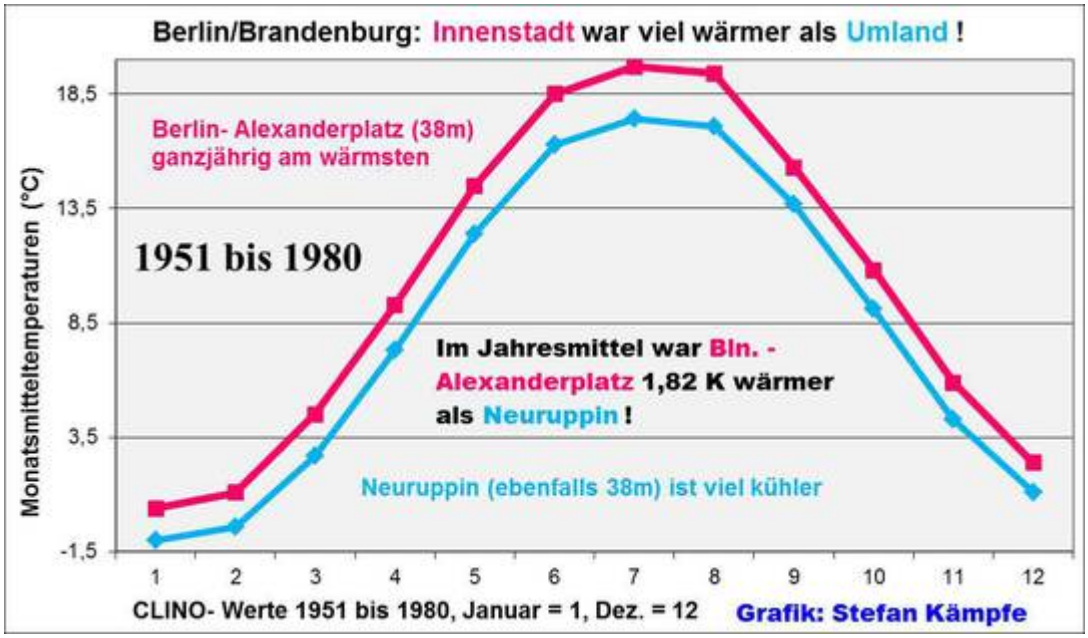
Der Wärmeinsel-Effekt: Eine Bestandsaufnahme: Teil 1

geschrieben von Josef Kowatsch, Stefan Kämpfe | 11. Mai 2015

Bild rechts: Heißes Nachtleben in Berlin- auch wegen des städtischen Wärmeinsel- Effekts?. Bildquelle: belinferie.net

Teil 1 Temperaturdifferenzen zwischen Großstädten und deren Umland

Im Englischen hat sich hierfür der Begriff UHI- Effect (Urban Heat Island – Effect = Städtischer Wärmeinseleffekt) eingebürgert. Als Untersuchungsraum wählten wir Berlin mit Umgebung, einerseits wegen der relativ guten Datenlage, andererseits, weil hier nur geringe Höhenunterschiede zwischen den Stationen bestehen (die mit der Höhenlage abnehmenden Lufttemperaturen erschweren einen direkten Stationsvergleich; in Einzelfällen waren daher Höhenkorrekturen erforderlich). Zusätzlich haben wir den Großraum Wien untersucht. Zunächst stellte sich die Frage nach der maximal im Langjährigen Mittel möglichen Temperaturdifferenz und deren Konstanz. Wir fanden diese zwischen der (extrem urbanen) Station Berlin- Alexanderplatz und der nördlich Berlins gelegenen Station Neuruppin (Abb. 1 und 2):



