

Mitteilungen über Wetterbeobachtungen in Sangerhausen.

Von Steffen Wiehart, Ökologiestation Sangerhausen

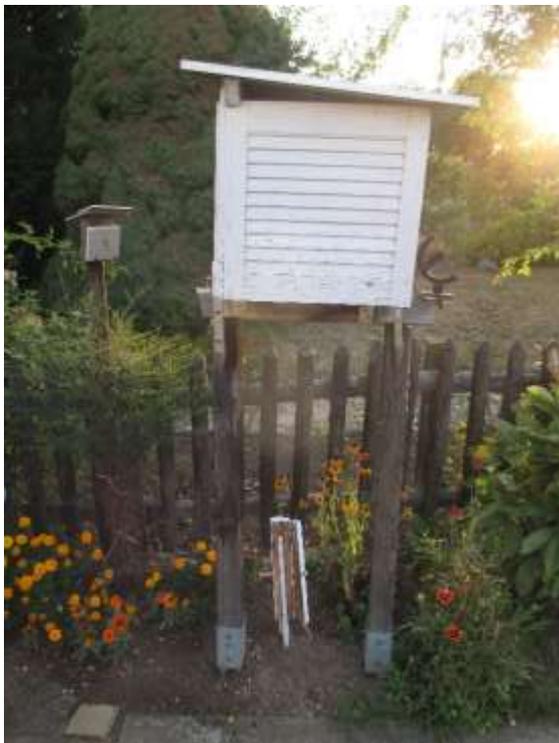
letzte Aktualisierung 03.04.2023

In Sangerhausen, in der Riestedter Straße am östlichen Stadtrand zwischen dem Rosarium und dem Stadtbad befindet sich eine kleine private Wetterstation in der seit 1963 von Physiklehrer R. Wiehart regelmäßige Wetterbeobachtungen durchgeführt wurden. Die Station wird derzeit durch S. Wiehart, betrieben.

Technische Beschreibung

Es handelt sich um eine kleine Wetterhütte, in der die Instrumente ca. 1,3 m über der Erdoberfläche angeordnet sind. Das entspricht nicht den amtlichen 2 m Meßhöhe über der Erdoberfläche, wodurch der Einfluss der Abstrahlung des Bodens etwas größer ist. Aber wichtiger für die Auswertbarkeit langer Messreihen ist die Konstanz der Meßbedingungen, die gegeben ist.

Die Beobachtungen wurden zumeist zu festen Zeiten, früh 7 Uhr, 14 Uhr und 21 Uhr durchgeführt.



Ansicht der Wetterhütte und Anordnung der Instrumente

Hygrometer, Maximumthermometer, Minimumthermometer, das Barometer befinden sich im Haus. Ein Bodenthermometer für 10 cm Tiefe unter der Wetterhütte.

Aufgezeichnet wurden jeweils die Temperatur, Luftdruck, Windrichtung und Windstärke, relative Luftfeuchte, Wolkenbedeckung und Wolkenarten. Später kamen hinzu: Niederschlagsmessung seit



1974, und Radioaktivität seit 2007. Außerdem werden gelegentlich die Bodentemperatur in 10 cm Tiefe und die Magnetfeldrichtung des Erdmagnetfeldes gemessen. Es werden herkömmliche analoge Geräte verwendet. Ausnahme sind die Strahlenmessgeräte. Zwei Haarhygrometer die in mit Wasserdampf gesättigter Luft mit 100% Feuchte kalibriert werden können, sowie mehrere Alkohol- und Quecksilberthermometer sind vorhanden. Für alle Geräte sind zur Kontrolle Referenzgeräte vorhanden.

Die Station wurde in ihrem grundlegenden Aufbau nicht verändert. Durch die immer gleichgebliebenen Messbedingungen und die Verwendung vergleichbarer bzw. kalibrierbarer Geräte ist es möglich die Werte des gesamten Beobachtungszeitraum zu vergleichen.

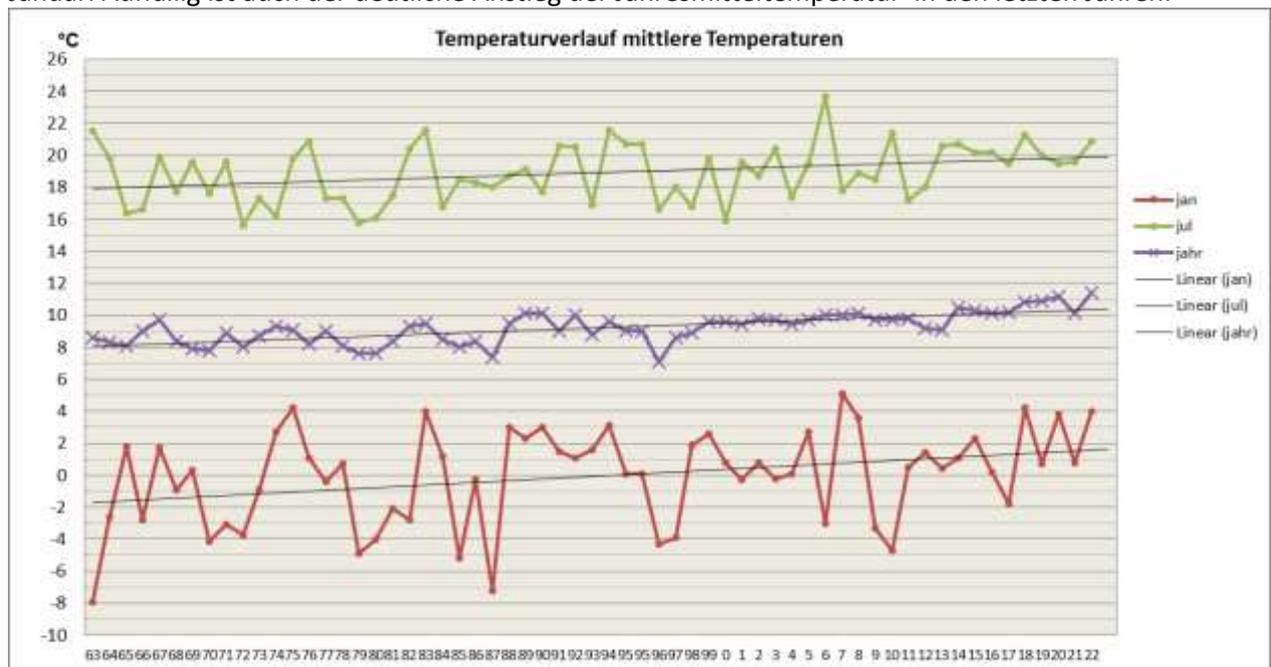
Dies ermöglicht den lokalen Wetterverlauf über mehrere Jahrzehnte zu überblicken und damit zu erkennen, ob sich langfristige Trends abzeichnen, die einen Wandel des Klimas im Beobachtungsgebiet zur Ursache haben könnten.

