

## Extremwetterlagen der Zukunft

### Herausforderungen und Gefahrenpotentiale vor dem Hintergrund klimatologischer Veränderungen



In den vergangenen Jahren waren auch Thüringer Kultureinrichtungen von verheerenden Bränden betroffen. Das Spektrum der möglichen Gefahren und Katastrophen ist jedoch weiter zu fassen. Der Beitrag beschreibt mögliche extreme Wettersituationen in Thüringen und fasst Projektionen hinsichtlich Intensität und Häufigkeit für die Zukunft zusammen. Dabei wird der aktuelle Forschungsstand zum lokalen Klimawandel berücksichtigt. Die Folge von Extremereignissen können in erster Linie Gebäudeschäden durch Sturm, Wasser, Gewitter oder Schnee sein. Ebenso ist eine Gefährdung der Sammlungsbestände durch Hitze sowie niedrige oder hohe Luftfeuchtigkeit in Betracht zu ziehen. Des Weiteren stellen sowohl mögliche Hochwasser als auch anhaltende Trockenheit besondere Herausforderungen, beispielsweise bei der Pflege von Gärten und Parkanlagen, dar.

Die Beschäftigung mit klimatologischen Fragen hat in Thüringen eine lange Tradition. Seit der Errichtung einer Sternwarte in Jena im heutigen Schillergäßchen fanden dort auf Anregung Goethes ab 1813 auch meteorologische Beobachtungen statt. 1878 übernahm Ernst Abbe als Universitätsprofessor die Verantwortung für die Sternwarte und veranlasste die Fortführung der Klimamessungen. 2004 etablierte der Deutsche Wetterdienst die automatische Datenerfassung. Damit verfügen Jena und Thüringen über eine der längsten homogenen Messreihen in Deutschland. Die Jenaer Ergebnisse lassen es zu, auch allgemeingültige Trends für Thüringen abzulesen.

Bei der Einrichtung einer klimatologischen Messstation an der Ernst-Abbe-Hochschule Jena standen 1999 zunächst Aspekte der Temperatur- und Feuchtemesstechnik im Vordergrund. Inzwischen lassen sich die erfassten Daten auch statistisch verwerten. Interessanterweise korrespondieren die Temperaturwerte vom Campus der Hochschule sehr gut mit denen aus dem Schillergäßchen. Am heutigen Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) wurden frühzeitig Möglichkeiten entwickelt, aus den gesammelten Klimadaten und den globalen Klimamodellen lokale Aussagen für Thüringen abzuleiten. 2011 wurden diese Aktivitäten mit der Gründung der Klimaagentur als Fachreferat im TLUBN intensiviert. Einige Publikationen beschäftigen sich speziell mit regionalen Klimaanpassungsstrategien für verschiedene Handlungsfelder.