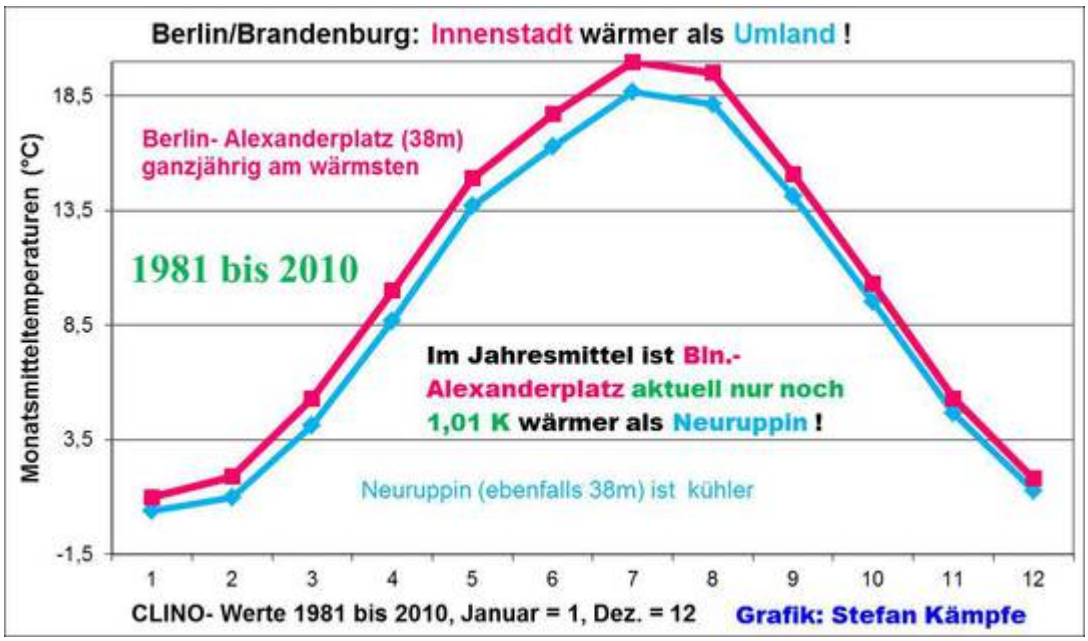
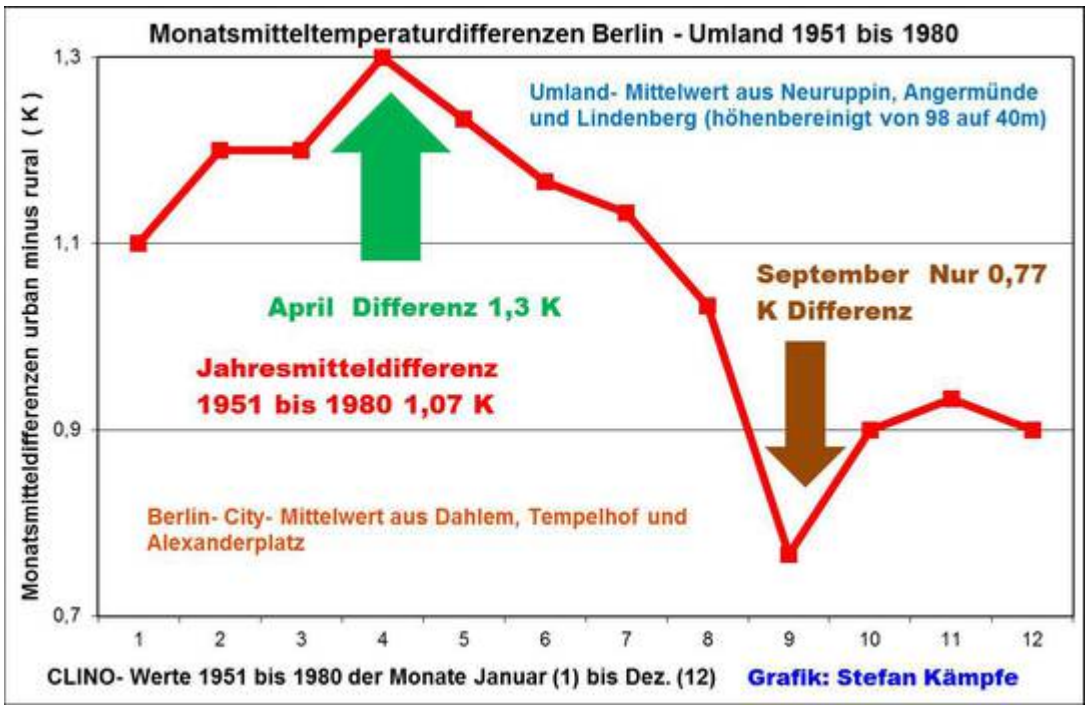


