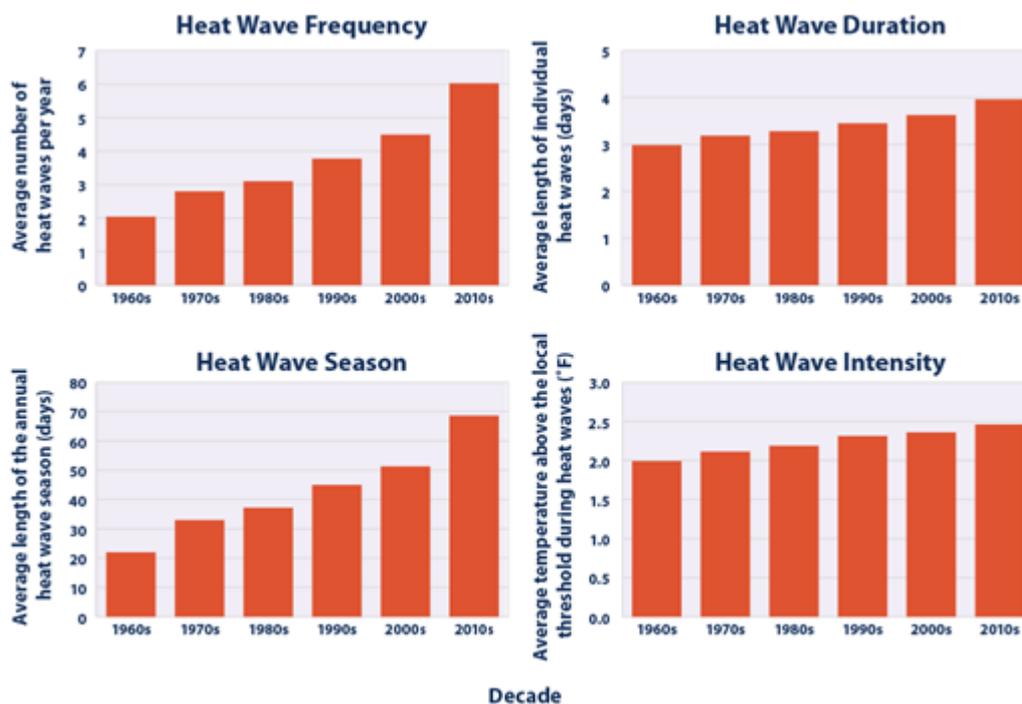


# Hitzewellen im Vergleich mit gemessenen Daten

geschrieben von Chris Frey | 23. November 2021

John Entwistle

Vor ein paar Monaten schrieb einer der Kommentatoren [dieses WUWT-Artikels](#) einen Kommentar, dem zufolge die Zahl der Hitzewellen zunimmt, und zitierte [diesen Artikel](#) auf der EPA-Website. In dem EPA-Artikel ist folgendes Diagramm eingebettet:



Ich war enttäuscht, dass der Artikel keine Daten, Methoden oder Berechnungen enthält. Außerdem werden einige Begriffe wie „lokaler Schwellenwert“ und „Hitzewellenzeit“ verwendet, ohne sie zu definieren. Dieser Kommentar hat mich dazu veranlasst zu sehen, ob ich dieses Diagramm reproduzieren kann.

## Was ist eine Hitzewelle?

Ich begann mit der Definition einer Hitzewelle. Ich habe im Internet mehrere herrlich zweideutige Definitionen gefunden. Von Mirriam Webster haben wir: „eine Periode von ungewöhnlich heißem Wetter“; Wikipedia definiert es als: „Eine **Hitzewelle** ist ein längerer Zeitraum mit ungewöhnlich heißem Wetter“; bei NOAA heißt es: „Eine Hitzewelle ist einfach **eine Periode von ungewöhnlich heißem Wetter, die typischerweise zwei oder mehr Tage andauert**. Die Temperaturen müssen außerhalb der historischen Durchschnittswerte für ein bestimmtes Gebiet liegen.“ Diese

Definitionen lassen viel Spielraum für Interpretationen. Wer entscheidet, was ungewöhnlich ist? Historische Durchschnittswerte über welchen Zeitraum? Durchschnitt über den gesamten Zeitraum oder ein gleitender Durchschnitt? Wie hoch ist der lokale Schwellenwert und wer legt ihn fest? Wie weit liegt er außerhalb der historischen Durchschnittswerte?

[Hervorhebung im Original]

## Daten-Gewinnung

Ich begann meine Suche nach Daten mit der Suche nach tatsächlichen Temperaturaufzeichnungen aus meiner Region. Ich wollte täglich beobachtete Daten, keine monatlichen Zusammenfassungen oder Rasterschätzungen. Ich wohne im Zentrum von New Jersey, etwas außerhalb von New York, und war überrascht, dass trotz der Tatsache, dass es seit der Revolution in der Nähe meines Hauses private Colleges/Universitäten und Militärstützpunkte aller Waffengattungen gibt, keine lokale Institution historische Tagestemperaturen aufgezeichnet oder zumindest veröffentlicht hat. Das Beste, was Climate Data Online (<https://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/>) bieten konnte, waren drei diskontinuierliche Datensätze von verschiedenen Orten, von denen der älteste... 1960 begann! Auf WUWT wurde oft gesagt, dass „Klima 30 Jahre dauert“. Wenn ich nach Hitzewellen in den 60er Jahren suchen wollte, bedeutete das, dass ich Daten von mindestens 1930 finden musste, um nach Hitzewellen in den 60er Jahren zu suchen.

Cornell University: [Hier](#) gib es Aufzeichnungen von ihrer Versuchsfarm außerhalb von Geneva, NY.

Ich habe Python-Skripte verwendet, um diese Datensätze in CSV-Dateien zu analysieren und zu verarbeiten. Es fehlten einige Daten, vor allem in den ersten Jahren, so dass ich die Aufzeichnungen vor 1900 verwarf. Die Cornell-Website hat offenbar nach der Hälfte des Jahres 2020 aufgehört, Daten zu veröffentlichen, also habe ich die letzten sechs Monate dieses Datensatzes gestrichen, um sie an das Ende des Jahres 2019 anzupassen. Es gab immer noch ein paar Lücken, also habe ich die Lücken gefüllt, indem ich den Durchschnitt der zehn Tage vor jeder Lücke berechnet und die Lücke mit diesem Durchschnitt gefüllt habe.

