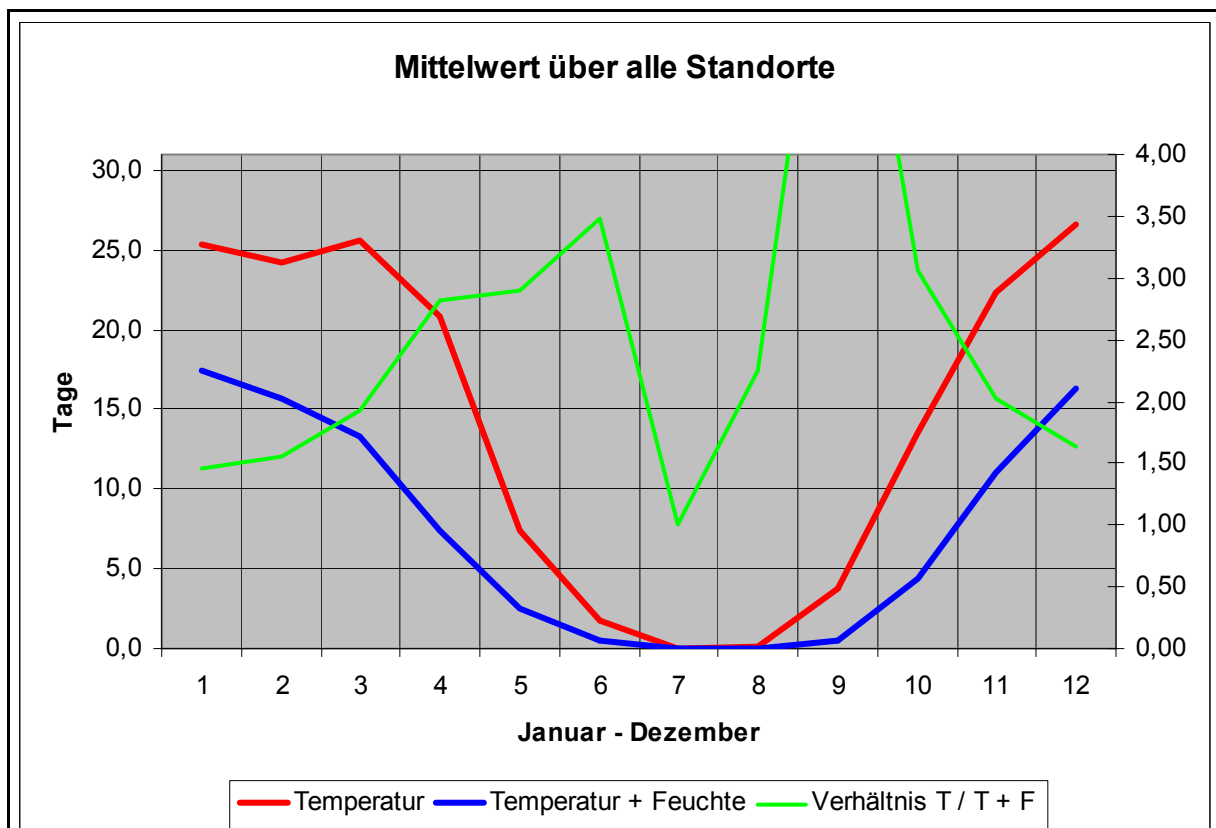


Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

Bei den Meldesystemen für Eis und Schnee werden im wesentlichen zwei Systeme unterschieden: solche, die ausschließlich die Temperatur als Bedingung für die Beheizung der Fläche (oder eines anderen, eis- und schneefrei zu haltenden Objekts) heranziehen, und solche, die zusätzlich auswerten, ob Feuchte vorhanden ist. Diese Untersuchung soll zeigen, ob der von der Theorie her zu erwartende geringere Energieverbrauch eines T + F-Systems im Vergleich zum reinen T-System unter realen Wetterbedingungen tatsächlich realisierbar ist.

Für die Untersuchung wurden historische Wetterdatenbestände des DWD (Deutscher Wetter-Dienst) für den Zeitraum 1.1.2000 bis 31.12.2011 herangezogen. Für die Bewertung des T-Systems wurde die Anzahl der Tage je Monat ermittelt, an denen die Temperatur kleiner als eine gegebene Temperaturschwelle war, jedoch größer als eine gegebene Mindesttemperatur, wobei aus den verfügbaren Daten eine Messung der Lufttemperatur in 5 cm Höhe über dem Erdboden herangezogen wurde. Für die Bewertung des T + F-Systems wurden die gleichen Temperaturkriterien zugrunde gelegt, jedoch wurden hier nur solche Tage berücksichtigt, an denen zusätzlich eine Mindestfallhöhe an Regen oder Schnee überschritten wurde. Ausgewertet wurden Minimum, Maximum und Mittelwert über den betrachteten 12-Jahres-Zeitraum.

Um den unterschiedlichen geografischen Gegebenheiten Rechnung zu tragen, erstreckt sich die Untersuchung auf sechs über das ganze Bundesgebiet verteilte Standorte (Bamberg, Düsseldorf, Erfurt, Hannover, Kempten und München), aus denen ein Mittelwert gebildet wird. (Die Einzelergebnisse sind in den Anhängen 1 bis 6 enthalten.)



