



# Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Zeitz

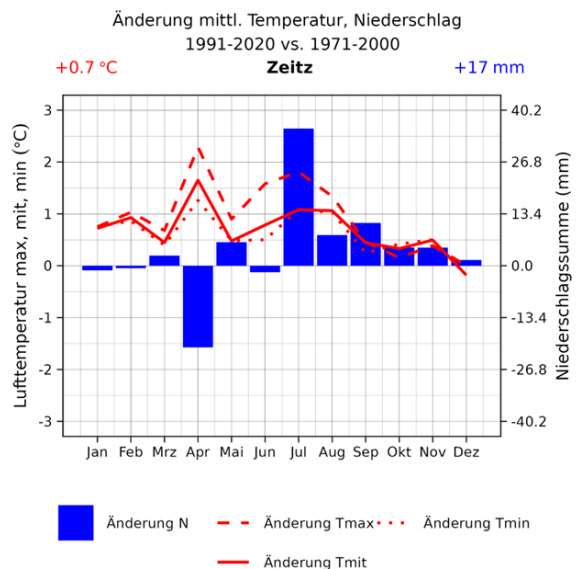
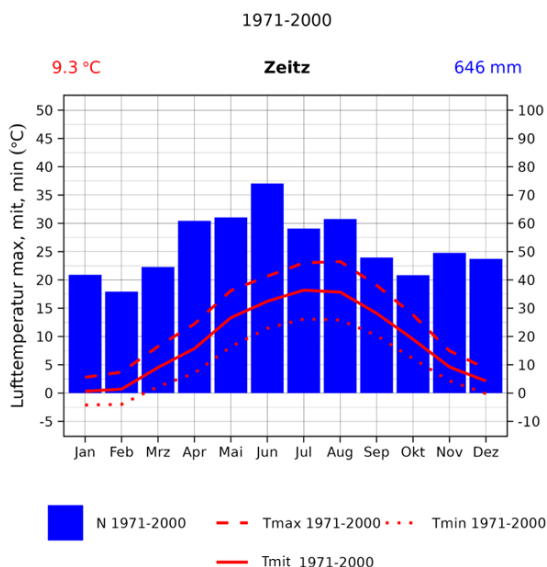


- ❖ Nachhaltiger Wachstumsbeginn in Einzeljahren um bis zu 24 Tage verfrüht
- ❖ Verspäteter Wachstumsbeginn um bis zu 20 Tage weiter möglich
- ❖ Geringe Abnahme/Zunahme von Spät- und Frühfrostdagen in Hitzejahren
- ❖ Stärkste Abnahme der Gefahr von Kälteschäden in Hitzejahren
- ❖ Steilerer Anstieg der Tage mit starkem als leichtem Hitzestress von Nutztieren

## Klima und Klimaindizes

Um die Bedeutung von Klimaänderungen für die Landwirtschaft zu verstehen, sind neben dem Anstieg mittlerer Jahrestemperaturen und den veränderten Niederschlägen vor allem auch Kenntnisse über Änderungen innerhalb des Jahres wichtig. Bedeutsam ist auch die Über- bzw. Unterschreitung von Temperatur-Schwellenwerten, die für Nutzpflanzen spezifisch sind oder die Gesundheit und Leistung von Nutztieren beeinträchtigen.

Aus dem Klimadiagramm von Zeitz wird ersichtlich, dass die Jahresmitteltemperatur um  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  erhöht ist und die Jahresniederschläge um  $17\text{ mm}$  gestiegen sind. In der Periode 1991-2020 sind vor allem die monatlichen Maximum-Temperaturen um  $2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  im April und um  $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  im Juli angestiegen, bei etwas geringerem Anstieg der Minimum- und Mittel-Temperaturen. Die Niederschläge haben besonders im April ab- und im Juli zugenommen.





# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

## Pflanzenbau

### Wachstumsbeginn im Frühjahr

#### Nachhaltiger Vegetationsbeginn

Ein allgemeiner Indikator für die Klimaänderungen ist der verfrühte Vegetationsbeginn. Dieser wird oft über sogenannte Gradtage (**GDD**), aufsummierte positive Tagesmitteltemperaturen, berechnet. Zur Bestimmung des nachhaltigen Wachstumsbeginns wurden die Temperaturen im Januar bzw. Februar weniger gewichtet (Faktor 0,5 bzw. 0,75) als die Temperaturen ab März (Faktor 1,0)\*). Der Beginn des nachhaltigen Wachstums wird mit dem Erreichen der Wärmesumme von 200 (°C) definiert (**G200**).

Der durchschnittliche, nachhaltige Beginn in der Referenzperiode 1961-1990 war am 29. März und hat sich 1991-2020 im Mittel um -8 Tage verfrüht (*Tabelle 1*). Die stärkste Verfrühung war 1990 mit -31 Tagen.