Auswertung der Messergebnisse -Wetterbeobachtungen

Es werden im Folgenden einige Messgrößen hinsichtlich des Langzeitverlaufes ausgewertet. Dabei wird zunächst bewusst kein Bezug auf andere Messergebnisse und Erkenntnisse genommen, um aufzuzeigen, wie man eigene Messungen unabhängig von anderen Daten Auswerten und interpretieren kann. Datenbasis sind 21904 bisher ausgewertete Datensätze.

Betrachten wir zunächst die allgemeine Entwicklung der Temperaturen. Es werden hier die Jahresmitteltemperatur, sowie die mittleren Temperaturen für Januar und Juli, der gewöhnlich wärmsten und kältesten Monate wiedergegeben.

Die Schwankungen sind für die einzelnen Monate natürlich größer als für das Jahr. Für alle drei Werte zeigt sich ein Trend zum Temperaturanstieg. Besonders deutlich ist dieser Trend für den Januar. Auffällig ist auch der deutliche Anstieg der Jahresmitteltemperatur in den letzten Jahren.



Mittlere Temperaturen 1963-2022

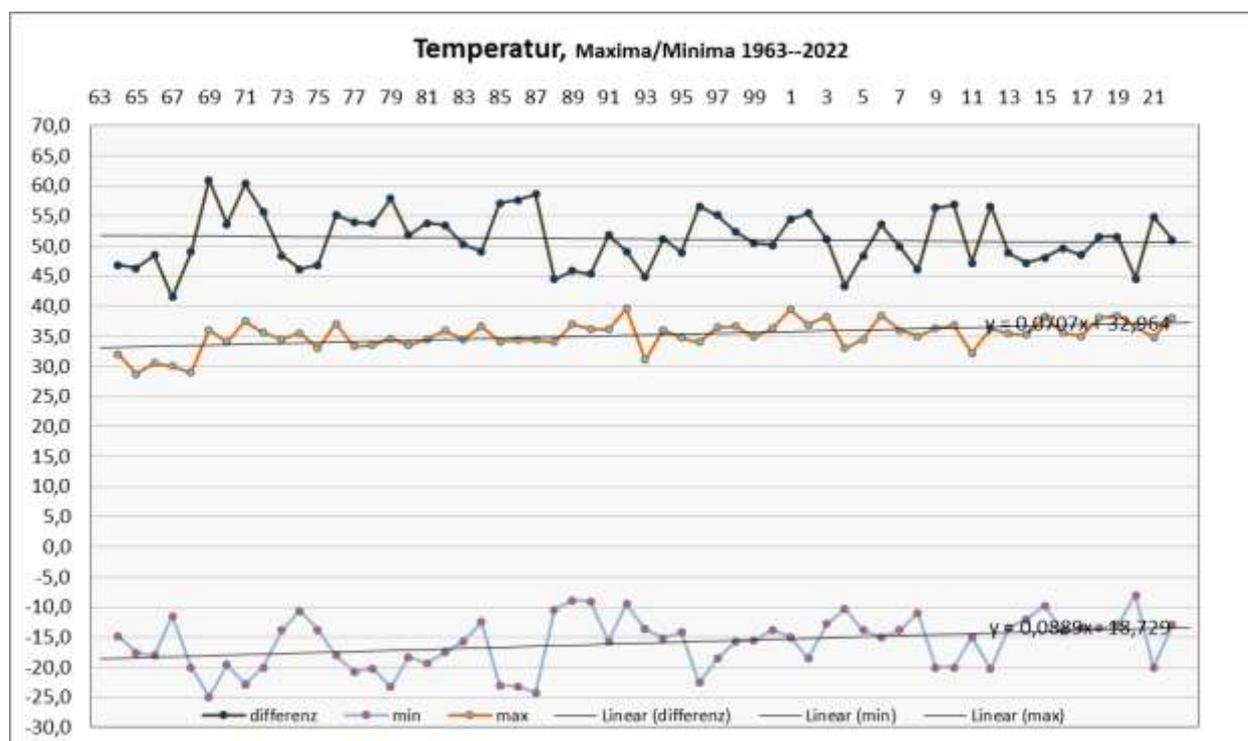
Ein Überblick über den Bereich zwischen den Minima und den Maxima, innerhalb dem sich die Temperaturen bewegen zeigt, daß dieser geringfügig schmaler geworden ist, sich aber insgesamt in Richtung höherer Temperaturen verschoben hat. Die Minima werden auf Grund der nächtlichen Ausstrahlung und Abkühlung gewöhnlich in der späten Nacht /am frühen Morgen erreicht. Die Maxima werden meist am Nachmittag erreicht wenn die Sonneneinstrahlung zur maximalen Erwärmung geführt hat. Dabei ist der Anstieg der Minima (Steigungsfaktor der Trendlinie 0,0889) stärker als der Maxima (Steigungsfaktor der Trendlinie 0,0707). Das trifft für die Jahreswerte zu. Die Differenz zwischen Maximum und Minimum der Temperatur ist von viele Faktoren abhängig, wie Luftfeuchte, Bewölkung, Bodentemperatur, zwischenzeitlicher Luftmassenwechsel u.a. Ein wichtiger Faktor ist aber auch der Gehalt an Gasen die die Wärmabstrahlung vermindern, wie etwa auch, Methan, Kohlendioxid, Wasserdampf. Höhere Tages, bzw. Maxima-Temperaturen würde man eher

erwarten, wenn eine verstärkte Sonnenstrahlung beteiligt ist, höhere Minima, wenn die Wärmeabstrahlung vermindert ist. Wegen der vielen Einflußfaktoren, kann im Einzelfall oder auch Monatsmittel ein anderer Verlauf auftreten, aber die Jahresswerte lassen den allgemeinen Trend erkennen.

