



Private digitale Temperaturmessung im Meteo-Gelände der Sternwarte St. Margarethen 4102 Binningen/BL

Teil 2

Robert Nufer

2. Mai 2018

Seit zehn Jahren darf ich die Lufttemperatur auf zwei Metern Höhe im Gelände der Sternwarte St. Margarethen digital messen. Als Dankeschön stelle ich eine Zusammenfassung dieser Messungen Interessierten vor. In diesem zweiten Teil werden die Spannweiten für jeden Tag im Jahr und das über die zehn Jahre gemessene Thermo-Isoplethen-Diagramm für Basel/Binningen gezeigt.

Klima-Diagramme und Spannweiten der gemessenen Temperaturen

Wer eine Urlaubsreise plant, informiert sich gerne über die zu erwartenden Temperaturen, damit die richtige Kleidung eingepackt werden kann. Es gibt unzählige Informations-Quellen, von denen Klimadaten für fast jeden beliebigen Ort auf der Erde bezogen werden können. Wenn diese Daten noch als Jahresdiagramm dargestellt werden, sind sie besonders einfach zu lesen. Was meistens fehlt, ist die zu erwartende Spannweite.

Es gibt Orte auf der Erde, an denen die Tages- und Nachttemperaturen einem sehr präzisen Muster folgen und kaum Abweichungen von Mittelwerten zeigen. Das gilt zum Beispiel für kleine äquatornahe Inseln in grossen Meeren, die als Temperaturpuffer funktionieren. Andererseits können Orte derart grosse Schwankungen erleben, dass die Angabe eines zu erwartenden Mittelwertes fast keinen Sinn mehr ergibt. Nach zehnjähriger Messung kann aus meinen digitalen Daten eine Spannweite für zu erwartende Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen in der Region Basel abgeschätzt werden.

Das krassste Beispiel der letzten zehn Jahre dürfte der 7. Februar gewesen sein. Wer am 7. Februar 2011 Basel/Binningen besuchte, erfreute sich an für die Jahreszeit milden +15 °C. Exakt ein Jahr später, am 7. Februar 2012, war es bei frostigen -9 °C um 24 °C kälter! (Bild 1)

Lufttemperatur jeweils am 7. Februar zwischen 2008 und 2017

Sternwarte, 4102 Binningen

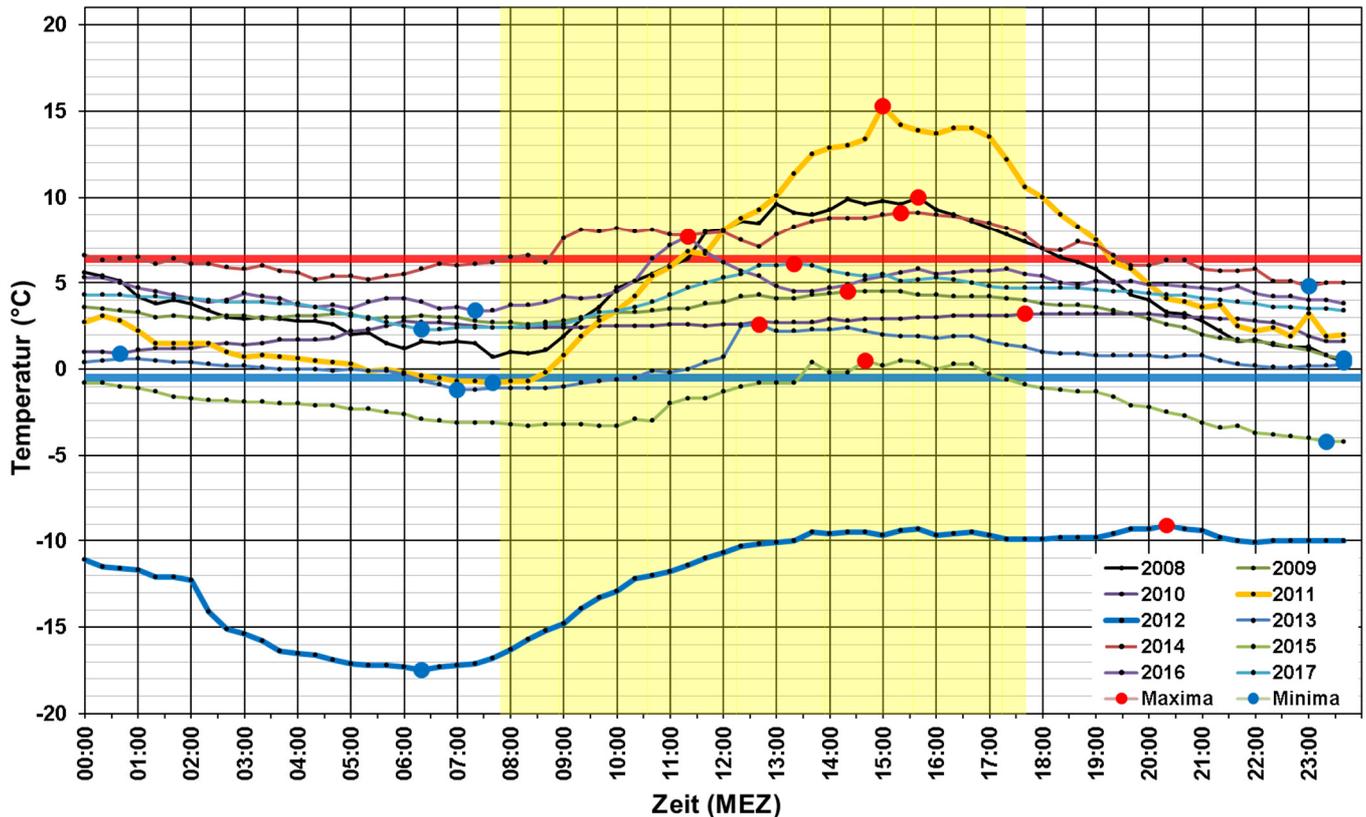


Bild 1

Alle zwanzig Minuten gemessener Verlauf der Temperatur jeweils am 7. Februar der Jahre 2008 bis 2017. Die Zeit zwischen Sonnenauf- und -untergang ist gelb unterlegt. Die Tageshöchstwerte, die normalerweise am Nachmittag erreicht werden, sind als rote Punkte markiert. Die Tagestiefstwerte, die normalerweise in der Nacht um den Sonnenaufgang herum erreicht werden, sind als blaue Punkte markiert.

Natürlich ist dieses Beispiel extrem, aber es zeigt, wie „vielseitig“ die Temperaturschwankungen in der Region allein an einem einzigen Tag sein können.

In Klimatabellen mit monatlicher Auflösung (ein Wert, der für den Monat repräsentativ sein soll) wird für den Monat Februar in Basel ein Temperaturband von -0.5 °C in der Nacht und $+6.4\text{ °C}$ am Tag angegeben [2]. Anmerkung: In dieser Arbeit bezieht sich das Wort Klimatabelle auf den angegebenen Link in [2], wohl wissend, dass es Dutzende verschiedener Quellen gibt, die aber alle ähnliche Werte angeben.

Betrachten wir Bild 1 und lassen für den Moment die Spannweite ausser Acht, so zeigt sich, dass die Tageshöchstwerte (rote Punkte) tatsächlich etwa in gleicher Zahl über oder unter den $+6.4\text{ °C}$ für den Februar aus der Klimatabelle verteilt sind: Vier Punkte liegen darüber, und sechs Punkte liegen darunter. Bei den Tagestiefstwerten (blaue Punkte) sieht es für diesen einen Tag etwa gleich aus: Sechs Punkte liegen über, und vier Punkte liegen unter der blauen -0.5 °C -Linie.

Aber hier wird ja nur ein einzelner Tag im Februar berücksichtigt. Wie sieht es denn für den ganzen Monat aus? So ein ganzer Monat – wiederum der Februar - ist in Bild 2 dargestellt.

Lufttemperatur im Monat Februar der Jahre zwischen 2008 und 2017

Sternwarte, 4102 Binningen

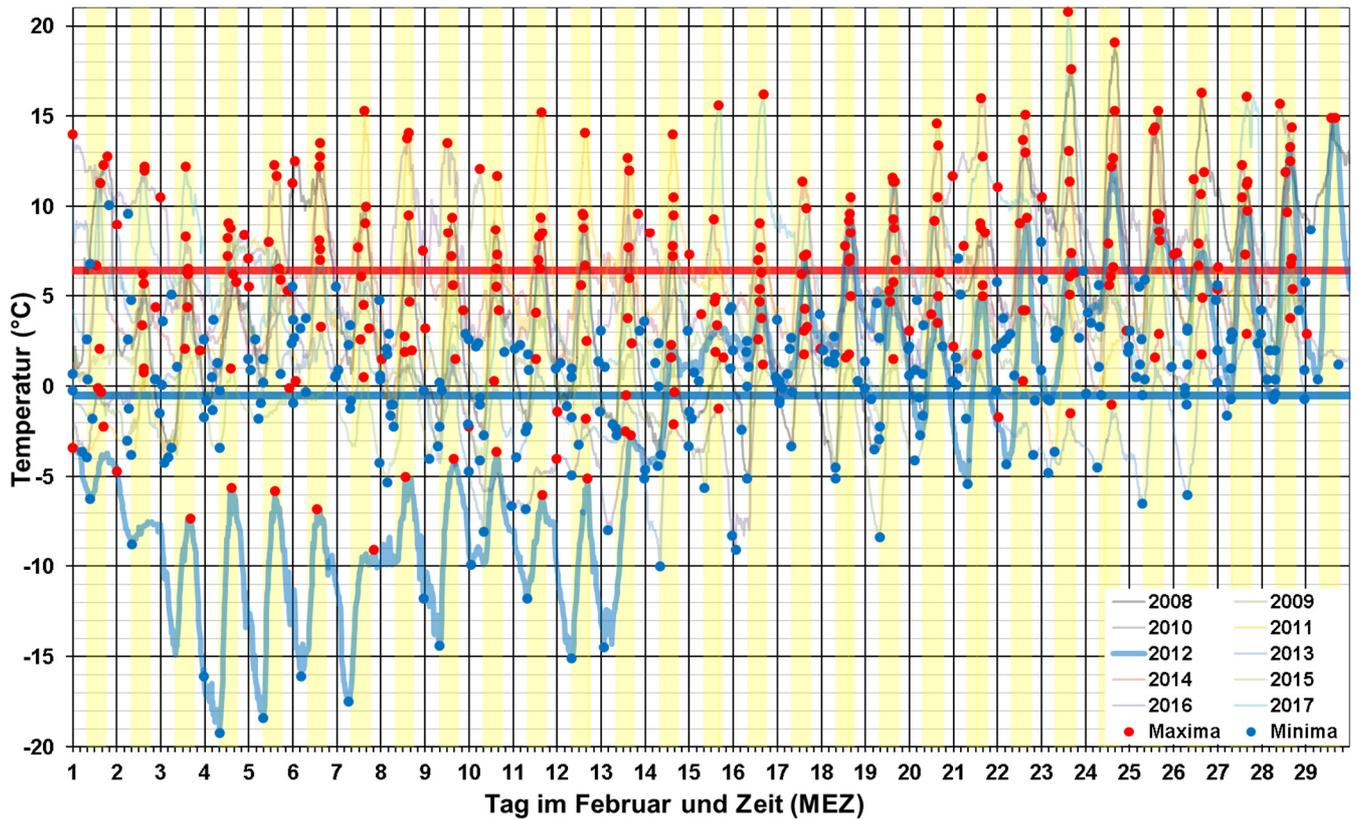


Bild 2

Alle zwanzig Minuten gemessener Temperaturverlauf jeweils im Monat Februar zwischen 2008 und 2017 mit eingezeichneten Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen.

Auch für die ganzen Monate Februar der letzten zehn Jahre sieht es gleich etwa aus: Die Tageshöchstwerte sind gleichmässig über und unter der +6.4 °C Linie aus der Klimataabelle verteilt, aber die Tiefstwerte liegen im Schnitt etwas über den -0.5 °C aus der Klimataabelle. Zu diesem Schluss kommt man, indem man den Blick über die rote oder die blaue Punktwolke schweifen lässt. Eine genauere Analyse der Verteilungen für die Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen kann mit sogenannten Histogrammen wie in Bild 3 dargestellt werden.

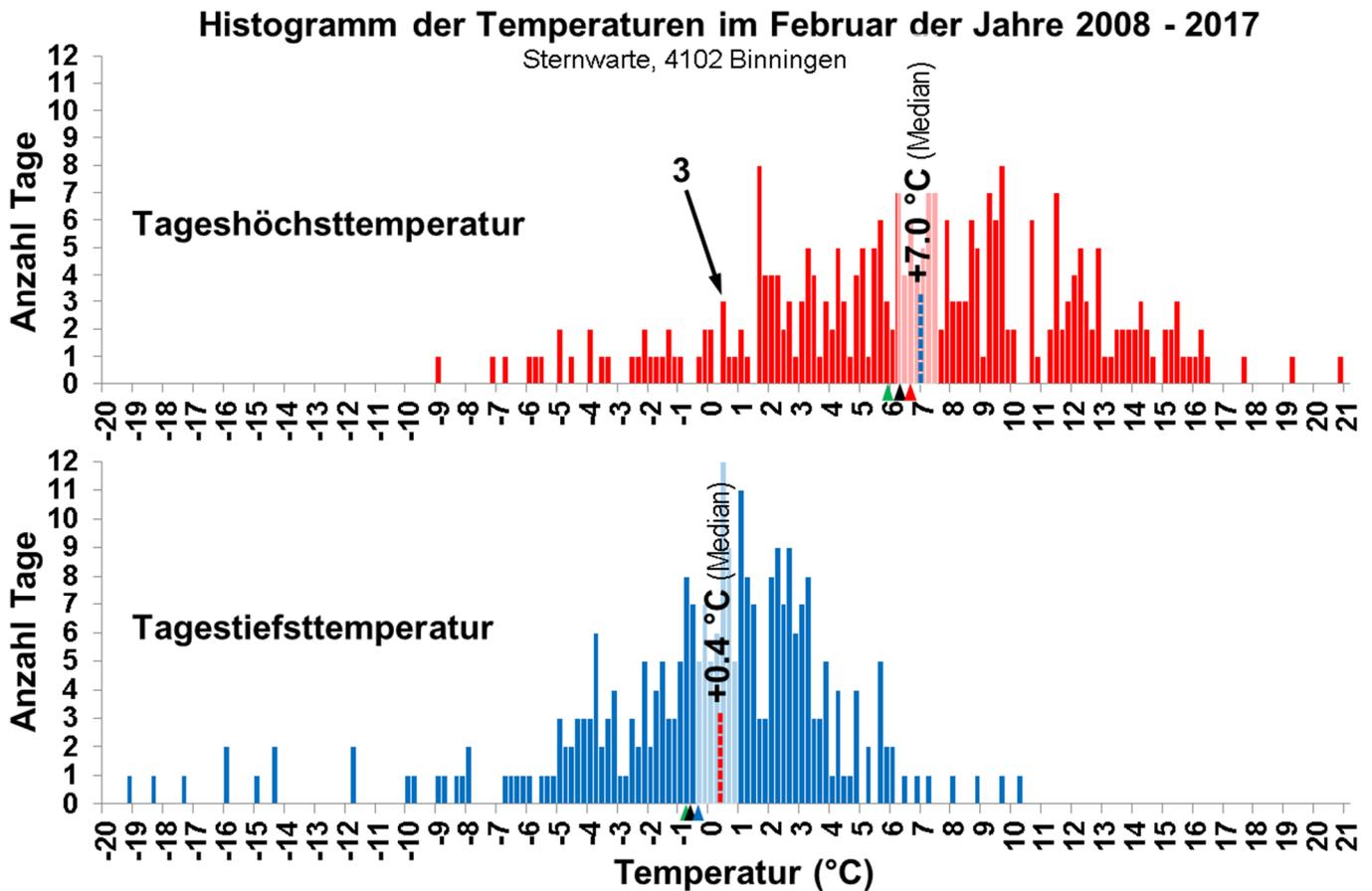


Bild 3

Histogramme der Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen in den Februaren der Jahre 2008 bis 2017 im Meteo-Gelände der Sternwarte Basel/Binningen.

Histogramme zeigen in grafischer Form die Häufigkeitsverteilung einer Messgrösse. In diesem Fall der Tageshöchst- oder -tiefsttemperatur aller Februar-Tage zwischen 2008 und 2017. Die Temperaturen werden dabei in sogenannte Bins oder „Töpfe“ verteilt. Die hier verwendeten Bins haben eine Auflösung von 0.2 °C. In zehn Jahren zwischen 2008 und 2017 gibt es 283 Februartage, deren Tageshöchsttemperaturen im oberen roten Histogramm eingezeichnet sind. Ablesebeispiel: Der mit „3“ markierte Pfeil zeigt auf drei Februar-Tage, an denen die Tageshöchsttemperatur zwischen +0.3 °C und +0.5 °C erreicht wurde. (Das war am 22. Febr. 2011, am 10. Febr. 2013 und am 6. Febr. 2015 der Fall.)

Der Median der Tageshöchsttemperatur ist +7.0 °C. Das ist die Temperatur, welche die 283 Februartage in zwei Hälften teilt. An 141 Februartagen wurden weniger als +7.0 °C erreicht und an gleich vielen Tagen wurden mehr als +7.0 °C erreicht. Der Median kann etwas von der mittleren Tageshöchsttemperatur abweichen, weil er unabhängig von Ausreissern (einmaligen extremen Ereignissen) ist. Im „Normalfall“ sollten Median und Mittelwert etwa identisch sein. Bei den Tageshöchsttemperaturen ist das auch der Fall. Das rote Dreieck unter den Histogramm-Säulen gibt die mittlere Tageshöchsttemperatur von +6.7 °C an.

Das ist bei den Tagestiefsttemperaturen (blaues Histogramm in Bild 3) etwas anders. Der Median ist +0.4 °C, aber der Mittelwert (das blaue Dreieck unter den Histogramm-Säulen) ist mit -0.3 °C fast ein Grad tiefer. Dieser relativ grosse Unterschied erklärt sich durch die extrem kalten Februarnächte des Jahres 2012 (Bild 2). Ebenfalls fällt auf, dass die Spannweite in der Nacht (Tiefsttemperaturen) etwas enger ist als bei Tag (Höchsttemperaturen). Der Grund dafür dürfte klar sein.

Die anderen Dreiecke unterhalb der Histogramme zeigen die in [2] publizierten entsprechenden mittleren Temperaturen der Normperiode 1961 – 1990 (grün) und 1981 – 2010 (schwarz).

Maximale und minimale Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen 2008 bis 2017

Sternwarte, 4102 Binningen

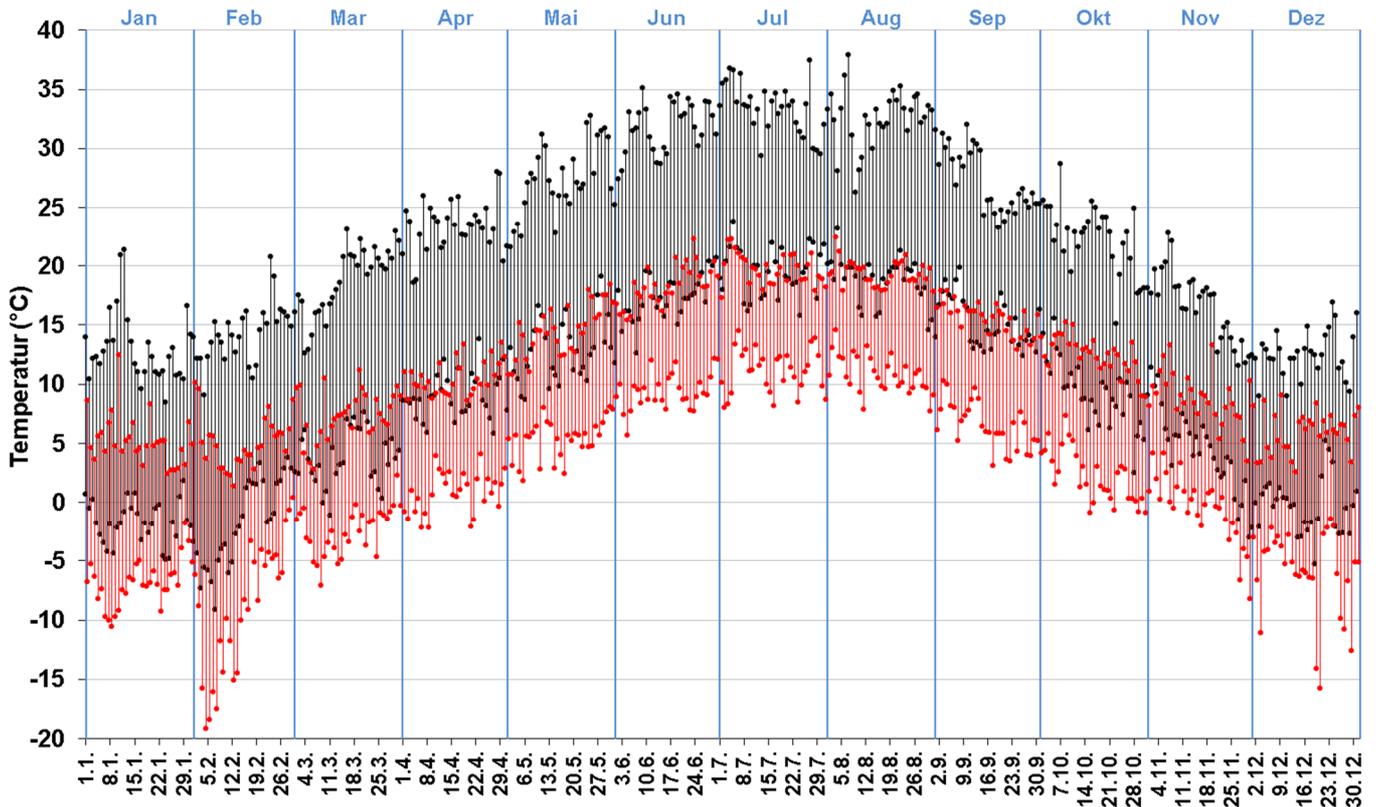


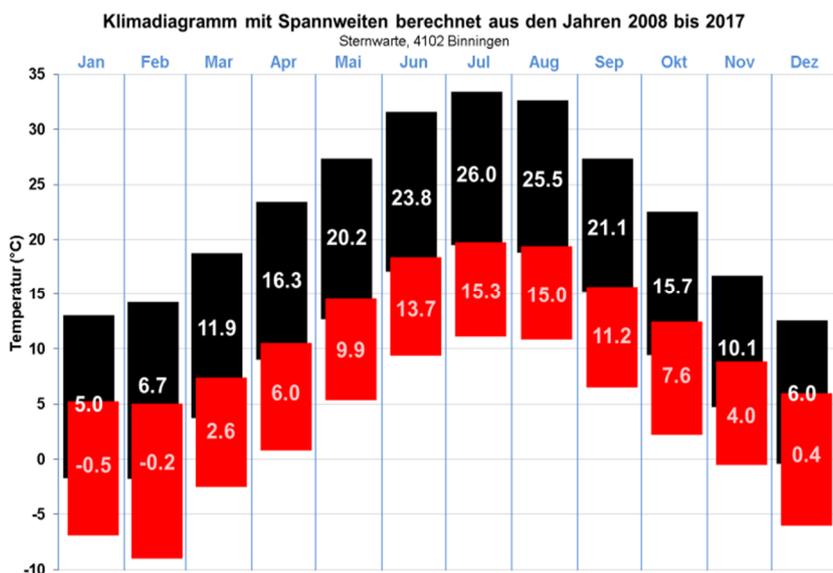
Bild 4

Spannweiten von Tageshöchst- (schwarz) und -tiefsttemperaturen (rot) für jedes Datum der Jahre zwischen 2008 und 2017.