Mittelwert über alle Standorte												
Tage	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
T	25,3	24,3	25,6	20,8	7,5	1,8	0,0	0,1	3,8	13,5	22,3	26,7
T + F	17,4	15,7	13,3	7,4	2,6	0,5	0,0	0,1	0,6	4,4	11,0	16,3
T / T+F	1,45	1,55	1,93	2,82	2,90	3,49	0,00	2,25	6,85	3,07	2,03	1,64

Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

Der genaue Zeitraum, für den ein Eis- und Schneemeldesystem die zum Abtauen erforderliche Heizung aktiviert, ist sehr stark von den Verhältnissen der individuellen Installationen abhängig und anhand der Wetterdaten alleine nicht erfassbar. Deshalb wird hier für den Vergleich der beiden Systeme T und T + F betrachtet, an wie vielen Tagen eines jeden Monats die Temperatur- bzw. Temperatur- und Feuchteverhältnisse vorgelegen haben, die für die Aktivierung der Heizung durch das jeweilige System maßgeblich sind. Es ist davon auszugehen, dass der Energiebedarf der beiden Systeme im gleichen Verhältnis steht wie die Anzahl der Tage, an denen die Voraussetzungen für den Betrieb vorliegen.

Wie das oben stehende Diagramm zeigt, liegen die Voraussetzungen für den Betrieb eines T + F-Systems (blaue Kurve) an deutlich weniger Tagen vor als die eines reinen T-Systems (rote Kurve). Basis dieser Kurven ist die Werksgrundeinstellung der Temperaturen (+3 °C für die Einschaltswelle und -15 °C für die Mindesttemperatur) sowie Schnee- bzw. Regenhöhen größer Null. Die für den Vergleich der Systeme interessante Kurve ist das Verhältnis von T zu T + F (grüne Kurve); hier wird erkennbar, dass im wesentlichen Zeitraum Oktober bis April die Heizung mit reiner T-Steuerung im Mittel etwa 1,85 (1,5...3) mal solange in Betrieb ist wie die Heizung mit T + F-Steuerung. Dieser Wert ist von der Temperaturschwelle weitgehend unabhängig und ändert sich im Bereich von 0 °C bis +6 °C um weniger als 3 Prozent.

Bei den Auswertungen der einzelnen Standorte (siehe Anhänge) sind zusätzlich die Minimal- und Maximalzahlen der Betriebstage eingezeichnet. Dabei wird erkennbar, dass in nahezu allen Fällen die Maximalwertkurve der T + F-Betriebstage unterhalb der Mittelwertkurve der T-Betriebstage verläuft. Das bedeutet, dass der Energiebedarf eines T + F-Systems selbst in Jahren mit ungünstigem Wetter in der Regel geringer ist als der eines reinen T-Systems im Mittel mehrer Jahre.

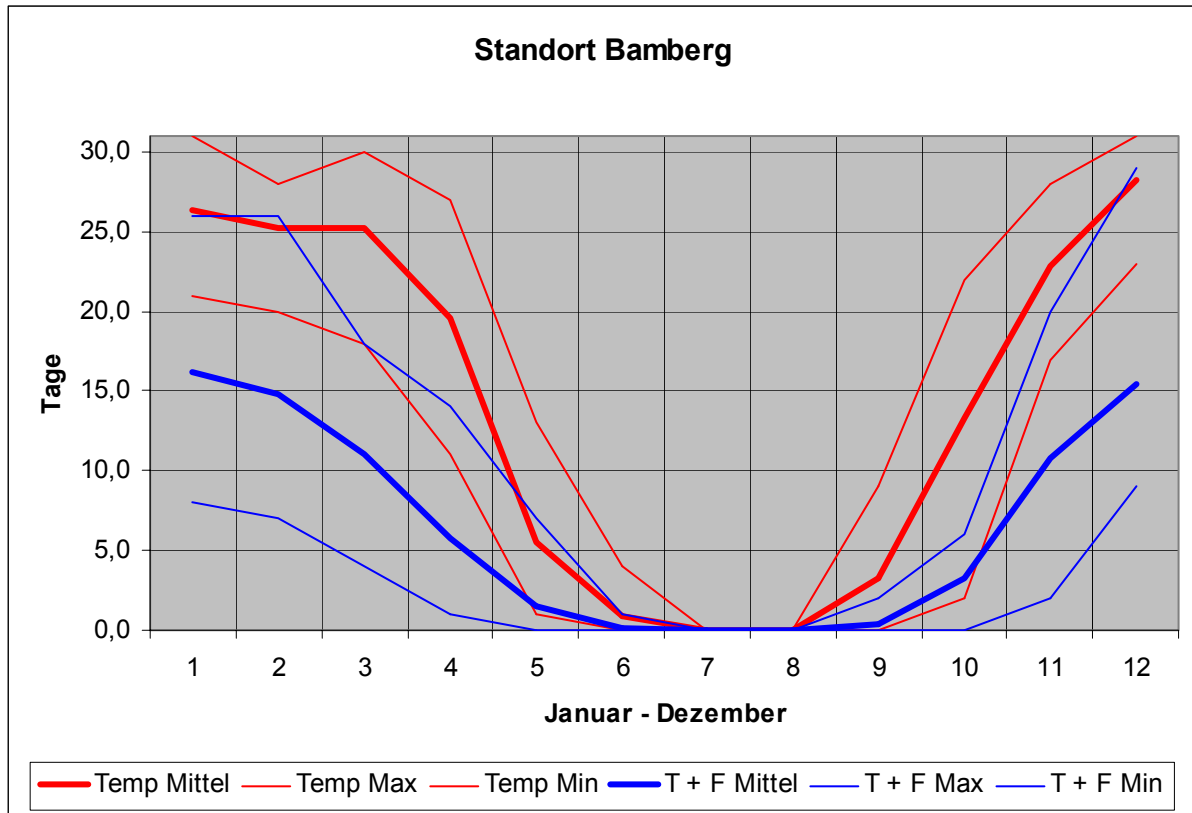
Die Auswertung bestätigt die theoretisch erwarteten Ergebnisse und zeigt, dass mit Systemen, die Temperatur und Feuchte als Bewertungskriterien heranziehen, ein signifikant geringerer Energieverbrauch zu erwarten ist als bei Systemen mit reiner T-Steuerung. Selbst bei relativ geringen Energiekosten wird sich der erhöhte messtechnische Aufwand einer T + F-Überwachung in kurzer Zeit amortisieren lassen.