Daß die Minima stärker ansteigen, kann daher ein Indiz dafür sein, daß die Ursache für den Temperaturanstieg eher in Veränderungen innerhalb der Erdatmosphäre liegt, also mit großer Wahrscheinlichkeit ein verringertes Wärmabstrahlvermögen der Atmosphäre eine Rolle spielt. Dafür kommen höhere Konzentrationen an Treibhausgasen und veränderte Bewölkung in Betracht. Sehr strenge Frosteinbrüche von deutlich unter 20°C sind seit der Jahrtausendwende nicht mehr aufgetreten. Sie waren bis ca.2000 mindestens einmal im Jahrzehnt zu registrieren.

Das Jahr 1963 wurde wegen unvollständiger Werte nicht in die Auswertung einbezogen.

Wärmere Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen. Das hat mehrere Folgen: Zunächst kann ganz allgemein mehr Wasser transportiert werden und damit auch höhere Regenmengen entstehen. Zum anderen hat Wasser eine hohe spezifische Wärmekapazität. Es kann also bei Erwärmung viel Energie aufnehmen, diese dann transportieren und an anderem Ort wieder abgeben. Das Potential für extreme Wetterereignisse und Unwetter steigt an. Weiterhin ist Wasserdampf selbst auch ein Gas, das die Wärmeabstrahlung hemmt.

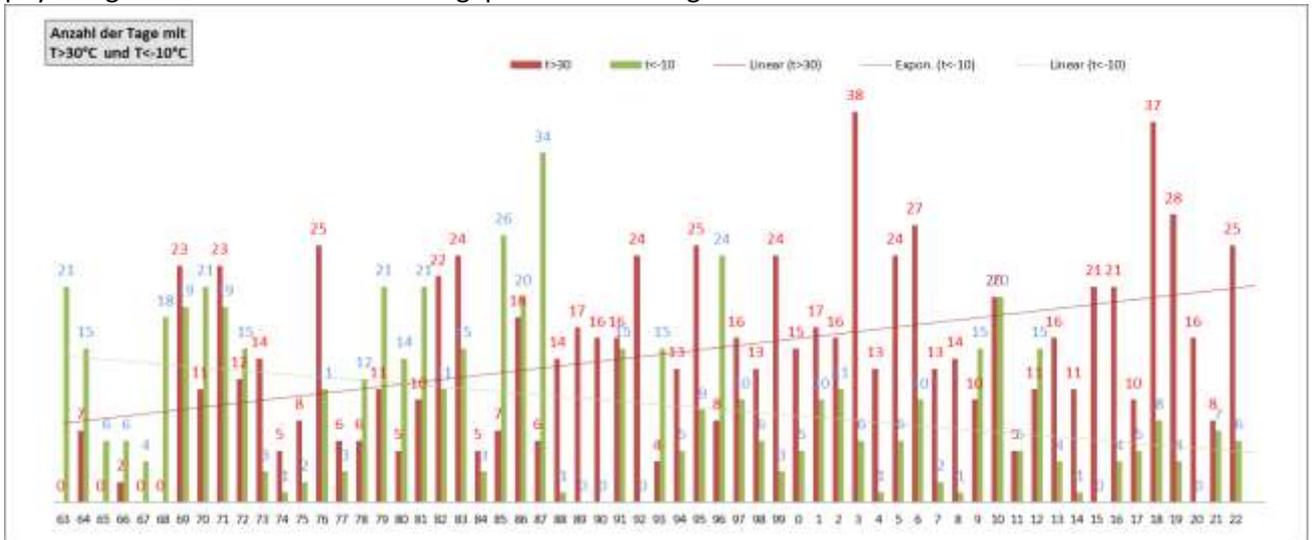


minimale und maximale Temperaturen 1964-2022, beachte den stärkeren Anstieg der Minima

Neben den Durchschnittstemperaturen interessieren besonders die Extremtemperaturen. Für Pflanzen und Tiere ist es entscheidend, ob physiologische Belastungsgrenzen überschritten werden, selbst wenn es nur für kurze Zeitabschnitte ist. Das kann für das Überleben der Organismen kritischer sein als ein allgemeiner Anstieg der Durchschnittstemperaturen, der innerhalb der für den Organismus erträglichen Grenzen bleibt. Treten solche für bestimmte Arten nicht mehr tolerierbare Extreme auf, steigt die Wahrscheinlichkeit, daß sie in dem betreffenden Gebiet nicht mehr leben können.

Das Risiko für solche Extreme wächst allerdings mit dem allgemeinen Temperaturanstieg.

Das für Lebewesen kritische ist bei einer Erwärmung also zunächst nicht die bisher nur geringfügige mittlere Temperaturänderung, sondern das Auftreten kritischer Hitzeperioden. Andererseits kann, bei Erwärmung, das öftere Ausbleiben kritischer Kältewellen, kälteempfindlichen Arten das Überleben erleichtern. Also das Einwandern subtropischer oder tropischer Arten fördern. Bei weiterer Erwärmung können natürlich dann auch Temperaturen nahezu dauerhaft über den physiologischen Grenzen von kältelangepassten Arten liegen.