Data Set	Date Range	Number of rows	Missing Highs	Missing Highs %	Missing Lows	Missing Lows %
New York Central Park	1900 through 2020	44195	6	0	7	0
Cornell	1900 through 1999	43892	110	.25%	134	.31%

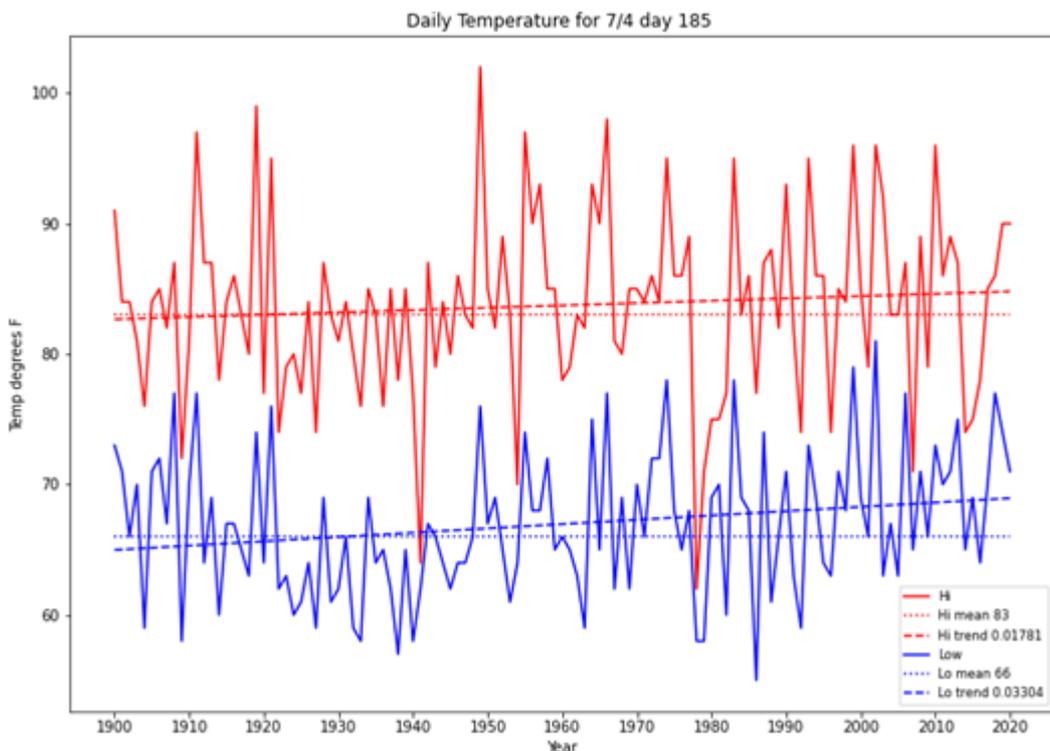
Tabelle: Die für diesen Beitrag heran gezogenen Datensätze

Zurück zu der Frage der „üblichen Temperatur“. Wie bestimmen wir die übliche Temperatur für einen bestimmten Tag im Jahr? Es stört mich, dass wir bei den üblichen / normalen / durchschnittlichen Temperaturen immer an Kalendermonate denken. Ein Kalendermonat ist eine bequeme Fiktion, die – im Falle unseres Kalenders – von den Römern erfunden wurde. Monate haben wenig oder gar nichts mit tatsächlichen Klimaphänomenen zu tun.

Anstatt einen Durchschnitt der Tage eines Monats oder der n Tage vor einem Tag zu bilden, hielt ich es für sinnvoller, die Temperaturen für jeden einzelnen Tag und Ort über die ~120 Perioden jedes Datensatzes zu betrachten. Mit diesem Ansatz erhalten wir eine mittlere Temperatur für jeden Tag des Jahres, die wir dann als Grundlage für unsere Bewertung „zwei Tage über dem Normalwert“ verwenden können. Mit den Anwendungen Python, Pandas und Matplotlib konnte ich schnell eine Datenreihe für jeden Tag des Jahres über die ~120 Jahre jedes Temperaturdatensatzes erstellen, den Mittelwert, die Standardabweichung und eine Trendlinie der kleinsten Quadrate für jeden Tag berechnen und diese darstellen, um zu sehen, wie sich die Temperatur für diesen Tag von Jahr zu Jahr verändert hat.

### 120 Jahre mit täglichen Temperaturwerten

Jedes Jahr treffen sich Bürger in den gesamten USA am vierten Juli, dem US-Unabhängigkeitstag, um Hot Dogs zu essen, Bier zu trinken und sich darüber zu beschweren, wie heiß es ist. Eine Grafik der Temperatur am US-Unabhängigkeitstag im Central Park von 1900 bis 2020 sieht wie folgt aus:

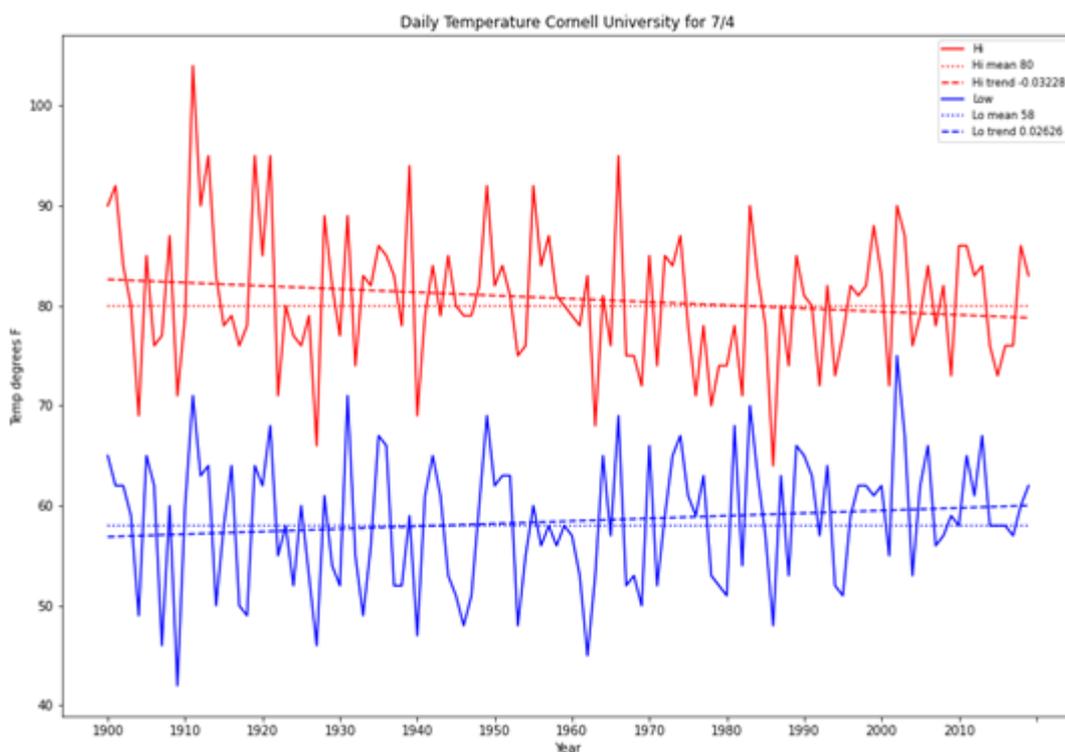


Der vierte Juli im New Yorker Central Park über einen Zeitraum

von 120 Jahren – fahren die New Yorker deshalb in die Hamptons?

Der Mittelwert in diesem Diagramm ist der mittlere Höchsttemperaturwert für diesen Tag des Jahres, in diesem Fall Tag 185.