04.05.2012
Hans-Ulrich Düssel

Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

Anhang 1 Standort Bamberg

Temperaturschwelle	3,0°C
Mindesttemperatur	-15,0°C
Mindestregen	0,1mm
Mindestschnee	0,1mm



Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

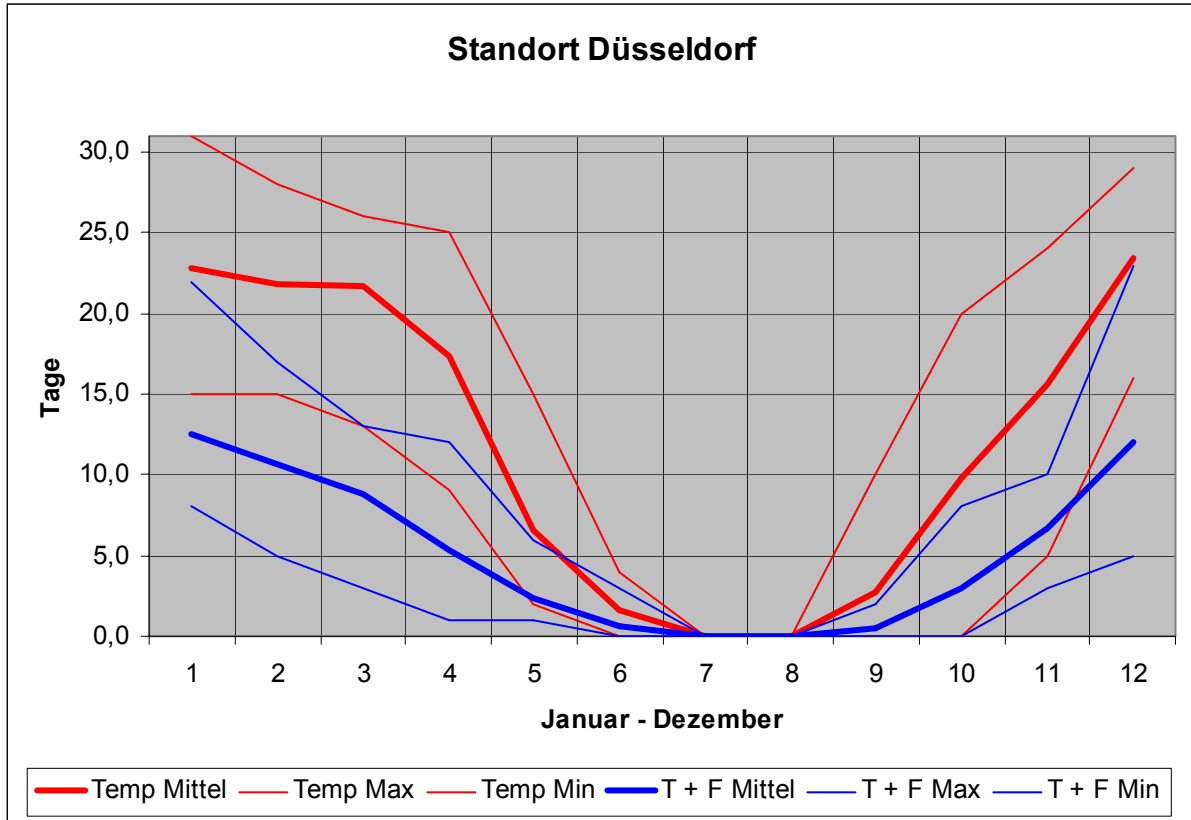
Standort Bamberg												
Aktiv T	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	26	24	18	16	2	4	0	0	1	2	24	23
2001	30	27	19	21	1	0	0	0	0	3	26	26
2002	24	20	27	19	3	0	0	0	3	12	17	28
2003	25	28	27	22	8	0	0	0	5	22	22	30
2004	31	25	28	24	10	0	0	0	3	12	24	30
2005	29	22	21	19	12	3	0	0	4	12	25	31
2006	30	28	26	19	4	2	0	0	0	6	18	27
2007	21	26	29	19	3	0	0	0	5	19	27	29
2008	27	26	26	19	4	0	0	0	9	14	23	31
2009	21	23	30	11	3	1	0	0	4	16	21	27
2010	26	26	23	27	3	0	0	0	4	22	19	31
2011	27	27	29	19	13	0	0	0	1	20	28	26
Average	26,4	25,2	25,3	19,6	5,5	0,8	0,0	0,0	3,3	13,3	22,8	28,3
Minimum	21	20	18	11	1	0	0	0	0	2	17	23
Maximum	31	28	30	27	13	4	0	0	9	22	28	31