Für die *Hitzejahre* (siehe S. 4) lag die mittlere Verfrühung bei -13 Tagen. Innerhalb dieser Jahre gab es jedoch große Schwankungsbreiten von Verspätung (+5 Tage) im Jahr 2018, ohne Änderung (0) im Jahr 2003 sowie starker Verfrühung im Jahr 2007 (-25) und 2020 (-24). **Die Witterung im Frühjahr kann sich deutlich vom weiteren Verlauf der Witterung unterscheiden, wie sich auch bei der Zunahme an Frosttagen in Hitzejahren zeigt** (S. 7).

Um das Frühjahr verschiedener Jahre miteinander zu vergleichen, wird auch die erreichte Wärmesumme bis zum 31. Mai berechnet (**GDD\_1-5**). Der maximale Wert hat sich im Vergleich zum Mittel der Referenzperiode inzwischen mehr als verdoppelt.

**Tabelle 1:** Nachhaltiger Wachstumsbeginn berechnet auf Basis von Gradtagen (GDD) mit Gewichtung für Januar (\*0,5) und Februar (\*0,75). Angegeben ist der Beginn als Datum und als Abweichung in Tagen sowie die erreichte Wärmesumme der Monate Januar-Mai (GDD\_1-5).

| Station Zeitz                            | Gradtage für Graswachstum |                                  |                                  |
|------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Klimaindex                               | G200                      | G200                             | GDD_1-5                          |
| Nachhaltiger Wachstumsbeginn im Frühjahr | Eintrittstermin           | Verfrühung (-)<br>Verspätung (+) | Temperatursumme<br>01.01.-31.05. |
| Zeitraum                                 | Datum                     | Anzahl Tage                      | °C                               |
| 1961-1990                                | 29.03.                    |                                  | 218                              |
| 1991-2020                                | 21.03.                    | -8                               | 266                              |
| 2011-2020                                | 22.03.                    | -7                               | 272                              |
| Hitzejahre                               | 17.03.                    | -13                              | 296                              |
| Frühester Beginn (2011-2020)             | 06.03.2020                | -24                              | 348                              |
| Spätester Beginn (2011-2020)             | 18.04.2013                | +20                              | 74                               |
| Max. Temperatursumme (1990)              | 26.02.1990                | -31                              | 453                              |
| Min. Temperatursumme (2013)              | 18.04.2013                | +20                              | 74                               |

\*) Für weitere Erklärungen zur Methode und Literatur siehe Methodenblatt.



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeititz

## Pflanzenbau

### Lufttrockenheit und Wachstum

#### Alle Kulturen

Pflanzen regulieren ihren Wasserverbrauch im Tagesverlauf durch Einschränkung der Transpiration. Dies ist mit einer Reduktion der stomatären Öffnungsweite verbunden. Dadurch wird auch die Photosynthese, die Grundlage des Wachstums, eingeschränkt.

Das Wasserdampfsättigungsdefizit der Luft (kurz: D oder VPD, *vapour pressure deficit*), gilt als „treibende Kraft der Transpiration“. Mit den Klimaänderungen steigt nicht nur die Temperatur, sondern auch das Sättigungsdefizit. Für den am Tag erreichten maximalen Wert wird ein Schwellenwert als Index (**D<sub>max<sub>vp</sub></sub>**) für die Einschränkung von

Transpiration und Photosynthese genutzt<sup>\*)</sup>. In allen Abschnitten der Vegetationsperiode (VP) steigt die Anzahl an Tagen, an denen dieser Schwellenwert überschritten wird, außer bei den Hitzejahren in VP II (*Tabelle 2*). Der relative Anstieg im Vergleich zum Mittelwert 1961-1990 ist in VP I am höchsten. Dies unterstreicht die zunehmende Anspannung des Wasser- und Kohlenstoffhaushalts in dieser Hauptwachstumsphase. **Die Frühjahrstrockenheit ist daher durch ausbleibende Niederschläge und durch den gestiegenen Verdunstungsanspruch der Luft begründet, der dem Boden mehr Wasser entzieht.**

**Tabelle 2:** Anzahl Tage, an denen das tägliche, maximale Wasserdampfsättigungsdefizit der Luft (D<sub>max</sub>) den Wert von 1,5 kPa überschreitet. Angegeben ist jeweils der Mittelwert der Referenzperiode 1961-1990 (fett) und die Abweichung der weiteren untersuchten Zeiträume in Vegetationsperiode I (VP I), VP II und der gesamten Vegetationsperiode (VP).

| Station Zeitz                              | Relative Lufttrockenheit      |
|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Klimaindex                                 | D <sub>max<sub>vp</sub></sub> |
| Wasserdampfsättigungs-defizit der Luft (D) | D <sub>max</sub> ≥ 1,5 kPa    |
| Zeitraum                                   | Anzahl Tage                   |
| <b>April-Juni 1961-1990 (VP I)</b>         | <b>9,9</b>                    |
| Abweichung 1991-2020                       | +1,7                          |
| Abweichung 2011-2020                       | +2,8                          |
| Abweichung Hitzejahre                      | +8,9                          |
| Maximale Abweichung                        | +14,1                         |
| <b>Juli-Sept. 1961-1990 (VP II)</b>        | <b>29,5</b>                   |
| Abweichung 1991-2020                       | +5,8                          |
| Abweichung 2011-2020                       | +4,9                          |
| Abweichung Hitzejahre                      | -0,1                          |
| Maximale Abweichung                        | +23,5                         |
| <b>April-Sept. 1961-1990 (VP)</b>          | <b>39,4</b>                   |
| Abweichung 1991-2020                       | +7,5                          |
| Abweichung 2011-2020                       | +7,7                          |
| Abweichung Hitzejahre                      | +8,8                          |

<sup>\*)</sup> Für weitere Erklärungen und Literatur siehe Methodenblatt.



