

Erst zum Gipfel, dann wieder talwärts: Die Temperaturentwicklung in Deutschland seit 1980 und deren wesentliche Ursachen – Teil 1

geschrieben von Kämpfe, Kowatsch, Leistenschneider | 18. Februar 2013

...Im Ruhrgebiet bremsen hingegen stagnierende Bevölkerungszahlen und Deindustrialisierung den dortigen Temperaturanstieg etwas. Aus Stationsvergleichen des DWD- Netzes konnte ein zusätzlicher, großstadtbedingter WI- Effekt von 0,4 bis 0,8 K ermittelt werden. Trotz meist sinkender Einwohnerzahlen und eher mäßiger Wirtschaftsentwicklung bescherte eine überdurchschnittliche Bautätigkeit (Verkehrsinfrastruktur, großflächige Handelseinrichtungen, touristische Erschließung) auch Ostdeutschland wesentliche, WI- bedingte Erwärmungseffekte. In weiteren Folgen dieser Untersuchungsreihe wird sich aber zeigen, dass es noch mehr wesentliche Erwärmungsursachen gab und diese sich teilweise bedingt haben.

Einführung

Im Rahmen einer Untersuchung aus dem Jahr 2012 hatten wir anhand der Station Erfurt- Bindersleben gezeigt, dass die in den vergangenen 3 Jahrzehnten beobachtete Erwärmung mehrere Ursachen hatte, von denen die Zunahme der Sonnenscheindauer/Sonnenaktivität sowie durch geänderte Flächennutzung und zunehmende Bebauung bedingte Effekte (im Folgenden der

Einfachheit halber WI- Effekt genannt, WI = Wärmeinsel) den größten Erwärmungsbeitrag, ausschließlich auf Erfurt bezogen, leisteten. Doch auch Schwankungen der Zirkulationsverhältnisse (Großwetterlagen, NAO), die ihrerseits in solaren Ereignissen ihren Ursprung haben, verursachten einen gewissen „Erwärmungseffekt“. Die Erwärmung verlief nicht gleichmäßig. Einem besonders raschen Temperaturanstieg um 1988/1990 folgte noch eine leichte Erwärmung bis etwa 2000, danach stagnierten die Temperaturen auf hohem Niveau, beziehungsweise sanken sogar wieder leicht. Im Folgenden soll die Ursachenforschung unter Einbeziehung weiterer Stationen, Daten zur Sonnenscheindauer, den Großwetterlagen, der Sonnenaktivität und weiterer Faktoren vertieft werden.

Teil 1- Der Temperaturverlauf seit 1980 in Deutschland und der WI- Effekt als eine wichtige Ursache

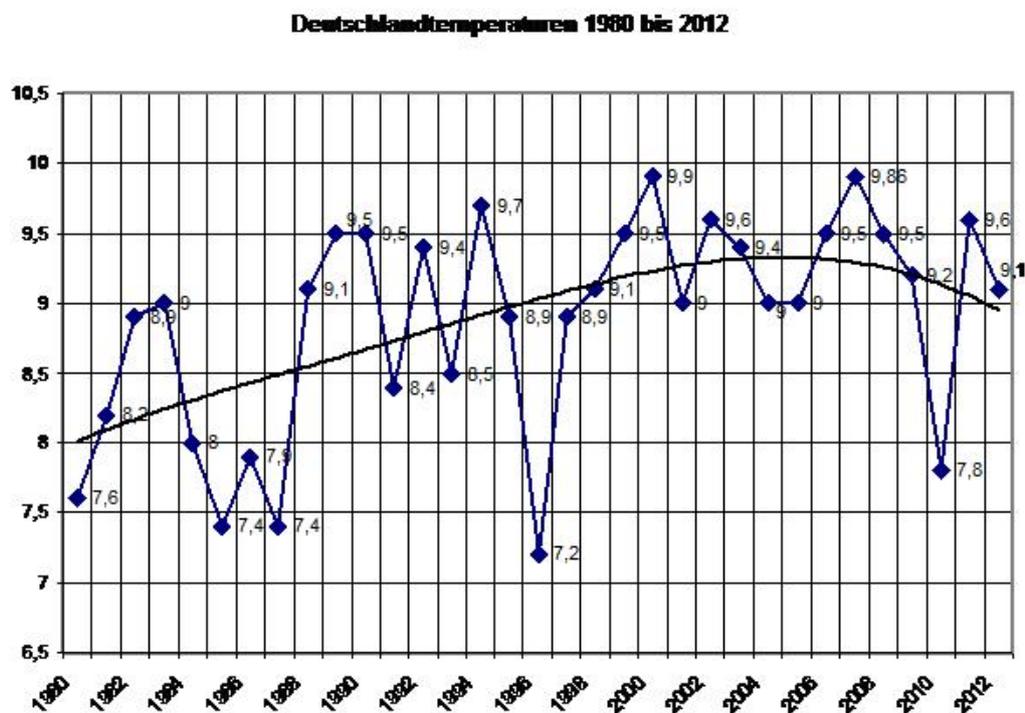


Abb. 1: Die Grafik verwendet die Original- Daten des Deutschen Wetterdienstes. Diese sind noch nicht WI- bereinigt. Im Betrachtungszeitraum beträgt der WI der deutschen Stationen etwa 0,5

GradC. Trotzdem würde auch nach einer WI- Bereinigung der DWD-Daten noch ein leichtes Wärmeplus über die letzten 33 Jahre bleiben; doch seit den mittleren 2000er Jahren geht's wieder bergab. Anmerkung: Die „Deutschland- Temperatur“ ist eine Rechengröße (arithmetisches Mittel der einzelnen Stationen). Bei solchen Mittelwertbildungen wird stets ausgeblendet, dass jeder Ort sein eigenes Klima hat. Daher sollten derartige Betrachtungen stets im Zusammenhang mit einzelnen Stationsdaten erfolgen, um regionale Unterschiede zu erkennen.

Für den Zeitraum seit 1980 sind noch am ehesten Daten verfügbar, und er ist den meisten Lesern sicher am besten im Gedächtnis geblieben. Die Datenbeschaffung für diese und alle folgenden Auswertungen war nicht ganz einfach, und die Qualität der Daten dürfte aufgrund der sehr

verschiedenen Quellen (DWD, Wikipedia, PIK Potsdam, Berliner Wetterkarte, Wettermagazin, Wetteronline, Wetterkontor, Meteorologischer Dienst der DDR, Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg) sowie dem Wechsel der Messinstrumente und der Erfassungszeiten keinesfalls immer gleichwertig sein. Trotzdem liefert die Auswertung erstaunliche Ergebnisse.