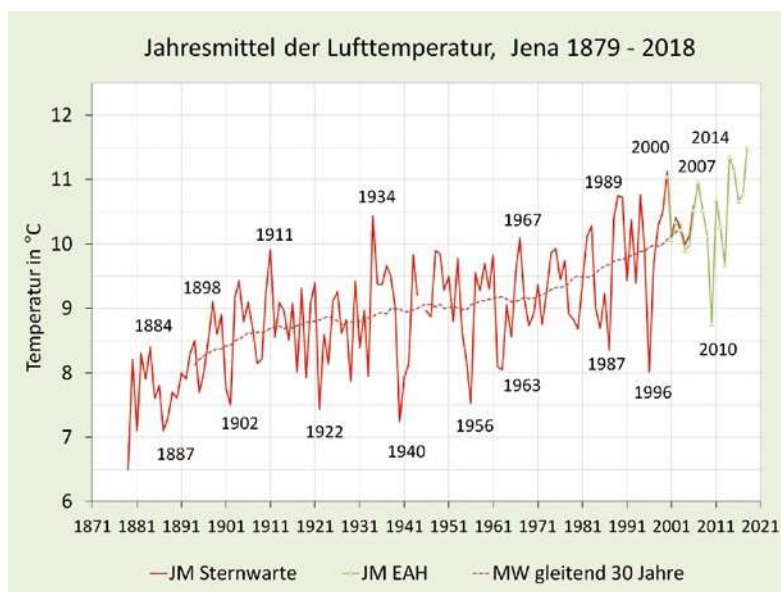
#### Lufttemperatur

Jena hat nicht nur die längste Messreihe in Thüringen, sondern ist auch der wärmste Ort des Landes. Zunächst werden die Jahresmittelwerte an der Station Sternwarte in den letzten 140 Jahren betrachtet. Als 1934 zum ersten Mal ein Jahresmittel von über 10 °C erreicht wurde, war dies ein außergewöhnliches Ereignis, welches sich erst 1967 wiederholte. Seit 1998 hingegen sind Jahresmittel über 10 °C eher die Regel. Die wärmsten Jahre waren bisher 2014 mit 11,3 °C und 2018 mit 11,5 °C.

Da im musealen Bereich vor allem die hohen Temperaturen kritisch sind, werden sie hier speziell in den Blick genommen. 2003, als der Mittelwert von Juni bis August erstmals über 20 °C lag, war vom Jahrhundertssommer die Rede. 2015 wurde diese Grenze ein zweites Mal überschritten und 2018 sogar ein neuer Rekord erreicht. Des Weiteren ist eine Zunahme der sogenannten heißen Tage mit Tagesmaxima größer oder gleich 30 °C festzustellen. In der Referenzperiode 1961-1990 gab es davon im Mittel 10,4 pro Jahr. 1989-2018 waren es schon 16,2 pro Jahr. Für die Wirkung im Inneren eines Gebäudes sind vor allem Hitzeperioden von mehreren Tagen relevant. Im Referenzzeitraum kamen drei heiße Tage in Fol-

ge durchschnittlich jedes Jahr und Perioden von fünf heißen Tagen alle drei Jahre vor. Die Häufigkeiten dieser Hitzeperioden hat sich seitdem verdoppelt. Im Extremfall traten auch 14-tägige Folgen heißer Tage auf und zwar im August 1911 und Ende Juli 2006. Die höchste Temperatur von 38,8 °C wurde an der Station Sternwarte am 30. Juni 2019 gemessen.

In Jena führen die vergleichsweise niedrige Lage im Saaletal und der städtische Wärmeinseleffekt zu den hohen Temperaturen. Ähnlich hohe Temperaturen finden sich im Thüringer Becken und im Altenburger Land. In Suhl hingegen oder auf den Höhen des Thüringer Waldes ist es im Durchschnitt 3 °C bzw. 5 °C kühler. Der Trend des Temperaturanstiegs war jedoch an allen Orten ähnlich: etwa ein Grad in den letzten 50 Jahren. Diese Entwicklung wird sich mit hoher Wahrscheinlichkeit fortsetzen. In einem mittleren Szenario ist für die Periode 2041-2070 mit einer durchschnittlichen Temperaturerhöhung von 2,2 °C bzw. langfristig (2071-2100) von 3,4 °C zu rechnen, immer bezogen auf den Referenzzeitraum 1961-1990. Die räumliche Differenzierung fällt sehr gering aus. Ähnliches gilt für die meteorologischen Jahreszeiten. Im Sommer erfolgt die Temperaturzunahme etwas schneller, langfristig voraussichtlich um 4 °C bis Ende des Jahrhunderts.



Jahresmittel (JM) der Lufttemperatur in Jena, 1879 bis 2006 Terminwerte Klimastation Sternwarte (Schillergäßchen), ab 2000 Daten Ernst-Abbe-Hochschule (EAH) Jena, gleitender Mittelwert (MW) über 30 Jahre.

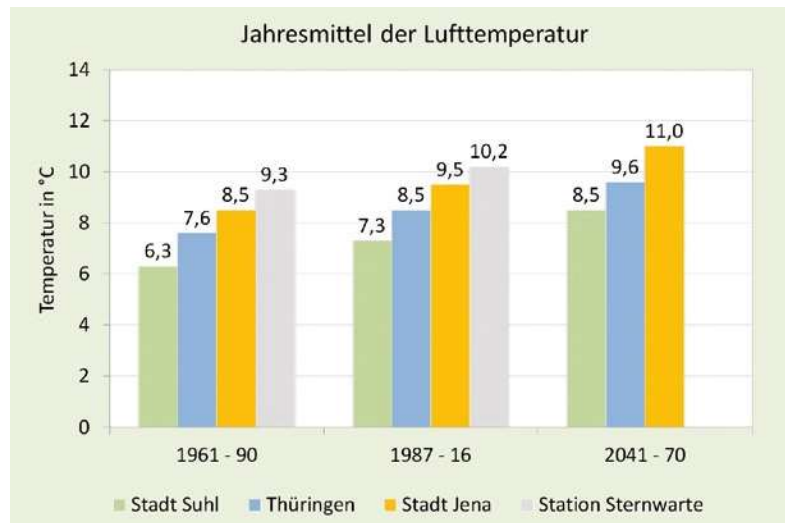
## Luftfeuchtigkeit

Je höher die relative Luftfeuchtigkeit ist, desto schneller können Objekte Wasser aus der Luft aufnehmen. Im Extremfall der Sättigung, also nahe 100 % Luftfeuchte, findet an jeder Oberfläche, die nur geringfügig kühler ist, sofort Kondensation statt. Im umgekehrten Fall, also bei niedriger relativer Luftfeuchte, wird Objekten Feuchtigkeit entzogen. Dies sorgte im

Sommer 2018 für Schäden, darunter auch an Kirchenorgeln. Im Prinzip sind alle Kulturgüter aus hygroskopischen Materialien wie Holz, Papier oder Pappmaché gefährdet. Zur Entwicklung der Luftfeuchtigkeit gibt es bisher kaum Aussagen. Die Daten der Station Sternwarte in Jena zeigen einen leichten, aber kontinuierlichen Rückgang der relativen Luftfeuchte. Vor allem im Sommer ist die relative Luftfeuchtigkeit in den letzten 30 Jahren um 2-3 % gesunken. Der Juli 2018 war mit einem Monatsmittel von 55 % der Monat mit der geringsten relativen Luftfeuchtigkeit seit Beginn der Messungen im Jahr 1878.

## Wasser

Beim Niederschlag ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. So muss zwischen anhaltendem Dauerregen und plötzlichem Starkregen unterschieden werden. Erstgenanntes kann zu großräumigem Hochwasser führen, wie zuletzt Ende Mai 2013, als an der Ernst-Abbe-Hochschule mit 168 mm die bisher höchste Monatssumme registriert wurde – etwa zum 400-jährigen Jubiläum der „Thüringer Sintflut“. Aktuelle Pegelstände sind übrigens im Referat Hydrologischer Landesdienst, Hochwassernachrichtenzentrale des TLUBN oder per App „Meine Umwelt“ übersichtlich abrufbar. Lokale Schwankungen sind im Besonderen bei kurzen und intensiven Niederschlagsereignissen sehr hoch. Rekordhalter für Jena ist der 18. Juli 1997 mit 110 mm an einem Tag. Die Jahressumme des Niederschlages variiert in der Jenaer Messreihe zwischen 379 mm im Jahr 1911 und 850 mm 1882. Das Thüringer Becken ist mit durchschnittlich etwa 500 mm die trockenste Region in Thüringen, während auf den Höhen des Thüringer Waldes über 1.500 mm Niederschlag im Jahr fallen.



Entwicklung der mittleren Jahresmittel der Lufttemperatur, Flächenmittel für Thüringen und die Städte Jena und Suhl sowie Projektion für ein mittleres Szenario, zum Vergleich die Messdaten der Klimastation Sternwarte in Jena (155 m ü. NN).

In Zukunft wird es in den Sommermonaten immer längere und häufigere Dürrephasen und Niedrigwasserperioden geben, die von zunehmend heftigeren Unwettern unterbrochen werden.

## Lokale Unwetter

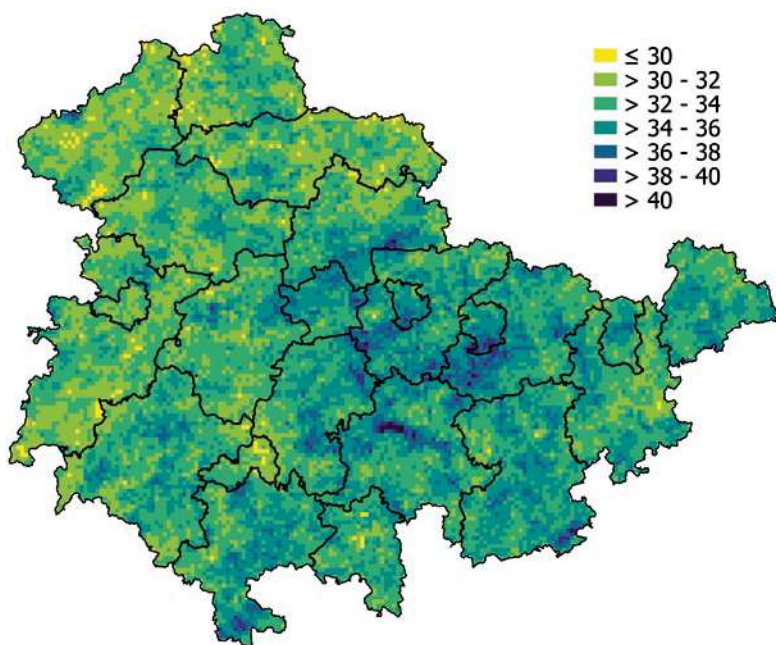
Starkregen kann jeden treffen. Am 12. Juli 2019 standen die Tiefgaragen der Weimarhalle und des neuen Bauhausmuseums bis zu 40 cm unter Wasser. Der Märchenwald in Wünschendorf an der Elster wurde am 13. Juni 2019 nach einem Unwetter komplett zerstört. Eine Schlammlawine schob sich am 7. Juni 2019 durch Weißenborn-Lüderode.

Nicht jeder Starkregen führt zwangsläufig zu Schäden. Ausschlaggebend sind dafür auch die Orografie, also die Höhenstrukturen auf der Erdoberfläche, die Landnutzung und die vorausgegangene Witterung. Bei gegebenen Voraussetzungen genügen aber zum Teil schon wenige Minuten Starkregen zum Auslösen einer Sturzflut. Das Referat Klimaagentur des TLUBN hat diese kurzen und intensiven Starkregenereignisse (hier vom Referat Klimaagentur definiert als fünf Minuten andauernder Niederschlag mit einer Intensität von mindestens 20 mm/h) von 2001 bis 2018 ausgewertet. Die Datengrundlage dafür lieferte der Deutsche Wetterdienst (DWD).

Besonders häufig treten diese Ereignisse im Thüringer Wald und im Altenburger Land auf. Allgemein ist Ostthüringen häufiger betroffen als die westlichen Landesteile. Oftmals genügt jedoch zum Auslösen einer Sturzflut ein einzelnes, besonders intensives Starkregenereignis. So braucht es beispielsweise nur eine Viertelstunde mit einer Intensität von 40 mm/h zu regnen, um die Menge eines großen Wassereimers (zehn Liter) auf jedem einzelnen Quadratmeter zu erhalten. Dadurch können in kürzester Zeit aus kleinen, ruhigen Bächen alles mit sich reißende Fluten werden oder verheerende Schlammlawinen entstehen. Wenn Starkregenereignisse in Thüringen auftreten, sind sie vor allem im Saale-Holzland-Kreis, im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt, im Ilm-Kreis, im Süden von Jena und Weimar, im Norden von Erfurt, im südlichen Saale-Orla-Kreis und im südöstlichen Teil des Landkreises Sömmerda besonders heftig. Kulturgut bewahrende Einrichtungen, die in entsprechenden Einzugsgebieten liegen, sollten dies bei der Notfallplanung berücksichtigen.

Eine weitere Gefahr sommerlicher Unwetter geht von Blitzen aus. Im Durchschnitt ist in Thüringen mit ein bis zwei Blitzeinschlägen pro Quadratkilometer pro Jahr zu rechnen. Vor allem im südöstlichen Landkreis Weimarer Land (südlich der A4 zwischen Blankenhain und Milda) und im nordöstlichen Saale-Holzlandkreis sind es allerdings deutlich mehr. Eine erhöhte Betroffenheit zeigt sich auch zwischen der Rhön und dem westlichen Thüringer Wald sowie analog zum Starkregenrisiko in den östlichen Landesteilen des Freistaates.

Lokale Sturmböen können Begleiterscheinungen praktisch jeden stärkeren Gewitters sein. Eine flächendeckende Erfassung bzw. Auswertung ist aufgrund ihrer Kleinräumigkeit bisher jedoch nicht möglich. Die möglichen Schäden stehen jedoch



Durchschnittliche Starkregenintensität (mm/h) (Mittelwert 2001-2017), Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Auswertung und Darstellung: TLUBN.

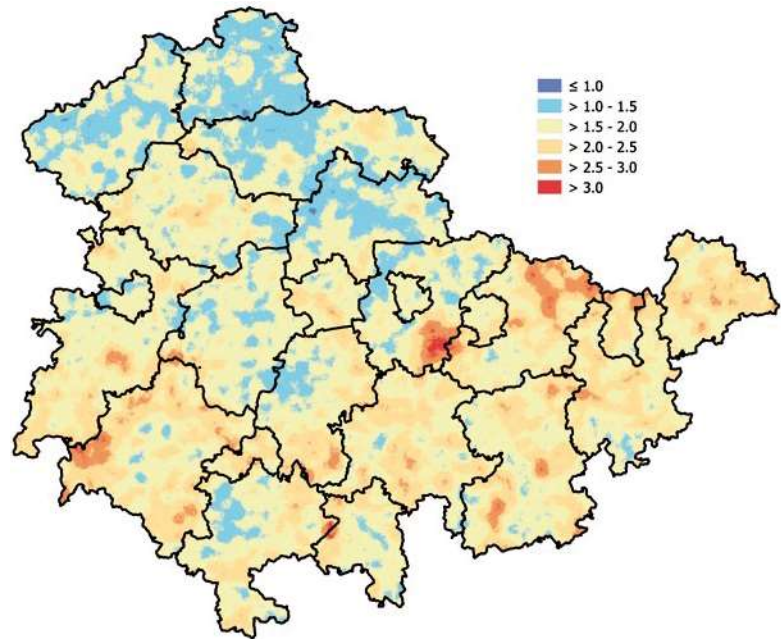
denen großer Winterstürme keineswegs nach, wie zum Beispiel ein am 14. August 2015 umgeknickter Freileitungsmast bei Schkölen zeigt. Der Klimawandel ist auch in Thüringen längst angekommen. Sommerliche Unwetterereignisse wie Hagel, Starkregen, Blitzschlag und lokale Sturmböen treten bereits jetzt spürbar häufiger und intensiver auf.

### Sturm

Das Stichwort Winterstürme fiel bereits. Gemeint sind großräumige Orkantiefs, mit verheerenden Folgen. 2007 forderte Kyrill allein in Deutschland 13 Todesopfer. In Thüringen wurden 11.000 ha Wald zerstört und 61.000 Haushalte waren ohne Strom, teilweise über 40 Stunden. Zuletzt zwang im Januar 2018 Tief Friederike die Bahn, ihren Verkehr in mehreren Ländern komplett einzustellen. Es gibt immer wieder Jahrzehnte, in denen großräumige Sturm- und Orkantiefs gehäuft auftreten. Ein klarer Trend zur Zu- oder Abnahme ist im Gegensatz zu den sommerlichen, kleinräumigen Sturmereignissen allerdings nicht nachweisbar.

### Schnee

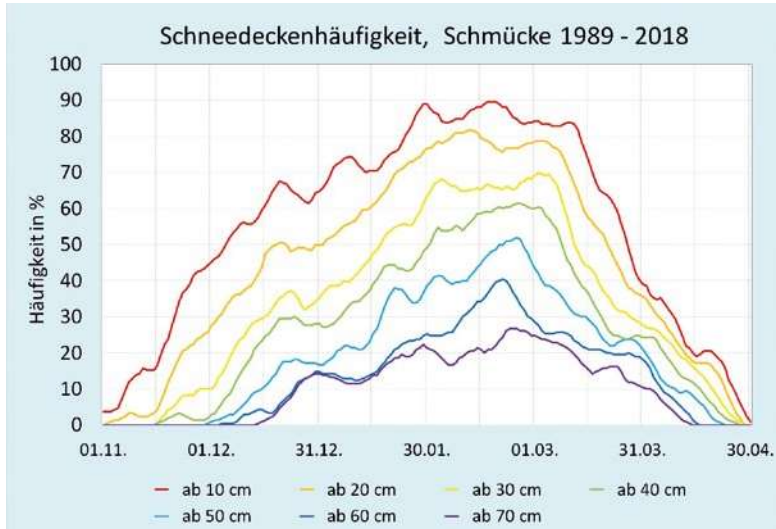
Für Gebäude und Kulturgüter kann die winterliche Schneelast zum Problem werden, wenn sie die Tragfähigkeit der Objekte übersteigt. Schneedeckenhöhen von 20 cm und mehr spielen im Thüringer Tiefland keine Rolle. In den Hochlagen des Thüringer Waldes gehören sie jedoch zum winterlichen Alltag. Anhand der höchstgelegenen Thüringer Wetterstation, der 942 m über dem Meeresspiegel gelegenen Schmücke, ergibt sich die größte gemessene Schneedeckmächtigkeit