Standort Bamberg												
Aktiv T+F	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	15	16	11	5	2	0	0	0	0	2	14	11
2001	15	13	14	10	0	0	0	0	0	0	12	13
2002	21	11	6	5	0	0	0	0	1	6	8	15
2003	17	21	6	4	4	0	0	0	0	6	5	9
2004	26	12	11	6	1	0	0	0	0	2	15	12
2005	18	16	11	3	7	1	0	0	0	0	14	19
2006	10	15	18	6	1	0	0	0	0	1	10	9
2007	15	16	11	1	0	0	0	0	0	5	20	12
2008	14	7	16	14	0	0	0	0	2	4	6	21
2009	8	14	15	3	1	0	0	0	1	5	10	15
2010	21	26	9	7	1	0	0	0	0	5	14	29
2011	14	11	4	5	1	0	0	0	0	3	2	21
Average	16,2	14,8	11,0	5,8	1,5	0,1	0,0	0,0	0,3	3,3	10,8	15,5
Minimum	8	7	4	1	0	0	0	0	0	0	2	9
Maximum	26	26	18	14	7	1	0	0	2	6	20	29

Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

Anhang 2 Standort Düsseldorf

Temperaturschwelle	3,0°C
Mindesttemperatur	-15,0°C
Mindestregen	0,1mm
Mindestschnee	0,1mm



Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

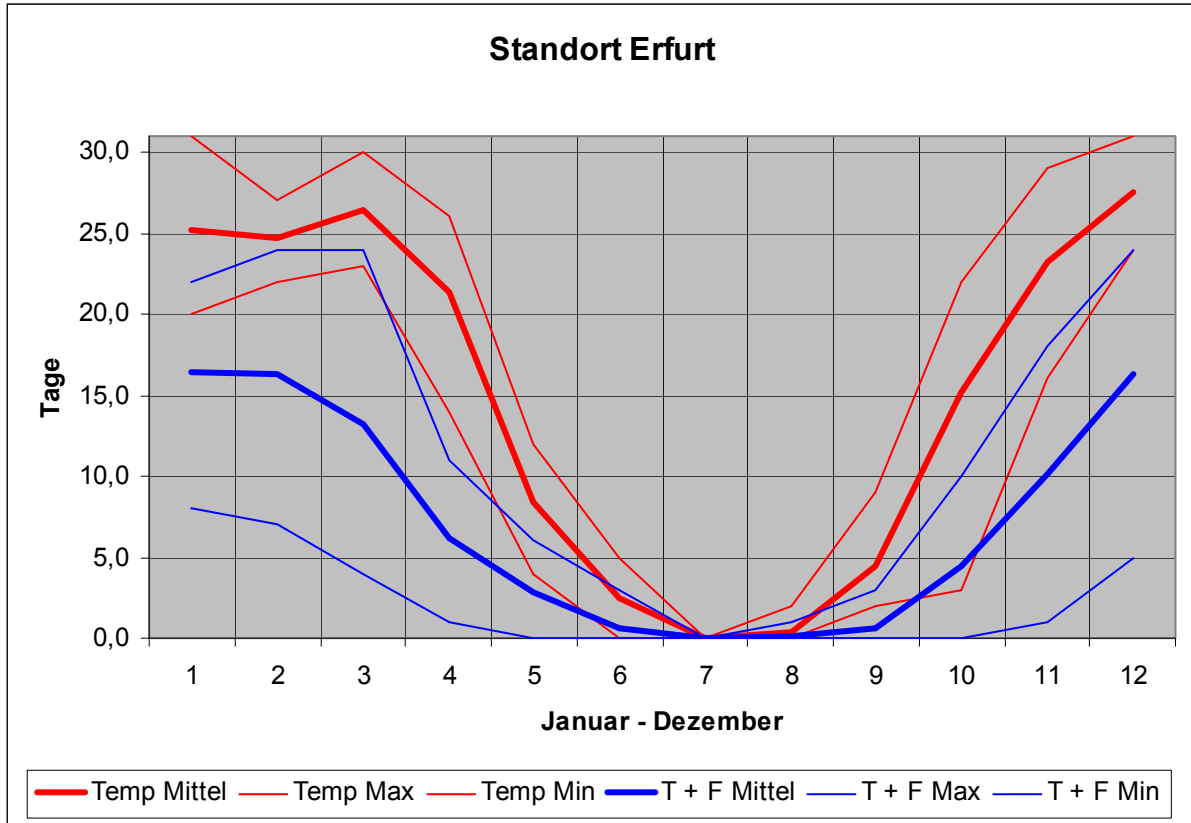
Standort Düsseldorf												
Aktiv T	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	20	16	13	9	2	2	0	0	0	2	5	16
2001	23	20	19	16	3	1	0	0	1	0	21	27
2002	20	17	23	17	2	1	0	0	3	15	12	22
2003	24	27	22	22	4	0	0	0	3	17	14	23
2004	25	21	26	19	15	4	0	0	1	4	18	25
2005	19	23	17	14	11	2	0	0	4	5	19	25
2006	31	28	24	22	2	1	0	0	0	2	14	18
2007	15	15	26	16	5	0	0	0	1	14	17	23
2008	22	26	20	20	4	2	0	0	10	14	18	29
2009	24	24	26	12	9	4	0	0	4	20	6	27
2010	27	25	20	25	13	2	0	0	5	15	19	25
2011	24	20	25	17	9	1	0	0	0	10	24	21
Average	22,8	21,8	21,8	17,4	6,6	1,7	0,0	0,0	2,7	9,8	15,6	23,4
Minimum	15	15	13	9	2	0	0	0	0	0	5	16
Maximum	31	28	26	25	15	4	0	0	10	20	24	29