Die Temperaturentwicklung verschiedener Stationen im Vergleich- große Unterschiede!
Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen an 6 gut über das Bundesgebiet verteilten Stationen:

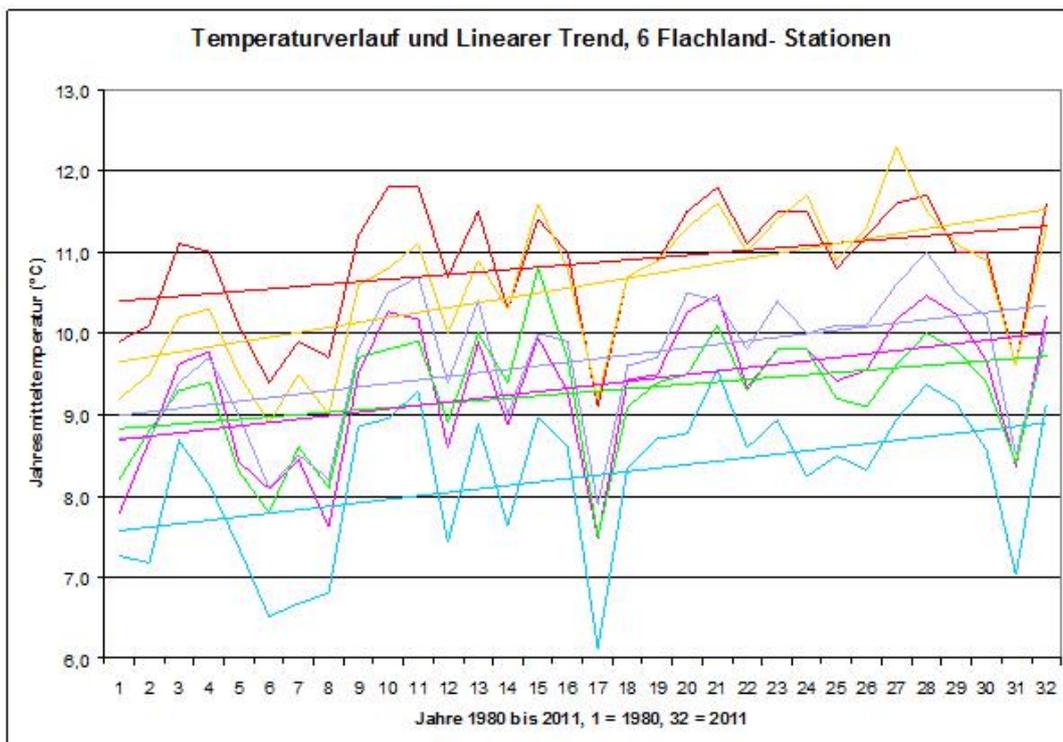


Abb. 2: Düsseldorf (Rot), Offenbach (Gelb), Helgoland (Blauviolett), Nürnberg (Grün), Potsdam (Dunkelrosa) und Erfurt (Hellblau) im Vergleich.

Anmerkung: Der „Lineare“ Trend täuscht einen mehr oder weniger starken Temperaturanstieg über den ganzen Zeitraum vor, der aber nach dem Jahr 2000 in Stagnation bis leichten Rückgang übergegangen ist. Bevor wir dies veranschaulichen, wollen wir das recht unterschiedliche Verhalten diskutieren. Offenbach „überholt“

Düsseldorf, während Nürnberg zurückbleibt, sogar hinter Potsdam zurückfällt, und sich die Anstiege von Helgoland, Potsdam, Erfurt und Brocken (aus gestalterischen Gründen hier nicht abgebildet, da wesentlich kälter als die gezeigten 6 Stationen und schwer in derselben Abbildung darstellbar) ähneln. Da uns der enorme Temperaturanstieg in Offenbach (gut 0,6 K/Jahrzehnt, etwa doppelt soviel wie in Nürnberg und Düsseldorf, fast doppelt soviel wie im Deutschlandmittel!) erklärungsbedürftig erschien, haben wir zur Verifizierung die nicht weit entfernte Station Frankfurt/Main (Flughafen) zusätzlich ausgewertet. Es zeigte sich, dass deren Temperaturverlauf den in Offenbach bestätigt; der Anstieg war in Frankfurt mit 0,66K/Jahrzehnt sogar noch geringfügig größer. Spätestens an dieser Stelle kommen Verfechter

einer vorrangig durch CO₂ verursachten Erwärmung in erste Erklärungsnot, denn es ist auszuschließen, dass sich der CO₂-Backgroundlevel, der sich in den CO₂-Messdaten widerspiegelt, über einen Betrachtungszeitraum von 32 Jahren regional in Deutschland sehr unterschiedlich erhöht hat. Und hätte ein übergeordneter, Erwärmungsantrieb, beispielsweise durch CO₂, die Dominanz, so hätten sich nach dem Strahlungsgesetz von PLANCK die kältesten Stationen Brocken, Erfurt, Nürnberg und Potsdam deutlich schneller erwärmen müssen, als das von Natur aus ohnehin schon warme Offenbach. Wesentlich plausibler ist hingegen eine andere Annahme, die vor allem die stärkere Erwärmung von Offenbach (Rhein- Main- Gebiet) gegenüber Düsseldorf (Ruhrgebiet) erklärt- der WI- Effekt. Wie schon in zahlreichen

früheren Beiträgen erläutert (MALBERG 2009, LEISTENSCHNEIDER, KOWATSCH, KÄMPFE 2010 bis 2012), bewirken zunehmende Bebauung, Besiedlung, geänderte Landnutzung und zahlreiche künstliche Wärmequellen wie Verkehr, Industrie oder Heizungen, eine Erwärmung, die in Gebieten mit stark zunehmender Bebauung und hoher Bevölkerungsdichte besonders markant ausfällt. Somit ist es sehr wahrscheinlich, dass WI- Effekte in der Rhein- Main- Region besonders stark temperaturwirksam wurden. Diese Tatsache erklärt den stärkeren Temperaturanstieg von Offenbach gegenüber Düsseldorf auch deshalb, weil die Bevölkerungsentwicklung ein wichtiger Indikator für den WI- Effekt ist (steigende Einwohnerzahlen wirken erwärmend).

