

Erste Ergebnisse des Stadtklimaprojektes Hannover

Die Ergebnisse der „Untersuchung zum Stadtklima der Landeshauptstadt Hannover“ wurden vom Deutschen Wetterdienst in zwei Zwischenberichten dokumentiert und ausgewertet und sind im Folgenden zusammengefasst und in Auszügen dargestellt.

Klimatologische Zeitreihen an der Wetterstation Hannover-Langenhagen

Um die historische Entwicklung im Raum Hannover zu beschreiben, stehen langjährige Klimadaten der Wetterstation Hannover-Langenhagen zur Verfügung (s. Abbildung 1).

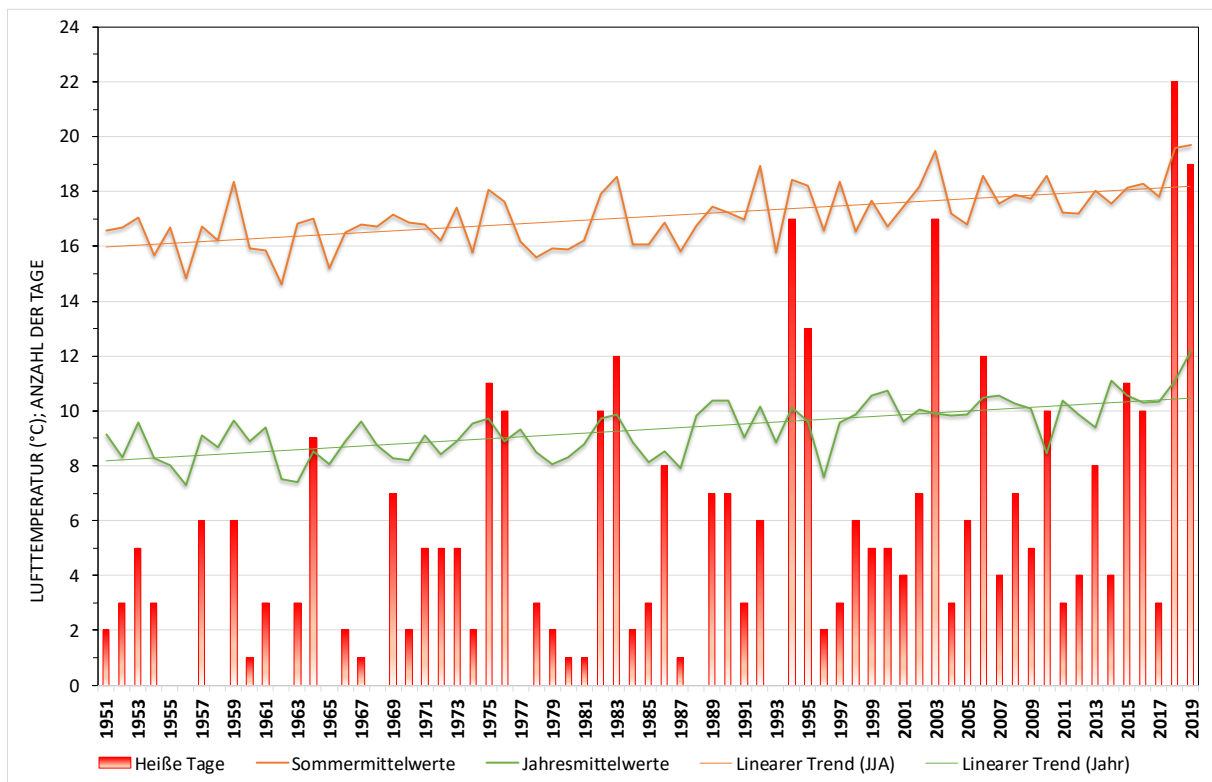


Abbildung 1: Mitteltemperaturen pro Jahr sowie im Sommer (Juni, Juli, August) in Hannover-Langenhagen, jährliche Anzahl der Hitzetage ($T_x \geq 30 \text{ °C}$). Zeitraum: Jan. 1951 - Okt. 2019

Die Jahresmitteltemperaturen weisen von Jahr zu Jahr markante Schwankungen auf. Das kälteste Jahr war 1956 mit einer Jahresmitteltemperatur von $7,3 \text{ °C}$, das wärmste Jahr war 2019 mit $12,2 \text{ °C}$. Auch die Sommermonate in Norddeutschland können sehr unterschiedlich sein, zwischen kühlen und niederschlagsreichen (z. B. 2017 und 1981) und heißen und trockenen Sommern (wie z.B. 1959 und 2018) ist alles vertreten. Insgesamt zeigen beide Durchschnittstemperturganglinien größere Schwankungen von Jahr zu Jahr, aber die Trendlinie über die vergangenen fast 70 Jahre zeigt deutlich eine Erwärmung der Jahres- und Sommermitteltemperatur um etwa 2 Grad.