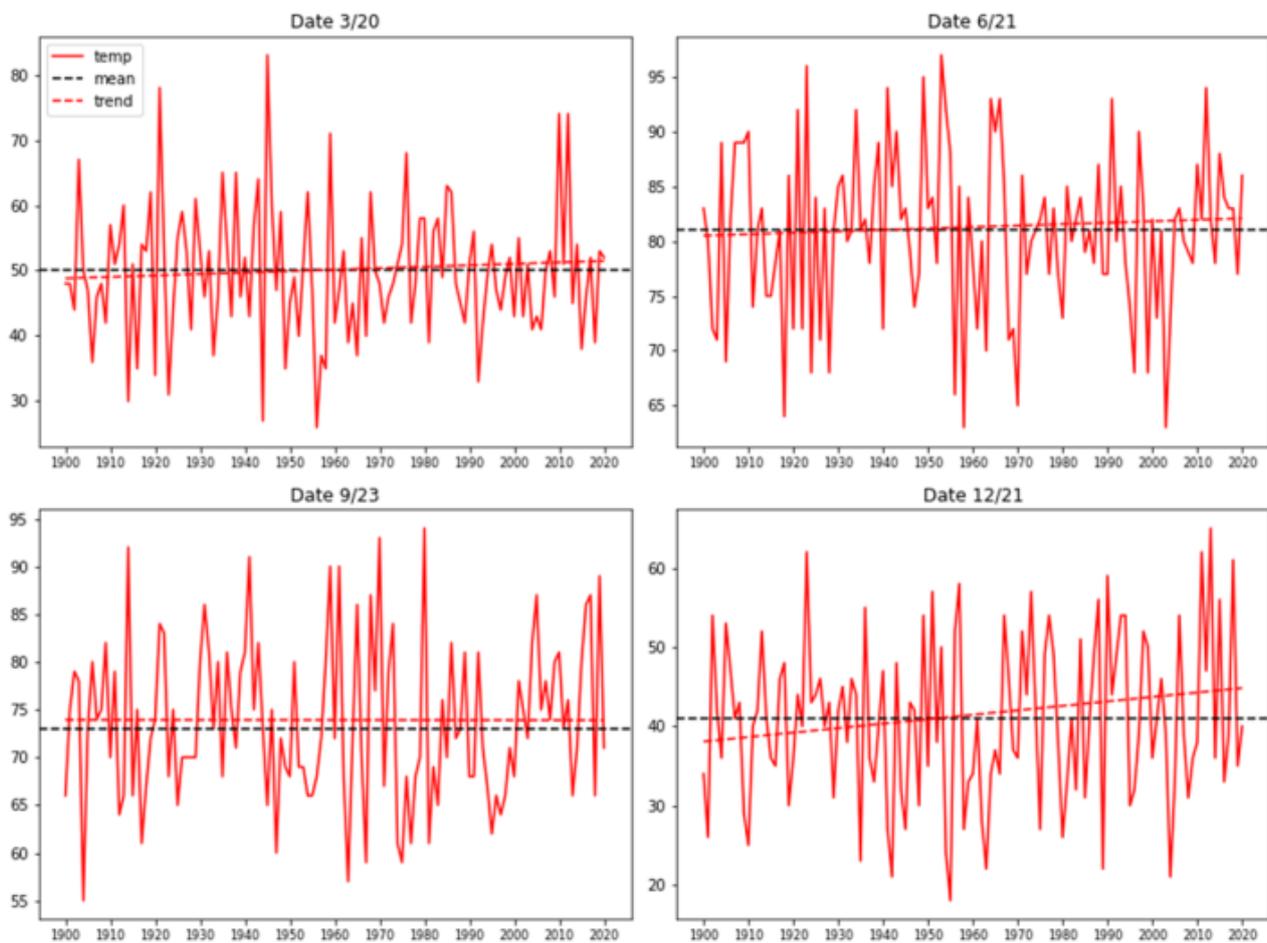
Die Cornell University hat eine Versuchsfarm in der Nähe von Geneva, NY, etwa auf halber Strecke zwischen Rochester und Syracuse. Sie sammelt seit 1891 Temperaturdaten, hat aber Mitte 2020 die Aktualisierung ihrer Website eingestellt. Wenn wir uns den 4. Juli in Geneva von 1900 bis 2019 ansehen, ergibt sich ein etwas anderes Bild als das im Central Park:



Der vierte Juli in Geneva, NY, über einen Zeitraum von 119 Jahren

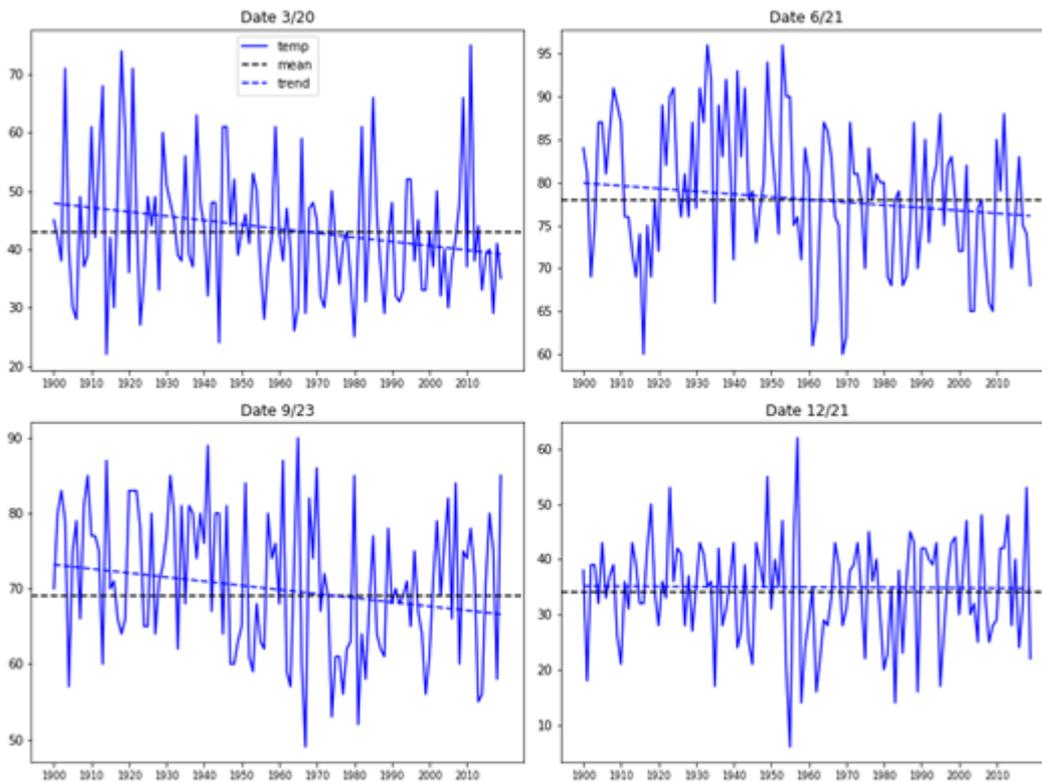
Interessant ist, dass die Tiefsttemperaturen an beiden Orten in den letzten 120 Jahren gestiegen sind.

Da ist es ganz interessant, einen Blick auf ähnliche Tagesdiagramme für einige Tage zu werfen, die tatsächlich mit dem Klima zu tun haben könnten – die Sonnenwenden und Tag-und-Nacht-Gleichen. Hier ist wieder der Central Park:



Temperatur im Central Park von New York an Sonnenwende-Tagen sowie Äquinoktien über den gleichen Zeitraum von 120 Jahren.

