

# Schätzungen der Unsicherheit bei Routine-Datensätzen der Temperatur – Teil 2

geschrieben von Chris Frey | 12. September 2022

**Geoff Sherrington**

[Teil 1](#) begann mit drei Feststellungen:

*„Es besteht allgemeiner Konsens darüber, dass die Nützlichkeit von Messergebnissen und damit ein Großteil der Informationen, die wir als Institution bereitstellen, zu einem großen Teil von der Qualität der sie begleitenden Unsicherheitsaussagen bestimmt wird.“*

*„Die Unsicherheit eines Messergebnisses setzt sich im Allgemeinen aus mehreren Komponenten zusammen, die je nach der Art und Weise, wie ihr numerischer Wert geschätzt wird, in zwei Kategorien eingeteilt werden können:*

*A. Diejenigen, die durch statistische Methoden bewertet werden,*

*B. diejenigen, die durch andere Mittel bewertet werden.“*

*„**Dissens.** Die Wissenschaft profitiert von Meinungsverschiedenheiten innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, um Ideen und Denkweisen zu schärfen. Die Fähigkeit von Wissenschaftlern, legitime Meinungsverschiedenheiten, die die Wissenschaft verbessern, frei zu äußern, sollte nicht eingeschränkt werden.*

***Transparenz** beim Austausch von Wissenschaft. Transparenz untermauert die solide Generierung von Wissen und fördert die Rechenschaftspflicht gegenüber der amerikanischen Öffentlichkeit. Bundeswissenschaftler sollten die Möglichkeit haben, frei über ihre nicht klassifizierte Forschung zu sprechen, wenn sie dies wünschen, auch gegenüber der Presse.“*

Sie führten zu einer Frage, die das australische Bureau of Meteorology BOM seit einigen Jahren schrittweise beantwortet.

*„Wenn jemand den Abstand zwischen zwei Tagestemperaturen in Grad Celsius wissen möchte, der eine sichere Aussage darüber zulässt, dass die beiden Temperaturen statistisch gesehen unterschiedlich sind, um wie viel würden die beiden Werte voneinander abweichen?“*

Der zweite Teil befasst sich nun mit den eher mathematischen Themen der ersten beiden Aussagen.

Kurz gesagt, wie groß ist die Unsicherheit, die mit solchen täglichen Routinemessungen der Temperatur verbunden ist? (Ab hier hat sich der Anwendungsbereich von einer einzigen Beobachtung an einer einzigen Station auf mehrere Jahre von Beobachtungen an vielen Stationen weltweit ausgeweitet).

Wir beginnen dort, wo Teil eins aufgehört hat.

Dr. David Jones schickte mir am 9. Juni 2009 eine E-Mail mit diesem Satz:

„Ihre Analogie zwischen einem Unterschied von  $0,1^{\circ}\text{C}$  und einem Trend von  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{Dekade}$  ergibt ebenfalls keinen Sinn – das Gesetz der großen Zahlen oder der zentrale Grenzwertsatz besagt, dass zufällige Fehler einen winzigen Effekt auf die aggregierten Werte haben.“

Das Gesetz der großen Zahlen. LOLN, und der zentrale Grenzwertsatz. CLT, werden häufig verwendet, um Schätzungen kleiner Messunsicherheiten zu rechtfertigen. Eine allgemeine Zusammenfassung könnte wie folgt lauten: „Die Unsicherheit einer einzelnen Messung könnte bei  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  liegen, aber wenn wir viele Messungen vornehmen und den Mittelwert bilden, kann die Unsicherheit kleiner werden.“

Diese Überlegungen müssen sich auf die Tabelle der Unsicherheitsabschätzungen in der Stückliste beziehen, die im ersten Teil und weiter unten gezeigt wird.

Wenn die Unsicherheit eines einzelnen Messwerts tatsächlich  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  beträgt, welcher Mechanismus ist dann am Werk, um die Unsicherheit mehrerer Beobachtungen auf niedrigere Zahlen wie  $\pm 0,19^{\circ}\text{C}$  zu reduzieren? Man muss sich fast vollständig auf die CLT verlassen. Wenn ja, ist dieses Vertrauen gerechtfertigt?

Die australischen BOM-Autoren haben einen 38-seitigen [Bericht](#) verfasst, in dem sie einige ihrer einschlägigen Verfahren beschreiben. Er trägt den Namen „ITR 716 Temperature Measurement Uncertainty – Version 1.4\_E“ (Ausgabe vom 30. März 2022). Er dürfte in der öffentlichen Literatur noch nicht leicht zugänglich sein.

Die ausführlichen Tabellen in diesem Bericht müssen verstanden werden, bevor man fortfährt.

### **Auszug:**

#### **Informationsquellen bzgl. der Unsicherheit**

Der Prozess der Identifizierung von Unsicherheitsquellen für oberflächennahe atmosphärische Temperaturmessungen wurde in Übereinstimmung mit dem International Vocabulary of Metrology [JCGM 200:2008] durchgeführt. Bei dieser Analyse des Messverfahrens wurden sieben Hauptursachen und zahlreiche beitragende Quellen ermittelt. Diese

sind in [Tabelle 3](#) unten beschrieben. Diese Quellen der Unsicherheit korrelieren mit den Kategorien, die im Unsicherheitsbudget in [Anhang D](#) verwendet werden.

Tabelle 3: Gewöhnliche trockene Thermometer und Lufttemperatur-PRT-Sonden, die zur Messunsicherheit beitragen. Definitionen in Übereinstimmung mit dem Internationalen Vokabular für Metrologie [JCGM 200:2008]

<i>Uncertainty Parameters</i>	<i>Mercury in Glass Thermometer (Ordinary Dry Bulb)</i>	<i>PRT Probe (Air Temperature Probe)</i>
<b>Instrument Performance</b>		
<i>Calibration uncertainty</i>	The uncertainty contribution from the reference instrument and system was taken from the laboratories ISO/IEC 17025 accreditation documentation. This was calculated from calibration data of instruments deployed to the field after calibration.	
<i>Residual correction</i>	The uncertainty contribution of the ordinary dry bulb thermometer and PRT probe determined via the analysis of past calibrations.	
<i>Scatter</i>	The uncertainty contribution of the ordinary thermometer or PRT probe determined via the analysis of past calibrations.	
<i>Secular Change or Zero Drift</i>	Zero drift is the irreversible elastic error resulting from the ordinary dry bulb thermometer mercury reservoir (bulb) changing shape over time to relieve internal stresses in the glass. The rate of change commonly reduces over time and has been estimated as 0.01 °C /year. [Bentley 1999]	Zero drift is aging of the sensor's materials over time resulting in small increases in resistance over time. The estimate of drift was determined from field performance data over a 30-year period. [Warne 2016]
<b>Measurement Interface</b>		
<i>Residual Corrections</i>	Scale marking and pointing errors of the ordinary thermometer [Bentley 1999]	The error introduced by the electronics card. [BoM 2021, BoM 1991]
<i>Algorithm</i>		The error introduced by the algorithm conversion of resistance to temperature. [BoM 2021]
<i>Reading Subdivision</i>	This is the expected ability of an observer to subdivide the minimum scale division of 0.5°C (by eye) to the required reading resolution. [Bentley 1999]	
<i>Parallax</i>	The error introduced when reading the indicator fluid against the engraved scale as the scale is offset from the indicator fluid by the thickness of the ordinary thermometer wall.	
<i>Reproducibility</i>	The error introduced by different people making the same reading. This was determined via experimentation.	The error introduced by different electronics cards making the same reading. [BoM 2021, BoM 1991]
<i>Repeatability</i>	The error introduced by the same person making the same reading multiple times. This was determined via experimentation.	The error introduced by the same electronics card making the same reading multiple times. [BoM 2021, BoM 1991]
<b>Inspection Reference</b>		
<i>Residual Corrections</i>	The error and scatter of the reference thermometer <sup>14</sup> determined during calibration. Determined from laboratory calibration. It also includes the residual bias of the inspection process.	
<i>Resolution</i>	The error resulting from the resolution of the reference thermometer.	
<i>Calibration Uncertainty</i>	The operational uncertainty of the inspector's calibrated reference thermometer, during the annual inspection. [Dollery 2008]	
<b>Inspection Method</b>		
<i>Inspection Tolerance</i>	The uncertainty influences of the verification tolerance for the annual check of the ordinary dry bulb thermometer or sensor against the inspector's digital reference. [Warne 2016]	
<b>Message Reporting Resolution</b>		
<i>Resolution</i>	The uncertainty contribution resulting from the resolution of the reported value.	
<b>Screen Type and Maintenance</b>		
<i>Type</i>	The error resulting from differences in size of the screen, only applicable for trend estimates [Warne 1998]	
<i>Screen Cleanliness</i>	The error resulting from deterioration of the condition of the screen [Warne 1998]	
<b>Screen Siting</b>		
<i>Site Impact</i>	Based on a WMO Site Classification of 1 or 2, therefore no added uncertainty [WMO 2018]	

## Schätzungen der Unsicherheit

Die Gesamt-Unsicherheit des gewöhnlichen Quecksilber-Glas-Trockenthermometers und der PRT-Sonde zur Messung der atmosphärischen Temperatur ist in [Tabelle 4](#) angegeben. Diese Tabelle ist eine Zusammenfassung des vollständigen Messunsicherheitsbudgets in Anhang D.

Tabelle 4: Zusammenfassende Tabelle der Unsicherheiten und Freiheitsgrade (DoF) [JCGM 100:2008] für gewöhnliche Trockenthermometer und elektronische Lufttemperatursonden, auch PRT-Sonden genannt:

	Ordinary Dry Bulb Thermometer		Air Temperature Probe	
	U95 (°C)	DoF	U95 (°C)	DoF
Isolated Measurement	0.45	40	0.51	6
Typical Measurement	0.18	86	0.16	12
Long-term Measurement Statistic	0.13	67	0.09	119

Eine detaillierte Bewertung der Schätzung der geringsten Unsicherheit für das gewöhnliche Trockenthermometer und die Lufttemperatursonden ist in Anhang D enthalten. Darin werden die oben in Tabelle 3 genannten Unsicherheitsfaktoren detailliert aufgeführt.

### Ende Auszug

Es gibt einige bekannte Unsicherheitsquellen, die in diesen Stücklistentabellen nicht oder nur unzureichend berücksichtigt werden. Eine der größten Quellen wird durch eine Veränderung des Standorts des Schirms ausgelöst. Es hat sich im Laufe der Zeit gezeigt, dass das Sieb empfindlich auf Störungen wie Standortwechsel reagiert. Die BOM hat, wie viele andere Betreiber von Temperaturaufzeichnungen, Homogenisierungsübungen durchgeführt, die der Öffentlichkeit nacheinander als „High Quality“-Datensatz, der eingestellt wurde, und dann als ACORN-SAT Versionen 1, 2, 2.1 und 2.2 bekannt wurden.

Die Homogenisierungsverfahren werden in mehreren Berichten beschrieben, unter Anderem [hier](#).

Das Ausmaß der Veränderungen aufgrund von Standortverlagerungen ist groß im Vergleich zu den Veränderungen aufgrund der in der obigen Tabelle aufgeführten Effekte. Sie sind auch weit verbreitet. Nur wenige der etwa 112 offiziellen ACORN-SAT-Stationen wurden nicht um diesen Effekt bereinigt.

Diese Tabelle zeigt einige tägliche Anpassungen für Alice Springs Tmin, mit Unterschieden zwischen Rohdaten und ACORN-SAT Version 2.2, alle in °C. Die Daten sind entnommen von [hier](#).

<b>Date</b>	<b>Min v2.2</b>	<b>Raw</b>	<b>Raw minus v2.2</b>
<b>1944-07-20</b>	-6.6	1.1	7.7
<b>1943-12-15</b>	18.5	26.1	7.6
<b>1942-04-05</b>	5.8	13.3	7.5
<b>1942-08-22</b>	8.1	15.6	7.5
<b>1942-09-02</b>	3.1	10.6	7.5
<b>1942-09-18</b>	13.4	20.6	7.2
<b>1942-07-05</b>	-2.8	4.4	7.2
<b>1942-08-23</b>	4.1	11.1	7.0
<b>1943-12-12</b>	19.8	26.7	6.9
<b>1942-05-08</b>	7.7	14.4	6.7
<b>1942-02-15</b>	18.4	25.0	6.6
<b>1942-10-18</b>	11.7	18.3	6.6
<b>1943-07-05</b>	2.3	8.9	6.6
<b>1942-05-10</b>	4	10.6	6.6
<b>1942-09-24</b>	5.1	11.7	6.6

Diese Unterschiede tragen zu den gesuchten Unsicherheitsschätzungen bei. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dies zu tun, aber BOM scheint sie nicht in die Gesamtunsicherheit einzubeziehen. Es handelt sich nicht um gemessene Unterschiede, also sind sie nicht Teil der Messunsicherheit. Es handelt sich um Schätzungen von Fachleuten, aber dennoch müssen sie einen Platz in der Gesamtunsicherheit finden.

Wir bezweifeln, dass alle oder auch nur genügend Quellen der Unsicherheit berücksichtigt wurden. Wenn die Unsicherheit so gering wäre wie angegeben, warum wäre dann eine Anpassung erforderlich, um Datensätze wie ACORN-SAT zu erstellen? Dies wurde in diesem Schreiben an die BOM angesprochen:

(Gesendet an Arla Duncan BOM Montag, 2. Mai 2022 5:42 PM)

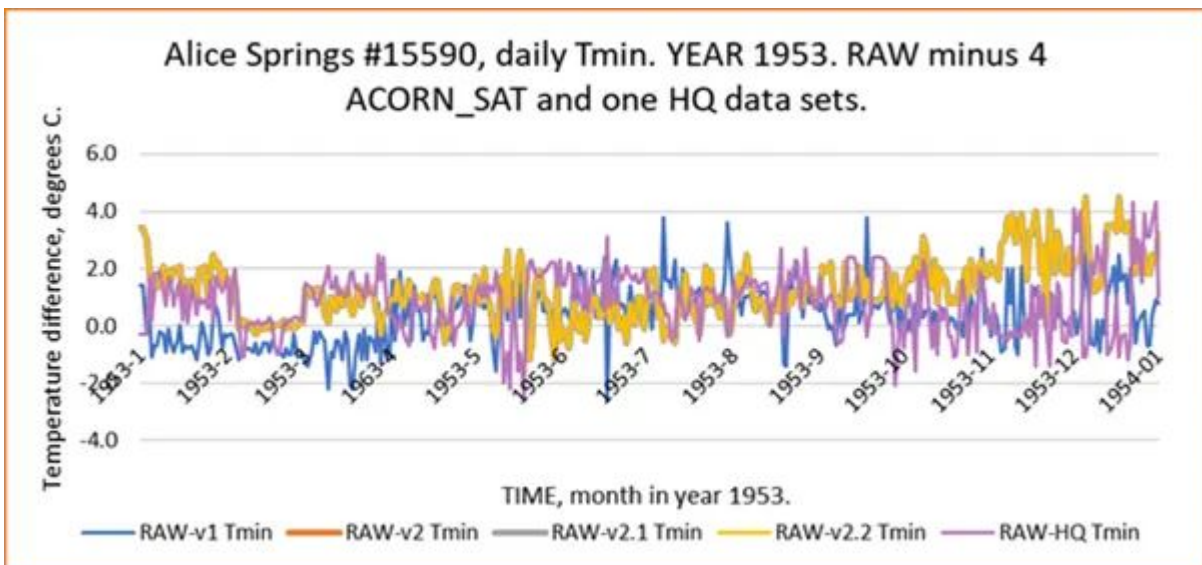
Vielen Dank für Ihr Schreiben und die Kopie des BOM Instrument Test Report 716, „Near Surface Air Temperature Measurement Uncertainty V1.4\_E.“ in Ihrer E-Mail vom 1. April 2022.

Diese Antwort ist im Sinne einer weiteren Klärung meiner vor einigen Jahren gestellten Frage:

„Wenn jemand den Abstand zwischen zwei Tagestemperaturen in Grad C wissen möchte, der eine sichere Aussage darüber zulässt, dass die beiden Temperaturen statistisch gesehen unterschiedlich sind, um wie viel würden die beiden Werte voneinander abweichen?“

*Ihre Antwort hat mich in die Mitte der Tabelle in Ihrem Brief geführt, die nahelegt, dass historische Tagestemperaturen, die für viele typisch sind, Unsicherheiten in der Größenordnung von  $\pm 0,23$  °C oder  $\pm 0,18$  °C haben.*

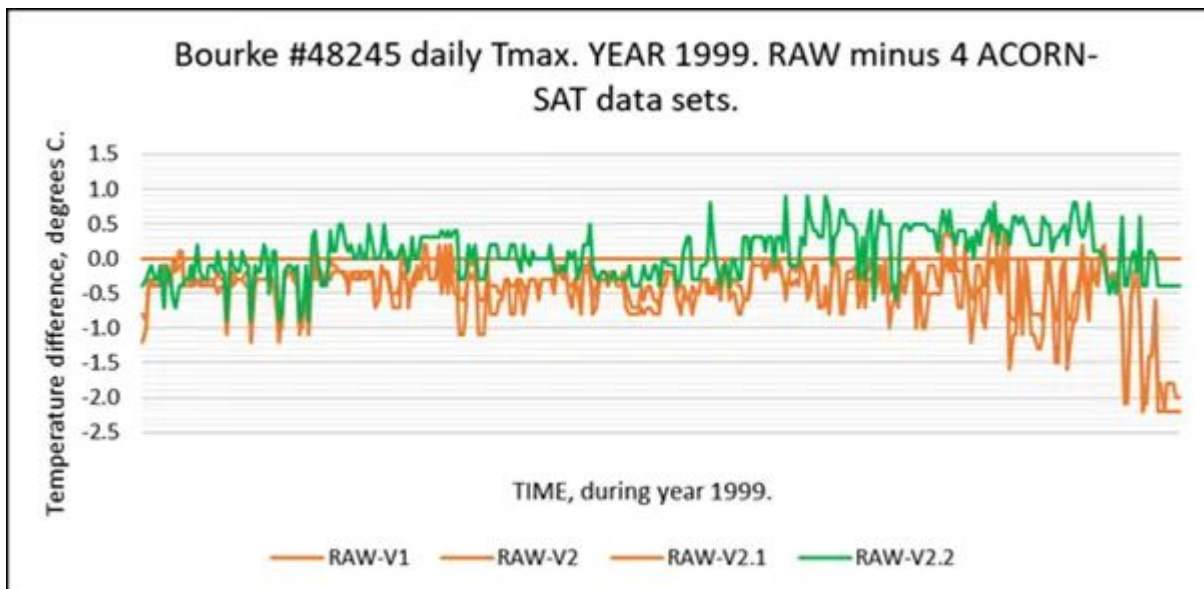
Ich habe die folgende Übung durchgeführt. Es wurde eine Station ausgewählt, hier der Flughafen Alice Springs BOM 15590 wegen seiner Bedeutung für große Regionen in Zentralaustralien. Ich wählte ein Jahr, 1953, mehr oder weniger zufällig. Für die Granularität habe ich tägliche Daten gewählt. Die Temperaturminima wurden untersucht. Es gibt frühere „Raw“-Daten von CDO sowie die bisherigen ACORN-SAT-Versionen mit den Nummern 1, 2, 2.1 und 2.2; außerdem gibt es den älteren High Quality BOM-Datensatz. Mit einer täglichen Subtraktion habe ich ihre Abweichung von RAW grafisch dargestellt. Hier sind die Ergebnisse:



Man könnte argumentieren, dass ich ein bestimmtes Beispiel ausgewählt habe, um einen bestimmten Effekt zu zeigen, aber das ist nicht der Fall. Bei vielen Stationen könnte man eine ähnliche tägliche Temperaturspanne nachweisen.