Als Merkmal für die Klimaerwärmung kann zudem auch die Anzahl der Hitzetage (Tage mit Höchsttemperaturen von mindestens 30 °C) genommen werden. Relativ wenige Hitzetage traten in den 1950iger und 60iger Jahren auf. Immer mal wieder gab es auch Jahre, in denen die Temperaturmarke 30 °C an keinem einzigen Tag erreicht wurde, zuletzt war das im Jahr 1993 der Fall. Allerdings gab es in den vergangenen 10 Jahren (2010 - 2019) alleine fünf Jahre

mit mindestens 10 Hitzetagen, während in den 30 Jahren davor (1981 – 2010) im Mittel lediglich 6,3 Tage pro Jahr auftraten und nur in sieben Jahren 10 oder mehr Hitzetage registriert wurden. Seit 1994 gab es ohne Unterbrechung jedes Jahr Hitzetage, wobei Höchstzahlen von 22 bzw. 19 Tagen in den Jahren 2018 und 2019 erreicht wurden.

Neben der Häufigkeit sehr hoher Temperaturen wurde auch die Dauer sommerlicher Hitzeperioden untersucht, da Hitzewellen, die über mehrere Tage anhalten, für Menschen, Tiere und Pflanzen besonders belastende Extremereignisse sind. Die Auswertung ergab, dass mehrtägige sommerliche Hitzeperioden häufiger geworden sind. So trat die längste Hitzeperiode im Jahr 2018 auf, wo an 26 Tagen in Folge Tageshöchsttemperaturen von $\geq 25\text{ °C}$ (das entspricht dem Kenntag Sommertag) erreicht wurden. Im Zuge des Klimawandels haben die Häufigkeit und die Dauer der Hitzeperioden zugenommen. Der allgemeine Temperaturanstieg zeigt sich auch in einer Anhebung der Nachttemperaturen. Warme Nächte, in denen es nicht unter 15 °C abkühlt, sind fast immer mit sehr hohen Tagestemperaturen gekoppelt. Dieser Effekt der fehlenden nächtlichen Abkühlung trägt wesentlich zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei, die durch längere Hitzeperioden hervorgerufen werden.

Der gegenwärtige Klimawandel wird weiter zu teils markanten, teils schleichenden Änderungen im Klima Norddeutschlands führen. Das Temperaturniveau steigt allmählich weiter an, dadurch können zukünftig auch höhere Höchsttemperaturen erreicht werden. Einen Vorgeschmack darauf gab die Hitzewelle, die Deutschland – und weite Teile Europas – Ende Juli 2019 erreichte. Es wurden auch in Norddeutschland verbreitet Werte von 38 bis über 40 °C erreicht, bislang traten derartige Extreme in Europa nur im Mittelmeerraum auf. Die Klimaprojektionen zeigen ebenfalls, dass Hitzewellen zukünftig häufiger auftreten und länger anhalten werden.

Die temporären Wetterstationen in Hannover

Um den städtischen Wärmeineffekt zu erfassen, wurden die Messergebnisse der drei temporären Wetterstationen im Stadtgebiet Hannover mit der Umlandstation in Hannover-Langenhagen verglichen. Dabei lagen die monatlichen Mittelwerte der Temperaturen an der Station Langenhagen und der ebenfalls am Stadtrand liegenden Station im Kattenbrookspark (Kronsberg) immer dicht beieinander, während die innerstädtischen Stationen Weidendamm (Nordstadt) und Marianne-Baecker-Allee (Linden-Süd), besonders während der Sommermonate, um etwa 1 Kelvin (entspricht 1 Grad Celsius) höhere Werte zeigten.