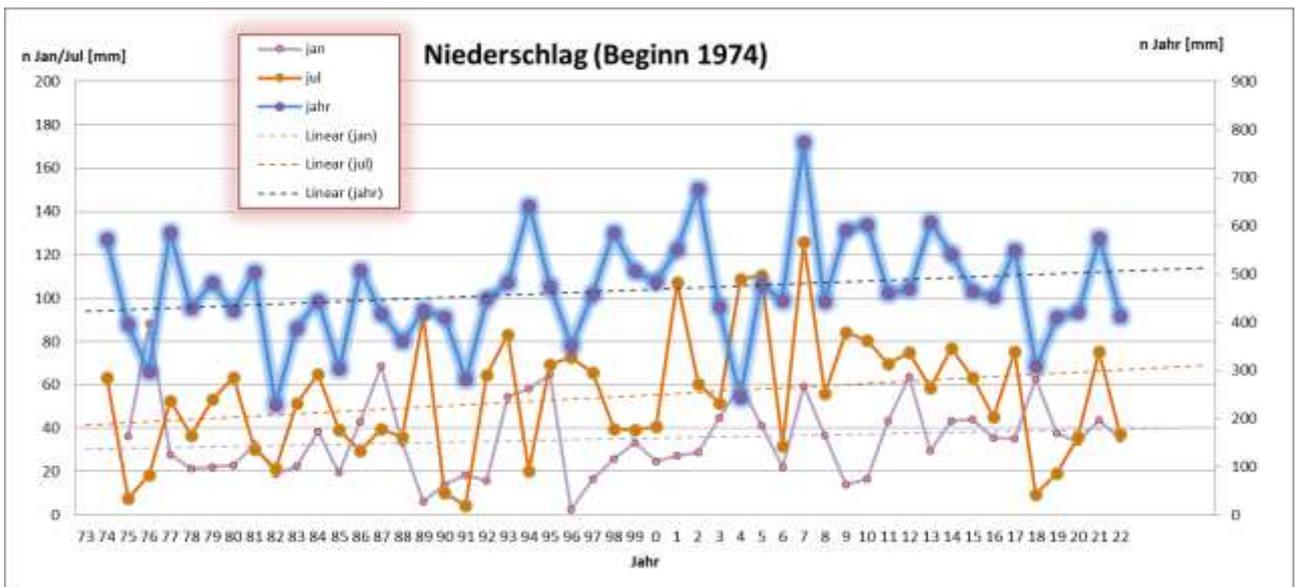


Anzahl der Tage mit Maxima über 30 °C und Minima unter 10°C im Jahr 1963-2022

Die Anzahl der Hitzetage mit Maxima über 30°C steigt deutlich an. Rekord war bisher der Hitzesommer 2003

Das zweite wesentliche Wetterphänomen ist der Niederschlag. An der Wetterstation wird seit 1998 eine Niederschlagsnebenmessstelle des DWD betrieben Daher hier nur ein allgemeiner Überblick. Weitere ausführliche Angaben zum Niederschlag sind über den DWD zu erhalten.

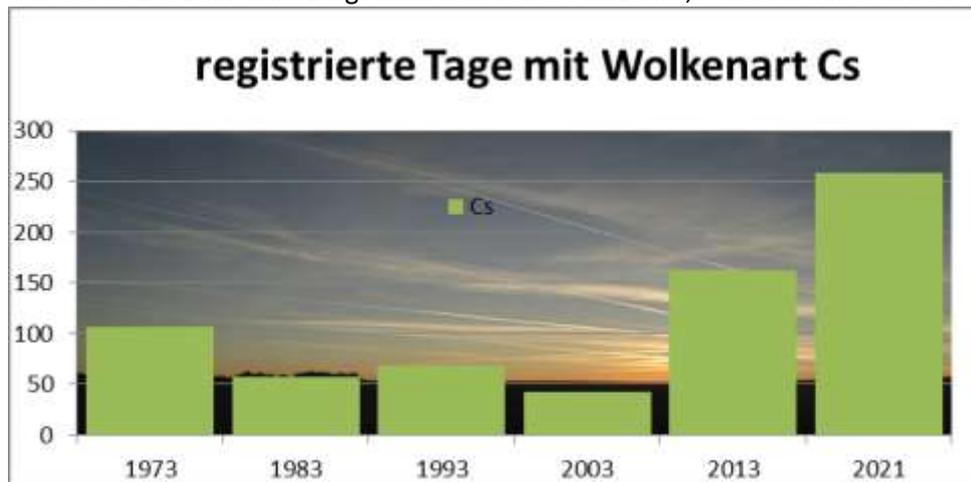
Ein deutlicher Trend ist, daß die Niederschläge deutlich ungleichmäßiger auftreten, also Starkniederschläge einerseits und längere Trockenperioden andererseits zunehmen. Eine generelle Abnahme der Jahressummen trat im Beobachtungszeitraum nicht auf.



Niederschlagssummen 1974-2022

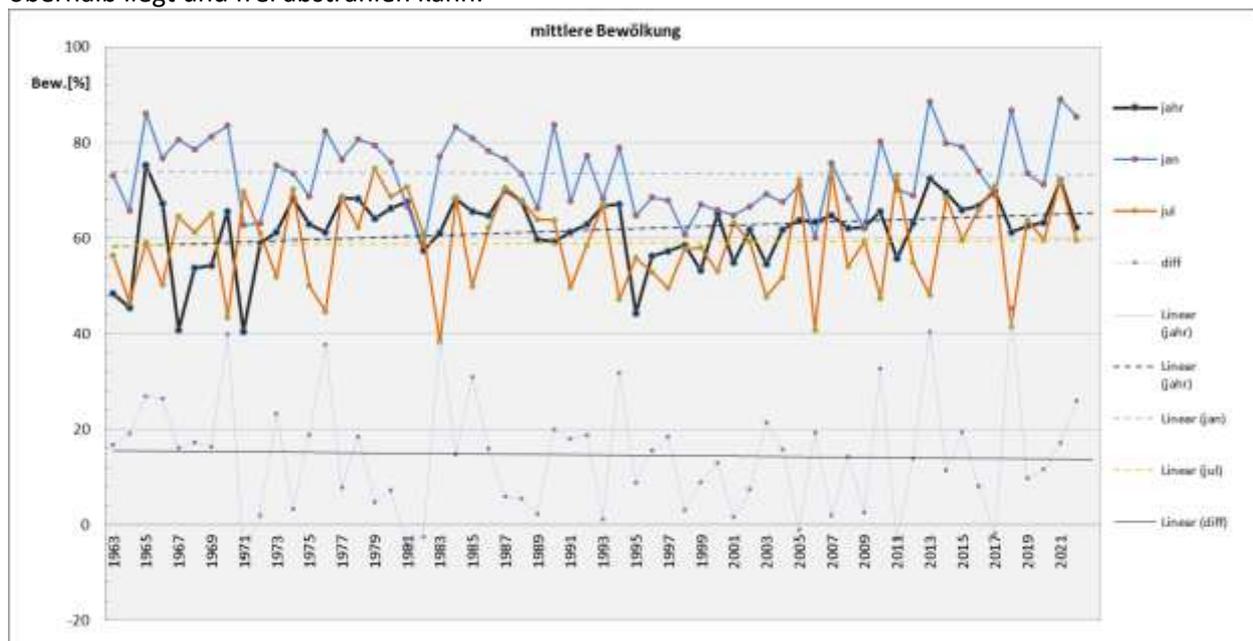
Der Bewölkungsgrad wird visuell geschätzt und der Anteil der bedeckten Himmelsfläche so wie die Hauptwolkenarten registriert.