Dieser vertikale Temperaturbereich kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt bis zu 4 Grad Celsius betragen. Grob gesagt entspricht das einer Unsicherheit von +/- 2 Grad Celsius oder mehr. Diese Zahl ist um eine Größenordnung größer als Ihre oben genannten Unsicherheitsschätzungen.

In ähnlicher Weise habe ich einen anderen Standort gewählt, diesmal Bourke NSW, #48245, ein AWS-Standort, Jahr 1999:



Dieses Beispiel zeigt auch eine große tägliche Schwankungsbreite der Temperaturen, hier etwa 2 Grad Celsius.

In der Praxis kann man fragen: „Was war der heißeste Tag, der 1993 in Bourke gemessen worden war?“

Die Antworten lauten:

43,2 ± 0,13 °C aus den Datensätzen High Quality und RAW

44,4 ± 0,13 °C aus den ACORN-SAT Versionen 2.1 und 2.2

oder 44,7 ± 0,13 °C aus ACORN-SAT Version 1

Die Ergebnisse hängen von dem gewählten Datensatz ab und verwenden die von der BOM geschätzte Genauigkeit für ein Flüssigkeits-Glasmthermometer und einen Datensatz von 100 Jahren Dauer aus dem BOM Instrument Test Report 716, der in der Tabelle in Ihrer E-Mail zitiert wurde.

Dieses Beispiel stellt eine messtechnische Absurdität dar.

Die Schätzungen der Unsicherheit scheinen nicht übereinzustimmen. Ich habe mich dafür entschieden, frühere Versionen von ACORN-SAT und den alten High Quality-Datensatz zu verwenden, weil beide von Experten erstellt wurden, die versuchten, die Unsicherheit zu verringern.

Wie würde BOM diesen Unterschied in den Unsicherheitsschätzungen beheben?

(Ende des Schreibens an das BOM)

Das BOM antwortete am 12. Juli 2022 mit folgendem Auszug:

„In Beantwortung Ihrer spezifischen Fragen bezüglich der Temperaturmessunsicherheit, scheint es, dass diese aus einer falschen Anwendung des ITR 716 Near Surface Air Temperature Measurement

Uncertainty V1.4\_E auf Ihre Analyse resultieren. Bei den Messunsicherheiten in ITR 716 handelt es sich um einen Messfehler, der mit den Rohdaten verbunden ist. Im Gegensatz dazu ist Ihre Analyse ein Vergleich zwischen Zeitreihen von Rohdaten und den verschiedenen Versionen von ACORN-SAT-Daten an bestimmten Standorten in bestimmten Jahren. Unabhängig von der gewählten Station und dem Jahr resultiert Ihre Analyse aus Unterschieden in der Methodik zwischen den verschiedenen ACORN-SAT-Datensätzen und kann daher nicht mit den veröffentlichten Messfehlern in ITR 716 verglichen werden. Wir empfehlen Ihnen, die Ergebnisse einer weiteren Analyse bei einer wissenschaftlichen Zeitschrift zur Begutachtung einzureichen.“

BOM scheint nicht zu akzeptieren, dass die Auswirkungen von Standortverlagerungen als Teil der Unsicherheitsabschätzungen berücksichtigt werden sollten. Vielleicht sollten sie das aber. Zu Beginn des australischen Sommers gibt es beispielsweise häufig Nachrichten, in denen behauptet wird, dass an einem bestimmten Tag an einem bestimmten Ort eine neue Rekordtemperatur erreicht wurde. Das ist keine leichte Aufgabe. Siehe dieses Material für den „heißesten Tag aller Zeiten in Australien“:



## Revealed: The True Hottest Day Ever Recorded In Australia

The Australian Bureau of Meteorology deleted what was long regarded as the hottest day ever recorded in Australia, Bourke's 125°F (51.7°C) on Sunday, January 3, 1909. This record\* was deleted, ... Continue reading

 IPA - The Voice For Freedom



### [Quelle](#)

Der Punkt ist, dass das BOM die Verwendung des ACORN-SAT-Datensatzes als offizielle Aufzeichnung fördert, während es Anfragen oft auch auf die Rohdaten auf einer seiner Websites verweist. Das bedeutet, dass eine moderne Temperatur wie die heutige, die von einer automatischen Wetterstation mit einem Platin-Widerstandsthermometer gemessen wird, mit einer frühen Temperatur nach 1910 (dem Beginn von ACORN-SAT) verglichen werden kann, die von einem Flüssigkeits-Glasthermometer auf einem Bildschirm mit anderen Abmessungen gemessen wurde, der von seinem ursprünglichen Standort verschoben und durch Homogenisierung angepasst wurde.

Auf diese Weise kann ein Vergleich zwischen der Rohtemperatur (heute) und der historischen Temperatur (früher homogenisiert und verschoben) angestellt werden.

**Sicherlich ist dieses Verfahren nur gültig, wenn die Auswirkungen von**

## Standortverlagerungen in die Unsicherheit einbezogen werden.

Wir kehren nun zum Thema des zentralen Grenzwertsatzes und des Gesetzes der großen Zahlen (LOLN) zurück.

Der zentrale Grenzwertsatz ist teilweise im BIPM GUM beschrieben, hier eine .jpg-Datei, um Gleichungen zu erhalten:

### G.2 Central Limit Theorem

**G.2.1** If  $Y = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_NX_N = \sum_{i=1}^N c_iX_i$  and all the  $X_i$  are characterized by normal distributions, then the resulting convolved distribution of  $Y$  will also be normal. However, even if the distributions of the  $X_i$  are not normal, the distribution of  $Y$  may often be approximated by a normal distribution because of the Central Limit Theorem. This theorem states that the distribution of  $Y$  will be *approximately normal* with expectation  $E(Y) = \sum_{i=1}^N c_i E(X_i)$  and variance  $\sigma^2(Y) = \sum_{i=1}^N c_i^2 \sigma^2(X_i)$ , where  $E(X_i)$  is the expectation of  $X_i$  and  $\sigma^2(X_i)$  is the variance of  $X_i$ , if the  $X_i$  are independent and  $\sigma^2(Y)$  is much larger than any single component  $c_i^2 \sigma^2(X_i)$  from a non-normally distributed  $X_i$ .

**G.2.2** The Central Limit Theorem is significant because it shows the very important role played by the variances of the probability distributions of the input quantities, compared with that played by the higher moments of the distributions, in determining the form of the resulting convolved distribution of  $Y$ . Further, it implies that the convolved distribution converges towards the normal distribution as the number of input quantities contributing to  $\sigma^2(Y)$  increases; that the convergence will be more rapid the closer the values of  $c_i^2 \sigma^2(X_i)$  are to each other (equivalent in practice to each input estimate  $x_i$  contributing a comparable uncertainty to the uncertainty of the estimate  $y$  of the measurand  $Y$ ); and that the closer the distributions of the  $X_i$  are to being normal, the fewer  $X_i$  are required to yield a normal distribution for  $Y$ .

**G.2.3** A practical consequence of the Central Limit Theorem is that when it can be established that its requirements are approximately met, in particular, if the combined standard uncertainty  $u_c(y)$  is not dominated by a standard uncertainty component obtained from a Type A evaluation based on just a few observations, or by a standard uncertainty component obtained from a Type B evaluation based on an assumed rectangular distribution, a reasonable first approximation to calculating an expanded uncertainty  $U_p = k_p u_c(y)$  that provides an interval with level of confidence  $p$  is to use for  $k_p$  a value from the normal distribution. The values most commonly used for this purpose are given in Table [G.1](#).

Diese Worte sind entscheidend – „selbst wenn die Verteilungen von  $X_i$  nicht normal sind, kann die Verteilung von  $Y$  aufgrund des zentralen Grenzwertsatzes oft durch eine Normalverteilung angenähert werden“. Sie könnten die wichtigste Grundlage für die statistische Rechtfertigung von Unsicherheits-Reduzierungen sein. Wie ist die tatsächliche Verteilung einer Gruppe von Temperaturen aus einer Zeitreihe?

Diese 4 Histogramme wurden ausgewählt, um herauszufinden, ob sich zwei Jahre vor der Umstellung der Wetterstation von Alice Springs von Quecksilber in Glas auf Platin-Widerstands-Thermometrie im Vergleich zu zwei Jahren nach der Umstellung des Messgeräts eine Veränderung abzeichnet. Das obere Paar (Tmax und Tmin) ist vor der Umstellung am 1. November 1996, das untere Paar ist nach der Umstellung. Sowohl die X- als auch die Y-Achse sind vergleichbar skaliert.

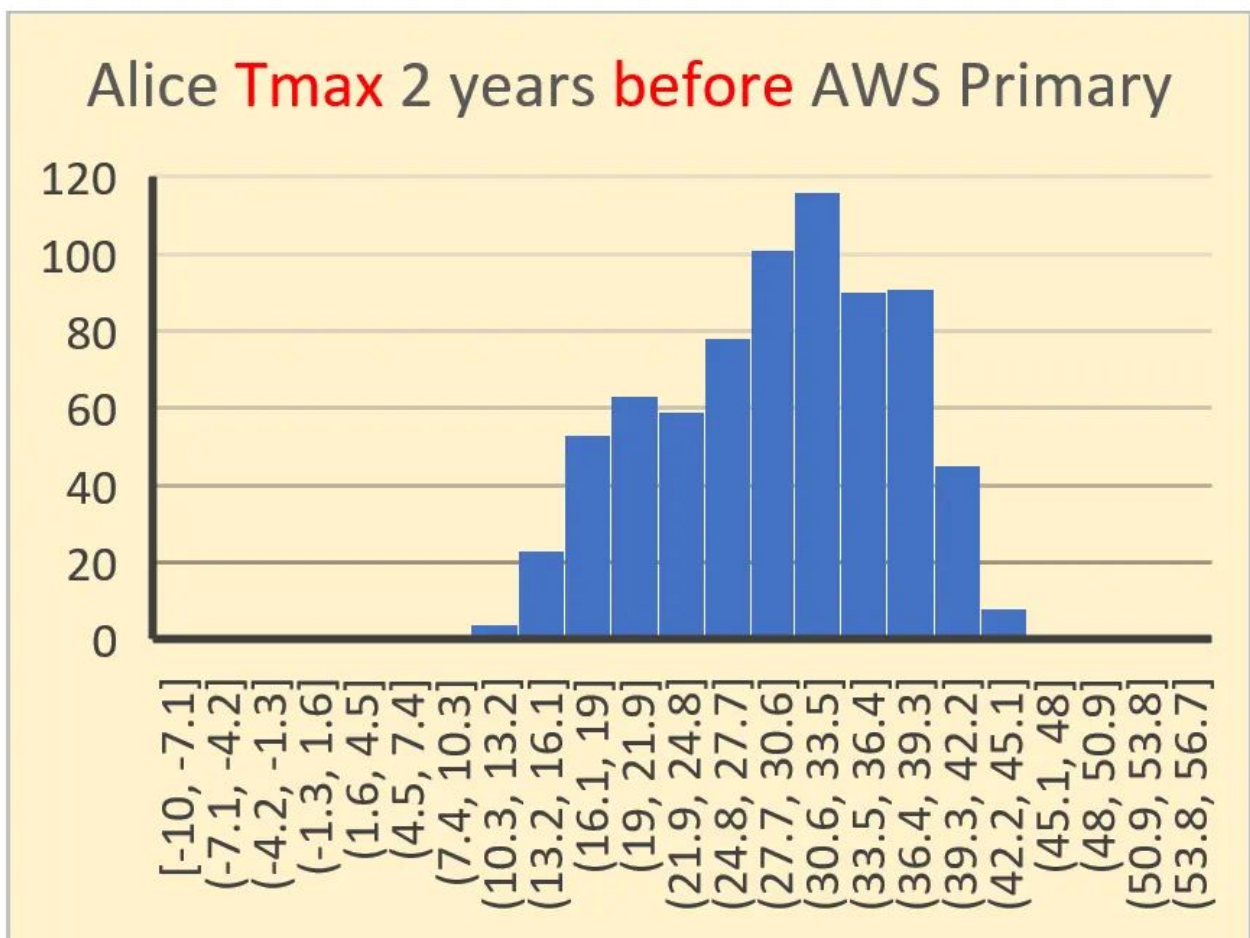
Im groben Erscheinungsbild nähert sich nur eines dieser Histogramme visuell einer Normalverteilung an.

Die wichtigste Frage, die sich stellt, ist: „Disqualifiziert dies die Verwendung der CLT in der Art und Weise, wie BOM sie zu verwenden

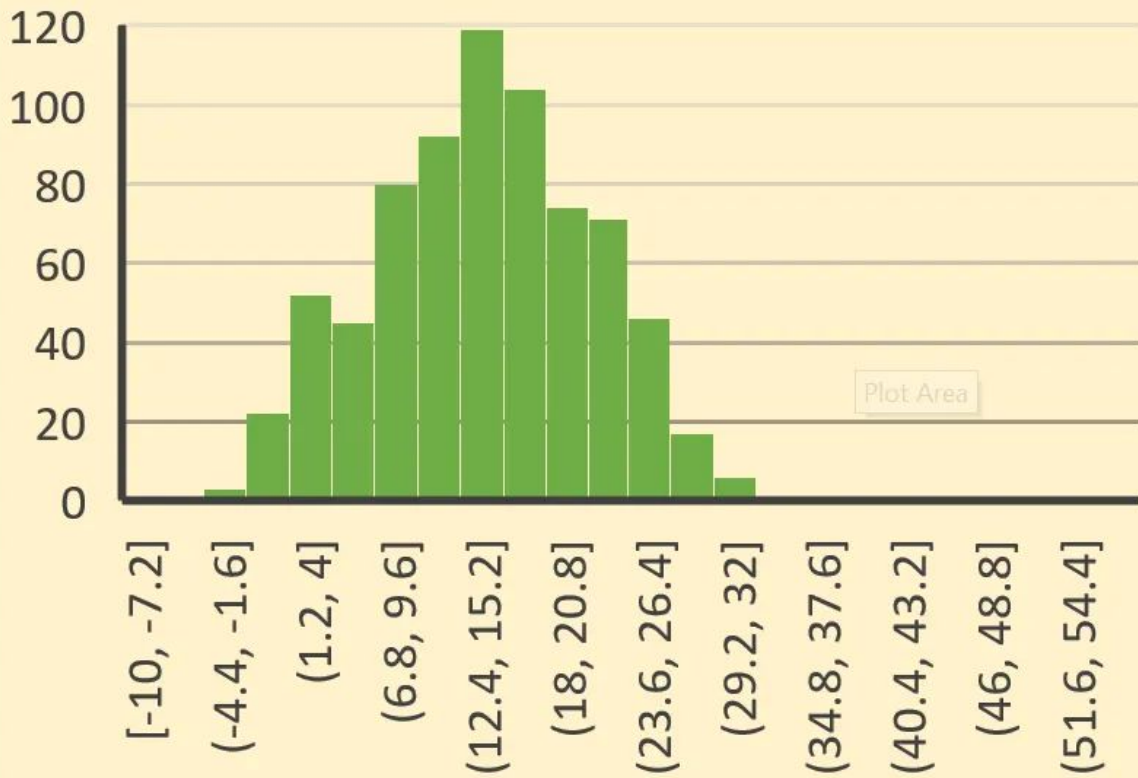
scheint?“

Mit Hilfe der bekannten Mathematik lassen sich diese Diagramme leicht in Teilmengen von Normalverteilungen (oder in deren Nähe) zerlegen. Aber das ist eine akademische Übung, die nur dann nützlich ist, wenn die Ursache für jede Untergruppe identifiziert und quantifiziert wird. Dieser mit einer Unterverteilung verbundene Quantifizierungsschritt ist nicht dasselbe wie die in den obigen Stücklistentabellen aufgeführten Kategorien von Quellenfehlern. Ich vermute, dass es nicht richtig ist, davon auszugehen, dass ihre Unterverteilungen mit den aus den Histogrammen abgeleiteten Unterverteilungen übereinstimmen werden.