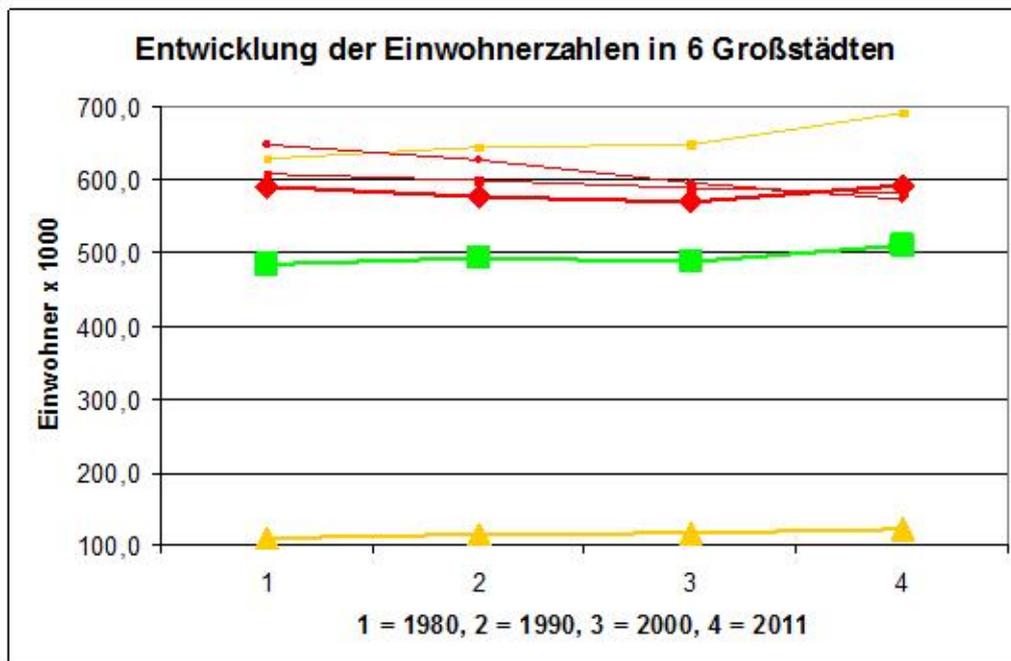


Abb. 3: Entwicklung der Einwohnerzahlen (Quelle: Wikipedia) in Offenbach (Gelb), Nürnberg (Grün) und Düsseldorf (Rot). Weil der WI-Effekt nicht nur unmittelbar am Standort selbst wirkt, sondern auch von benachbarten Regionen „eingetragen“ wird, sind hier wichtige, in der Nähe gelegene Städte (dünne, gelbe Linie Frankfurt/Main, 2 dünne, rote Linien Essen und Dortmund), mit dargestellt. Während die Bevölkerungszahl im Rhein- Main- Gebiet kontinuierlich stieg, besonders auch im letzten Jahrzehnt,

sank sie in Düsseldorf bis 2000 deutlich, danach stieg sie wieder geringfügig, während sie aber in den Ruhrgebietsstädten Dortmund und Essen weiter fiel. In Nürnberg schwankte sie bis 2000 um die 490.000 und stieg dann im letzten Jahrzehnt deutlich.

Anmerkung: In den ostdeutschen Großstädten sind die Einwohnerzahlen zwar teilweise gestiegen, so auch in Erfurt. Allerdings verdeckten hier großflächige Eingemeindungen (Gebietsreform in Thüringen 1993/94) teils erhebliche Bevölkerungsrückgänge, so dass die für die Quantifizierung des WI-Effekts viel besser geeigneten Einwohnerzahlen pro km² reell dort wohl meist gesunken sind. Leider sind zeitliche längerfristige Entwicklungen von Einwohnerzahlen/km² kaum verfügbar, und frühere Gebietsreformen und

Eingemeindungen verfälschen leider fast überall die Zahlen.

Offenbach und das Rhein- Main- Gebiet gehören aber zu den wenigen Regionen mit reell steigenden Einwohnerzahlen in Deutschland; die Einwohnerzahlen sind dort beispielsweise seit 2000 jährlich um etwa 1% gestiegen (zahlreiche Quellen, zum Beispiel M. BÖSS, 2009). Von den 3 Städten mit einigermaßen verlässlicher Datenlage zur Bevölkerungsentwicklung weist Offenbach daher auch folgerichtig die größte Bevölkerungszunahme auf:

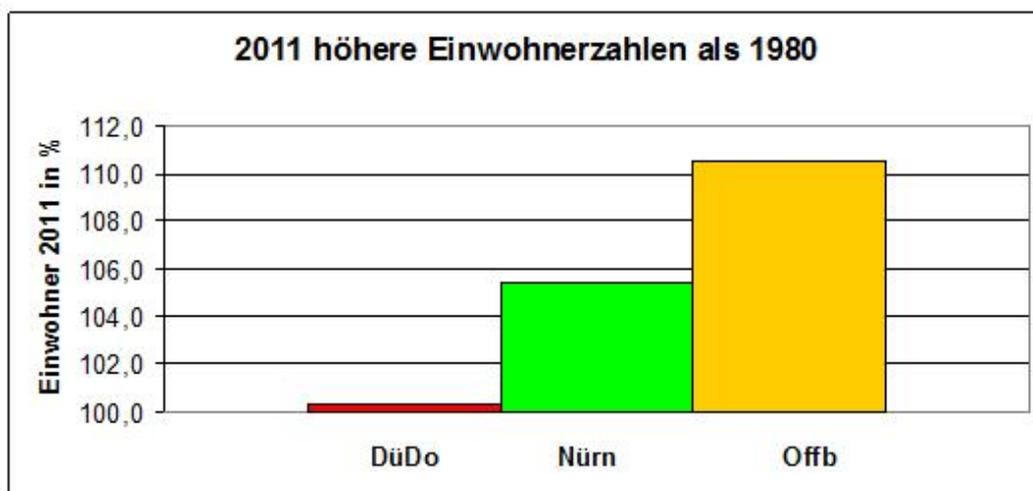


Abb. 4: Während die Einwohnerzahl in Düsseldorf im Vergleich zu 1980 nur geringfügig zunahm, liegt Nürnberg

im Mittelfeld, während Offenbach mit reichlich 10% einen regelrechten Boom erlebte.

Dabei ist zu beachten, dass die WI-bedingte Erwärmung nicht immer linear der Bevölkerungszunahme folgen muss; der Zusammenhang kann auch den Ertragsgesetzen ähneln. Der bekannte Klimawissenschaftler, Dr. Spencer hat dies in seiner Arbeit "*The Global Average Urban Heat Island Effect in 2000 Estimated from Station Temperatures and Population Density Data*" nachweisen können, aus dem die folgende Abbildung stammt.

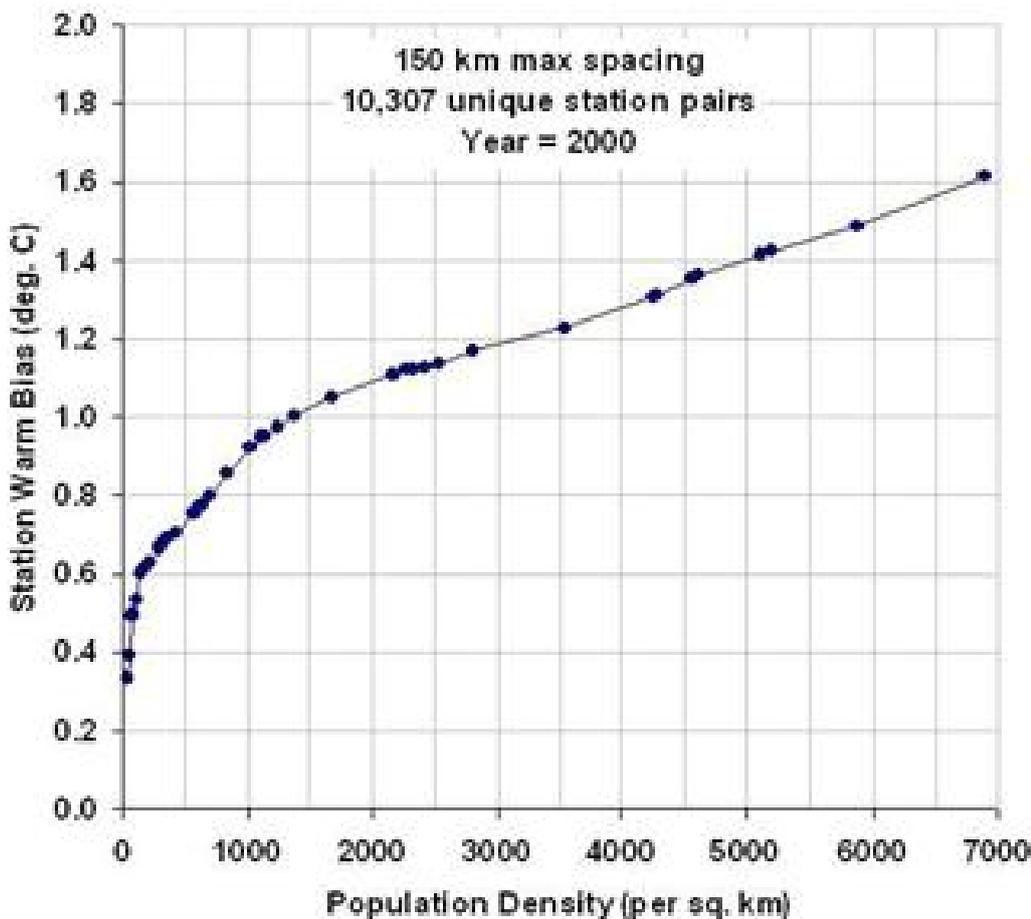


Abb. 5: In seiner Veröffentlichung vom 03. März 2010 berichtet der bekannte Physiker und Klimawissenschaftler Dr. Roy Spencer, dass die Auswirkungen des Wärmeinseleffekts von der Besiedlungsdichte abhängen. Bei Änderungen von geringen Bevölkerungsdichten ist dieser proportional am stärksten, d.h. hier tritt die größte Erwärmung auf. Das heißt, in unbesiedelten oder sehr dünn besiedelten Regionen

bewirken beispielsweise 1000 Einwohner Zuzug eine viel größere Erwärmung als in klimatisch ähnlichen, gleich großen, aber bereits dicht besiedelten Regionen (Sättigungsgesetz). Für europäische und nordamerikanische Städte hat OKE (1973) Formeln aufgestellt, welche die maximale, momentane Erwärmung (T) einer Stadt im Vergleich zu ihrem ländlichen Umland in Bezug zur städtischen Einwohnerzahl (P) setzen. Allerdings erlauben derartige Formeln bestenfalls sehr grobe Abschätzungen.

Nordamerikanische Großstädte erwärmen sich in der Regel um einige Grad mehr als vergleichbare in Europa und damit auch in Deutschland.

Europa: $\Delta T_u - r(max) = 2.01 \log_{10}(P) - 4.06$

Nordamerika: $\Delta T_u - r(max) = 2.96 \log_{10}(P) - 6.41$. Die folgende

Abbildung veranschaulicht nochmals diesen Zusammenhang:

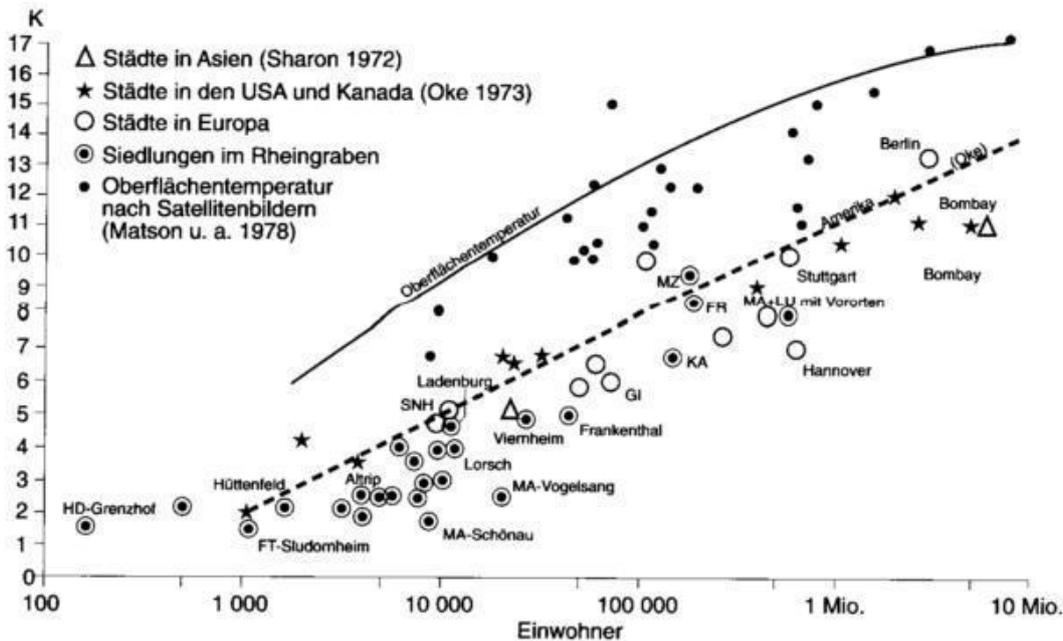


Abb. 6: Degressiver Zusammenhang zwischen steigender Einwohnerzahl und Oberflächentemperatur (obere, durchgezogene Linie)

Im Gegensatz zum boomenden Offenbach und zum gesamten Rhein- Main- Gebiet stagnieren die Einwohnerzahlen des Ruhrgebiets seit Jahrzehnten oder sind gar leicht rückläufig:

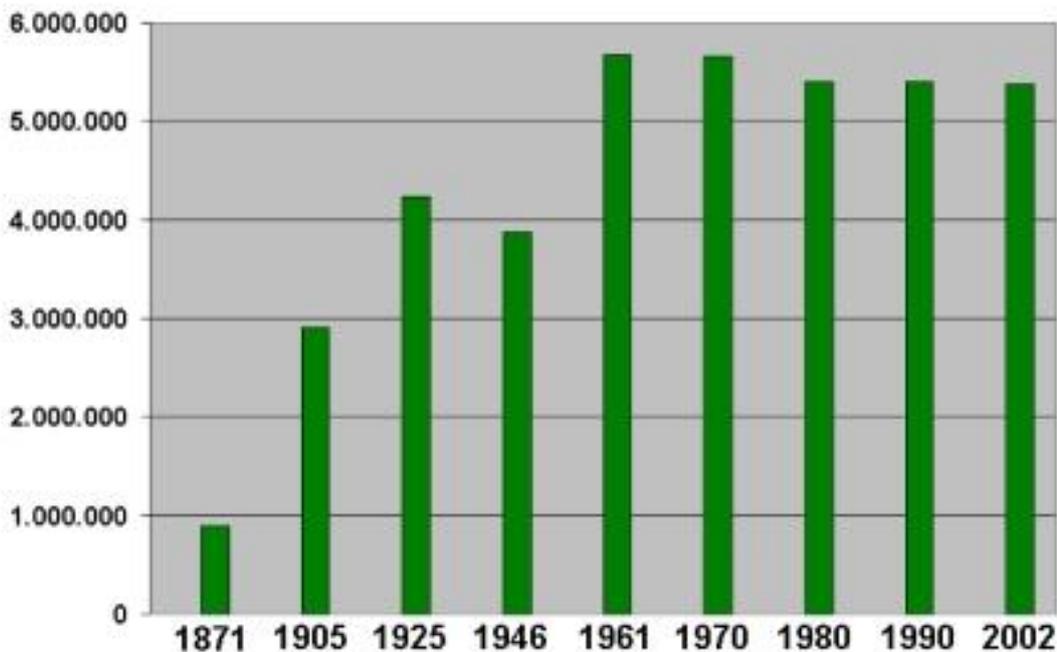


Abb.7: Bevölkerungsentwicklung im Ruhrgebiet

Quelle: Grafik Sven Sendfeld/ Daten KVR 2002

Es muss aber betont werden, dass Bevölkerungsänderungen nur einen Teil des WI- Effekts verursachen. Um den Einfluss der Bevölkerungszahlen und Besiedlungsdichte auf die Temperaturen in Deutschland einmal grob abzuschätzen, haben wir einen Vergleich durchgeführt. Dabei wurden 5 Stationen, die dörflich sind oder in der Nähe von nur mittelgroßen Städten von etwa 40.000 bis 80.000 Einwohnern und Einwohnerdichten von

deutlich unter $1000\text{EW}/\text{Km}^2$ liegen, mit 5 anderen Stationen in nahezu identischer Höhenlage und geografischer Breite verglichen, die aber in deutlich weniger als 10Km Entfernung zum Rand von dicht besiedelten Großstädten ($>1000\text{EW}/\text{Km}^2$) liegen. Zwei dieser 5 großstädtisch beeinflussten Stationen, nämlich das mit Abstand wärmste Leverkusen und das gleich dahinter folgende Duisburg-Friemarsheim, liegen sogar mitten in Großstädten. Alle 10 Einzelstationen gehören dem Binnenland- Klima im nordwestdeutschen Tiefland an; jede der beiden Gruppen weist durchschnittliche Höhenlagen von knapp 50 Metern auf. Verfügbar waren die Jahresmitteltemperaturen der Jahre 1999 bis 2004 (Quelle: DWD, Witterungsreport). Es wurden die arithmetischen Temperaturmittelwerte der beiden Fünfergruppen gebildet;

ihr Jahresgang ist in der Abbildung 8 dargestellt:

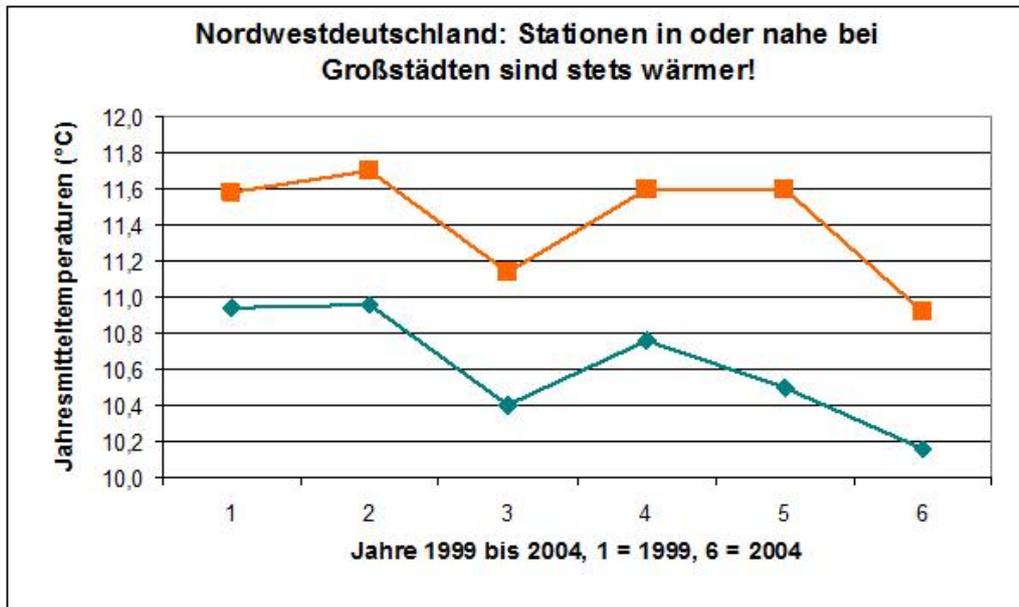


Abb. 8: Gang der Mittelwerte aus den 5 Großstadt- beeinflussten Stationen (Orange) Leverkusen (44m), Duisburg-Friemarsheim (31m), Tönisvorst bei Krefeld (39m), Düsseldorf (Flughafen, 37m) und Köln- Bonn (Flughafen, 92m) mit denen der 5 mittelstädtischen bis ländlichen, dünner besiedelten Nachbar- Stationen (Blaugrün) Kleve (46m), Bocholt (21m), Lingen (Ems, 24m), Lippstadt- Bökenförde (92m) und Heinsberg- Schleiden nördlich von Aachen (57m). Alle Stationen liegen

im Binnenland, sind im Mittel also etwa gleich hoch gelegen (>20 und <95m) und weisen fast die gleiche geografische Breite auf.

Nun könnte eingewendet werden, es handele sich dabei um eine nordrheinische Besonderheit. Aber in dem rückständigen, von Agrarwirtschaft, sinkender Einwohnerzahl und weitgehend fehlender Großindustrie geprägten Kleinstaat Thüringen, wo es auch viel weniger Großstädte, darunter keine mit auch nur annähernd 500000 Einwohnern, gibt, von denen Erfurt-Bindersleben und Gera- Leumnitz außerdem wegen ihrer relativ großen Höhenlage >300 m schwer vergleichbar sind, zeigt sich für die gut 100000 Einwohner zählende Stadt Jena ein ähnliches Bild (Quelle: DWD, Witterungsreport):