Hier die gleiche Darstellung für Geneva, NY:

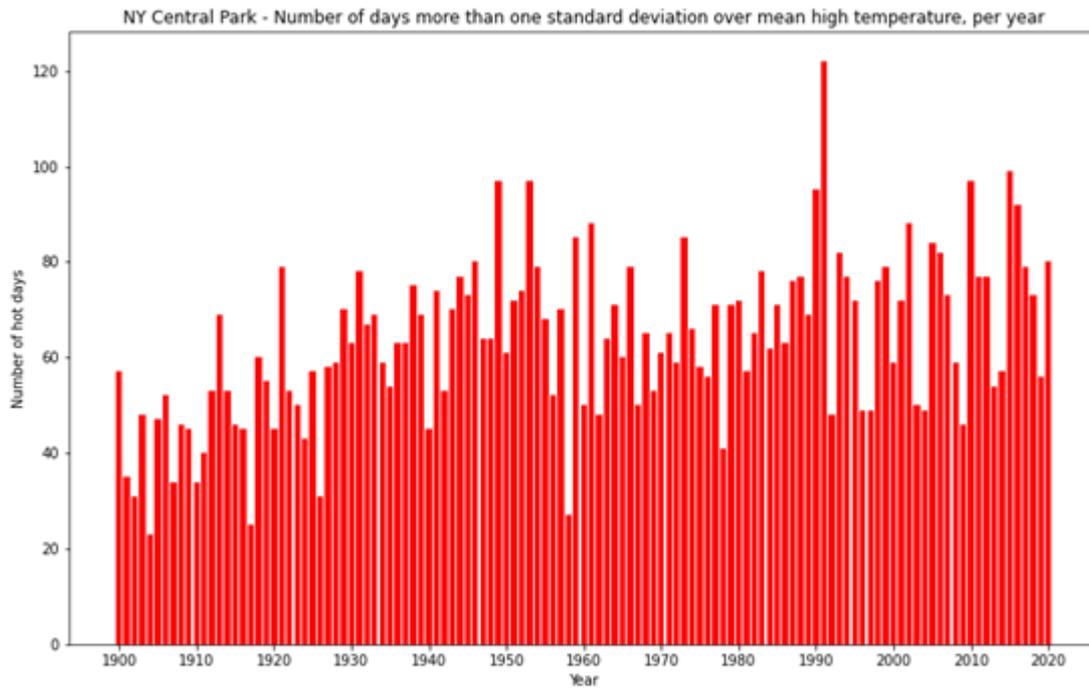


Temperatur in Geneva, NY, an Sonnenwende-Tagen sowie Äquinoktien über den gleichen Zeitraum von 120 Jahren.

## Hitzewellen

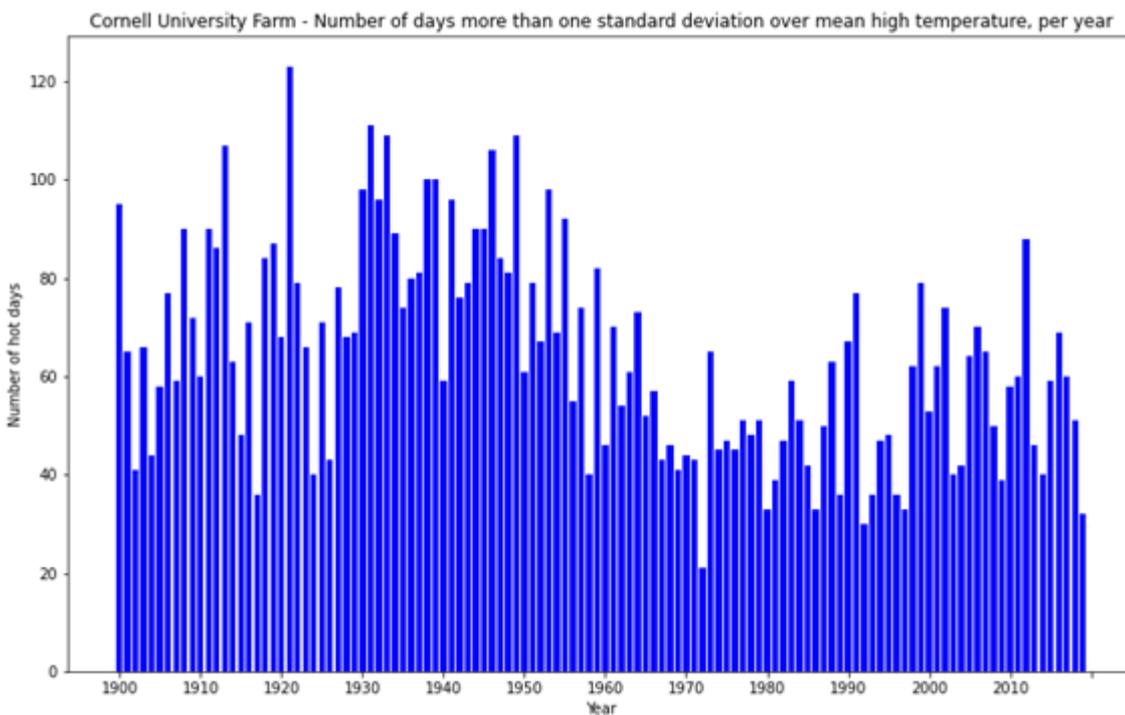
Um die Hitzewellen zu ermitteln, müssen wir zwei oder mehr aufeinanderfolgende Tage über dem Normalwert finden. Ich habe beschlossen, eine Standardabweichung über der mittleren Temperatur für diesen Tag des Jahres als „normal“ für diesen Tag zu verwenden. Ich werde dies für das gesamte Jahr tun, nicht für eine beliebige „Hitzewellen-Saison“. Denn wenn es mitten im Winter sehr warm ist, ist das keine Hitzewelle?

Zunächst habe ich jeden Tag ermittelt, der über diesem Schwellenwert liegt. Hier ist die Anzahl dieser „heißen Tage“ pro Jahr im Central Park:



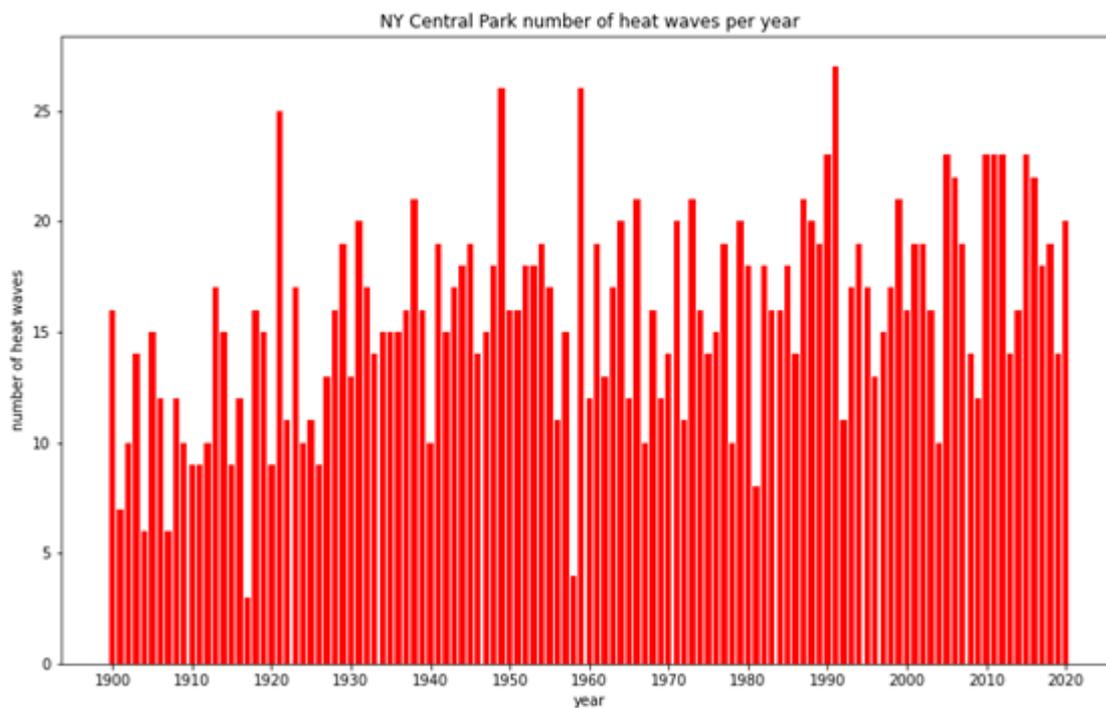
1992 gab es eine ganze Reihe heißer Tage im Central Park!