Der Bewölkungsgrad zeigt keine durchgehende Tendenz. Die Trendermittlung ergibt zwar einen steigenden Trend. Allerdings ist er uneinheitlich. Nach stark wechselnden Bewölkungsgraden im ersten Jahrzehnt der Aufzeichnungen ist in den 70iger und 80iger Jahren auf recht hohem Niveau die Schwankung geringer. Nach einem Rückgang etwa Mitte der 90iger Jahre ist seither eine steigende Tendenz zu verzeichnen. Dabei ist der Anstieg des Auftretens der Wolkenart Cirro-stratus (hohe Schichtwolken) auffällig. Die Bildung dieser Wolken wird oft durch den Luftverkehr induziert, das öftere Auftreten also durch den steigenden Luftverkehr zumindest mit verursacht. Es ist zu beachten, daß der letzte Balken im Diagramm kein volles Jahrzehnt, sondern nur 8 Jahre repräsentiert



Auftreten von Cs-Wolken (Anzahl der registrierten Fälle/Jahrzehnt)

Wolken erhöhen das Albedo, verringern also die Aufheizung von Erde und darunter liegenden Atmosphärenschichten. Allerdings ist der Effekt sehr von der Wolkenart abhängig. Hohe Wolken tragen eher zur Aufheizung bei. Sie haben ein Albedo von etwa 20% gegenüber 70% bei tiefen Stratus-Wolken. Zudem behindern sie auch die Wärmeabstrahlung der Luft, da ein größerer Teil der Luftsäule unterhalb liegt, gegenüber den Stratus-Wolken, bei denen der größte Teil der Luftsäule oberhalb liegt und frei abstrahlen kann.

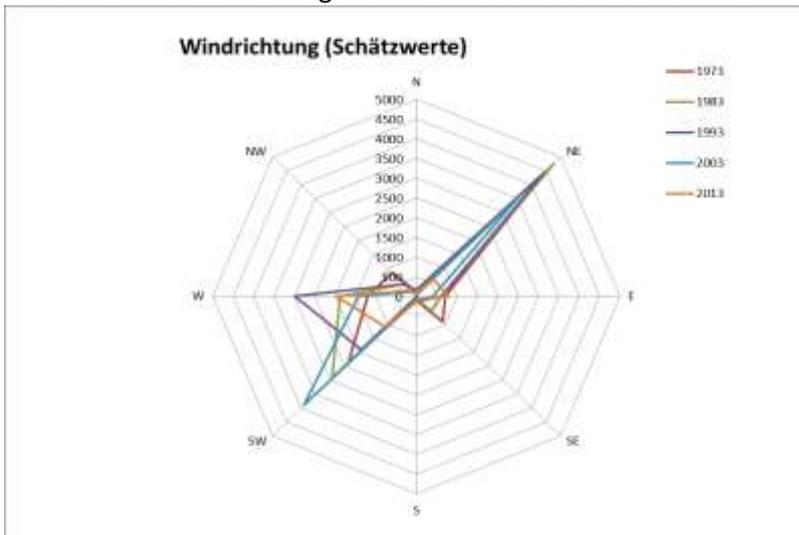


Bewölkungsgrad Jahresmittelwerte 1963-2022 in %

Die Windrichtungen werden geschätzt, also nicht mit einem Gerät gemessen, sondern vom Beobachter beurteilt und in das Wetterbuch eingetragen. Dabei sind Zwischenwerte teilweise den Hauptrichtungen zugeordnet, z. B. SSW SW oder S. Trotzdem erlaubt die Vielzahl der Datensätze eine statistische Auswertung. Diese zeigt, besonders für das letzte Jahrzehnt 2003-2013 eine deutliche Änderung in der prozentualen Verteilung der vorherrschenden Windrichtungen.