Blitzhäufigkeit – Blitzeinschläge pro Quadratkilometer und pro Jahr (Mittelwert 1992-2018), Datenquelle: Siemens, Auswertung und Darstellung: TLUBN.

von Mitte Februar bis Anfang März. Um den 21. Februar liegt in vier von zehn Jahren auf der Schmücke Schnee von mindesten 60 cm Höhe. Im Durchschnitt wird die Erwärmung zwar zu weniger Schnee führen, dennoch besteht vor allem im Mittelgebirgsraum zusätzlich die Gefahr nasser, schwerer Schneedecken, da es zukünftig häufiger im Temperaturbereich um null Grad Celsius schneien wird. Dies hat Auswirkungen auf die zu kalkulierenden Dachlasten.

Außerdem unterliegen die Winter starken Schwankungen von Jahr zu Jahr. Diese Variabilität ist deutlich stärker ausgeprägt als in den Sommer-



Schneedeckenhäufigkeit der Wetterstation Schmücke (942 m ü. NN), Mittelwerte 1989-2018, eine Häufigkeit von 90 % am 30.1. für 10 cm weist z.B. auf eine entsprechende Schneedecke in neun von 10 Jahren hin, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Auswertung: TLUBN

monaten. So wird es neben zunehmend schneearmen Wintern in Zukunft auch weiterhin klirrend kalte Winter mit viel Schnee geben. Heizungen beziehungsweise entsprechend leistungsstarke Klimatechnik werden nicht entbehrlich.

### Sonnenschein und Touristenklima

Wer auf Reisen geht, schaut nach dem Wetter und der Sonne. Die Sonnenscheindauer nahm in Thüringen in den vergangenen 30 Jahren um 5 % zu. Spitzenreiter waren die Jahre 2003 und 2018 mit fast 2.000 Sonnenstunden. Da der stärkere Zuwachs im

Winter und Frühjahr stattfand, verwundert es nicht, dass sich dieser Trend bei der Globalstrahlung nicht so wiederfindet. Aus den Daten der Ernst-Abbe-Hochschule lässt sich nur eine geringe Steigerung abschätzen. 2018 wurde die höchste Jahressumme von 1.158 kWh/m<sup>2</sup> erfasst.

Der Begriff des Touristenklimas entstammt der 2017 veröffentlichten Publikation „Klimawandelfolgen in Thüringen – Monitoringbericht 2017“. Es werden angenehm warme Tage (Tagesmaxima zwischen 15 und 30 °C) mit wenig Niederschlag (Tagessumme kleiner 0,5 mm) gezählt. In Thüringen gibt es je nach Höhenlage etwa 50 bis 120 solcher Tage pro Jahr. Vor allem in den Hochlagen Thüringens hat die Anzahl der Tage mit Touristenklima zugenommen. Dieser Trend wird sich auch in Zukunft fortsetzen. Der Wintersport wird dabei nicht abgebildet und auch die Museen profitieren ja teilweise eher von schlechtem Wetter, jedenfalls wenn es nicht zu extrem kommt.

Bernhard Kühn und Frank Heyner

### Weitere Informationsmöglichkeiten

- Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN), Referat Klimaagentur: <https://tlubn.thueringen.de/klima/>
- Regionales Klima-Informationssystem für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen (ReKIS): [www.rekis.org](http://www.rekis.org)
- Aktuelle Unwetterwarnungen des DWD: <https://www.wettergefahren.de/warnungen/warnsituation.html>
- Hochwassernachrichtenzentrale Thüringen: <https://hnz.thueringen.de/hw2.0/>
- Deutscher Wetterdienst, Wetter- und Klimadaten über das Open Data Portal: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/opendata/opendata.html>
- Messdaten Klimastation Ernst-Abbe-Hochschule (EAH) Jena: <http://wetter.mb.eah-jena.de/>