Standort Düsseldorf												
Aktiv T+F	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	8	7	6	4	2	0	0	0	0	0	4	9
2001	10	10	13	7	1	0	0	0	0	0	8	15
2002	9	13	7	4	1	0	0	0	2	8	7	5
2003	16	7	4	3	2	0	0	0	0	5	3	7
2004	14	11	7	7	3	3	0	0	1	1	10	7
2005	13	12	11	6	6	1	0	0	0	0	10	18
2006	11	16	11	12	2	0	0	0	0	0	7	5
2007	8	5	13	1	2	0	0	0	1	1	10	6
2008	13	7	12	9	1	2	0	0	1	5	6	10
2009	11	17	13	2	3	1	0	0	0	8	3	20
2010	22	17	5	6	4	0	0	0	1	5	9	23
2011	15	6	3	3	2	0	0	0	0	3	3	19
Average	12,5	10,7	8,8	5,3	2,4	0,6	0,0	0,0	0,5	3,0	6,7	12,0
Minimum	8	5	3	1	1	0	0	0	0	0	3	5
Maximum	22	17	13	12	6	3	0	0	2	8	10	23

Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

Anhang 3 Standort Erfurt

Temperaturschwelle	3,0°C
Mindesttemperatur	-15,0°C
Mindestregen	0,1mm
Mindestschnee	0,1mm



Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

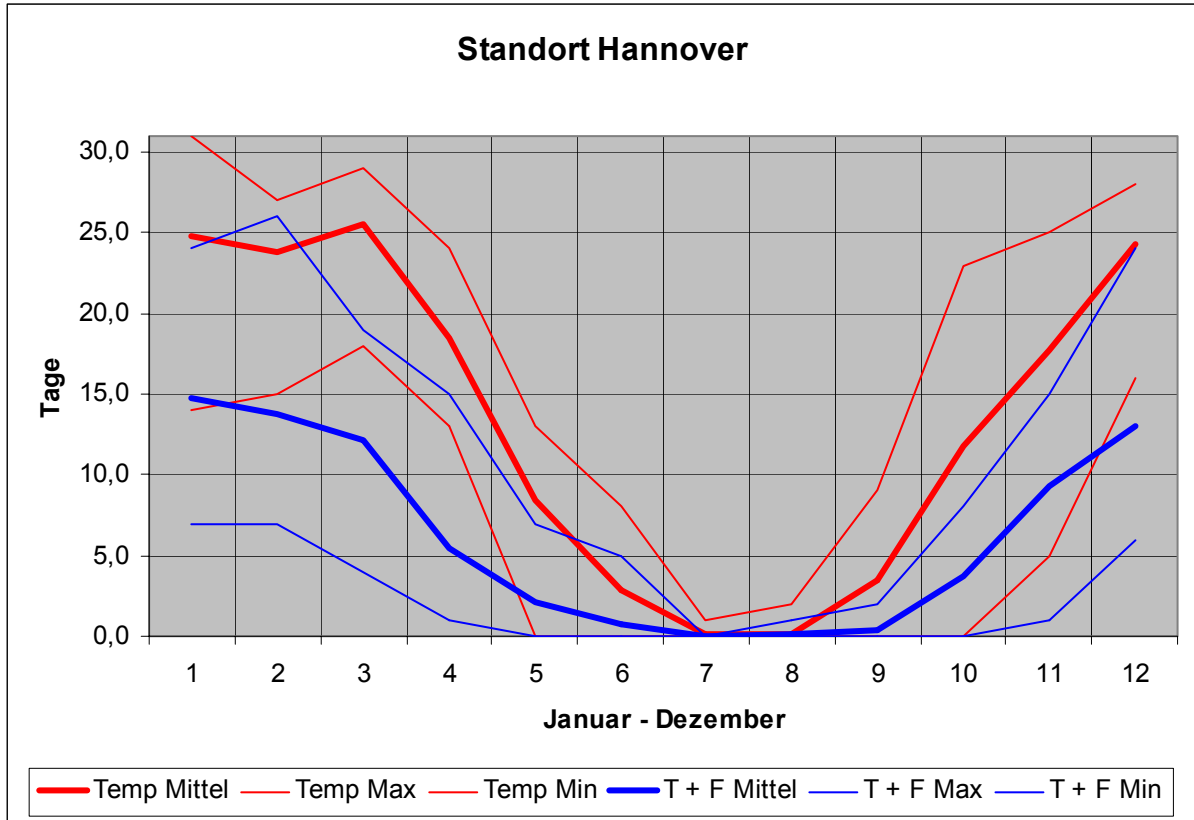
Standort Erfurt												
Aktiv T	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	27	23	24	18	6	4	0	0	2	6	23	24
2001	28	24	25	20	9	2	0	1	3	3	26	27
2002	20	22	28	23	4	2	0	0	5	22	23	26
2003	24	24	29	24	8	0	0	0	9	22	21	31
2004	31	22	23	24	12	3	0	1	4	16	24	31
2005	30	26	23	19	12	5	0	0	7	12	25	31
2006	22	27	26	24	10	5	0	0	2	4	22	24
2007	23	26	30	26	9	1	0	1	5	20	25	28
2008	24	27	28	20	9	1	0	0	9	17	23	30
2009	25	24	29	14	5	5	0	0	2	21	16	27
2010	22	26	25	26	7	1	0	0	3	20	22	24
2011	27	26	27	18	10	0	0	2	2	19	29	27
Average	25,3	24,8	26,4	21,3	8,4	2,4	0,0	0,4	4,4	15,2	23,3	27,5
Minimum	20	22	23	14	4	0	0	0	2	3	16	24
Maximum	31	27	30	26	12	5	0	2	9	22	29	31

