**Modul 1 │Allgemeines zum Klimawandel │Klimawandel und Klimawirkungen auf die Landwirtschaft**

Übung mit ReKIS: Erstellung und Interpretation von Diagrammen

**Auswirkungen von Klimaänderungen:** Grundlage für das Wachstum von Pflanzen ist der Prozess der Photosynthese, bei der Kohlendioxid (CO2) aus der Luft zu organischem Kohlenstoff (Zucker) gebunden wird. Mit höheren Temperaturen nimmt die Photosynthese bis zu einem Optimum zu. Danach nimmt die Photosynthese wieder ab, bis das Temperaturmaximum erreicht ist. Neben der Photosynthese findet Atmung statt, bei der CO2 abgegeben wird. Mit steigender Temperatur steigt die Atmung an. Die gesamte CO2-Bindung durch die Photosynthese bezeichnet man als Brutto-Photosynthese, abzüglich der Atmung als Netto-Photosynthese. Die maximale Photosynthese der meisten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen (Weizen, Mais) wird erreicht, wenn die Temperaturen zwischen 18 °C und 25 °C liegen (siehe Abbildung 1) (Kasang, Auswirkungen von Klimaänderungen, 2018).



Abbildung 1 Zusammenhang zwischen Temperatur und Nettoprimärproduktion bei Pflanzen

Quelle: (Hörmann & Chmielewski, 1998)

Die globale Erwärmung wird in den mittleren und höheren Breiten die Temperaturbereiche, in denen Landwirtschaft möglich ist, deutlich polwärts und in höhere Lagen verschieben (siehe Abbildung 2). A1FI - Szenario: Es ist ein Szenario, welches auf der Basis von Computerberechnungen die Auswirkungen von Emissionen auf das Klima widerspiegelt. Beim A1FI – Szenario sind dies u. a. eine schnell anwachsende Weltwirtschaft und eine langsamer ansteigende Weltbevölkerung, eine schnelle Entwicklung neuer effizienter Technologien. Als Energieträger werden in diesem Szenario primär fossile Brennstoffe eingesetzt (Fischer, Shah, & van Vethuizen, 2002). Mit sog. Wirkungsmodellen, wie zum Beispiel Ertragsmodellen, können Auswirkungen auf den Ertrag simuliert werden.

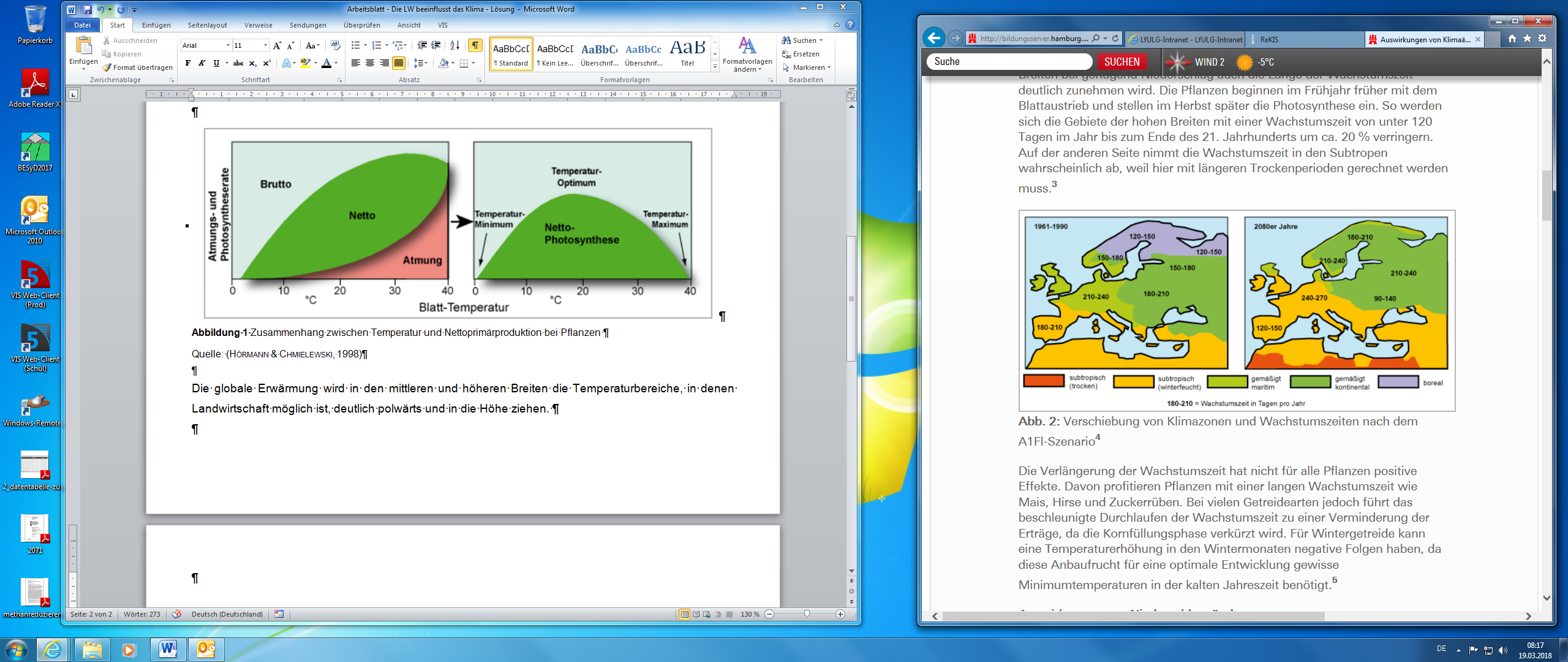


Abbildung 2: Verschiebung der Klimazonen nach dem A1FI – Szenario

Quelle: (Fischer, Shah, & van Vethuizen, 2002)

Eine Verlängerung der Wachstumszeit / Vegetationsperiode bringt nicht für alle Pflanzen Vorteile. Mais, Hirse und Zuckerrüben profitieren am meisten von einer längeren Vegetationsperiode (Kasang, Auswirkungen von Klimaänderungen, 2018). Für Wintergetreide kann eine Temperaturerhöhung in den Wintermonaten negative Folgen haben, da diese Anbaufrucht für eine optimale Entwicklung gewisse Minimumtemperaturen in der kalten Jahreszeit benötigt (Zebisch, Grothmann, Schröter, Hasse, Fritsch, & Cramer, 2005).