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

## Pflanzenbau

### Hitze

#### Verdorrungsrisiko von Jungpflanzen

Da Risiko der Verdorrung von Jungpflanzen auf dem Acker nimmt zu, wenn die **maximalen Lufttemperaturen (Tmax) 25 °C** erreichen oder übersteigen\*). Den kleinen, noch wenig widerstandsfähigen Pflanzen wird durch die hohen Temperaturen zu rasch und zu viel Wasser entzogen, ohne dass eine ausreichende Nachleitung aus dem Boden stattfinden kann.

Der entsprechende Hitzeindex (kurz: **H25**) zeigt für die Referenzperiode (1961-1990), dass Tmax von 25 °C von März bis Mai durchschnittlich an 3,3 Tagen erreicht bzw. überschritten wurde. Der Wert hat sich in der Klimaperiode 1991-2020 um 1,5 Tage erhöht und in den *Hitzejahren*\*\*\*) etwa verdoppelt (Tabelle 3).

Der Anstieg von H25 geht bei Betrachtung der Einzelmonate auf den April und Mai zurück (Tabelle 4). Die maximale Zunahme in einzelnen Jahren beträgt +9,2 Tage im Vergleich zum Referenzwert von durchschnittlich 2,8 Tagen im Mai. Da für einen Schaden einzelne Tage ausreichen, ist das Verdorrungsrisiko im Frühjahr in den letzten 30 Jahren im Vergleich zur Referenzperiode deutlich gestiegen.

#### Winterweizen und Wintergerste

Bei Getreide schaden hohe Temperaturen während der Blüte und Kornentwicklung, wodurch weniger Körner reif werden. Für den empfindlicheren Winterweizen werden Schäden ab Tmax von **27 °C** erwartet (Index **H27**). Dieser Schwellenwert wird

bereits im Mai und vor allem im Juni überschritten und hat sich im Vergleich zur Referenz von 1961-1990 im Mittel verdoppelt, in Hitzejahren etwa verdreifacht.

Bei Wintergerste wird der höhere Schwellenwert Tmax von **31 °C** (Index **H31**) im Mai eher unterschritten, im Juni nimmt die Anzahl Tage mit Überschreitung des Schwellenwertes in allen jüngeren Zeiträumen zu

#### Winterraps

Für Winterraps ist die Schadensschwelle erreicht, wenn Tmax in der betrachteten Entwicklungsphase (Blühbeginn bis Ende der Blüte) **29 °C** beträgt oder überschreitet (Index **H29**). Dieser Schwellenwert wird im Mai und Juni überschritten mit überwiegend Verdopplung der Überschreitungstage im Mai (+0,1) und im Juni (+1,0). Die maximale Abweichung in Einzeljahren im Vergleich zum Referenzwert beträgt +3,9 Tage im Mai und +5,0 Tage im Juni.

#### Mais

Bei der Sommerkultur Mais werden Tmax-Werte ab **34 °C** in den Sommermonaten relevant (Index **H34**). Während diese in der Referenzperiode 1961-1990 von Juni bis August im Mittel nur an 0,6 Tagen vorkamen, wird der Schwellenwert inzwischen von Juni an zunehmend überschritten. In Hitzejahren war die Zunahme +5,8 Tage. Maximale Abweichungen vom Referenzwert in Einzeljahren betragen +3,8 Tage im Juli und +9,7 Tage im August.

\*) Für weitere Erklärungen zur Berechnung der Klimaindizes siehe Methodenblatt.

\*\*) Eine Auswahl an Jahren mit hohen Temperaturen in der Wachstumszeit (2003, 2007, 2018, 2019, 2020) wurde als „Hitzejahre“ definiert, um extreme Entwicklungen aufzuzeigen.



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

## Pflanzenbau

### Hitze

**Tabelle 3:**

Verdorrungsrisiko von Jungpflanzen (H25) und Indizes für Hitzeschäden an den Blüten und Kornanlagen von Winterweizen (H27), Raps (H29), Wintergerste (H31) und Mais (H34) in der Referenzperiode 1961-1990, der untersuchten Klimanormalperiode 1991-2020, der Dekade 2011-2020 und einer Auswahl extremer *Hitzejahre* (2003, 2007, 2018, 2019, 2020). Angegeben ist die Anzahl Tage, an denen der jeweilige Schwellenwert der maximalen Tagestemperatur (Tmax) in der Referenzperiode erreicht oder überschritten wird (fett) und die Abweichung davon in den weiter untersuchten Zeiträumen\*).