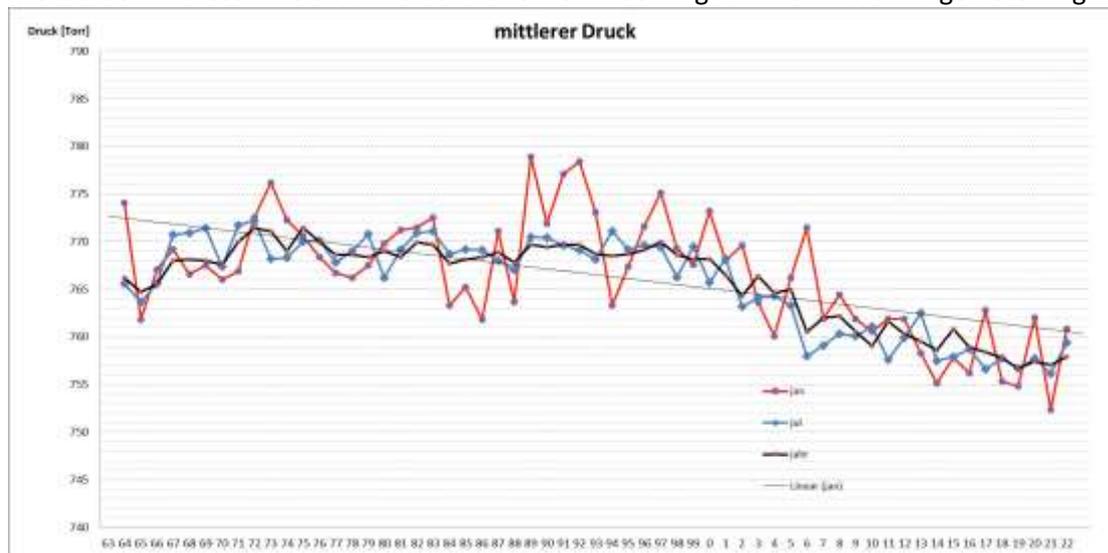
Dabei ist zu beachten, daß die Windrichtung auch durch die lokale Topographie beeinflusst wird.

Die Grafik zeigt die prozentuale Verteilung seit Messbeginn aufsummiert nach Jahrzehnten. Die Windrichtung wird durch den Zug der Tief- bzw. Hochdruckgebiete bestimmt. Änderungen deuten daher auf geänderte Zugbahnen der Druckgebiete hin. Es ist insgesamt zu beobachten, daß im Beobachtungszeitraum die Hauptströmungen SW und NE sind. Dabei ist festzustellen, daß die eher südwestlichen Luftströmungen zunehmen und die eher nordöstlichen Luftströmungen abnehmen. Tendenziell zugenommen haben auch die Termine mit Windstille.



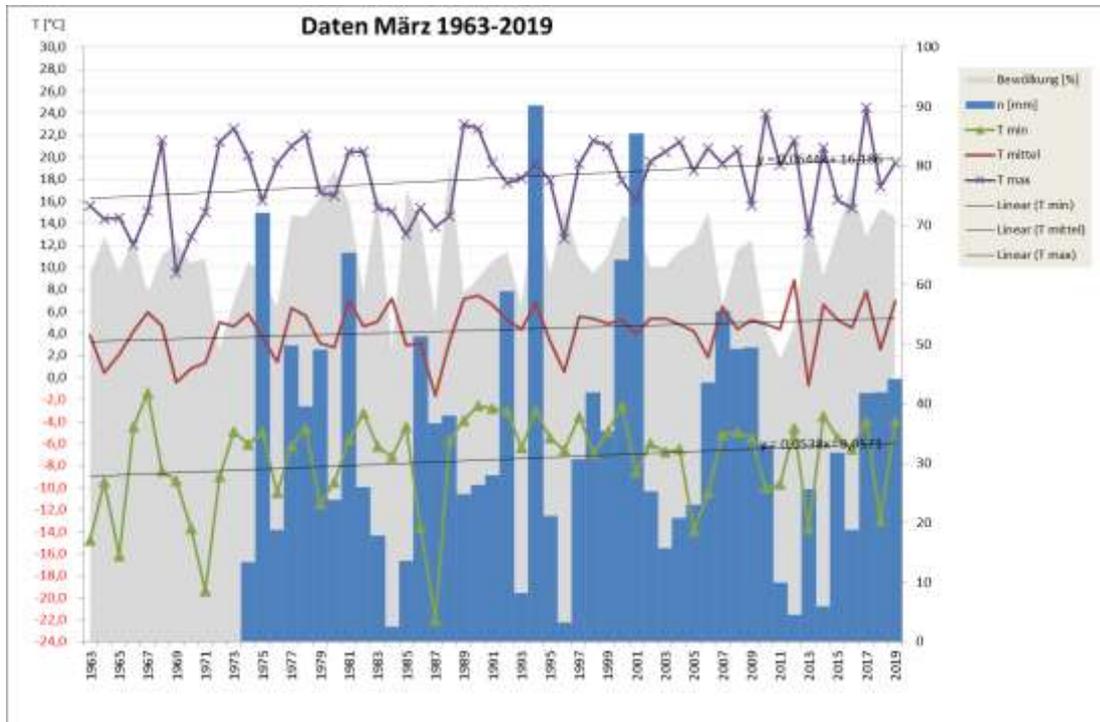
Verteilung der Windrichtungen nach Jahrzehnten

Der Luftdruck zeigt seit etwa 2005 unterdurchschnittliche Werte. Um zu prüfen ob hier eine Werte-Drift des Messgerätes vorliegt, wurden Vergleichsmessungen mit amtlich geprüften Geräten vorgenommen (siehe Anhang) Die eingesetzten Manometer zeigen demnach etwas zu hohe Werte an, geben aber Druckänderungen korrekt wieder. Es kann also angenommen werden, das die Meßstation in diesem Zeitraum öfter als vorher in der Zugbahn von Tiefdruckgebieten lag.