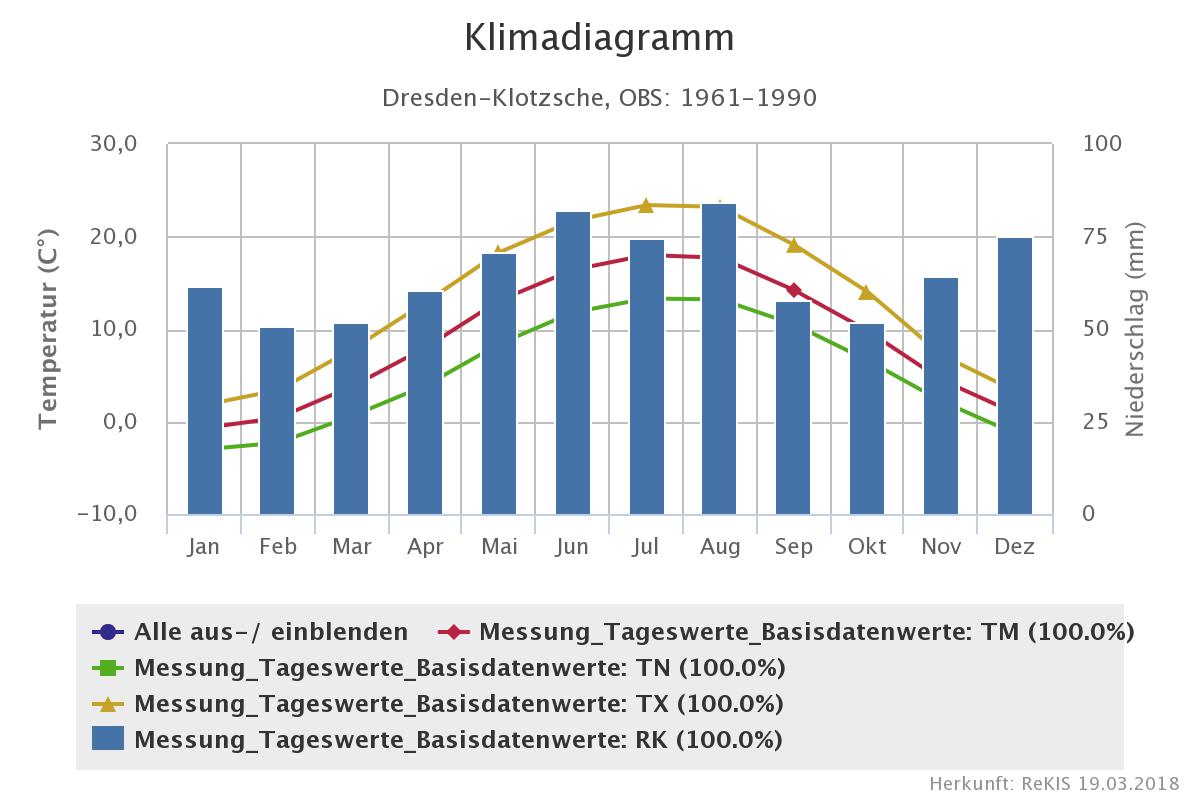


Abbildung 3: Klimadiagramm der Wetterstation Dresden – Klotzsche (Referenzzeitraum 1961 – 1990; dieser ist so definiert und anhand der Referenz lassen sich Aussagen bezüglich der Veränderungen und somit auch zum Klimawandel tätigen)

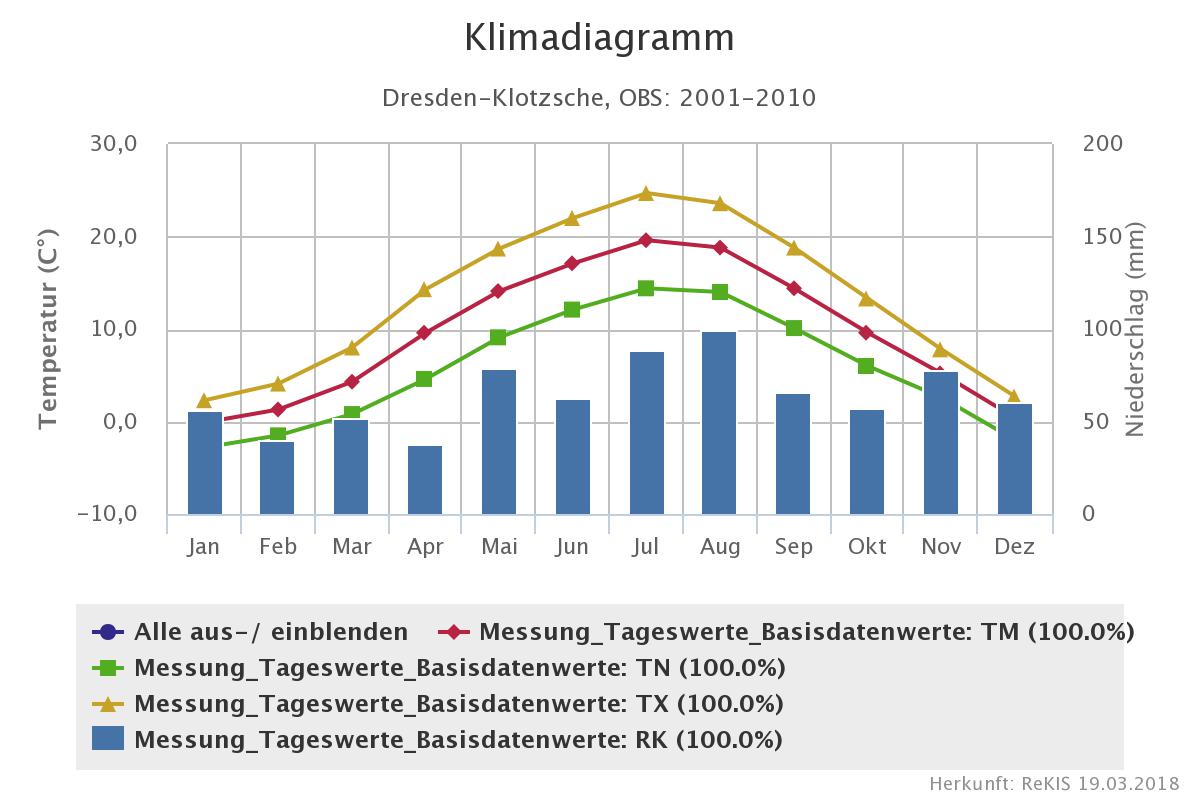


Abbildung 4: Klimadiagramm der Wetterstation Dresden – Klotzsche (2001 – 2010)

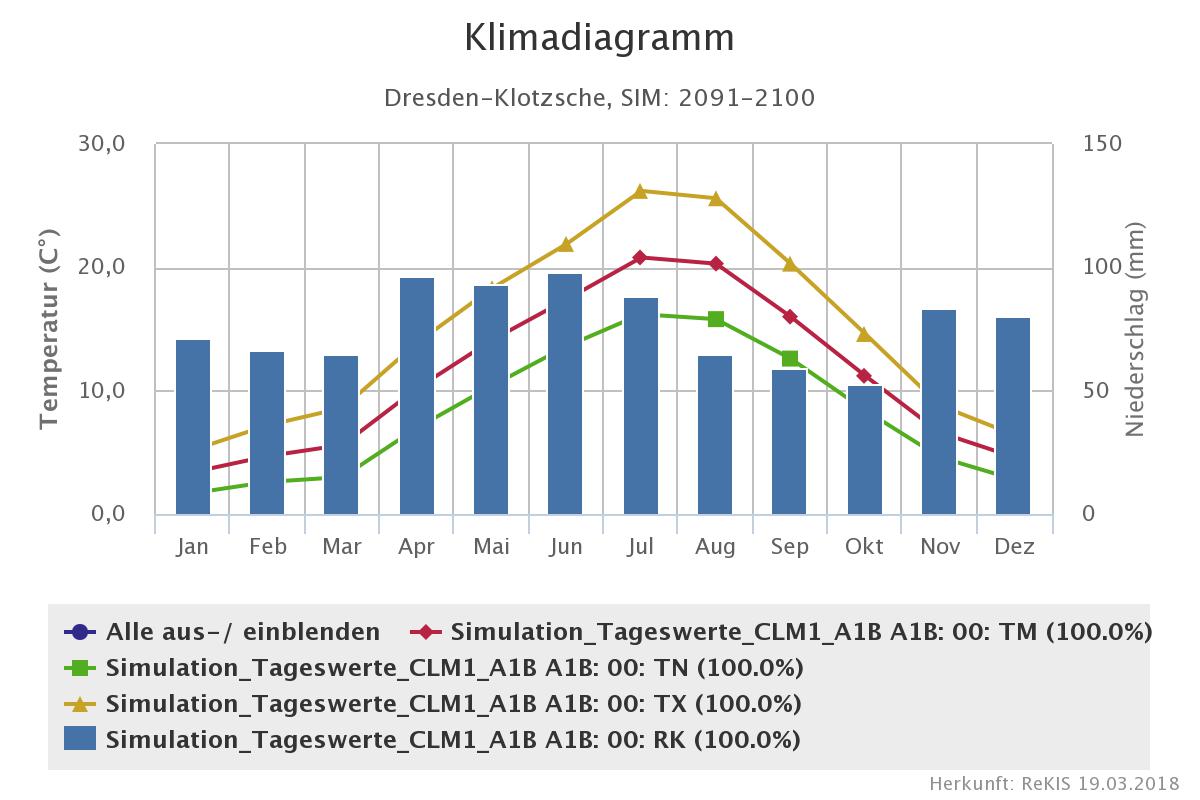


Abbildung 5: Klimadiagramm der Wetterstation Dresden – Klotzsche (2091 – 2100)