Abb. 1 (oben): In seltenen, extremen Einzelfällen können langjährige Temperaturdifferenzen von fast 2 Kelvin (entspricht 2°C) zwischen Innenstadt und ländlicheren Stationen auftreten. In diesem Fall wurden zwischen der Innenstadt- Station am Alexanderplatz und Neuruppin zwischen 1951 und 1980 1,82K im Jahresmittel gemessen. Man beachte, dass beide Stationen die gleiche Höhenlage haben, und das kühlere Neuruppin ist auch nicht frei von WI- Effekten. Doch 30 Jahre später (Abb. 2, unten) betrug die Differenz beider Stationen nur noch gut 1K.

Zwei Einzelstationen sind für allgemeine Aussagen nicht repräsentativ, deshalb haben wir im Folgenden jeweils die Mittelwerte aus 3 städtischen und 3 ländlicheren Stationen als „Cluster“ gebildet. In den folgenden 2 Grafiken sind aber nicht die absoluten langjährigen Temperaturgänge, sondern die monatsweisen Differenzen zwischen dem Clustermittel Großstadt und dem Clustermittel Umland in den jeweiligen Klimatologischen Normalperioden in Kelvin dargestellt, um die jahreszeitlichen Unterschiede hervorzuheben (1 Kelvin entspricht 1°C):