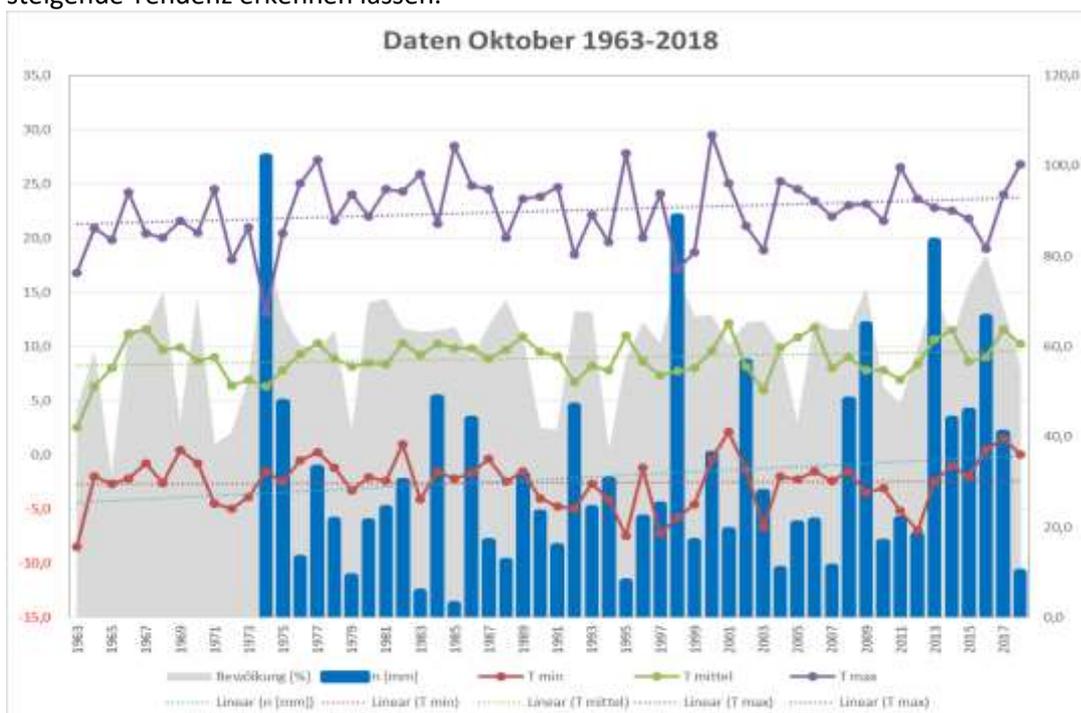
Jahresmittel und Jan/Jul Mittel des Luftdrucks 1963-2022

Zum Abschluß der Betrachtungen zum Wetter sei noch eine Übersicht über den Verlauf zweier Monate gegeben, die zeigt wie variabel das Wetter und wie schwierig daher im Einzelnen einen Trend zu erkennen ist, selbst nach nunmehr fast 60 Beobachtungsjahren. Ausgewählt wurden der März und der Oktober, also die Monate die etwa am Beginn und Ende der Vegetationsperiode stehen.



An den Märzdaten ist erkennbar, daß der Trend zum Anstieg der Temperatur hauptsächlich durch die Häufigkeit extremer Minima bzw. Maxima beruht. Bei den Niederschlägen ist ein Ausbleiben sehr regenreicher Monate nach der Jahrtausendwende zu beobachten.

Der Oktober ist im Gegensatz dazu eher niederschlagsreicher geworden. Der Temperaturtrend ist durch eine Tendenz zu höheren Maximaltemperaturen bestimmt, während die Minima keine steigende Tendenz erkennen lassen.



Die Beispiele zeigen daß ein genereller Klimatrend im Jahresverlauf durchaus differenziert in Erscheinung treten kann, wobei einzelne Monate auch abweichende Tendenzen aufweisen können.

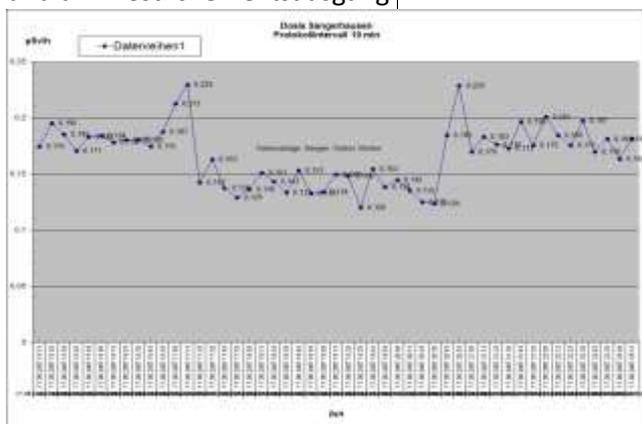
Erst die Analyse aller Daten lässt erkennen, ob im Wettergeschehen eine bestimmte Richtung vorhanden ist, in die sich bestimmte Werte bewegen.

Auswertung der weiteren Beobachtungen

-Radioaktivität

Die Überwachung der Umweltradioaktivität hat bisher keinen signifikanten Einfluss von Störfällen auf die lokale Strahlenlage feststellen lassen. Die kleinräumigen Unterschiede sind deutlich größer.

Als Beispiel die unterschiedlichen Strahlenwerte (die je nach Witterung aber unterschiedlich sind, die Relationen sind aber immer ähnlich) in der Innenstadt, am östlichen Stadtrand am Schwimmbad und am westlichen Ortsausgang.



Die Unterschiede ergeben sich aus der dem unterschiedlich starken Radon-Austritt, je nachdem, wie stark die Erdoberfläche durch Gebäude angeschnitten ist. Außerdem ist in dem Innenstadtbereich stärker strahlendes Schlackepflaster verbaut, und die Durchlüftung durch Wind geringer.



Strahlung in $\mu\text{Sv/h}$, Wochenmittel. Der Tiefe Wert nach der Datenlücke ist der Ortswert in Hamburg, wo das Gerät zur Prüf-Kalibrierung war. Das zeigt wie groß die lokalen Schwankungen im Vergleich zu natürlichen örtlichen Unterschieden sind. Der einzelne hohe Peak 11.2015 ist auf Messung an anderen Orten in der betreffenden Woche zurückzuführen.

-Magnetfeld

Die Überwachung des Magnetfeldes hat seit Einführung der Messungen keine Auffälligkeiten gezeigt. Die Schwankungen sind hauptsächlich auf Ungenauigkeiten bei der Positionierung des Kompasses, Ablesefehler oder lokale Störungen zurückzuführen.

So können z.B. große, das Magnetfeld beeinflussende Gegenstände Einfluss haben, wie Fahrzeuge, Möbel aus Eisen usw. Durch Vermeidung dieser Störungen konnte die Messgenauigkeit verbessert werden.