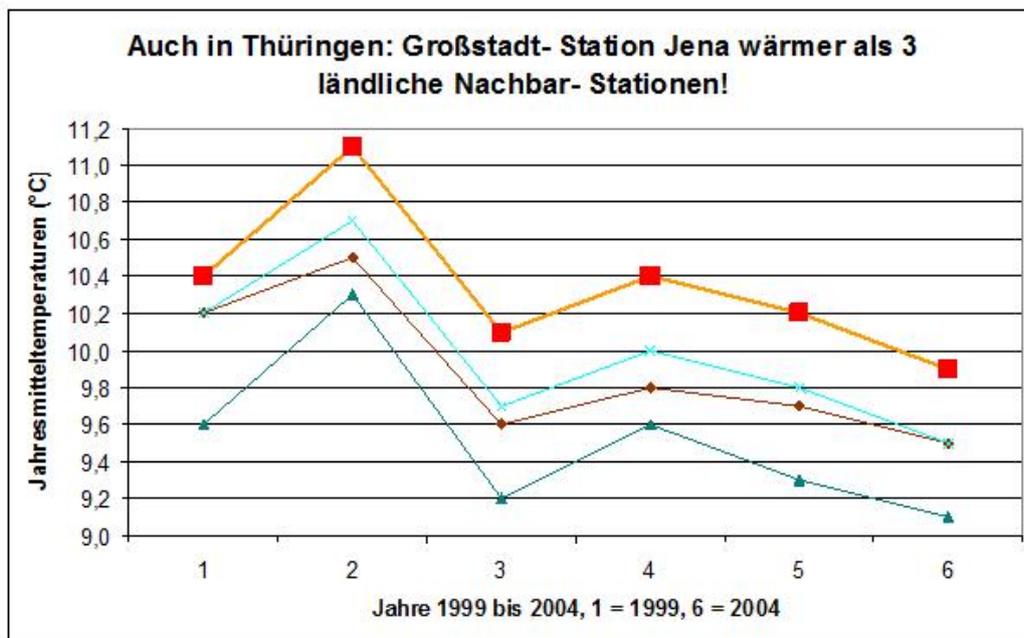


Abb . 9: Vergleich der Jahresmitteltemperaturen der inmitten der Großstadt gelegenen Station Jena- Sternwarte (Saale)155m (Orangerote, dicke Linie) mit kleinstädtisch- ländlichen Nachbar- Stationen ähnlicher Höhenlage (Hellbau Bad Kösen/Saale 136m in Sachsen- Anhalt, nahe Thüringer Landesgrenze, Braun Artern/Unstrut 164m, Blaugrün Tegkwitz 193m (Altenburger Land). Anmerkung: Die Großstadt Jena ist mit 923 EW/km² deutlich weniger dicht besiedelt als die Ruhrgebietsstädte, was die etwas geringeren Temperaturdifferenzen zum

Umland erklärt.

Der städtische Wärmeinsel- Effekt zeigt sich auch am gehäuften Auftreten Wärme liebender (thermophiler) Pflanzenarten in den Städten (KÄMPFE 1998).

Unter vergleichbaren Bedingungen sind also Stationen in der Nähe von oder gar in dicht besiedelten Regionen um 0,4 bis 0,8 K wärmer als ländlich- kleinstädtische Regionen- und dabei handelt es sich nur um zusätzliche, „großstadtbedingte“ Erwärmungseffekte! „Denkt“ man sich den baulichen und siedlungsbedingten WI- Effekt, der auch in ländlichen Räumen und kleineren Städten auftritt, noch weg, so wird klar, dass im Zuge der seit Jahrhunderten fortschreitenden Bebauung und Besiedlung in Deutschland, flächenhafte Erwärmungseffekte von deutlich über 1K aufgetreten sind, die übrigens auch den aktuellen, vor

gut 10 Jahren begonnenen
Temperaturrückgang erheblich
abbremsen.

In Gebieten ohne Bevölkerungszunahme
bewirken also geänderte Landnutzung
(Melioration) und zunehmende
Bodenversiegelungen ebenfalls
Erwärmungseffekte. Diese können im
Einzelfall sogar sinkende
Einwohnerzahlen überkompensieren, so
in Ostdeutschland. Denn vor allem in
Ostdeutschland nahm die Bautätigkeit
seit 1990 stark zu, woraus sich die
Temperaturanstiege der untersuchten
ostdeutschen Stationen Erfurt und
Potsdam teilweise erklären lassen,
während die wachsende touristische
Erschließung die Erwärmung der
Stationen Brocken und Helgoland
beschleunigte.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass
Offenbach überdurchschnittlich vom
WI- Effekt profitierte, zumal es im
Rhein- Main- Gebiet außer steigenden

Einwohnerzahlen ebenfalls eine rege Großbautätigkeit seit 1980 gab, man denke nur an den mehrfachen Ausbau des nahen Frankfurter Flughafens. Zum Abschluss dieses ersten Themenschwerpunktes soll anhand der Stationen Brocken und Offenbach sowie des Deutschland- Mittels (Datenquelle: Wikipedia) gezeigt werden, dass der neuzeitliche Temperaturanstieg beendet ist:

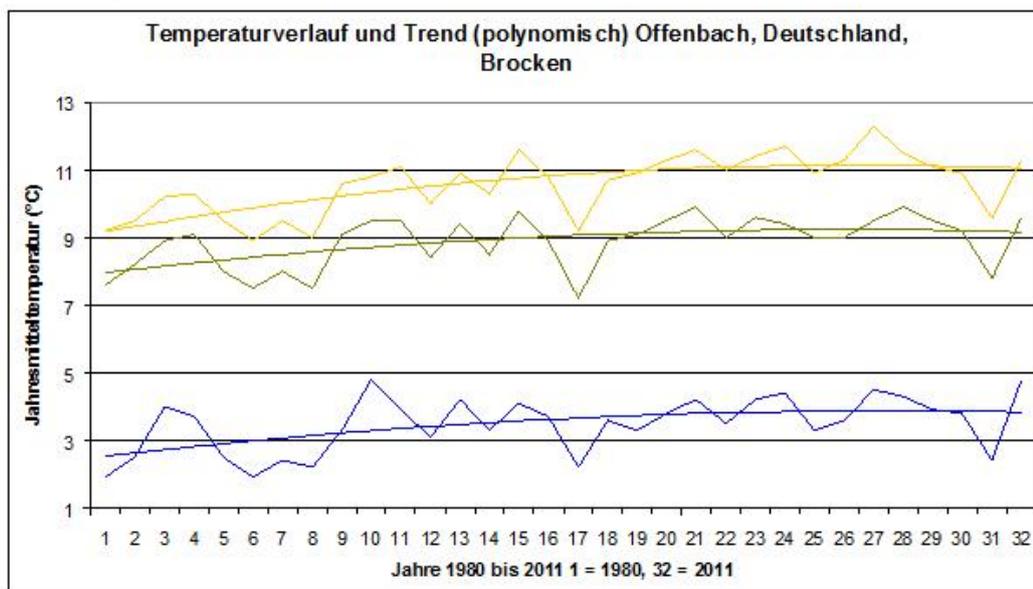


Abb. 10: Erst Anstieg, dann Stagnation oder geringer Rückgang am Beispiel von Offenbach (Gelb, oben), Deutschlandmittel (Olivgrün, Mitte) und Brocken (Blau, unten). Noch deutlicher zeigt sich der

wieder beginnende Abwärtstrend anhand der Wintertemperaturen:

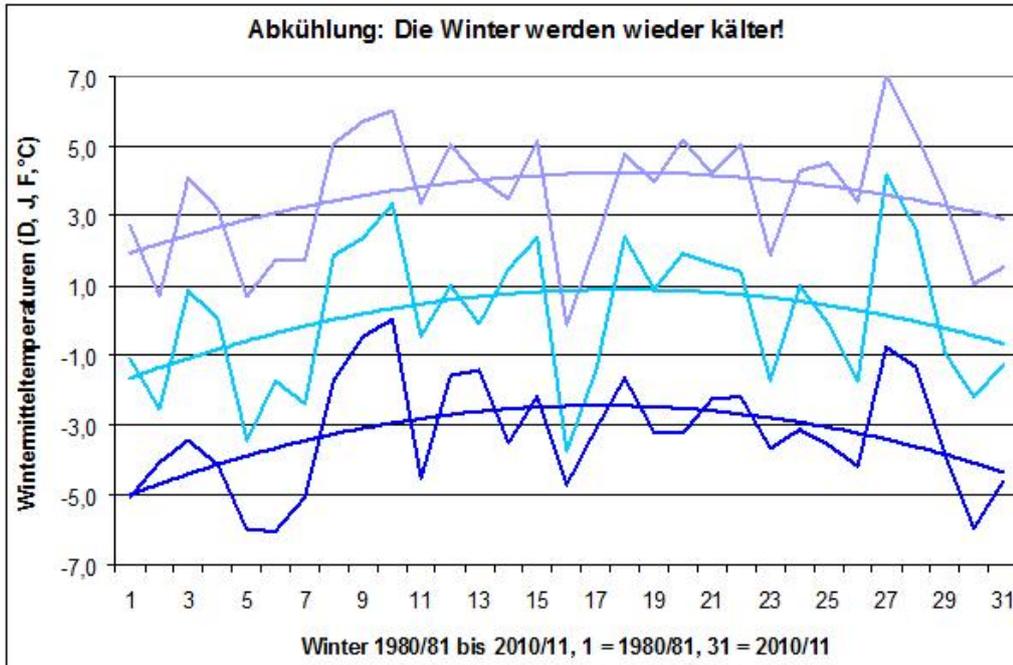


Abb. 11: Schlechte Zeiten- Gute Zeiten- Schlechte Zeiten: Wintertemperaturen von Helgoland (oben), Erfurt (Mitte) und Brocken (unten). Nach relativ vielen Kältewintern bis 1987 und den guten Zeiten der späten 1980er und 1990er Jahre mit häufiger milden Wintern, nur unterbrochen durch die Eiswinter 1995/96 und 96/97, verschlechterte sich das Klima etwa seit der Jahrtausendwende wieder- der letzte, noch durchgängig milde Winter war 2007/08; danach blieb kein Winter

mehr ohne wenigstens eine strenge Kältewelle; auch der aktuelle, unerwartet kalte, schneereiche Januar 2013 (hier noch nicht erfasst) passt in diesen Trend. Alle übrigen hier untersuchten Stationen zeigen ein ähnliches Trendverhalten, und auch der Lineartrend des Deutschland- Mittels zeigt eine fallende Tendenz:

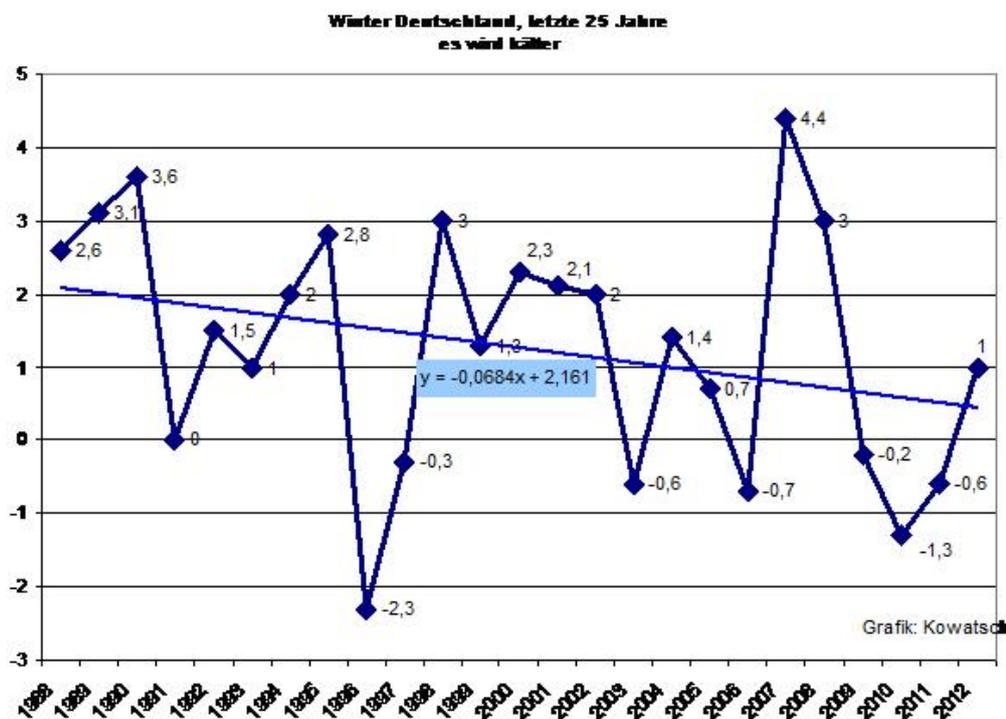


Abb. 12: Das „Klimaoptimum“ wurde bezüglich der Wintertemperaturen schon 1988 bis 1990 erreicht; seitdem werden die Winter in Deutschland tendenziell wieder

kälter. Einzelne, extrem milde Winter kann es auch in Abkühlungsphasen geben (2006/07 und 2007/08).

Die Aussage, dass wir uns bereits in einer Abkühlungsphase befinden, bekräftigt die folgende Abbildung:

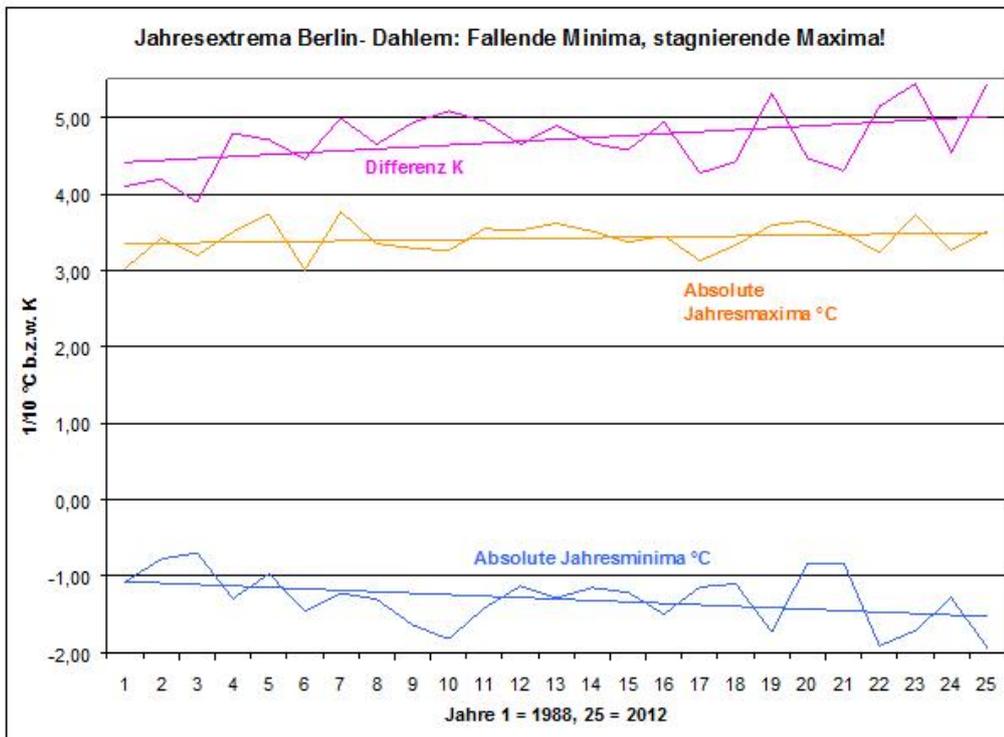


Abb. 13: Während zur Zeit des Klimaoptimums der späten 1980er bis frühen 2000er Jahre in Berlin-Dahlem nur selten extrem niedrige absolute Jahresminima beobachtet wurden, traten sie in den letzten Jahren gehäuft auf; aber die Jahresmaxima sind hingegen kaum

gestiegen. Die Differenz zwischen Maxima und Minima, aber auch die Schwankungsbreite zwischen den einzelnen Jahren, hat sich deutlich erhöht- typisch für den Beginn einer Abkühlungsperiode. Bemerkenswert ist vor allem, dass weder der WI- Effekt noch der angebliche „Treibhauseffekt“ durch CO2 den Rückgang der Minima an dieser Großstadt- Station verhindern konnten.

Über die möglichen Ursachen hierfür werden wir im dritten Themenschwerpunkt ausführlich berichten. Auch für die vergleichsweise geringere Temperaturzunahme in Nürnberg gibt es eine plausible Erklärung, die im zweiten Themenschwerpunkt gegeben wird.

**Verfasst und zusammengestellt (2013)
von
Stefan Kämpfe, Weimar**

Josef Kowatsch, Hüttlingen

Raimund Leistenschneider, EIKE

Literatur- und Informationsquellen

für Teil 1

**Böss, M.: Bevölkerungsentwicklung in
der Region**

**Frankfurt/Rhein-Main – Aspekte der
räumlichen Planung unter besonderer
Berücksichtigung der Stadt Bad**

Homburg

Abteilung Analysen und Konzepte

Planungsverband Ballungsraum

Frankfurt/Rhein-Main, Vortrag, Bad

Homburg, 3. Februar 2009

Berliner Wetterkarte und Berliner

Wetterkarte e.V (1990 bis 2011):

Beiträge zur Berliner Wetterkarte.

Klimatologische Übersicht Europa,

Monatsausgaben Januar 2000 bis

Dezember 2011 sowie Monats- und

Jahresbeilagen der Werte von Berlin-

Dahlem 1990 bis 2012

Deutscher Wetterdienst (1991 bis

1999): Beilagen zur Wetterkarte des

Deutschen Wetterdienstes.

**Klimatologische Werte für die Jahre
und Monate 1991 bis 1999**

**Deutscher Wetterdienst (2000 bis
2005): WITTERUNGSREPORT und
WITTERUNGSREPORT express.**

**Monatshefte Januar 1999 bis Dezember
2005 und Jahresausgaben 1999 bis
2004**

**Deutscher Wetterdienst
(Herausgeber): Stadtklima.**

Hauptschriftleiter M. Schlegel.

promet, Jahrgang 9, Heft 4, 1979

**Heise, J., Myrcik, G.: Die Monate
Januar bis Dezember in der 100-
Jährigen Beobachtungsreihe von
Berlin- Dahlem 1908 bis 2007.**

**Beiträge des Instituts für
Meteorologie der Freien Universität
Berlin zur Berliner Wetterkarte,
Beilagen 34, 41, 48, 55, 63, 69, 74
und 84/07 (April bis November) sowie
05, 17, 22 und 29/08 (Dezember,
Januar bis März)**

**Kämpfe, S., Kowatsch, J.,
Leistenschneider, R.: Starker
Temperaturanstieg seit 1979 in
Erfurt- warum CO2 dabei nur eine
unbedeutende Nebenrolle spielt! Teil
1 Vorstellung der Hauptakteure
(20.10.2012) und Teil 2
„Trittbrettfahrer“ CO2- Das Phantom
der Klimawissenschaft (26.10.2012)
www.eike-klima-energie.eu**

**Kämpfe, S. (1998): Pflanzen als
Klimazeiger- ein Beitrag zur
Vegetationsgeografie in Thüringen-.
Beilage Nr. 196/1998 zur Wetterkarte
des Deutschen Wetterdienstes,
Offenbach am Main (liegt nur analog
vor)**

**Kowatsch, J., Leistenschneider, R.
(2010): Der Wärmeinseleffekt (WI)
als Antrieb der Temperaturen- eine
Wertung der DWD-
Temperaturmessstationen.**

**www.eike-klima-energie.eu 04.10.2010
Leistenschneider, R., Kowatsch, J.**

(2012): Der Wärmeinseleffekt (WI) als maßgeblicher Treiber der Temperaturen.

www.eike-klima-energie.eu 20. Januar 2012

Leistenschneider, R., Kowatsch, J.

(2012): Der Wärmeinseleffekt (WI) als maßgeblicher Treiber der gemessenen Temperaturen.

www.eike-klima-energie.eu 04.08.2012

Linhard, D. (2010): Untersuchungen zur Flora und zum Mikroklima von Krems an der Donau. Diplomarbeit an der Universität Wien

Malberg, H. (2009): Über das Stadtklima und den Klimawandel in Deutschland seit 1780. Beiträge des Instituts für Meteorologie der Freien Universität Berlin zur Berliner Wetterkarte, Beilage 36/09 (Sonderbeilage 18/9) vom 26.05.2009

Meteorologischer Dienst der DDR, Hauptamt für Klimatologie in Potsdam

(1979 bis 1990): Monatlicher

(1979 bis 1990): Monatlicher

Witterungsbericht für das Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. Beilage zum Täglichen Wetterbericht. Sonderhefte (Jahresberichte 1979 bis 1990)

Oke, T.R. (1973): City size and the urban heat island. Atmospheric Environment 7: 769-779.

www.pik-potsdam.de/services/climate-weather-potsdam Monats- und Jahreswerte der Säkularstation Potsdam

www.wetteronline.de Klimarechner, Werte der Lufttemperatur und der Sonnenscheindauer einiger deutscher Stationen ab 1980

www.wetterkontor.de Werte der Lufttemperatur und der Sonnenscheindauer einiger deutscher Stationen ab 1990

<http://.wikipedia.org/> Zeitreihe der Lufttemperatur in Deutschland und Angaben zu den Einwohnerzahlen und Einwohnerdichten der untersuchten

Ortschaften