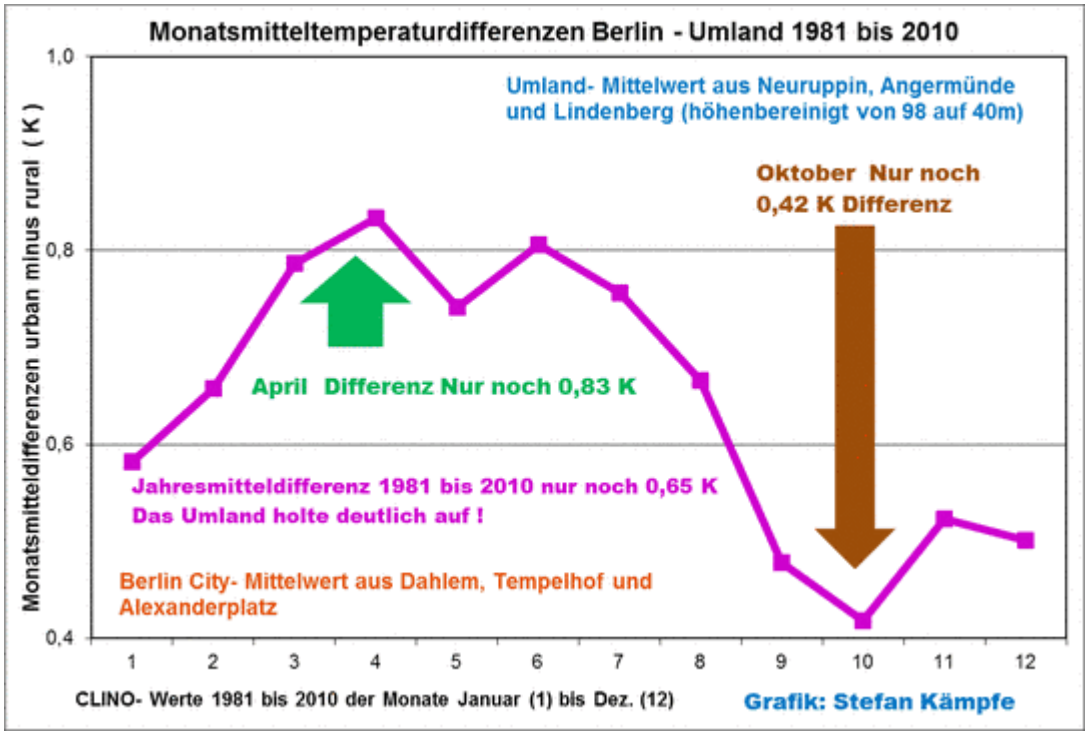


Abb. 3 (oben): Monatsweise Temperaturdifferenzen 1951 bis 1980, Großstadt- Mittel aus den 3 Stationen Alexanderplatz, Dahlem, Tempelhof minus dem Umland-Mittel der 3 Stationen Neuruppin, Angermünde, Lindenberg in Kelvin. Lediglich das 98 Meter hoch gelegene Lindenberg musste auf 40 Meter, die etwaige Höhenlage der anderen Stationen, durch „Zugabe“ von knapp 0,4 Kelvin bereinigt werden. Im Langjährigen Mittel trat eine beachtliche Differenz zwischen der Großstadt und dem (ebenfalls nicht WI- freien) Umland von reichlich 1 Kelvin auf, die im April mit 1,3K am größten und im September mit knapp 0,8K am geringsten war. Abb. 4 (unten) zeigt die Verhältnisse mit den gleichen Mittelwert- und Differenzenbildungen für die „aktuelle“ Normalperiode 1981 bis 2010.

Die Differenz beträgt nun nur noch 0,65K und erreichte im April gut 0,8K, im Oktober aber nur gut 0,4K.

Eine besonders „ländliche“ Station ist das nur 12 Meter hoch gelegene Manschnow im Oderbruch östlich von Berlin. Leider waren Temperaturmittel von Manschnow erst ab 1992 verfügbar, und das auch nur aus der nicht immer ganz sicheren Datenquelle Wetteronline, Klimarechner. Trotzdem haben wir auch diese Station unter Höhenbereinigung auf 40 Meter (minus 0,2K) in die Untersuchungen einbezogen. Auch Werte vom Alexanderplatz waren nicht vollständig verfügbar. In der folgenden Abbildung 5 haben wir daher den Alexanderplatz durch Berlin- Tegel und Neuruppin durch Manschnow ersetzt; die Vorgehensweise war ansonsten die gleiche wie bei den Abb. 3 und 4:

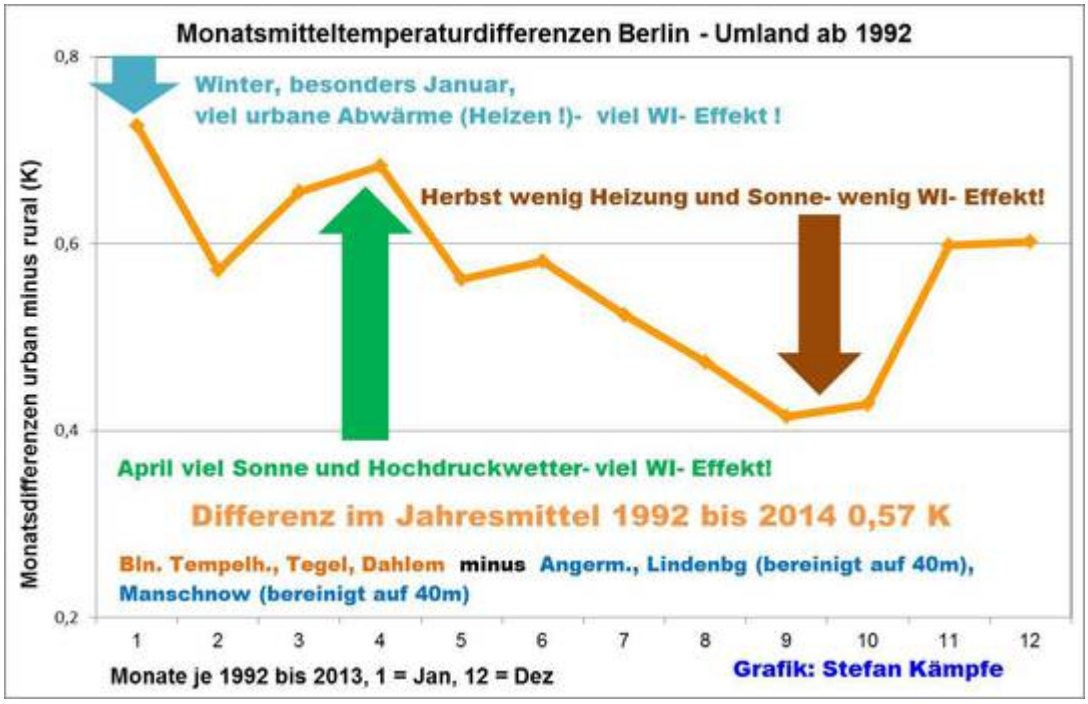


Abb. 5: Nachdem 2 Stationen ausgetauscht wurden und der Untersuchungszeitraum auf 1992 bis 2014 verändert wurde, zeigt sich ein etwas anderes saisonales Verhalten der Großstadt/Umlanddifferenzen. Die Neigung zu hohen Differenzen im April und zu geringen im Herbst blieb bestehen, „neu“ ist hingegen, dass die höchste Differenz mit gut 0,7K im Januar ermittelt wurde. Mögliche (sicher nicht erschöpfende!) Erklärungsversuche für dieses Verhalten sind der Abbildung zu entnehmen, außerdem war der Betrachtungszeitraum kürzer als in den Abb. 3 und 4, was einen direkten Vergleich erschwert.

Im Großraum Wien konnten sogar Mittelwertsdifferenzen aus je 4 großstädtischen und 4 Umland- Stationen berechnet werden; hier wurden- wegen der viel größeren Reliefunterschiede- alle Stationen auf 200 Meter höhenbereinigt; allerdings waren nur die CLINO- Werte der ZAMG von 1971 bis 2000 verfügbar:

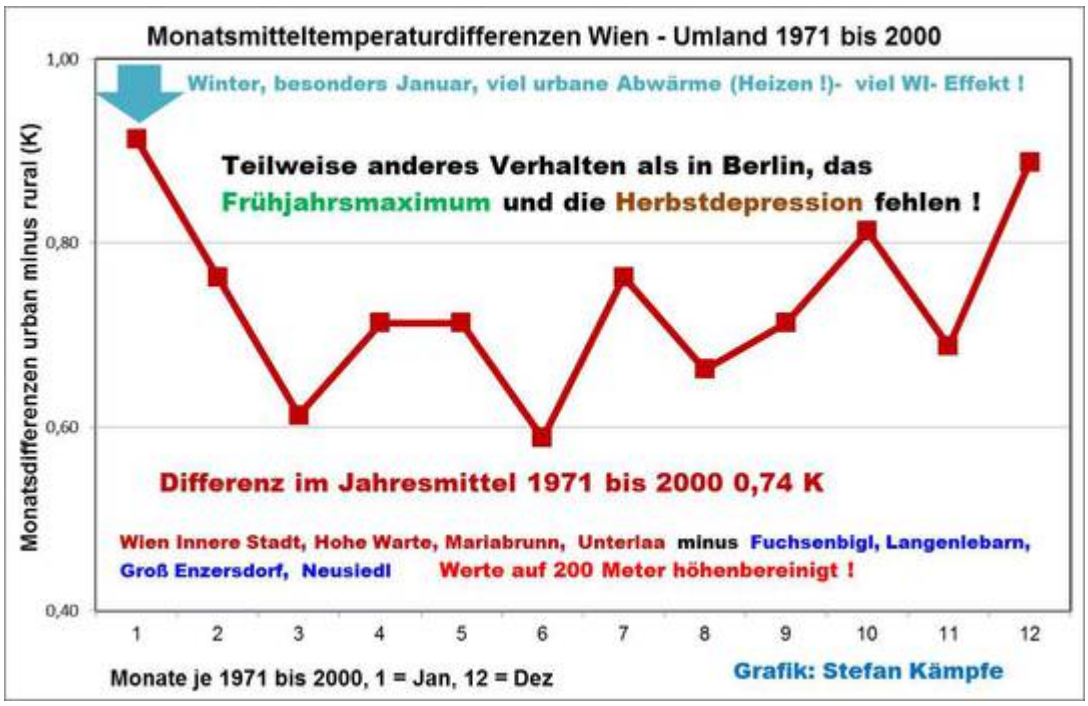


Abb. 6: In Wien ergibt sich ein teilweise anderes jahreszeitliches Verhalten. Die Jahresmitteldifferenz liegt mit 0,74K jedoch im Rahmen der Berliner Werte, aber Frühjahrsmaximum und Herbstminimum fehlen. Die größte Differenz zeigte der Januar.

Zur Abrundung zeigt die letzte Abbildung dieses ersten Teils einige Berlin/Brandenburger/Anhalter Stationen im direkten Vergleich. Dabei ist auch einmal eine Differenz innerhalb des „urbanen Clusters“ dargestellt, denn in der Stadt variiert die Bebauungsdichte, so dass sich zwischen Alexanderplatz und Tempelhof ebenfalls durchweg positive Differenzen ergeben (gelbe, unterste Kurve), die freilich deutlich geringer sind als die Differenzen zwischen Alexanderplatz und den Umland- Stationen (3 obere Kurven):

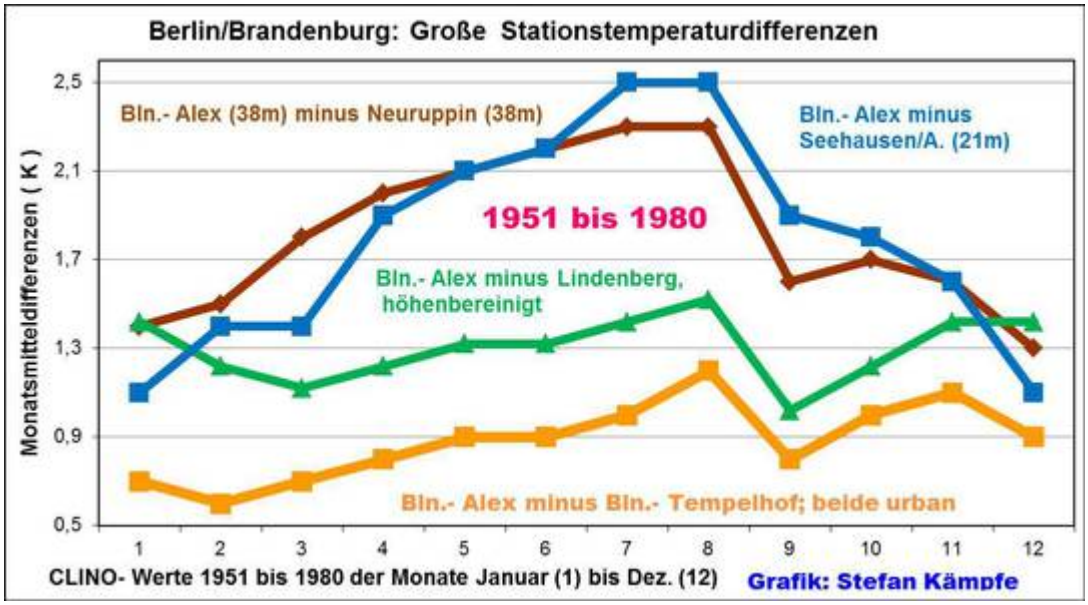


Abb. 7: Zwischen der wärmsten Station im Berliner Raum (Alexanderplatz)