Tabelle 1: Temperaturwerte und Niederschlagswerte zu den Abbildungen 3 bis 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Referenz:** 1961 - 1990 | | | | **Zeitraum 1:** 2001 - 2010 | | | | **Zeitraum 2:** 2091 - 2100 | | | |
|  | Tmin | Tmax | T Ø | NS | Tmin | Tmax | T Ø | NS | Tmin | Tmax | T Ø | NS |
|  | °C | | | mm | °C | | | mm | °C | | | mm |
| Jan. | -3,0 | 1,8 | -0,7 | 61,6 | -2,8 | 2,3 | -0,1 | 56,4 | 1,7 | 5,2 | 3,4 | 71,1 |
| Feb. | -2,3 | 3,4 | 0,4 | 50,9 | -1,5 | 4,1 | 1,3 | 40,2 | 2,6 | 7,2 | 4,7 | 66,7 |
| Mrz. | 0,6 | 7,8 | 3,8 | 51,7 | 0,8 | 8,0 | 4,3 | 52,0 | 3,0 | 8,6 | 5,6 | 64,5 |
| Apr. | 3,9 | 12,9 | 8,0 | 60,4 | 4,6 | 14,3 | 9,6 | 38,1 | 7,0 | 13,9 | 10,2 | 96,5 |
| Mai | 8,4 | 18,3 | 13,1 | 70,6 | 9,1 | 18,7 | 14,1 | 78,7 | 10,4 | 18,3 | 14,1 | 93,0 |
| Jun. | 11,8 | 21,7 | 16,4 | 81,9 | 12,1 | 22,0 | 17,1 | 62,3 | 13,6 | 21,9 | 17,4 | 98,0 |
| Jul. | 13,3 | 23,4 | 18,0 | 74,4 | 14,4 | 24,7 | 19,6 | 88,7 | 16,2 | 26,2 | 20,8 | 88,2 |
| Aug. | 13,2 | 23,2 | 17,7 | 84,2 | 14,0 | 23,6 | 18,8 | 99,2 | 15,8 | 25,6 | 20,3 | 65,1 |
| Sep. | 10,5 | 19,1 | 14,2 | 58 | 10,1 | 18,8 | 14,4 | 66,4 | 12,6 | 20,3 | 16,0 | 59,3 |
| Okt. | 6,6 | 14,0 | 9,8 | 51,8 | 6,0 | 13,3 | 9,6 | 56,8 | 8,4 | 14,6 | 11,2 | 52,7 |
| Nov. | 2,2 | 7,2 | 4,5 | 64,1 | 2,6 | 7,8 | 5,2 | 77,5 | 4,6 | 8,8 | 6,6 | 93,7 |
| Dez. | -1,3 | 3,3 | 0,9 | 75,0 | -2,0 | 2,7 | 0,4 | 60,3 | 2,8 | 6,4 | 4,6 | 80,2 |

1. **Sehen Sie sich die , und , bzw. an!**
2. **Wird der Klimawandel aus Ihrer Sicht anhand der erhobenen Daten der Wetterstation in Dresden – Klotzsche bestätigt? Begründen Sie Ihre Antwort1**

* vergleicht man die beiden Zeiträume 1961 – 1990 und 2001 – 2010 in punkto der Temperaturschwankungen (Differenz zwischen Tmin und Tmax) miteinander, ist kein eindeutiger Trend erkennbar
* beim Vergleich von TØ beider Zeiträume, ist eine leichte Temperaturerhöhung feststellbar
* deutlicher werden die Unterschiede beim Vergleich mit dem Zeitraum 2091 – 2100, hier ist eine deutliche Erhöhung der Temperatur feststellbar, v. a. in den Wintermonaten November bis Februar
* vergleicht man die beiden Zeiträume 1961 – 1990 und 2001 – 2010 in punkto Niederschlag lässt sich schon eher eine Tendenz zu weniger Niederschlagsmenge in den Monaten Dezember bis Februar erkennen, ein gegenteiliger Effekt ist in den Haupterntemonaten (Juli bis September) erkennbar, hier fällt mehr Niederschlag
* für belastbare Aussagen sollten möglichst gleichlange Zeiträume ( Klimanormalperioden von 30 Jahren) miteinander verglichen werden
* das in Abbildung 5 verwendete Szenario (Klimaprojektion) sieht bei der Niederschlagsverteilung ziemlich günstig für die Landwirtschaft aus, es fällt ausreichend Niederschlag im Frühjahr bis in den Frühsommer hinein und in den Haupterntemonaten fällt weniger Niederschlag, somit kann von stabileren Erträgen und weniger Ernteverlusten durch Niederschläge in der Ernte ausgegangen werden, was sich auch positiv auf die Qualitäten der Ernteprodukte auswirken sollte
* das Szenario für den Klimawandel und die sich ergebenden Änderungen aus Abbildung 5 wäre dann ein positives Beispiel für den Klimawandel an der Wetterstation in Dresden

1. **Was ist der Unterschied zwischen gemessenen Klimadaten und Daten aus Modellen (Klimaszenarien)?**

Gemessene Klimadaten sind real gemessene Werte aus der Vergangenheit. Daten aus Klimaszenarien sind berechnete Daten aus Computermodellen.

1. **Für wie aussagekräftig halten Sie die Daten für die Zeitreihe 2091 - 2100?**

In den Klimamodellen werden verschiedene Grundannahmen getroffen und anhand dieser Annahmen werden die Änderungen des Klimas berechnet. Aufgrund der verschiedenen Annahmen zwischen den Modellen ergeben sich unterschiedliche Klimaszenarien (Klimaprojektionen). Modellberechnungen können die Wirklichkeit immer nur eingeschränkt abbilden. Unsicher bleibt, welche Szenarien, die in den Modellen berechnet werden, tatsächlich zukünftig eintreffen werden. Sie beantworten daher nur „Wenn-dann-Fragen“. Es ergibt sich daher eine Bandbreite von möglichen zukünftigen Entwicklungen. Aber die Modelle zeigen ein Trend über mögliche Änderungen und die sich hieraus ergebenden Folgen können abgeschätzt werden.

**Auswirkungen von Niederschlagsänderungen:** Wasser ist eine der wichtigsten Grundlagen für Pflanzenwachstum und Ertragsbildung. Pflanzen reagieren auf zu geringe Niederschlagsmengen sehr empfindlich. Dabei ist nicht nur der Niederschlag selbst von Bedeutung, sondern im Zusammenhang damit auch die Temperatur, der Boden und die Pflanzenart bzw. -sorte. Ein Temperaturanstieg um 1 °C erhöht die Verdunstungsrate um 5 % (Kasang, Auswirkungen von Klimaänderungen, 2018). Neben der Niederschlagsmenge ist es auch von Bedeutung, wann der Niederschlag fällt, ob im Winter, wenn es für viele Pflanzen der mittleren und höheren Breiten zum Wachsen zu kalt ist, oder eher im Sommer, der Hauptvegetationszeit der gemäßigten Klimazonen.