| Station Zeitz                    | Hitze in der Wachstumszeit |                     |                     |                     |                     |
|----------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Klimaindex                       | H25<br>Tmax ≥ 25 °C        | H27<br>Tmax ≥ 27 °C | H29<br>Tmax ≥ 29 °C | H31<br>Tmax ≥ 31 °C | H34<br>Tmax ≥ 34 °C |
| Zeitraum                         | Anzahl Tage pro Jahr       |                     |                     |                     |                     |
| <b>März bis Mai 1961-1990</b>    | <b>3,3</b>                 | -                   | -                   |                     | -                   |
| Abweichung 1991-2020             | +1,5                       |                     |                     |                     |                     |
| Abweichung 2011-2020             | +1,2                       |                     |                     |                     |                     |
| Abweichung Hitzejahre            | +3,1                       |                     |                     |                     |                     |
| <b>April bis Juni 1961-1990</b>  |                            | <b>1,1</b>          | <b>0,4</b>          | <b>0,2</b>          | -                   |
| Abweichung 1991-2020             |                            | +1,0                | +0,4                | -0,1                |                     |
| Abweichung 2011-2020             |                            | +1,2                | +0,5                | -0,2                |                     |
| Abweichung Hitzejahre            |                            | +1,9                | +1,2                | 0                   |                     |
| <b>Juni bis August 1961-1990</b> |                            |                     |                     |                     | <b>0,6</b>          |
| Abweichung 1991-2020             |                            |                     |                     |                     | +1,6                |
| Abweichung 2011-2020             |                            |                     |                     |                     | +1,9                |
| Abweichung Hitzejahre            |                            |                     |                     |                     | +5,8                |

\*) Für weitere Erklärungen zur Methode und Literatur siehe Anhang zum Faktenblatt.



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

**Tabelle 4:**

Verdorrungsrisiko von Jungpflanzen (H25) und Indizes für Hitzeschäden an den Blüten und Kornanlagen von Winterweizen (H27), Raps (H29), Wintergerste (H31) und Mais (H34) getrennt nach den einzelnen untersuchten Monaten (für weitere Erklärungen siehe Tabelle 3). Die maximale Abweichung bezieht sich auf Einzeljahre mit der höchsten Abweichung vom Referenzwert.

| Station Zeitz           | Hitze in der Wachstumszeit |                        |                        |                        |                        |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Klimaindex              | H25<br>Tmax ≥ 25<br>°C     | H27<br>Tmax ≥ 27<br>°C | H29<br>Tmax ≥ 29<br>°C | H31<br>Tmax ≥ 31<br>°C | H34<br>Tmax ≥ 34<br>°C |
| Zeitraum                | Anzahl Tage                |                        |                        |                        |                        |
| <b>März 1961-1990</b>   | <b>0</b>                   |                        |                        |                        |                        |
| Abweichung 1991-2020    | 0                          |                        |                        |                        |                        |
| Abweichung 2011-2020    | 0                          |                        |                        |                        |                        |
| Abweichung Hitzejahre   | 0                          |                        |                        |                        |                        |
| Maximale Abweichung     | +1,0                       |                        |                        |                        |                        |
| <b>April 1961-1990</b>  | <b>0,5</b>                 | <b>0</b>               | <b>0</b>               | <b>0</b>               |                        |
| Abweichung 1991-2020    | +0,5                       | 0                      | 0                      | 0                      |                        |
| Abweichung 2011-2020    | +0,2                       | 0                      | 0                      | 0                      |                        |
| Abweichung Hitzejahre   | +0,5                       | 0                      | 0                      | 0                      |                        |
| Maximale Abweichung     | +8,5                       | 0                      | 0                      | 0                      |                        |
| <b>Mai 1961-1990</b>    | <b>2,8</b>                 | <b>0,1</b>             | <b>0,1</b>             | <b>0,1</b>             |                        |
| Abweichung 1991-2020    | +1,1                       | +0,1                   | -0,1                   | -0,1                   |                        |
| Abweichung 2011-2020    | +1,0                       | +0,2                   | 0                      | -0,1                   |                        |
| Abweichung Hitzejahre   | +2,6                       | +0,1                   | -0,1                   | -0,1                   |                        |
| Maximale Abweichung     | +9,2                       | +3,9                   | +2,9                   | +1,9                   |                        |
| <b>Juni 1961-1990</b>   |                            | <b>1,0</b>             | <b>0,3</b>             | <b>0,1</b>             | <b>0</b>               |
| Abweichung 1991-2020    |                            | +1,0                   | +0,5                   | +0,1                   | +0,1                   |
| Abweichung 2011-2020    |                            | +1,0                   | +0,5                   | +0,3                   | +0,2                   |
| Abweichung Hitzejahre   |                            | +1,8                   | +1,3                   | +1,3                   | +0,6                   |
| Maximale Abweichung     |                            | +5,0                   | +3,7                   | +5,9                   | +2,0                   |
| <b>Juli 1961-1990</b>   |                            |                        |                        |                        | <b>0,2</b>             |
| Abweichung 1991-2020    |                            |                        |                        |                        | +0,6                   |
| Abweichung 2011-2020    |                            |                        |                        |                        | +0,5                   |
| Abweichung Hitzejahre   |                            |                        |                        |                        | +1,8                   |
| Maximale Abweichung     |                            |                        |                        |                        | +3,8                   |
| <b>August 1961-1990</b> |                            |                        |                        |                        | <b>0,3</b>             |
| Abweichung 1991-2020    |                            |                        |                        |                        | +0,9                   |
| Abweichung 2011-2020    |                            |                        |                        |                        | +1,3                   |
| Abweichung Hitzejahre   |                            |                        |                        |                        | +3,5                   |
| Maximale Abweichung     |                            |                        |                        |                        | +9,7                   |





# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

## Pflanzenbau

### Frost

#### Frostschäden

Mit Frostschäden ist generell zu rechnen, wenn die Minimumtemperaturen ( $T_{min}$ ) den Schwellenwert von **0 °C** erreichen oder unterschreiten (Index **F0**)<sup>\*</sup>. Im Vergleich zu einer Wetterstation können sich Auftreten und Intensität von Frost im Gelände je nach Lage deutlich unterscheiden. Schäden treten besonders bei Spätfrösten in den Monaten April und Mai auf, wenn die Pflanzenentwicklung bereits fortgeschritten ist. In der Referenzperiode 1961-1990 traten an der Station Zeitz im Mittel 4,5 Frosttage im April/Mai auf (*Tabelle 5*).

Durch die Klimaerwärmung wird meist von einem abnehmenden Trend der Frosttage ausgegangen. Dieser negative Trend ist jedoch geringer ausgeprägt, als der zunehmende Trend hoher Temperaturen. In der Dekade 2011-2020 war die Anzahl an Frosttagen im April/Mai im Vergleich zu 1961-1990 reduziert (-0,9) und betrug 3,6 Tage. In den untersuchten *Hitzejahren* war die Abnahme an Frosttagen im Frühjahr noch geringer (-0,7 Tage), so dass durchschnittlich 3,8 Frosttage auftraten.

Die Anzahl an Frosttagen liegt im April erwartungsgemäß höher als im Mai (*Tabelle 6*). **Bemerkenswert ist, dass im Mai die Anzahl an Frosttagen im Vergleich zu 1961-1990 in der Dekade 2011-2020 (-0,2) weniger abgenommen und in den Hitzejahren (+0,2) sogar zugenommen hat.**

#### Kartoffeln

Für Kartoffeln wird im April/Mai mit möglichen Schäden ab einem Schwellenwert von **-4 °C** oder niedriger gerechnet (Index **F-4**). In der Referenzperiode 1961-1990 war dies nur im Monate April im Durchschnitt an 0,2 Tagen der Fall. Die Anzahl verringerte sich

geringfügig in Dekade 2011-2020, nahm jedoch in den Hitzejahren um 0,4 Tage zu.

#### Körnermais

Körnermais ist vor der Ernte im Herbst durch Frühfrost gefährdet. Schäden können auftreten, wenn Minimumtemperaturen von **-2 °C** erreicht oder unterschritten werden (Index **F-2**). Im Vergleichszeitraum 1961-1990 war dies durchschnittlich an 1,0 Tagen der Fall. In der Dekade 2011-2020 hat die Anzahl an Frühfrostage abgenommen (-0,4), in den *Hitzejahren* dagegen zugenommen (+0,4). Bemerkenswert ist, dass Frühfrostage nur im September, jedoch nicht im Oktober auftraten.

#### Wechselfrost

Das Schadenspotenzial durch Wechselfrost (Index **WF**) hat sich in den letzten Dekaden nur wenig reduziert, in einzelnen Monaten auch erhöht. Im Vergleichszeitraum 1961-1990 trat Wechselfrost von Februar bis April durchschnittlich an 3,9 Tagen auf. Die geringste Abnahme an Wechselfrosttagen war in den *Hitzejahren* zu verzeichnen und betrug -0,1 Tage.

Bei einzelnen Monaten findet sich 1961-1990 die höchste Anzahl an Wechselfrosttagen im März (2,1) gefolgt von Februar (1,5) und April (0,3). Im Zeitraum 1991-2020 ist die mittlere Anzahl im Februar und März gleich (1,6). **Zunahmen an Wechselfrosttagen treten im Zeitraum 1991-2020 im Februar und April sowie in Hitzejahren (bis +0,3) und in Einzeljahren (bis +6,9) auf.**



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

## Pflanzenbau

### Frost

**Tabelle 5:**

Klimaindizes für allgemeinen Spätfrost (F0), Frostschäden an Kartoffeln (F-4), Frühfrostschäden an Körnermais (F-2) und Wechselfrost (WF). Wechselfrost liegt vor, wenn die Minimum- und Maximumtemperaturen innerhalb eines Tages auftreten. Die Zeiträume beziehen sich auf die Referenzperiode 1961-1990, die Klimanormalperiode 1991-2020, die Dekade 2011-2020 und eine Auswahl *Hitzejahre* (2003, 2007, 2018, 2019, 2020). Angegeben ist die Anzahl Tage, an denen der jeweilige Schwellenwert der Maximum- (Tmax) bzw. Minimum-Temperatur (Tmin) in der Referenzperiode erreicht, über- oder unterschritten wird (fett) sowie die Abweichung davon in den weiter untersuchten Zeiträumen\*).

| Station Zeitz                   | Frost und Wechselfrost |                     |                     |                                                |
|---------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------------------|
| Klimaindex                      | F0<br>Tmin ≤ -0 °C     | F-4<br>Tmin ≤ -4 °C | F-2<br>Tmin ≤ -2 °C | Wechselfrost (WF)<br>Tmin ≤ -3 °C Tmax ≥ +3 °C |
| Zeitraum                        | Anzahl Tage            |                     |                     |                                                |
| <b>Feb – Apr 1961 – 1990</b>    |                        |                     |                     | <b>3,9</b>                                     |
| Abweichung 1991-2020            |                        |                     |                     | -0,2                                           |
| Abweichung 2011-2020            |                        |                     |                     | -0,5                                           |
| Abweichung Hitzejahre           |                        |                     |                     | -0,1                                           |
| <b>Apr - Mai 1961 – 1990</b>    | <b>4,5</b>             | <b>0,2</b>          |                     |                                                |
| Abweichung 1991-2020            | -1,2                   | 0                   |                     |                                                |
| Abweichung 2011-2020            | -0,9                   | -0,2                |                     |                                                |
| Abweichung Hitzejahre           | -0,7                   | +0,4                |                     |                                                |
| <b>Sept. - Okt. 1961 – 1990</b> |                        |                     | <b>1,0</b>          |                                                |
| Abweichung 1991-2020            |                        |                     | -0,1                |                                                |
| Abweichung 2011-2020            |                        |                     | -0,4                |                                                |
| Abweichung Hitzejahre           |                        |                     | +0,4                |                                                |

\*) Für weitere Erklärungen und Literatur siehe Methodenblatt.





# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

**Tabelle 6:**

Klimaindizes für allgemeinen Spätfrost (F0), Frosts Schäden an Kartoffeln (F-4), Frühfrostschäden an Körnermais (F-2) und Wechselfrost (WF) getrennt nach den einzelnen untersuchten Monaten (für weitere Erklärungen siehe Tabelle 5). Die maximale Abweichung bezieht sich auf Einzeljahre mit der höchsten Abweichung vom Referenzwert.

| Station Gera                 | Frost und Wechselfrost            |                                    |                                    |                                                                                     |
|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Klimaindex                   | F0<br>$T_{min} \leq -0\text{ °C}$ | F-4<br>$T_{min} \leq -4\text{ °C}$ | F-2<br>$T_{min} \leq -2\text{ °C}$ | Wechselfrost (WF)<br>$T_{min} \leq -3\text{ °C}$ und<br>$T_{max} \geq +3\text{ °C}$ |
| Zeitraum                     | Anzahl Tage                       |                                    |                                    |                                                                                     |
| <b>Februar 1961 – 1990</b>   |                                   |                                    |                                    | <b>1,5</b>                                                                          |
| Abweichung 1991-2020         |                                   |                                    |                                    | +0,1                                                                                |
| Abweichung 2011-2020         |                                   |                                    |                                    | -0,2                                                                                |
| Abweichung Hitzejahre        |                                   |                                    |                                    | +0,1                                                                                |
| Maximale Abweichung          |                                   |                                    |                                    | +4,5                                                                                |
| <b>März 1961 – 1990</b>      |                                   |                                    |                                    | <b>2,1</b>                                                                          |
| Abweichung 1991-2020         |                                   |                                    |                                    | -0,5                                                                                |
| Abweichung 2011-2020         |                                   |                                    |                                    | -0,2                                                                                |
| Abweichung Hitzejahre        |                                   |                                    |                                    | -0,5                                                                                |
| Maximale Abweichung          |                                   |                                    |                                    | +6,9                                                                                |
| <b>April 1961 – 1990</b>     | <b>4,2</b>                        | <b>0,2</b>                         |                                    | <b>0,3</b>                                                                          |
| Abweichung 1991-2020         | -1,1                              | 0                                  |                                    | +0,2                                                                                |
| Abweichung 2011-2020         | -0,8                              | -0,2                               |                                    | -0,1                                                                                |
| Abweichung Hitzejahre        | -0,8                              | +0,4                               |                                    | +0,3                                                                                |
| Maximale Abweichung          | +6,8                              | +2,8                               |                                    | +3,7                                                                                |
| <b>Mai 1961 – 1990</b>       | <b>0,2</b>                        | <b>0</b>                           |                                    |                                                                                     |
| Abweichung 1991-2020         | -0,2                              | 0                                  |                                    |                                                                                     |
| Abweichung 2011-2020         | 0                                 | 0                                  |                                    |                                                                                     |
| Abweichung Hitzejahre        | +0,2                              | 0                                  |                                    |                                                                                     |
| Maximale Abweichung          | +1,8                              | 0                                  |                                    |                                                                                     |
| <b>September 1961 – 1990</b> |                                   |                                    | <b>1,0</b>                         |                                                                                     |
| Abweichung 1991-2020         |                                   |                                    | -0,1                               |                                                                                     |
| Abweichung 2011-2020         |                                   |                                    | -0,4                               |                                                                                     |
| Abweichung Hitzejahre        |                                   |                                    | +0,4                               |                                                                                     |
| Maximale Abweichung          |                                   |                                    | +4,0                               |                                                                                     |
| <b>Oktober 1961 – 1990</b>   |                                   |                                    | 0                                  |                                                                                     |
| Abweichung 1991-2020         |                                   |                                    | 0                                  |                                                                                     |
| Abweichung 2011-2020         |                                   |                                    | 0                                  |                                                                                     |
| Abweichung Hitzejahre        |                                   |                                    | 0                                  |                                                                                     |
| Maximale Abweichung          |                                   |                                    | 0                                  |                                                                                     |



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

## Pflanzenbau

### Kälte

#### Wärmeliebende Kulturen

Mit dem Anstieg der Tagesmitteltemperaturen werden zunehmend auch wärmeliebende Kulturen angebaut. Die frühen Entwicklungsstadien dieser Kulturen können bereits bei Temperaturen über dem Gefrierpunkt Schäden erleiden. Bei **Mais** und **Soja** ist im Frühjahr und Frühsommer mit Kälteschäden bei Minimumtemperaturen von **+10 °C** (Index **K10**) oder niedriger zu rechnen.

In der Referenzperiode 1961-1990 ist die Anzahl an Tagen mit Minimumtemperaturen von 10 °C oder niedriger mit 60,2 Tagen von April bis Juni hoch (*Tabelle 7*). Die Anzahl reduziert sich leicht in der Periode 1991-2020 (-3,8).

Bei den einzelnen Monaten ist die Abnahme an Kältetagen in der Periode 1991-2020 im April am geringsten. Größte Abnahmen finden sich in den *Hitzejahren* im Juni (-6,7). Maximale Zunahmen an Kältetagen in ein-

zelnen Jahren fanden im Mai (+7,9) und Juni (+7,3) statt.

Bei **Rispenhirse** mit einem Schwellenwert von **+13 °C** (Index **K13**) lässt sich ein ähnlicher Trend feststellen. Die absolute Anzahl an Kältetagen in der Periode 1961-1990 liegt hier in den Monaten April-Juni bei 80,2 und reduziert sich 1991-2020 um 2,8 Tage.

Geringe Abnahmen der Kältetage gelten auch für **Kichererbsen** mit dem Schwellenwert von **+15 °C** im Monat Juni (Index **K15**). In der Referenzperiode 1961-1990 betrug die Anzahl an Tagen, an denen der Schwellenwert erreicht oder unterschritten wurde, 26,3 Tage mit einer Abnahme von -0,8 Tagen in der Periode 1991-2020, und von -0,4 Tagen in der Dekade 2011-2020. Stärkere Abnahmen von -3,5 Tagen traten in den *Hitzejahren* auf.



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

## Pflanzenbau

### Kälte

**Tabelle 7:**

Klimaindizes für Kälteschäden an Mais und Soja (K10), an Rispenhirse (K13) und Kichererbsen (K15). Die Zeiträume beziehen sich auf die Referenzperiode 1961-1990, die Klimanormalperiode 1991-2020, die Dekade 2011-2020 und eine Auswahl extremer *Hitzejahre* (2003, 2007, 2018, 2019, 2020). Angegeben ist die Anzahl Tage, an denen der jeweilige Schwellenwert der Minimum-Temperatur (Tmin) in der Referenzperiode erreicht, über- oder unterschritten wird (fett) sowie die Abweichung davon in den weiter untersuchten Zeiträumen. Die maximale Abweichung bezieht sich auf Einzeljahre mit der höchsten Abweichung vom Referenzwert.

| Station Zeitz                 | Kälte                |                      |                      |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Klimaindex                    | K10<br>Tmin ≤ +10 °C | K13<br>Tmin ≤ +13 °C | K15<br>Tmin ≤ +15 °C |
| Zeitraum                      | Anzahl Tage          |                      |                      |
| <b>Apr 1961 – 1990</b>        | <b>28,4</b>          | <b>29,9</b>          |                      |
| Abweichung 1991-2020          | -0,7                 | -0,1                 |                      |
| Abweichung 2011-2020          | -1,0                 | -0,1                 |                      |
| Abweichung Hitzejahre         | -0,2                 | -0,1                 |                      |
| Maximale Abweichung           | +1,6                 | +0,1                 |                      |
| <b>Mai 1961 – 1990</b>        | <b>22,1</b>          | <b>29,0</b>          |                      |
| Abweichung 1991-2020          | -1,4                 | -0,5                 |                      |
| Abweichung 2011-2020          | -0,8                 | -0,7                 |                      |
| Abweichung Hitzejahre         | -1,5                 | -1,6                 |                      |
| Maximale Abweichung           | +7,9                 | +2,0                 |                      |
| <b>Juni 1961 – 1990</b>       | <b>9,7</b>           | <b>21,3</b>          | <b>26,3</b>          |
| Abweichung 1991-2020          | -1,8                 | -2,1                 | -0,8                 |
| Abweichung 2011-2020          | -2,9                 | -3,7                 | -0,4                 |
| Abweichung Hitzejahre         | -6,7                 | -9,1                 | -3,5                 |
| Maximale Abweichung           | +7,3                 | +6,7                 | +3,7                 |
| <b>April-Juni 1961 – 1990</b> | <b>60,2</b>          | <b>80,2</b>          |                      |
| Abweichung 1991-2020          | -3,8                 | -2,8                 |                      |
| Abweichung 2011-2020          | -4,7                 | -4,5                 |                      |
| Abweichung Hitzejahre         | -9,4                 | -10,8                |                      |