und Seehausen/Altmark traten im 30ig- jährigen Mittel der CLINO- Periode 1951 bis 1980 Temperaturdifferenzen von bis zu 2,5K im Juli/August auf, und das, obwohl Seehausen mit 21 Metern etwas tiefer als der „Alex“ (38m) liegt, was aber durch die etwas nördlichere Lage ausgeglichen wird. Doch auch innerhalb des Berliner Stadtgebietes sind langjährige Temperaturdifferenzen von mehr als1K möglich (gelbe, unterste Kurve), und das, obwohl keine einzige Station in forstlich oder landwirtschaftlich genutzten (und damit wirklich WI- armen) Flächen liegt.

In Ihrer Arbeit „Stadt-Umland-Gradienten phänologischer Phasen im Raum Berlin 2006“ haben Yvonne Henniges und Frank-Michael Chmielewski die Differenzen in der Pflanzenentwicklung zwischen Berlin und Brandenburg in TnJB (TnJB: Tage nach Jahresbeginn) verglichen und festgestellt, dass in jenem Jahr beispielsweise die Rosskastanie in Berlin reichlich 7 Tage eher austrieb, als in Brandenburg. Bei den meisten anderen Pflanzen beobachteten sie 2006 in Berlin Verfrühungen von 1 bis 4 Tagen bei Austrieb oder der Blüte. Die Pflanzen reagieren also auf das wärmere Stadtklima und bestätigen so die Ergebnisse der Temperaturmessungen. Dass die Temperaturunterschiede zwischen den Großstädten und der freien Fläche im Umland der Städte mitunter erheblich sind, hat auch bereits Eingang in diverse Schulbücher der Gymnasien gefunden. Siehe:*Temperaturdifferenzen zwischen Stadt und Umland in Europa. Quelle: klett.de. Dieser UHI-Effekt ist sogar mit dem Autothermometer leicht nachweisbar, und er beträgt abends an heißen Sommertagen mitunter 10 Grad.*

Eindeutige Quantifizierungen des WI- und UHI-Effekts für alle deutschen Messstationen bleiben aufgrund der schlechten Datenlage schwierig. Die folgende, letzte Abbildung ist daher als Diskussionsgrundlage zu verstehen. Eine gesamte Erwärmungsrate aus UHI und WI- Effekten von etwas mehr als 1 Kelvin seit Beginn regelmäßiger Messungen in Deutschland (1881) ist jedoch als plausibel anzusehen, dieser gilt aber nur für das amtliche Messnetz.