Das Diagramm für heiße Tage in Geneva, NY, sieht so aus:

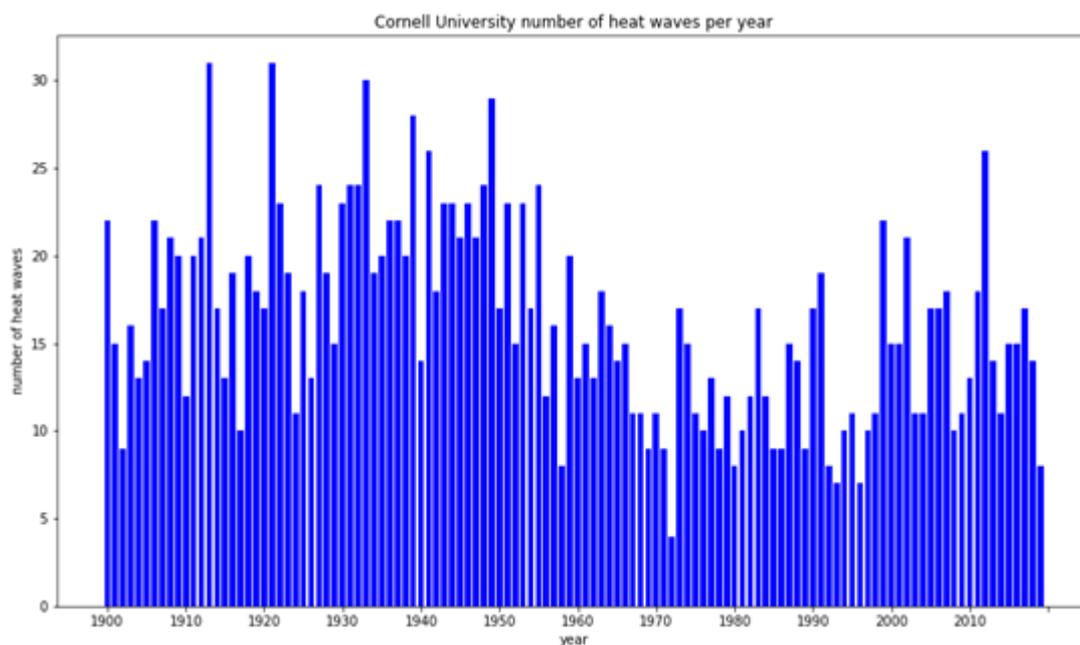


Jene heißen Tage scheint es dort im Jahre 1922 gegeben zu haben.

Von hier aus kann man leicht die Anzahl aufeinander folgender heißer Tage zählen, um Hitzewellen zu ermitteln:

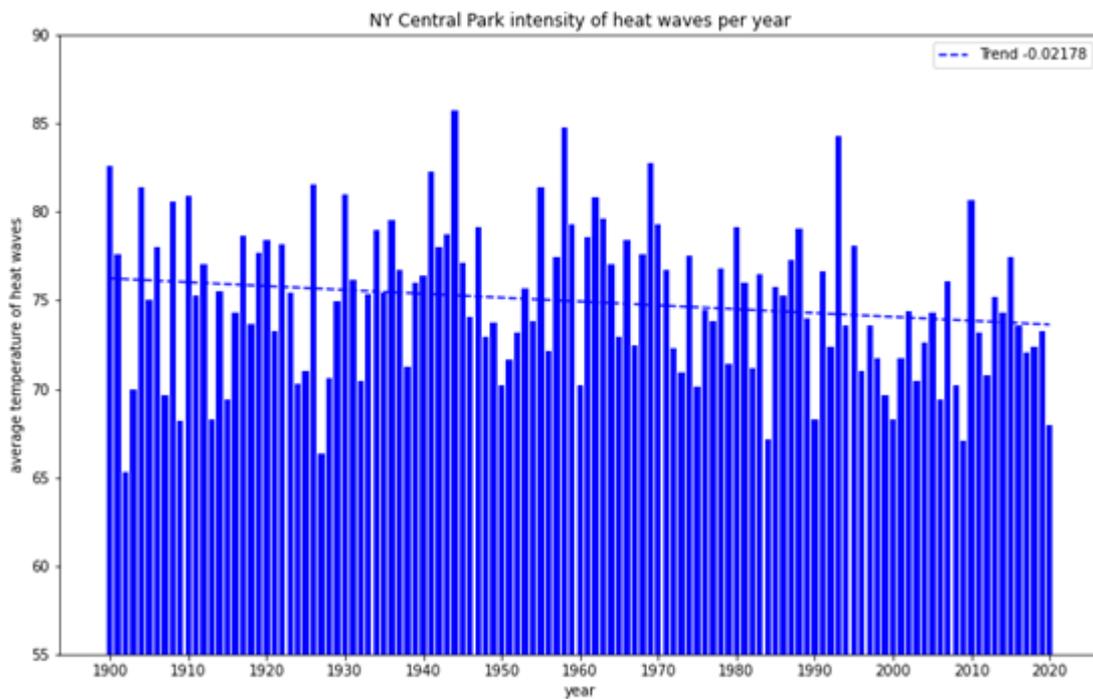


Anzahl der Hitzewellen pro Jahr im Central Park von 1900 bis 2020

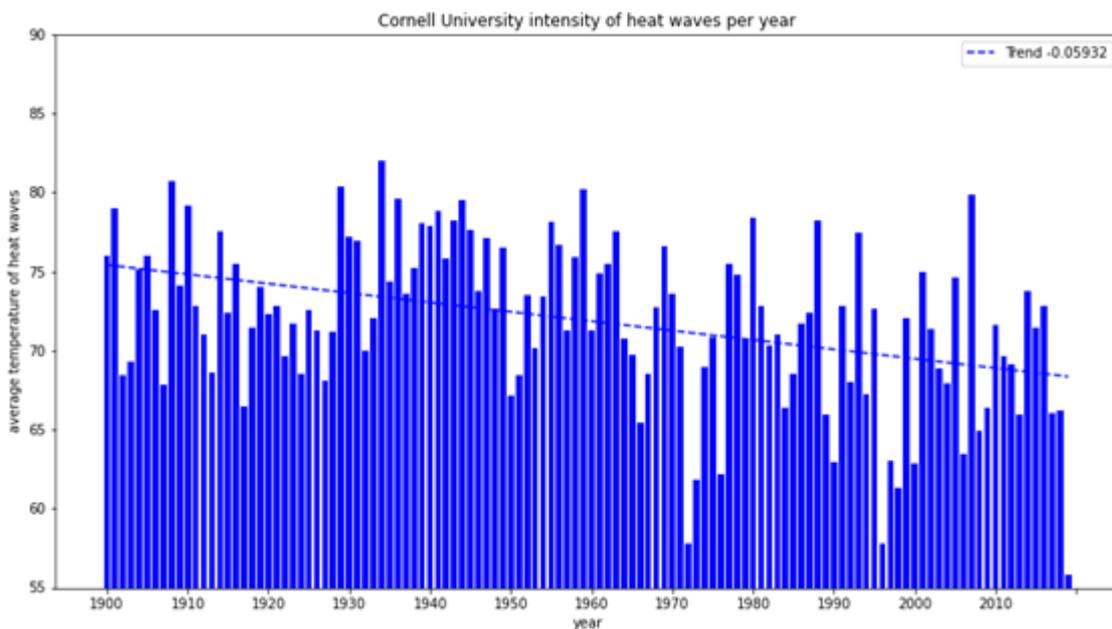


Anzahl der Hitzewellen pro Jahr in Geneva, NY, von 1900 bis 2019

Betrachten wir nun die Intensität und die Dauer. Mit Intensität meine ich die durchschnittliche Temperatur aller Hitzewellen in diesem Jahr.



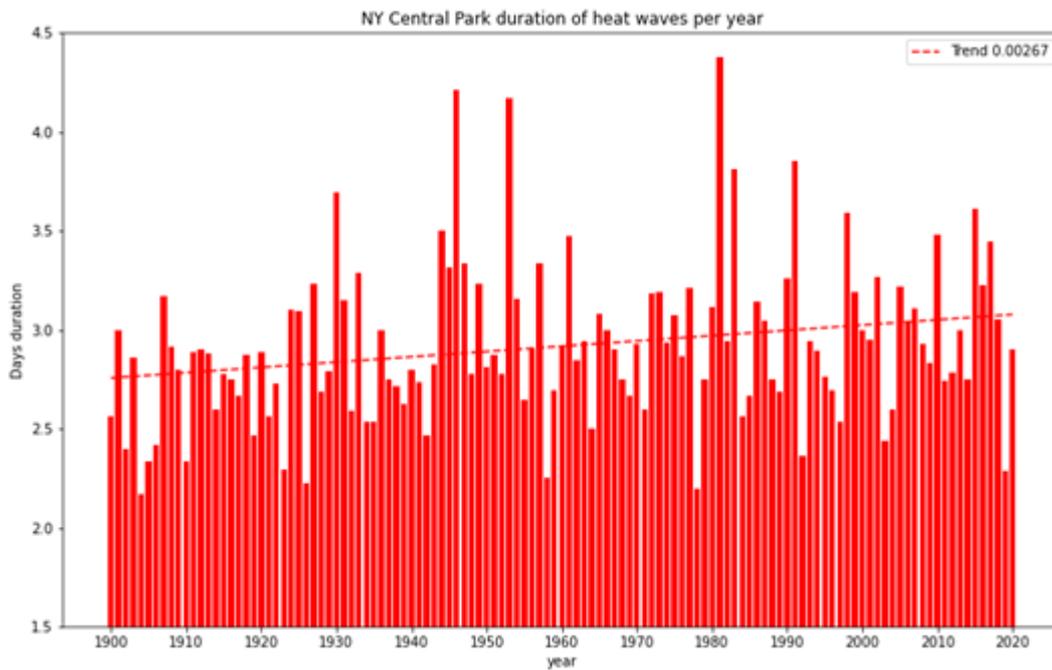
Central Park: Mittlere Temperatur pro Hitzewelle pro Jahr 1900 bis 2020



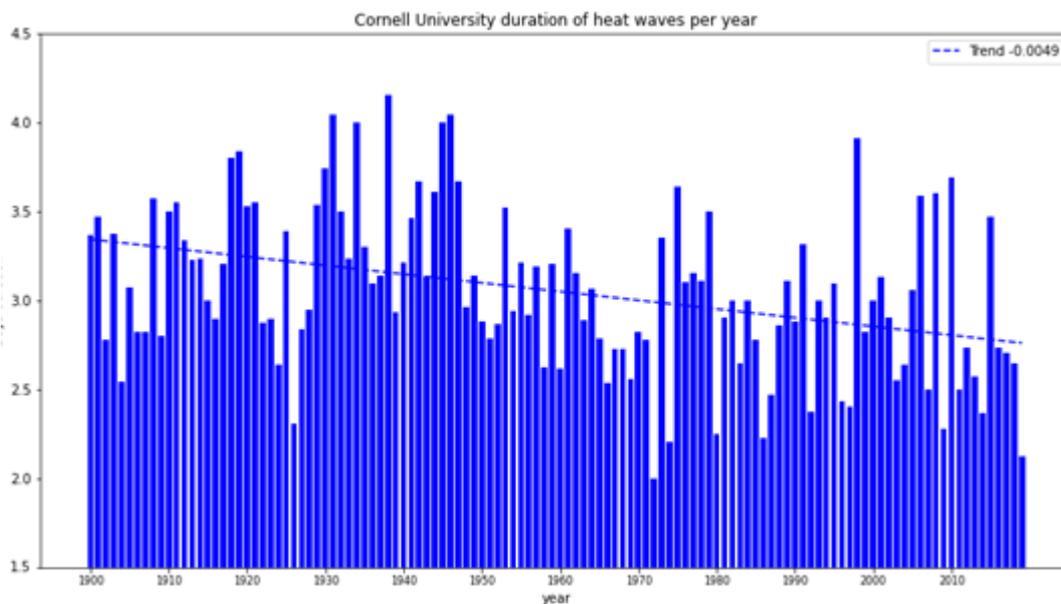
Geneva, NY: mittlere Temperatur pro Hitzewelle pro Jahr 1900 bis 2019

Das sind interessante Bilder. Bedeutet es, dass die Hitzewellen an Intensität abgenommen haben oder dass der Anteil der Hitzewellen in den kühleren Monaten in der zweiten Hälfte des Datenzeitraums zugenommen hat?

Schließlich können wir die durchschnittliche Länge der Hitzewellen jedes Jahr über den gleichen Zeitraum darstellen:



Central Park: Mittlere Dauer von Hitzewellen pro Jahr 1900 bis 2020

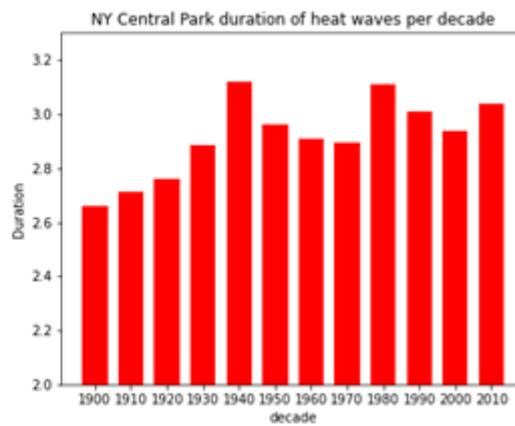
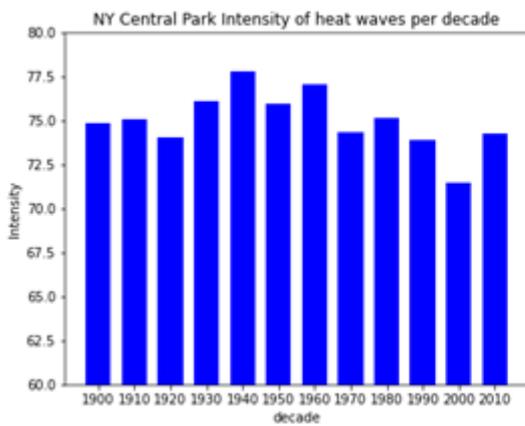
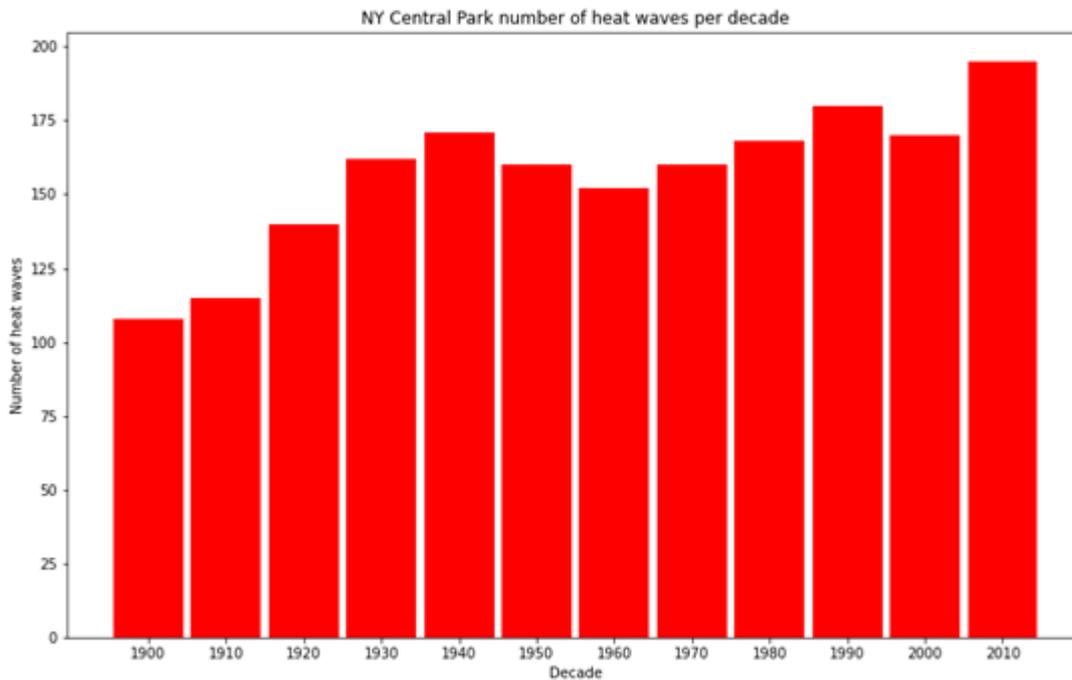


Geneva, NY: Mittlere Dauer von Hitzewellen pro Jahr 1900 bis 2019

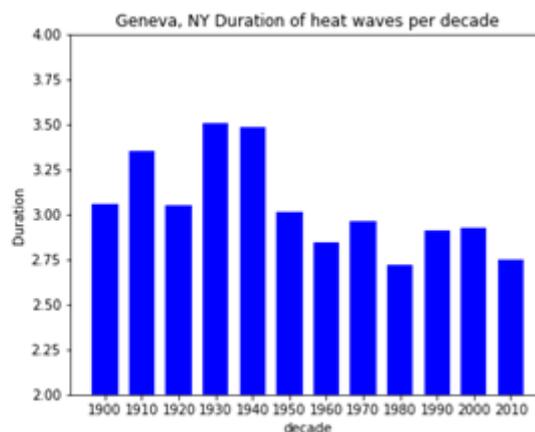
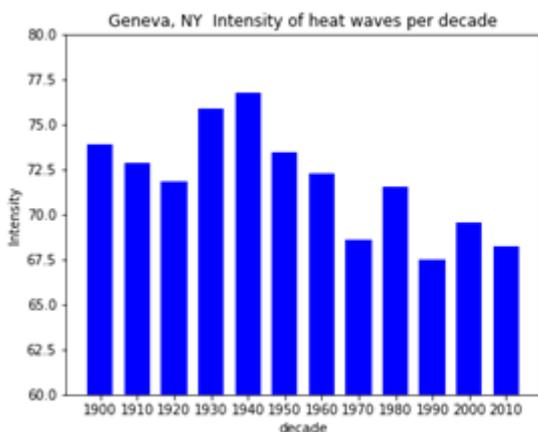
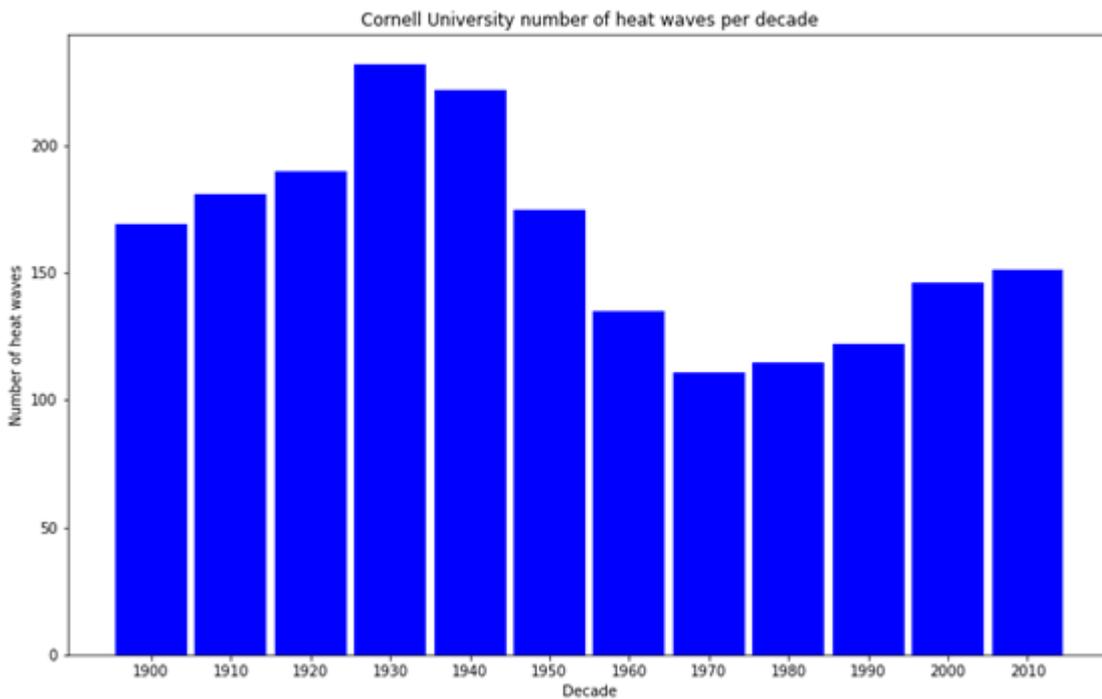
### Zusammenfassung nach Jahrzehnt – die EPA-Graphik

Wenn man die oben genannten Hitzewellenzahlen für jedes Jahrzehnt von

1900 bis 2019 mittelt, erhält man ähnliche Diagramme wie die der EPA:



Central Park: Hitzewellen pro Jahrzehnt 1900 bis 2019



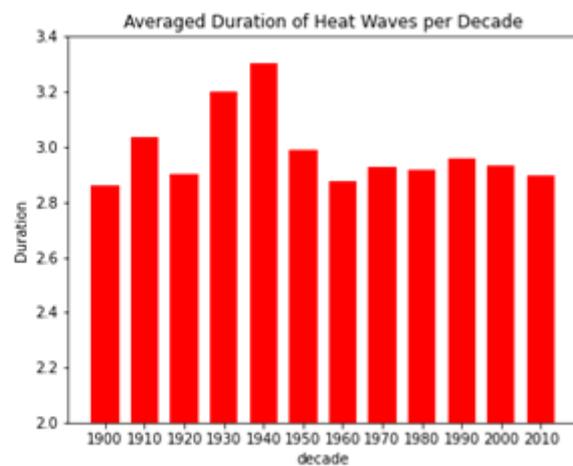
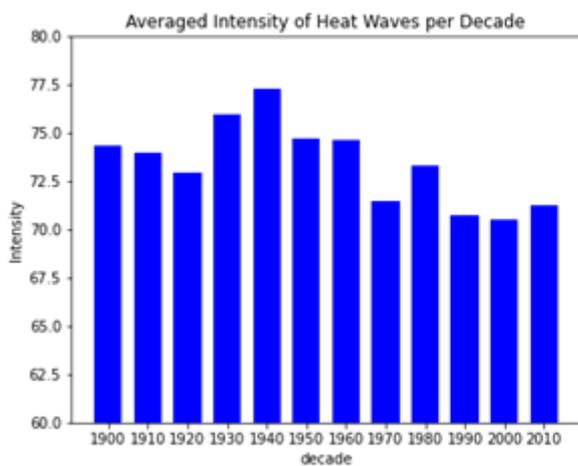
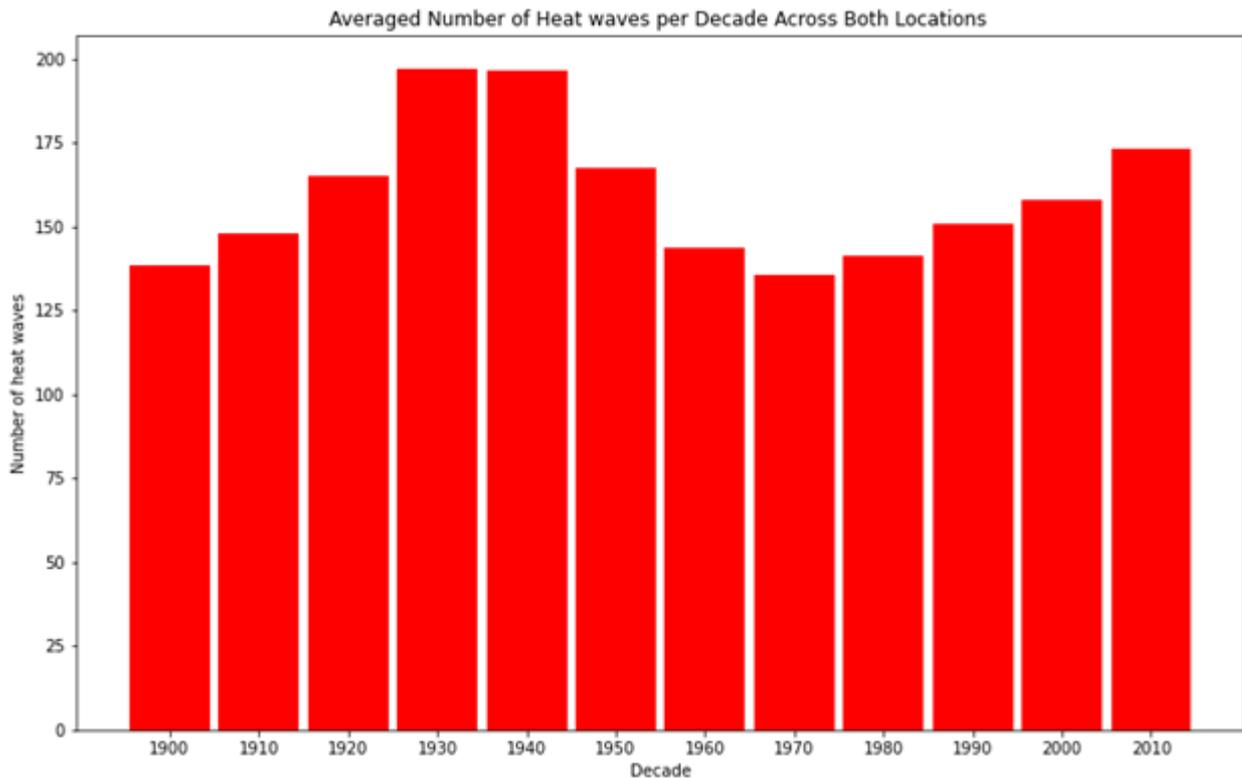
Geneva, NY: Hitzewellen pro Jahrzehnt 1900 bis 2019

Interessanterweise zeigt die Anzahl der Hitzewellen pro Jahrzehnt sowohl im Central Park als auch im Hinterland von New York im Zeitraum von 1960 bis 2019 einen Anstieg der Anzahl der Hitzewellen pro Jahrzehnt, ähnlich wie in der EPA-Grafik, obwohl es so aussieht, als ob dort ein höherer Schwellenwert verwendet wurde, da die Anzahl der zitierten Hitzewellen viel niedriger ist. Der Zeitraum von 1960 bis 2020 scheint jedoch nicht die ganze Geschichte zu erzählen, da wir sehen können, dass es in beiden Datensätzen in den 30er und 40er Jahren eine wärmere Periode gab. Die von mir erstellten Diagramme zu Intensität und Dauer unterscheiden sich an jedem Ort deutlich von denen der EPA.

### Ein Diagramm für alle Fälle

Die EPA hatte nur einen Satz von Diagrammen, die eine nicht näher spezifizierte Region repräsentierten, ich nehme an, die ganze Erde? Ich

habe zwei Diagramme, eines für die Stadt und eines für das Umland. Kombiniert man die beiden, indem man die dekadischen Werte für jeden Ort mittelt, erhält man diese Diagramme:



Ich bin mir nicht sicher, was uns diese kombinierten Diagramme sagen. Die Durchschnittswerte der Hitzewellen an den beiden Standorten scheinen den stetigen Anstieg der Zahl der Hitzewellen im Central Park zu verdecken. Die von uns erstellten Diagramme zur Intensität und Dauer der Hitzewellen haben keine Ähnlichkeit mit denen der EPA. Es wäre schön zu wissen, welche Daten sie zur Erstellung ihrer Diagramme verwendet haben.

Klar ist, dass eine Entfernung von etwa 500 km und ein Höhenunterschied von 240 m zu sehr unterschiedlichen Temperaturdaten an diesen beiden Orten geführt hat. Die Hitzewellen-Diagramme scheinen zu zeigen, dass selbst dreißig Jahre nicht ausreichen, um das Klima an beiden Orten zu

verstehen. Es wäre schön, weitere hundert Jahre an Daten zu haben, um zu sehen, ob das scheinbar zyklische Muster in der Anzahl der Hitzewellen real ist.

Alle Daten und Kalkulationen finden sich hier:

[https://github.com/jentwistle3/Heatwave\\_public](https://github.com/jentwistle3/Heatwave_public)

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2021/11/19/heat-waves-vs-observed-data/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE