



UNIVERSITÄT BAYREUTH

Abteilung Mikrometeorologie

160 Jahre Bayreuther Klimazeitreihe
Homogenisierung der Bayreuther
Lufttemperatur- und Niederschlagsdaten

von

Johannes Lüers
Monika Soldner
Johannes Olesch
Thomas Foken

Arbeitsergebnisse
Nr. 56
Bayreuth, Juni 2014

Arbeitsergebnisse, Universität Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie
Work Reports, University of Bayreuth, Dept. of Micrometeorology
Print, ISSN 1614-8916; Internet, ISSN 1614-8924

<http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/mm/>

https://epub.uni-bayreuth.de/view/series/Arbeitsergebnisse_=2F_Universit=E4t_Bayreuth,_Abteilung_Mikrometeorologie.html

Eigenverlag: Universität Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie
Vervielfältigung: Druckerei der Universität Bayreuth
Herausgeber: Prof. Dr. Thomas Foken

Universität Bayreuth, Abteilung Mikrometeorologie
D-95440 Bayreuth

Die Verantwortung über den Inhalt liegt bei den jeweiligen Autoren.

160 Jahre Bayreuther Klimazeitreihe

Homogenisierung der Bayreuther

Lufttemperatur- und Niederschlagsdaten

1 Einführung und Aufgabenstellung

Aus den Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg:

„In der Sitzung vom 3. August 1850 bewilligte die Gesellschaft ... die Anschaffung meteorologischer Instrumente und es wurden damit zunächst im Garten des landwirtschaftlichen Vereins Beobachtungen angestellt. Allein es ergab sich sehr bald die Nothwendigkeit, die Zahl der Beobachtungs-Stationen zu vermehren, da die eigenthümliche Lage von Würzburg in einem tiefen und relativ eingeschlossenen Thale nicht nur die Verwerthung der gefundenen Resultate für den unterfränkischen Kreis überhaupt, sondern auch für die nächste Nähe hinderte.

Vergeblich wurden Versuche gemacht, in Schweinfurt, Kissingen und dem Spessart Beobachter zu ermitteln, dagegen hatte Hr. Blumröder in Bayreuth die Güte, sich den Bestrebungen der Gesellschaft anzuschließen...“ (unbekannt, 1856)

So begann in Bayreuth die Geschichte der wissenschaftlich verwertbaren Klimaaufzeichnungen. Die Station war in der Wohnung des Beobachters untergebracht, zog mit ihrem Besitzer zweimal innerhalb des Bayreuther Stadtgebiets um und lieferte bis 1882 täglich zuverlässige Klimaaufzeichnungen, die neben den üblichen Größen auch die Temperatur des Roten Mains und zweier Quellen im Bayreuther Stadtgebiet enthielten.

Bayreuth zählt zu den 30 ältesten Stationen im Netz des Deutschen Wetterdienstes. Im nordbayerischen Raum ist es die einzige Station, die so weit zurückreicht. Um diese Daten für weiterführende Arbeiten nutzbar zu machen, sollen sie hier genauer untersucht werden.

Langjährige Aufzeichnungen des Klimas an einem Ort sind die Grundlage vieler Arbeiten in der Klimatologie und Meteorologie. Nicht zuletzt bauen moderne Klimamodelle auf den langjährigen Reihen der Vergangenheit auf und brauchen verlässliche, homogene Datensätze.

Es gibt bereits seit längerem Rechenverfahren, die durch Computer gestützt lange Zeitreihen auf Homogenität untersuchen und sogar Korrekturvorschläge erarbeiten. Welche Korrektur aber ist sinnvoll? Was ist die Ursache für die von den Verfahren aufgedeckten Inhomogenitäten?

Nur unter Zuhilfenahme der Stationsgeschichte kann die Reichweite der Korrekturen beurteilt werden. Wo ist es sinnvoll, die Datenreihen anzupassen, wo ist es einfach nur gut über die Gegebenheiten und Umstände Bescheid zu wissen? Am Ende dieser Arbeit sollen zum einen korrigierte und von groben Fehlern bereinigte Datenreihen stehen, zum anderen aber auch eine genaue Aufstellung der Stationsgeschichte, sowie möglicher Einflüsse auf die Messdaten. Dies soll dem Nutzer der Zeitreihen die Möglichkeit geben, sich selbst ein Bild über die Herkunft und Verwendbarkeit des Datensatzes zu machen.

Da an der Universität Bayreuth seit 1994 eigene Klimadaten erhoben werden, ist es ein weiteres Ziel dieser Arbeit, die Reihen des Deutschen Wetterdienstes mit der der Universität zu vergleichen und damit die langjährigen Beobachtungen in Bayreuth auch für die Reihe der Universität nutzbar zu machen.

2 Geschichte der Bayreuther Klimaaufzeichnungen

Viele der hier aufgeführten Details über die Stationsgeschichte wurden den Meteorologischen Jahrbüchern Bayern und, ab 1934, dem Deutschen Meteorologischen Jahrbuch entnommen (München, 1879 bis 1933; (Reichswetterdienst, 1934 bis 1944; Deutscher Wetterdienst, seit 1953). Herr Dr. Hermann Mächel vom Deutschen Wetterdienst hat sie zusammengestellt und dankenswerterweise zur Verfügung gestellt. Bereits in den Jahren 1728 und 1729 liegen Aufzeichnungen des Bayreuther Wettergeschehens vor, die jedoch bis dato nicht aufbereitet wurden. Ab 1807 wurden in einer Privatstation mit vom Beobachter angefertigten Geräten Daten erhoben, die ebenfalls noch nicht für wissenschaftliche Reihenuntersuchungen genutzt werden können. Erst die Daten ab 1851, die Herr Regierungsrat Maximilian Blumröder akribisch zusammengetragen hat, sind für die Erstellung einer langjährigen Klimareihe geeignet (Herath, 1955).

In [Abbildung 1](#) sind die historischen Standorte der jeweiligen Messungen – soweit sie rekonstruierbar waren – in die Umgebungskarte von Bayreuth seit dem Jahre 1851 markiert. Zur damaligen Zeit befanden sich die Messgeräte der Stationen in den Wohnungen der Beobachter, die Thermometer waren in der Regel an oder neben Nordfenstern an den Außenwänden der Häuser angebracht, die Barometer in ungeheizten Räumen, die Regenmesser im Garten oder Hof. Wobei natürlich die Aufstellungshöhe der Geräte entsprechend den Gegebenheiten variierte.

Die Station des Herrn Blumröder befand sich anfangs in der Wolfsgasse, dann kurzzeitig in der Friedrichstraße und zog dann mit ihrem Beobachter in dessen neu erstandenes Haus in die Ziegelgasse (heute: Badstraße) um.

Ab 1879 gehörte die Station zum Beobachtungsnetz der neu gegründeten Meteorologischen Zentralstation in München und wurde von dort betreut. Nach dem Tode Herrn Blumröders im Jahre 1882 wurde die Station zur damaligen Heil- und Pflegeanstalt verlegt, dem heutigen Bezirkskrankenhaus, wo sie bis zu ihrer Einstellung im Jahr 1943 verblieb. Beobachter waren nacheinander verschiedene Ärzte und Angestellte und später bis zur Auflösung der Klinik 1940 ein Patient. In der Folgezeit wurden dort noch bis 1943 Temperaturmessungen durchgeführt.

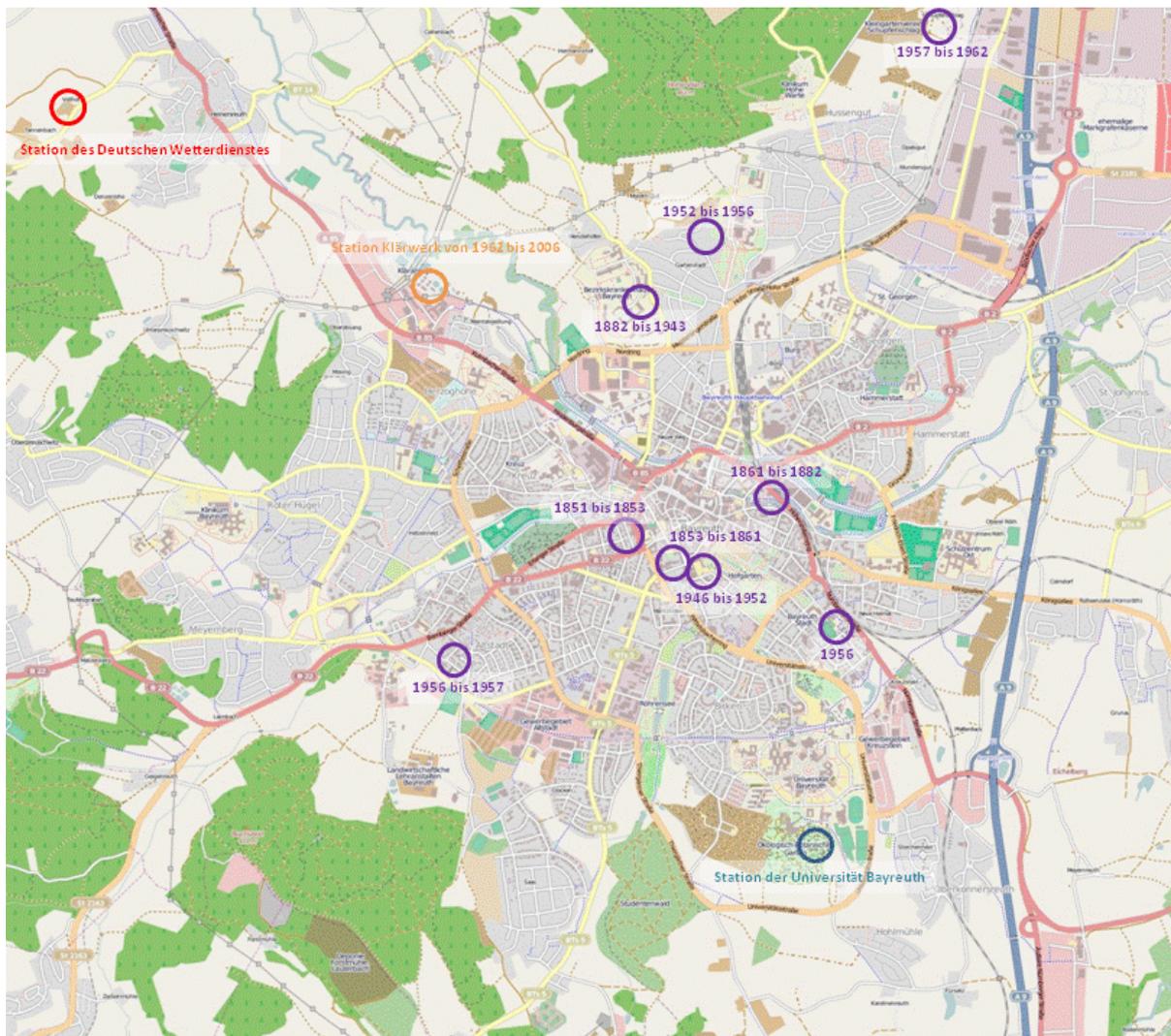


Abbildung 1: Karte des Stadtgebiets mit den in der Arbeit verwendeten Stationen. Lila Kreise stellen historische Standorte der DWD Station dar mit Angabe der jeweiligen Jahreszahl. Kartengrundlage: © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC-BY-SA.

Gleichzeitig gab es in den Jahren 1940 bis 1945 Aufzeichnungen am Fliegerhorst auf dem Bindlacher Berg, etwa 7 km nordöstlich des Stadtgebiets und gut 150 m höher gelegen. Die dort erhobenen täglichen Niederschläge wurden ab November 1940 in die Bayreuther Reihe eingefügt.

1945 gab es aber auch aus Bindlach keine Messungen mehr. Es ist leider nicht bekannt, wie die Temperaturwerte ab 1943 und die Niederschlagssummen ab 1945 in der Bayreuther Reihe ermittelt wurden. Im Jahr 1946 wurden im Stadtgebiet wieder Klimaaufzeichnungen durchgeführt, in der neu gegründeten Wetterwarte Bayreuth. Diese war zunächst in der Nähe der heutigen Stadthalle an der Jean-Paul-Str. 1 gelegen, später in der Parsifalstr. 25, im Garten eines Villenanwesens auf dem Grünen Hügel. Nach der Auflösung der Wetterwarte Bayreuth im Jahr 1956 folgten drei Umzüge kurz hintereinander, bis die Station im Jahr 1957 in einer Gärtnerei am Schupfenschlag wieder eine längerfristige Bleibe fand. Im Jahr 1962 schließlich schied der damalige Beobachter aus und die Station wurde in das Bayreuther Stadtgebiet zurückverlegt, ins Klärwerk, wo sie einmal im Jahr 1978 nach vorausgegangenen Baumaßnahmen (1975) um einige Meter verlegt wurde. Dort verblieb die Station bis ins Jahr 2006. Seither liefert eine automatische Wetterstation außerhalb der Stadt Daten. Sie ist im Nordwesten von Bayreuth, nahe der Ortschaft Heinersreuth gelegen. Die [Tabelle 1](#) listet die jeweiligen Beobachter seit 1851 chronologisch auf.

Tabelle 1: Beobachter der Bayreuther DWD Wetterstation.

Zeitraum	Standort(e)	Beobachter
1851 bis April 1882	Wolfsgasse Friedrichstraße Ziegelgasse	Herr Maximilian Blumröder ab März 1882 dessen Sohn Herr Heinrich Blumröder
Mai 1882 bis März 1897	Heil- und Pflegeanstalt	Dr. A. Würschmidt
April 1897 bis Juni 1905		Dr. Gustav Kolb
Juli 1905 bis November 1905		Dr. Wilhelm Kork
Dezember 1905 bis September 1908		Dr. Karl Schwarz
Oktober 1908 bis Mai 1913		Dr. Gustav Wagner
Juni 1913 bis März 1917		Dr. G. Bleser
April 1917 bis September 1940		Herr Ludwig Wirth (Patient)
Oktober 1940 bis November 1941		Herr Friedrich Pöflinger
Dezember 1941		Herr Paulus / Herr Kolb
Januar 1942 bis März 1943		Herr Hans Neubig
Januar 1946 bis September 1956	Jean-Paul-Str. 1 Parsifalstr. 25	Personal der Wetterwarte Bayreuth
Oktober 1956 bis Mitte November 1956	Stadtgärtnerei in der Lisztstraße	Herr Georg Meyer
Dezember 1956 bis März 1957	Jakobstraße 17	Herr Hans Wipfer
April 1957 bis März 1962	Am Schupfenschlag	Herr Wilhelm Schick
April 1962 bis Juni 2006	Klärwerk der Stadt Bayreuth Drossenfelder Straße 116	Diensthabender Maschinist
Juli 2006 bis dato	Heinersreuth-Vollhof	Automatische Wetterstation (DWD)

In einer globalen Analyse langer Temperaturreihen an der Universität Frankfurt wurde unter anderem die Bayreuther Reihe auf Homogenität getestet. Das Ergebnis wies auf Inhomogenitäten hin, vor allem in den Jahren der häufigen Stationsverlegungen von 1945 bis 1962 (Schönwiese, 1986). In den Jahren 1998 bis 2000 fand an der Universität Bayreuth ein studentisches Projekt statt, das die Kennzeichnung des Klimas im östlichen Oberfranken zum Ziel hatte. Im Rahmen dieser Arbeit wurde auch die Reihe der Bayreuther Klimadaten verwendet und einer generellen Homogenitätsprüfung unterzogen (Foken, 2003). Eine tabellarische Aufstellung der Standorte mit Hinweisen auf die damalige Umgebung der Wetterstation findet sich in [Tabelle 2](#).

Tabelle 2: Standorte der DWD Wetterstation sowie wichtige Veränderungen.

Ab Jahr	Koordinaten	Höhe	Ort
1851	49.9432, 11.5693	340 m	Regierungsrat a.D. Blumröder Wolfsgasse, 1. Stock
1853		342 m	Regierungsrat a.D. Blumröder Friedrichstraße, 2. Stock
1861		338 m	Regierungsrat Blumröder Ziegelgasse, heute: Badstr.
1882	49.9557, 11.5703	353 m	Verlegung in die Heil- und Pflegeanstalt, heutiges Bezirkskrankenhaus beim Ortsteil Wendelhöfen
1908			Beobachtungsraum verlegt in den zweiten Stock, Fensterhütte nun an einem Nordfenster
1938			Freistehende Thermometerhütte im Gemüsegarten im Nordosten der Anstalt
1940			Heil- und Pflegeanstalt wird geschlossen; Beobachterwechsel, ab jetzt nur noch Temperaturbeobachtungen
1943			Station beendet ihre Beobachtungen
1943	49.995, 11.633	486 m	Fliegerhorst am Bindlacher Berg übernimmt die Beobachtungen; in Bayreuther Reihe Niederschlagsbeobachtungen seit Oktober 1940 aus Bindlach. Die Herkunft der Temperaturwerte seit 1944 ist nicht bekannt.
1946	49.9419, 11.5786	341 m	Wetterwarte Bayreuth mit eigenem Personal in der Jean-Paul-Str. 1
1952	49.9594, 11.5778	358 m	Parsifalstr. 25, Gartenstadt
Oktober 1956	49.9374, 11.5881	350 m	Auflösung der Wetterwarte Bayreuth Neuer Standort: Stadtgärtnerei, verlängerte Lisztstr. heute: Sportplatz Graf-Münster-Gymnasium
Dezember 1956	49.935, 11.5572	340 m	Altstadt, Jakobstr. 17
Mai 1957	49.9722, 11.5983	370 m	Gärtnertei Schick Schupfenschlag (Fam. Wilhelm und Lina Schick)
Mai 1962	49.9572, 11.5533	330 m	Klärwerk
1975			Erweiterungsbauten auf dem Gelände
1978			Verlegung innerhalb des Geländes
Juli 2006	49.678, 11.5211	350 m	Verlegung der DWD Station nach Heinersreuth-Vollhof, automatische Wetterstation

Weiterhin sollte noch erwähnt werden, dass es in den Jahren um 1930 bis 1945 einen Regenschreiber gab, der anfänglich beim damaligen Bauhof in der Badstraße und ab 1937 in der Stadtgärtnerei, auf dem heutigen Sportplatz des Graf-Münster-Gymnasiums stand und von städtischem Personal betreut wurde. Die Schreiberprotokolle wurden monatlich an die Landesstelle für Gewässerkunde in München übermittelt. Über den Verbleib dieser Daten ist nichts bekannt. Gleiches gilt für die Aufzeichnungen des Verkehrsflughafens Bayreuth bei Laineck, wo der Flughallenwart ab November 1929 für den Wetterdienst zuständig war. In der Zeit von 1903 bis 1912 existierte außerdem eine Niederschlagsmessstelle beim Gelände der Landwirtschaftlichen Lehranstalten oberhalb des Stadtteils Altstadt. Die Daten der Station liegen beim Deutschen Wetterdienst vor.

2.1 Beobachtungstermine und Mittelwertbildung

Die Beobachtungstermine der Bayreuther Station wurden vor allem im 19. Jahrhundert mehrmals geändert. Es galten die in der folgenden [Tabelle 3](#) angegebenen Termine. Die Berechnung des Tagesmittels der Lufttemperatur änderte sich mit einer Änderung in den Beobachtungszeiten. Der Niederschlag wurde jeweils zum ersten Tagetermin abgelesen.

Tabelle 3: Ablesezeiten und Mittelwertbildung für die Lufttemperatur.

Beginn	Ablesezeiten	Berechnung der Tagesmitteltemperatur
1851	06:00; 09:00; 12:00; 15:00; 18:00; 21:00	Arithmetisches Mittel
1860	06:00; 14:00; 22:00	Arithmetisches Mittel
1863	07:00; 14:00; 21:00	Mannheimer Mittelung
1879	08:00; 14:00; 20:00	Mittelung nach Jahrbuch Bayern 1879
1901	07:00; 14:00; 21:00	Mannheimer Mittelung
2006	automatisch, stündlich	Arithmetisches Mittel der Stundenwerte

Die Umstellung auf die 08:00-14:00-20:00-Uhr Ablesung im Jahr 1879 und die Verwendung der speziellen Formel:

$$T_{\text{Mittel}} = \frac{(T_{8:00} + T_{14:00} + T_{20:00} + T_{\text{min}})}{4}$$

erfolgte für die Stationen in Bayern einheitlich auf Festlegung der Meteorologischen Zentralanstalt München. Gleiches gilt für die Umstellung auf die als Mannheimer Stunden bezeichneten gängigen Ablesetermine 07:00, 14:00, 21:00, mit der auch eine Änderung der Berechnung des Mittelwerts einhergeht (Winkler, 2009). Bei den Mannheimer Stunden wird jeweils der 21:00-Uhr-Termin doppelt in die Summe der Beobachtungen eingerechnet und anschließend durch vier geteilt.

Die Tagesmittelwerte der Station der Universität Bayreuth ergeben sich aus dem arithmetischen Mittel der 10-Minuten-Mittelwerte, die automatisch gemessen werden.

2.2 Verwendete Geräte und deren Aufstellung

2.2.1 Thermometer

In den frühen Jahren der Klimabeobachtungen war es üblich, die Thermometer an der - möglichst nordseitigen - Hauswand anzubringen und von einem Fenster aus abzulesen. Die Fensterhütte, die Herr Blumröder verwendete, war aus „durchlöcher-tem“ Weißblech. Unten war das Gehäuse offen und an der Fensterseite mit einer Glasscheibe verschlossen, damit sie von innen - ohne Öffnen des Fensters - abgelesen werden konnte. Die Fensterhütte war etwa 15 cm vom Fenster entfernt angebracht. In dem Gehäuse befanden sich ein Thermograph, Maximum- und Minimumthermometer, sowie ein Psychrometer.

1879 erhielt die Station dann zusätzlich zu den bereits vorhandenen Geräten eine vollständige Garnitur mit Instrumenten der Meteorologischen Zentralstation in München. Darunter ein neues zylindrisches Thermometergehäuse aus weiß lackiertem Zinkblech, mit doppeltem, konischem Dach, das neben dem Fenster angebracht war und zum Ablesen mittels Zugstange ans Fenster gezogen werden konnte. Auch diese Fensterhütte enthielt Maximum- und Minimumthermometer und Psychrometer und wurde neben der alten Fensterhütte aus Lochblech angebracht.

Ab 1882 wurde die Fensterhütte in der neuen Station in der Heil- und Pflegeanstalt an einem Nordwestfenster betrieben. Da die Hütte ab dem Nachmittag der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt war, wurde im gleichen Jahr noch ein Schutzschirm aus Blech an der Hauswand angebracht. Im Jahr 1910 erfolgte eine weitere Verlegung an ein Nordfenster im 2. Stock der Anstalt.

1938 wurde dann eine Thermometerhütte angeschafft, die im Gemüsegarten der Anstalt eingerichtet wurde. 1940 kamen noch Erdbodenthermometer für die Tiefen 10, 20, 50 und 100 cm zum Inventar der Station dazu.

1946 nahm die Wetterwarte Bayreuth in der Jean-Paul-Straße hinter der heutigen Stadthalle ihren Betrieb auf. Die Thermometerhütte war nun auf einem unbebauten, an den Hofgarten grenzenden Grundstück aufgestellt und zusätzlich mit einem Thermohygrographen ausgestattet. Im Norden befand sich ein etwa 7 m Abstand eine Baumgruppe, im Südwesten, in 9 m Abstand eine 4 m hohe Mauer. 1952 wurde sie abermals verlegt, in den Garten eines Villengrundstücks in der Parsifalstraße, der laut Stationsakten licht mit Obstbäumen bestanden war. Nach Schließung der Wetterwarte Bayreuth folgen zwei kurze Perioden mit Aufstellung in der Stadtgärtnerei – heute Sportplatz des Graf-Münster-Gymnasiums und der Jakobstraße (Altstadt), bis die Station schließlich in einer Gärtnerei am Schupfenschlag unterkam, wo die Klimahütte im Privatgarten der Beobachter, 10 m vom Haus entfernt aufgestellt wurde. 1962 schied der Beobachter aus und die Station wurde ins Bayreuther Klärwerk verlegt. Dort steht die Hütte auf einer Rasenfläche, die im Norden von einer etwa 3 m hohen Hecke, etwa 3 m von der Hütte entfernt, begrenzt wird.

2.2.2 Niederschlagsmesser

Für die Niederschlagsmessung wurde seit 1912 der Hellmann Regenmesser verwendet. Vorher befanden sich andere Auffanggefäße im Einsatz. Aus [Tabelle 4](#) können die jeweilige Auffangfläche und Aufstellungshöhe entnommen werden.

Tabelle 4: Regenmessertypen, deren Auffangfläche und Aufstellungshöhe.

Beginn	Typ	Auffangfläche	Aufstellungshöhe	Bemerkungen
1851	Eigene Herstellung	1 par. = 1 Quadratfuß; etwa 1 000 cm ²	Vermutlich 1 m	
1879	Bezold	500 cm ²	1.4 m	Einheitliche Geräte der Meteorologischen Zentralstation München wurden zusätzlich zum vorhandenen verwendet
1882	Bezold	500 cm ²	1.4 m	Verlegung in die Heil- und Pflegeanstalt, heutiges Bezirkskrankenhaus
1910	Bezold	500 cm ²	1.7 m	
1912	Hellmann	200 cm ²	1.7 m	
1925	Hellmann	200 cm ²	1.9 m	
1938	Hellmann	200 cm ²	1.0 m	Regenmesser zur Thermometerhütte versetzt
1940	Hellmann	200 cm ²	1.9 m	Fliegerhorst am Bindlacher Berg
1946	Hellmann	200 cm ²	1.0 m	Neue Bayreuther Wetterwarte
1957	Hellmann	200 cm ²	1.2 m	Station in der Jakobstraße und später Schupfenschlag
1962	Hellmann	200 cm ²	1.0 m	Klärwerk Bayreuth

Niederschlagsmessungen sind generell mit Fehlern behaftet. Am Regenmesser entstehen Windverwirbelungen, die die gemessene Niederschlagshöhe geringer ausfallen lassen als sie tatsächlich ist. Bei Schneefall fällt der Fehler besonders groß aus. Außerdem werden abgesetzte Niederschläge nur unzureichend berücksichtigt. Eine weitere Fehlerquelle sind Verdunstungsverluste, die vor allem bei geringen Niederschlagsmengen eine große Rolle spielen. Hier ist die Größe und Beschaffenheit der Auffangfläche von besonderer Bedeutung. Empfohlen wird heute eine Auffangfläche von mindestens 300 cm² zu verwenden (Dingman, 2002).

Bei der Bayreuther Station im Klärwerk wurden 1970 bis 1974 im Rahmen von Vergleichsmessungen mit einem windgeschützten Regenmesser Parallelmessungen durchgeführt. Der durchschnittliche Jahresniederschlag betrug für den gemessenen 5-Jahres-Zeitraum 641 mm ohne und 692 mm mit Windschutz. Die größten Unterschiede ergaben sich für die Monate Februar bis April (Kumm, 1983). Für die Homogenisierung wurden unkorrigierte Niederschlagssummen verwendet, da so die Vergleichbarkeit mit den Referenzstationen erhalten bleibt. Bei Verwendung der Daten z. B. für Wasserhaushaltsberechnungen hat dann gegebenenfalls noch eine Korrektur zu erfolgen.

Die Station im Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth verwendet seit 2001 einen Regenschirm vom Typ „Pluvio“ der Firma Ott mit 200 cm² Auffangfläche. Die Aufstellungshöhe beträgt 1 m.

3 Geographische Gegebenheiten der Stationen in Bayreuth

Die Stadt Bayreuth liegt in einem weiträumigen Talkessel des Roten Mains und seiner Nebenflüsse. Die Innenstadt liegt auf einer kleinen Anhöhe über dem Talboden des Roten Mains, der auf etwa 330 m über NN liegt. Ringsherum ist die Stadt von verschiedenen Höhenzügen von etwa 400 m bis über 500 m über NN umgeben. Die höchste Erhebung ist der im Süden gelegene Sophienberg, der knapp 600 m erreicht, jedoch etwa 6 km vom Innenstadtgebiet entfernt ist.

3.1 Die Standorte der DWD Wetterstation bis 2006

Während bei den Stationen, die sich im Bereich des Stadtkerns befanden, also von 1851 bis 1882 und von 1946 bis 1952 davon auszugehen ist, dass sie hinsichtlich des Lokalklimas untereinander wenig Unterschiede aufweisen, stellt sich vor allem bei den weiter außerhalb und höher gelegenen Standorten die Frage, inwieweit die Beobachtungen mit denen aus dem Stadtgebiet vergleichbar sind (v. [Tabelle 2](#)). Allerdings ist zu beachten, dass die Stadt Bayreuth – wie alle deutschen Städte – in der Zeit seit Beginn der Datenreihe ein erhebliches Wachstum und Veränderungen aufweist. So lag zum Beispiel das Haus des Herrn Blumröder in der Ziegelgasse (heute: Badstraße), das ab 1861 die Station beherbergte, am Rande der Bebauung. Der Hof grenzte direkt an die Aue des Roten Mains, der zu jener Zeit in diesem Bereich noch nicht begradigt war. Der Stadtkernring, sowie die dahinter liegenden Gebäude waren damals noch nicht vorhanden. Die Bahnlinie wurde in dieser Zeit gebaut, dürfte aber genug Abstand zur Station gehabt haben, so dass keine Beeinflussung der Daten zu erwarten ist.

Der erste, außerhalb des Stadtkerns gelegene, Standort ist der bei der damaligen Heil- und Pflegeanstalt, dem heutigen Bezirkskrankenhaus. Hier war die Station von 1882 bis 1943 untergebracht. Zur Zeit der Verlegung an diesen Standort befand sich der Ort weit außerhalb des bebauten Stadtgebietes. Im Laufe der Industrialisierung ist die Bebauung jedoch immer näher an das Gelände herangerückt. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts befand sich das Gelände einer großen Spinnereifabrik südlich der Erhebung, auf der die Klinik gelegen ist. Der Rote Main, der westlich der Anhöhe in seiner Aue fließt wurde 1913/1914 im Bereich bis kurz vor dem Gelände begradigt.

Da in den Jahren 1941 bis 1946 keine Station im Bayreuther Stadtgebiet vorhanden war, bzw. dort kein Niederschlag gemessen wurde, dienen die Messungen des Fliegerhorsts am Bindlacher Berg für diese Zeit als Ersatz. Dieser Standort befindet sich auf dem Plateau eines Höhenrückens aus Muschelkalk, das hoch über dem Bayreuth-

her Stadtgebiet liegt. Leider ist der genaue Standort der Station nicht mehr bekannt. Die Höhenlage dürfte niedrigere Temperaturwerte bei normalen Wetterlagen und auch höhere Niederschläge zur Folge haben.

Anscheinend wurden aber die Temperaturwerte aus Bindlach nicht direkt verwendet um die Lücke von 1943 bis 1946 zu schließen. Aus welcher Quelle die Temperaturwerte stammen, die für diesen Zeitraum in der Bayreuther Reihe des DWD vorliegen ist leider nicht mehr genau nachzuvollziehen. Denkbar ist eine Mittelung aus benachbarten Stationen und/oder Höhen korrigierte Werte der Bindlacher Station.

Ab 1952 wurden die Beobachtungen dann im Stadtteil Bayreuth Gartenstadt durchgeführt. Auch dieser Standort ist höher gelegen als das Innenstadtgebiet. Er befindet sich auf dem Südhang der Hohen Warte, eines 460 m hohen Höhenzuges, der sich im Norden des Stadtgebiets erhebt und am oberen Teil bewaldet ist.

Schließlich wurde die Station dann an den Südosthang desselben Höhenzugs verlegt. Allerdings noch höher und noch weiter außerhalb des besiedelten Gebietes hinaus, in offenes Weide- und Ackerland, bis sie von dort wieder ins Rotmaintal zurückverlegt wurde, zum Klärwerk der Stadt. Dort, auf Höhe der Talaue, wo der Rote Main das Bayreuther Stadtgebiet verlässt und ein weites Flusstal aufweist ist milderes Klima zu erwarten, als es auf den Höhenrücken bzw. im Umland herrscht.

3.2 Die Station der Universität im Ökologisch-Botanischen Garten

Das Gelände der Universität Bayreuth befindet sich am südlichen Stadtrand auf einer Anhöhe, etwa 350 m über NN, gelegen. Die seit 2001 aktuelle automatische Hauptwetterstation liegt im Süden des Geländes der Universität Bayreuth innerhalb des Ökologisch-Botanischen Gartens. Die Gesamthöhe des Gerätemastes beträgt 17 m (Abbildung 2). Der Messstandort (Mastsockel) befindet sich in einer Höhenlage von 365 m über dem Meeresspiegel. Die geographische Position ist 49°55'45" Nord und 11°35'10" Ost. Südlich des ÖBG schließt sich offenes Grünland an, wenig Bebauung, eine kleine Umgehungsstraße. Die technische und wissenschaftliche Betreuung wird seit 1997 durch die Abteilung Mikrometeorologie unter Leitung von Prof. Dr. Thomas Foken und seit 2003 zusätzlich durch Dr. Johannes Lüers und durch den Messtechniker Johannes Olesch durchgeführt.

Die erste Klimastation der Universität befand sich von 1994 bis April 1997 etwa 500 m westlich des heutigen Standorts, auf dem Gelände der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften (FAN) und wurde von Prof. Dr. R. Eiden betreut. Seit Mai 1997 ist sie auf dem Nordamerikahügel des Ökologisch-Botanischen Gartens stationiert (Abbildung 3). Im Februar 2001 wurde die Station mit neuen Messgeräten gemäß der VDI-Richtlinien ausgestattet.

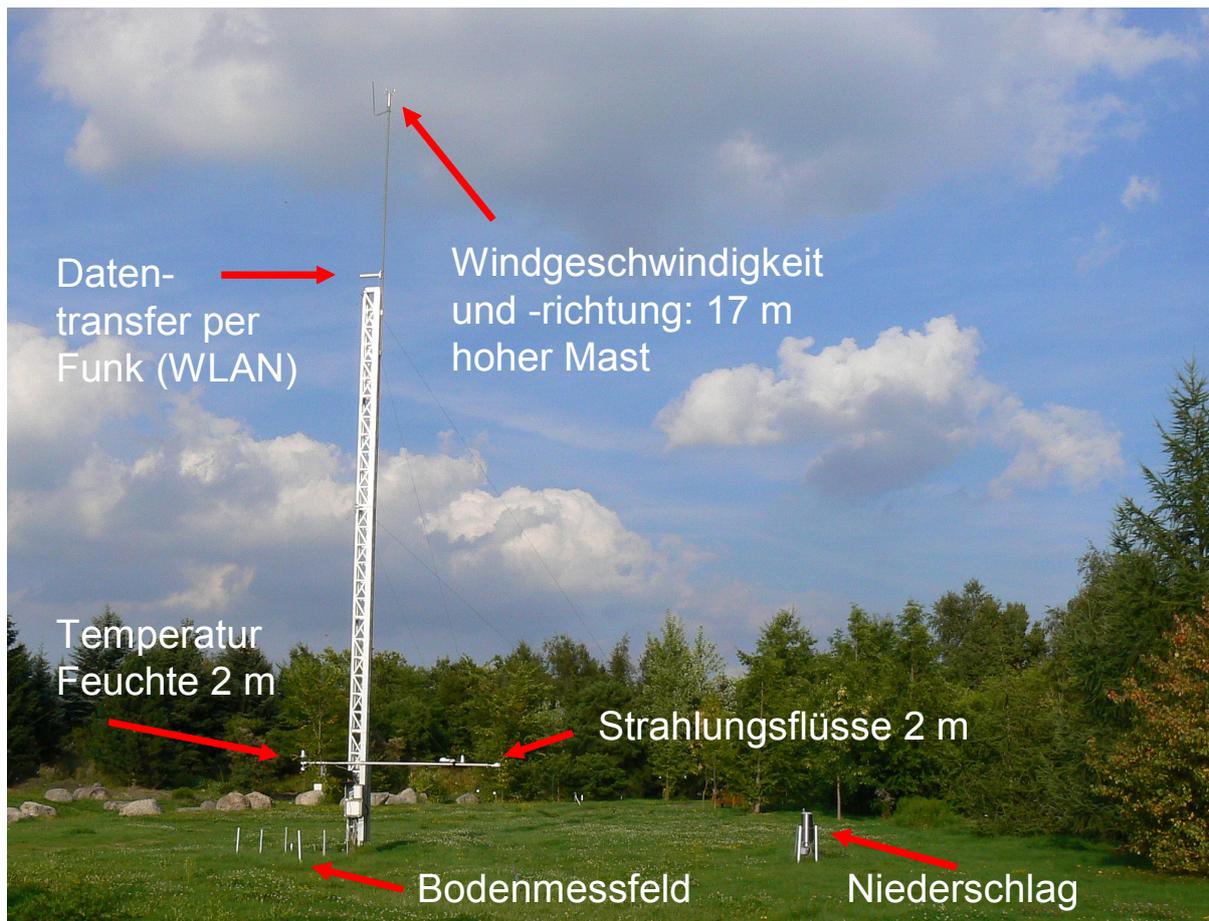


Abbildung 2: Aktuelle Hauptwetterstation der Abt. Mikrometeorologie im Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth. Betrieb seit 1994 (alter Standort) bzw. seit 1997 am aktuellen Standort „Nordamerika“ (modernisierte Instrumentierung ab Feb. 2001). Leitung: Prof. Dr. Foken und Dr. Lüers.

Die Werte werden von einem Datenloggersystem in 10-Minuten-Abständen in Echtzeit ausgelesen und über Funk in die BayCEER EDV-Datenbank übertragen und dort gesichert. Das Tagesmittel der Lufttemperatur wird als arithmetisches Mittel aus den 10-Minuten-Werten des belüfteten und vor Sonnenstrahlung geschützten Psychrometerthermometers berechnet. Die Messhöhe beträgt 2 m über Grund (Wiese).

Die Niederschläge werden als 10-Minuten bzw. Tagessummen durch das moderne, hochauflösende, elektronische Wägesystem „Pluvio“ der Firma Ott erfasst. Seit Oktober 2006 ist das komplett erneuerte bodenphysikalische Messfeld in Betrieb und es wurde für die gesamte Wetterstation ein Blitzschutzsystem eingebaut. In der vorliegenden Arbeit werden nur die Daten der neuen Messgeräte ab Februar 2001 verwendet, um einen zusätzlichen Bruch in der Reihe zu vermeiden.

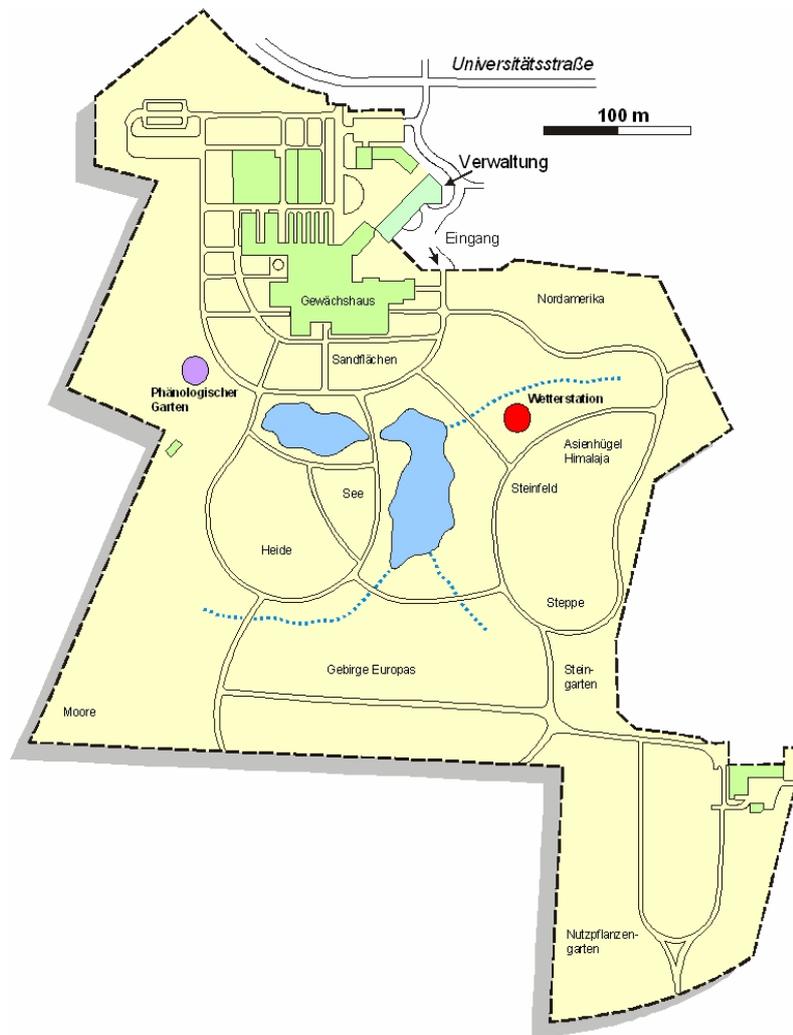


Abbildung 3: Lagekarte des Ökologisch-botanischen Gartens der Universität Bayreuth und Standort der Hauptwetterstation der Abt. Mikrometeorologie.

3.3 Der neue Standort der DWD Wetterstation in Heinersreuth-Vollhof

Die neue automatische DWD-Station befindet sich an einer Ortsverbindungsstraße zwischen den Orten Heinersreuth und Dörnhof. Im Norden befindet sich eine niedrige Gartenhecke und weiter ab ein Bauerngehöft. Ansonsten ist die Station von Weide- und Ackerland umgeben.

4 Homogenität einer Datenreihe

Die vielen Veränderungen im Laufe der Geschichte einer Wetterstation, wie es eben anhand der Bayreuther Station deutlich geworden ist, stellen immer wieder Brüche dar, die sich auch in den aufgezeichneten Daten wieder finden. Gerade bei der Untersuchung nach Trends im Klima – wie zum Beispiel der Frage nach der globalen Klimaerwärmung – ist es nötig, solche künstlichen, durch die Stationsgeschichte bedingten, Sprünge oder Trends von tatsächlichen zu unterscheiden.

Zunächst einmal sollte geklärt werden, welche Art von Inhomogenitäten auftreten können. Verlegungen von Stationen, Ersatz der Messgeräte durch neue, Änderungen in den Beobachtungsterminen oder Berechnungsverfahren, Wechsel der Beobachter können Änderungen bewirken, die mehr oder weniger abrupt eintreten – von einem Datenpunkt zum nächsten. Aber auch schleichende Änderungen können auftreten, so z. B. eine allmähliche Erwärmung durch Bebauung um die Station, durch Wachstum von Sträuchern und Bäumen in der Nachbarschaft, durch das Wachstum der Stadt und damit dem zunehmenden Wärmeinseleffekt. Solche Änderungen sind dann weniger abrupt, sondern eher graduell.

4.1 Homogenitätstests – Welche Tests gibt es?

Nun bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, die Zeitreihen auf Inhomogenitäten zu untersuchen. Zum einen gibt es absolute Homogenitätstests, die sich bei der Untersuchung nur auf die vorhandenen Daten der zu untersuchenden Reihe stützen, zum anderen benutzen relative Homogenitätstests die Tatsache, dass Änderungen im Klima in benachbarten Stationen stets gleichartig verlaufen. Durch den Vergleich mit den Referenzstationen, die ja den gleichen Veränderungen des globalen Klimas unterliegen, wird gewährleistet, dass nur künstliche Inhomogenitäten als solche erkannt werden. Jedoch bergen sie die Gefahr, dass Änderungen, die das gesamte Messnetz betreffen, wie z. B. Änderungen in der Messroutine oder den gleichzeitigen Ersatz alter Messgeräte durch neue nicht als Inhomogenität erkannt werden.

Herzog und Müller-Westermeier haben verschiedene Verfahren zur Homogenitätsprüfung untersucht und empfehlen vor allem zwei Tests: Den Test von Buishand, sowie den SNHT (Standard Normal Homogeneity Test) von Alexandersson (Herzog und Müller-Westermeier, 1998). Grundsätzlich gilt, dass neben den rechnerischen Verfahren immer die Stationsgeschichte herangezogen werden sollte, und dass Korrekturen nur dann sinnvoll sind, wenn sie durch die Stationsgeschichte untermauert sind.

4.1.1 Doppelsummentest – Visueller, graphischer Vergleich mit einer Referenzreihe

Eine schon länger benutzte und relativ simple Methode ist die Doppelsummenanalyse nach Searcy and Hardy, 1960 (Buishand, 1982). Die zu untersuchende Reihe wird einer geeigneten Referenzreihe gegenübergestellt. Für beide Reihen werden die jeweiligen Abweichungen ermittelt und in einem Koordinatensystem gegeneinander aufgetragen. Ist die getestete Reihe homogen, fallen alle Punkte auf eine Gerade. Leider fehlt bei dieser Methode ein Kriterium, bei welcher Abweichung von der Geraden von Inhomogenität auszugehen ist. Sie stellt aber eine einfache Möglichkeit dar, die Daten visuell zu testen.

4.1.2 Buishand Test

Dieser Test, der für die Homogenisierung von Niederschlagsdaten entwickelt wurde, beruht auf der Zeitreihe der Differenz der zu testenden Reihe und einer Referenzreihe, bzw. des Quotienten der beiden Reihen. Die Referenzreihe kann aus mehreren benachbarten Stationen gemittelt werden. Auf diese Weise werden Ausreißer und Unregelmäßigkeiten in einzelnen Stationen ausgeglichen.

$$\text{Es gilt: } S_k^* = \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y}).$$

Wobei y_i der i -te Wert der Zeitreihe aus den Differenzen von Test- und Referenzreihe ist. Aus dieser Summe werden vier verschiedene Parameter berechnet, die bestimmte kritische Werte nicht überschreiten dürfen, wenn Homogenität angenommen werden soll. Die kritischen Werte für die einzelnen Testparameter sind bei (Buishand, 1982) tabelliert.

4.1.3 SNHT nach Alexandersson für einen einmaligen Sprung

Bereits im Jahr 1984 wurde der Standard Normal Homogeneity Test (SNHT) von Alexandersson (1986) zunächst für die Untersuchung von Niederschlagsreihen entwickelt. Er wurde später von verschiedenen Wissenschaftlern auch für andere meteorologische Größen angewandt. Er benutzt eine Reihe benachbarter Stationen als Referenzstationen, die mittels ihrer Korrelationskoeffizienten mit der Testreihe gewichtet werden. Es werden normalverteilte Werte vorausgesetzt. Ferner wird davon ausgegangen, dass sich die Standardabweichung selbst bei Änderungen im Mittelwert nicht verändert. Die Testreihe Q errechnet sich entweder über den Quotienten (im Falle von Niederschlagsreihen) oder aus der Differenz (im Falle anderer Größen, z. B. Temperatur) mit den Referenzreihen. Q wird standardisiert und von dieser standardisierten Testreihe Z werden nun sukzessive Mittelwerte gebildet – jeweils bis zu einem möglichen Bruchpunkt a und für den Rest der Reihe. Die Teststatistik T_α^s hat dort ihr Maximum, wo eine Inhomogenität am wahrscheinlichsten ist:

$$T_{\max}^s = \max_{1 \leq \alpha \leq n-1} \{ T_\alpha^s \} = \max_{1 \leq \alpha \leq n-1} \left\{ \alpha \cdot \bar{z}_1^2 + (-\alpha) \cdot \bar{z}_2^2 \right\}.$$

Wobei n die Anzahl der Werte der zu testenden Reihe ist, α der letzte Wert vor der möglichen Inhomogenität, \bar{z}_1 der Mittelwert der standardisierten Zeitreihe bis zu dem Sprung, \bar{z}_2 der Mittelwert der Zeitreihe nach dem Sprung. Übersteigt T_{\max}^s einen kritischen Wert, kann auf dem gewählten Konfidenzniveau davon ausgegangen werden, dass die Reihe an dieser Stelle (a) inhomogen ist (Alexandersson and Moberg, 1997). Ein großer Vorteil des Tests ist, dass er nicht nur eine Aussage über die Inhomogenität einer Reihe zulässt, sondern auch das Jahr der Inhomogenität und einen Korrekturwert liefert. Nach erfolgter Korrektur wird die Reihe erneut getestet, um eventuell weitere Inhomogenitäten aufzudecken. Diese Prozedur aus Korrektur und Test wird solange wiederholt, bis die Teststatistik auf Homogenität schließen lässt.

4.1.4 SNHT nach Alexandersson für linearen Trend

Eine Verallgemeinerung des eben beschriebenen Tests stellt der SNHT für lineare Trends dar. Er soll es ermöglichen, schleichende Veränderungen, z. B. durch das Wachstum von Städten oder Bepflanzung in der Umgebung der Station zu erkennen und zu korrigieren. Im Gegensatz zum einmaligen Sprung von einem Mittelwert zu einem anderen, geht dieser Test davon aus, dass zwischen den beiden stationären Niveaus der Mittelwerte eine Spanne von Werten liegt, in der sich die gemessenen Werte stetig und linear von dem einen zum anderen Niveau hin verändern. Für die Bestimmung ist eine Reihe von komplexen Parametern zu berechnen, die hier nicht genauer dargestellt werden sollen. Die Teststatistik wird mit denselben kritischen Werten verglichen wie im oben dargestellten SNHT für einmalige Sprünge (Alexandersson and Moberg, 1997).

4.2 Ermittlung der Referenzreihen

Liegt eine verlässliche Referenzreihe vor, so sind die relativen Tests den absoluten weit überlegen (Schönwiese, 1986). Grundsätzlich sollten die Referenzreihen selbst wenige Brüche aufweisen, möglichst lückenlos sein und idealerweise den gesamten Zeitraum der zu testenden Zeitreihe abdecken. Im Falle von Temperaturreihen ist der Höhenunterschied zwischen den Stationen zu beachten, um Unregelmäßigkeiten bei Inversionswetterlagen auszuschließen. Der horizontale Abstand darf hier größer ausfallen. Bei Niederschlagsstationen soll wiederum der horizontale Abstand so gering wie möglich sein, da konvektive Niederschläge nur sehr kleinräumig auftreten. Hier spielt der Höhenunterschied eine untergeordnete Rolle. Zur Ermittlung geeigneter Referenzreihen wurden zunächst benachbarte Stationen mit möglichst langer Historie gesucht und auf Lücken untersucht. Stationen mit großen Lücken wurden ausgeschlossen, ebenso wie solche, bei denen die Metadaten viele Stationsverlegungen vermuten ließen.

Als weiteres Kriterium wurde der Korrelationskoeffizient mit der Bayreuther Reihe und der Reihen untereinander ermittelt. Er liefert einen Anhaltspunkt dafür, dass der Witterungsverlauf vergleichbar ist. Schließlich wurden die Kurven der Zeitreihen visuell betrachtet. Reihen, die einen sehr auffälligen Verlauf zeigten, haben in der Regel auch einen niedrigen Korrelationskoeffizienten mit allen anderen Reihen. Solche Reihen wurden nicht verwendet.

Da es beim SNHT möglich ist, mehrere Referenzreihen nebeneinander zu verwenden, spielen kleine Unregelmäßigkeiten, wie sie in jeder Reihe vorkommen, eine untergeordnete Rolle. Es kann davon ausgegangen werden, dass sie von den anderen Stationen ausgeglichen werden. Da es keine benachbarten Stationen mit ähnlich langer Stationsgeschichte wie die der Bayreuther Reihen gibt, wurde für verschiedene Zeitintervalle jeweils ein unterschiedlicher Satz aus Referenzstationen zusammengestellt. Es wurde versucht, immer ein Minimum von vier Referenzstationen zu verwenden. Die Stationen wurden nach Möglichkeit so gewählt, dass sie geographisch gleichmäßig um die Bayreuther Teststation verteilt sind.

4.3 Durchführung der Homogenitätsprüfung

Da eine Homogenisierung von Tageswerten nicht möglich ist, weil sich dort klimatische Besonderheiten der individuellen Wetterlage zu sehr auswirken, werden die Zeitreihen der Monatssummen oder Monatsmittel oder größeren Zeiteinheiten verwendet. Für einen bestimmten Zeitraum wurden in dieser Arbeit jeweils die zwölf einzelnen Zeitreihen der Monatssummen oder Monatsmittel, sowie die Jahressumme bzw. das Jahresmittel auf dem 95%-Konfidenzniveau getestet. Für jeden Zeitraum wurden so 13 einzelne Zeitreihen untersucht. Die Temperaturreihen wurden mit dem SNHT nach Alexandersson auf einen einmaligen Sprung getestet. Da der Test eigentlich für nur einen einzigen Sprung in der Datenreihe konzipiert ist, wird empfohlen, bei langen Reihen stückweise vorzugehen, so dass nach Möglichkeit nur eine Inhomogenität im getesteten Zeitabschnitt auftritt. Inhomogenitäten in den ersten und letzten Jahren werden nicht berücksichtigt (Moberg and Alexandersson, 1997).

Bei den Niederschlagsreihen wurde zusätzlich der Buishand-Test durchgeführt. Von einer echten Inhomogenität wird nur dann ausgegangen, wenn beide Tests auf Inhomogenität hindeuten. Der Test wurde auf einem Excel-Sheet implementiert, die monatsweise Durchführung, sowie der komplexere Test auf Trends mit einem VBA-Programm realisiert, das auf das Excel-Sheet zugreift.

4.4 Korrektur der Daten

4.4.1 Bedeutung des Korrekturwertes

Das Ergebnis des SNHT ist das Jahr der wahrscheinlichen Inhomogenität für die jeweils getestete Zeitreihe, genauer gesagt das letzte Jahr vor dem Sprung oder Trend. Zusätzlich kann mit den Testergebnissen ein Korrekturwert errechnet werden, mit dem je nach verwendetem Rechenverfahren (Quotient oder Differenz) die Originaldaten multipliziert oder addiert werden. Im Falle der Temperaturreihen ist der Korrekturwert der Fehlbetrag, der zu den Ausgangswerten addiert wird. Ist das Vorzeichen negativ, sind die Ausgangswerte vor dem Sprung zu hoch, bei positivem Vorzeichen zu niedrig.

Bei Niederschlagsreihen ermittelt das Verfahren einen Korrekturfaktor, mit dem die Ausgangsdaten bis zu dem errechneten Sprung multipliziert werden. Ist der Faktor kleiner als Eins, so sind die Werte vor dem Sprung zu niedrig, ist der Faktor größer als eins, sind zu hohe Werte ermittelt worden, bzw. die Werte nach dem Sprung als zu niedrig anzusehen. Der Trendtest für Temperaturreihen ergibt ebenfalls einen Differenzwert, der vom Beginn bis zum Ende der Trendperiode linear anzuwenden ist. Die Werte vor der Trendperiode sind um die Differenz k zu erhöhen.

Die Werte werden also in der Trendphase nach folgender Formel korrigiert:

$$x_{i \text{ korrigiert}} = x_i + k - k \cdot \frac{i - a}{b - a}$$

In dieser Formel sind:

a das letzte Jahr vor Einsetzen des Trends

b das letzte Jahr des Trends

i das jeweilige Jahr, dessen Wert korrigiert werden soll

x_i der Wert der Zeitreihe im Jahr i

In den Korrekturtabellen sind für den Trend positive Werte angegeben, wenn der Mittelwert der Zeitreihe vom Beginn bis zum Ende der Trends angestiegen ist. Die Korrektur hat dann gegenläufig zu erfolgen.

4.4.2 Wann ist eine Korrektur sinnvoll?

Eine Korrektur soll nur dann durchgeführt werden, wenn die Ursache für die Inhomogenität aus der Stationsgeschichte hervorgeht. Möglichst vollständige Metadaten sind hierbei vonnöten, da nur anhand derer beurteilt werden kann, wie die Inhomogenität zustande kommt und wie weit sie zu korrigieren ist. Da die Tests an den Jahres- und Monatswerten durchgeführt werden, treten teilweise einzelne Monate auf, die der Test als inhomogen wertet, während die anderen Monatsreihen für den gleichen Zeitraum homogen sind. Solche einzelnen Zeitreihen werden in der Regel nicht korrigiert. Gegen Anfang und Ende einer getesteten Reihe werden beim SNHT Inhomogenitäten ermittelt, die auf einer Überinterpretation kleiner Abweichungen liegen. Aufgrund der dann mit nur wenigen einzelnen Werten gebildeten Mittelwerte, führen solche kleinen Abweichungen zu einem falschen Ergebnis. Deswegen wurden Inhomogenitäten in den ersten und letzten drei bis vier Jahren nach Möglichkeit nicht korrigiert, bzw. einer weiteren Prüfung unterzogen. Trends werden sinnvollerweise erst ab einer Dauer von mehr als fünf Jahren angewendet. Liefert der Trendtest einen Sprung von einem Jahr zum anderen, so handelt es sich an dieser Stelle um einen einfachen Sprung. Der SNHT für den einfachen Sprung ist eine mathematische Vereinfachung des Trendtests (Alexandersson and Moberg, 1997).

4.4.3 Vorgehensweise bei der Korrektur

Bei der Korrektur der Reihen ist es zunächst sinnvoll, sich klar zu machen, welche Werte zu korrigieren sind – die Werte vor oder nach dem Bruch. Da normalerweise die aktuellen Messwerte als verlässlich angesehen werden, sind dann die älteren je nach Korrekturwert nach oben oder unten zu berichtigen. Diese Frage wird schwieriger zu beantworten, wenn es sich um einen Zeitabschnitt in der Vergangenheit handelt. Hier kann die Stationsgeschichte Aufschluss geben. Hilfreich ist es allerdings auch, die Korrektur bei den aktuellen Werten zu beginnen und jeweils den davor liegenden Abschnitt schrittweise zu korrigieren. Ein weiterer Test zeigt dann, ob eine Korrektur der vor diesem Zeitabschnitt liegenden Daten nötig ist.

Auf diese Weise ist gewährleistet, dass die korrigierte Reihe mit den aktuell ermittelten Werten homogen ist.

4.4.4 Ausreißer

Stellte sich an einer Stelle ein grober Fehler oder Ausreißer heraus, so konnten ab 1947 bei den Temperaturwerten und ab 1931 bei den Niederschlagsreihen die Tageswerte zur Kontrolle herangezogen werden. Grobe Ausreißer wurden nach Vergleich der Tageswerte mit benachbarten Stationen einzeln korrigiert, bevor die Reihe einem Homogenitätstest unterzogen wurde. Standen die Tageswerte nicht zur Verfügung, wurde auch ein aus den Referenzreihen gemittelter Wert verwendet.

5 Homogenisierung der Bayreuther Klimadaten ab 1851

5.1 Homogenisierung der Mittelwerte der Lufttemperatur

5.1.1 Referenzstationen

Da es 1851 zu Beginn der Bayreuther Reihe keine Stationen im Umkreis von 100 km gab, deren Daten in digitaler Form beim Deutschen Wetterdienst vorliegen und als Referenzstation verwendet werden konnten, mussten für die ersten Tests weiter entfernte Stationen verwendet werden. Das stückweise Vorgehen beim Testen der Reihen ermöglichte es aber, in den kürzer zurückliegenden Zeiträumen näher benachbarte Stationen zu verwenden.

Tabelle 5: Referenzstationen für die Lufttemperatur.

Name der Station	Geographische Koordinaten		Höhe über NN [m]	Daten vorhanden		Entfernung zu Bayreuth [km]
	Breite [°]	Länge [°]		ab	bis	
München Sternwarte	48.15	11.60	521	1801	1910	200
Jena Sternwarte	50.93	11.58	155	1824	2010	110
Frankfurt am Main Feldbergstraße	50.12	8.66	103	1851	1990	210
Heidenheim an der Brenz	48.67	10.13	500	1851	1923	175
Leipzig	51.31	12.42	148	1851	1949	165
Bamberg Sternwarte	49.89	10.89	282	1880	1958	50
Bamberg	49.88	10.92	239	1949	2010	50
Nürnberg Buchenbühl	49.50	11.11	335	1881	1974	65
Nürnberg Flugwetter- warte	49.50	11.06	314	1933	2010	65
Regensburg	49.04	12.10	366	1881	2010	110
Gößweinstein	49.77	11.31	443	1914	2004	25
Weiden	49.67	12.19	438	1946	2010	50
Gräfenberg Kasberg	49.67	11.23	506	1991	2010	40

Eine Aufstellung der verwendeten Referenzreihen findet sich in der [Tabelle 5](#). Die langen Reihen Frankfurt am Main und Jena wurden bereits von (Schönwiese, 1986) getestet und als homogen befunden.

5.1.2 Durchführung der Homogenitätstests

Die Zeitabschnitte wurden aufgrund der Stationsgeschichte so gewählt, dass – wenn möglich – nur ein zu erwartender Bruch in der Mitte des getesteten Zeitraums liegt. Da es in der Bayreuther Stationsgeschichte – vor allem zwischen 1940 und 1962 – sehr viele Standortwechsel innerhalb kurzer Zeit gab, wurden bei sehr kurzen Teilabschnitten noch jeweils bis zu fünf Jahre am Anfang oder am Ende hinzugefügt, in denen auftretende Inhomogenitäten aber nicht berücksichtigt wurden. Die Testzeiträume wurden dann so verschoben, dass jeder mögliche Bruch mindestens einmal getestet wurde. Die Zeit 1962 bis 2005 wurde zusätzlich auf einen linearen Trend getestet, da die Station im Klärwerk Baumaßnahmen erlebte, und neben einer anfangs noch niedrigen, gegen Ende sehr hoch gewachsenen Hecke aufgestellt war.

5.1.3 Ergebnisse im ersten Durchlauf

Die einzelnen Ergebnisse der durchgeführten Tests finden sich in der [Tabelle 6](#). Zeitreihen, die beim Test als homogen abschnitten sind in dieser Aufstellung nicht aufgeführt. Die Tests wurden der Übersichtlichkeit halber mit Testnummern versehen. Der letzte Buchstabe steht für die Art der getesteten meteorologischen Größe. (**T** für Tagesmittelwerte, **Max** bzw. **Min** für das Tagesmaximum der Temperatur bzw. -minimum, **N** für Niederschlagshöhe).

Tabelle 6: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung der Reihen der Lufttemperaturmittel.

Testnummer und Testzeitraum	Referenzstationen	Getestete Zeitreihe		
		Getestete Zeitreihe	Jahr vor dem Sprung	Korrekturwert [K]
Test 1T 1851 bis 1890	Frankfurt am Main München Sternwarte Leipzig Heidenheim a.d. Brenz	März	1878	-0.2
		Mai	1864	+0.2
		Jahresmittel	1878	-0.1
Test 2T 1885 bis 1910	Frankfurt am Main München Sternwarte Leipzig Heidenheim a.d. Brenz	Januar	1901	+0.5
		Februar	1901	+0.3
		März	1899	+0.2
		Mai	1900	+0.3
		Juni	1900	+0.4
		Juli	1900	+0.3
		August	1899	+0.2
		September	1901	+0.4
		Oktober	1900	+0.2
		November	1899	+0.2
		Dezember	1900	+0.3
		Jahresmittel	1900	+0.4

Testnummer und Testzeitraum	Referenzstationen	Getestete Zeitreihe		
		Jahr vor dem Sprung	Korrekturwert [K]	
Test 3T 1881 bis 1910	Nürnberg Buchenbühl Bamberg Sternwarte Regensburg	Februar	1897	+0.6
		März	1897	+0.6
		April	1897	+0.8
		Mai	1896	+1.0
		Juni	1895	+0.9
		Juli	1895	+0.9
		August	1896	+0.8
		September	1895	+0.8
		Oktober	1895	+0.6
		November	1896	+0.5
		Dezember	1896	+0.7
		Jahresmittel	1896	+0.6
Test 4T 1900 bis 1940	Nürnberg Buchenbühl Bamberg Sternwarte Regensburg Jena	März	1917	-0.4
		April	1916	-0.3
		Mai	1916	-0.35
		Juni	1917	-0.3
		Juli	1917	-0.3
		August	1916	-0.3
		September	1916	-0.3
		November	1905	-0.3
Jahresmittel	1918	-0.3		
Test 5T 1930 bis 1944	Nürnberg Buchenbühl Bamberg Sternwarte Jena Gößweinstein Regensburg	Alle getesteten Reihen sind homogen.		
Test 7T 1946 bis 1957	Nürnberg Flughafen Bamberg Sternwarte Jena Gößweinstein Regensburg	Februar	1947	-0.5
		Juli	1951	-0.2
		September	1947	+0.6
		Oktober	1947	+0.5
		November	1951	-0.2
		Dezember	1946	-0.9
Test 8T 1952 bis 1962	Nürnberg Flughafen Bamberg Weiden Gößweinstein Regensburg	Juni	1957	-0.3
		Juli	1957	-0.3
		August	1957	-0.3
		Oktober	1957	-0.1
		Jahresmittel	1957	-0.1
Test 9T 1958 bis 1972	Nürnberg Flughafen Bamberg Weiden Gößweinstein Regensburg	Januar	1964	+0.6
		Februar	1963	+0.4
		März	1962	+0.5
		April	1961	+0.5
		Mai	1961	+0.6
		Juni	1962	+0.85
		Juli	1962	+0.9
		Juli	1970	+0.5
		August	1962	+0.7
		November	1961	+0.6
		Dezember	1961	+0.8
Jahresmittel	1963	+0.5		
Test 10T 1956 bis 2004	Nürnberg Flughafen Bamberg Weiden Gößweinstein Regensburg Jena	Mai	1997	+0.4
		Juni	1996	+0.5
		Juli	1996	+0.6
		Oktober	1997	+0.4
		Jahresmittel	1995	+0.3
Test 10T Trendtest 1956 bis 2004	Wie Test 10T	Trend in der Julireihe von 1975 bis 2002 um +0.5 K		

Testnummer und Testzeitraum	Referenzstationen	Getestete Zeitreihe		
		Getestete Zeitreihe	Jahr vor dem Sprung	Korrekturwert [K]
Test 11T 2000 bis 2009	Nürnberg Flughafen Bamberg Weiden Gräfenberg-Kasberg Regensburg	April	2006	-1.3
		Mai	2006	-0.8
		Juni	2006	-0.8
		Juli	2005	-1.0
		August	2006	-0.8
		Oktober	2002	-0.5
Test 12T 1995 bis 2009 Uni Bayreuth Reihe ab März 2001	Nürnberg Flughafen Bamberg Weiden Gräfenberg-Kasberg Regensburg	Januar	2001	-0.4
		März	2000	-0.5
		April	2002	-0.7
		Juni	2000	-0.9
		Juli	2000	-0.8
		August	2000	-0.6
		Oktober	2000	-0.6
		November	2000	-0.3
		Jahresmittel	2000	-0.5

Die ersten Jahre bis 1890 weisen keine nennenswerten Inhomogenitäten auf (Test 1T). Auffällig ist als erstes die Inhomogenität in den Jahren 1900/1901 in Test 2T, die nur dann erkannt wird, wenn hauptsächlich Stationen außerhalb Bayerns als Referenzstationen gewählt werden. Verwendet man die Stationen Bamberg, Nürnberg und Regensburg, die alle der Meteorologischen Zentralanstalt in München unterstellt waren, weist der Test für den gleichen Zeitraum eine andere Inhomogenität aus (siehe Test 3T). Dies legt den Schluss nahe, dass der Sprung um bis zu 0.5 K durch die Änderung der Beobachtungszeiten und der Berechnung des Tagesmittels verursacht wurde.

Ein Test mit den bayerischen Referenzstationen hingegen weist einen noch höheren Sprung um das Jahr 1897 aus. Die Stationsakten verzeichnen zu diesem Zeitpunkt einen Umzug des Beobachtungsraums innerhalb des Klinikgebäudes von einem Raum im 1. Stock mit Nordwestfenster in einen Raum, der im 2. Stock liegt. Die Thermometer waren zu dieser Zeit noch in einer Fensterhütte an der Außenwand untergebracht und sind vermutlich mit den anderen Geräten umgezogen. Wie dort die Anbringung und die Strahlungsverhältnisse waren, ist nicht bekannt. Außerdem verzeichnen die Akten für dieses Jahr noch einen Beobachterwechsel. Erst 1917 scheinen die Temperaturwerte wieder einen Sprung nach unten zu machen. Der Test findet in fast allen Monatsreihen eine Differenz von -0.3 bis -0.4 K. Auslöser könnte ein Beobachterwechsel sein, der in diesem Jahr vollzogen wurde. Der neue Beobachter, Herr Ludwig Wirth, betreute bis zur Auflösung der Anstalt im Jahr 1940 die Wetterstation.

Uneinheitlich ist das Ergebnis des Tests 7T, das in den Jahren 1946/47 bzw. 1951 eine Korrektur nach unten sieht. Es könnte aber mit der Aufnahme der Tätigkeit der neuen Wetterwarte Bayreuth im Stadtkerngebiet von Bayreuth zu tun haben. Unklar ist allerdings, welche Temperaturwerte in den Jahren 1944 und 1945 Eingang in die Reihe gefunden haben. Der Umzug zur Station in den Schupfenschlag im Jahr 1957 macht sich dagegen sehr deutlich in den Sommermonaten bemerkbar. Der Mittelwert der Monate Juni bis August ist einheitlich um 0.3 K gesunken.

Hingegen ist bei der darauf folgenden Verlegung ins Bayreuther Klärwerk im Jahr 1962 der Mittelwert der gemessenen Temperaturen wieder angestiegen, wie Test 9T zeigt. Nicht besonders deutlich ist bei Test 10T und dem zugehörigen Trendtest ein Anstieg des Mittelwertes in der Zeit zwischen 1975 und 2000 zu erkennen. Dieser zeigt sich viel deutlicher bei den Tests der Temperaturextremwerte.

Die Verlegung 2006 zum neuen Standort bei Heinersreuth-Vollhof und die Umstellung auf eine automatische Wetterstation mit den damit einhergehenden Änderungen der Mittelung der Tagestemperatur erkennt der Test sehr sicher. Gleiches gilt, wenn ab März 2001 die Daten aus der Reihe der Universität Bayreuth verwendet werden. In beiden Fällen sinken die Mittelwerte der Messreihen. Bei der Heinersreuther Station vornehmlich im Sommer, bei den ÖBG-Daten insgesamt. Da bei der ÖBG-Reihe die Messung des trockenen Psychrometerthermometers verwendet wurde, dürfte dies auch an dem Hüttenfehler der alten Werte liegen.

5.1.4 Korrektur der Reihe

Die erste Korrektur für die Reihe der Temperaturmittelwerte ist in den Jahren 1962 bis 2005/06 nötig. Die Station im Klärwerk, die tiefer im Tal des Roten Mains liegt und von Gebäuden umgeben, misst höhere Werte als die neue Station oberhalb von Heinersreuth bzw. als die eher ländliche Station im ÖBG. Eventuell könnte auch die Umstellung von der klassischen Thermometerhütte auf einem automatischen, zwangsbelüfteten Temperaturfühler einen Teil des Unterschieds erklären. Die letztendlich gefundenen Korrekturwerte finden sich in [Tabelle 7](#).

Legte der erste Test nur Änderungen in den Sommermonaten nahe, so zeigte sich später, dass auch die übrigen Monate einer Korrektur bedurften. Mit den eingeführten Korrekturwerten wiesen nochmalige Tests Homogenität aus. Von einer Trendkorrektur wurde abgesehen, da der Test nur bei der Reihe des Monats Juli einen Trend aufdeckte. Die Julireihe zeigte aber auch mit der durchgeführten Korrektur eines Sprungs (statt des Trends) Homogenität. Dass die Trendphase tatsächlich in den Reihen vorhanden ist, zeigen die Tests der Temperaturmaxima und -minima. Bei den gemittelten Temperaturwerten scheint sich der Trend jedoch auszugleichen.

Die Fortführung der Tests und Korrektur zeitlich rückwärts brachte bis 1939 unterschiedliche Korrekturwerte für die einzelnen Stationsstandorte, wie aus [Tabelle 7](#) zu entnehmen ist. Homogenität zeigte der Test im Jahr 1938/39 – trotz der Einführung der freistehenden Thermometerhütte im Juni 1938.

Tabelle 7: Korrekturwerte für die Reihen der Mittelwerte der Lufttemperatur.

Zeitraum der Korrekturen	Grund der Inhomogenität	Korrekturwerte [K] je Reihe der Monatsmittel											
		Januar	Februar	März	April	Ma	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Januar 1879 bis Dezember 1901 *	Mittelung nach Meteorologischer Zentralstation München	Januar	+0.5					Juli	+0.3				
		Februar	+0.3					August	+0.2				
		März	+0.2					September	+0.4				
		April	+0.2					Oktober	+0.2				
		Ma	+0.3					November	+0.2				
		Juni	+0.4					Dezember	+0.3				

Zeitraum der Korrekturen	Grund der Inhomogenität	Korrekturwerte [K] je Reihe der Monatsmittel			
Januar 1898 bis November 1917 *	Fehler durch Fensterhütte, evtl. ungünstige Anbringung	Januar		Juli	-0.5
		Februar	-0.6	August	-0.4
		März	-0.6	September	-0.4
		April	-0.4	Oktober	-0.4
		Mai	-0.5	November	-0.4
		Juni	-0.5	Dezember	
Juni 1938 bis Dezember 1945	Neue Thermometerhütte im Garten der Heil- und Pflegeanstalt; Zeitraum ab 1943 unbekannt	Januar		Juli	-0.8
		Februar		August	
		März		September	
		April	-0.5	Oktober	-0.7
		Mai	-0.6	November	-0.4
		Juni	-0.5	Dezember	
Januar 1946 bis Januar 1952	Station in der Jean-Paul-Straße in der Innenstadt	Januar		Juli	-0.7
		Februar		August	
		März		September	
		April	-0.5	Oktober	
		Mai	-0.4	November	-0.4
		Juni	-0.4	Dezember	
Februar 1952 bis März 1957	Station am Südhang der Hohen Warte, Parsifalstraße 25	Januar		Juli	-0.7
		Februar		August	
		März		September	
		April	-0.5	Oktober	
		Mai	-0.6	November	-0.4
		Juni	-0.4	Dezember	
April 1957 bis März 1962	Station am Schupfenschlag	Januar		Juli	
		Februar		August	
		März		September	
		April	-0.5	Oktober	
		Mai	-0.3	November	
		Juni		Dezember	
April 1962 bis Juni 2006	Klärwerk, relativ geschützter Standort	Januar	-0.4	Juli	-0.5
		Februar	-0.4	August	-0.8
		März	-0.4	September	-0.5
		April	-1.0	Oktober	-0.5
		Mai	-0.8	November	-0.5
		Juni	-0.8	Dezember	-0.8
*)	Bei den überlappenden Zeiträumen 1879 bis 1901 und 1898 bis 1917 ist für die Zeit der Überschneidung die Differenz aus den Korrekturwerten anzuwenden.				

Wie bereits im vorausgehenden Abschnitt beschrieben, überlappen sich in den Jahren 1897 bis 1901 zwei Einflüsse, die zu Inhomogenitäten in der Reihe geführt haben:

- Die Änderung der Beobachtungstermine und damit verbunden die Umstellung der Formel für die Errechnung der Tagesmitteltemperatur von der „Mannheimer Formel“ auf die der Meteorologischen Zentralstation in München. Diese Methode wurde von 1879 bis 1901 in den Stationen Bayreuth, Nürnberg, Regensburg, Bamberg und München angewandt. In München blieb die Formel auch noch nach 1901 in Verwendung, um die Kontinuität der Datenreihe zu wahren. Deshalb konnte München als Referenzstation in Test 27 zusammen mit den nicht-bayerischen Stationen verwendet werden.

- Eine Verlegung der Station innerhalb der Heil- und Pflegeanstalt von einem unbeheizten Beobachtungsraum im 1. Stock in die Wohnung des Oberpflegers im 2. Stock im Jahr 1897. Die Stationsakten erwähnen zwar nicht explizit die Verlegung der Thermometerhütte, sondern nur eine Verlegung des Beobachtungsraums. Da alle Homogenitätstests der verschiedenen Temperaturreihen aber einheitlich diesen Zeitpunkt feststellen, ist davon auszugehen, dass in diesen Jahren eine gravierende Veränderung in der Temperaturmessung stattgefunden hat.

Da die Einflüsse der beiden Perioden gegenläufig sind und sich in der Zeit 1897 bis 2001 teilweise kompensieren, wurde versucht, sie getrennt voneinander zu betrachten und die Änderung dann bei einem Test mit der anderen Gruppe der Referenzstationen zu überprüfen. Die verwendeten Referenzstationen in Test 2T, Frankfurt, München, Heidenheim und Leipzig, sind allesamt in der fraglichen Zeit (um 1901) bei ihren Beobachtungsmethoden geblieben. Die Stationen Nürnberg, Bamberg und Regensburg (in Test 3T als Referenzstationen verwendet) haben genau wie Bayreuth die Beobachtungsroutine geändert. Bei einem Testdurchlauf mit diesen letzteren Stationen wird die Änderung der Beobachtungszeiten also nicht durch den Test erkannt. Zunächst wurde also die Temperatur von 1897 bis 1917 um die in Test 3T ermittelten Beträge in den einzelnen Monaten gesenkt und diese Änderung mit den Stationen aus Test 2T überprüft. So konnte die wahre Dimension der Änderung aufgedeckt werden, die die Mittelung der Temperaturmessungen mit sich brachte. Es zeigte sich, dass die ermittelten Werte, niedriger waren, als die gemeinhin für die Korrektur verwendeten Werte. Die Meteorologische Zentralstation ermittelte in einer Dissertation 1883 nach Einführung der Formel die Werte anhand von Vergleichsmessungen in München Bogenhausen und fand einen Korrekturwert von +0.5 K für angebracht (Winkler, 2009). Der DWD benutzte hingegen folgende Werte: +0.6 K für Januar und Februar, +0.5 K für März, April, November und Dezember, +0.4 K für Mai bis Oktober. Beide Möglichkeiten wurden an dem Datensatz getestet, jedoch waren die Korrekturen zu hoch und brachten weitere Inhomogenitäten in den Jahren vor der Korrektur mit sich. Es wurden deshalb die in den SNHT Tests ermittelten Werte verwendet. [Abbildung 4](#) zeigt das Ergebnis der durchgeführten Homogenisierung anhand der Zeitreihen der Abweichung der jeweiligen Jahresmittel der Lufttemperatur vom entsprechenden langjährigen Mittel (1961-1990) von 7.25 °C (homogenisierte Reihe, [Abb. 4 oben](#)) bzw. 7.85 °C (unkorrigierte Reihe, [Abb. 4 unten](#)).

Die dazugehörigen Monats- und Jahreswerte werden in [Tabelle 8](#) aufgelistet. Durch die Anpassung der gesamten Zeitreihe seit 1851 auf die Messwerte des ÖBG ab den Jahr 2001 wird deutlich, dass im Zeitabschnitt 1851 bis ca. 1900 die originale Messung im Verhältnis zum ÖBG zu niedrig anzusetzen ist, und zwischen 1938 und 2000 (zum Teil je nach Jahr bzw. Monat im Betrag verschieden) relativ zum ÖBG zu hoch ausgefallen ist.

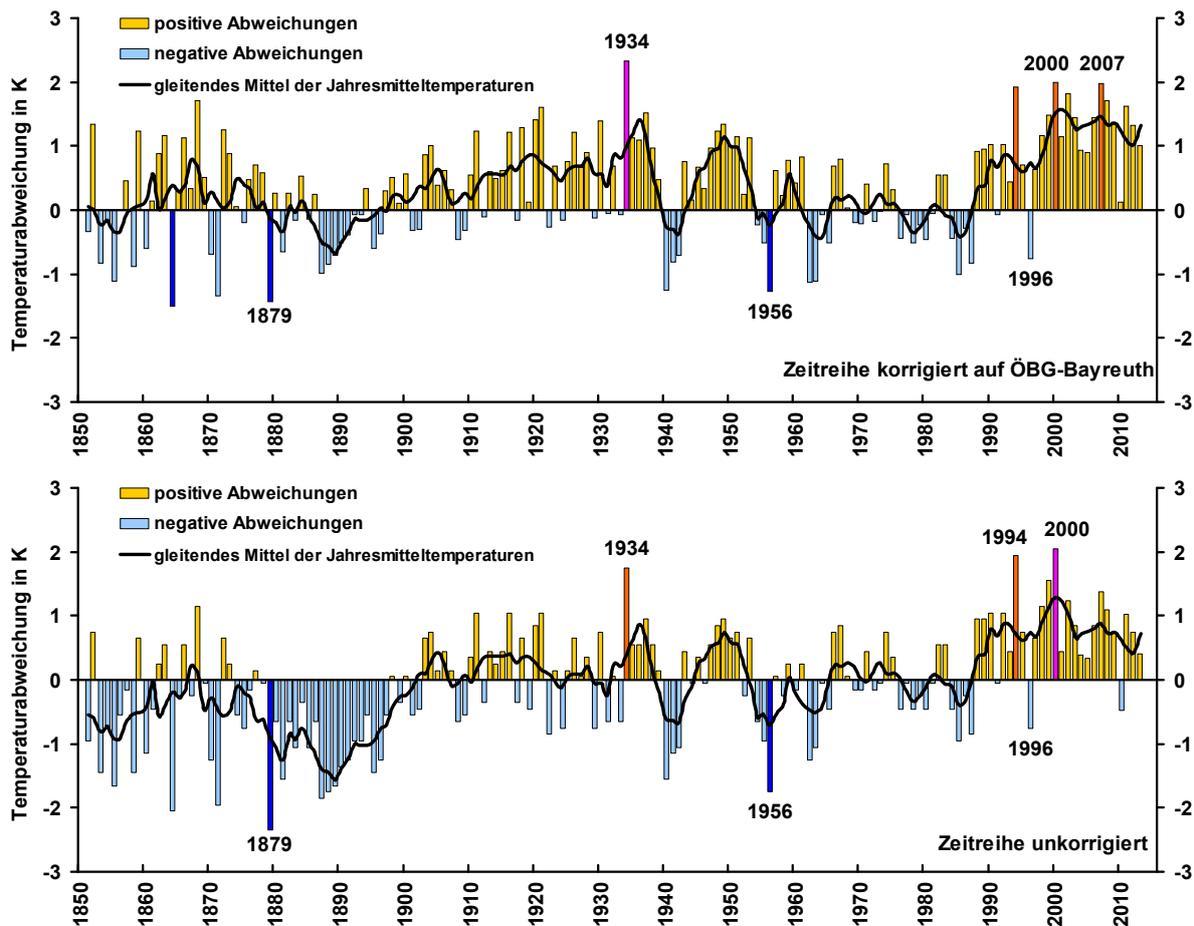


Abbildung 4: Zeitreihe Bayreuth 1851 bis 2013 (163 Jahre). Abweichung der Jahresmittel der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel (1961-1990) in [K] (gelbe/blau Balken) plus über 5 Jahre geglättete Zeitreihe (schwarze Linie). Oben: Homogenisierte Zeitreihe, korrigiert auf die Messwerte des ÖGB (Zeitreihenabschnitt ab 2001). Unten: Originale Messwerte, keine Homogenisierung, unkorrigiert (J. Lüers).

Tabelle 8: Zeitreihe Bayreuth 1851 bis 2013 (163 Jahre). Monatsmittel und entsprechende Jahresmittel der Lufttemperatur in [°C]. Homogenisierte Zeitreihe, korrigiert auf die Messwerte des ÖGB (Zeitreihenabschnitt ab 2001). Grau hinterlegt: korrigierte Monattemittel gemäß der [Tabelle 7](#), fett markierter Wert: manuelle Korrektur. Die Messwerte ab 2001 (gelb hinterlegt) sind vom Standort im ÖBG (Standorte davor siehe [Tabelle 2](#)).

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel [°C]
1850													
1851	-0.5	-1.4	2.3	8.7	8.4	15.2	15.9	16.3	10.5	9.3	-0.6	-1.0	6.9
1852	1.0	1.1	0.2	4.9	13.2	16.0	19.7	17.2	13.3	6.8	6.6	3.2	8.6
1853	0.7	-3.3	-2.0	5.0	11.3	15.4	17.8	16.5	12.4	8.2	1.4	-6.4	6.4
1854	-2.8	-2.5	2.4	7.0	12.4	14.4	17.4	15.0	12.1	8.3	0.0	1.0	7.1
1855	-4.6	-6.4	2.0	5.7	10.7	15.8	16.2	17.2	12.1	10.5	1.6	-7.0	6.2
1856	-1.6	1.3	1.2	9.2	10.6	15.8	15.2	17.5	11.9	8.4	-1.5	-0.9	7.3
1857	-3.9	-2.6	2.4	6.7	12.5	15.7	17.9	18.0	13.8	10.2	2.0	-0.2	7.7
1858	-4.6	-5.6	0.7	7.1	9.7	18.5	15.8	15.8	14.7	8.2	-4.2	0.4	6.4
1859	-1.3	0.3	5.6	7.0	12.6	16.5	20.8	19.1	12.8	9.1	2.3	-3.0	8.5
1860	0.4	-3.6	0.2	6.4	12.6	15.6	14.3	15.4	13.0	6.8	0.4	-1.6	6.7
1861	-6.9	1.7	4.4	5.4	10.6	16.9	16.8	17.2	12.9	8.0	3.4	-1.6	7.4
1862	-3.3	-0.4	5.8	9.7	14.3	14.7	16.3	15.5	12.7	9.6	2.9	-0.2	8.1
1863	1.2	0.9	4.3	7.7	12.1	15.1	14.9	17.5	13.0	9.6	3.8	1.0	8.4
1864	-5.6	-1.7	4.3	5.1	8.8	15.6	15.1	13.9	12.2	6.3	0.3	-5.3	5.8
1865	-1.3	-5.9	-1.9	9.3	16.0	13.5	20.3	15.9	13.6	8.1	4.6	-1.6	7.6
1866	2.2	2.7	2.6	9.3	9.4	18.3	15.7	15.1	15.7	5.3	3.0	1.3	8.4

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel [°C]
1867	-1.7	3.3	2.0	7.9	12.0	15.2	15.4	17.1	13.9	7.3	1.1	-2.5	7.6
1868	-1.8	2.4	2.9	6.8	17.2	17.2	18.2	18.0	14.0	8.3	0.8	3.5	9.0
1869	-3.2	4.7	1.4	10.1	13.9	12.6	18.3	14.8	13.9	5.8	2.4	-1.6	7.8
1870	-1.6	-4.9	0.2	6.7	13.3	15.2	18.5	15.4	11.1	7.4	2.9	-5.4	6.6
1871	-6.2	-1.7	4.5	7.0	9.4	12.2	17.4	16.8	13.7	5.1	0.0	-7.3	5.9
1872	-2.4	0.0	3.9	9.2	12.9	15.0	17.9	15.4	13.8	9.1	5.2	2.1	8.5
1873	1.2	-1.2	4.5	6.4	9.4	15.8	18.9	17.5	12.2	9.3	3.0	0.7	8.1
1874	-0.4	-1.4	2.5	9.1	9.0	15.7	19.9	14.7	14.3	7.6	-0.3	-3.0	7.3
1875	0.1	-5.0	-0.2	6.7	13.4	17.5	17.2	18.4	12.3	6.0	2.1	-3.7	7.1
1876	-4.9	0.3	3.5	8.8	8.9	16.6	17.7	17.2	12.0	10.2	0.6	1.9	7.7
1877	2.0	2.4	1.3	6.4	9.5	18.4	17.0	17.6	9.8	6.2	5.3	-0.3	8.0
1878	-2.2	1.0	2.7	8.7	13.1	15.6	16.0	16.5	13.6	9.0	2.4	-2.3	7.8
1879	-2.4	0.6	0.4	6.3	9.9	15.8	14.7	16.8	13.5	6.6	-0.6	-11.8	5.8
1880	-5.7	-2.3	3.1	8.4	10.9	15.2	17.6	15.9	13.4	7.6	2.8	3.3	7.5
1881	-7.6	-0.5	2.3	4.9	11.6	15.1	18.5	16.0	11.2	4.1	3.8	-0.1	6.6
1882	-1.2	-0.3	4.8	7.0	11.6	13.9	16.4	14.1	12.3	8.3	3.4	-0.1	7.5
1883	-1.0	1.3	-2.1	4.8	12.0	16.3	16.1	15.0	13.0	7.2	3.1	-0.5	7.1
1884	2.3	1.7	4.0	5.5	12.5	12.6	18.0	16.4	13.2	6.5	0.0	0.7	7.8
1885	-3.7	1.5	1.8	8.9	10.0	17.0	16.7	14.0	12.3	6.9	2.3	-2.3	7.1
1886	-2.2	-2.7	-0.4	8.6	12.6	14.2	16.5	16.5	14.5	8.3	3.9	0.2	7.5
1887	-6.2	-2.0	0.7	6.8	10.1	15.1	19.5	15.7	11.9	4.5	1.8	-2.7	6.3
1888	-3.5	-2.6	1.0	5.8	12.5	16.1	14.6	14.6	12.0	5.5	1.9	-1.1	6.4
1889	-3.2	-3.9	-1.1	6.7	15.5	18.1	16.0	14.7	10.5	6.9	0.9	-2.6	6.5
1890	1.1	-3.7	3.3	6.7	13.4	13.4	15.0	16.6	12.2	5.7	2.4	-5.1	6.8
1891	-5.6	-1.7	2.4	4.6	13.4	14.7	16.0	14.8	12.9	8.7	1.6	0.5	6.9
1892	-1.8	0.1	-0.3	6.9	11.9	15.9	16.0	18.5	13.8	6.6	2.1	-3.5	7.2
1893	-9.3	1.5	3.5	7.8	12.1	15.9	17.5	16.5	12.0	9.1	1.0	-1.5	7.2
1894	-3.4	0.9	4.2	9.3	11.2	14.2	17.8	15.5	10.6	7.7	4.0	-0.9	7.6
1895	-5.4	-8.5	0.4	8.3	11.7	15.7	17.6	15.8	14.5	6.5	4.3	-1.0	6.7
1896	-2.5	-1.3	4.8	5.3	10.4	16.2	16.7	13.7	12.3	7.8	0.9	-1.7	6.9
1897	-2.6	0.6	4.7	7.2	10.7	16.8	16.6	16.7	12.2	6.5	1.1	0.1	7.6
1898	0.4	-0.4	2.5	6.8	11.2	14.3	14.2	17.4	12.7	8.6	3.7	1.7	7.8
1899	1.6	0.6	1.7	6.6	10.7	14.3	16.6	16.3	12.4	6.8	4.9	-4.1	7.4
1900	0.4	1.0	-0.3	6.1	10.4	15.8	18.0	15.9	13.1	7.2	4.3	1.9	7.8
1901	-5.3	-6.1	1.6	7.8	12.8	16.2	17.8	15.8	12.5	8.0	1.6	0.6	6.9
1902	2.6	-0.5	2.9	8.0	8.3	14.8	16.0	14.9	12.0	6.4	0.5	-2.4	7.0
1903	0.0	2.9	5.0	4.3	12.5	15.1	16.6	15.6	13.2	9.1	4.2	-1.1	8.1
1904	-2.2	0.6	3.3	9.2	12.6	15.8	19.5	16.7	11.7	7.5	2.5	1.9	8.3
1905	-2.8	0.4	4.0	6.0	12.0	17.1	19.1	16.6	12.5	3.5	2.7	0.6	7.6
1906	0.9	-0.4	1.3	7.7	12.9	14.3	17.3	16.2	12.1	9.1	5.1	-2.0	7.9
1907	-0.5	-1.7	1.9	5.6	13.5	15.0	14.6	16.5	12.5	10.5	2.1	0.9	7.6
1908	-4.1	0.1	1.6	5.1	13.7	17.4	16.8	13.8	11.2	6.9	0.5	-1.4	6.8
1909	-2.1	-4.1	1.1	7.6	11.0	14.3	14.7	16.2	12.4	9.1	1.1	1.9	6.9
1910	0.6	1.3	2.9	7.1	12.5	15.7	15.1	15.5	11.2	8.6	1.2	1.8	7.8
1911	-2.9	0.2	3.5	7.2	12.3	14.8	19.4	19.6	13.8	7.9	3.7	2.4	8.5
1912	-2.0	1.7	5.5	6.3	12.0	15.4	17.6	13.5	8.0	5.3	1.1	1.4	7.2
1913	-1.1	0.3	5.7	7.3	11.8	14.6	13.9	14.1	11.8	8.4	6.0	1.5	7.9
1914	-4.6	0.4	4.1	9.8	10.6	14.2	16.6	17.3	11.6	7.5	2.7	2.8	7.8
1915	-0.5	0.5	1.5	6.7	13.7	18.6	16.9	15.2	11.2	6.1	0.6	3.9	7.9
1916	3.6	0.3	4.9	8.1	13.8	13.3	16.3	15.9	11.8	7.9	3.7	2.0	8.5
1917	-2.9	-4.2	-0.1	4.0	15.1	18.9	17.6	16.2	13.2	6.8	4.0	-3.4	7.1
1918	0.7	1.5	4.1	9.4	14.1	13.1	16.7	16.1	13.3	6.9	2.7	3.9	8.5
1919	0.8	-0.7	3.2	5.1	11.1	15.6	14.6	16.5	15.1	5.7	1.2	0.3	7.4
1920	2.2	2.3	5.8	9.6	14.6	15.4	18.0	15.1	12.9	6.7	0.2	1.2	8.7
1921	3.7	1.0	4.8	7.7	14.5	15.0	19.7	17.9	13.1	10.2	-0.5	-0.7	8.9
1922	-3.2	-2.4	3.4	5.7	13.7	16.3	15.8	15.4	11.0	5.0	1.9	1.3	7.0
1923	0.4	0.9	5.0	7.1	12.4	11.3	18.8	15.9	13.0	10.1	2.7	-2.2	8.0
1924	-4.7	-3.2	1.8	6.7	14.2	15.5	17.1	14.4	13.6	8.9	1.8	-0.9	7.1
1925	1.3	3.3	0.9	8.3	14.0	15.3	17.2	16.3	10.9	8.0	1.9	-1.2	8.0
1926	-0.4	4.6	3.7	9.6	10.9	13.5	16.9	15.4	14.3	8.0	5.5	-0.3	8.5
1927	1.3	0.3	5.5	7.3	11.5	14.7	17.1	16.3	13.4	7.6	3.0	-3.0	7.9
1928	1.3	1.9	2.6	7.3	10.1	14.5	19.1	16.3	12.1	7.9	5.8	-1.0	8.2
1929	-5.8	-10.6	1.6	4.2	13.4	14.9	18.0	17.6	15.0	10.1	4.0	3.1	7.1
1930	0.6	-0.5	4.4	8.3	12.0	19.2	16.9	15.7	12.9	8.2	5.9	0.1	8.6
1931	-0.7	-1.7	-0.3	5.5	15.7	17.0	17.2	15.4	9.6	6.6	3.8	-1.6	7.2
1932	0.4	-3.1	0.3	6.9	12.8	14.5	17.9	18.8	15.5	8.5	3.9	-1.1	7.9

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel [°C]
1933	-3.5	0.0	4.8	6.6	11.2	14.0	18.2	16.7	12.9	8.3	2.1	-5.1	7.2
1934	-0.4	0.3	4.2	10.7	13.9	17.2	19.1	16.8	15.6	8.9	3.4	5.3	9.6
1935	-1.7	1.2	2.8	7.4	10.9	18.0	18.4	17.3	13.6	8.5	4.4	-0.3	8.4
1936	2.4	0.2	5.3	7.1	12.7	16.4	17.2	16.2	12.8	6.0	3.2	0.7	8.4
1937	-1.6	1.8	3.5	8.2	15.2	17.2	17.8	17.4	13.9	8.9	3.4	-0.5	8.8
1938	1.1	0.4	6.4	4.8	11.2	16.5	16.6	17.4	13.1	7.9	5.6	-2.4	8.2
1939	2.0	0.5	1.2	8.6	9.9	15.9	16.3	17.5	13.1	5.8	4.4	-2.5	7.7
1940	-11.1	-4.3	2.7	8.1	11.7	16.2	15.4	13.9	12.7	7.2	4.3	-4.7	6.0
1941	-5.8	-0.3	3.2	4.9	8.4	15.7	17.2	15.3	11.5	6.7	0.6	0.0	6.5
1942	-10.1	-5.7	1.7	7.1	11.7	13.9	15.4	17.3	14.9	10.1	1.8	0.5	6.6
1943	-2.1	2.1	5.5	8.1	12.1	13.3	16.8	17.5	13.0	8.3	2.0	-0.5	8.0
1944	2.0	-1.9	0.0	7.7	11.2	13.2	16.6	19.5	11.5	7.3	3.1	-1.3	7.4
1945	-5.8	3.2	5.3	8.0	13.5	16.0	16.8	15.1	12.6	7.2	2.7	0.5	7.9
1946	-3.4	2.5	3.9	9.3	13.2	13.8	17.5	15.7	13.1	5.4	2.6	-2.5	7.6
1947	-4.9	-5.7	3.0	9.1	14.1	17.7	18.7	19.0	16.0	6.4	4.7	0.5	8.2
1948	3.2	0.2	5.4	9.8	13.8	15.6	15.3	16.6	13.2	8.2	2.4	-1.8	8.5
1949	0.1	-0.3	1.4	9.5	12.2	13.9	17.3	17.7	15.8	10.0	2.9	2.7	8.6
1950	-1.8	2.0	4.4	6.3	13.8	17.8	18.2	17.4	13.0	7.2	3.5	-2.7	8.3
1951	1.1	1.8	2.5	6.9	11.6	15.5	17.2	17.3	13.9	6.8	5.4	0.9	8.4
1952	-0.3	-1.3	2.5	9.8	11.4	15.1	18.9	18.0	10.1	6.6	1.1	-2.0	7.5
1953	-2.3	-0.6	4.8	8.9	13.1	15.9	17.1	15.9	13.6	9.6	3.3	1.3	8.4
1954	-4.7	-3.9	4.3	5.2	11.5	15.9	13.8	15.4	13.1	9.1	2.5	2.1	7.0
1955	-3.1	-2.5	0.8	6.3	9.7	14.3	16.4	15.5	12.6	7.2	2.4	1.2	6.7
1956	-1.0	-11.2	1.8	5.0	11.8	12.7	16.4	13.8	13.1	7.7	1.2	0.5	6.0
1957	-1.7	3.2	5.9	6.6	8.8	17.0	17.9	14.4	11.2	7.9	3.7	-0.5	7.9
1958	-1.6	1.2	-0.6	4.6	13.2	13.9	16.1	16.2	13.4	8.1	4.1	1.1	7.5
1959	-1.1	-1.1	5.6	8.2	12.3	15.7	18.3	16.4	11.9	6.6	2.1	1.4	8.0
1960	-1.6	-0.7	4.2	6.5	12.4	16.2	15.1	15.3	11.7	8.4	4.7	-0.1	7.7
1961	-2.0	3.1	5.2	10.4	9.2	15.1	14.4	15.0	15.7	9.6	2.9	-1.6	8.1
1962	0.3	-0.9	-0.3	7.7	9.2	13.3	14.6	15.4	11.5	7.1	1.4	-5.9	6.1
1963	-8.4	-7.6	1.5	7.8	11.6	14.9	17.5	15.2	13.0	6.9	6.6	-5.3	6.1
1964	-6.6	-0.5	0.2	7.6	12.6	16.9	18.2	15.2	12.5	6.6	4.5	-1.1	7.2
1965	0.4	-3.2	1.3	5.6	10.7	14.9	15.5	14.0	11.7	6.5	1.1	2.4	6.7
1966	-3.7	5.0	2.5	8.8	11.8	16.2	14.9	14.7	12.1	11.2	1.1	0.8	8.0
1967	-0.7	1.7	4.6	5.4	11.8	14.1	18.6	15.5	13.1	11.0	2.8	-1.4	8.0
1968	-2.6	0.4	3.6	7.3	10.5	15.6	16.2	15.3	12.6	9.4	2.3	-3.1	7.3
1969	-0.9	-2.6	1.7	6.1	12.9	14.1	18.3	15.4	12.9	8.2	4.5	-5.9	7.1
1970	-3.2	-1.4	0.5	4.8	10.3	16.9	16.1	15.5	12.6	8.2	5.2	-1.0	7.0
1971	-3.1	0.3	0.3	8.1	13.6	13.7	18.9	17.8	10.6	6.8	2.5	2.5	7.7
1972	-2.8	1.1	5.5	6.5	10.8	14.0	17.5	15.1	10.5	4.8	3.2	-1.2	7.1
1973	-1.5	0.0	3.1	4.2	12.5	15.7	16.7	16.3	13.4	6.0	2.3	-1.9	7.2
1974	2.4	2.3	5.8	6.6	9.9	13.1	14.9	16.3	12.8	4.6	3.6	3.5	8.0
1975	3.2	0.5	3.4	6.0	12.0	14.0	16.7	16.2	14.0	5.7	0.4	-1.3	7.6
1976	-0.5	-1.4	-0.5	5.1	11.7	16.3	18.5	13.9	11.4	7.7	3.0	-3.5	6.8
1977	-1.7	1.6	4.9	4.0	10.5	14.3	15.7	14.3	10.4	8.1	4.0	0.1	7.2
1978	-0.2	-2.3	4.1	5.6	10.5	13.9	14.8	13.8	11.6	7.4	2.4	-0.8	6.7
1979	-6.1	-1.4	3.7	5.4	11.7	16.8	15.2	14.8	11.8	7.3	2.1	2.9	7.0
1980	-3.6	1.8	3.4	4.5	10.3	14.6	14.3	15.6	13.0	6.7	2.2	-1.3	6.8
1981	-4.3	-2.1	6.6	6.5	11.9	15.2	15.9	15.2	13.4	7.8	3.5	-3.2	7.2
1982	-4.4	-1.3	3.7	4.9	11.7	15.6	18.5	16.4	14.7	8.4	4.5	1.0	7.8
1983	2.8	-3.4	3.7	7.9	10.8	15.7	19.9	16.7	12.7	7.6	1.0	-1.8	7.8
1984	-0.1	-1.4	1.2	4.7	9.5	12.9	15.5	15.3	11.7	9.1	3.2	0.1	6.8
1985	-7.4	-5.6	2.3	6.3	12.8	12.5	16.9	15.6	12.3	7.3	0.2	1.7	6.2
1986	-0.7	-7.2	2.6	6.0	13.7	15.1	16.4	15.7	10.2	7.7	3.8	0.3	7.0
1987	-7.2	-1.5	-2.4	7.8	9.1	13.6	16.7	14.4	14.2	8.3	3.5	0.5	6.4
1988	2.0	1.0	1.7	7.2	13.7	14.3	17.1	16.4	12.4	9.0	1.5	1.8	8.2
1989	0.7	2.0	6.1	6.6	12.9	14.0	17.1	15.5	13.2	8.8	1.0	0.5	8.2
1990	0.6	4.3	5.7	6.1	13.1	14.7	15.7	17.4	11.1	8.2	3.5	-1.1	8.3
1991	0.8	-3.8	5.3	5.2	8.2	13.1	18.8	16.9	13.7	6.6	3.0	-1.6	7.2
1992	-0.1	1.8	4.0	6.4	13.5	16.3	17.6	18.1	11.7	6.0	4.6	-0.6	8.3
1993	1.0	-3.1	2.7	9.7	14.2	15.2	16.0	15.5	11.8	7.1	-0.1	2.3	7.7
1994	2.3	-0.1	6.3	6.1	12.3	16.2	21.2	17.4	12.9	6.9	6.2	2.4	9.2
1995	-1.2	3.8	2.6	8.2	11.4	13.3	19.7	16.5	11.7	10.7	1.3	-2.4	8.0
1996	-3.3	-2.5	0.5	6.9	10.8	15.7	15.2	16.1	10.3	8.6	3.9	-4.2	6.5
1997	-4.3	3.0	5.6	4.9	12.2	15.2	16.2	18.4	12.7	6.3	3.4	1.1	7.9
1998	0.9	2.2	4.4	8.1	13.4	16.5	16.4	16.6	12.9	8.9	1.1	-0.3	8.4

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel [°C]
1999	0.8	-1.2	5.1	7.9	14.0	15.1	19.2	16.4	15.9	8.3	2.2	1.1	8.7
2000	-0.3	3.1	4.9	9.5	14.2	17.2	15.2	17.2	13.1	10.1	5.3	1.4	9.2
2001	-0.3	0.7	5.0	6.8	14.3	13.7	17.7	18.2	11.3	11.4	2.4	-1.7	8.3
2002	-1.3	4.5	4.9	7.9	14.1	17.5	17.7	18.1	11.9	8.0	5.4	0.3	9.1
2003	-1.2	-3.8	4.5	7.9	14.3	20.0	18.6	20.6	12.6	5.2	4.9	0.7	8.7
2004	-1.4	2.4	3.2	8.9	10.8	14.9	17.0	17.8	12.9	9.4	3.6	-0.4	8.2
2005	0.8	-2.2	2.6	8.9	12.5	16.3	18.0	15.2	13.9	9.8	2.9	-0.4	8.2
2006	-3.4	-1.6	1.4	7.9	12.7	16.3	21.0	14.6	15.6	10.9	6.0	3.0	8.7
2007	4.1	4.0	5.5	10.7	14.0	17.3	17.0	16.3	11.5	7.4	2.4	0.4	9.2
2008	2.6	2.8	3.8	7.8	14.2	17.1	17.7	16.8	11.7	8.0	4.2	0.5	8.9
2009	-4.2	-0.3	3.6	11.6	13.9	14.9	17.6	17.9	14.0	7.8	6.6	-0.3	8.6
2010	-3.6	-0.7	3.4	8.2	10.9	16.5	19.8	16.0	11.1	6.9	4.7	-4.6	7.4
2011	-0.2	-0.2	4.4	10.7	13.5	16.3	15.7	17.6	14.4	8.3	3.0	3.1	8.9
2012	1.1	-4.5	5.9	8.1	14.4	16.2	17.4	18.2	13.1	7.6	4.5	0.9	8.6
2013	0.0	-1.0	0.2	8.3	11.5	15.4	19.5	17.1	12.7	9.3	3.9	2.2	8.3

Die um jeweils 10 Jahre verschobenen 30-jährigen Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur, als auch eine erste Trendabschätzung präsentiert [Tabelle 9](#). Durch die Homogenisierung der Datenreihe fallen die langjährigen Monats- als auch Jahresmittel bemerkbar geringer aus als in den z. T. bereits veröffentlichten oder bekannten Werten der unkorrigierten Zeitreihe.

[Tabelle 9](#): Zeitreihe Bayreuth 1851 bis 2010 (160 Jahre). 30-jährige Monatsmittel und entsprechend 30-jährige Jahresmittel (grau hinterlegt) der Lufttemperatur in [°C] und Trendstatistik für die Zeitabschnitte 1851 bis 1930, 1930 bis 1972 und 1972 bis 2013. Homogenisierte Zeitreihe, korrigiert auf die Messwerte des ÖGB (Zeitreihenabschnitt ab 2001).

30 jährige Zeitabschnitte	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel [°C]
1851-1880	-2.0	-0.9	2.2	7.4	11.6	15.7	17.2	16.5	12.9	7.9	1.8	-1.6	7.4
1861-1890	-2.3	-0.5	2.2	7.4	11.9	15.5	17.0	16.0	12.8	7.2	2.3	-1.5	7.3
1871-1900	-2.5	-0.9	2.1	7.1	11.4	15.4	17.0	16.1	12.6	7.2	2.4	-1.4	7.2
1881-1910	-2.2	-0.9	2.1	6.8	11.9	15.4	16.7	15.8	12.4	7.3	2.4	-0.7	7.2
1891-1920	-1.6	-0.4	2.9	7.0	12.2	15.4	16.7	15.9	12.4	7.4	2.5	0.3	7.6
1901-1930	-0.8	-0.3	3.3	7.1	12.6	15.3	17.1	16.0	12.4	7.7	2.6	0.4	7.8
1911-1940	-0.8	-0.2	3.4	7.3	12.7	15.6	17.3	16.3	12.8	7.7	3.2	0.0	7.9
1921-1950	-1.6	-0.4	3.3	7.5	12.5	15.5	17.4	16.7	13.2	7.9	3.2	-0.7	7.9
1931-1960	-1.9	-0.8	3.2	7.4	12.2	15.5	17.0	16.6	13.1	7.7	3.2	-0.4	7.7
1941-1970	-2.4	-0.8	2.9	7.3	11.7	15.2	16.7	16.0	12.9	8.0	3.0	-0.7	7.5
1951-1980	-1.9	-0.6	2.9	6.5	11.3	15.0	16.5	15.5	12.4	7.6	3.0	-0.6	7.3
1961-1990	-2.0	-0.6	2.9	6.4	11.4	14.7	16.6	15.5	12.4	7.7	2.8	-0.8	7.3
1971-2000	-1.2	-0.3	3.5	6.4	11.9	14.8	16.9	16.1	12.4	7.6	2.7	-0.1	7.6
1981-2010	-1.0	-0.2	3.7	7.4	12.5	15.4	17.6	16.6	12.6	8.2	3.3	-0.1	8.0

Zeitabschnitt	Anzahl Jahre	linearer Trendwert in [K] pro entsprechenden Zeitabschnitt	Standardabweichung [K]
1972 bis 2013	42	+1.9	0.85
1930 bis 1972	42	-0.8	0.81
1851 bis 1930	81	+0.7	0.74

So zieht es die korrigierte langjährige Temperaturkurve auch in den Monaten Februar und z. T. auch Dezember unter Null Grad. Dem Erwärmungstrend von fast 2 K in den letzten 42 Jahren folgend (siehe [Tabelle 9](#), Zeitabschnitt 1972 bis 2013) übersteigt

das langjährige Jahresmittel im aktuellen 30 Jahre Intervall 1981 bis 2010 zum ersten mal die 8°C Marke. Während der letzten rund 160 Messjahre lassen sich zwei markante Trendumkehrjahre bestimmen, der Zeitpunkt um 1930 und der um 1972. Somit ergeben sich die in [Tabelle 9](#) gezeigten, so genannten partiellen Trendabschnitte, beginnend mit einer Erwärmungstendenz von 0.7 K zwischen 1851 und 1930, einer Abkühlung von -0.8 K zwischen 1930 und 1972 und einer rasanten Erwärmung von +1.9 K zwischen 1972 bis aktuell 2013.

5.2 Homogenisierung der Zeitreihen der Tagesmaxima der Lufttemperatur

5.2.1 Referenzstationen

Als Referenzstationen konnten im Prinzip die Stationen verwendet werden, die auch für die Tagesmitteltemperatur verwendet wurden. Leider waren die Zeitreihen der Temperaturmaxima lückenhafter, weshalb z.B. im Zeitraum 1944/45 nur zwei Stationen als Referenzstationen zur Verfügung standen. Die Station Nürnberg Flughafen wies in den Jahren 1990 bis 2010 große Differenzen zu den anderen verwendeten Stationen auf und wurde deshalb für diesen Abschnitt nicht mehr als Referenzstation herangezogen.

5.2.2 Durchführung der Homogenitätstests

Die Durchführung orientierte sich im Wesentlichen an den Tests für die Tagesmittelwerte. Da allerdings die Umstellung der Beobachtungsroutine von 1901 ohne Einfluss auf die Zeitreihen der Extremwerte blieb, war es nicht nötig, diesen Zeitraum mit verschiedenen Stationen mehrfach zu testen. Die Zeitreihen für die Extremwerte liegen digital für Bayreuth ab 1881 vor. Es war deshalb nicht möglich, die Werte ab 1851, die aber vorhanden sind, in den Homogenitätstest mit einzubeziehen.

5.2.3 Ergebnisse nach dem ersten Testdurchlauf

Die Ergebnisse der Homogenitätstests finden sich in [Tabelle 10](#) der Arbeit. Auch bei den Zeitreihen der Maximaltemperatur scheint die erste Zeit ohne große Inhomogenitäten verlaufen zu sein. Erst ab 1900 treten Sprünge auf. Es fällt auf, dass sich die Ergebnisse von Test 2Max und Test 3Max fast komplett aufheben. Unklar ist jedoch, wo genau der Sprung nach oben anzusetzen ist. Die Stationsakten belegen zwar in der Zeit zwischen 1900 und 1917 mehrere Beobachterwechsel, die aber das höhere Maximum der Temperatur nur unzureichend erklären können. Gleiches gilt für die Zeit zwischen 1920 bis 1928, in der der Mittelwert der Zeitreihen wieder ein niedriges Niveau annahm. Auch hier ist den Stationsakten kein Hinweis auf einen Grund zu entnehmen.

Die tieferen Maxima, die Test 4Max ab dem Jahr 1940 feststellt, dürften auf die Verlegung der Thermometer in eine freistehende Hütte in den Garten der Anstalt zurückzuführen sein. Die Abweichung des Jahres der Inhomogenität um bis zu zwei Jahre kann durch Abweichungen in der Differenz zu den Referenzreihen in einzelnen

Jahren begründet sein. Die Verlegung von einer Fensterhütte in die freistehende Hütte hat demnach eine Verringerung der gemessenen Maximaltemperatur um mehr als 1 K zur Folge.

Ab dem Jahr 1945 stellt der Test wiederum einen Anstieg der Temperatur fest. Für dieses Jahr und das vorhergehende ist nicht bekannt aus welcher Quelle die fehlenden Bayreuther Temperaturwerte stammen. Im Folgejahr nahm die Wetterwarte Bayreuth in der Jean-Paul-Straße ihren Dienst auf, womit sicher höhere Temperaturen verbunden waren, als sie auf dem Hügel außerhalb der Stadt bei der Heil- und Pflegeanstalt auftraten. Interessanterweise fällt bei dem Test der Maximaltemperaturen die Verlegung zum Standort Schupfenschlag von 1957 nicht auf. Die nächste deutliche Inhomogenität fällt in die Periode 1975 bis 2002 in den Sommermonaten beim Klärwerk. In dieser Zeit zeichnet sich ein Zuwachs von +0.5 K über 27 Jahre ab. Die neue Station bei Heinersreuth misst fast ganzjährig tiefere Werte.

Tabelle 10: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung für die Reihen der Mittelwerte des täglichen Temperaturmaximums.

Testnummer und Testzeitraum	Referenzstationen	Getestete Zeitreihe		
		Jahr vor dem Sprung	Korrekturwert [K]	
Test 1Max 1881 bis 1910	Frankfurt am Main Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg	November	1893	+0.4
		Dezember	1901	+0.6
Test 2Max 1897 bis 1921	Frankfurt am Main Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg	Februar	1916	+0.7
		Mai	1901	+0.8
		Juli	1900	+0.6
		Juli	1911	+0.6
		August	1900	+0.8
		September	1912	+0.5
		Jahr	1912	+0.4
Test 3Max 1915 bis 1940	Frankfurt am Main Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg	Februar	1920	-1.0
		Juli	1929	-0.6
		August	1928	-0.8
		September	1928	-0.7
		November	1938	-1.1
		Dezember	1920	-0.6
		Jahr	1928	-0.4
Test 4Max 1935 bis 1945	Frankfurt am Main Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg	Januar	1940	-1.0
		Februar	1940	-0.9
		März	1940	-1.4
		April	1940	-1.7
		Mai	1940	-1.7
		Juni	1940	-1.8
		Juli	1940	-1.3
		August	1940	-1.0
		September	1940	-1.1
		November	1939	-1.2
		Dezember	1940	-1.0
		Jahr	1940	-1.2

Testnummer und Testzeitraum	Referenzstationen	Getestete Zeitreihe		
		Jahr vor dem Sprung	Korrekturwert [K]	
Test 5Max 1940 bis 1950	Bamberg Sternwarte Regensburg	März	1944	+1.2
		Mai	1944	+1.4
		Juni	1944	+1.4
		Juli	1944	+1.3
		Aug	1944	+1.4
		September	1944	+1.2
		Oktober	1944	+1.6
		November	1944	+1.4
		Jahr	1944	+1.2
Test 6Max 1947 bis 1957	Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg Gößweinstein Weiden	Januar	1952	-0.4
		März	1947	+0.6
		Mai	1949	-0.4
Test 7Max 1953 bis 1963	Bamberg Nürnberg Buchenbühl Regensburg Gößweinstein Weiden	Januar	1962	+0.7
		März	1962	+0.8
		Dezember	1961	+0.6
		Jahr	1956	+0.2
Test 8Max 1958 bis 1972	Bamberg Nürnberg Flughafen Regensburg Gößweinstein Weiden	Januar	1962	+0.6
		Dezember	1961	+0.7
Test 9Max 1956 bis 2004 Trendtest	Bamberg Nürnberg Flughafen Regensburg Gößweinstein Weiden	April	1975 bis 2001	+0.3
		Juli	1975 bis 2002	+0.6
		August	1975 bis 2002	+0.4
		September	1975 bis 2002	+0.5
		Oktober	2003	+1.4 (kein Trend)
		November	1956 bis 1962	+0.7
		Dezember	1961	+0.4 (kein Trend)
		Jahr	1975 bis 2002	+0.4
Test 10Max 1999 bis 2009	Bamberg Nürnberg Flughafen Regensburg Gräfenberg Weiden	April	2005	-1.0
		Mai	2001	-0.9
		Juni	2006	-0.9
		Juli	2005	-0.9
		August	2005	-0.9
		September	2005	-1.0
		Oktober	2005	-0.7
		Dezember	2001	-0.5
		Jahr	2005	-0.5
Test 11Max 1897 bis 1930 Trendtest	Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Frankfurt	Januar	1919 bis 1928	-0.5
		Februar	1920 bis 1924	-0.6
		März	1921 bis 1926	-0.4
		Mai	1901 bis 1903	+0.8
		Juni	1900 bis 1901	+0.9 (kein Trend)
		Juli	1900 bis 1904	1.0
		August	1901	+0.8 (kein Trend)
		Dezember	1918 bis 1919	-0.3 (kein Trend)

5.2.4 Korrektur der Reihe der Temperaturmaxima

Die unklaren Verhältnisse in der Zeit von 1897 bis 1930 wurden mit einem Trendtest nochmals verifiziert. Der Test brachte für verschiedene Monatsreihen einen negativen Trend etwa in der Zeit von 1919 bis 1928, für andere Reihen einen positiven Trend in der Zeit zwischen 1900 und 1904. Das Ergebnis ist ähnlich unklar wie schon bei den ersten Tests, scheint sich aber in der Summe aufzuheben, da das Jahresmittel keine Inhomogenitäten aufweist. Da auch die Stationsgeschichte keine klaren Hinweise auf die Ursache gibt, wird von einer Korrektur in diesem Falle abgesehen.

Anders verhält es sich bei der in Test 4Max festgestellten Inhomogenität. Sie stimmt zumindest grob mit der Verlegung der Thermometerhütte ins Freie überein. Je nachdem wie gut die vorher verwendeten Thermometer an der Hauswand vor Strahlungseinflüssen geschützt waren, kann durchaus ein Fehler in der Größenordnung der ermittelten Korrekturwerte vorhanden gewesen sein. Für die Station Hohenpeißenberg wurden nach der Verlegung der Thermometer von der Fensterhütte auf das Messfeld zwei Jahre lang Vergleichsmessungen der alten Fensterhütte mit der neuen Hütte durchgeführt. Auch dort war die Fensterhütte an einer Nordwand angebracht, wo sie in den frühen Morgenstunden und späten Abendstunden im Hochsommer der Sonnenstrahlung ausgesetzt war.

Die 14:00-Uhr-Messungen (die ja nahe am Zeitpunkt des Tagesmaximums liegen) weisen dabei eine eher negative Differenz Fensterhütte minus Wetterhütte auf (Winkler, 2009). Dies steht im Widerspruch zum Testergebnis. Auch haben sich bei den hohen errechneten Korrekturwerten in nachträglichen Tests entgegengesetzte Korrekturen ergeben. Die Reihe wurde deshalb von Beginn an bis Mai 1938 um die in [Tabelle 11](#) angegebenen Werte verändert.

Tabelle 11: Korrekturen für die Reihe der Mittelwerte der Temperaturmaxima.

Zeitraum der Korrekturen	Grund der Inhomogenität	Korrekturwerte [K] je Reihe der Monatsmittel			
Januar 1881 bis Mai 1938	Fehler durch Messung in Fensterhütte	Januar	-0.5	Juli	-1.0
		Februar	-0.9	August	-1.0
		März	-1.0	September	-1.0
		April	-1.0	Oktober	-1.0
		Mai	-1.0	November	-1.0
		Juni	-1.0	Dezember	-1.0
Januar 1946 bis Januar 1952	Station in der Innenstadt ungünstiger Standort?	Januar	-0.4	Juli	
		Februar		August	
		März		September	
		April	-0.3	Oktober	
		Mai	-0.3	November	
		Juni		Dezember	
Februar 1952 bis September 1956	Standort verlegt nach Parsifalstr. 25 Südhang der Hohen Warte	Januar		Juli	
		Februar		August	
		März		September	
		April	-0.6	Oktober	
		Mai		November	
		Juni		Dezember	
April 1957 bis März 1962	Standort am Schupfenschlag außerhalb der Stadt, Südosthang der Hohen Warte	Januar		Juli	
		Februar		August	
		März		September	-0.8
		April	-0.6	Oktober	
		Mai		November	
		Juni		Dezember	
April 1962 bis Mai 1975	Station im Bayreuther Klärwerk geschützter Standort Hecke 2m Höhe im Norden der Station (2-3m entfernt) dahinter Straße und Gebäude	Januar	-0.5	Juli	-0.4
		Februar	-0.5	August	-0.4
		März	-0.5	September	-0.5
		April	-0.7	Oktober	-0.7
		Mai	-0.6	November	-0.5
		Juni	-0.6	Dezember	-0.5

Zeitraum der Korrekturen	Grund der Inhomogenität	Korrekturwerte [K] je Reihe der Monatsmittel			
Juni 1975 bis Dezember 2001	Baumaßnahmen in Standortnähe Verlegung der Station innerhalb des Klärwerks Hecke von 2 m Höhe im Norden der Station (2-3 m entfernt) dahinter Straße und Gebäude	Trend zusätzlich zu den Werten, die ab 1962 angewandt wurden:			
		April bis Juni		+0.3 K	
		Juli bis September		+0.5 K	
Januar 2002 bis Juni 2006	Weiterhin Standort im Bayreuther Klärwerk	Januar	-0.5	Juli	-0.9
		Februar	-0.5	August	-0.9
		März	-0.5	September	-1.0
		April	-1.0	Oktober	-0.7
		Mai	-0.9	November	-0.5
		Juni	-0.9	Dezember	-0.5

Diese Werte sind gegenüber den errechneten reduziert. Ein nochmaliger Test wies – bis auf zwei einzelne Monatsreihen – Homogenität aus. Die Reihe der Jahresmittel wurde nicht korrigiert, da sich die aus den neuen Monatsmitteln errechnete Reihe als homogen erwies. Ein weiterer Test mit der homogenisierten Reihe und den Daten der Station Ökologisch-Botanischer Garten ab März 2001 zeigte, dass keine weiteren Korrekturen nötig sind, wenn diese Reihen verwendet werden soll. Die entsprechenden Monatsmittel und die Jahresmittel der homogenisierten Daten der Tagesmaxima der Lufttemperatur für die letzten 163 Jahre in Bayreuth sind in nachfolgender [Tabelle 12](#) aufgelistet.

Tabelle 12: Zeitreihe Bayreuth 1851 bis 2013 (163 Jahre). Monatsmittel und entsprechende Jahresmittel der **Tagesmaxima** der Lufttemperatur in [°C]. Homogenisierte Zeitreihe, korrigiert auf die Messwerte des ÖGB (Zeitreihenabschnitt ab 2001). Grau hinterlegt: korrigierte Monatsmittel gemäß der [Tabelle 11](#), fett markierter Wert: manuelle Korrektur. Die Messwerte ab 2001 (gelb hinterlegt) sind vom Standort im ÖBG (Standorte davor siehe [Tabelle 2](#)).

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel Tagesmaximum [°C]
1880													
1881	-3.4	2.4	6.5	9.2	16.7	20.0	24.3	20.9	15.2	7.4	6.7	1.3	10.6
1882	1.6	4.3	10.4	12.1	16.5	18.8	21.6	18.7	16.4	11.3	5.0	1.4	11.5
1883	1.3	3.1	1.6	10.0	18.7	22.0	21.1	21.1	17.5	10.9	4.8	0.7	11.1
1884	3.9	5.1	8.6	10.4	18.9	17.6	23.2	21.2	18.5	8.8	2.7	1.9	11.7
1885	-0.2	4.3	5.2	15.8	15.2	23.8	22.4	19.7	16.6	9.8	4.7	-0.7	11.4
1886	-0.2	0.0	4.1	14.4	19.6	20.6	24.5	24.0	22.6	13.5	5.8	2.4	12.6
1887	-2.8	0.7	3.7	12.7	14.4	21.0	25.9	22.2	17.0	7.2	3.9	-0.7	10.4
1888	-1.1	0.0	4.1	9.4	18.4	21.4	18.5	19.6	18.0	8.7	4.6	0.8	10.2
1889	-0.8	-1.2	2.8	10.7	21.6	24.1	21.3	20.1	15.1	10.6	2.7	-1.3	10.5
1890	3.5	0.1	7.8	12.2	19.4	18.6	20.7	21.4	16.6	9.2	4.3	-2.6	10.9
1891	-3.0	1.6	5.8	8.5	18.6	19.6	20.5	19.4	18.7	13.1	3.8	2.2	10.7
1892	0.3	2.7	5.2	13.6	18.0	22.6	22.0	25.1	18.5	9.8	3.8	-1.9	11.6
1893	-5.4	4.2	8.2	16.1	17.8	22.4	23.3	23.0	16.3	12.8	2.6	-0.1	11.8
1894	-1.1	3.4	8.0	15.8	16.2	18.7	23.6	20.2	15.3	10.3	6.0	0.3	11.4
1895	-2.7	-4.5	4.5	13.8	17.2	21.2	23.3	22.2	22.6	10.7	6.9	0.8	11.3
1896	-0.1	1.3	9.5	9.1	16.0	22.3	22.6	18.5	16.4	12.2	3.3	0.1	10.9
1897	-0.4	3.9	8.3	12.4	15.8	23.1	21.7	21.7	15.4	10.0	4.5	1.6	11.5
1898	3.0	2.3	6.8	11.6	16.0	20.0	19.5	24.7	19.2	12.1	6.3	3.3	12.1
1899	4.2	5.7	8.1	11.0	15.4	20.3	21.9	22.5	16.3	12.5	7.4	-2.3	11.9
1900	1.8	4.0	3.7	11.3	15.1	20.9	23.8	21.2	19.4	12.1	6.8	3.4	12.0
1901	-1.9	-2.4	4.7	12.1	18.3	21.9	23.4	21.3	17.8	12.7	4.7	1.9	11.2
1902	4.6	3.0	7.2	13.5	13.2	20.3	21.7	20.5	17.7	10.6	3.8	0.4	11.4
1903	3.2	6.5	10.6	8.3	18.8	20.9	22.0	20.5	18.9	12.8	5.8	0.2	12.4
1904	-0.1	2.6	7.2	14.1	18.3	21.4	26.1	23.2	16.6	11.6	4.4	3.6	12.4
1905	-0.4	3.1	7.7	10.1	17.4	23.2	25.0	22.1	16.5	6.3	5.3	2.0	11.5
1906	3.2	1.9	4.9	13.9	18.2	19.1	22.4	22.1	16.8	14.0	7.7	-0.5	12.0
1907	1.0	0.4	5.7	10.1	19.3	20.5	19.8	22.1	18.9	15.6	5.8	2.3	11.8

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel Tagesmaximum [°C]
1908	-0.7	2.4	5.9	9.1	19.1	23.6	22.7	18.5	16.5	13.4	3.8	0.0	11.2
1909	0.4	-0.5	5.3	13.3	17.1	19.9	19.3	21.8	17.5	13.2	2.7	3.7	11.1
1910	2.4	4.3	8.3	11.9	17.3	21.2	19.8	20.9	15.4	12.9	2.6	2.7	11.6
1911	-1.2	2.3	8.1	12.4	17.4	20.5	26.0	26.2	20.2	12.5	5.9	3.1	12.8
1912	-0.3	5.3	9.2	11.1	17.4	21.1	23.5	17.7	11.3	9.1	3.0	2.7	10.9
1913	0.6	4.2	9.8	12.1	17.5	19.5	18.5	19.1	17.7	12.7	8.0	2.6	11.9
1914	-1.9	4.5	7.4	15.9	15.0	20.1	21.6	23.5	16.6	10.6	4.8	4.2	11.9
1915	1.1	3.0	4.4	11.4	19.3	25.0	21.9	20.1	16.1	9.0	3.0	5.4	11.6
1916	5.5	3.6	9.5	13.4	19.2	17.8	21.5	20.7	16.4	10.8	6.0	3.3	12.3
1917	-0.6	-0.8	2.7	8.0	21.2	25.8	23.5	21.6	19.9	10.0	5.9	-1.4	11.3
1918	2.7	4.5	8.8	14.3	20.0	17.5	21.5	21.0	17.8	10.4	4.4	5.0	12.3
1919	2.5	2.0	5.9	8.4	16.0	20.4	19.2	21.9	20.9	8.7	2.6	1.6	10.8
1920	3.9	5.9	10.4	13.6	19.9	20.3	23.7	19.9	16.5	11.6	3.3	2.2	12.6
1921	5.4	3.5	10.9	12.5	20.3	19.6	25.8	23.8	19.4	15.7	1.5	1.3	13.3
1922	-1.0	0.8	6.8	9.2	19.6	21.5	20.4	20.4	14.1	7.3	3.5	1.9	10.4
1923	1.5	2.7	8.6	11.1	17.9	14.7	24.2	21.9	17.6	12.8	4.5	-0.9	11.4
1924	-1.8	-1.4	5.6	10.8	19.6	20.4	22.4	18.7	18.5	13.3	4.1	0.4	10.9
1925	2.6	6.1	3.1	12.8	19.5	20.3	22.5	20.9	14.3	12.0	3.2	0.6	11.5
1926	1.4	6.5	6.6	16.0	15.2	18.0	21.7	21.5	21.2	10.9	8.0	0.1	12.3
1927	2.4	3.6	10.0	10.7	17.5	20.8	23.1	21.6	17.8	11.4	4.3	-1.4	11.8
1928	2.8	4.8	7.3	12.1	15.7	20.4	26.7	22.4	19.5	12.1	7.3	-0.2	12.6
1929	-3.2	-5.6	6.6	8.6	19.1	20.0	24.2	22.6	21.8	13.9	5.9	4.5	11.5
1930	2.4	2.9	9.3	13.0	16.3	24.7	21.0	20.2	17.0	11.0	7.5	1.0	12.2
1931	0.9	0.4	3.9	9.8	21.1	22.1	21.7	19.2	13.2	11.0	6.5	-0.1	10.8
1932	2.5	-0.4	4.4	11.1	17.7	19.2	22.6	25.1	20.4	11.5	5.6	0.2	11.7
1933	-1.7	2.2	10.2	11.1	16.0	18.3	23.5	22.2	18.5	12.5	4.0	-3.6	11.1
1934	1.2	2.9	7.7	16.7	19.4	23.0	24.6	21.7	21.8	12.1	5.2	6.1	13.5
1935	-0.3	3.3	6.8	11.2	16.2	23.2	23.6	22.9	18.2	11.4	6.4	0.7	12.0
1936	4.2	2.7	10.2	11.4	17.2	21.6	21.7	20.4	17.6	7.5	4.7	1.8	11.8
1937	0.3	3.4	6.3	11.8	21.4	23.1	22.9	22.4	18.3	12.9	4.6	0.2	12.3
1938	2.6	3.1	11.4	8.2	16.4	22.1	22.7	22.4	19.5	12.4	8.3	0.2	12.4
1939	3.9	4.0	5.0	14.5	14.6	22.3	22.5	23.8	18.4	9.6	7.5	-0.3	12.2
1940	-6.5	-0.5	6.7	14.3	17.4	22.0	21.1	18.6	17.3	10.1	6.4	-1.6	10.4
1941	-4.2	1.2	6.6	8.4	12.7	20.7	22.2	18.6	16.7	9.7	2.9	1.3	9.7
1942	-6.7	-3.4	5.0	11.0	16.6	18.8	20.1	22.9	20.7	14.5	3.1	2.5	10.4
1943	-0.1	5.6	10.7	13.2	17.4	18.2	22.6	23.0	18.4	15.2	4.4	0.1	12.4
1944	3.0	-0.6	1.4	12.2	15.9	17.9	21.2	25.2	17.4	11.7	4.2	0.3	10.8
1945	-3.4	5.0	10.4	14.9	20.6	22.7	23.7	21.0	19.5	13.6	5.8	3.2	13.1
1946	0.3	4.8	9.1	17.1	20.1	19.7	24.5	22.0	19.8	10.5	5.6	0.0	12.8
1947	-2.5	-2.5	7.6	15.4	20.8	24.5	25.8	26.2	24.4	14.6	7.4	2.3	13.7
1948	5.5	3.7	11.8	15.6	20.4	21.5	21.0	22.0	19.5	14.2	6.7	1.4	13.6
1949	2.3	4.1	7.3	16.6	17.5	19.6	24.8	25.2	23.1	16.9	6.3	4.8	14.0
1950	1.2	5.9	10.3	11.1	20.0	24.8	25.4	24.1	17.3	11.8	6.0	-0.1	13.2
1951	3.1	5.1	6.8	13.5	17.7	21.4	23.7	23.5	20.4	14.7	8.8	3.1	13.5
1952	1.3	1.4	6.7	16.0	18.0	21.0	26.4	25.1	14.6	10.3	3.8	0.2	12.1
1953	-0.2	2.5	12.2	16.1	20.0	21.7	22.9	23.1	20.4	15.5	6.0	3.4	13.6
1954	-1.7	-0.2	10.3	10.0	17.8	22.3	18.2	21.6	18.3	13.9	5.8	4.3	11.7
1955	0.1	1.2	5.5	11.6	16.2	20.4	22.1	21.7	18.3	11.8	5.4	3.8	11.5
1956	2.0	-5.5	6.9	10.2	18.5	17.3	22.0	19.4	19.8	12.0	3.6	2.9	10.8
1957	1.3	6.4	11.6	13.2	15.2	23.8	23.6	20.4	15.4	13.6	6.4	1.6	12.7
1958	1.5	4.8	3.7	9.5	19.7	20.1	22.4	22.8	19.3	12.6	6.1	4.0	12.2
1959	2.0	4.9	12.3	15.2	18.7	22.2	25.9	23.0	20.7	15.4	5.8	3.9	14.2
1960	1.0	2.7	8.9	12.7	19.2	22.8	21.4	21.5	18.0	12.8	7.9	2.1	12.6
1961	1.1	6.7	11.3	16.8	15.0	21.5	20.0	21.6	23.0	15.6	6.3	2.2	13.4
1962	3.0	2.1	4.3	13.7	14.0	19.3	20.2	22.6	18.3	14.5	5.0	-1.9	11.3
1963	-4.7	-2.1	6.8	13.8	17.2	21.4	24.2	21.2	19.3	12.4	10.5	-1.9	11.5
1964	-2.9	2.9	4.2	13.7	19.2	23.6	25.7	22.4	19.2	11.2	7.5	0.9	12.3
1965	2.1	-0.4	5.8	11.2	15.9	20.2	20.3	21.3	17.8	14.0	5.2	4.8	11.5
1966	-1.0	8.4	6.3	14.4	18.3	22.4	19.8	20.0	18.6	15.3	4.3	3.2	12.5
1967	1.4	5.7	8.5	10.7	18.2	19.8	25.6	22.0	18.3	15.4	6.6	0.8	12.8
1968	0.2	3.1	8.7	14.4	15.8	21.4	21.8	20.9	17.8	13.0	5.5	-0.3	11.9
1969	0.9	0.3	5.7	11.6	18.9	19.2	24.9	21.5	19.7	15.2	8.2	-2.9	11.9
1970	-1.1	1.1	3.8	8.8	15.2	23.1	21.6	22.1	19.1	11.9	8.0	1.4	11.3
1971	0.6	3.0	4.7	15.1	19.7	18.4	24.9	24.5	17.0	13.4	5.8	4.6	12.6
1972	-0.1	5.0	11.8	10.6	15.7	19.8	23.0	21.1	15.9	11.4	5.9	2.1	11.9

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel Tagesmaximum [°C]
1973	0.7	2.5	7.6	8.9	18.4	21.0	21.9	24.5	20.9	11.5	6.2	0.9	12.1
1974	4.3	5.2	11.0	13.5	15.6	18.7	19.7	23.1	18.9	6.8	7.0	5.7	12.5
1975	5.2	5.6	7.8	11.0	17.9	19.5	23.2	23.7	21.3	10.4	4.0	1.5	12.6
1976	2.9	2.9	5.2	12.4	19.2	23.4	25.3	21.7	17.4	13.3	6.1	-0.2	12.5
1977	1.0	5.8	10.6	9.3	17.3	19.9	21.6	20.4	15.5	13.1	6.9	2.2	12.0
1978	1.5	1.2	8.3	12.0	15.8	19.7	20.3	19.9	15.9	11.5	4.5	2.7	11.1
1979	-3.3	1.9	7.8	10.2	18.8	23.0	19.9	20.8	18.1	13.2	4.9	5.7	11.7
1980	-1.1	5.7	7.6	9.3	15.7	19.5	18.6	21.7	18.5	10.8	4.8	1.3	11.0
1981	-1.2	1.5	10.5	13.2	17.4	20.4	20.5	21.0	19.3	11.5	5.9	-0.6	11.6
1982	-1.1	2.5	9.0	11.1	18.0	21.9	24.6	22.4	23.0	12.5	7.7	3.8	12.9
1983	4.6	0.7	7.6	13.6	16.3	21.7	27.2	23.8	19.1	12.6	5.2	1.6	12.8
1984	1.9	2.0	6.5	10.8	14.8	18.2	20.6	21.9	15.8	13.4	6.9	2.1	11.2
1985	-4.0	-0.7	6.5	12.5	18.7	17.7	23.2	22.6	18.6	13.2	3.3	4.4	11.3
1986	2.0	-2.7	6.6	11.2	20.1	20.6	22.1	21.8	16.4	13.4	7.2	2.7	11.8
1987	-3.5	1.6	2.7	14.0	14.3	18.8	21.9	19.9	19.7	13.0	5.8	3.2	10.9
1988	4.2	3.5	4.8	13.6	19.7	19.5	23.1	23.2	17.0	13.2	4.5	4.0	12.5
1989	2.7	4.7	11.4	11.9	19.7	20.1	22.7	22.1	18.3	13.8	4.8	4.0	13.0
1990	3.0	8.9	11.2	11.5	20.2	20.0	21.4	24.8	15.3	14.0	6.2	1.4	13.2
1991	3.9	0.5	10.1	11.4	13.6	18.6	25.0	23.5	19.9	11.9	5.6	1.4	12.1
1992	2.4	4.9	8.4	12.2	20.2	21.7	23.4	25.0	17.7	10.0	7.5	2.4	13.0
1993	4.8	1.5	8.2	15.8	21.0	20.7	21.6	22.8	17.4	11.6	2.9	5.1	12.8
1994	4.9	3.5	10.4	11.8	18.1	22.3	28.4	23.6	17.8	12.4	9.3	5.0	14.0
1995	1.4	7.2	7.2	13.1	17.6	18.4	26.5	23.4	16.2	15.5	3.9	0.4	12.6
1996	-0.7	1.7	5.3	13.6	16.0	21.4	20.9	22.2	14.4	12.9	6.5	-0.9	11.1
1997	-1.1	6.8	10.4	10.9	18.6	21.1	21.6	25.8	20.2	11.6	6.7	3.4	13.0
1998	4.1	7.4	9.0	13.7	19.4	22.2	21.5	23.3	17.8	12.0	3.8	2.5	13.1
1999	3.5	1.6	9.5	13.7	19.7	20.4	24.1	22.6	22.5	12.9	4.6	3.5	13.2
2000	1.9	6.6	8.6	16.1	21.5	23.7	19.9	23.8	18.5	13.7	8.6	4.0	13.9
2001	3.0	6.0	8.6	11.7	20.7	19.1	24.0	24.9	14.9	16.3	5.1	1.2	13.0
2002	2.3	8.2	10.6	13.4	19.6	23.8	23.8	24.6	18.1	11.7	8.2	3.0	13.9
2003	1.4	2.2	10.8	14.2	20.0	26.7	25.1	28.6	20.1	9.9	8.2	3.9	14.3
2004	1.2	5.0	7.8	15.2	16.1	20.7	22.9	23.7	19.1	14.2	6.2	1.9	12.8
2005	3.5	0.9	7.9	14.9	18.4	22.7	23.9	20.5	20.6	15.5	5.3	1.7	13.0
2006	0.1	1.7	5.2	12.8	18.2	22.8	28.2	19.4	22.3	16.2	9.1	5.8	13.5
2007	6.1	7.1	10.9	18.8	20.1	23.2	22.7	22.5	16.7	12.3	5.0	2.9	14.0
2008	5.2	8.1	7.8	12.6	20.7	23.3	24.4	22.8	16.7	12.5	7.9	2.8	13.7
2009	-0.4	2.2	7.3	18.9	19.6	20.1	23.4	25.1	20.3	11.5	9.3	2.3	13.3
2010	-1.7	2.2	8.4	14.7	15.1	22.3	26.7	20.9	16.5	11.9	7.0	-1.8	11.9
2011	2.4	3.7	11.3	18.0	20.9	22.1	21.2	23.9	20.9	13.7	7.5	5.2	14.2
2012	3.6	-0.3	12.3	13.8	21.2	22.1	22.8	25.1	20.1	12.4	7.1	3.2	13.6
2013	1.7	1.2	4.8	13.4	16.2	20.9	26.4	23.6	17.4	14.2	6.5	4.4	12.6

5.3 Homogenisierung der Zeitreihen der Tagesminima der Lufttemperatur

5.3.1 Referenzstationen

Dieser Test wurde mit den Zeitreihen der gleichen Stationen durchgeführt, wie bei den Temperaturmaxima.

5.3.2 Ergebnisse nach dem ersten Testdurchlauf

Auch bei den Temperaturminima zeigten sich die mehr oder weniger gleichen Perioden zu hoher Messungen. Ab 1897 (mit der Verlegung des Beobachtungszimmers) sind höhere Werte gemessen worden, wie aus den Ergebnissen von Test *1Min* hervorgeht. Diese Periode endet 1910, als das Thermometer an ein Nordfenster verlegt wurde. Aus Test *2Min* geht hervor, dass ab dann wieder niedrigere Werte gemessen wurden.

Die vier anschließenden Testzeiträume zeigen keine, oder nur geringfügige Inhomogenitäten, wohingegen in Test *7Min* im Jahr 1957 ein Sprung um bis zu -1 K erkannt wird. Die Ursache dafür liegt in der Verlegung der Station von der Parsifalstraße in den Schupfenschlag. Die kurzen Zeiträume von wenigen Monaten in der Lisztstraße und Jakobstraße fallen nicht weiter auf und dürfen außer Acht gelassen werden, zumal in der ersten Zeit noch Parallelbeobachtungen in der Parsifalstraße gemacht wurden, um die neuen Messungen zu korrigieren.

Test *8Min* zeigt, dass die Verlegung vom Schupfenschlag in die Kläranlage zunächst wenig Einfluss auf die Reihe hatte, erst als 1975 die Baumaßnahmen einsetzten, findet der Trendtest, Test *9Min*, Inhomogenitäten. Ab diesem Zeitpunkt werden zu hohe Temperaturen gemessen, wie sich auch in Test *10Min* zeigt, der die Verlegung nach Heinersreuth untersucht. Die Temperaturminima, die dort gemessen werden, liegen mehr als 1 K unter denen des Klärwerks. [Tabelle 13](#) listet die Ergebnisse im Einzelnen auf.

Tabelle 13: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung für die Reihen der Mittelwerte des täglichen Temperaturminimums.

Testnummer und Testzeitraum	Referenzstationen	Getestete Zeitreihe		
		Jahr vor dem Sprung	Korrekturwert [K]	
Test 1Min 1881 bis 1910	Frankfurt am Main Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg Jena	Mai	1896	1.0
		Juni	1898	0.9
		August	1898	0.9
		September	1897	0.7
		Dezember	1898	0.8
Test 2Min 1899 bis 1921	Frankfurt am Main Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg	Mai	1910	-0.8
		September	1908	-0.5
		Dezember	1903	-1.2
		Jahr	1905	-0.4
Test 3Min 1915 bis 1940	Frankfurt am Main Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Jena	Alle Reihen sind homogen		
Test 4Min 1935 bis 1945	Frankfurt am Main Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg Jena	März	1942	-0.8
Test 5Min 1940 bis 1950	Frankfurt am Main Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg Jena	Alle Reihen sind homogen		
Test 6Min 1947 bis 1957	Bamberg Sternwarte Nürnberg Buchenbühl Regensburg Jena Weiden Gößweinstein	April	1956	-1.1
		Juni	1956	-1.0

Testnummer und Testzeitraum	Referenzstationen	Getestete Zeitreihe		
		Jahr vor dem Sprung	Korrekturwert [K]	
Test 7Min 1953 bis 1963	Bamberg Nürnberg Buchenbühl Regensburg Jena Weiden Gößweinstein	Februar	1957	-0.5
		März	1956	-0.8
		April	1956	-1.0
		Mai	1956	-1.1
		Juni	1956	-1.1
		Juli	1956	-1.1
		August	1956	-1.1
		September	1956	-1.0
		Oktober	1956	-0.9
		November	1955	-0.7
		Dezember	1956	-0.7
		Test 8Min 1958 bis 1972	Bamberg Nürnberg Flughafen Regensburg Weiden Gößweinstein	Dezember
Test 9Min 1956 bis 2002 Trendtest	Bamberg Nürnberg Flughafen Regensburg Gößweinstein Weiden	Jan	1975 bis 1996	0.5
		Mär	1975 bis 2002	0.5
		April	1975 bis 1990	0.5
		Mai	1975 bis 1997	0.5
		Juni	1975 bis 1996	0.7
		Juli	1975 bis 1993	0.6
		August	1995 bis 1996	0.6
		September	1975 bis 1996	0.5
		Oktober	1975 bis 2002	0.5
		November	1975 bis 1993	0.4
		Dezember	1975 bis 1994	0.4
		Jahr	1965 bis 2002	0.6
		Test 10Min 1999 bis 2009	Bamberg Nürnberg Flughafen Regensburg Gräfenberg Weiden	Januar
März	2006			-1.4
April	2006			-2.2
Mai	2006			-2.0
Juni	2006			-1.5
Juli	2005			-1.7
August	2005			-1.6
September	2005			-1.7
Oktober	2002			-0.8
Dezember	2001			-1.0
Jahr	2006			-1.1

5.3.3 Korrektur der Reihe der Temperaturminima

Angefangen mit der letzten Verlegung der Station nach Heinersreuth, wurden nun immer die vorhergehenden Werte der Reihe korrigiert und anschließend nochmals für den Anfang und das Ende der Korrektur einem Test unterzogen. Der Anfang einer Korrekturphase wurde immer anhand der bekannten Stationsakten dorthin gelegt, wo eine Verlegung oder Veränderung stattgefunden hat. Die kritischen Stellen der Stationsgeschichte sind ja durch die erste Testphase bereits bekannt. Da eine Anwendung der Korrektur aus Test 10Min ab 1962 weitere Inhomogenitäten in dieser Zeit mit sich brachte, wurden die Korrekturwerte herabgesetzt und mit dem von 1975 bis 1996 festgestellten Trend nach oben korrigiert. Mit maximalen Korrekturen von 1 K, in den Monaten Januar und Februar nur 0.5 K am Ende der Trendphase wiesen alle relevanten Tests Homogenität aus.

Nun wurde dieses Vorgehen „rückwärts“ fortgesetzt. Eine Korrektur der Werte aus dem Schupfenschlag war nicht nötig; diese Werte sind offensichtlich mit den heute in Heinersreuth gemessenen gut vergleichbar. Für die Zeit in der Parsifalstraße muss-

ten in allen Monatsreihen Korrekturen durchgeführt werden, die sich eventuell mit der Südhanglage oder der geschützten Station in einem Garten erklären lassen.

Für die vorhergehende Zeit (Wetterwarte in der Jean-Paul-Straße) war nur noch eine Korrektur der Monate April bis Juli, sowie Dezember und Januar erforderlich. Diese wurde ab 1940 durchgeführt, da die erste Testphase in dieser Periode keine Inhomogenitäten feststellte. Auch die Zeiträume 1935 bis 1945 und 1915 bis 1940 erwiesen sich damit homogen.

Tabelle 14: Korrekturen für die Reihen der Mittelwerte der Temperaturminima.

Zeitraum der Korrekturen	Grund der Inhomogenität	Korrekturwerte [K] je Reihe der Monatsmittel			
Januar 1897 bis Dezember 1910; für Augustreihe: 1898 bis 1910	Beobachterwechsel; zu hohe Messung in Fensterhütte	Januar		Juli	-0.5
		Februar		August	-0.7
		März		September	-0.7
		April		Oktober	
		Mai	-0.8	November	
		Juni	-0.5	Dezember	
Januar 1940 bis Februar 1952	Verlegung der Thermometerhütte Station in der Innenstadt ungünstiger Standort?	Januar	-0.8	Juli	-0.8
		Februar		August	
		März		September	
		April	-0.8	Oktober	
		Mai	-0.6	November	
		Juni	-0.8	Dezember	-0.6
März 1952 bis März 1957	Standort verlegt nach Parsifalstr. 25 Südhang der Hohen Warte	Januar	-0.5	Juli	-1.0
		Februar	-0.5	August	-1.0
		März	-0.5	September	-1.0
		April	-1.0	Oktober	-0.9
		Mai	-1.0	November	-0.7
		Juni	-1.0	Dezember	-0.7
April 1962 bis Mai 1975	Station im Bayreuther Klärwerk	Januar		Juli	-0.5
		Februar		August	-0.5
		März	-0.5	September	-0.5
		April	-0.5	Oktober	-0.5
		Mai	-0.5	November	-0.5
		Juni	-0.5	Dezember	-0.5
Juni 1975 bis Dezember 2001	Baumaßnahmen in Standortnähe Verlegung der Station innerhalb des Klärwerks Hecke von 2m Höhe im Norden der Station (2 - 3m entfernt) dahinter Straße und Gebäude	Trend zusätzlich zu den Werten, die ab 1962 ange- wandt wurden:			
		Alle Monatsreihen		-0.5 K	
Januar 2002 bis Juni 2006	Weiterhin Standort im Bayreuther Klärwerk	Januar	-0.5	Juli	-1.0
		Februar	-0.5	August	-1.0
		März	-1.0	September	-1.0
		April	-1.0	Oktober	-1.0
		Mai	-1.0	November	-1.0
		Juni	-1.0	Dezember	-1.0

Schließlich bleibt noch die Zeit der Jahrhundertwende. Test *1Min* stellt einen Anstieg der Temperatur um das Jahr 1897 fest, wohingegen Test *2Min* wieder ein Absinken um fast die gleichen Werte um das Jahr 1910 andeutet. Leider ist nicht genau bekannt, welche Veränderungen 1897 an der Thermometerhütte vorgenommen wurden. Es liegt aber die Vermutung nahe, dass diese mit dem Beobachtungsraum umgezogen sind. 1910 ist eine (abermalige?) Verlegung an das Fenster in einer Nordwand der Anstalt erwähnt. Dies dürfte, so lassen die Daten vermuten, die Werte wieder

korrigiert haben. Es wurden deshalb Korrekturen von 1897 bis 1910 in bestimmten Monatsreihen durchgeführt, die bei nochmaligem Test keine weiteren Inhomogenitäten zeigten. Die einzelnen Korrekturwerte der Monatsreihen können der [Tabelle 14](#) entnommen werden. Eine Korrektur der Jahresmittel der Temperaturminima war auch hier nicht nötig, da die Reihe der neuen Mittelwerte sich als homogen erwies. Die entsprechenden Monatsmittel und die Jahresmittel der homogenisierten Daten der Tagesminima der Lufttemperatur für die letzten 163 Jahre in Bayreuth sind in nachfolgender [Tabelle 15](#) aufgelistet.

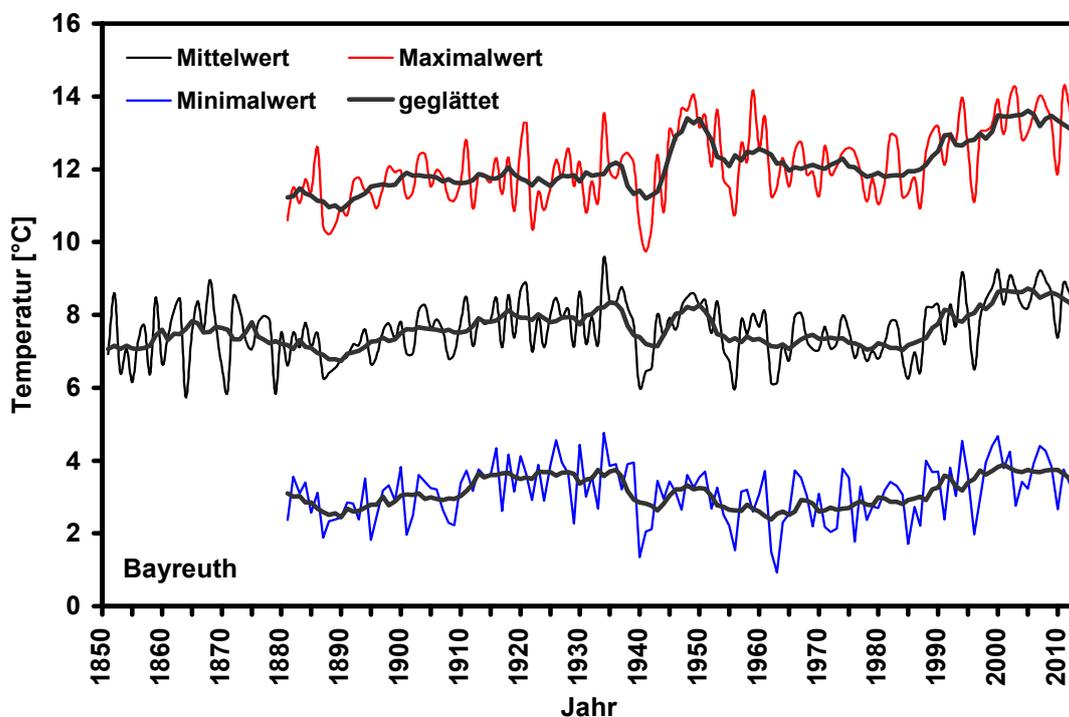
Tabelle 15: Zeitreihe Bayreuth 1851 bis 2013 (163 Jahre). Monatsmittel und entsprechende Jahresmittel der **Tagesminima** der Lufttemperatur in [°C]. Homogenisierte Zeitreihe, korrigiert auf die Messwerte des ÖGB (Zeitreihenabschnitt ab 2001). Grau hinterlegt: korrigierte Monatmittel gemäß der [Tabelle 14](#), fett markierter Wert: manuelle Korrektur. Die Messwerte ab 2001 (gelb hinterlegt) sind vom Standort im ÖBG (Standorte davor siehe [Tabelle 2](#)).

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel Tagesminimum [°C]
1880													
1881	-12.1	-3.1	-1.6	0.6	5.3	9.4	11.9	11.3	6.9	1.0	1.0	-2.2	2.4
1882	-4.1	-4.4	0.1	2.0	5.9	8.8	12.1	10.2	8.2	5.2	1.4	-2.7	3.6
1883	-3.6	-0.8	-5.4	-0.3	5.5	9.7	11.5	9.9	8.9	3.6	1.0	-2.8	3.1
1884	-0.2	-1.4	0.0	0.5	5.7	7.3	11.6	10.9	7.7	3.5	-2.9	-1.9	3.4
1885	-7.6	-1.6	-1.8	2.2	4.5	9.7	10.6	8.4	8.1	3.8	-0.5	-4.9	2.6
1886	-5.2	-5.8	-4.6	3.2	6.3	9.8	10.3	11.0	8.7	4.3	1.6	-2.2	3.1
1887	-9.9	-5.2	-2.5	1.2	5.9	8.2	13.0	9.5	7.0	1.6	-0.7	-5.6	1.9
1888	-6.6	-5.9	-2.3	2.0	6.2	10.7	10.4	10.0	6.3	2.1	-1.1	-3.8	2.3
1889	-6.4	-7.3	-4.7	2.6	9.1	11.5	11.0	10.0	5.9	3.2	-1.4	-4.9	2.4
1890	-1.9	-7.5	-0.9	1.4	7.2	7.1	9.8	12.4	7.7	2.5	-0.3	-8.2	2.4
1891	-9.0	-5.3	-0.8	0.6	7.8	9.7	11.7	10.2	7.6	4.9	-1.2	-2.1	2.8
1892	-4.7	-2.7	-4.6	0.8	5.4	10.7	9.6	12.6	9.3	3.5	0.0	-6.1	2.8
1893	-13.8	-1.4	-0.7	-0.2	5.9	8.7	11.6	10.7	7.4	5.6	-1.4	-3.9	2.4
1894	-6.6	-2.0	0.2	2.9	6.1	9.1	12.1	11.3	6.1	4.8	1.4	-3.3	3.5
1895	-9.1	-12.7	-3.3	3.1	5.9	9.7	11.3	9.9	7.2	2.6	1.0	-3.9	1.8
1896	-5.8	-4.4	0.4	1.4	4.3	9.9	10.8	9.0	8.0	3.6	-2.4	-5.1	2.5
1897	-5.7	-3.1	1.1	2.3	5.8	9.3	10.5	11.6	8.3	2.7	-2.1	-2.5	3.2
1898	-2.8	-3.0	-0.9	2.3	5.7	7.8	8.7	11.1	6.3	5.4	1.1	-1.9	3.3
1899	-1.7	-3.2	-3.1	2.6	5.0	7.6	11.3	10.4	8.4	2.5	2.7	-7.8	2.9
1900	-1.9	-1.1	-2.9	1.9	5.0	9.8	12.0	10.6	7.3	3.9	2.3	-1.0	3.8
1901	-9.7	-11.2	-1.8	3.0	5.1	8.6	11.7	10.4	7.0	3.8	-1.0	-2.5	2.0
1902	0.3	-3.5	-0.3	2.3	2.9	8.7	9.8	9.7	6.4	3.5	-3.1	-6.8	2.5
1903	-3.4	-0.4	0.3	0.3	5.0	8.2	10.9	10.9	7.5	5.8	2.3	-4.2	3.6
1904	-5.3	-1.4	-0.4	4.0	6.2	8.9	10.9	9.4	6.3	3.9	0.1	-1.6	3.4
1905	-6.5	-1.8	0.4	1.5	5.1	9.5	12.8	11.1	8.6	1.3	0.0	-3.1	3.2
1906	-2.5	-3.1	-2.5	1.4	6.0	9.2	11.6	10.7	7.4	4.8	1.8	-6.3	3.2
1907	-3.7	-4.3	-2.5	0.7	5.8	8.9	8.6	10.3	6.2	6.6	-1.7	-3.1	2.7
1908	-8.6	-2.1	-1.9	1.1	7.6	10.7	10.7	9.5	6.2	1.4	-2.8	-4.4	2.3
1909	-6.6	-8.4	-2.4	2.1	3.5	8.2	10.3	10.9	7.4	5.0	-1.4	-2.0	2.2
1910	-2.3	-1.8	-1.3	1.9	6.0	10.1	10.3	10.2	6.1	4.1	-1.1	-1.7	3.4
1911	-6.1	-3.0	-0.6	1.4	6.9	8.8	12.0	12.7	8.1	3.6	1.0	-0.1	3.7
1912	-5.1	-1.9	2.4	0.9	6.2	10.4	11.3	10.1	4.3	1.7	-1.0	-1.3	3.2
1913	-3.8	-3.0	1.6	1.8	6.4	9.9	9.6	9.0	6.3	4.6	3.4	-0.7	3.8
1914	-8.2	-3.0	1.1	3.2	5.9	8.9	11.9	11.5	6.8	4.3	0.6	0.1	3.6
1915	-3.1	-3.4	-0.9	1.4	6.7	10.5	11.0	11.2	6.1	3.2	-0.2	0.7	3.6
1916	1.1	-2.3	1.1	2.5	6.9	8.2	11.0	11.4	7.1	4.5	1.5	-0.9	4.3
1917	-5.9	-8.6	-3.7	0.1	7.9	10.9	11.4	12.4	8.2	3.7	1.8	-6.9	2.6
1918	-3.3	-1.4	-0.6	4.3	6.8	7.3	11.4	11.2	9.3	3.2	-0.1	1.8	4.2
1919	-1.4	-3.8	0.0	1.1	4.0	9.9	9.5	10.6	9.1	2.2	-1.2	-2.3	3.1
1920	-0.4	-1.6	0.9	5.5	8.4	8.5	12.1	10.4	9.1	1.7	-3.8	-1.3	4.1
1921	1.2	-2.1	-1.2	1.5	7.5	8.8	12.2	11.4	6.4	5.1	-3.4	-3.9	3.6
1922	-6.8	-6.3	0.1	2.0	6.7	10.0	11.0	10.6	7.6	1.9	-1.0	-0.8	2.9
1923	-1.9	-1.5	1.1	2.2	7.0	7.3	12.1	9.9	8.3	7.0	0.2	-5.1	3.9
1924	-8.9	-6.6	-2.3	2.4	8.5	9.7	11.9	10.6	9.4	4.5	-1.2	-3.2	2.9

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel Tagesminimum [°C]
1925	-1.1	0.2	-2.4	3.4	7.4	8.5	11.8	12.3	7.4	4.1	-0.4	-4.7	3.9
1926	-3.1	1.7	0.2	3.4	6.1	9.1	12.9	10.5	9.0	4.4	2.6	-2.2	4.6
1927	-0.5	-3.0	1.7	3.2	5.3	9.2	12.4	12.0	9.4	3.4	0.8	-6.5	4.0
1928	-1.3	-1.2	-2.4	2.5	4.8	8.6	11.5	11.3	5.8	3.8	3.3	-3.0	3.6
1929	-9.3	-16.1	-3.4	-0.6	6.9	9.3	12.2	12.2	8.3	6.2	1.2	0.3	2.3
1930	-2.0	-4.3	0.2	3.8	6.4	12.0	11.9	10.7	8.7	4.8	3.2	-2.2	4.4
1931	-3.1	-5.3	-4.8	0.9	9.4	10.7	12.4	11.6	5.8	2.2	0.7	-4.4	3.0
1932	-2.4	-6.9	-4.2	2.0	7.2	8.5	12.7	12.7	10.8	5.1	1.2	-3.8	3.6
1933	-6.2	-3.5	-0.7	1.4	6.3	9.0	12.5	11.0	7.4	3.9	-0.8	-8.2	2.7
1934	-2.9	-3.4	0.3	3.9	7.3	9.5	11.8	11.9	9.7	5.4	0.5	3.1	4.8
1935	-4.0	-2.0	-1.5	3.3	4.5	11.1	11.6	10.7	8.9	4.8	1.5	-2.6	3.9
1936	-0.2	-2.9	0.7	2.4	7.1	10.4	12.9	10.8	8.3	0.4	-1.6	-1.6	3.9
1937	-5.5	-1.8	-0.7	2.4	6.3	9.1	10.4	10.6	7.2	4.1	0.0	-3.6	3.2
1938	-1.5	-3.1	1.3	0.3	4.8	10.7	11.5	7.0	12.7	5.0	3.4	-5.3	3.9
1939	-0.1	-2.9	-2.0	3.9	6.0	9.9	11.5	11.4	9.1	3.5	2.0	-5.0	3.9
1940	-17.5	-8.3	-0.8	2.0	5.6	9.2	10.9	9.4	8.7	3.6	1.6	-8.3	1.3
1941	-9.7	-3.9	-1.0	-0.1	3.0	9.2	11.8	10.3	6.9	4.1	-2.2	-3.8	2.1
1942	-14.6	-10.2	-2.6	1.8	6.1	7.6	10.2	11.8	11.1	6.8	0.1	-2.8	2.1
1943	-6.2	-1.5	-1.0	3.2	5.9	8.5	11.0	12.9	9.2	5.4	-1.2	-4.8	3.5
1944	-1.8	-5.9	-3.8	1.9	4.7	8.1	11.0	13.4	7.7	5.2	0.0	-5.2	2.9
1945	-9.9	0.0	0.7	2.4	6.9	10.3	10.8	10.6	8.4	3.8	0.1	-2.9	3.4
1946	-7.9	-0.5	0.5	1.1	7.3	8.7	11.3	10.8	9.7	2.3	-0.2	-5.8	3.1
1947	-9.4	-9.5	-1.6	2.9	7.1	10.5	12.0	11.1	8.9	-0.5	2.5	-2.3	2.6
1948	-0.9	-3.0	0.1	3.6	7.5	9.1	10.2	11.3	7.6	3.2	-0.2	-5.3	3.6
1949	-3.8	-4.4	-4.4	3.4	7.2	7.3	9.6	10.9	9.5	4.2	0.1	-0.6	3.3
1950	-5.8	-1.2	-0.4	1.5	7.1	10.0	11.9	11.1	9.4	3.3	1.5	-6.0	3.5
1951	-2.5	-0.9	-1.0	0.8	5.4	9.7	10.9	12.2	8.4	0.4	2.8	-1.8	3.7
1952	-3.3	-4.0	-1.9	3.5	5.4	8.7	11.2	11.8	5.6	2.7	-2.2	-5.3	2.7
1953	-5.3	-3.7	-1.9	2.3	6.3	10.1	11.7	9.4	7.3	4.1	0.0	-1.2	3.3
1954	-8.0	-8.0	-0.7	0.1	5.2	9.6	10.1	10.0	8.6	4.6	-1.1	-0.4	2.5
1955	-6.3	-6.3	-3.6	0.9	4.0	8.6	11.6	10.5	7.7	2.8	-1.2	-2.2	2.2
1956	-3.7	-16.6	-2.5	0.5	5.2	9.0	11.8	9.2	7.0	3.5	-1.9	-3.1	1.5
1957	-5.8	-0.1	0.9	0.3	2.8	9.8	12.6	9.3	7.4	3.0	1.0	-3.4	3.2
1958	-4.7	-2.3	-4.9	0.1	8.2	8.4	10.5	11.0	8.1	4.2	1.9	-2.1	3.2
1959	-5.0	-5.8	0.5	2.3	5.9	9.0	11.4	10.9	3.6	0.2	-0.8	-1.1	2.6
1960	-4.4	-4.4	0.1	1.6	5.3	9.3	9.6	10.7	6.0	4.5	1.5	-2.9	3.1
1961	-5.5	0.3	0.4	6.1	5.1	9.1	9.5	10.4	10.0	5.1	-0.3	-5.6	3.7
1962	-1.9	-4.2	-4.8	3.0	4.3	6.7	9.4	9.1	5.8	1.5	-1.9	-9.1	1.5
1963	-13.4	-14.1	-3.6	2.3	5.8	9.2	10.3	10.2	7.7	2.1	3.1	-8.5	0.9
1964	-10.1	-3.8	-3.7	2.7	6.2	9.5	9.9	9.3	6.9	2.5	1.5	-3.2	2.3
1965	-1.3	-6.7	-3.3	1.6	5.7	10.0	11.2	8.3	7.1	0.2	-2.4	0.0	2.5
1966	-7.2	1.8	-1.3	4.7	4.9	9.8	10.0	10.3	6.5	7.7	-1.4	-1.1	3.7
1967	-3.0	-2.2	0.5	0.7	5.4	8.5	11.0	10.2	8.8	6.8	-0.8	-3.6	3.5
1968	-5.7	-2.0	-1.3	0.9	5.5	9.8	9.7	11.3	8.6	6.1	-0.6	-6.0	3.0
1969	-3.6	-6.1	-2.2	1.4	6.5	8.1	10.8	10.4	6.4	2.8	1.3	-9.5	2.2
1970	-5.9	-3.9	-3.4	2.1	5.4	9.7	10.5	10.4	7.3	4.8	3.0	-3.0	3.1
1971	-7.2	-1.9	-5.1	-0.4	6.6	8.2	9.2	10.9	5.3	1.2	-0.8	0.1	2.2
1972	-6.1	-2.4	-1.3	2.2	4.7	6.8	10.8	9.3	4.9	-0.9	0.8	-4.3	2.0
1973	-4.3	-2.5	-2.0	-0.3	5.9	8.9	10.8	8.3	6.2	0.9	-1.4	-4.9	2.1
1974	0.1	0.0	0.5	0.1	4.2	7.7	9.8	11.1	8.0	2.1	0.4	1.3	3.8
1975	1.0	-3.0	-0.7	1.4	6.5	8.6	11.3	10.7	9.6	2.6	-2.3	-3.5	3.5
1976	-2.8	-4.1	-5.3	-1.2	4.6	8.2	10.7	6.4	6.8	3.7	0.5	-5.9	1.8
1977	-3.7	-1.4	0.4	0.4	4.8	10.0	10.0	10.3	6.4	4.2	0.9	-2.3	3.3
1978	-2.6	-5.7	-0.2	-0.4	5.1	7.9	9.0	8.4	7.2	3.5	-0.3	-3.9	2.4
1979	-9.9	-4.9	0.1	1.9	5.1	10.8	10.1	10.1	6.9	2.3	-0.4	0.7	2.7
1980	-6.2	-1.4	-0.3	0.6	3.4	9.6	10.0	9.9	8.5	3.0	-0.6	-4.0	2.7
1981	-7.0	-5.2	2.7	0.9	6.3	10.1	11.5	10.6	8.5	4.8	1.2	-5.7	3.2
1982	-7.5	-4.5	-0.7	0.0	5.4	9.6	12.4	11.7	8.3	5.0	1.9	-1.1	3.4
1983	0.7	-7.4	0.3	3.6	6.1	9.1	12.3	11.4	7.4	3.4	-2.3	-5.1	3.3
1984	-1.9	-4.4	-3.7	-0.2	5.4	8.4	10.3	10.3	8.5	5.5	0.3	-1.6	3.1
1985	-11.5	-10.4	-1.2	2.1	7.3	7.9	10.2	10.2	7.5	2.3	-3.2	-0.2	1.7
1986	-4.3	-11.7	-1.1	2.0	8.8	10.0	10.8	11.3	5.1	3.2	0.1	-2.0	2.7
1987	-10.2	-4.6	-7.9	2.0	4.3	9.3	11.5	10.4	9.5	3.6	0.7	-2.2	2.2
1988	0.0	-1.3	-1.8	1.4	7.0	8.8	11.6	10.6	8.0	5.5	-1.5	-0.3	4.0
1989	-1.3	-0.5	0.9	2.3	5.3	8.1	11.0	10.7	8.4	4.5	-2.3	-2.5	3.7

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahresmittel Tagesminimum [°C]
1990	-1.8	0.2	1.0	1.8	5.3	9.8	9.1	11.2	6.7	3.1	0.9	-3.5	3.7
1991	-2.1	-8.2	0.6	-0.3	2.3	8.2	11.6	10.9	7.9	1.6	0.1	-4.2	2.4
1992	-2.6	-1.0	-0.4	1.4	5.7	10.5	11.6	13.0	6.6	2.1	1.5	-2.6	3.8
1993	-2.6	-6.6	-2.4	4.1	7.2	9.5	10.9	9.2	7.0	3.4	-2.9	-0.2	3.0
1994	-0.2	-3.5	2.4	1.4	6.2	9.8	13.1	11.7	8.4	2.0	2.8	-0.2	4.5
1995	-4.2	0.4	-1.8	3.7	4.7	8.8	12.7	10.8	7.4	6.6	-1.4	-5.1	3.6
1996	-6.5	-6.5	-4.0	0.8	6.4	9.1	9.2	10.8	6.0	4.6	1.0	-7.3	2.0
1997	-7.7	-0.5	1.1	-0.6	5.7	8.6	11.1	11.9	5.2	1.8	-0.1	-1.1	3.0
1998	-2.1	-2.6	-0.3	3.3	6.2	10.8	11.7	10.3	8.4	6.1	-1.4	-3.0	4.0
1999	-1.4	-4.3	0.9	3.1	8.2	9.6	12.9	11.0	10.1	4.4	-0.5	-1.2	4.4
2000	-3.2	-0.3	1.3	3.9	7.7	9.4	10.4	11.3	8.4	6.2	2.1	-1.2	4.7
2001	-3.0	-1.7	1.3	2.5	7.1	8.2	10.9	11.5	7.7	7.2	-0.7	-5.5	3.8
2002	-5.1	1.1	-0.4	2.1	8.4	10.4	11.4	12.6	6.0	4.1	2.4	-2.1	4.2
2003	-3.8	-10.0	-1.4	0.7	7.7	11.4	11.6	11.6	5.5	0.8	1.6	-2.5	2.8
2004	-4.8	-0.7	-1.4	1.9	4.7	8.1	11.2	12.2	6.9	4.8	0.6	-2.6	3.4
2005	-2.4	-5.6	-2.7	2.5	5.8	8.8	12.2	9.7	8.3	4.9	0.5	-3.3	3.2
2006	-6.6	-5.0	-2.5	3.0	6.4	9.0	13.5	10.4	9.2	6.4	3.1	0.2	3.9
2007	1.3	0.7	0.5	1.8	7.2	11.6	11.5	10.6	6.6	2.9	-0.1	-1.9	4.4
2008	-0.3	-1.7	-0.1	3.2	7.0	10.6	11.6	10.9	7.0	3.8	0.9	-1.8	4.3
2009	-7.8	-3.0	-0.2	4.1	7.8	9.1	12.2	11.0	8.4	4.3	3.9	-3.8	3.8
2010	-6.2	-3.8	-1.8	1.1	6.9	9.8	12.6	11.3	5.8	2.5	2.1	-8.4	2.7
2011	-3.2	-3.7	-2.0	3.1	5.2	10.8	10.3	12.0	8.8	3.3	-0.5	0.9	3.8
2012	-1.7	-9.2	-0.1	1.7	7.1	9.8	12.0	11.1	6.4	3.0	2.1	-1.9	3.4
2013	-2.2	-3.1	-3.6	3.2	7.2	9.7	12.1	11.0	7.9	4.5	1.0	-0.1	4.0

Zusammenfassend sind in [Abbildung 5](#) die Jahreswerte der Lufttemperatur der Bayreuther Zeitreihe 1851 bis 2013 sowohl bezüglich des Mittelwertes, des mittleren Tagesmaximums und des mittleren Tagesminimums aufgetragen.



[Abbildung 5](#): Zeitreihe Bayreuth 1851 bis 2013 (163 Jahre). Jahresmittelwert der Lufttemperatur (dünne schwarze Line), mittleres Jahresmaximum (dünne rote Line), mittleres Jahresminimum (dünne blaue Line) und über sieben Jahre geglättetes gleitende Mittel (dicke schwarze Linen). Homogenisierte Zeitreihe, korrigiert auf die Messwerte des ÖGB (Zeitreihenabschnitt ab 2001).

5.4 Homogenisierung der Niederschlagssummen

5.4.1 Referenzstationen

Die Homogenisierung der Niederschlagssummen gestaltet sich sehr viel schwieriger als die der Temperaturmittel, weil die benachbarten Reihen nur bedingt als Referenz hergenommen werden können. Da konvektive Niederschläge oft nur sehr lokal fallen, ist vor allem in den Sommermonaten ein Vergleich selbst mit benachbarten Stationen kaum möglich. Außerdem gilt: Je weiter entfernt die Stationen liegen, umso weniger sind die Daten miteinander korreliert.

Es wurde deshalb auf eine Homogenisierung der ältesten Daten (ab 1851) gänzlich verzichtet, da die für diese Zeit nächstgelegene Station in München für eine Verwendung als Referenzreihe zu weit entfernt ist. Erst im Jahr 1879 errichtete die Meteorologische Zentralstation München ein flächendeckendes Beobachtungsnetz in Bayern. Sechs Stationen im nordbayerischen Raum können ab diesem Zeitpunkt zur Bayreuther Reihe in Bezug gesetzt werden. Von diesem Zeitpunkt an gibt es auch eine vergleichbare Ausstattung mit Geräten und eine einheitliche Ableseroutine. Die Auswertung der Korrelationskoeffizienten dieser Reihen, die ja noch relativ weit entfernt liegen, zeigt jedoch, dass vor allem im Sommer der Witterungsverlauf so unterschiedlich ist, dass eine Verwendung als Referenzstationen nicht möglich ist. Die höchsten Korrelationskoeffizienten treten im frühen Frühjahr und im Herbst auf.

Im Winter führt der hohe Messfehler bei Schneefall zu stark unterschiedlichen Messungen – vor allem zwischen unterschiedlich hoch gelegenen Stationen. Im Sommer ist es das kleinräumige Auftreten konvektiver Niederschläge.

Im Allgemeinen wird ein Korrelationskoeffizient von mindestens 0.8 als hinreichend erachtet, um eine Reihe als Referenz für Homogenitätstests zu verwenden (Schönwiese, 1986). Noch besser wird die Datenlage ab der Jahrhundertwende zum 20. Jahrhundert. Nun gibt es mehrere Stationen in der näheren Umgebung, die für einen Homogenitätstest herangezogen werden können. Bei den näher gelegenen Stationen treten auch höhere Korrelationskoeffizienten auf.

Eine Übersicht über die je Monat ermittelten Korrelationskoeffizienten zur Reihe Bayreuth findet sich in [Tabelle 16](#). Und [Abbildung 6](#) zeigt beispielhaft die Korrelationskoeffizienten ausgewählter Niederschlagsreihen mit der Bayreuther Reihe. Die Monate mit vorwiegend zonalen flüssigen Niederschlägen zeigen die beste Korrelation. Je weiter die Station entfernt ist, umso schlechter ist sie mit der Testreihe korreliert. Die Stationen Neudrossenfeld und Weidenberg sind jeweils 10 km von Bayreuth entfernt, die Station Betzenstein liegt 30 km entfernt, Regensburg 110 km.

Tabelle 16: Korrelationskoeffizienten mit der Reihe Bayreuth für die einzelnen Monate der Referenzreihen für die Niederschlagsmessung.

	Entfernung [km]	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Stationen ab 1879:													
Amberg	60	0.78	0.82	0.66	0.76	0.57	0.51	0.78	0.82	0.77	0.84	0.86	0.84
Bamberg	50	0.89	0.93	0.81	0.85	0.56	0.57	0.72	0.87	0.84	0.90	0.95	0.87
Erlangen	60	0.82	0.81	0.68	0.84	0.61	0.75	0.72	0.79	0.76	0.92	0.88	0.79
Hof	50	0.79	0.83	0.77	0.83	0.54	0.64	0.71	0.58	0.88	0.87	0.89	0.84
Regensburg	110	0.66	0.73	0.65	0.78	0.49	0.27	0.71	0.58	0.64	0.81	0.83	0.84
Weiden	50	0.84	0.87	0.82	0.73	0.48	0.70	0.75	0.72	0.75	0.88	0.89	0.93
Stationen ab 1900:													
Betzenstein	30	0.75	0.83	0.84	0.82	0.75	0.54	0.85	0.75	0.74	0.88	0.90	0.78
Creußen	11	0.95	0.89	0.95	0.91	0.90	0.83	0.89	0.83	0.84	0.95	0.95	0.92
Eckersdorf-Busbach	12	0.84	0.81	0.87	0.86	0.81	0.80	0.85	0.87	0.76	0.90	0.93	0.85
Gefrees	20	0.75	0.64	0.84	0.84	0.69	0.75	0.79	0.77	0.73	0.90	0.90	0.81
Kemnath	25	0.82	0.83	0.88	0.83	0.84	0.70	0.83	0.82	0.81	0.92	0.91	0.83
Kirchenthumbach	25	0.90	0.93	0.93	0.87	0.89	0.75	0.74	0.75	0.86	0.88	0.94	0.93
Kronach	40	0.85	0.85	0.87	0.83	0.64	0.64	0.77	0.75	0.65	0.88	0.91	0.93
Kulmbach-Burghaig	23	0.76	0.64	0.85	0.75	0.72	0.58	0.77	0.84	0.55	0.89	0.91	0.66
Pegnitz-Trockau	14	0.94	0.86	0.95	0.90	0.85	0.74	0.90	0.79	0.78	0.92	0.93	0.90
Pressath	35	0.82	0.85	0.88	0.83	0.68	0.72	0.79	0.69	0.89	0.90	0.94	0.84
Weidenberg	10	0.87	0.92	0.94	0.87	0.88	0.85	0.94	0.83	0.87	0.94	0.96	0.90
Stationen ab 1945/50:													
Neudrossenfeld	10	0.93	0.97	0.96	0.96	0.82	0.89	0.93	0.74	0.97	0.96	0.98	0.99
Thurnau	17	0.83	0.94	0.89	0.91	0.87	0.86	0.97	0.59	0.97	0.96	0.97	0.93

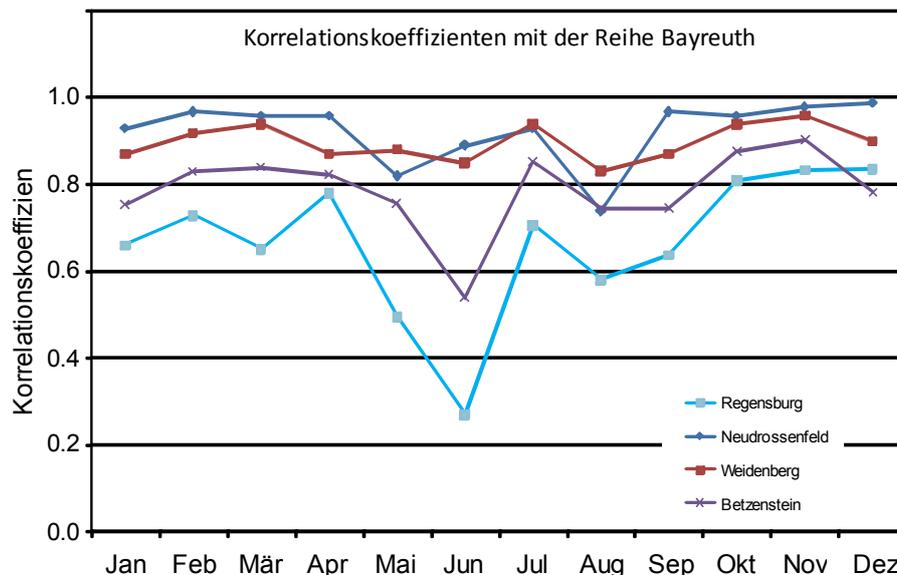


Abbildung 6: Korrelationskoeffizienten verschiedener Niederschlagsstationen mit Bayreuth.

5.4.2 Durchführung der Homogenitätstests

Wie schon bei den vorangegangenen Reihen wurde ein erster Testlauf mit Teilstücken der Reihe durchgeführt, die durch die Verlegungen und Veränderungen in der Geschichte der Wetterstation bestimmt waren.

5.4.3 Ergebnisse der Homogenitätstest

In **Tabelle 17** sind die Ergebnisse des ersten Durchlaufs der Tests aufgestellt. Neben dem Ergebnis des SNHT nach Alexandersson ist das jeweilige Ergebnis des Buis-hand-Tests in der letzten Spalte angegeben. Von einer Inhomogenität wird nur dann ausgegangen, wenn beide Tests auf Inhomogenität hinweisen.

Test 1N, der noch mit relativ weit entfernten, und dementsprechend im Sommer schlecht korrelierten Referenzstationen durchgeführt wurde, weist eine Inhomogenität im Jahr 1885 aus. Die vorher gemessenen Niederschläge waren anscheinend höher als nach dieser Zeit. Im Test 2N konnten bereits Stationen aus der Bayreuther Umgebung als Referenzstationen verwendet werden. Das Jahr der Inhomogenität ist in den Monatsreihen sehr uneinheitlich. Die Ergebnisse legen aber zu niedrige Messungen in der Zeit vor etwa 1910 bis 1919 nahe. Nach den Stationsakten, wurde im Jahr 1910 der Regenschirm verlegt und im September 1912 der defekte Regenschirm durch einen neuen Hellmann-Regenschirm ersetzt. Die nächste Verlegung findet erst im Jahr 1925 statt. Mit ihr einher geht eine Änderung der Aufstellungshöhe um 0.2 m. Ebenso uneinheitlich wie die vorhergehenden Tests sind die Ergebnisse aus Test 3N, die in der Zeit 1942 bis 1951 Inhomogenitäten finden. Jedoch hat sich nur die getestete Reihe der Niederschlagssummen für Mai in beiden Tests als inhomogen erwiesen.

Alle folgenden Tests, insbesondere die Vergleichstests mit der neuen Station Heinersreuth (Test 7N), sowie mit der Reihe der Universität (Test 8N) finden keine nennenswerten Inhomogenitäten.

Tabelle 17: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung für die monatlichen bzw. jährlichen Summen des Niederschlags.

Test Nr. und Zeitraum	Referenzstationen	Alexandersson SNHT			Buishand
		Getestete Reihe	Jahr vor dem Sprung	Korrekturfaktor	Ergebnis
Test 1N 1879 bis 1910	Amberg Bamberg-Sternwarte Erlangen Hof Weiden	Februar	1885	0.7	Inhomogen
		Mai	Homogen		Inhomogen
		Juni	1905	1.6	Homogen
		September	1886	0.7	Homogen
		September	1905	1.3	Inhomogen
		November	1885	0.8	Inhomogen
		Jahr	1885	0.8	inhomogen
Test 2N 1900 bis 1948	Weidenberg Creußen Kirchenthumbach Eckersdorf-Busbach Gefrees Kemnath	Januar	1917	1.3	Inhomogen
		Februar	1923	1.3	Inhomogen
		März	1915	1.4	Inhomogen
		April	1919	1.3	Inhomogen
		Mai	1921	1.2	homogen
		Mai	1946	0.5	Homogen
		November	1910	1.3	Inhomogen
		Dezember	1923	1.2	Inhomogen
		Jahr	1913	1.2	inhomogen
		Jahr	1931	1.1	inhomogen
Test 3N 1935 bis 1952	Weidenberg Creußen Kirchenthumbach Eckersdorf-Busbach Gefrees Kemnath	Februar	1951	0.5	homogen
		Mai	1946	0.7	inhomogen
		August	1951	1.6	Homogen
		Dezember	1942	0.8	Homogen
		Jahr	1944	0.9	homogen
Test 4N 1946 bis 1957	Weidenberg Creußen Kirchenthumbach Eckersdorf-Busbach Gefrees Kemnath	März	1952	0.7	Inhomogen

Test Nr. und Zeitraum	Referenzstationen	Alexandersson SNHT			Buishand
		Getestete Reihe	Jahr vor dem Sprung	Korrekturfaktor	Ergebnis
Test 5N 1952 bis 1963	Weidenberg Creußen Kirchenthumbach Eckersdorf-Busbach Thurnau Neudrossenfeld	Bei Alexandersson SNHT alle Reihen homogen Buishand: Inhomogenität in Septemberreihe			
Test 6N 1956 bis 1998	Weidenberg Creußen Kirchenthumbach Eckersdorf-Busbach Thurnau Neudrossenfeld	März	1972	1.1	Inhomogen
		Juli	1991	1.3	homogen
Test 7N 1995 bis 2009	Weidenberg Kirchenthumbach Kemnath Kulmbach-Burghaig	Alle Reihen homogen			
Test 8N 1995 bis 2009 Uni BT Reihe ab 2001	Weidenberg Kirchenthumbach Kemnath Kulmbach-Burghaig	Feb	Homogen		Inhomogen
		Jahr	Homogen		Inhomogen

5.4.4 Korrektur der Reihen

Beginnend mit der letzten Verlegung vom Klärwerk nach Heinersreuth ist bei der Niederschlagsreihe keine Korrektur vorzunehmen. Die ersten auffälligen Inhomogenitäten im Jahr 1946 deuten darauf hin, dass die Niederschlagshöhe in der Jean-Paul-Straße zu niedrig bestimmt wurde. Da dies aber nur in einer Monatsreihe auftritt und sich die nachfolgenden Zeiträume bis hin zur Heinersreuther Station als homogen erwiesen haben, wird von einer Korrektur abgesehen.

Die Tests Test 1N mit niedrigeren Werten ab etwa 1885 und Test 2N mit höheren Werten ab 1910 deuten darauf hin, dass in diesem Zeitraum bedingt durch die Aufstellung zu niedrige Niederschlagshöhen gemessen wurden. Es wurden deshalb für die Zeit 1885 bis 1905 beziehungsweise 1910 die Werte mit dem errechneten Korrekturfaktor multipliziert. Nochmalige Tests ergaben Homogenität für diese Zeitabschnitte. Die Faktoren können [Tabelle 18](#) entnommen werden.

Tabelle 18: Korrekturen für die Reihen der monatlichen Niederschlagssummen.

Zeitraum der Korrekturen	Grund der Inhomogenität	Korrekturfaktoren			
		Januar	Februar	März	April
Januar 1885 bis Dezember 1917	Aufstellung des Niederschlagsmessers Austausch Beobachterwechsel	Juli			
		August			
		September			
		Oktober			
		November	1.3		
		Dezember	1.2		
Januar 1885 bis Dezember 1905	Aufstellung des Niederschlagsmessers	Januar			
		Februar			
		März			1.3
		April			1.3
		Mai			
		Juni	1.6		

Es sei im Weiteren darauf hingewiesen, dass die Daten vor 1882 höhere Niederschläge aufweisen als es danach der Fall ist. Da die Reihe erst ab 1879 homogenisiert wurde, wurde auf eine Korrektur dieser Werte hin zu niedrigeren verzichtet. Da bis 1882 auch der alte Niederschlagsmesser mit größerer Auffangfläche im Einsatz war, könnten diese Werte mit einem geringeren Verdunstungsverlust behaftet sein.

Nachfolgende [Tabelle 19](#) dokumentiert das Ergebnis der durchgeführten Homogenisierung anhand der Korrekturwerte aus [Tabelle 18](#) für die monatlichen Zeitreihen bzw. für die Jahressumme des Niederschlags seit 1851 bis 2013 in Bayreuth.

Tabelle 19: Zeitreihe Bayreuth 1851 bis 2013 (163 Jahre). Monatssummen und entsprechende Jahressumme des Niederschlags in [mm]. Homogenisierte Zeitreihe, korrigiert auf die Messwerte des ÖGB (Zeitreihenabschnitt ab 2001). Grau hinterlegt: korrigierte Monatswerte gemäß der [Tabelle 18](#), fett markierter Wert: manuelle Korrektur. Die Messwerte ab 2001 (gelb hinterlegt) sind vom Standort im ÖBG (Standorte davor siehe [Tabelle 2](#)).

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahressumme [mm]
1850													
1851	40	15	150	110	57	58	107	66	113	31	34	14	795
1852	47	88	29	13	73	79	30	79	53	51	70	39	651
1853	61	35	24	56	58	178	67	57	53	54	25	16	684
1854	26	58	19	57	42	85	104	108	7	106	84	129	825
1855	32	61	37	52	54	67	65	71	24	100	28	47	638
1856	62	36	11	62	107	120	27	63	41	9	93	37	668
1857	25	3	36	35	73	45	61	108	31	19	11	18	465
1858	36	14	18	29	126	33	152	89	20	50	46	46	659
1859	20	46	43	92	33	56	8	75	67	52	58	45	595
1860	78	64	81	25	82	75	66	84	28	46	33	49	711
1861	23	9	83	8	50	110	99	58	100	25	149	40	754
1862	126	70	19	26	64	95	77	106	32	54	25	76	770
1863	70	28	72	31	28	184	38	40	35	30	32	40	628
1864	12	25	61	28	35	150	60	43	59	15	51	1	540
1865	64	37	66	5	44	42	34	77	9	99	69	6	552
1866	51	148	53	60	70	62	121	140	50	5	122	180	1062
1867	106	135	68	164	98	67	87	19	13	77	40	101	975
1868	60	60	82	86	35	102	47	81	27	59	86	137	862
1869	33	103	18	33	74	68	21	52	56	78	195	72	803
1870	44	18	50	29	23	78	33	146	73	180	47	100	821
1871	17	45	14	107	30	138	58	43	39	65	18	15	589
1872	24	40	37	33	83	93	55	83	29	45	99	69	690
1873	62	49	52	67	87	194	175	97	96	39	39	18	975
1874	28	19	44	27	109	100	19	44	41	19	50	69	569
1875	89	21	49	47	58	141	114	32	72	92	177	59	951
1876	12	142	132	23	35	121	92	45	134	22	48	80	886
1877	65	162	80	37	51	24	122	63	65	32	89	70	860
1878	106	40	124	54	100	96	61	74	76	72	51	63	917
1879	45	90	17	55	61	66	120	78	46	54	75	50	757
1880	41	27	64	27	25	71	62	79	67	121	35	127	746
1881	21	40	111	39	59	61	46	111	63	52	25	50	678
1882	18	46	33	54	93	96	140	80	84	86	126	98	954
1883	47	14	24	15	32	44	95	28	94	45	66	62	566
1884	41	26	20	6	36	75	50	87	13	71	34	90	549
1885	16	48	76	16	42	106	39	84	114	78	75	67	760
1886	42	17	53	48	55	150	60	31	56	64	55	112	742
1887	8	17	55	35	109	13	26	45	23	35	55	66	487
1888	38	36	99	57	40	174	86	79	26	68	26	16	746
1889	13	69	77	68	77	64	74	57	40	79	40	42	700
1890	99	4	27	29	66	112	84	189	46	75	81	1	812
1891	41	6	56	34	88	138	115	31	31	26	53	80	700
1892	56	65	16	25	56	76	38	40	70	52	7	60	561
1893	51	77	43	1	142	52	87	22	65	46	65	21	673
1894	40	50	47	70	35	68	78	47	94	113	12	50	704

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahres- summe [mm]
1895	86	23	56	43	102	78	40	47	14	41	75	78	682
1896	53	8	59	61	16	227	75	62	64	67	19	27	737
1897	45	63	67	31	87	42	60	83	90	11	28	37	644
1898	22	55	69	65	79	94	46	29	14	61	38	37	609
1899	79	33	11	99	86	58	39	45	116	31	38	35	669
1900	77	61	38	46	138	104	99	27	36	75	43	65	809
1901	45	42	71	58	54	33	113	164	55	106	36	64	840
1902	43	35	74	26	90	91	52	68	41	57	8	73	657
1903	67	13	21	38	40	27	60	77	54	70	85	12	563
1904	34	74	43	49	105	58	12	26	69	61	56	43	630
1905	68	29	90	57	34	82	44	87	66	74	59	38	727
1906	65	36	67	30	149	105	65	51	68	25	45	48	754
1907	72	27	55	28	74	77	105	27	50	19	37	71	642
1908	22	70	24	58	49	52	95	114	52	2	32	19	589
1909	43	66	25	47	33	73	110	40	68	16	75	64	660
1910	53	56	15	39	46	141	91	88	57	12	126	54	778
1911	35	28	22	35	99	28	17	27	38	24	64	66	483
1912	58	48	61	21	81	67	37	105	40	44	85	43	690
1913	43	32	58	44	121	119	41	82	27	27	75	71	740
1914	33	33	140	27	77	73	110	49	78	27	58	44	749
1915	145	29	107	36	54	47	82	79	18	49	34	111	791
1916	81	84	34	73	45	76	106	59	41	48	28	99	774
1917	78	5	54	62	47	16	59	107	50	61	36	38	611
1918	71	36	20	33	27	46	74	54	54	32	24	88	558
1919	16	38	45	52	13	21	46	38	32	69	104	105	577
1920	118	34	19	75	104	15	67	79	50	2	5	43	610
1921	83	5	13	31	57	60	27	58	16	36	17	51	454
1922	74	54	61	83	15	84	63	127	75	55	75	85	849
1923	49	34	49	39	58	51	50	49	29	158	55	35	654
1924	15	21	37	58	94	115	92	181	46	28	76	33	796
1925	42	31	21	62	21	13	123	96	46	46	31	102	632
1926	48	51	38	31	63	80	184	86	10	91	42	43	766
1927	36	39	47	118	36	92	94	77	77	20	79	27	740
1928	46	65	25	63	53	58	32	89	24	54	81	50	639
1929	27	31	11	35	53	61	61	38	48	59	28	66	516
1930	30	13	30	112	117	40	75	81	57	130	98	22	804
1931	84	30	26	60	36	62	79	120	68	30	20	49	664
1932	52	11	21	51	91	102	91	40	56	97	52	7	672
1933	23	44	39	22	120	77	80	118	34	41	35	9	642
1934	44	19	37	28	38	49	20	115	44	59	70	58	580
1935	74	81	30	85	76	51	16	70	51	75	27	53	688
1936	96	69	37	62	64	141	176	52	54	80	53	44	928
1937	71	105	70	71	58	56	50	41	37	41	20	50	670
1938	97	37	20	22	91	30	66	107	19	61	30	54	634
1939	87	41	65	44	67	85	75	89	81	126	112	48	920
1940	26	26	90	26	56	67	172	85	106	21	83	66	823
1941	69	40	80	65	124	121	102	105	65	156	36	77	1038
1942	37	23	34	22	75	60	102	53	36	80	52	46	617
1943	46	15	10	59	74	135	79	56	79	0	57	34	643
1944	57	46	51	37	78	84	154	85	72	40	130	39	872
1945	29	75	25	30	100	85	75	115	30	20	35	40	659
1946	30	115	25	10	80	110	65	55	50	65	22	27	654
1947	28	51	86	47	23	46	51	7	30	2	103	178	651
1948	99	88	34	23	20	57	165	85	15	22	24	16	646
1949	34	25	64	44	97	43	9	32	37	13	34	78	510
1950	41	92	12	61	66	34	94	72	94	38	127	32	764
1951	57	37	40	22	40	171	60	44	60	5	58	32	626
1952	65	21	122	69	32	66	13	62	107	88	91	76	812
1953	24	29	5	20	30	131	93	30	32	20	5	24	443
1954	57	16	18	55	58	47	203	89	101	64	23	57	787
1955	47	62	27	43	47	68	91	137	46	28	13	101	708
1956	43	16	46	45	58	82	123	97	36	50	43	35	671
1957	40	93	41	21	48	43	60	63	127	9	11	46	603
1958	55	82	28	46	77	77	108	79	73	54	11	75	764
1959	46	13	23	64	70	57	41	159	3	63	52	59	649
1960	61	23	33	28	68	28	48	91	21	137	70	67	674

Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahres- summe [mm]
1961	54	63	16	84	92	118	83	61	18	38	42	78	747
1962	46	67	62	62	51	45	81	29	63	4	16	63	587
1963	28	13	49	45	34	104	75	69	30	26	104	4	580
1964	28	17	24	27	82	30	11	54	44	49	46	21	432
1965	80	43	79	79	69	125	62	36	77	6	95	120	868
1966	33	49	64	71	64	110	117	75	21	100	46	150	901
1967	47	41	65	26	93	86	49	57	72	71	35	106	748
1968	77	33	58	65	61	49	78	91	96	50	30	24	711
1969	43	39	38	79	43	78	33	93	24	9	80	21	579
1970	35	114	59	89	68	28	62	108	27	94	50	58	792
1971	36	29	16	33	43	99	5	86	27	24	60	33	490
1972	16	7	31	59	84	72	73	49	45	31	59	10	537
1973	28	40	19	51	42	46	90	26	15	83	53	71	564
1974	47	52	48	12	50	79	114	73	49	121	57	118	819
1975	51	21	37	45	37	110	46	65	30	33	44	25	543
1976	121	9	24	6	33	18	48	10	52	32	47	44	445
1977	56	90	70	76	23	166	63	75	47	51	137	55	909
1978	50	29	69	13	111	77	84	89	85	43	12	141	802
1979	43	56	121	49	41	38	54	60	70	20	82	117	752
1980	53	84	56	63	46	68	130	42	29	67	39	69	746
1981	109	41	77	43	87	38	157	66	52	164	83	123	1041
1982	77	14	56	54	49	58	56	38	22	90	42	82	637
1983	102	45	47	104	91	16	24	57	58	25	76	36	680
1984	109	76	11	57	121	91	63	61	116	24	52	22	804
1985	50	24	27	46	78	80	80	43	35	12	69	58	604
1986	120	12	77	41	97	62	75	75	53	87	32	108	838
1987	60	39	76	28	77	154	113	54	46	34	52	70	802
1988	74	79	170	66	35	47	75	60	88	42	62	111	908
1989	30	50	41	75	37	81	152	48	52	62	50	91	769
1990	34	95	26	55	32	115	22	30	58	38	104	47	656
1991	40	19	22	26	32	119	15	28	52	12	61	75	499
1992	31	26	74	35	14	94	165	49	31	61	82	42	703
1993	85	28	18	32	53	116	96	43	51	44	33	173	773
1994	75	40	93	71	44	53	51	112	66	64	49	85	801
1995	140	73	80	54	62	140	151	73	92	25	45	61	994
1996	2	38	22	30	85	61	113	61	44	75	52	33	615
1997	23	102	49	31	32	71	187	42	26	41	22	52	678
1998	62	11	55	34	65	60	74	76	154	188	80	34	894
1999	70	60	48	56	57	88	78	81	73	32	34	98	774
2000	32	62	76	27	31	49	119	47	50	65	39	38	634
2001	67	42	125	60	13	73	90	34	116	43	91	70	823
2002	35	114	57	24	76	112	62	115	39	126	136	62	958
2003	84	17	11	26	73	23	49	21	40	63	19	50	477
2004	91	28	23	25	73	43	107	62	97	57	67	37	710
2005	66	60	18	44	67	42	79	101	107	28	41	56	710
2006	21	43	70	53	128	32	107	86	25	69	34	28	696
2007	99	66	46	6	126	91	122	54	89	22	84	53	858
2008	39	41	98	76	11	45	72	72	66	82	35	48	684
2009	30	51	69	70	60	65	129	34	59	62	77	88	795
2010	36	27	41	18	119	48	70	200	69	24	106	110	868
2011	78	17	10	14	33	146	133	106	95	66	1	119	819
2012	101	17	9	24	42	87	86	37	66	56	63	106	698
2013	72	36	35	33	141	127	55	51	72	45	77	23	767

Die graphische Darstellung in [Abbildung 7](#) zeigt eine typische Schwankung der Niederschlagssummen zwischen den Jahren. Die Spannweite liegt in den letzten 160 Jahren zwischen 432 (1964) und 1062 (1866), der Durchschnitt der Jahre 1851 bis 2013 beträgt 712 mm. Ein signifikanter Zu- oder Abnahmetrend des Jahresniederschlags für besagten Zeitraum in Bayreuth ist nicht vorhanden.

Der derzeitige Klimawandel zeigt sich in Bayreuth zurzeit noch nicht als auffälliges Muster in der Jahressumme. Jedoch haben in den letzten Jahrzehnten deutliche Verschiebungen der Niederschlagssummen und Niederschlagsarten und -intensitäten innerhalb monatlicher und jahreszeitlicher Zeiträume stattgefunden.

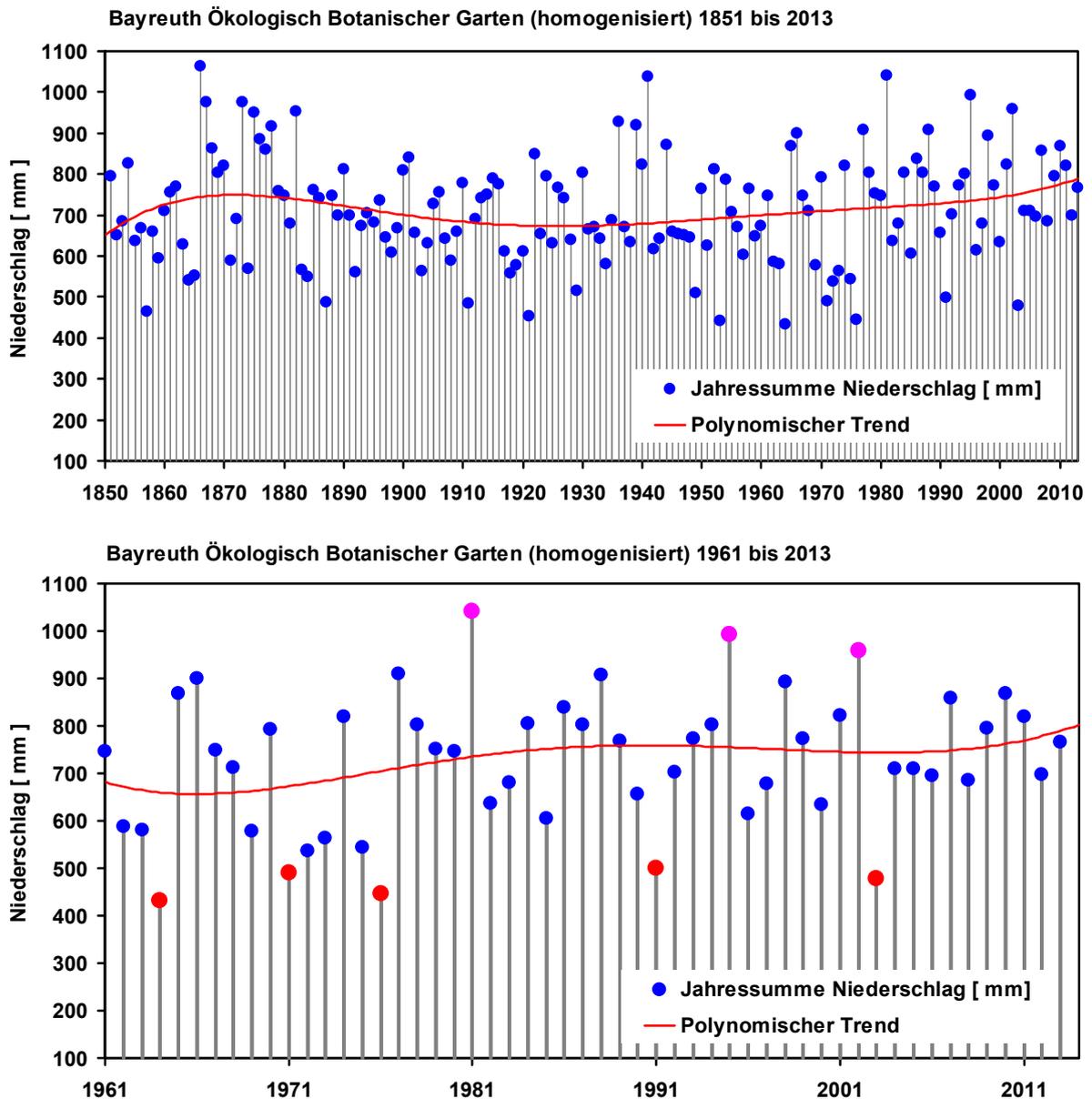


Abbildung 7: Zeitreihe Bayreuth 1851 bis 2013 (163 Jahre). Jahressummen des Niederschlags [mm] (blaue Punkte) plus polynomische Trendlinie (5. Ordnung, rote Linie). Oben: Gesamtzeitraum 1851 bis 2013; Unten: Zeitraum 1961 bis 2013 (rote Punkte: extrem trockene Jahre unter 500 mm, lila Punkte: extrem nasse Jahre über 950 mm). Homogenisierte Zeitreihe, korrigiert auf die Messwerte des ÖGB (Zeitreihenabschnitt ab 2001), J. Lüers.

5.4.5 Vergleich der Niederschlagsreihen Heinersreuth, ÖBG und Klärwerk

Da die Niederschlagsmessungen im Klärwerk Bayreuth auch seit der Verlegung der Wetterstation des DWD weitergeführt werden, besteht die Möglichkeit, die drei paral-

lelen Niederschlagsreihen in Bayreuth beginnend August 2006 miteinander zu vergleichen und so die Ergebnisse der Homogenisierung nochmals zu verifizieren.

Tabelle 20 listet die einzelnen monatlichen Niederschlagshöhen der drei Vergleichsjahre auf, sowie den Quotienten zwischen jeweils zwei der Stationen. Keine der Stationen erhält deutlich mehr Niederschläge als die anderen. Es fällt auf, dass die Stationen Klärwerk und Heinersreuth oft ein Verhältnis von fast 1 aufweisen.

Dies liegt an der geographischen Nähe und spiegelt sich auch im Korrelationskoeffizienten wieder. Er beträgt für die Stationen Heinersreuth und Klärwerk 0.96, für ÖBG und Klärwerk 0.94, für ÖBG und Heinersreuth 0.91. Der Korrelationskoeffizient gibt jedoch keine Auskunft über die Höhe der Werte, sondern gibt lediglich Auskunft darüber, wie stark die Werte der verglichenen Reihen zusammenhängen (Köhler, et al., 1996).

Tabelle 20: Niederschlagshöhen [mm] für die drei Bayreuther Stationen sowie der Quotient aus jeweils zwei Stationen.

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
2007													
Ökologisch Botanischer Garten	99	66.1	45.8	6.0	126	91	122	54.2	88.8	21.6	83.9	53.1	858
Heinersreuth	100	66.3	47.3	7.4	105	86.9	124	54.6	83.4	12.9	92.1	55.6	835
Klärwerk	89	64.3	44.3	8.2	113	68.6	128	53.8	85.7	17	86.3	53.1	811
Verhältnis:													
ÖBG/Klärwerk	1.1	1.0	1.0	0.7	1.1	1.3	0.9	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.1
ÖBG/Heinersreuth	1.0	1.0	1.0	0.8	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.7	0.9	1.0	1.0
Heinersreuth/Klärwerk	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	1.3	1.0	1.0	1.0	0.8	1.1	1.0	1.0
2008													
Ökologisch Botanischer Garten	39	41.3	98	75.6	10.7	44.9	72	71.6	65.5	81.9	34.6	47.9	684
Heinersreuth	43	59.6	94.1	88.2	5.9	46.5	127	67.2	67.2	74.9	37.1	52.9	764
Klärwerk	42	56.9	91.4	70.7	7.3	50	108	66	58.3	88.1	32.1	63.7	735
Verhältnis:													
ÖBG/Klärwerk	0.9	0.7	1.1	1.1	1.5	0.9	0.7	1.1	1.1	0.9	1.1	0.8	0.9
ÖBG/Heinersreuth	0.9	0.7	1.0	0.9	1.8	1.0	0.6	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	0.9
Heinersreuth/Klärwerk	1.0	1.0	1.0	1.2	0.8	0.9	1.2	1.0	1.2	0.9	1.2	0.8	1.0
2009													
Ökologisch Botanischer Garten	30	51.4	68.5	69.8	59.7	64.5	129	34.4	59.5	62.4	77.3	87.8	795
Heinersreuth	26	50.3	68.3	62.4	59.9	53.1	120	20.7	47.3	56.8	94.4	74.3	733
Klärwerk	22	46.4	67.9	66.3	69.8	52.6	131	29.8	52.9	57.3	70.2	77.2	744
Verhältnis:													
ÖBG/Klärwerk	1.4	1.1	1.0	1.1	0.9	1.2	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
ÖBG/Heinersreuth	1.2	1.0	1.0	1.1	1.0	1.2	1.1	1.7	1.3	1.1	0.8	1.2	1.1
Heinersreuth/Klärwerk	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.7	0.9	1.0	1.3	1.0	1.0

6 Schlussbemerkung und Danksagung

Die Homogenisierung der über 160 Jahre langen Hauptmessreihen Lufttemperatur und Niederschlag für den mitteleuropäischen Standort Bayreuth hat nicht nur für die Belange der Stadt und der Region Bayreuths sondern als Referenz für ganz Oberfranken und Nordbayern eine herausstehende Bedeutung, sowohl für Forschung und Lehre und kommunale Aufgaben, als auch für fast alle gesellschaftlichen Herausforderungen im Zuge der derzeitigen und weit in die Zukunft reichenden Klimawandelepoche.

Die über 160 Jahre nahezu ununterbrochene Klimabeobachtung in Bayreuth ist ein weltweit extrem seltener Glückfall (Bayreuth zählt zu den wenigen 30 Stationen Mitteleuropas mit über 150 verwendbaren Messjahren). Durch den Rückzug des Deutschen Wetterdienst aus Bayreuth haben seit 2001 die Mitarbeiter der Abteilung Mikrometeorologie der Universität Bayreuth mit Unterstützung des Ökologisch-Botanischen Gartens mit hohem finanziellen und großen personellen Arbeitseinsatz die professionelle meteorologische Beobachtung bis 2014 fortführen und mit Hilfe zahlreicher studentischer Abschlussarbeiten über die Region hinausgehende wissenschaftliche Auswertung beginnen können. Es wäre ein großes Signal der Universität Bayreuth den Betreib, aber vor allem die wissenschaftliche Betreuung der Messeinrichtungen finanziell zu unterstützen und die bisher herausstehende Klimabeobachtung unbefristet für die Zukunft zu sichern.

Unser Dank gilt dem Deutschen Wetterdienst für die Bereitstellung der Daten im Rahmen des Abkommens mit der Universität Bayreuth, Abteilung Mikrometeorologie. Dank gilt im speziellen Herrn Dr. Hermann Mächel vom Deutschen Wetterdienst in Offenbach für die Übermittlung der „Metadaten“ der Stationsgeschichte und so manche Hilfe bei speziellen Fragen zu den historischen Daten.

Sehr zu danken ist auch Herr König und Herr Hahn vom Klärwerk Bayreuth – nicht nur - für die Bereitstellung der Niederschlagsdaten seit August 2006, Herr Helmut Zapf von der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Bayreuth für die Bereitstellung historischer Bücher, Herr Walter Bartl vom Stadtarchiv sowie Herr Peter Kohler für das Heraussuchen alter Dokumente und Pläne, Herr Klaus Will für Informationen über digitales Kartenmaterial.

7 Literatur

- Alexandersson, H (1986): A homogeneity test applied to precipitation data, *International Journal of Climatology*, 6, 661-675.
- Alexandersson, H and Moberg, A. (1997): Homogenization of Swedish temperature data. Part I: Homogeneity test for linear trends, *International Journal of Climatology*, 17, 253-4.
- Buishand, T.A. (1982): Some methods for testing the homogeneity of rainfall records, *Journal of Hydrology*, 58, 11-27.
- Deutscher Wetterdienst (seit 1953): Deutsches Meteorologisches Jahrbuch, Bundesrepublik Deutschland [s.n.]. Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main.
- Dingman, S.L. (2002): *Physical Hydrology, Precipitation* p. 94-165. Prentice Hall, New Jersey.
- Foken, T Hrsg. (2003): *Lufthygienisch-Bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales*. Selbstverlag Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung (BITÖK): Bayreuther Forum Ökologie, Bd. 100, 69+XLVIII.
- Herath, Fritz (1955): *Klimatologische Daten von Bayreuth*, Bericht der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Bayreuth [s.n.], Bd. 9, S. 362.
- Herzog, Jutta und Müller-Westermeier, G (1998): *Homogenitätsprüfung und Homogenisierung klimatologischer Messreihen im Deutschen Wetterdienst*. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, 202, Offenbach am Main, 27 S.
- Hupfer, P und Kuttler, W (2005): *Witterung und Klima*. B.G. Teubner, Wiesbaden.
- Köhler, W; Schachtel, G und Voleske, P (1996): *Biostatistik: Eine Einführung für Biologen und Agrarwissenschaftler*. Springer, Berlin.
- Kumm, Helmut (1983): *Vergleichsmessungen mit windgeschützten und ungeschützten Niederschlagsmessgeräten*. Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, 44 S.
- Moberg, A and Alexandersson, H (1997): Homogenization of Swedish temperature data. Part II: Homogenized gridded air temperature compared with a subset of global gridded air temperature since 1861, *International Journal of Climatology*, 17, 355-4.
- München Meteorolog. Zentralstation (1879 bis 1933): *Deutsches Meteorologisches Jahrbuch Bayern*. München [s.n.].
- Reichswetterdienst (1934 bis 1944): *Deutsches Meteorologisches Jahrbuch*. Amt für Wetterdienst, Frankfurt, Kissingen, [s.n.].
- Schönwiese, C-D (2000): *Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler*. Bornträger, Stuttgart.
- Schönwiese, C-D; Malcher, J; Hartmann, C (1986): *Globale Statistik langer Temperatur- und Niederschlagsreihen*. Berichte des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Frankfurt am Main, Bd. 65, 134 S.
- Unbekannt (1856): *Meteorologische Beobachtungen in Franken*, Verhandlungen der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg (Buchabschnitt), Bd. 6., Stahl'sche Buchhandlung, Würzburg.
- Winkler, Peter (2009): *Wissenschaftshistorische Untersuchungen zur Geschichte und insbesondere zur Datenqualität der langen meteorologischen Reihen des Observatoriums Hohenpeißenberg*. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, 233, Offenbach am Main, 187 S.

Previously published “Work Reports” of the University of Bayreuth, Department of Micrometeorology

Nr	Author(s)	Title	Year
01	Foken	Der Bayreuther Turbulenzknecht	01/1999
02	Foken	Methode zur Bestimmung der trockenen Deposition von Bor	02/1999
03	Liu	Error analysis of the modified Bowen ratio method	02/1999
04	Foken et al.	Nachfrostgefährdung des ÖBG	03/1999
05	Hierteis	Dokumentation des Experimentes Dlouhá Louka	03/1999
06	Mangold	Dokumentation des Experimentes am Standort Weidenbrunnen, Juli/August 1998	07/1999
07	Heinz et al.	Strukturanalyse der atmosphärischen Turbulenz mittels Wavelet-Verfahren zur Bestimmung von Austauschprozessen über dem antarktischen Schelfeis	07/1999
08	Foken	Comparison of the sonic anemometer Young Model 81000 during VOITEX-99	10/1999
09	Foken et al.	Lufthygienisch-bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales, Zwischenbericht 1999	11/1999
10	Sodemann	Stationsdatenbank zum BStMLU-Projekt Lufthygienisch-bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales	03/2000
11	Neuner	Dokumentation zur Erstellung der meteorologischen Eingabedaten für das Modell BEKLIMA	10/2000
12	Foken et al.	Dokumentation des Experimentes VOITEX-99	10/2000
13	Bruckmeier et al.	Documentation of the experiment EBEX-2000, July 20 to August 24, 2000	01/2001
14	Foken et al.	Lufthygienisch-bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales	02/2001
15	Göckede	Die Verwendung des Footprint-Modells nach Schmid (1997) zur stabilitätsabhängigen Bestimmung der Rauigkeitslänge	03/2001
16	Neuner	Berechnung der Evaporation im ÖBG (Universität Bayreuth) mit dem SVAT-Modell BEKLIMA	05/2001
17	Sodemann	Dokumentation der Software zur Bearbeitung der FINTUREX-Daten	08/2002
18	Göckede et al.	Dokumentation des Experiments STINHO-1	08/2002
19	Göckede et al.	Dokumentation des Experiments STINHO-2	12/2002
20	Göckede et al.	Characterisation of a complex measuring site for flux measurements	12/2002
21	Liebenthal	Strahlungsmessgerätevergleich während des Experiments STINHO-1	01/2003
22	Mauder et al.	Dokumentation des Experiments EVA_GRIPS	03/2003
23	Mauder et al.	Dokumentation des Experimentes LITFASS-2003, Dokumentation des Experimentes GRASATEM-2003	12/2003
24	Thomas et al.	Documentation of the WALDATEM-2003 Experiment	05/2004
25	Göckede et al.	Qualitätsbegutachtung komplexer mikrometeorologischer Messstationen im Rahmen des VERTIKO-Projekts	11/2004
26	Mauder & Foken	Documentation and instruction manual of the eddy covariance software package TK2	12/2004
27	Herold et al.	The OP-2 open path infrared gas analyser for CO ₂ and H ₂ O	01/2005
28	Ruppert	ATEM software for atmospheric turbulent exchange measurements using eddy covariance and relaxed eddy accumulation systems and Bayreuth whole-air REA system setup	04/2005
29	Foken (Ed.)	Klimatologische und mikrometeorologische Forschungen im Rahmen des Bayreuther Institutes für Terrestrische Ökosystemforschung (BITÖK), 1989-2004	06/2005
30	Siebeke & Serafimovich	Ultraschallanemometer-Überprüfung im Windkanal der TU Dresden 2007	04/2007
31	Lüers & Bareiss	The Arctic Turbulence Experiment 2006 PART 1: Technical documentation of the ARCTEX 2006 campaign, May, 2nd to May, 20th 2006	07/2007
32	Lüers & Bareiss	The Arctic Turbulence Experiment 2006 PART 2: Visualization of near surface measurements during the ARCTEX 2006 campaign, May, 2nd to May, 20th 2006	07/2007
33	Bareiss & Lüers	The Arctic Turbulence Experiment 2006 PART 3: Aerological measurements during the ARCTEX 2006 campaign, May, 2nd to May, 20th 2006	07/2007
34	Metzger & Foken et al.	COPS experiment, Convective and orographically induced precipitation study, 01 June 2007 – 31 August 2007, Documentation	09/2007

Nr	Author(s)	Title	Year
35	Staudt & Foken	Documentation of reference data for the experimental areas of the Bayreuth Centre for Ecology and Environmental Research (BayCEER) at the Waldstein site	11/2007
36	Serafimovich et al.	ExchanGE processes in mountainous Regions (EGER) - Documentation of the Intensive Observation Period (IOP1), September, 6th to October, 7th 2007	01/2008
37	Serafimovich et al.	ExchanGE processes in mountainous Regions (EGER) - Documentation of the Intensive Observation Period (IOP2), June, 1st to July, 15th 2008	10/2008
38	Siebicke	Footprint synthesis for the FLUXNET site Waldstein/Weidenbrunnen (DE-Bay) during the EGER experiment.	12/2008
39	Lüers & Foken	Jahresbericht 2008 zum Förderprojekt 01879 - Untersuchung der Veränderung der Konzentration von Luftbeimengungen und Treibhausgasen im hohen Fichtelgebirge 2007 – 2013	01/2009
40	Lüers & Foken (Eds.)	Proceedings of the International Conference of "Atmospheric Transport and Chemistry in Forest Ecosystems" Castle of Thurnau, Germany, Oct 5 to Oct 8, 2009	10/2009
41	Biermann et al.	Mesoscale circulations and energy and gas exchange over the Tibetan Plateau – Documentation of the micrometeorological experiment, Nam Tso, Tibet , 25 June 2009 – 08 August 2009	12/2009
42	Foken & Falke	Documentation and Instruction Manual for the Krypton Hygrometer Calibration Instrument	01/2010
43	Lüers & Foken	Jahresbericht 2009 zum Förderprojekt 01879 - Untersuchung der Veränderung der Konzentration von Luftbeimengungen und Treibhausgasen im hohen Fichtelgebirge 2007 – 2013	07/2010
44	Biermann & Leipold (Ed.)	Tibet Plateau Atmosphere-Ecology-Glaciology Cluster Joint <i>Kobresia</i> Ecosystem Experiment: Documentation of the first Intensive Observation Period (IOP 1) summer 2010 in Kema, Tibet	01/2011
45	Zhao et al.	Complex TERRain and ECOlogical Heterogeneity (TERRECO);WP 1-02: Spatial assessment of atmosphere-ecosystem exchanges via micrometeorological measurements, footprint modeling and mesoscale simulations ; Documentation of the Observation Period May 12th to Nov. 8th, 2010, Haeon, South Korea	03/2011
46	Mauder & Foken	Documentation and Instruction Manual of the Eddy-Covariance Software Package TK3	05/2011
47	Serafimovich et al.	ExchanGE processes in mountainous Regions (EGER)-Documentation of the Intensive Observation Period (IOP3) June, 13th to July, 26th 2011	11/2011
48	Hübner et al.	Documentation and Instruction Manual for the Horizontal Mobile Measuring System (HMMS)	12/2011
49	Lüers et al.	The Arctic Turbulence Experiment 2009 -additional laser Scintillometer measurement campaign 2009 at the Bayelva catchment on Svalbard: Technical documentation and visualization of the near surface measurements during the ARCTEX-2009 campaign, August, 10th to August, 20th 2009	02/2012
50	Foken	Klimawanderweg auf der Landesgartenschau in Bamberg 2012	04/2012
51	Ruppert et al.	Whole-air relaxed eddy accumulation for the measurement of isotope and trace-gas fluxes	05/2012
52	Foken	Jahresbericht 2010-11 zum Förderprojekt 01879 -Untersuchung der Veränderung der Konzentration von Luftbeimengungen und Treibhausgasen im hohen Fichtelgebirge 2007 – 2013	12/2012
53	Gerken et al.	Documentation of the Atmospheric Boundary Layer Experiment, Nam Tso, Tibet, 08th of July – 08th of August 2012	03/2013
54	Biermann (Ed.)	Tibet Plateau Atmosphere-Ecology-Glaciology Cluster Joint <i>Kobresia</i> Ecosystem Experiment: Documentation of the 2nd Intensive Observation Period (IOP 2) summer 2012 in KEMA, Tibet	05/2013
55	Babel et al.	Documentation of the EVENT-HMMS Experiment 2012 – Microclimatological effects of rain-out shelters within EVENT II	06/2013
56	Lüers et al.	160 Jahre Bayreuther Klimazeitreihe - Homogenisierung der Bayreuther Lufttemperatur- und Niederschlagsdaten	05/2014