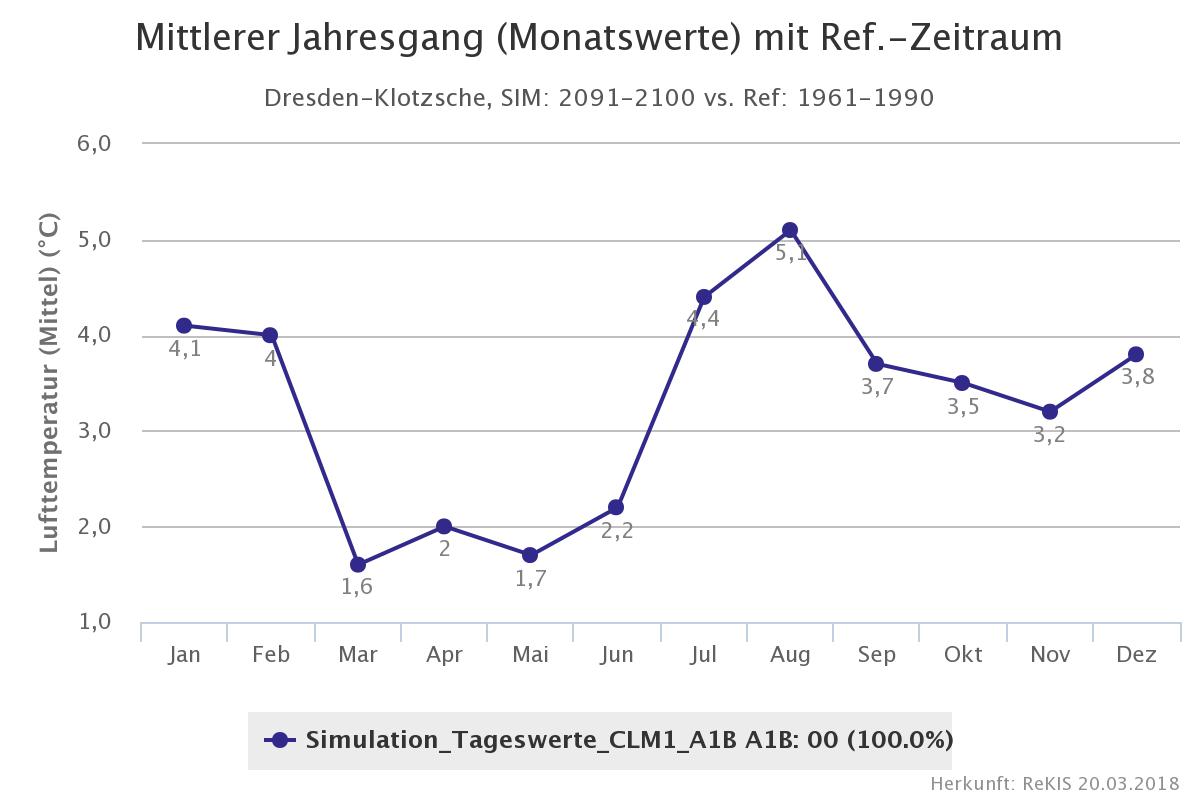
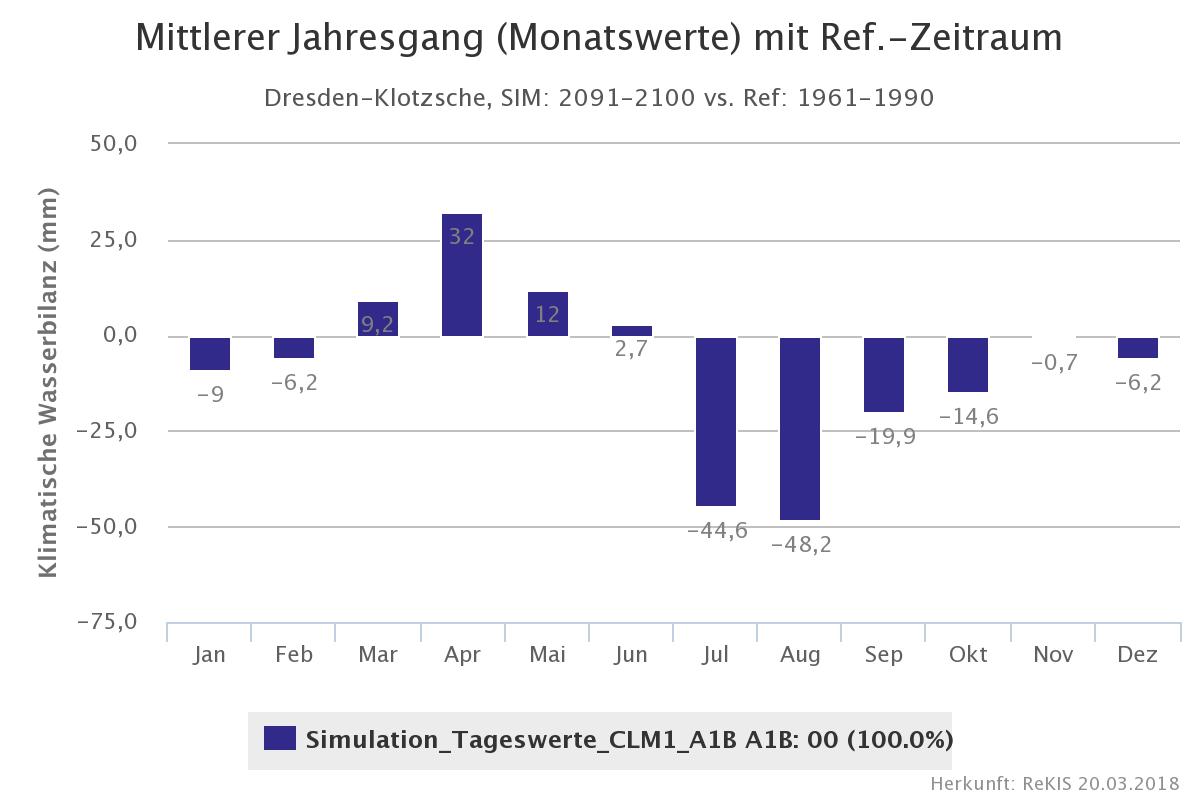
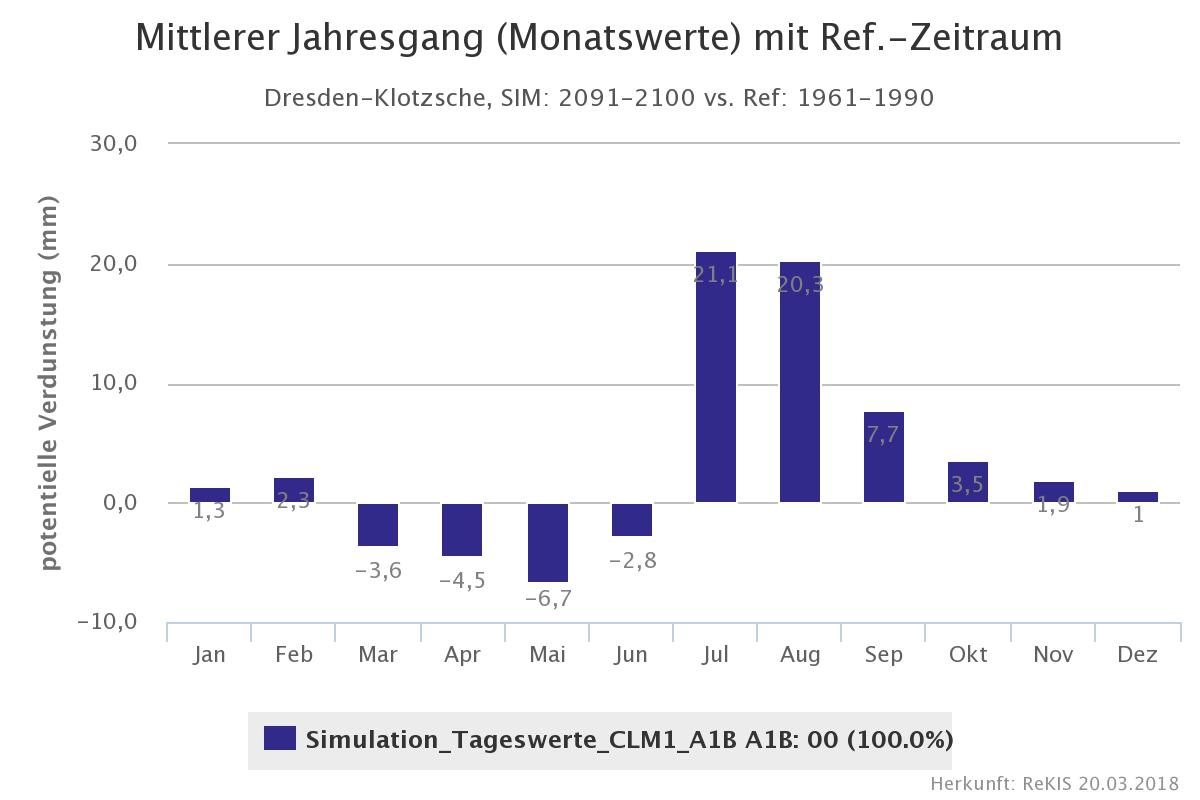
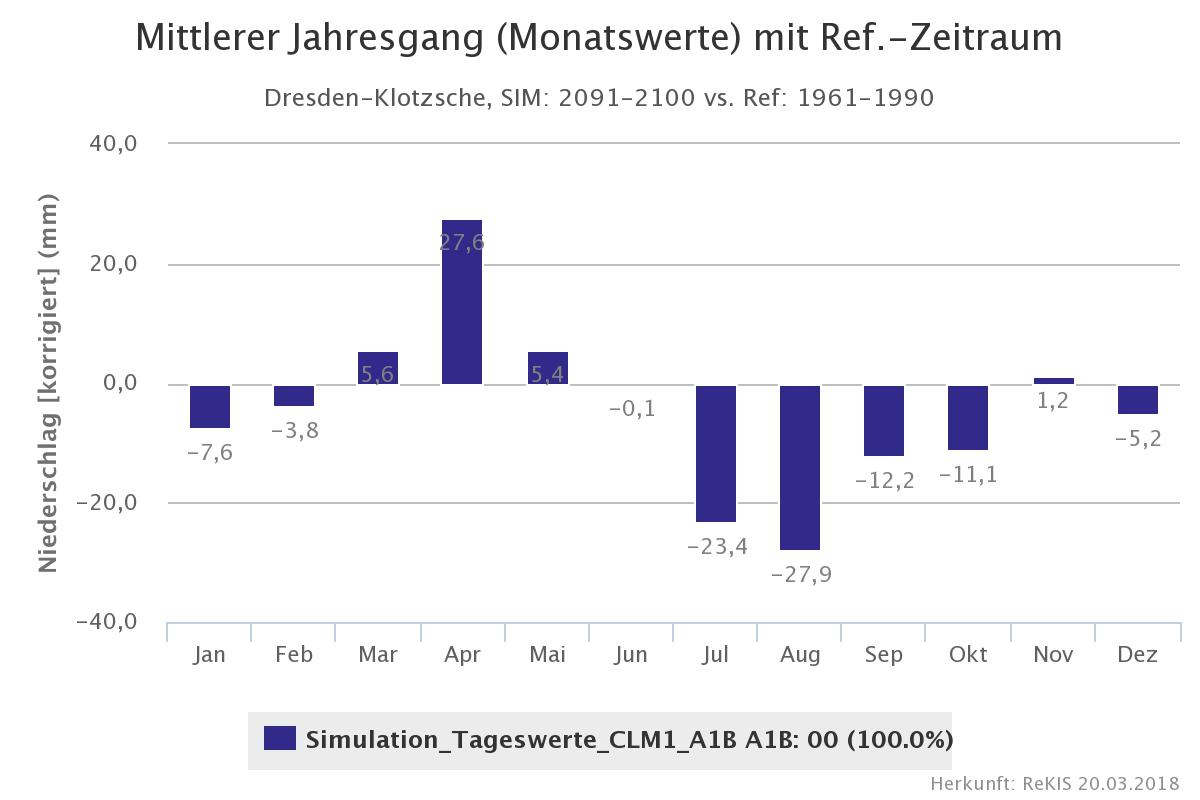