Die Mittel- und Extremwerte der Temperatur lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die bislang höchsten Monatsmittelwerte von $20,7$ bis 22 °C wiesen alle Stationen im Juli 2018 auf.
- Die niedrigsten Monatsmittelwerte mit knapp unter null Grad wurden im Februar 2018 registriert.
- Die absoluten Höchsttemperaturen mit knapp unter 40 °C wurden für alle Stationen jeweils im Juli 2019 gemessen.
- Bei den absoluten Tiefsttemperaturen erreichten die Umlandstationen Langenhagen und Kattenbrookspark meist deutlich niedrigere Tiefstwerte als die drei Stadtstationen. Lediglich während anhaltender winterlicher Kälteperioden, wie sie z. B. im Februar und März 2018 auftraten, zeigten sich keine Unterschiede in den absoluten Tiefstwerten. Hier wurden Temperaturen von $-12,1$ bis $-11,6\text{ °C}$ erreicht.

Neben den Mittel- und Extremwerten der Temperatur wurden auch die Temperatur-Kenntage für alle Stationen bestimmt (siehe Tabelle 1).

Station	Zeitraum	Sommertage Tagesmaximum ≥ 25°C	Hitzetage Tagesmaximum ≥ 30°C	Tropennächte Tagesminimum ≥ 20°C	Frosttage Tagesminimum < 0°C
Langjähriges Mittel Langenhagen	1961-1991	26	4	0,2 (jedes 5. Jahr 1 Nacht)	
	1981-2010	32,5	6,3	0,6	
Klima- projektionen	2050	42	12		
	2100	68	27		
Langenhagen	2017	20	2	0	8
	2018	78	22	4	64
	2019	51	19	3	50
Weidendamm	2017	25	3	2	4
	2018	81	27	13	45
	2019	58	22	11	22
Marianne- Baecker-Allee	2017	29	5	0	6
	2018	88	30	9	50
	2019	60	24	8	27
Kattenbrooks- park	2017	23	2	0	8
	2018	79	28	3	62
	2019	57	20	1	40

Tabelle 1: Jährliche Anzahlen der Kenntage der Lufttemperatur an den Stationen verglichen mit dem langjährigen Mittel der Station Langenhagen und mit den Klimaprojektionen des „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ (RCP8.5) laut Klimareport Niedersachsen (S. 43)
2017 = Temperaturdaten aus dem Zeitraum 01.06.-31.12.2017,

In dem relativ kühlen und niederschlagsreichen Sommer 2017 wurden in Langenhagen 20 Sommertage (Höchsttemperatur $\geq 25^\circ\text{C}$) gezählt, an der Station Marianne-Baecker-Allee sogar 29. In den heißen Sommern 2018 und 2019 waren es in Langenhagen 78 bzw. 51 Sommertage, am Weidendamm wurden 81 bzw. 58 Sommertage erreicht und in der Marianne-Baecker-Allee waren es 88 bzw. 60 Sommertage. Zum Vergleich: die mittlere jährliche Anzahl an Sommertagen beträgt in Hannover-Langenhagen im Zeitraum von 1961-1990 (dem sogenannten Referenzzeitraum, der noch vom Klimawandel unbeeinflusst ist) 26 Tage. Und laut der schlimmsten Klimaprojektion des Weltklimarates (dem „Weiter-so-wie-bisher“-Szenario RCP8.5) für die Region Hannover nimmt die Anzahl der Sommertage bis zum Ende des Jahrhunderts auf 68 Tage zu – diese Prognose wurde in den Hitzesommern 2018 bereits deutlich überschritten und 2019 fast erreicht und macht deutlich, was uns in Zukunft regelmäßig erwarten wird.

Im Sommer 2019 wurden in Langenhagen 19 Hitzetage (Höchsttemperatur $\geq 30^\circ\text{C}$) registriert, im Referenzzeitraum 1961-1990 sind es im Mittel 4 Tage. An der Marianne-Baecker-Allee waren es 24, am Weidendamm 22 und im Kattenbrookspark 20 Hitzetage.

Bemerkenswert ist auch die Häufigkeit von Tropennächten in den Sommern 2018 und 2019. In diesen beiden Sommern wurden in Langenhagen 4 bzw. 3, an der Marianne-Baecker-Allee 9 bzw. 8 und am Weidendamm sogar 13 bzw. 11 Tropennächte gemessen. In Tropennächten bleibt es nachts sehr warm, das Minimum fällt nicht unter 20°C . Zum Vergleich: im Referenzzeitraum 1961-1990 tritt nur jedes 5. Jahr eine Tropennacht in Hannover-Langenhagen auf.