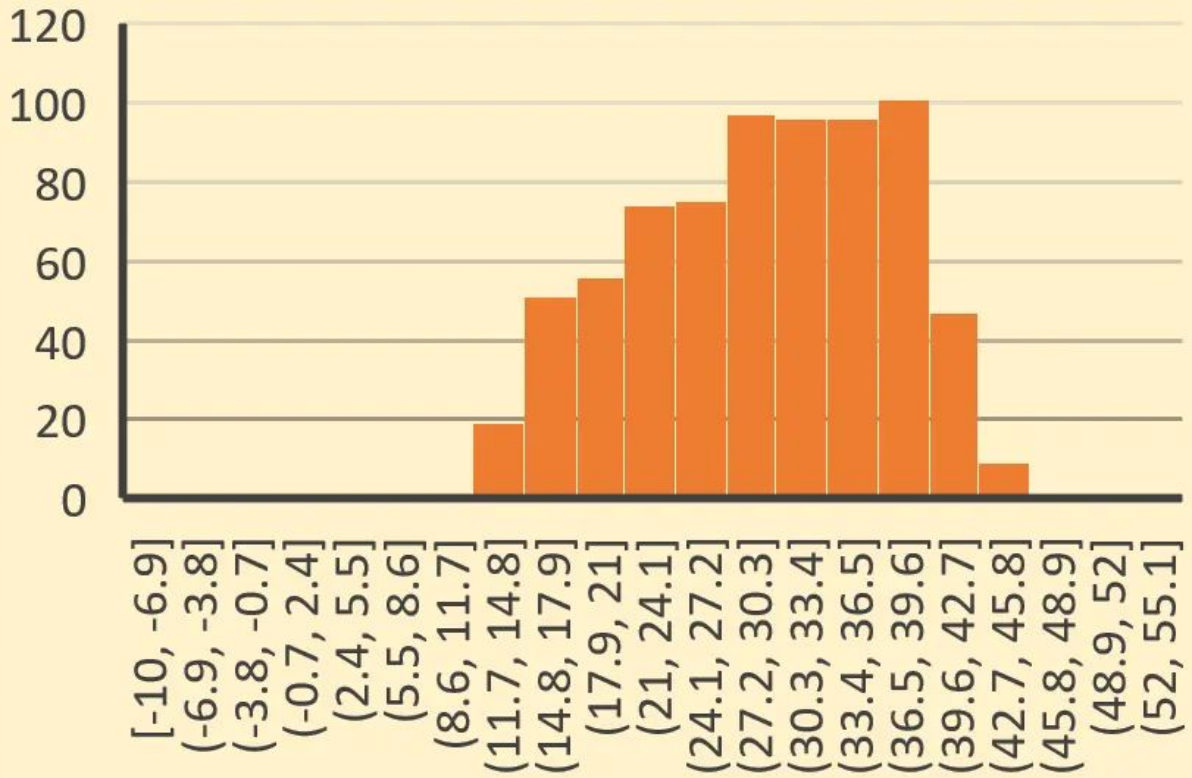
Mit anderen Worten, es kann nicht ohne weiteres davon ausgegangen werden, dass die CLT verwendet werden kann, es sei denn, es werden Messungen der dominanten Faktoren vorgenommen, die zur Unsicherheit beitragen.

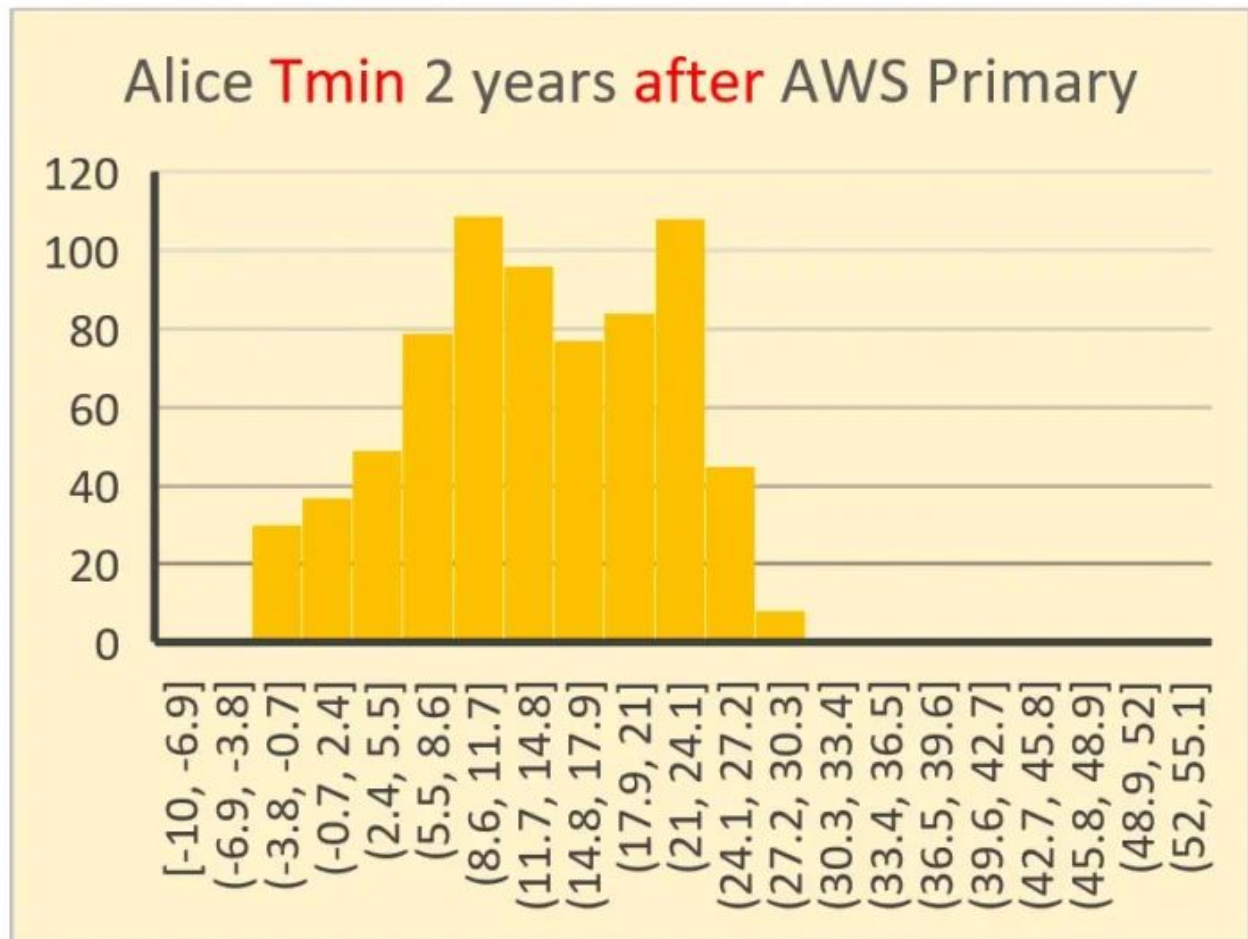


# Alice T<sub>min</sub> 2 years before AWS Primary



# Alice T<sub>max</sub> 2 years after AWS Primary





In meinem Versuch, den zweiten Teil abzuschließen und zusammenzufassen, komme ich zu den folgenden Hauptschlussfolgerungen:

1. Es bestehen Zweifel, ob die zentrale Grenzwerttheorie auf Temperaturen der beschriebenen Art anwendbar ist.
2. Der BIPM-Leitfaden zur Unsicherheit ist möglicherweise in der Praxis nicht hinreichend anwendbar. Er scheint eher für kontrollierte Umgebungen wie nationale Normungsinstitute geschrieben zu sein, wo versucht wird, Fremdvariablen zu minimieren und/oder zu messen. Sie scheint an ihre Grenzen zu stoßen, wenn die Unwägbarkeiten der natürlichen Umgebung auf sie einwirken. Es ist jedoch nützlich, um zu erkennen, ob die Autoren von Unsicherheitsschätzungen die beste Praxis anwenden. Aus dem GUM:

#### **Der Begriff „Unsicherheit“**

Das Konzept der Unsicherheit wird in Abschnitt 3 und Anhang D näher erläutert.

Das Wort „Unsicherheit“ bedeutet Zweifel, und somit bedeutet „Messunsicherheit“ im weitesten Sinne Zweifel an der Gültigkeit des Ergebnisses einer Messung. Da es keine unterschiedlichen Begriffe für dieses allgemeine Konzept der Unsicherheit und die spezifischen Größen,

die quantitative Maße für dieses Konzept liefern, wie z. B. die Standardabweichung, gibt, ist es notwendig, das Wort „Unsicherheit“ in diesen beiden unterschiedlichen Bedeutungen zu verwenden.

In diesem Leitfaden bezieht sich das Wort „Unsicherheit“ ohne Adjektive sowohl auf das allgemeine Konzept der Unsicherheit als auch auf eine oder alle quantitativen Messgrößen dieses Konzepts.

*Es gibt Gründe für die Annahme einer Gesamtunsicherheit von mindestens +/- 0,5 Grad C für alle historischen Temperaturmessungen, wenn sie zum Vergleich untereinander herangezogen werden. Daraus folgt nicht unmittelbar, dass diese Unsicherheit auch für andere gängige Verwendungszwecke, z. B. für Temperatur-/Zeitreihen, gelten sollte.*

Dieser Artikel ist lang genug. Ich plane nun einen dritten Teil, in dem ich hauptsächlich traditionelle statistische Schätzungen der Unsicherheit mit neueren Methoden wie dem „Bootstrapping“ vergleichen werde, die für diese Aufgabe gut geeignet sein könnten.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2022/09/06/uncertainty-estimates-for-routine-temperature-data-sets-part-two/>

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

---

## **Sommernachlese 2022 in Deutschland – Reminiszenz an einen großen Sonnensommer**

geschrieben von Chris Frey | 12. September 2022

### **Rekorde und beinahe-Rekorde im Supersommer 2022 – Viele Flauten – Eher verhaltene Herbstaussichten**

**Stefan Kämpfe**

Auch wenn es im September anfangs noch etwas Wärme-Nachschlag gab, so ist der meteorologische Supersommer 2022 nun doch längst Geschichte. Weil erst jetzt alle Daten vorliegen, soll dieser

bemerkenswerte Sommer, welcher uns einen Allzeit-Sonnenscheinrekord bescherte, doch noch einmal etwas näher beleuchtet werden.

## Neuer Sonnenschein-, aber kein neuer Temperaturrekord

Nun ist es amtlich: Mit gut 817 Sonnenstunden war dieser Sommer 2022 der sonnigste seit dem Aufzeichnungsbeginn im Jahre 1951. Der alte Rekordhalter, 2003 mit 793 Stunden, wurde auf Rang zwei verwiesen.

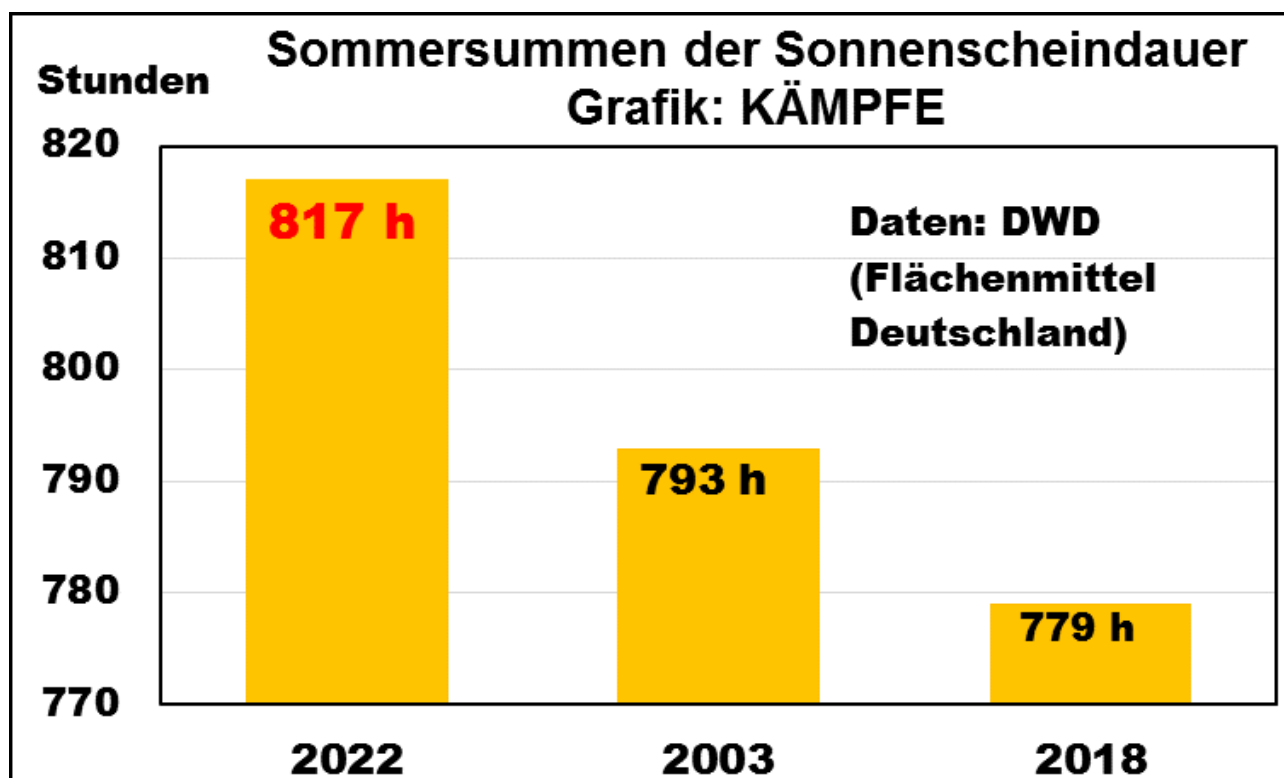


Abbildung 1: Die drei sonnigsten Sommer im Deutschen Flächenmittel waren 2022, 2003 und 2018.

Doch nicht überall in Deutschland schaffte es der Sonnersommer 2022 auf Platz eins: In Potsdam waren seit 1951 die Sommer 2018, 2019, 1983 und 2003 sonniger, und weil dort die Aufzeichnungen bis 1893 zurückreichen, fielen auch noch die Sommer 1947, 1911 und 1950 sonniger aus. Bei der Sommermitteltemperatur reichte es im Deutschland-Mittel für 2022 aber nur zum „undankbaren“ vierten Platz – ein mögliches Zeichen der Ausreizung der sommerlichen Erwärmung in Mitteleuropa.