Ablesebeispiel: Die folgende Tabelle gibt die Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen für den 1. Januar zwischen 2008 und 2017:

Daten für den 1. Jan.	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tageshöchsttemperatur	0.7	1.1	4.5	0.7	14.0	10.2	7.4	2.3	7.8	3.7
Tagestiefsttemperatur	-2.5	-2.8	0.0	-0.4	8.6	1.8	0.0	-6.8	2.3	-4.2

Die Tageshöchsttemperaturen an einem der 1. Januare liegen zwischen **+0.7 °C** und **+14.0 °C**. Dieses Intervall ist im vorangehenden Bild 1 Grafik ganz links (1.1.) als schwarze Vertikale dargestellt. Etwas rechts davon ist das entsprechende Temperaturintervall der Tagestiefsttemperaturen zwischen **-6.8 °C** und **+8.6 °C** rot dargestellt.



Werfen wir nochmals einen Blick auf den Monat Februar. Wie sich in Bild 2 zeigt, stammen sämtliche Tiefsttemperaturen unter -10 °C in der ersten Monatshälfte ausschliesslich aus dem Jahr 2012. Ob es sinnvoll ist, die Spannweiten so wie hier darzustellen oder den einen oder anderen extremen Tag wegzulassen ist „Geschmacksache“. Auch hier ist deshalb gesunder Menschenverstand angezeigt.

In Bild 4 sind alle 270'000 Temperaturmessungen gleichwertig berücksichtigt worden und das resultierende Klimadiagramm für jeden Monat mit den Spannweiten ist hier gezeigt.

Maximale und minimale Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen 2008 bis 2017 ohne Extrema

Sternwarte, 4102 Binningen

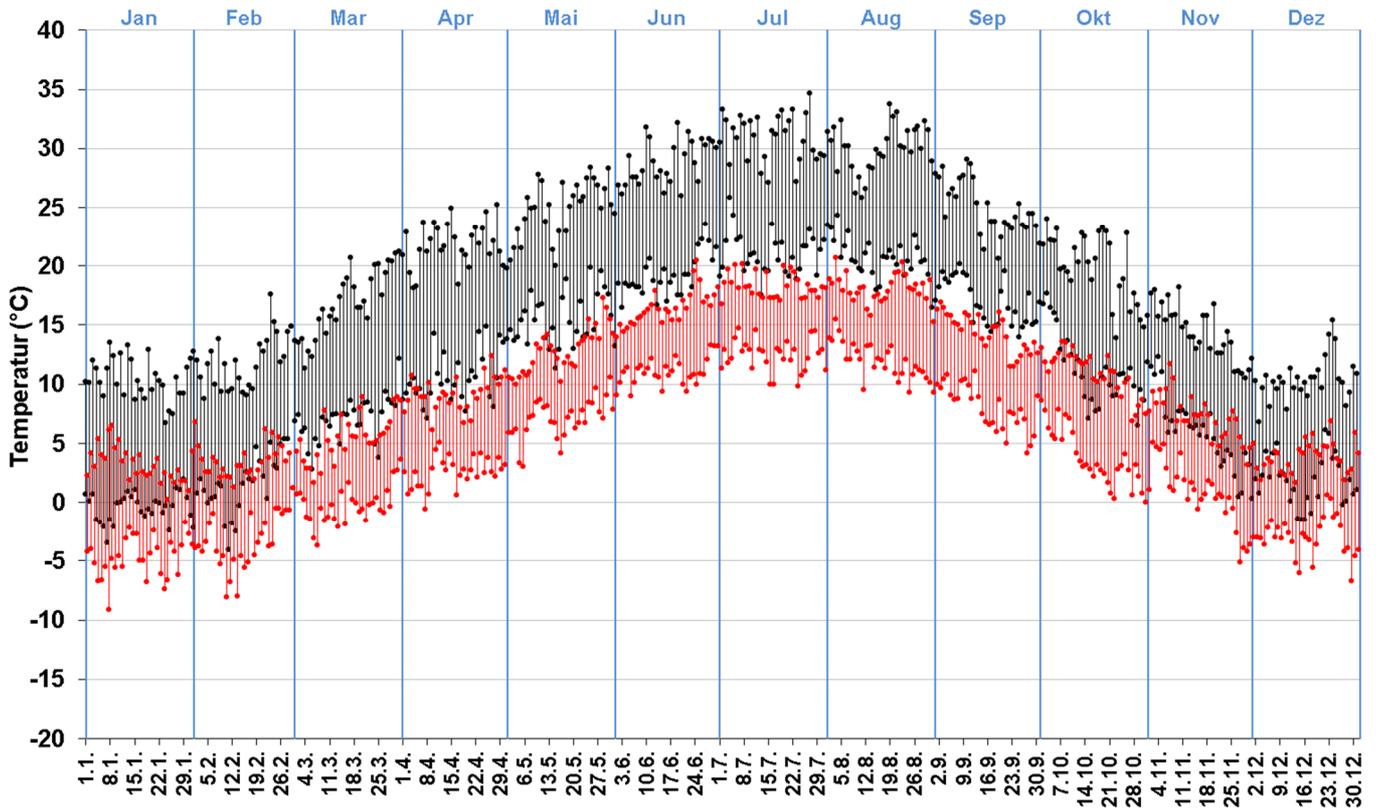
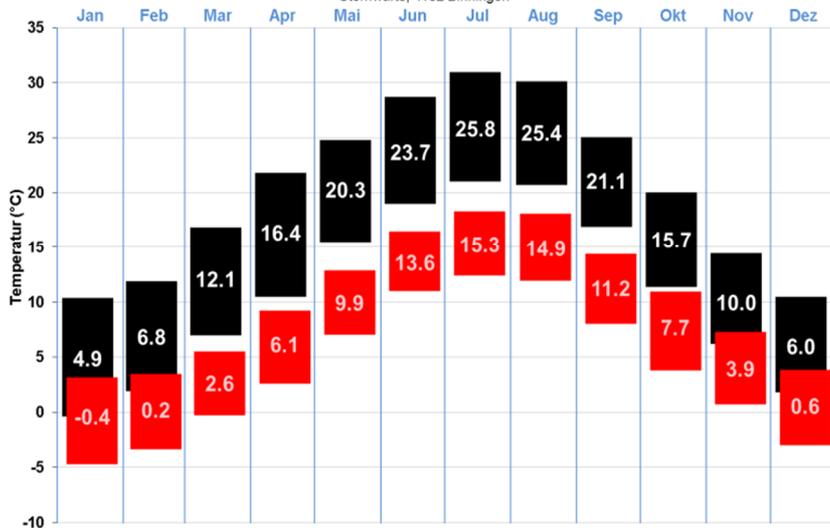


Bild 5

Spannweiten von Tageshöchst- (schwarz) und -tiefsttemperaturen (rot) für jedes Datum im Jahr zwischen 2008 und 2017. Von jedem Datum (Monat und Tag) ist die höchste und tiefste Tageshöchst- und -tiefsttemperatur, also quasi die Extrema, weggelassen worden.

Klimadiagramm mit Spannweiten berechnet aus den Jahren 2008 bis 2017 ohne Extrema

Sternwarte, 4102 Binningen



In Bild 5 ist von jedem Datum der höchste und tiefste Wert weggelassen worden. Das entsprechende Klimadiagramm ist hier gezeigt.

Damit wissen wir nun, welche Maximal- und Minimaltemperaturen für jeden Tag oder Monat gemessen wurden – und nach zehnjähriger Messzeit eigentlich auch erwartet werden können. Aber um wieviel Uhr die Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen erreicht werden sowie der tägliche Temperaturverlauf ist aus den Klimadiagrammen nicht ersichtlich.

Dazu wird ein sogenanntes Thermo-Isoplethen-Diagramm erstellt. Für jeder Uhrzeit mit der zur Verfügung stehenden Auflösung von zwanzig Minuten und jedes Datum wird die mittlere Temperatur berechnet und als „Höhenkurve“ gleicher Temperaturen dargestellt. Für das in Bild 6 dargestellte Diagramm wurden die Daten entlang der Datumsachse über drei Wochen gleitend gemittelt, um die durch die mit zehn Jahren relativ kurze Messdauer bedingten Streuungen abzuschwächen.