Tropennächte sind keine Einzelereignisse, sondern werden in der Regel flankiert von Sommertagen oder Hitzetagen. Auch in Norddeutschland dauern sommerliche Hitzeperioden häufig mehrere Tage oder auch Wochen an. Durch eine fehlende nächtliche Abkühlung ergibt sich in diesen Zeiten eine besonders große Wärmebelastung. Die Messungen an den Stationen Weidendamm und Marianne-Baecker-Allee zeigen, dass innerstädtisch deutlich mehr Tropennächte zu verzeichnen sind als im Umland (Hannover-Langenhagen, Kattenbrookspark).

Auch bei der Häufigkeit von Frosttagen sind innerstädtische Wärmeinseleffekte gut zu erkennen: In den Wintern 2017/2018 und 2018/2019 wurden in Langenhagen und im Kattenbrookspark deutlich mehr Frosttage verzeichnet, als an den innerstädtischen Stationen.

Die Messungen an den Tunnelstationen

Die beiden unterirdischen Stationen in der U-Bahn-Haltestelle Kröpcke auf Ebene -3 und -5 weisen das typisch warme Tunnelklima auf: in den Wintermonaten betragen die Tagesmittel zwischen 9 und 16 °C, in den Sommermonaten wurden Mitteltemperaturen von 20 bis 27 °C erreicht. In der oberen Ebene -3 ist es dabei immer etwas wärmer als in der unteren Ebene -5, im Mittel beträgt der Unterschied 1,7 Grad. Die Tagesschwankungen sind mit 2-3 Grad nur gering, selten wurden bis zu 5 Grad erreicht.

Während sommerlicher Hitzeperioden ist es im Tunnelbereich bis zu 10 Grad kühler als an der am nächsten gelegenen oberirdischen Wetterstation am Weidendamm, während es bei kühlen Witterungsabschnitten in der U-Bahn-Station bis zu 5 Grad wärmer sein kann. Dieser sehr große Temperaturunterschied bildet sich auch in der Nacht aus.

Die Profilmessfahrten mit dem Messfahrzeug

Ergänzend zu den Wetterstationen wurden im Sommer 2018 und 2019 jeweils während einer hochsommerlichen Schönwetterperiode mobile Messungen mit einem Messfahrzeug durchgeführt, um die große räumliche Variabilität der Lufttemperatur innerhalb der städtischer Struktur besser erfassen zu können. Die Messfahrten wurden an zwei Folgetagen morgens kurz vor Sonnenaufgang, am frühen Nachmittag kurz nach Sonnenhöchststand und am Abend nach Sonnenuntergang auf zwei Routen durch Hannover durchgeführt. Die Spanne zwischen Minimum- und Maximumtemperatur, die während einer Messfahrt registriert wurden, lag auf den Frühfahrten zwischen 2,4 und 3,8 Kelvin. Die Nachmittagsfahrten zeigten Spannen von 3,6 bis 4,9 Kelvin und die Abendfahrten von 3,3 bis 4,8 Kelvin.

In Abbildung 2 ist beispielhaft die Profilmessfahrt am 25.07.2019 frühmorgens auf der Südroute dargestellt. Die während der Fahrt gemessenen Temperaturverhältnisse erläutert die Legende. Die gemessenen Temperaturen lagen zwischen 20,5 und 23,6 °C, der Mittelwert der Fahrt betrug 22,3 °C.