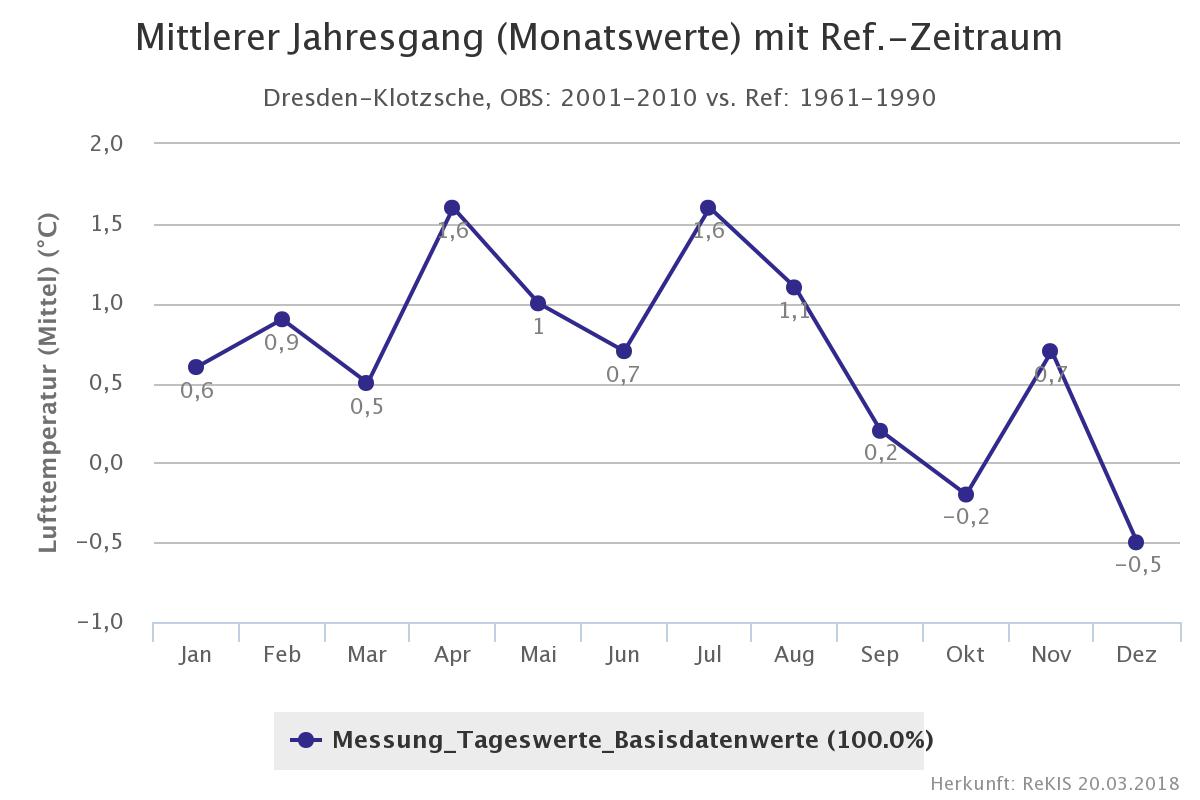
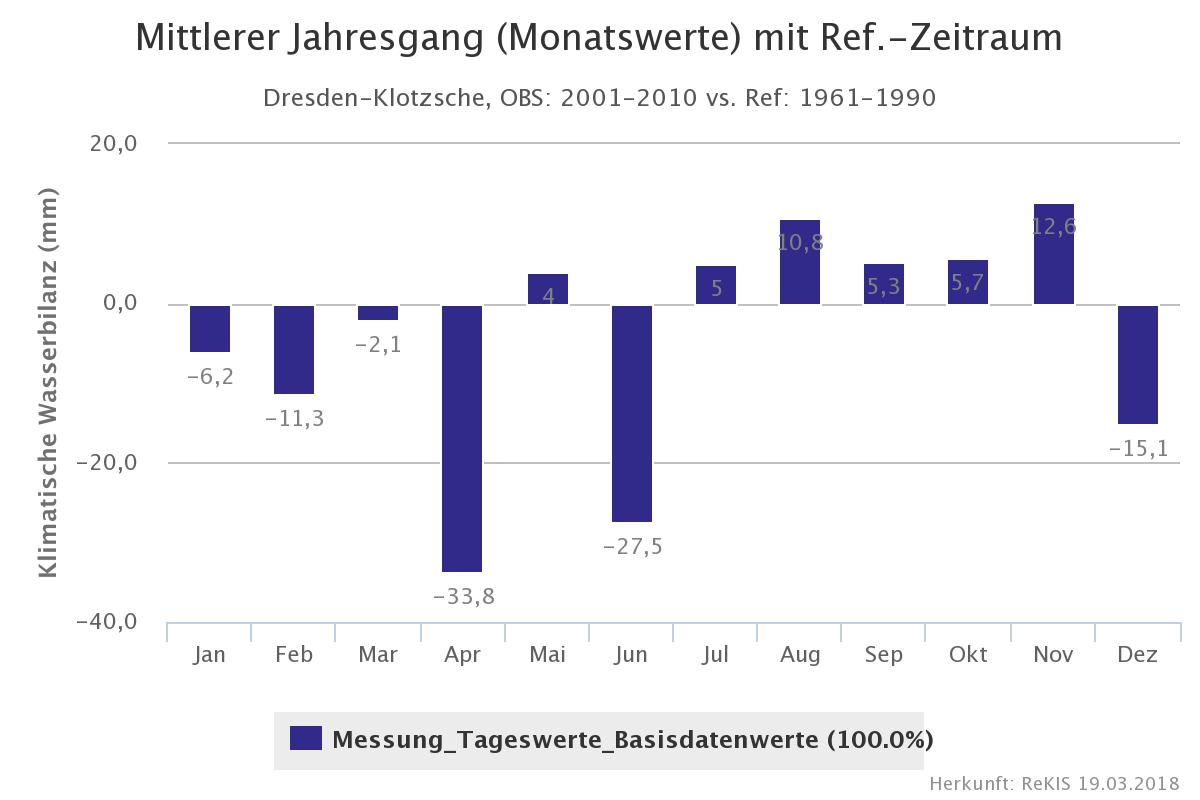
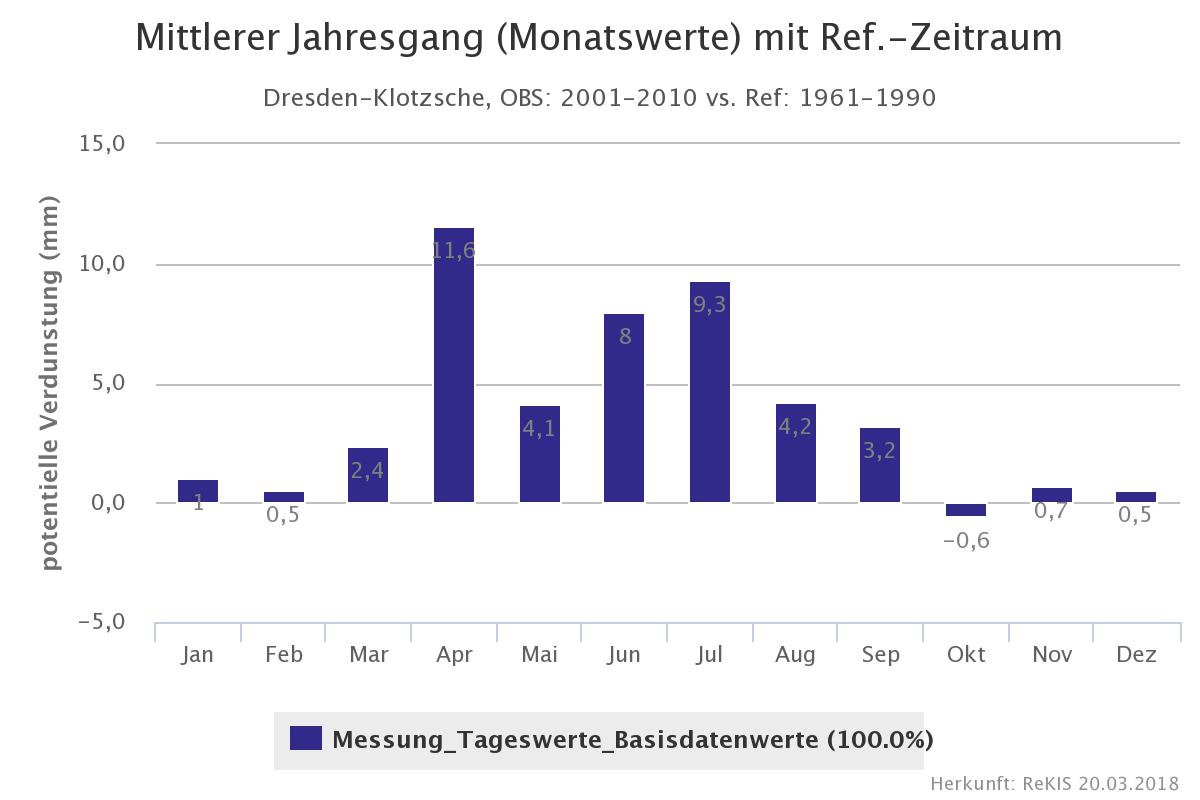
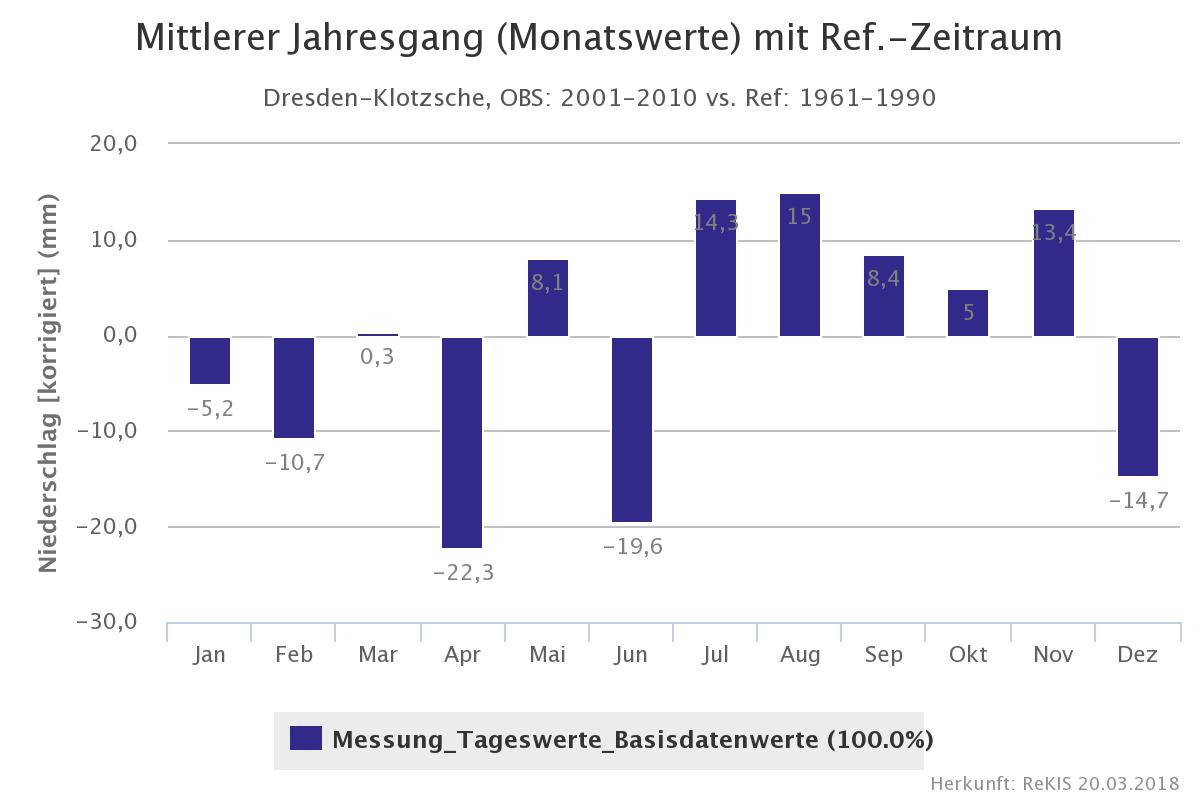
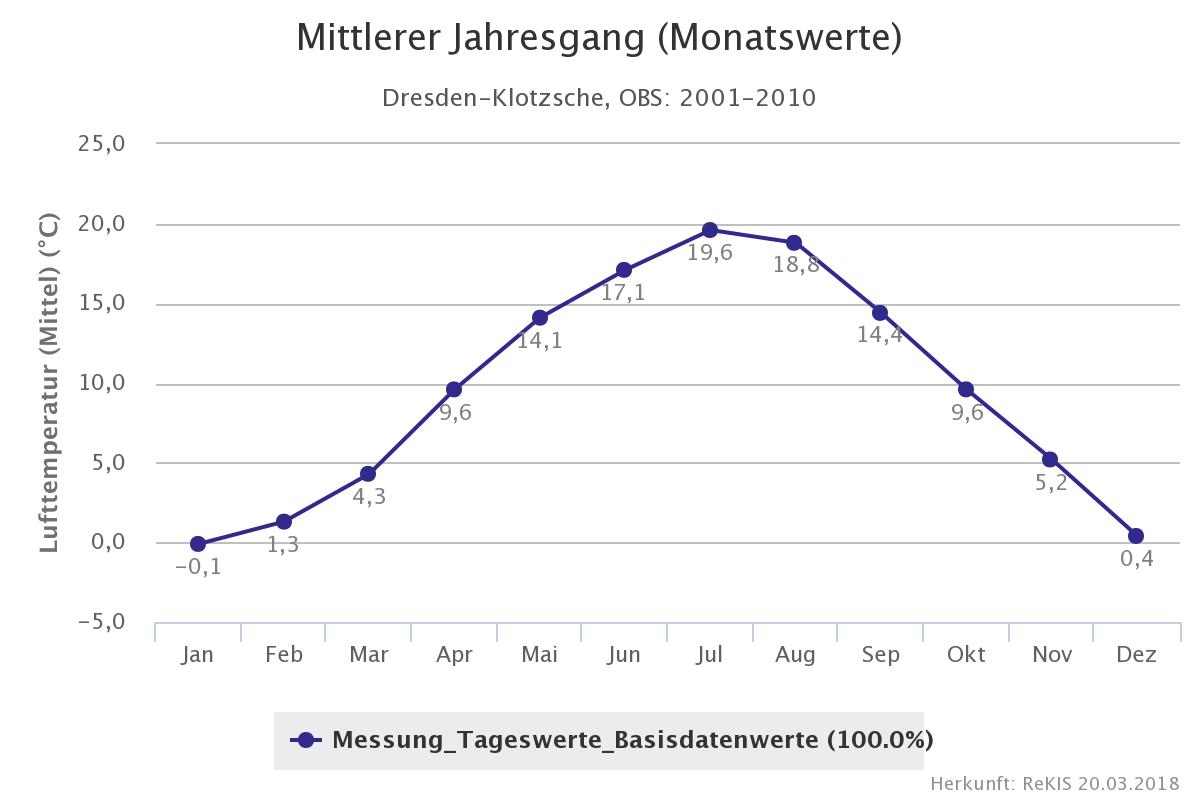
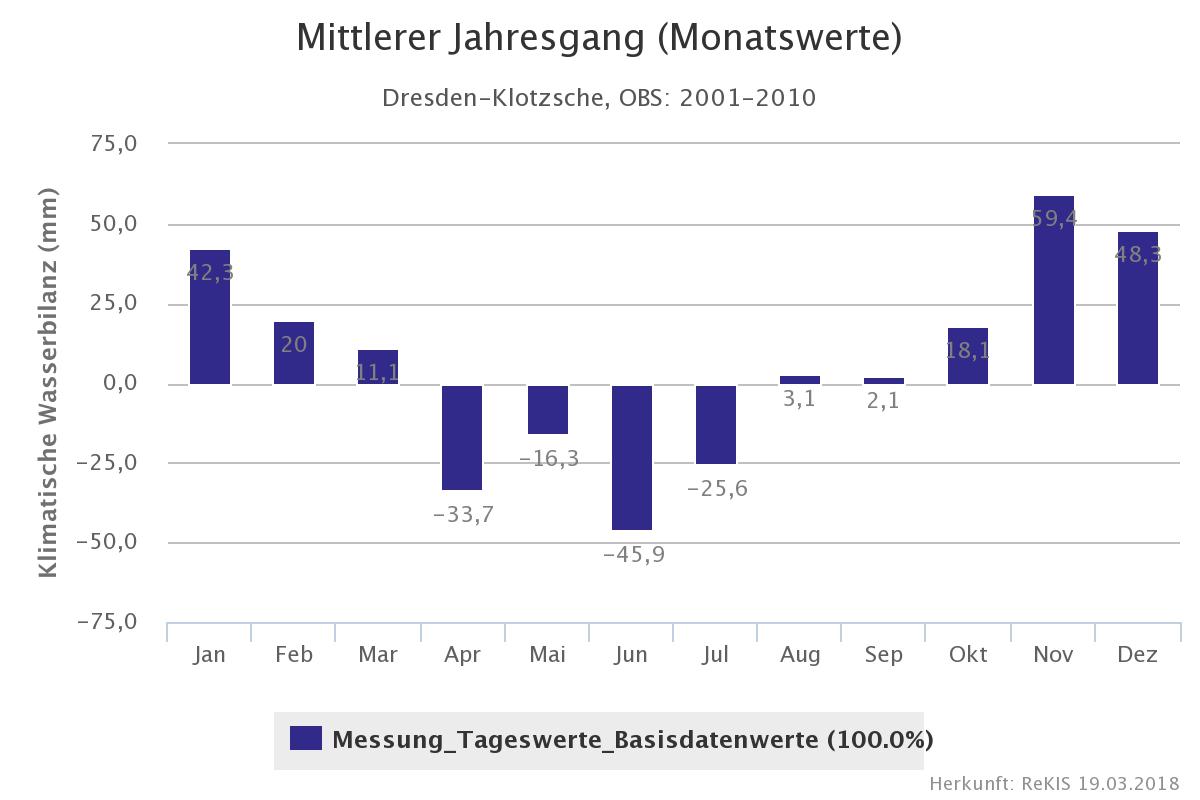
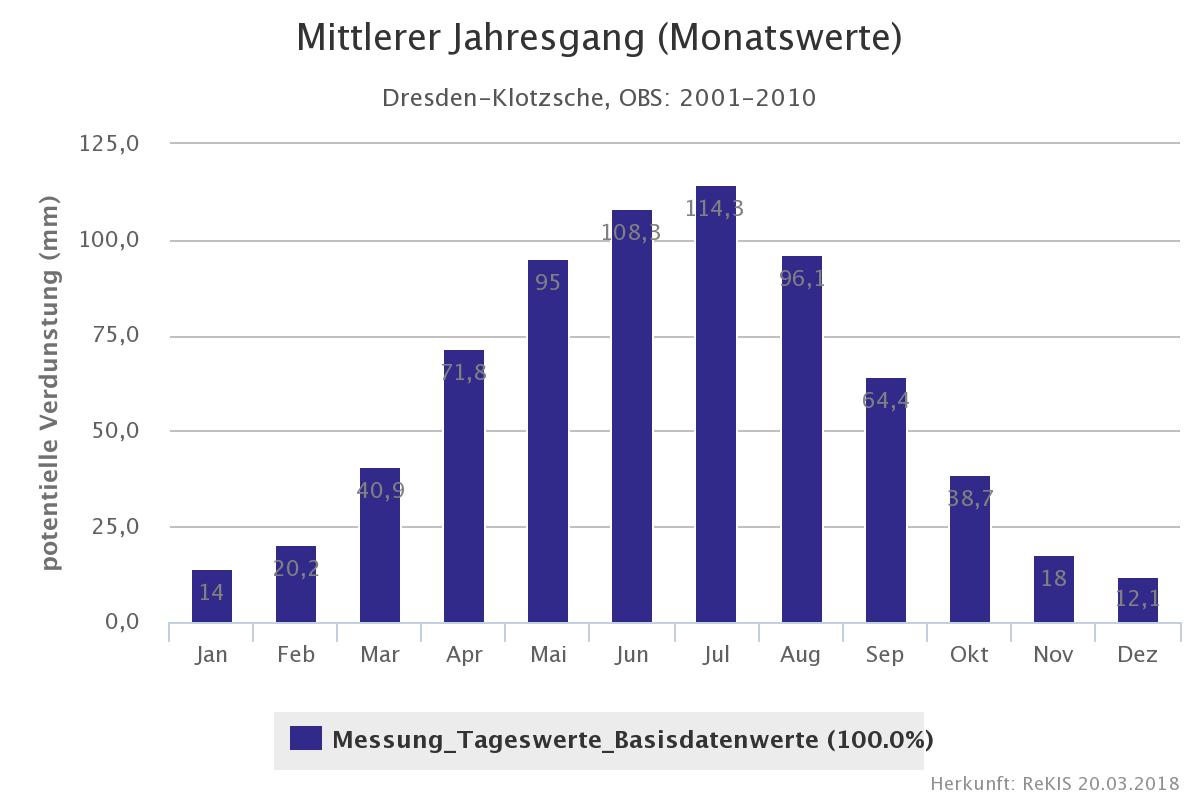
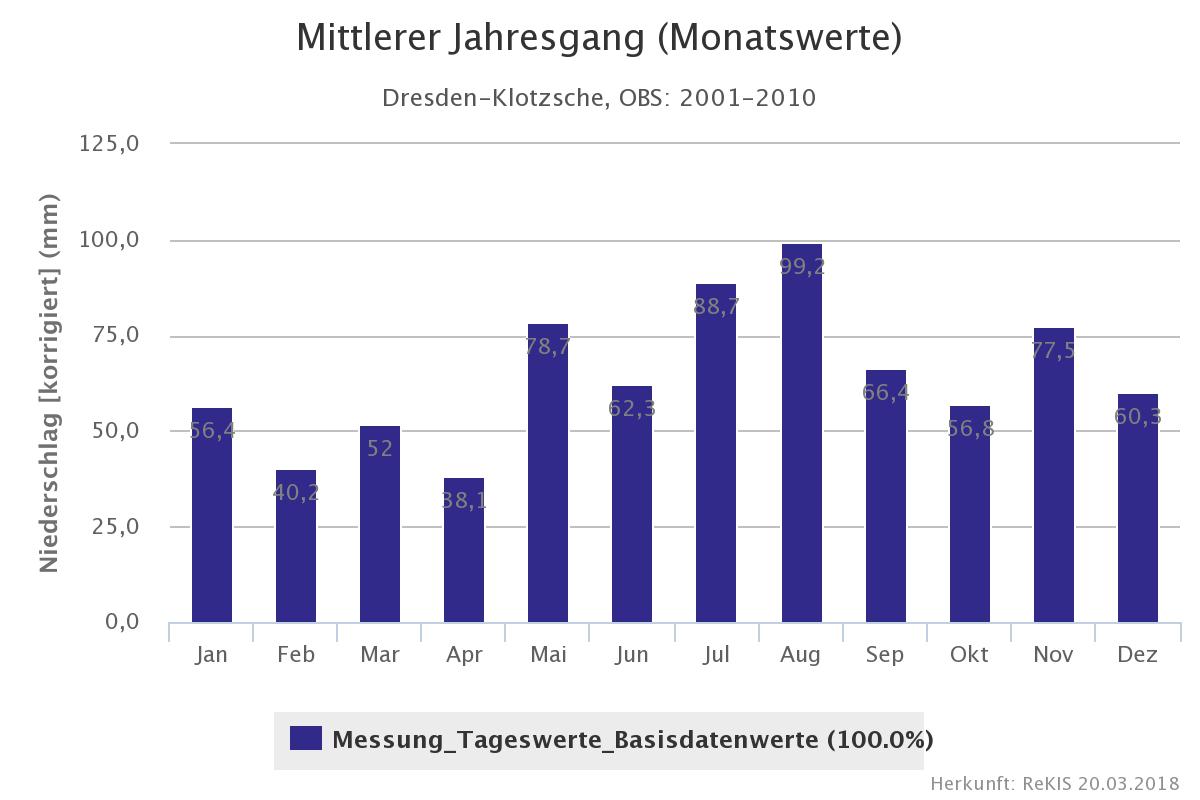
Klimatische Wasserbilanz: Die Klimatische Wasserbilanz ist die Differenz aus der Niederschlagssumme und der Summe der potentiellen Verdunstung (als Standard gilt z.B. die Grasreferenzverdunstung, Deutscher Wetterdienst, DWD).

Potentielle Verdunstung: Beschrieben wird die unter klimatischen Gegebenheiten maximal mögliche Verdunstung von einer Oberfläche. Die potentielle Verdunstung wird berechnet – nähere Angaben dazu finden Sie in Bernhofer, et al. (2015).

Korrigierter Niederschlag: Bei der Verwendung von Niederschlagsmesswerten für Wasserhaushaltsbilanzierungen (für die Landwirtschaft von Bedeutung) wird eine Korrektur vorgenommen. Die Messung der Niederschlagshöhe ist mit systematischen Verlusten gegenüber dem auf der Geländeoberfläche auftreffenden Niederschlag verbunden. Wesentliche Ursachen sind Benetzungs- und Verdunstungsverluste am Messgerät sowie das Hinwegwehen eines Teils des fallenden Niederschlags über den Auffangtrichter des Messgerätes. Ergebnis des korrigierten Niederschlags ist die Niederschlagshöhe auf der Geländeoberfläche. Der korrigierte Niederschlag wird als Ausgangsgröße in Modellen zur Berechnung der tatsächlichen Verdunstung, der Grundwasserneubildung und des Abflusses benötigt (Deutscher Wetterdienst, DWD).

1. **Wo liegt der Unterschied zwischen dem gemessenen Niederschlag und dem korrigiertem Niederschlag?**

* der gemessene Niederschlag ist eine reine Messgröße
* der korrigierte Niederschlag ist eine berechnet Größe
* der korrigierte Niederschlag ist höher als der gemessene Niederschlag, weil dieser die Gerätefehler und die Abdrift durch den Wind berücksichtigt



**Literatur**

Kasang, Auswirkungen von Klimaänderungen, 2018, Hamburger Bildungsserver

https://bildungsserver.hamburg.de/klimawandel-und-landwirtschaft-nav/2202372/klimaaenderungen/

Fischer, Shah, & van Vethuizen, 2002

Zebisch, Grothmann, Schröter, Hasse, Fritsch, & Cramer, 2005

Deutscher Wetterdienst, DWD)

Bernhofer, et al. (2015).