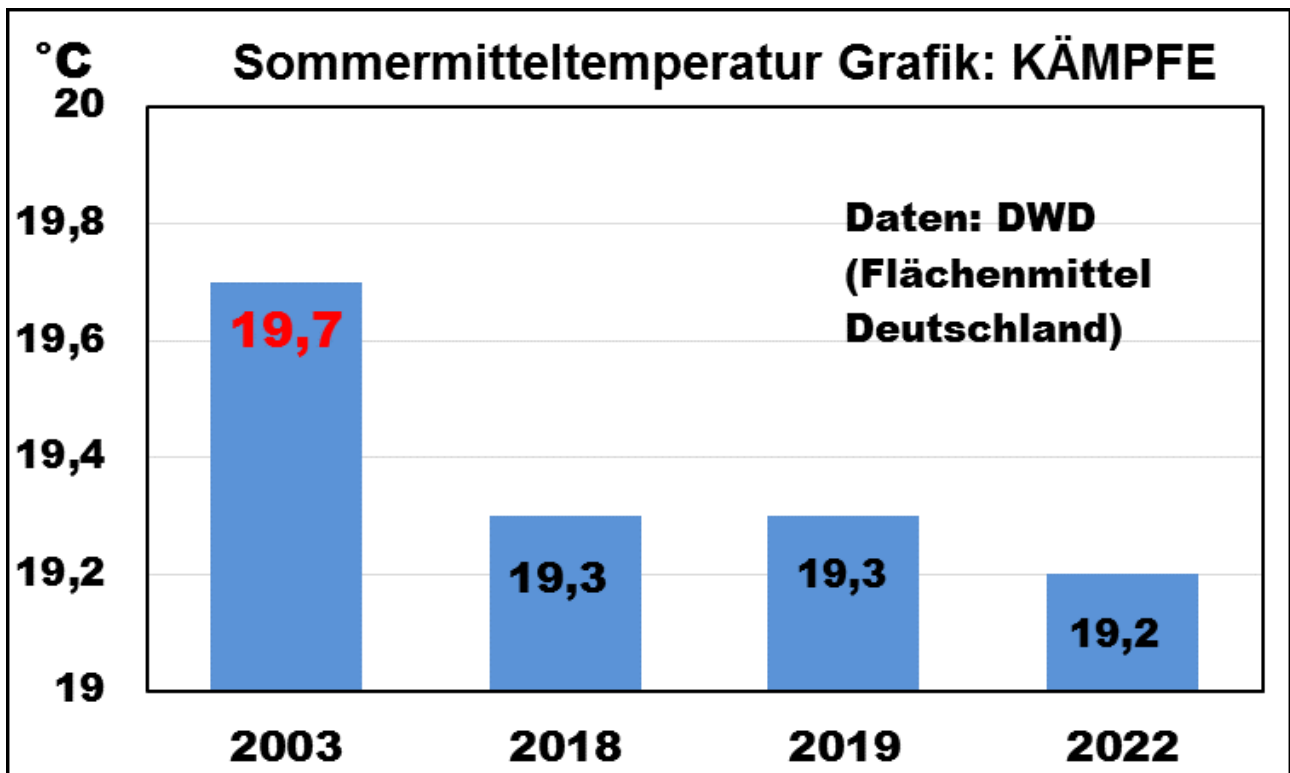
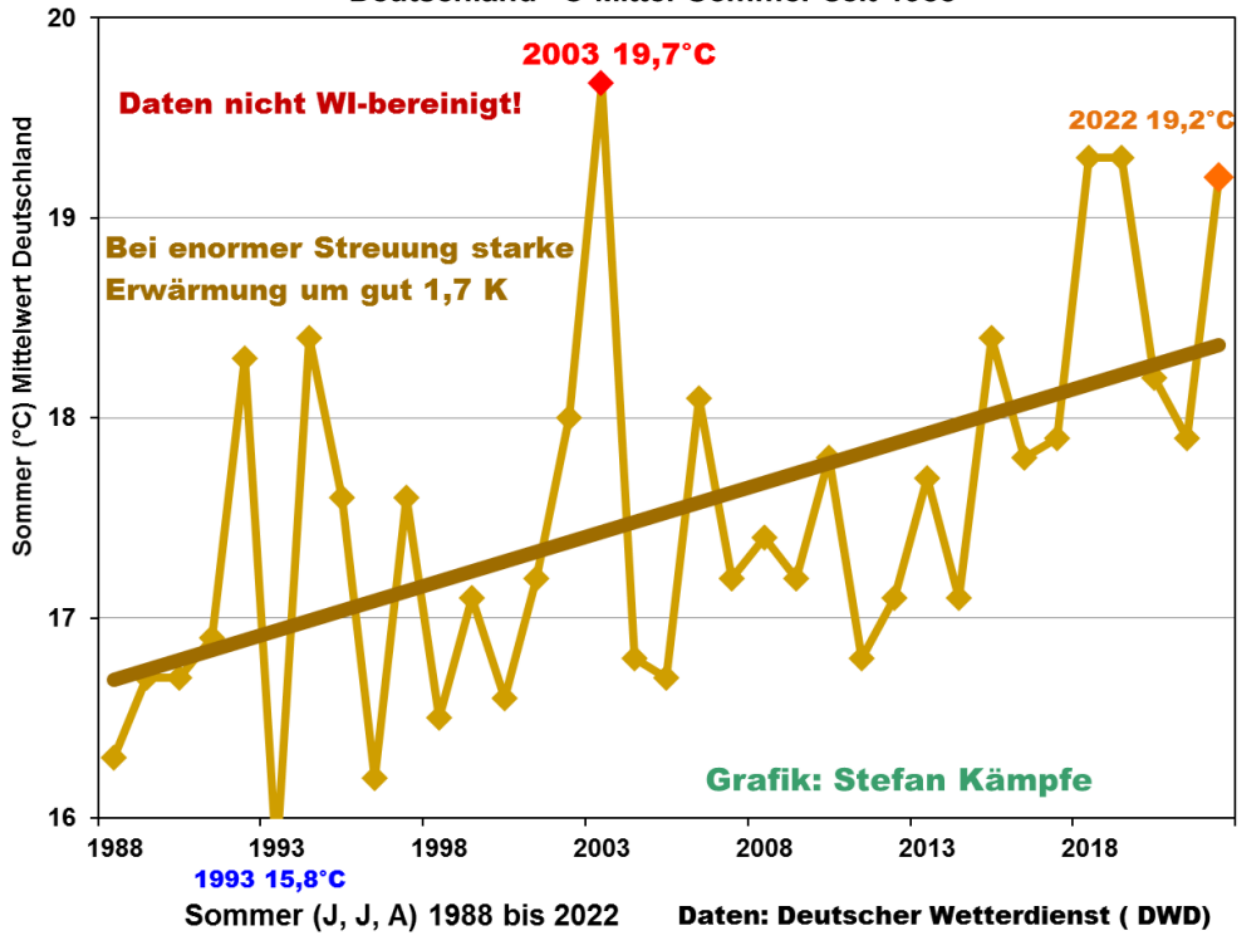


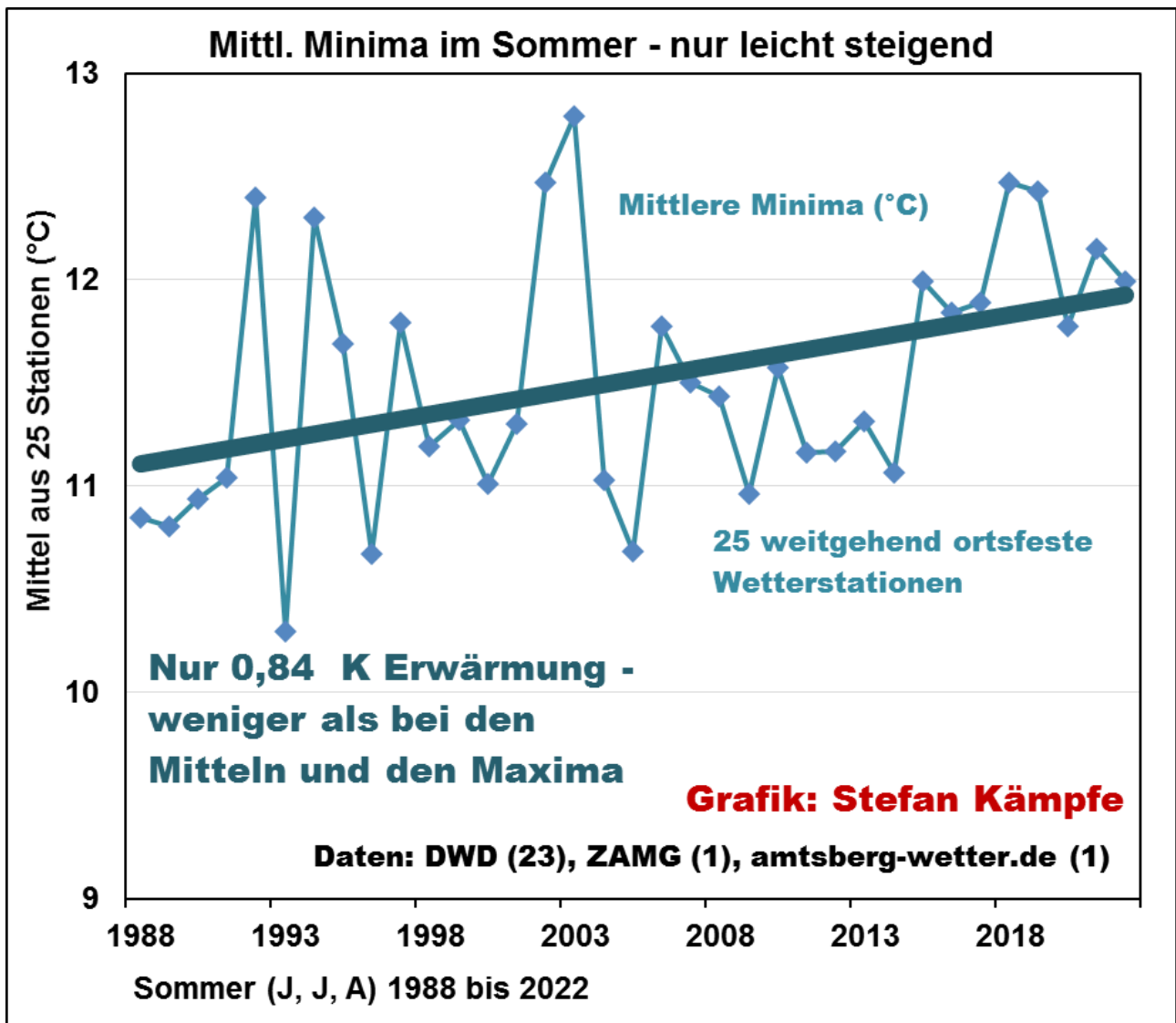
Abbildung 2: Im Ranking der Durchschnittstemperaturen bleibt dem Sommer 2022 nur der vierte Platz – die Blechmedaille.

### **Nur langsam steigende Minimum-Temperaturen dämpften die sommerliche Erwärmung**

Schauen wir uns die Entwicklung der mittleren Minimum-Temperaturen im Vergleich zu den sommerlichen Durchschnittstemperaturen seit 1988 einmal genauer an. Während die Sommertemperaturen in diesen 35 Jahren um bemerkenswerte reichlich 1,7 Kelvin (°C) stiegen – freilich nicht WI-bereinigt, erwärmten sich die mittleren Minima nicht einmal halb so stark; für diese gibt es aber kein DWD-Flächenmittel; Näheres zu deren Ermittlung [hier](#). Um beide Trends vergleichbar zu machen, weisen die Ordinaten (senkrechte Achsen) jeweils die gleichen Spannweiten auf.

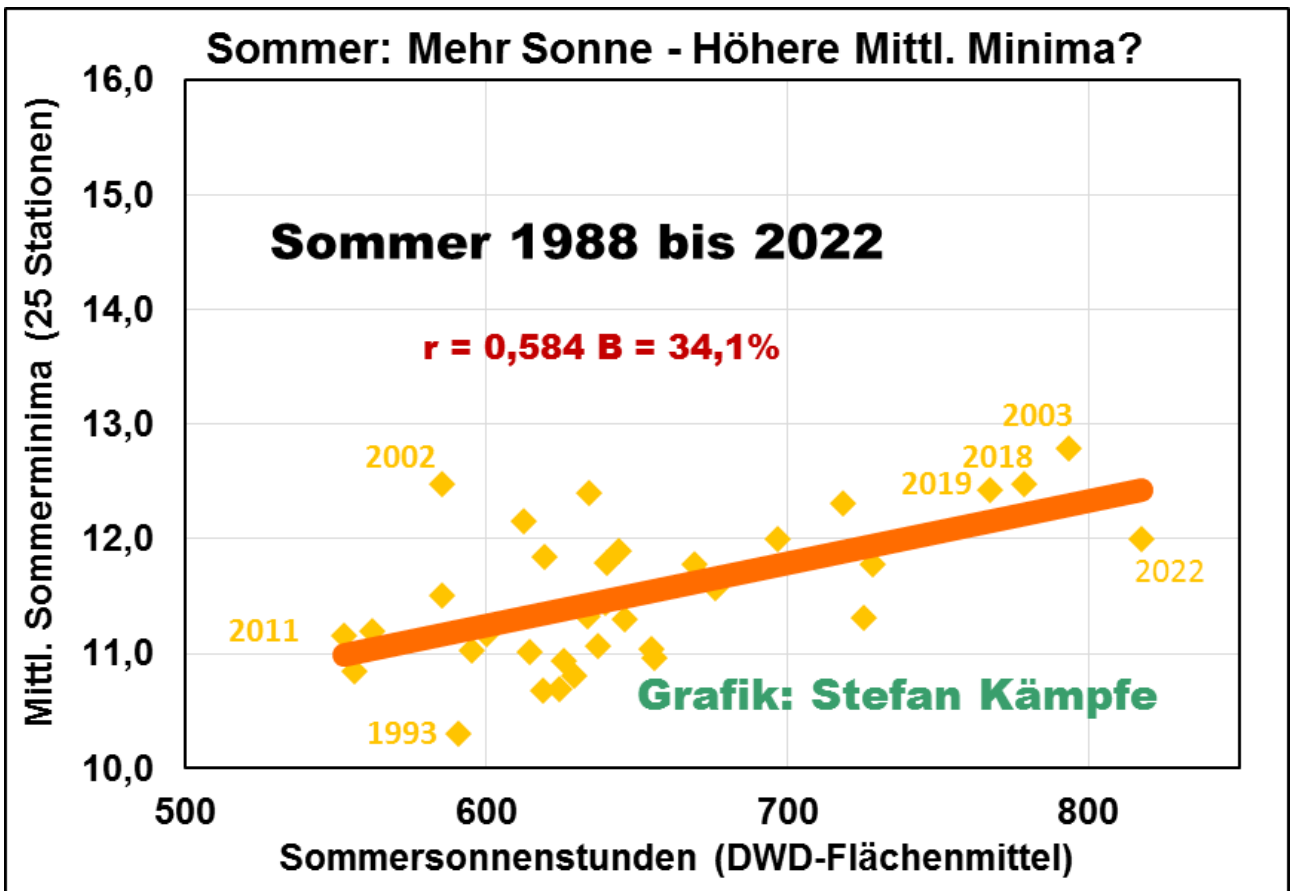
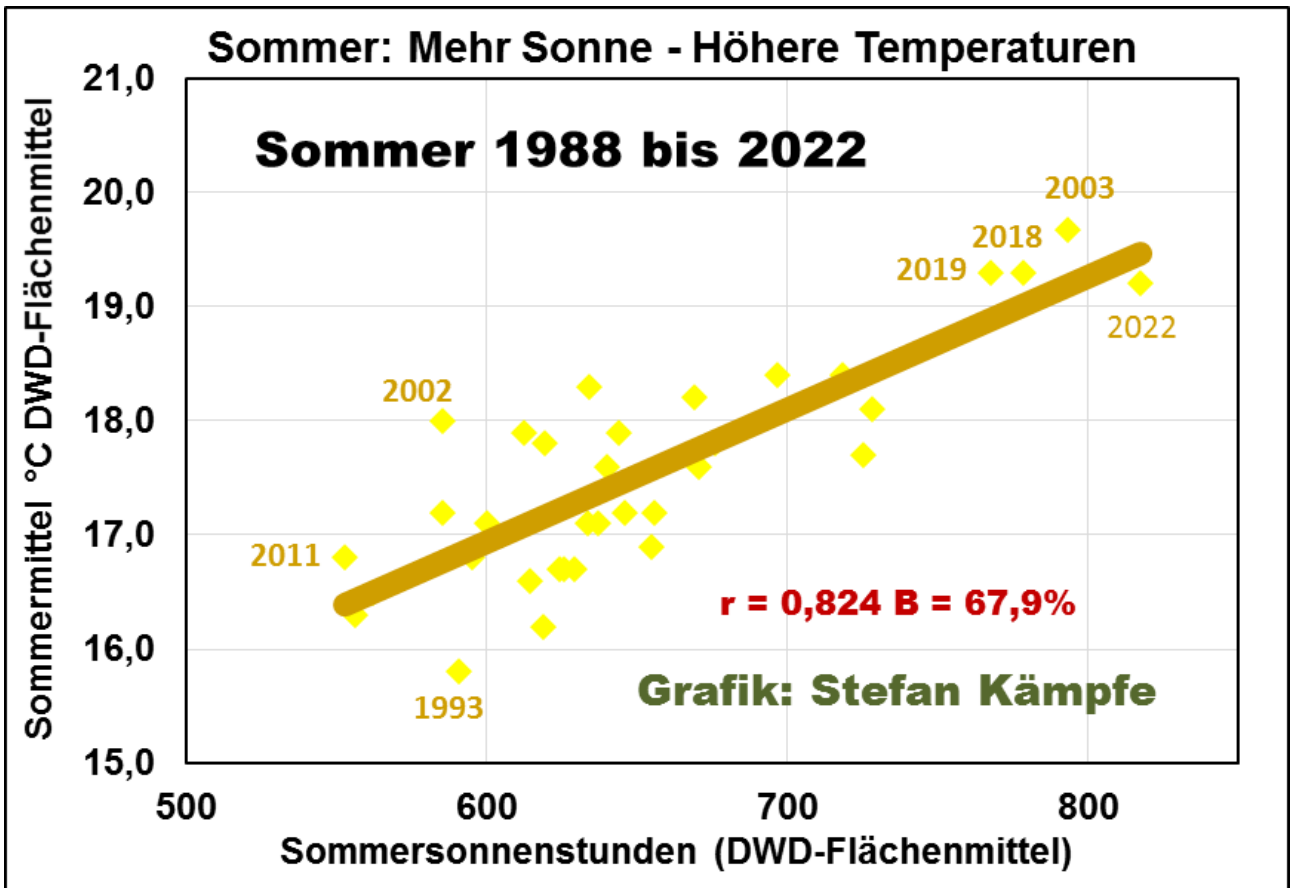
### Deutschland °C Mittel Sommer seit 1988





Abbildungen 3a und 3b: Die seit 1988 eingetretene sommerliche Erwärmung fand hauptsächlich tagsüber statt (wachsende Besonnung!). Deshalb stiegen die Sommermittelwerte (Abb. 3a, oben) mehr als doppelt so stark wie die mittleren Minima (unten). Der Sommer 1993 war so kühl, dass er bei dieser Skalierung in Abb. 3a „herausfiel“.

Auch 2022 setzte sich diese Diskrepanz verstärkt fort: Bei den Sommermitteln Platz vier, aber bei den mittleren Minima reichte es für 2022 nur zum achten Platz gemeinsam mit 2015; die Sommer 2003, 2002, 2018, 2019, 1992, 1994 und 2021 wiesen höhere mittlere Minima auf. Ein vergleichender Blick auf die Streudiagramme zeigt: Die Mittelwerte werden deutlich stärker von der Sonnenscheindauer beeinflusst, als die mittleren Minima.



Abbildungen 4a und 4b: Während die Variabilität der Sommermittelwerte

(°C) im Betrachtungszeitraum um mehr als zwei Drittel von der Sonnenscheindauer beeinflusst wurde (oben, 4a), waren es bei den mittleren Minima nur 34% und damit ein reichliches Drittel. Zwar wird der Boden von der Sommersonne derart stark aufgeheizt, dass auch die Minima nach Sonnentagen (meist) höher liegen, aber die nächtliche Ausstrahlung egalisiert diesen Effekt teilweise

## **Trotz der Trockenheit: Kein neuer Dürre-Rekord im Sommer 2022**

In diesem Sommer waren die angeblich immer schlimmeren Waldbrände und die absterbenden Wälder in den Mainstream-Medien wieder mal das große Thema. Bei Ersteren hat man offenbar die größte Brandkatastrophe der Nachkriegszeit (Lüneburger Heide, August 1975, mehr als 13.000 Hektar waren damals betroffen) bewusst vergessen, und Bewirtschaftungsfehler wie das fehlende Beräumen von Totholz, begünstigten auch diesmal die Brände, welche fast immer durch Unachtsamkeit oder Brandstiftung ausgelöst wurden. Und dass Fichten- oder Kiefernwälder in weiten Teilen Deutschlands nicht standortgerecht sind, hätte man auch spätestens seit 1947 wissen müssen, als es schon einmal eine Borkenkäfer-Kalamität sowie massive Dürreschäden gab. Aber was ist mit den angeblich immer schlimmeren sommerlichen Dürren? Einen besorgniserregenden, signifikanten Langfristtrend gibt es nicht – unsere Sommer wurden nur unwesentlich trockener. Der Sommer 2022 schaffte es nicht einmal unter die vier niederschlagsärmsten seit 1881.

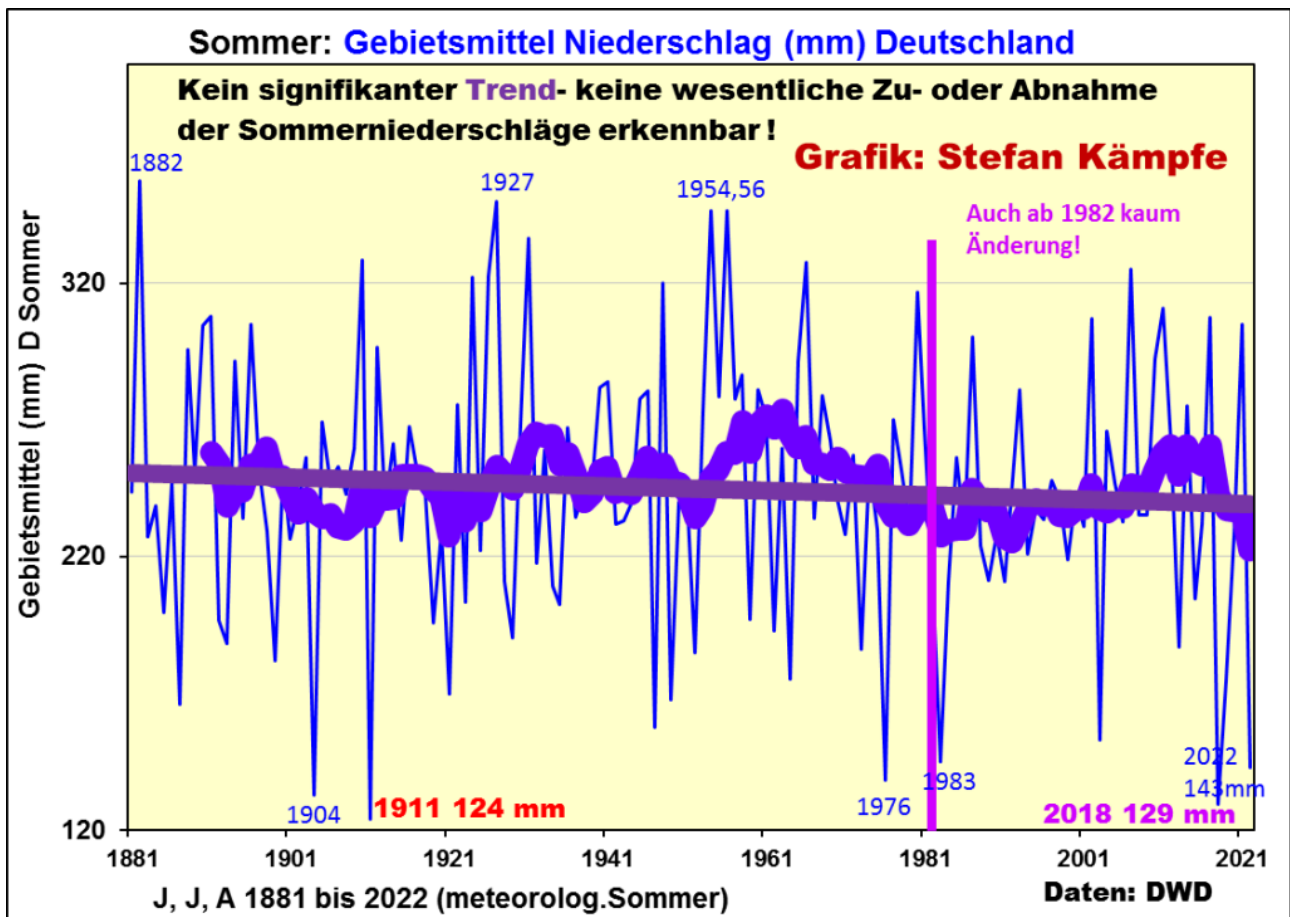
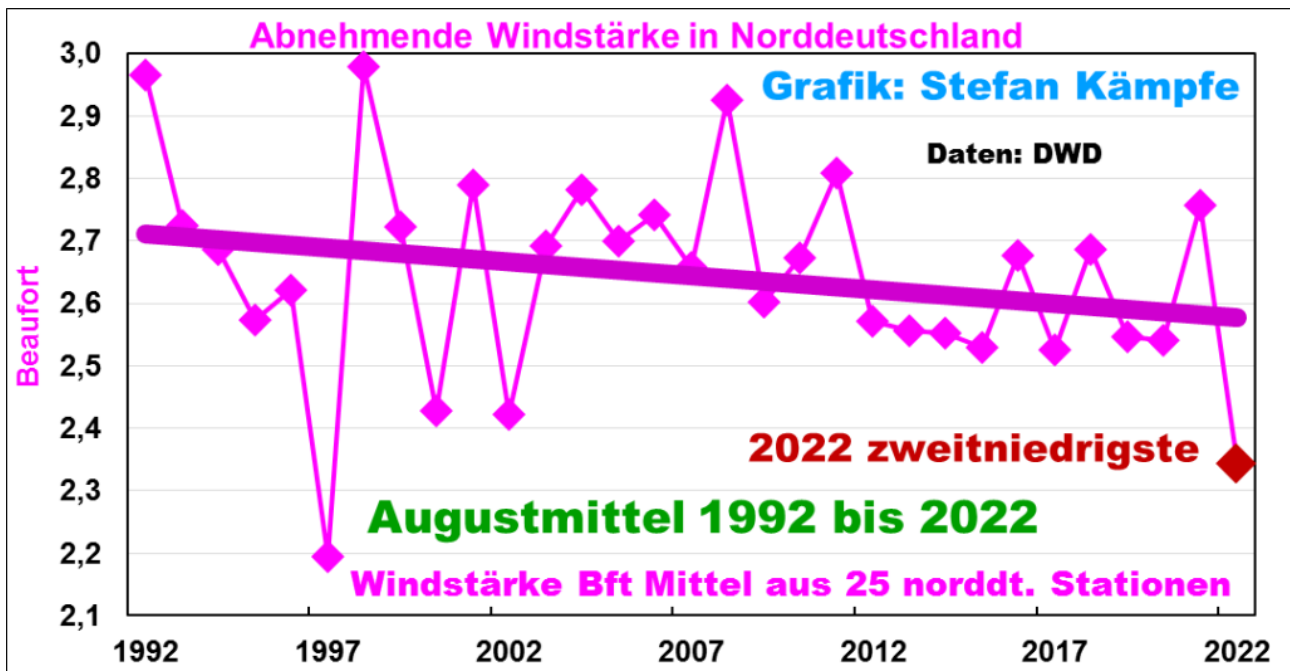
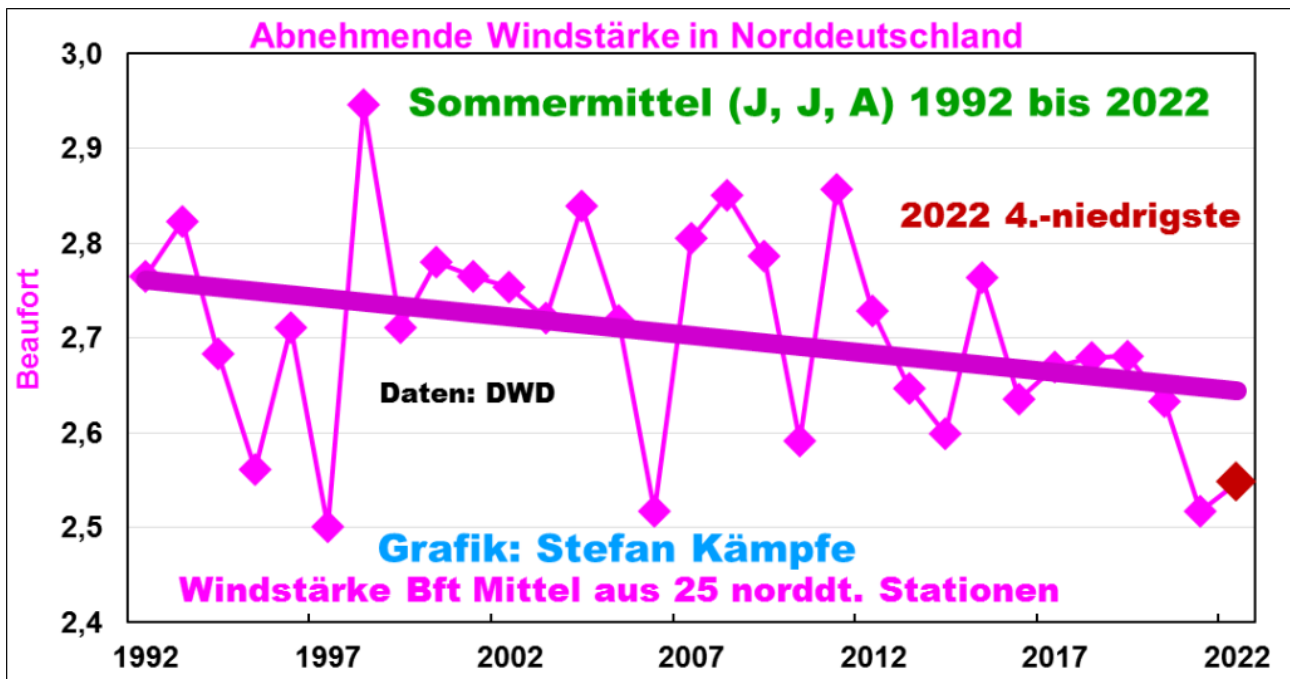


Abbildung 5: Nur leichte, aber nicht signifikante Niederschlagsabnahme im Sommer seit 1881. Einige besonders trockene und nasse Sommer sind gekennzeichnet; der sehr trockene 2022er Sommer schaffte es mit 143mm nicht unter die vier niederschlagsärmsten.

## Flaute-Sommer 2022

Zwar zeichnete sich dieser Sommer durch weniger Unbestimmte (XX)-Wetterlagen als seine Vorgänger aus. Was eine XX-Lage ist, wie man sie erkennt, und was sie bewirkt, kann man [hier](#) nachlesen. Aber dennoch verlief er, besonders im Juni und vor allem im August, sehr windschwach. Die Daten, geschätzt mit den DWD-Monatsmitteln der Windstärke in Beaufort von 25 norddeutschen Stationen, liegen seit 1992 vor. Danach war der 2022er Sommer der viertschwächste, der August schaffte gar Platz zwei nach 1997.

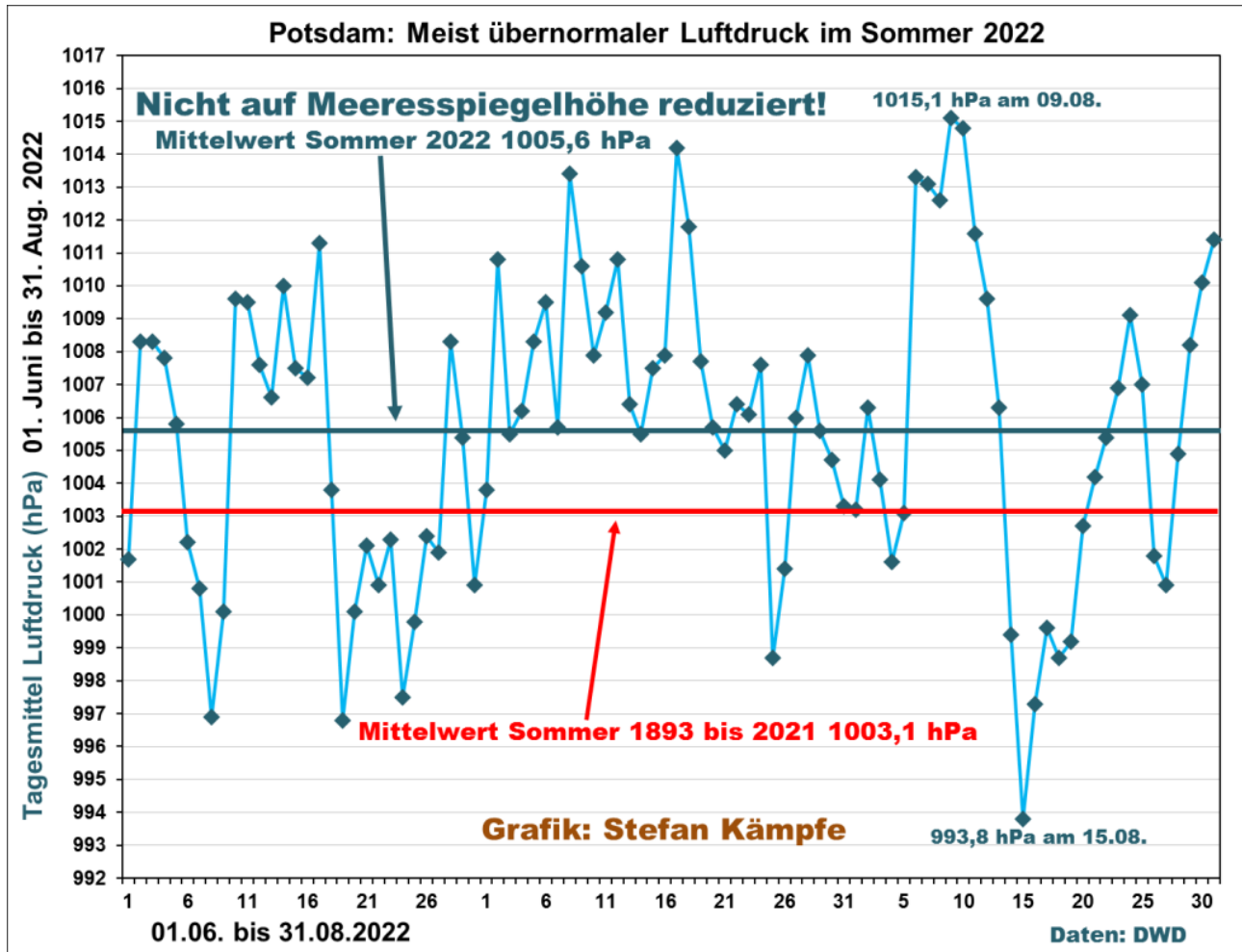


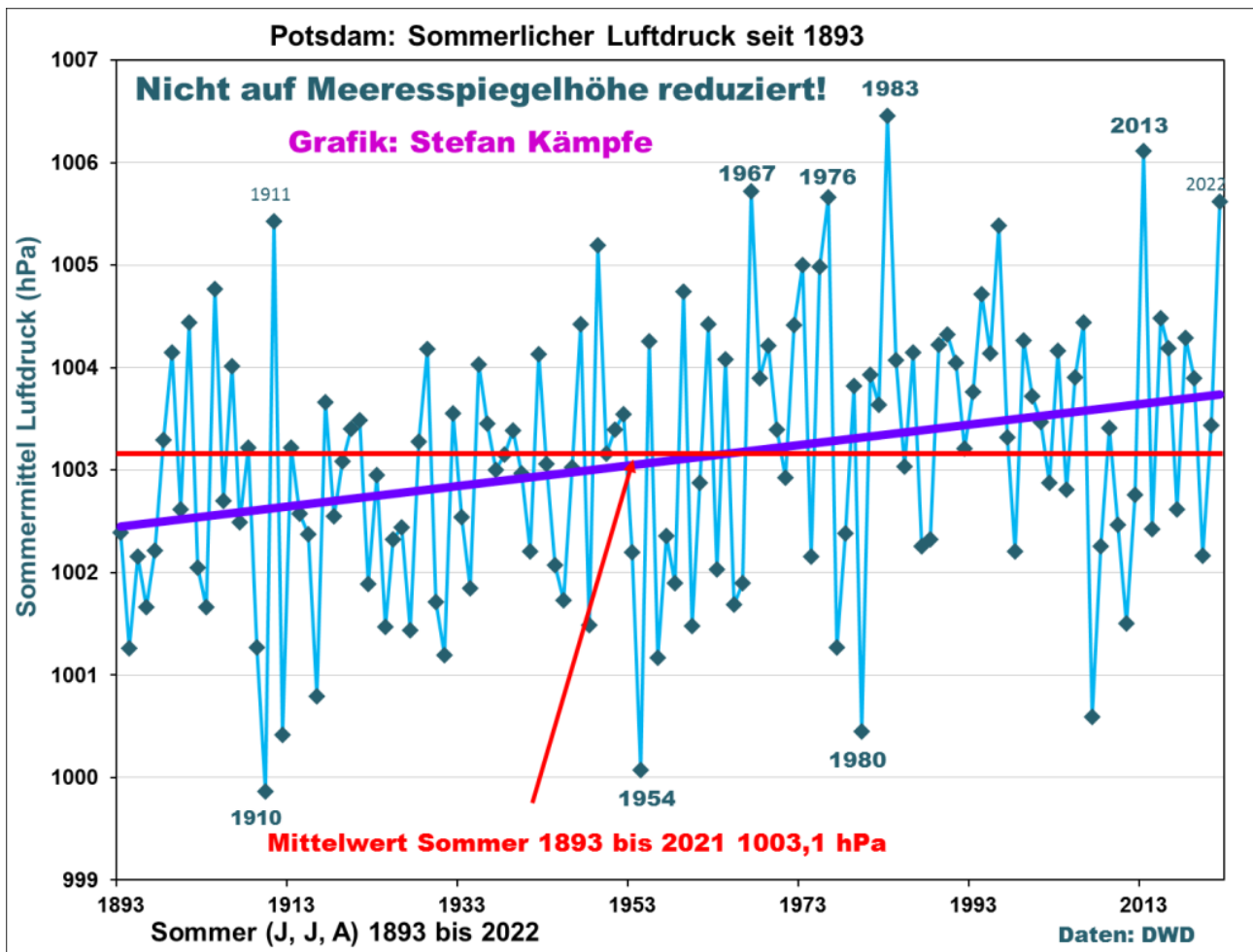
Abbildungen 6a und 6b: Entwicklung der Windstärke, gemittelt aus 25 norddeutschen Stationen seit 1992 im Sommer (oben, 6a) und im August (unten). Der Juni 2022 (nicht gezeigt) wies das drittniedrigste Windmittel auf. Man erkennt seit den frühen 1990er Jahren eine merkliche Abschwächung der Windstärke, was merkliche negative Auswirkungen auf die Windstromproduktion hat.

## Luftdruckmittelwert in Potsdam: Fünfhöchstes Sommermittel

Zum Abschluss unserer Rekord-Schau werfen wir noch einen Blick auf

den Luftdruck, welcher in Potsdam seit 1893 gemessen wird. Nur in den Sommern 1983, 2013, 1967 und 1976 war dieser noch etwas höher, als im Sommer 2022. Viele Hochdruckwetterlagen ließen das Barometer deutlich steigen; möglicherweise war das Luftdruckmittel in Nordwestdeutschland sogar noch etwas höher, doch liegen dem Autor hierfür keine langjährigen Daten vor. Betrachtet man die langfristige Sommertendenz, so zeigt sich ein leichter Anstieg – höherer Luftdruck ist also in den heurigen Sommern häufiger, als im frühen und mittleren 20. Jahrhundert.





Abbildungen 7a und 7b: Luftdruckverlauf (Tagesmittel) im Sommer 2022 (oben, 7a) und Sommermittel 1893 bis 2022 (unten, mit Lineartrend, violett). Man erkennt die für unsere Breiten völlig normalen Luftdruckschwankungen, aber auch, dass die meisten Tagesmittel im Sommer 2022 über dem Langjährigen Mittel (rote Linie) lagen. Höchst- und Tiefstwert traten diesmal im August auf. In der unteren Abbildung sind einige Jahre mit herausragend hohem und tiefem Sommermittel gekennzeichnet; man erkennt außerdem eine leichte Tendenz zu langfristig höheren Luftdruckwerten.

Nicht immer gehen trocken-heiße Sommer mit hohen Luftdruckwerten und feucht-kühle mit niedrigen einher; tendenziell aber schon.

### **Die Rekordjagd geht vielleicht noch weiter: Fallen dieses Jahr der Sonnenschein- und der Jahresmittel-Temperaturrekord?**

Nach dem sonnigsten März und dem sonnigsten Sommer aller Zeiten stellt sich die spannende Frage, wie das Jahr 2022 insgesamt abschneiden wird. Die magische Grenze von mehr als 2.000 Jahressonnenstunden im DWD-Flächenmittel wurde bislang nur 2018 (2.015 Stunden) und 2003 (2.014 Stunden) überschritten, und Vieles

spricht momentan für ein Fortbestehen dieser Rekorde, zumal die Septembersonne diesmal etwas schwächelt. Aber ganz aussichtslos ist das Rennen noch nicht. Ähnliches gilt auch für die Jahresmitteltemperatur, bei welcher 10,5°C aus den Jahren 2018 und 2019 überboten werden müssten. Nur ein sehr, sehr sonnig-warmer Herbst könnte also das laufende Jahr noch auf den Spitzenrang hieven, doch danach sieht es momentan eher nicht aus. In der zweiten Septemberdekade erinnert die Witterung schon an den Oktober. Ein riesiges Tief über Skandinavien sorgt ab dem 14. September dann einige Tage für windig-kaltes Schauerwetter.

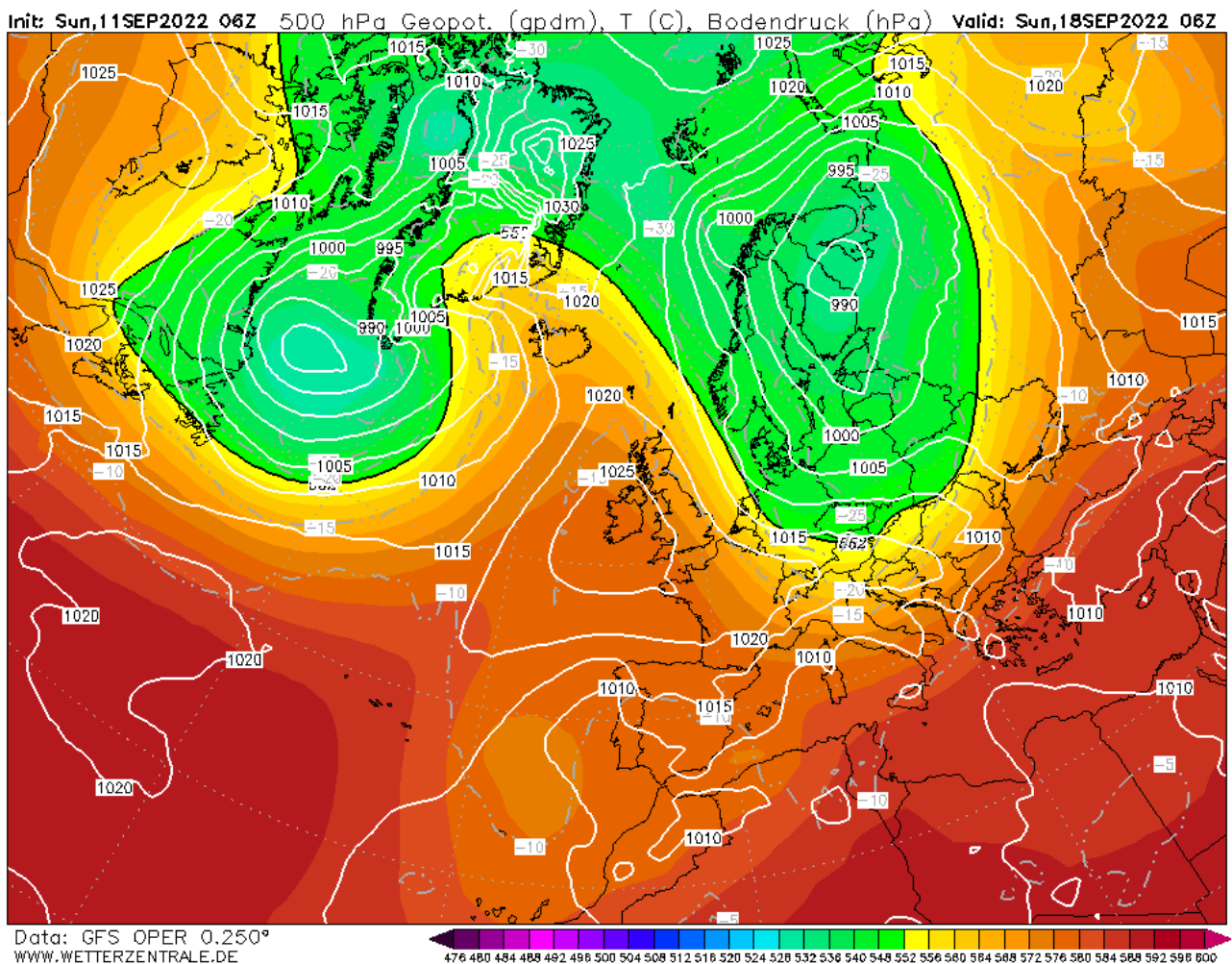


Abbildung 8: Vorhersagekarte des GFS-Modells vom 11. für den 18. September 2022. Ein riesiges Tief über Nordosteuropa und ein Hoch westlich der Britischen Inseln lenken feucht-kalte Nordluft (mP, vielleicht kurzzeitig auch mA) nach Deutschland. Bildquelle: wetterzentrale.de

Diese dramatische Wetterumstellung erfolgte durch zwei Hurrikane, die aber nicht Richtung Karibik/USA, sondern zum Ostatlantik zogen. Sie schwächten das blockierende Ostatlantik-Hoch, welchem

wir das anhaltende Sommerwetter verdankten, und öffneten den Weg für die nach Skandinavien ziehende Tiefs. Erstmals seit 2013, als es übrigens schon Anfang September eine grob ähnliche Wetterumstellung gab, entwickelten sich die ersten Hurrikane der Saison derart spät; doch ob daraus wieder etwas bessere Chancen für einen Kaltwinter resultieren, bleibt vorerst unklar. Etwa nach dem 20. September deutet sich der Altweibersommer vage an, ob er kommt und wie intensiv er ausfallen wird, steht noch nicht fest. So oder so – es bleibt weiter spannend in der Wetterküche!

Stefan Kämpfe, unabhängiger Natur- und Klimaforscher

---

## Net Zero ist die wirkliche Klima-Katastrophe

geschrieben von Chris Frey | 12. September 2022

### Duggan Flanakin

Vielleicht MUSS Wladimir Putin doch den Friedensnobelpreis bekommen.

Sicherlich ist Putins blutiger Einmarsch in der Ukraine ein Affront gegen die Menschlichkeit, da er gezielt Zivilisten angreift. Russland hat sogar medizinische und humanitäre Hilfskonvois beschossen und nutzt ein Atomkraftwerk als Schutzschild für seine Militäroperationen.

Aber Putins Invasion rettet Europa – und andere Nationen – vielleicht vor ihrer blinden Hingabe an die „Klimakatastrophen“-Bewegung und den weltweiten Vorstoß zu „Netto-Null bis 2050“. Schon bevor Putins Krieg die europäischen Energielieferungen unterbrach und die Energiekosten in die Höhe trieb, litten die Europäer unter der sinnlosen „grünen“ Energiepolitik, die im Namen der „Rettung des Planeten“ durchgesetzt wurde.

Der radikale Net-Zero-Plan, der von den Vereinten Nationen ausgearbeitet und von Organisationen wie dem Weltwirtschaftsforum unterstützt wird, würde die Nationen dazu zwingen, auf fossile Brennstoffe, Kernenergie und sogar Wasserkraftwerke zu verzichten und stattdessen so genannte „grüne Energie“ zu nutzen, die gar nicht so grün ist und keine zuverlässige, erschwingliche Energie erzeugt und überträgt.

Die Hauptarchitekten, der UN-Vorsitzende Antonio Guterres und die UN-Klimachefin Christiana Figueres, haben einen Plan ausgearbeitet, der den

nationalen Regierungen absolute diktatorische Macht verleiht, um im Auftrag der UN die fossilen Brennstoffe, die Viehzucht und andere Industrien zu zerschlagen.

Ihre kollektivistischen Pläne sollen auf der Behauptung beruhen, dass ein relativ geringer Anstieg der Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre (laut unkontrollierten Science-Fiction-Autoren) die Freiheitsstatue unter Wasser setzen, den Meeresspiegel steigen lassen und damit Milliarden von Menschen töten oder vertreiben sowie lange Zeit landwirtschaftlich genutztes Land verbrennen würde.

Der normale Mensch müsse auf pflanzliches „Fleisch“ umsteigen und sogar Meeresfrüchte meiden, nur noch Elektrofahrzeuge fahren und seinen Lebensstil einschränken (mit Ausnahme der Eliten, deren Lebensstil üppig bleiben würde). Weniger bekannt sind die Pläne für eine intermittierende, stark regulierte Stromversorgung, die zuerst an diejenigen mit hoher „sozialer Kreditwürdigkeit“ verteilt wird.

Während die „unverbesserliche, bedauernswerte“ Arbeiterklasse, deren Leben bereits durch diese grandiosen elitären Pläne gestört wird, diesen päpstlichen Vorhersagen misstraut hat, ist es der unaufhörlichen Propagandamaschinerie der staatlichen Schulen, der staatlichen Medien und sogar der sozialen Medien gelungen, den öffentlichen Widerstand abzuschwächen – bis vor kurzem.

Putins Krieg und die Energieknappheit, die unverschämten Preiserhöhungen und die Panik haben viele europäische Bevölkerungen radikalisiert (man denke nur an die niederländische Bauernrevolte und die Proteste gegen die hohen Energiepreise), so dass viele Länder ihre Pläne für den Ausstieg aus der Nutzung fossiler Brennstoffe zurückziehen und sich bemühen, noch vor dem Winter billigere, zuverlässigere und besser verfügbare Energiequellen zu finden.

In Bidens Vereinigten Staaten hingegen haben die Staats- und Regierungschefs gerade für Hunderte von Milliarden an neuen Subventionen für grüne Energie (weil diese Technologien teuer und unerwünscht sind) und für künstlich höhere Preise für herkömmliche Brennstoffe gestimmt und außerdem Verbrennungsmotoren und Gasgeräte verboten. Doch diese wirtschaftsfeindlichen Vorschriften könnten bald zur Disposition stehen.

Anzeichen dafür, dass die wissenschaftliche Gemeinschaft ihre Liebesaffäre mit der Klimakatastrophenpolitik bald beenden könnte, finden sich ausgerechnet in wissenschaftlichen Kommentaren zur brandneuen *Summary for Policymakers* des AR6 des IPCC. Der NASA-Klimaberater Gavin Schmidt zum Beispiel hat die IPCC-Modelle als unrealistisch und nicht durch Daten gestützt kritisiert.

Vor einem Jahr [sagte](#) Schmidt dem Magazin Science: „Im letzten Jahr ist klar geworden, dass wir diese Aufnahme nicht vermeiden können ... Am Ende stehen Zahlen, selbst für die nahe Zukunft, die wahnsinnig beängstigend – und falsch – sind“. Die neuen Szenarien des IPCC-Berichts, die einen

Temperaturanstieg von bis zu 5°C von 1850 bis 2100 vorhersagen, sind beispielsweise unvereinbar mit der derzeit beobachteten Erwärmung von 0,15°C pro Jahrzehnt, was einen weiteren Anstieg von 1,2°C bis 2100 bedeutet. Net Zero (Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5 °C bis 2050) ist also auch ohne die drakonischen Umweltauflagen wahrscheinlich.

Vielleicht wird die von Putin verschärfte Energie- und damit verbundene Agrarkrise (da fossile Brennstoffe und Gülle die Grundlage für Düngemittel sind, die zusammen mit höheren Kohlendioxidwerten die Ernteerträge steigern) Europa und den Westen aufrütteln, damit sie erkennen, dass die einzige wirkliche Klimakatastrophe die Politik der Kohlenstoff-Hysteriker ist, die die ganze Welt in einen wirtschaftlichen Zusammenbruch und unnötige Kämpfe um begrenzte Ressourcen zu stürzen droht.

Vielleicht ist die Welt jetzt bereit, auf die mehr als 1.100 Wissenschaftler und Experten zu hören, die unter der Leitung des norwegischen Nobelpreisträgers Ivar Giaever die neue Erklärung von Climate Intelligence (CLINTEL) unterzeichnet haben, dass es „keinen Klimanotstand gibt“. Die unabhängige internationale Stiftung behauptet, dass „die Klimawissenschaft zu einer Diskussion verkommen ist, die auf Überzeugungen und nicht auf solider, selbstkritischer Wissenschaft basiert.“

In dem soeben veröffentlichten CLINTEL-Dokument heißt es, dass sowohl natürliche als auch vom Menschen verursachte Faktoren für den Klimawandel verantwortlich sind, und dass eigentlich jeder weiß, dass das Erdklima seit Bestehen des Planeten schwankt – mit natürlichen Kalt- und Warmzeiten.

Die vom IPCC favorisierten Klimamodelle haben nicht nur die Wirkung von Treibhausgasen (wie Kohlendioxid [CO<sub>2</sub>]) übertrieben, sie haben auch die Tatsache ignoriert, dass die Anreicherung der Atmosphäre mit CO<sub>2</sub> viele Vorteile hat. Tatsache ist, dass CO<sub>2</sub> für alles Leben auf der Erde unerlässlich ist und dass zusätzliches CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre das Wachstum der globalen Pflanzenbiomasse fördert und die Ernteerträge weltweit erhöht.

Außerdem, so die Wissenschaftler und Experten, gibt es keine statistischen Beweise dafür, dass die Erwärmung der globalen Temperaturen Wirbelstürme, Überschwemmungen, Dürren und ähnliche Naturkatastrophen verstärkt hat oder dass sie häufiger auftreten. Es gibt jedoch zahlreiche Belege dafür, dass CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen ebenso schädlich wie kostspielig sind.

Die CLINTEL-Unterzeichner kamen daher zu dem Schluss, dass es keinen Grund für Panik und Alarm oder für eine Politik gibt, die den Menschen schadet, indem sie die Knappheit und die Kosten von Gütern und Dienstleistungen erhöht. Dort, wo Klimaveränderungen negative

Auswirkungen haben, so das Gremium, lassen sich lokale Probleme viel besser durch Anpassung – und nicht durch Eindämmung – angehen.

Die Botschaft der CLINTEL-Unterzeichner an das angeschlagene Europa, Afrika und sogar die Vereinigten Staaten (die meisten asiatischen Staaten haben die Klimakatastrophisten ignoriert) ist einfach: Die Klimapolitik muss die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Realitäten respektieren – und die Bedürfnisse der Menschen nach erschwinglicher, zuverlässiger Energie und anderen Gütern und Dienstleistungen, die den weltweiten Marsch von der Armut zum Überfluss fortsetzen können.

Sollte die Welt die Barbarei von Wladimir Putin gebraucht haben, um diese einfache Botschaft zu lernen? Nein, natürlich nicht.

Aber der eiserne Griff der Machteliten auf die Weltwirtschaft und die globale Politik hatte den Westen wirklich in Angst und Schrecken versetzt, und die afrikanischen und anderen Nationen, die Kapitalinvestitionen benötigen, um ihre wachsende Bevölkerung mit den Annehmlichkeiten des 21. Jahrhunderts zu versorgen, wurden immer stärker, bis die Führer der Vereinigten Staaten und Russlands begannen, an den Energie- und Agrarlieferketten herumzupfuschen.

Was den Friedensnobelpreis angeht, der einmal an den Klimakumpanen Al Gore und einmal an den IPCC selbst ging, brauchen die Verantwortlichen des Instituts vielleicht eine Dosis Klimarealität.

*This article originally appeared at [Real Clear Energy](#)*

**Autor:** [Duggan Flanakin](#) is the Director of Policy Research at the Committee For A Constructive Tomorrow. A former Senior Fellow with the Texas Public Policy Foundation, Mr. Flanakin authored definitive works on the creation of the Texas Commission on Environmental Quality and on environmental education in Texas. A brief history of his multifaceted career appears in his book, „Infinite Galaxies: Poems from the Dugout.“

Link:

<https://www.cfact.org/2022/09/01/net-zero-s-the-real-climate-catastrophe/>

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

---

## Eine ernste Frage

geschrieben von Chris Frey | 12. September 2022

## Willis Eschenbach

*„Nicht der Kritiker zählt, nicht der Mann, der darauf hinweist, wie der Starke stolpert oder wo der Handelnde es besser hätte machen können.*

*Das Verdienst gebührt dem Mann, der tatsächlich in der Arena steht, dessen Gesicht von Staub und Schweiß und Blut gezeichnet ist, der sich tapfer bemüht, der sich irrt, der immer wieder zu kurz kommt, weil es keine Anstrengung ohne Fehler und Unzulänglichkeit gibt, der sich aber tatsächlich bemüht, die Taten zu vollbringen; der die große Begeisterung, die große Hingabe kennt; der sich für eine würdige Sache verausgabt; der im besten Fall am Ende den Triumph der hohen Leistung kennt, und der im schlimmsten Fall, wenn er scheitert, wenigstens scheitert, indem er Großes wagt, so dass sein Platz niemals bei jenen kalten und furchtsamen Seelen sein wird, die weder Sieg noch Niederlage kennen.“ – Theodore Roosevelt*

Das Klima der Erde ist ein Energiefluss-System, das sich im Durchschnitt annähernd im Fließgleichgewicht befindet. Dabei ist die Energiemenge, die von jedem Teil des Systems aufgenommen wird, gleich der Energiemenge, die von diesem Teil des Systems verloren geht. Wäre dies nicht der Fall, würden sich die betroffenen Teile ständig entweder erwärmen oder abkühlen.

Und das trifft auf die Erdoberfläche zu. Sie verliert im Grunde so viel Energie, wie sie gewinnt, und deshalb war die Temperatur der Erde im 20. Jahrhundert mit einer Genauigkeit von weniger als einem Prozent stabil.

Zu Beginn dieser Ausführungen möchte ich darauf hinweisen, dass nicht der gesamte, von der Oberfläche absorbierte Energiestrom in Temperatur umgewandelt wird und durch Wärmestrahlung verloren geht. Ein Teil des Energiestroms geht als „fühlbare“ Wärme, d. h. als Wärme, die wir spüren können, durch Wärmeleitung in die Atmosphäre und Konvektion von der Oberfläche weg verloren. Ein anderer Teil geht als „latente Wärme“ verloren, d. h. als Wärme, die durch Verdunstung an der Oberfläche verloren geht. Nach diesen Verlusten heizt die verbleibende Energie die Oberfläche auf und geht als langwellige, aufsteigende Strahlung von der Oberfläche verloren.

Abbildung 1 zeigt die relativen Mengen an Energie, die von der Oberfläche absorbiert werden und verloren gehen:

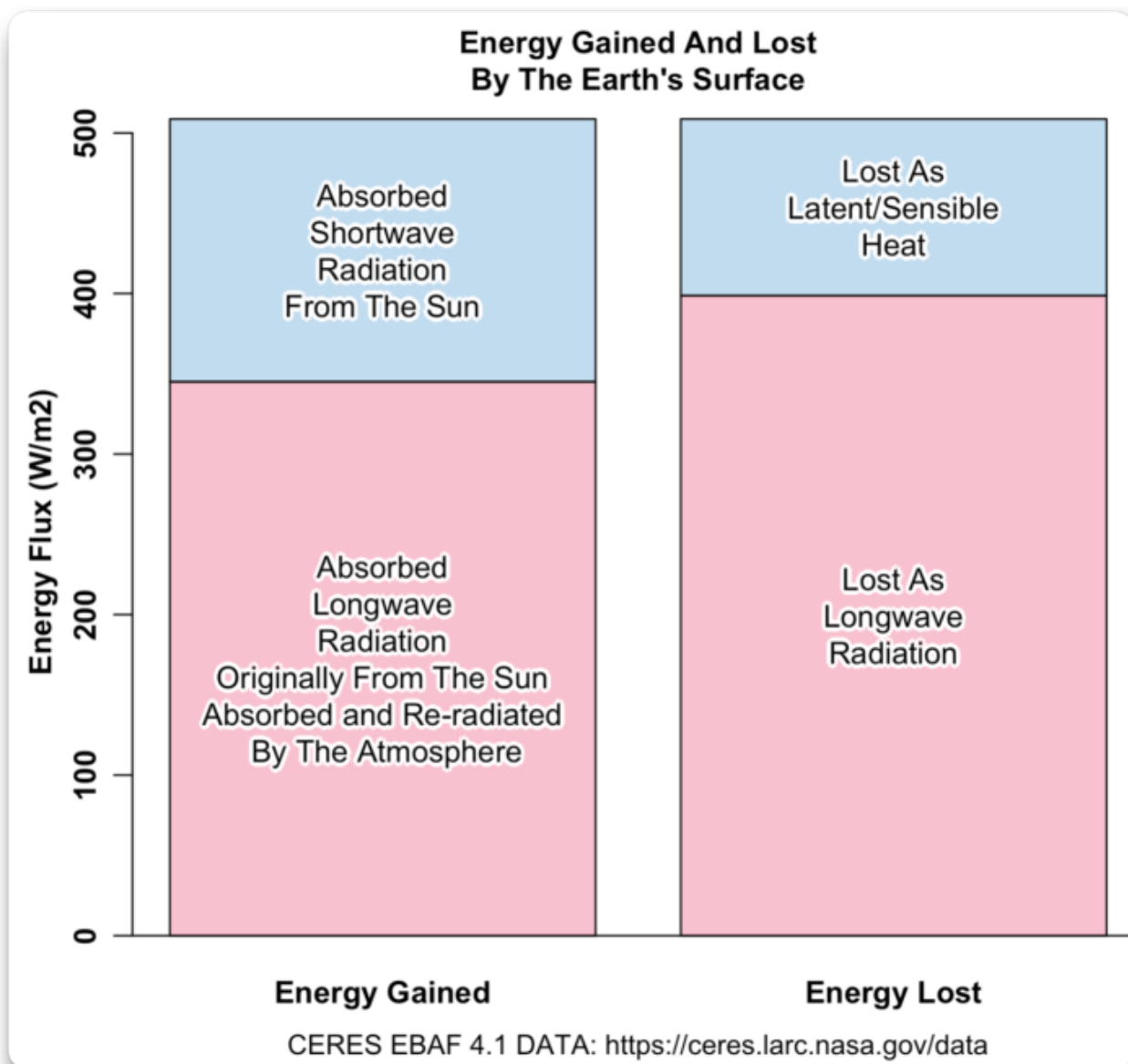


Abbildung 1. Energiehaushalt der Erdoberfläche mit Energiegewinn (lang- und kurzwellige Strahlung) und Energieverlust (langwellige Strahlung und latente/fühlbare Wärme). Da sich der Planet in einem stabilen Zustand befindet, sind Gewinne und Verluste etwa gleich groß.

Nehmen wir nun an, dass wir die Temperatur der Erde um 1°C erhöhen wollen. Wie viel zusätzlicher Energiefluss ist erforderlich, um diesen neuen, wärmeren Dauerzustand aufrechtzuerhalten?

Nun, da im Gleichgewichtszustand die Gewinne gleich den Verlusten sein müssen, brauchen wir so viel Energiefluss wie die zusätzliche Energiemenge, die bei der neuen höheren Temperatur abgestrahlt wird. Anhand der so genannten „Stefan-Boltzmann-Gleichung“ können wir berechnen, dass wir mindestens 5,5 Watt pro Quadratmeter ( $W/m^2$ ) zusätzlichen Energiestrom benötigen, um einen schwarzen Körper bei der Erdtemperatur um ein Grad Celsius anzuheben. (Es handelt sich um ein Minimum, da der prozentuale Anteil der latenten/sensiblen Wärmeverluste

mit steigender Temperatur leicht zunimmt, aber das können wir bei dieser Analyse ignorieren).

Aus Abbildung 1 geht jedoch auch hervor, dass nur etwa 78 % des absorbierten Energiestroms in Temperatur umgewandelt wird und als Strahlung verloren geht. Einschließlich der latenten/sensiblen Wärmeverluste benötigen wir also  $5,5 / 0,78 \approx 7 \text{ W/m}^2$  an zusätzlichem Gesamtenergiefluss, der von der Oberfläche absorbiert wird, um die Oberflächentemperatur um ein Grad zu erhöhen.

Betrachten wir nun die gängige IPCC-Position, dass eine Verdoppelung des  $\text{CO}_2$  die abwärts gerichtete langwellige Strahlung an der „Oberseite der Atmosphäre“ (TOA) um  $3,7 \text{ W/m}^2$  erhöhen wird. Das bedeutet, dass bei einer sofortigen Verdopplung des  $\text{CO}_2$  die Menge der Langwelle, die den Planeten am oberen Ende der Atmosphäre verlässt, um  $3,7 \text{ W/m}^2$  reduziert wird.

Und diese zusätzlichen  $3,7 \text{ W/m}^2$  an absteigender Strahlung durch die  $\text{CO}_2$ -Verdoppelung sollen laut IPCC die Temperatur um  $3^\circ\text{C}$  erhöhen.

Unterm Strich? Nach Angaben des IPCC sind nur  $\sim 1,2 \text{ W/m}^2$  zusätzlicher TOA-Antrieb erforderlich, um die Temperatur um  $1^\circ\text{C}$  zu erhöhen.

Hier ist also die ernsthafte Frage, auf die ich im Titel anspielte ...

**Wie wird aus einem  $\text{CO}_2$ -Antrieb von  $1,2 \text{ W/m}^2$  an der Oberseite der Atmosphäre auf mysteriöse Weise ein zusätzlicher Oberflächen-Energiefluss von  $7 \text{ W/m}^2$ , den wir brauchen, um die Erde um  $1^\circ\text{C}$  zu erwärmen?**

[Hervorhebung im Original]

Die IPCC-Leute fuchteln mit den Händen und spielen vage auf die „Wolkenrückkopplung“ und die „Wasserdampf-Rückkopplung“ an, die das abwärts gerichtete IR von der Oberseite der Atmosphäre zum abwärts gerichteten IR an der Oberfläche erhöhen.

Dies würde jedoch voraussetzen, dass die Rückkopplung das ursprüngliche Signal um einen Faktor von fast sechs verstärkt ... und soweit ich weiß, führt schon ein Rückkopplungsfaktor von mehr als eins zu einem Runaway.

Meine Frage bleibt also bestehen:

**Welche geheimnisvolle Kraft verwandelt die  $1,2 \text{ W/m}^2$   $\text{CO}_2$ -TOA-Antrieb, der Antrieb, der laut IPCC die Oberflächentemperatur um  $1^\circ\text{C}$  ansteigen lässt, in die  $7 \text{ W/m}^2$  absorbierten Energieflusses an der Oberfläche, der tatsächlich notwendig ist, um die globale Temperatur um  $1^\circ\text{C}$  anzuheben?**

[Hervorhebung im Original]

Alle ernsthaften Antworten sind willkommen.

**Fußnote:** Die Vorstellung, dass die Wolkenrückkopplung positiv ist, ist

ziemlich unwahrscheinlich. Erstens besagt das Prinzip von Le Chatelier, dass, wenn ein dynamisches Gleichgewicht (ein stationärer Zustand wie das Klima) durch eine Änderung der Bedingungen gestört wird, sich die Position des Gleichgewichts verschiebt, um der Änderung entgegenzuwirken und ein Gleichgewicht wiederherzustellen.

Außerdem wird die Behauptung einer positiven Netto-Wolkenrückkopplung durch die CERES-Daten widerlegt. Hier ist der Netto-Wolkenstrahlungseffekt (CRE) im Vergleich zur Temperatur für jede einzelne Gitterzelle dargestellt:

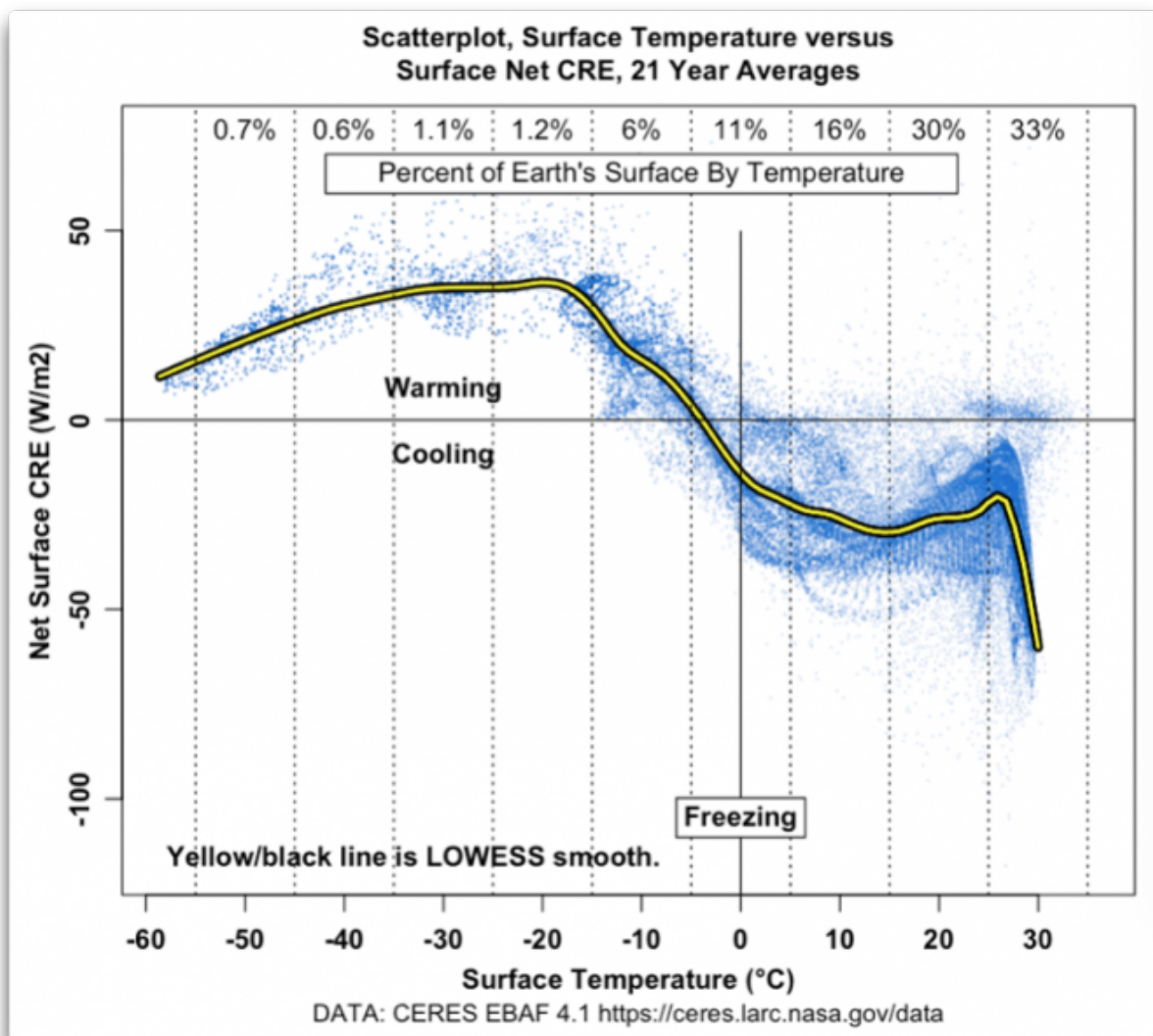


Abbildung 2. Netto-Wolkenstrahlungseffekt (CRE). Dies ist die Veränderung der abwärts gerichteten Strahlung in W/m<sup>2</sup>, wenn Wolken vorhanden sind. Sie umfasst sowohl den lang- als auch den kurzwelligigen Effekt. Unterhalb der horizontalen Linie ist der Nettoeffekt kühlend.

Die Steigung der gelben Linie zeigt die Richtung der Wolkenrückkopplung

an. Wenn es mit steigender Temperatur mehr abkühlt (negative Rückkopplung), geht die Steigung nach rechts hinunter. Ist die Rückkopplung positiv, d. h. kühlt sie bei steigender Temperatur weniger ab, steigt die Steigung nach rechts.

In den Tropen, die etwa 40 % des Planeten ausmachen, ist die Rückkopplung extrem negativ, die Steigung verläuft fast senkrecht. Und von -15°C bis 15°C, weitere 33% des Planeten, ist die Rückkopplung ebenfalls negativ.

Es sieht also nicht so aus, als ob die Antwort auf meine Frage „Wolkenrückkopplung“ lautet.