Standort Erfurt												
Aktiv T+F	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	14	16	14	4	2	0	0	0	1	2	9	13
2001	19	15	23	8	0	0	0	1	0	2	16	19
2002	17	11	8	7	1	0	0	0	0	10	11	24
2003	15	23	5	6	4	0	0	0	3	5	3	13
2004	20	7	9	9	3	2	0	0	1	4	13	10
2005	18	22	17	5	6	1	0	0	1	1	10	19
2006	21	24	24	11	4	2	0	0	0	0	10	5
2007	14	15	11	2	2	0	0	0	1	5	18	13
2008	8	8	18	11	2	0	0	0	0	8	10	19
2009	10	19	16	1	4	3	0	0	0	8	6	20
2010	22	23	10	6	3	0	0	0	0	2	15	24
2011	19	13	4	4	3	0	0	0	0	6	1	16
Average	16,4	16,3	13,3	6,2	2,8	0,7	0,0	0,1	0,6	4,4	10,2	16,3
Minimum	8	7	4	1	0	0	0	0	0	0	1	5
Maximum	22	24	24	11	6	3	0	1	3	10	18	24

Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

Anhang 4 Standort Hannover

Temperaturschwelle	3,0°C
Mindesttemperatur	-15,0°C
Mindestregen	0,1mm
Mindestschnee	0,1mm



Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

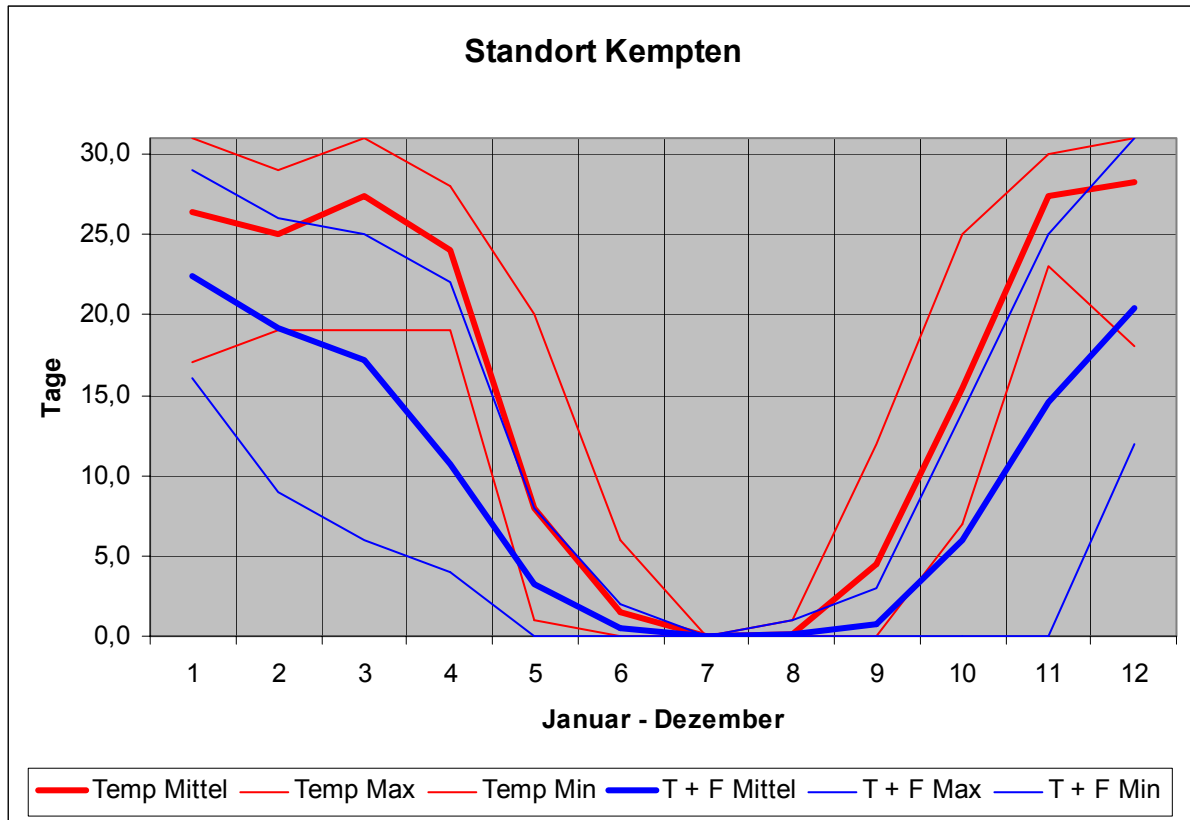
Standort Hannover												
Aktiv T	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	23	23	18	13	3	1	1	0	2	5	18	18
2001	27	21	26	16	9	8	0	0	3	0	18	25
2002	22	15	25	16	0	0	0	0	3	14	22	25
2003	24	27	29	22	8	0	0	0	9	23	15	26
2004	31	21	26	19	12	1	0	0	1	12	20	28
2005	21	27	21	17	13	4	0	0	5	10	25	26
2006	27	27	27	22	7	3	0	0	0	3	17	16
2007	14	22	28	20	8	0	0	2	1	16	24	24
2008	21	25	27	20	12	5	0	0	9	11	15	28
2009	30	26	28	18	10	5	0	0	5	18	5	26
2010	29	26	25	24	12	6	0	0	2	13	18	25
2011	28	25	27	14	7	1	0	0	2	17	16	24
Average	24,8	23,8	25,6	18,4	8,4	2,8	0,1	0,2	3,5	11,8	17,8	24,3
Minimum	14	15	18	13	0	0	0	0	0	0	5	16
Maximum	31	27	29	24	13	8	1	2	9	23	25	28