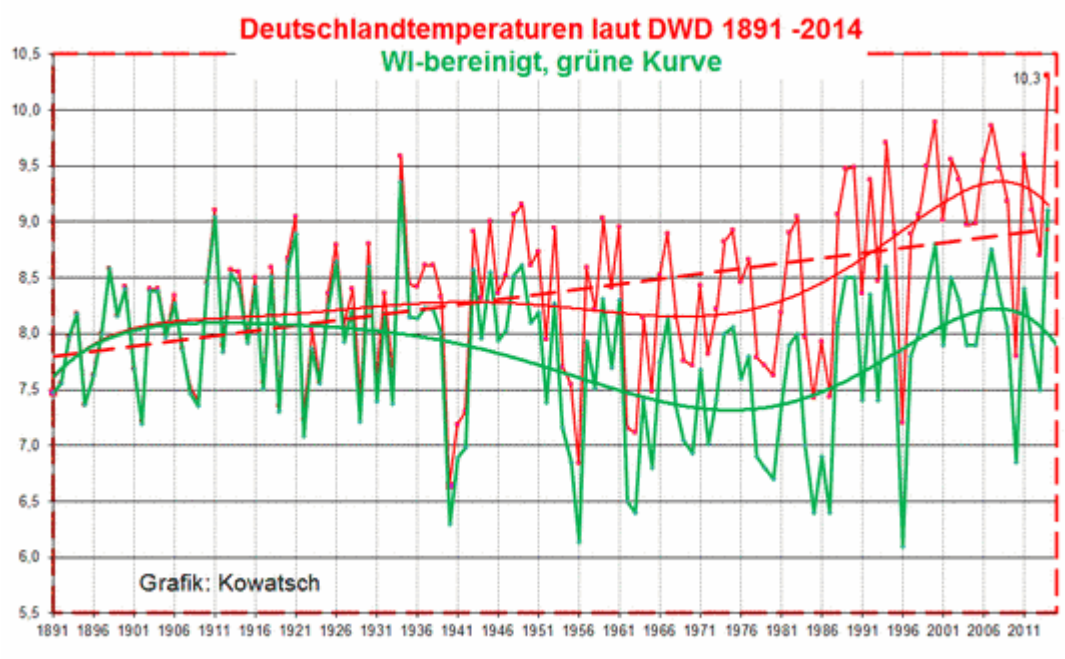


Abb. WI: Die hier dargestellte WI- Bereinigung (Berechnung: R. LEISTENSCHNEIDER) entspricht sicher nicht völlig der (leider schwer zu fassenden) Realität, weil für große Teile Deutschlands (Wald, größere Gewässer, leider auch weite Teile des Offenlandes fernab der Siedlungen) keine seriösen, langjährigen Messreihen vorliegen. Der DWD unterzieht seine Messungen keiner WI-Korrektur.

Wie groß die Vegetationsunterschiede aufgrund der Wärmeinseleinwirkung sein können, zeigen die beiden folgenden Aufnahmen vom 6.Mai 2015. Beide Standorte sind 7 km voneinander entfernt, auf gleicher Meereshöhe.

Die folgende obere Aufnahme zeigt das Frankenbachtal, absolut in freier Fläche, fast ohne WI-Einwirkung. Der Blattaustrieb aller Baumarten setzt jetzt erst ein und dauert bis zum 20. Mai. In der freien Fläche stimmt also das Mozartlied: „Komm lieber Mai und mache, die Bäume wieder grün.“

Darunter der Blick auf die 6000 Einwohner Gemeinde Hüttlingen. Die Blattentwicklung des Bäumgürtels um die Gemeinde ist fast abgeschlossen.

Auch die kleinen Ortschaften haben bereits einen deutlichen WI entwickelt.

Ergebnisse zu Teil 1: Die Großstadt Berlin ist im Vergleich zum Umland, nur repräsentiert durch ebenfalls mehr oder weniger WI- beeinflusste Stationen, im langjährigen Mittel um reichlich 0,5 bis gut 1 Kelvin wärmer. Der Großraum Wien zeigt ein ähnliches Temperaturgefälle. Im Laufe der Jahrzehnte scheint sich das Umland jedoch stärker erwärmt zu

haben, so dass die Differenzen zur Großstadt sich nicht mehr vergrößerten, u. U. sogar abnahmen (mehr zu den möglichen Ursachen in Teil 3), was aber nur bedeutet, dass der WI-effekt gewisser ländlicher Stationen schneller wächst als derjenige der Stadt. Somit steigt der UHI, also der Temperaturunterschied zwischen Stadt und Land nicht mehr.

Ein eindeutiges, jahreszeitliches Verhalten war nicht zu ermitteln, doch deuten sich höhere Stadt/Umlanddifferenzen im Winter und im April an, während im September/Oktober meist die geringsten Differenzen herrschen. Die Untersuchungsergebnisse zeigen den eindeutigen Einfluss des Menschen auf das Temperaturverhalten in Mitteleuropa, jedoch nicht durch einen CO2-Treibhauseffekt, sondern durch Trockenlegung von Feuchtgebieten, Bebauung, Wärmeerzeugung und Besiedlungsdichte.

Stefan Kämpfe, unabhängiger Natur- und Klimaforscher

Josef Kowatsch, unabhängiger Natur- und Klimaforscher