**Hinweis:** Wie in meinen beiden vorangegangenen Beiträgen untersuche ich die Verzweigungen und die Mathematik des Treibhauseffekts. Wenn Sie der Meinung sind, dass der Treibhauseffekt gegen physikalische Gesetze verstößt, lesen Sie meine beiden Beiträge „Menschen auf Glasplaneten“ ([hier](#)) und „Das stählerne Treibhaus“ ([hier](#)). Und wenn Sie nach der Lektüre immer noch der Meinung sind, dass der Treibhauseffekt nicht existiert, dass die abwärts gerichtete Strahlung nicht existiert oder dass sich die Strahlungsenergieflüsse nicht addieren, dann gehen Sie bitte. Gehen Sie nicht wütend weg, Sie können die Kommentare gerne weiter lesen ... aber dies ist NICHT der Thread, um über die abwärts gerichtete Strahlung oder den Treibhauseffekt zu diskutieren. Diese Themen neigen dazu, den Thread in eine unsinnige Endlosdiskussion zu verwandeln, die zu nichts führt, und daran bin ich nicht interessiert. Bitte verschieben Sie diese und ähnliche Themen in einen anderen Thread.

Ich bin an einer ernsthaften Antwort auf meine Frage interessiert, wie das funktionieren soll, wie 1,2 W/m<sup>2</sup> am TOA in 7 W/m<sup>2</sup> an der Oberfläche umgewandelt wird und woher diese zusätzliche Energie angeblich kommt.

**MATH:** Die Änderung der Strahlung bei einer Temperaturänderung von 1°C eines Objekts ist durch das Differential der Stefan-Boltzmann-Gleichung gegeben:

$$dWdTC = \text{function}(c, \text{epsilon}=1) \cdot 2.27 \cdot 10^{-7} \cdot \text{epsilon} \cdot (c + 273.15)^3$$

wobei c die Temperatur in Grad und epsilon der Emissionsgrad ist. In einem stationären Zustand, in dem die durchschnittlichen Verluste gleich den durchschnittlichen Gewinnen sind, ist dies auch die Menge an zusätzlicher Energie, die erforderlich ist, um die Temperatur des Objekts um 1 °C zu erhöhen. Wie bei dieser Art von Analyse üblich, und weil der Emissionsgrad der Erde irgendwo über 0,95 liegt, verwende ich der Einfachheit halber epsilon = 1.

Link: <https://wattsupwiththat.com/2022/09/05/a-serious-question/>

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

---

# Hopfenernte 2022. Alternativ: Wie geht es mit dem Hopfen mitten im Klimawandel weiter?

geschrieben von Chris Frey | 12. September 2022

**Helmut Kuntz**

Seit ein bekannter Professor und bekennender Klimaaktivist dem Hopfen den sicheren Klimatod und damit das Ende des deutschen Bieres prophezeite, nur weil er eine Studie falsch gelesen hatte [\[2\]](#)[\[3\]](#) (inzwischen hat ein Minister solches „Fehl-Studieren“ quasi als Strategie übernommen) und eine GRÜNE Vordenker\*in es ebenso vorhersagte [\[1\]](#), wird einmal im Jahr sobald die Hopfenschätzung vorliegt, betrachtet, was aus dieser zumindest für eingefleischte Bayern schlimmen Apokalypse geworden ist.

## Alles wird schlimmer

Unser Vegetarier als Landwirtschaftsminister kennt sich mit Pflanzen (sofern man diese auf dem Balkon illegal züchten kann [\[6\]](#)) bekanntermaßen bestens aus. Und so weiß er auch genau, wie und warum es um unsere Landwirtschaft steht, natürlich ganz schlimm: Bundesminister Özdemir: [\[4\]](#) „Die Folgen der Klimakrise lassen sich inzwischen auf unseren Äckern und Weiden ablesen. Unser Erntebericht wird immer mehr zum Zeugnis der Klimakrise.“

Liest man den Erntebericht von diesem Jahr, dann gibt es teils wirklich große Einbrüche, doch von den wirklichen Hungerjahren der Vergangenheit sind wir noch meilenweit entfernt [\[4\]](#), aber GRÜN ohne Apokalypse funktioniert halt nicht.

## Aber der Hopfen widersteht

Und der Hopfen zeigt es wieder. Obwohl im Frühjahr Hagelschlag viel zerstörte und die Trockenheit ihm nicht gut tat, hat die Pflanze doch eine achtbare Ertragsleistung gebracht. Gegenüber dem noch nie dagewesenen Rekordergebnis vom letzten Jahr mit der weltweit größten Ernte zwar eine erhebliche Minderung, aber nicht entfernt die vorhergesagte Apokalypse.

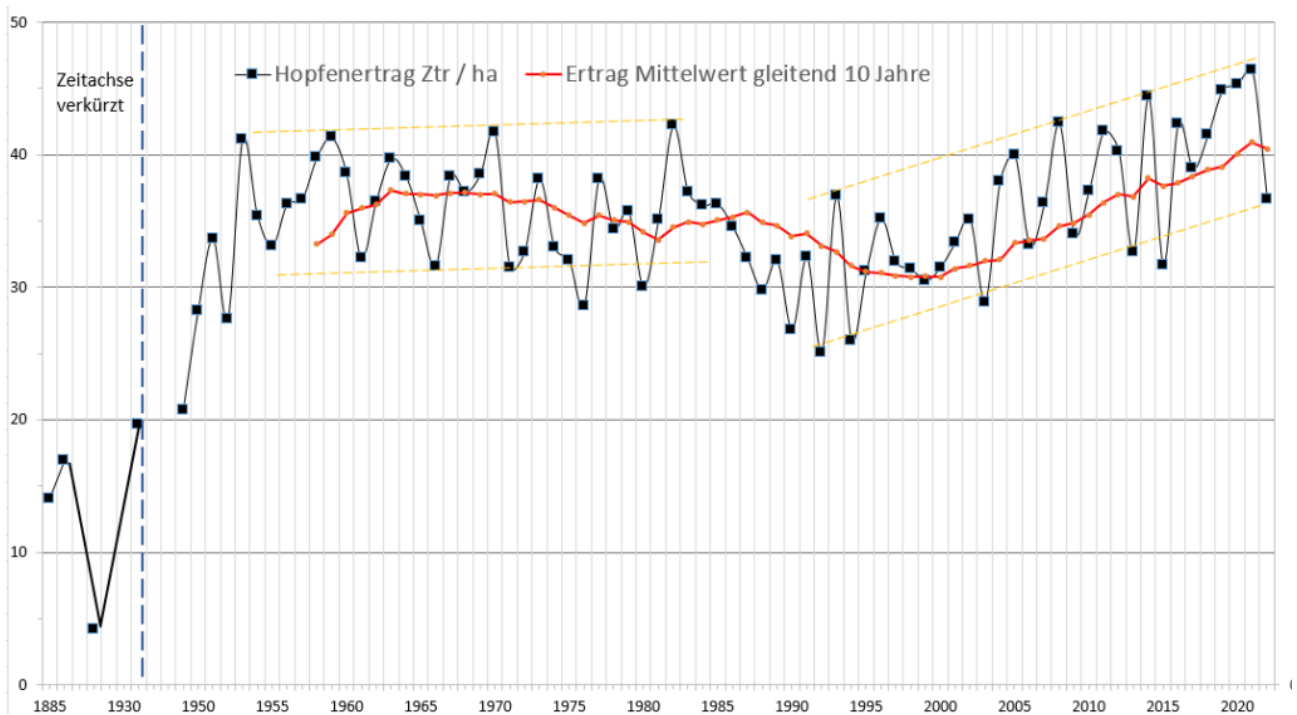


Bild 1 Hopfenernte Deutschland, Ertragsverlauf 1855 – 2022 und 10jähriger, gleitender Mittelwert. Zeitachse bis 1946 verkürzt dargestellt. Daten 2020; 2021; 2022 Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V. Grafik vom Autor erstellt

Die Grafik der Jahresdifferenzen zeigt, dass die diesjährige Ertragsschwankung hoch ist, doch trotzdem weit unter vielen früheren Spitzenwerten an Ertragsschwankungen liegt.

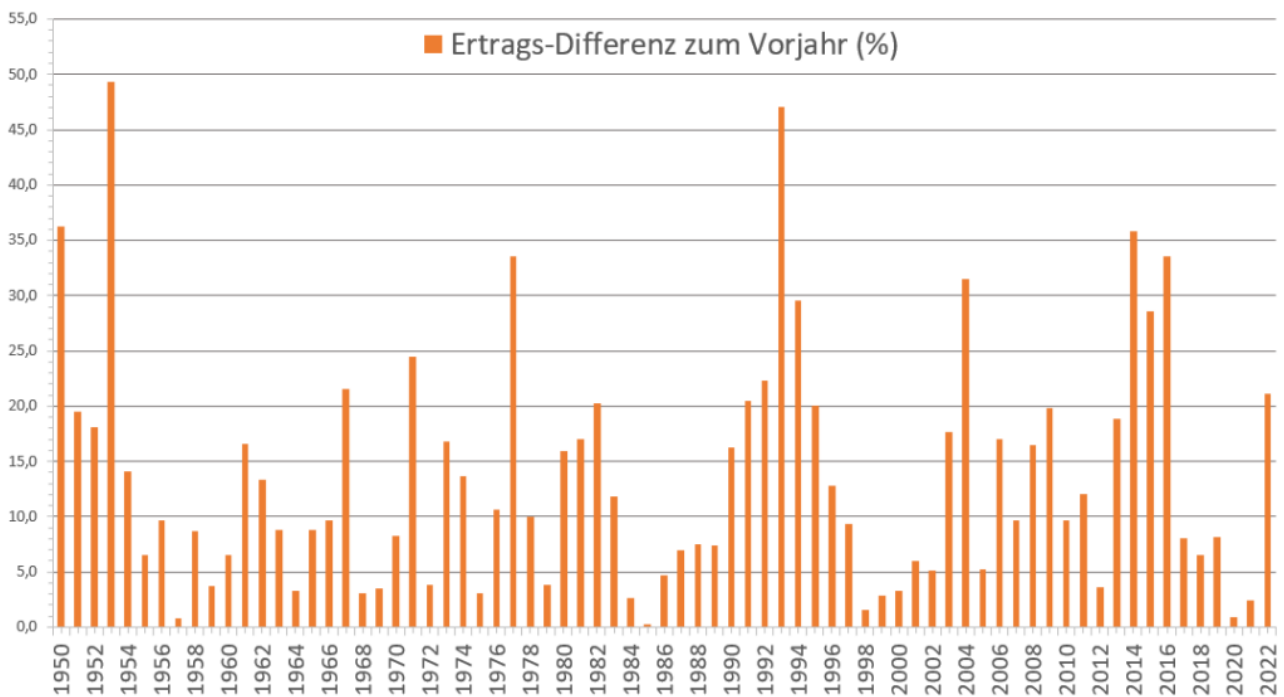


Bild 2 Hopfenernte Deutschland. 1949 – 2022. Ertragsdifferenz zum

Vorjahr. Grafik vom Autor erstellt

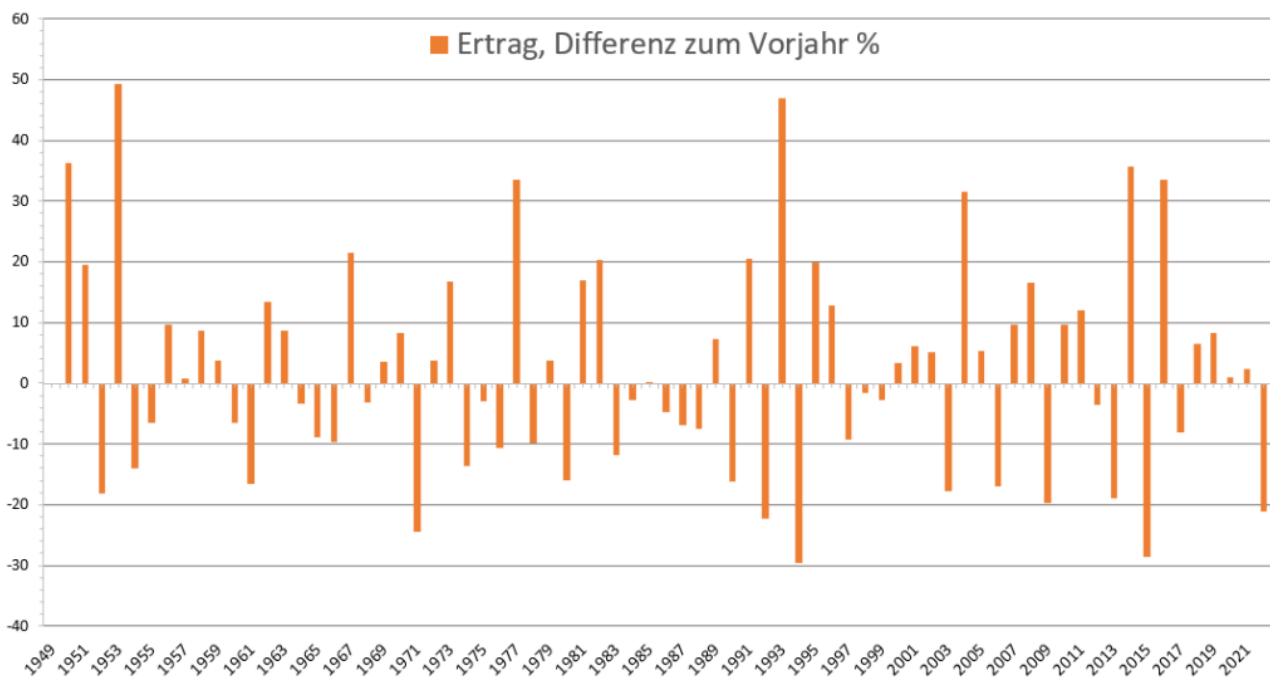


Bild 3 Hopfenernte Deutschland. 1949 – 2022. Richtungsgeteilte Ertragsdifferenz zum Vorjahr. Grafik vom Autor erstellt

Industrielle Landwirtschaft zeichnet sich weiterhin durch Innovation aus, sofern diese – wie Gentechnik, teils Pflanzenschutz, und ausreichendes Düngen – nicht verboten werden:

[5] ... Es gibt mittlerweile aber auch Neuzüchtungen bei den Hopfensorten, die mehr Hitze- und Trockenstress tolerieren und deren Erträge deshalb nicht so drastisch einbrechen, wie bei den meisten älteren Sorten. Wie der Hopfenpflanzer-Verband betont, machen diese Sorten auch noch hervorragende Biere und sind zudem resistenter gegen Krankheiten und Schädlinge. Die Hopfenpflanzer würden sehr gerne viel mehr von diesen neuen nachhaltigen Sorten produzieren, allerdings erweist sich die Brauwirtschaft laut Verband hier etwas träge bei der Umstellung der Rezepte auf neue Hopfensorten und nimmt nur wenig dieser Hopfen ab.

### Özdemir unterschlägt die Folgen, welche nicht das Klima zu verantworten hat

Letztes Jahr schrieb der „Merkur“: Weil gleichzeitig die Hopfenernten und insbesondere der Ertrag der für den Geschmack wichtigen Alphasäure zuletzt gut ausfielen, erwartet Barth Haas das zweite Jahr hintereinander eine Überversorgung des Marktes ... Im Moment drückt das noch nicht auf den Preis, weil es viele langlaufende Verträge gibt, wie man bei Barth Haas erklärt. Doch auf Dauer müsste die weltweite Hopfenanbaufläche dringend sinken, mahnt der Autor des Berichts, Heinrich Meier. Doch das Gegenteil passiert: Seit sieben Jahren steigt

sie kontinuierlich, und auch dieses Jahr wird ein Zuwachs der Flächen erwartet, vor allem in den USA.

Dieses Jahr schreibt der Merkur: [5] „Extrem schwierige“ Zeiten: Deutsche Hopfenpflanzer mit bitterer Jahresbilanz und düsterer Prognose ... Denn das Hopfen-Jahr 2022 ist ein Fiasko.

Allerdings nicht nur wegen des Klimas:

[5] ... Während man in den Nachrichten aber von Inflationsraten im einstelligen Bereich hört, sind die Kosten der Hopfenpflanzer laut Verband seit 2021 um 25 bis 30 Prozent gestiegen. Vor allem Preiserhöhungen für Energie und Verbrauchsmaterialien wie Aufleitdraht schlagen zu Buche und bereiten den Bauern wirtschaftliche Probleme. Der Großteil des Hopfens ist in langjährigen Vorverträgen bereits zu fixierten Preisen für die nächsten Jahre verkauft. Eine Erhöhung der Preise, um wenigstens einen Teil der Mehrkosten zu kompensieren, gestaltet sich entsprechend schwierig.

## Fazit 2022

Wenn deutsches Bier und deutscher Hopfen wirklich einmal verschwinden sollten, liegt es sicher nicht am sich ständig wandelnden Klima, sondern an politischen Vorgaben und Verboten.

## Quellen

[1] EIKE 22.08.2015: Grüne Abgeordnete Barbara Höhn durch Fakten widerlegt: [Der Hopfenertrag steigt trotz Klimawandel](#)

[2] EIKE 24.08.2016: [Wenn der Hopfen nicht stirbt, stirbt dann der Klimawandel?](#)

[3] EIKE 09.07.2016, Michael Kalisch: [Bei Harald Lesch sind Hopfen \(und Malz\) verloren](#)

[4] Achgut, 03. 09.2022: Superdürre – Gute Ernte

[5] Merkur, 26.08.2022: „Extrem schwierige“ Zeiten: Deutsche Hopfenpflanzer mit bitterer Jahresbilanz und düsterer Prognose

[6] [Hanfpflanze am Balkon: Staatsanwaltschaft stellt Cannabis-Ermittlungen gegen Cem Özdemir ein | Augsburger Allgemeine \(augsburger-allgemeine.de\)](#)