Standort Hannover												
Aktiv T+F	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	10	17	11	3	2	0	0	0	0	2	10	12
2001	14	11	14	10	0	5	0	0	2	0	10	11
2002	9	9	8	2	0	0	0	0	1	7	9	9
2003	19	8	7	5	2	0	0	0	1	8	4	9
2004	20	9	10	5	3	0	0	0	0	2	11	8
2005	16	19	13	7	7	0	0	0	0	1	12	18
2006	9	15	17	15	2	1	0	0	0	1	12	6
2007	7	13	12	2	2	0	0	1	1	3	14	9
2008	13	7	19	10	1	2	0	0	0	4	10	11
2009	19	19	16	1	2	1	0	0	0	8	4	16
2010	24	26	15	5	4	0	0	0	0	6	15	24
2011	17	12	4	1	1	0	0	0	0	3	1	23
Average	14,8	13,8	12,2	5,5	2,2	0,8	0,0	0,1	0,4	3,8	9,3	13,0
Minimum	7	7	4	1	0	0	0	0	0	0	1	6
Maximum	24	26	19	15	7	5	0	1	2	8	15	24

Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

Anhang 5 Standort Kempton

Temperaturschwelle	3,0°C
Mindesttemperatur	-15,0°C
Mindestregen	0,1mm
Mindestschnee	0,1mm



Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

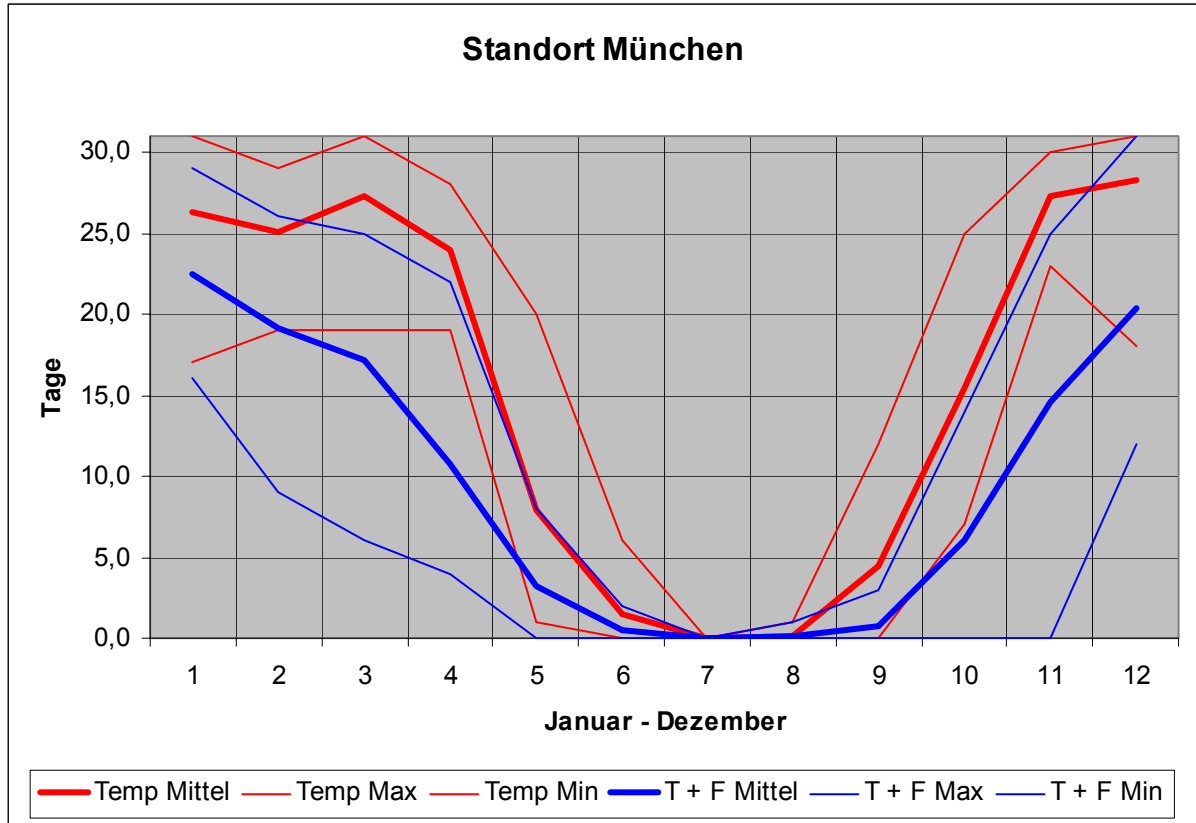
Standort Kempton												
Aktiv T	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	27	29	27	19	1	0	0	0	1	7	30	27
2001	31	26	22	28	5	4	0	0	3	9	29	18
2002	19	26	27	26	4	0	0	0	10	17	24	29
2003	28	19	30	26	7	0	0	0	11	25	29	27
2004	28	26	30	26	20	0	0	0	1	8	24	29
2005	27	24	19	22	10	5	0	0	3	16	29	29
2006	17	22	25	20	11	6	0	0	0	11	27	30
2007	24	27	31	19	6	0	0	0	4	23	27	30
2008	29	26	27	26	10	0	0	0	12	12	30	31
2009	27	26	31	25	5	2	0	0	0	17	27	29
2010	29	24	29	27	7	1	0	1	8	20	23	31
2011	30	26	30	24	9	0	0	0	1	20	29	29
Average	26,3	25,1	27,3	24,0	7,9	1,5	0,0	0,1	4,5	15,4	27,3	28,3
Minimum	17	19	19	19	1	0	0	0	0	7	23	18
Maximum	31	29	31	28	20	6	0	1	12	25	30	31