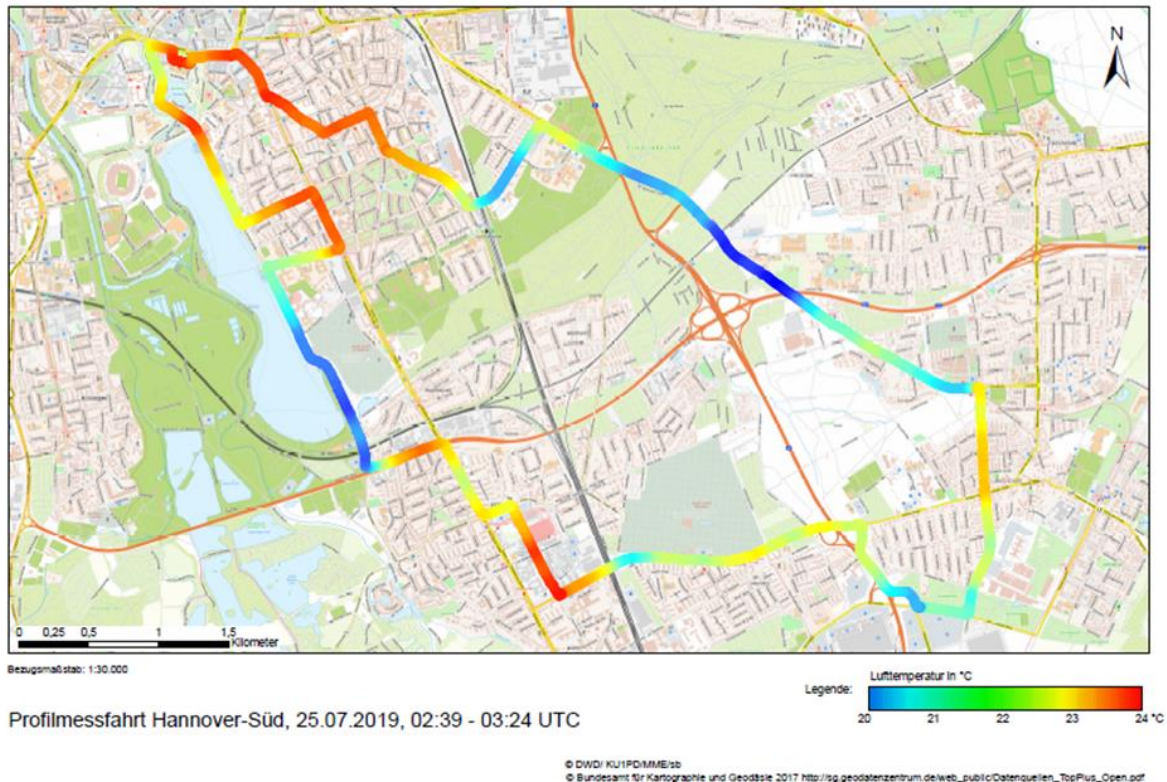


Abbildung 2: Lufttemperaturmessungen auf der Südroute am 25.07.2019, frühmorgens

Die Messfahrt begann um 02:39 Uhr (Sonnenaufgang: 05:31 Uhr MESZ) am Rathaus. Auf der Strecke durch die Südstadt und später durch Döhren war es in den dicht bebauten Gebieten mit über 23 °C sehr warm. Kühlere Abschnitte, in denen die Temperaturen aber auch noch mindestens 20 °C betragen, wurden in Bult und der Eilenriede, am Messegelände und am Südtteil des Maschsees durchfahren. Die ausgedehnte Wasserfläche des Maschsees wirkt nachts wie eine Warmwasserheizung, wie es die Messungen am Arthur-Menge-Ufer zeigen. Am südlichen Abschnitt des Maschsees wird dieser Effekt allerdings durch die Zufuhr kühler Frischluftmassen aus der Eilenriede komplett aufgehoben. Während der Messfahrt wehte ein schwacher Ostwind. Fahrtende war um 03:24 Uhr am Rathaus.

Die Straßenbahnmessungen

Seit Mitte 2017 sind drei Stadtbahnen (grüne Baureihe) der ÜSTRA mit Messgeräten für die Lufttemperatur und relative Luftfeuchte ausgerüstet und fahren seitdem als mobile Messeinheiten durch die Stadt. Im Innenbereich der Bahn wird zusätzlich die Wärmestrahlung ermittelt. Sie befahren große Teile des Streckennetzes der ÜSTRA, wobei die Strecken nach Bothfeld, Kirchrode, Laatzen, Ricklingen, Empelde und Linden am häufigsten befahren wurden. Die Auswertung der Stadtbahnfahrten erfolgt im Abschlussbericht.

Der Untersuchungszeitraum des Stadtklimaprojektes endet am 31.12.2020. Die temporären Wetterstationen wurden im Januar 2021 abgebaut. Der Abschlussbericht wird im Mai 2021 vorliegen.