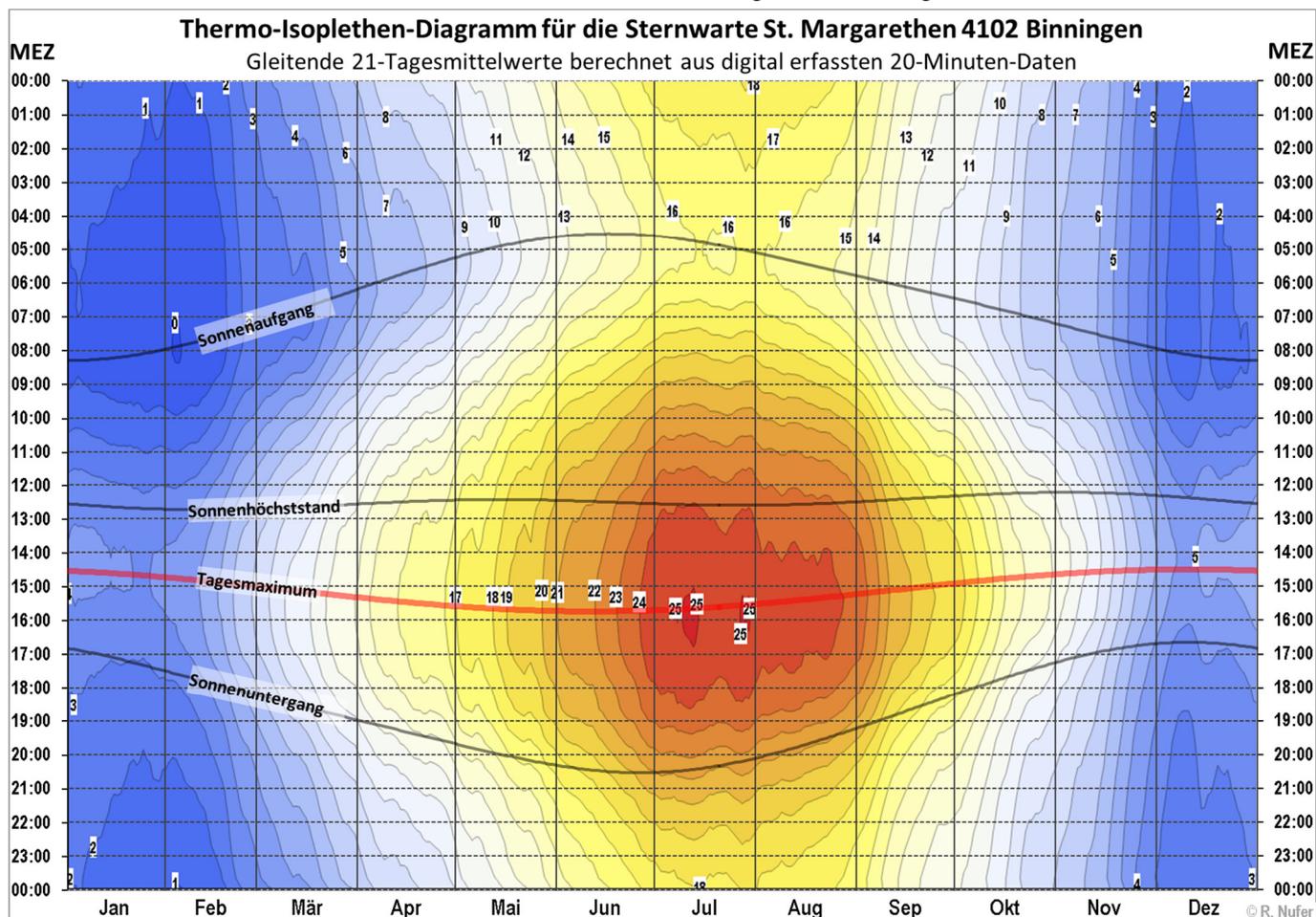


Bild 6

Thermo-Isoplethen-Diagramm für die Sternwarte St. Margarethen. Berechnet aus der digitalen Messreihe zwischen 2008 und 2017 mit einer zeitlichen Auflösung von zwanzig Minuten.

Bild 6 zeigt, dass in der Schweiz ein kontinentales Jahreszeitenklima für mittlere Breiten herrscht. Die Schwankungen über das Jahr sind viel grösser als die Schwankungen innerhalb einzelner Tage. Das tägliche Temperaturminimum wird – wie zu erwarten ist – etwa bei Sonnenaufgang erreicht. Das Tagesmaximum wird erst gegen die Mitte des Nachmittags erreicht; je höher die Sonne steigt und damit die Erdoberfläche aufheizt, desto später. Ein ähnlicher Trägheits-Effekt ist auch im Verlauf des Jahres festzustellen. Die heissesten Tage werden etwa einen Monat nach dem astronomischen Sommeranfang am 21. Juni erreicht.

Mehr über die astronomischen und meteorologischen Jahreszeiten wird im Teil 3 zu finden sein,

Quellenangaben

- [1] Meteorologischer Verein der Region Basel,
Internet: <http://www.klimabasel.ch/verein.htm>
- [2] MeteoSchweiz, Operation Center 1, Postfach 257, CH–8058 Zürich–Flughafen,
Klimanormwerte Basel / Binningen (Normperiode 1981–2010);
Internet: http://www.meteoschweiz.admin.ch/product/output/climate-data/climate-diagrams-normal-values-station-processing/BAS/climsheet_BAS_np8110_d.pdf