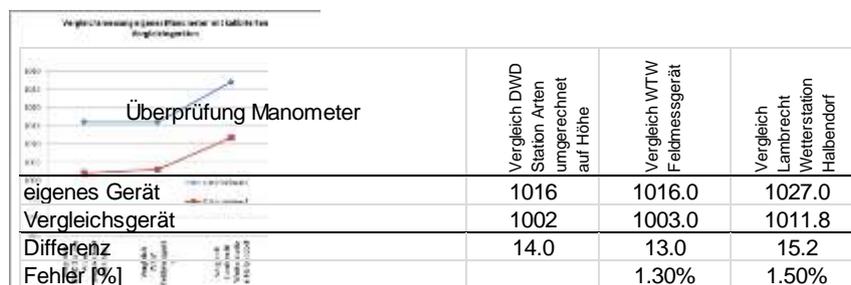


Kompasspeilung 2015-2022



Anhang Prüfung Manometer Luftdruckmessung

Vergleichsmessungen mit 3 verschiedenen kalibrierten Geräten zeigten, daß die Manometer zu hohe Werte anzeigen, aber die Druckänderungen real anzeigen.



Zusammenfassung, allgemeine Anmerkungen und Ausblick

Anhand der an der Station gewonnenen Werte lassen sich wesentliche Trends des Wettergeschehens, die auch überregional beobachtet werden, bestätigen:

- allgemeiner Temperaturanstieg
- mehr Hitzewellen
- ungleichmäßigere Niederschlagsverteilung mit mehr Starkregen und längeren Trockenperioden.

Die Beobachtungen an der Wetterstation passen damit gut zu den internationalen Beobachtungen und Modellrechnungen, die einen Klimawandel hin zu einem wärmeren Klima mit deutlich instabilerem Wetter, also mehr extremen Wetterereignissen und Witterungsperioden vorhersagen.

Diese Veränderungen, Insbesondere lange Trockenperioden und häufigere Hitzeperioden stellen im Gebiet zukünftig wahrscheinlich ein großes Problem dar, wenn sie anhalten oder stärker werden.

Es ist nicht auszuschließen, daß in den kommenden Jahren die Veränderungen im Wettergeschehen noch drastischer werden, da Kippunkte im Klimasystem überschritten werden, bzw. selbstverstärkende Prozesse an Dynamik gewinnen. Bei Betrachtungen zum Klimawandel ist immer zu bedenken, daß die Auswirkungen auf Lebewesen oder Ökosysteme durch anderweitige Schädigungen derselben verstärkt werden. Ein durch direkte Eingriffe, wie Abholzung, industrielle Landwirtschaft, Versiegelung, chemischen Belastungen, Verringerung der Individuenzahl oder Artenverlust vorgeschädigter Lebensraum kann Wetterextreme schlechter verkraften oder kompensieren. Barrieren, wie Verkehrswege oder fehlende Biotope in Ausweichgebieten machen es Lebewesen schwierig, in andere Lebensräume zu wandern. Die Wechselwirkungen sind komplex, unerwartete Entwicklungen nicht auszuschließen.

Es ist zu bedenken, daß die oben skizzierten Wirkungen menschlicher Tätigkeit auf die Ökosysteme schädlicher sein können als Klimaänderungen an sich.

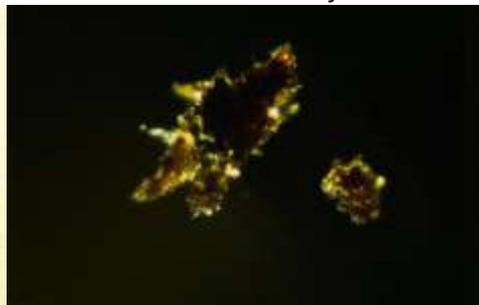
Anzumerken ist noch, daß, durch menschliche Tätigkeit eine direkte Erwärmung der Erdatmosphäre erfolgt. Da in großem Umfang chemisch gebundene Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Der Gesamtumfang der menschlichen Energieproduktion wurde um 1970 auf 0,01% der Wärmeumsetzung der Sonnenstrahlung geschätzt bei einer geschätzten Wachstumsrate von 5%/a könnte dieser Prozentsatz gegenwärtig auf 0,03%% gewachsen sein. Lokal in Ballungsgebieten ist der Energieeintrag wesentlich höher. Diese Energieeinträge sind in ihrer Größenordnung durchaus im Bereich natürlicher Einflussfaktoren. Letztendlich wirken viele Folgen menschlicher Tätigkeit in Richtung Temperaturerhöhung. Je nach der Veränderung der natürlichen Einflussfaktoren, wie Sonnenstrahlung, Vulkanismus kann in der Wechselwirkung aller Einflussfaktoren eine Dämpfung oder Steigerung menschlicher Einflüsse eintreten.

Zuletzt noch einige Beispiele der aus der Atmosphäre abgesetzten Partikel, dies ich bei der mikroskopischen Analyse der im Niederschlagsmesser aufgefangenen Luftsedimente zeigen:

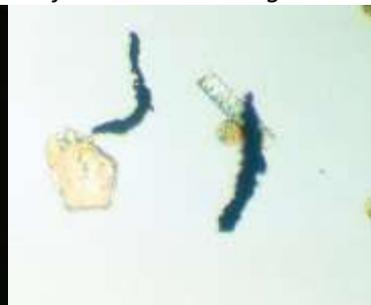
Pollenkörner



Gummiabrieb von Autoreifen



Ruß aus Verbrennungsmotor



Es ist beabsichtigt die Auswertung jährlich zu aktualisieren.

Die Darstellung soll anregen sich selbst mit der Beobachtung der Natur zu beschäftigen und aufzeigen, wie man sich durch eigene Beobachtungen mit relativ wenig Aufwand ein eigenes Bild von der Umwelt machen kann. Dadurch erlangt man auch die Fähigkeit Diskussionen in den Medien, hier das Thema Klima, viel besser beurteilen und einschätzen zu können.

Angaben und Werte die nicht aus eigenen Messungen und Beobachtungen stammen wurden entnommen aus:

C. Hänsel, Klimaänderungen, Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1975

Kontakt zum Autor über : Ökologiestation Sangerhausen oder E-Mail hswsgh@gmx.de