Standort Kempton												
Aktiv T+F	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	21	22	16	5	1	0	0	0	0	4	16	12
2001	29	18	18	22	0	2	0	0	0	3	18	16
2002	16	16	7	9	2	0	0	0	3	9	14	13
2003	24	19	9	13	3	0	0	0	3	14	10	19
2004	28	26	25	13	8	0	0	0	0	6	15	14
2005	18	24	17	11	5	1	0	0	0	0	19	23
2006	17	22	25	15	5	2	0	0	0	2	11	12
2007	21	17	15	4	2	0	0	0	1	9	25	30
2008	17	9	24	18	1	0	0	0	1	4	15	25
2009	23	20	23	5	4	1	0	0	0	8	15	27
2010	29	24	21	6	6	0	0	1	1	8	17	31
2011	26	13	6	8	2	0	0	0	0	5	0	23
Average	22,4	19,2	17,2	10,8	3,3	0,5	0,0	0,1	0,8	6,0	14,6	20,4
Minimum	16	9	6	4	0	0	0	0	0	0	0	12
Maximum	29	26	25	22	8	2	0	1	3	14	25	31

Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

Anhang 6 Standort München

Temperaturschwelle	3,0°C
Mindesttemperatur	-15,0°C
Mindestregen	0,1mm
Mindestschnee	0,1mm



Vergleich des Betriebsverhaltens System T / System T+F

Standort München												
Aktiv T	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	27	29	27	19	1	0	0	0	1	7	30	27
2001	31	26	22	28	5	4	0	0	3	9	29	18
2002	19	26	27	26	4	0	0	0	10	17	24	29
2003	28	19	30	26	7	0	0	0	11	25	29	27
2004	28	26	30	26	20	0	0	0	1	8	24	29
2005	27	24	19	22	10	5	0	0	3	16	29	29
2006	17	22	25	20	11	6	0	0	0	11	27	30
2007	24	27	31	19	6	0	0	0	4	23	27	30
2008	29	26	27	26	10	0	0	0	12	12	30	31
2009	27	26	31	25	5	2	0	0	0	17	27	29
2010	29	24	29	27	7	1	0	1	8	20	23	31
2011	30	26	30	24	9	0	0	0	1	20	29	29
Average	26,3	25,1	27,3	24,0	7,9	1,5	0,0	0,1	4,5	15,4	27,3	28,3
Minimum	17	19	19	19	1	0	0	0	0	7	23	18
Maximum	31	29	31	28	20	6	0	1	12	25	30	31

Standort München												
Aktiv T+F	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2000	21	22	16	5	1	0	0	0	0	4	16	12
2001	29	18	18	22	0	2	0	0	0	3	18	16
2002	16	16	7	9	2	0	0	0	3	9	14	13
2003	24	19	9	13	3	0	0	0	3	14	10	19
2004	28	26	25	13	8	0	0	0	0	6	15	14
2005	18	24	17	11	5	1	0	0	0	0	19	23
2006	17	22	25	15	5	2	0	0	0	2	11	12
2007	21	17	15	4	2	0	0	0	1	9	25	30
2008	17	9	24	18	1	0	0	0	1	4	15	25
2009	23	20	23	5	4	1	0	0	0	8	15	27
2010	29	24	21	6	6	0	0	1	1	8	17	31
2011	26	13	6	8	2	0	0	0	0	5	0	23
Average	22,4	19,2	17,2	10,8	3,3	0,5	0,0	0,1	0,8	6,0	14,6	20,4
Minimum	16	9	6	4	0	0	0	0	0	0	0	12
Maximum	29	26	25	22	8	2	0	1	3	14	25	31