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeit

## Tierhaltung

### Hitze

#### Hitzestress von Nutztieren

Von den ansteigenden Temperaturen sind auch Nutztiere im Stall und auf der Weide betroffen. Werden keine Maßnahmen ergriffen, beeinträchtigt die Hitze Tierwohl, Gesundheit und Leistungsmerkmale der Tiere. Vor allem auf der Weide können Tiere der Hitze ungeschützt ausgesetzt sein. Der aus den Klimadaten berechnete Thermalindex (THI) zeigt mit zwei Schwellenwerten leichten bzw. starken Hitzestress an\*).

In der Referenzperiode 1961-1990 wird im Durchschnitt überwiegend leichter Hitze-

stress angezeigt. Dagegen nehmen in den jüngeren Zeiträumen auch die Tage mit starkem Hitzestress stetig zu (*Tabelle 8*).

Besonders zu beachten ist, dass die Daten von einer Standard-Wetterstation stammen, bei der die Temperatur in einer Wetterhütte gemessen wird. Für offene, unbeschattete Verhältnisse, wie sie auf der Weide vorkommen, können die Werte deutlich höher liegen. Vereinfacht lässt sich aussagen, dass mit starkem Hitzestress ab Sommertagen mit  $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$  gerechnet werden muss.

**Tabelle 8:** Anzahl Tage, an dem der Thermalindex (THI) den Schwellenwert für leichten Hitzestress (71) und starken Hitzestress (79) in der Referenzperiode 1961-1990 überschreitet sowie die Abweichung an Tagen in den jüngeren Zeiträumen.

| Station Zeit              | Thermalindex Nutztiere        |                              |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                           | THI<br>> 71 (leichter Stress) | THI<br>> 79 (starker Stress) |
| Zeitraum                  | Anzahl Tage                   |                              |
| <b>Apr-Sept 1961-1990</b> | <b>20,5</b>                   | <b>4,1</b>                   |
| Abweichung 1991-2020      | +8,4                          | +2,3                         |
| Abweichung 2011-2020      | +12,4                         | +4,2                         |
| Abweichung Hitzejahre     | +21,1                         | +8,1                         |
| Maximale Abweichung       | +31,5                         | +13,9                        |

\*) Für weitere Erklärungen zur Methode und Literatur siehe Methodenblatt.



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

## Folgerungen

### Pflanzenbau: Frühjahr und Wachstum

| Wirkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Maßnahmen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Verfrühung des nachhaltigen Wachstumsbeginns im Mittel um -8 Tage, -13 Tage in Hitzejahren, in einzelnen Jahren bis zu -31 Tage</li><li>• Große Unterschiede im Wachstumsbeginn einzelner Jahre, in der letzten Dekade bis zu 44 Tage</li><li>• Verspäteter Wachstumsbeginn in kalten Frühjahren weiterhin möglich</li><li>• Zweifache Verschlechterung von Wachstumsbedingungen durch Kombination von kaltem Frühjahr mit heißem Sommer</li><li>• Verstärkte Trockenheitseffekte aufgrund von steigendem Verdunstungsanspruch im Frühjahr</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Anpassung von Bewirtschaftungsterminen wie Saat, 1. Düngung, Weidegang, Schnitt</li><li>• Enge, wechselhafte Zeitfenster für die Saat von Sommerkulturen beachten</li><li>• Winterkulturen möglichst bevorzugen</li><li>• Bodendeckung gegen Austrocknung</li><li>• Reduzierte Bodenbearbeitung, Direktsaat, Strip-till</li><li>• Humusgehalt und -reproduktion fördern</li></ul> |

### Pflanzenbau: Hitze

| Wirkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Maßnahmen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Zunahme der Tage mit Gefahr von Trockenschäden und Verdorren von Keimlingen und Jungpflanzen, Verdopplung der Gefahrentage in Hitzejahren</li><li>• Verdopplung der Tage mit potenziellen Schäden während der Blühphase von Winterweizen, Verdreifachung des Schadenspotenzials in Hitzejahren</li><li>• Zunehmende Überschreitung von Schadensgrenzen bei Wintergerste und Winterraps</li><li>• Steigendes Schadenspotenzial mit Wachstumseinbußen während der Sommermonate bei Mais</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Frühblühende, robuste Sorten verwenden</li><li>• Risiko-/Wassermanagement anpassen</li></ul> <p>Mikroklima begünstigen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Beschattung von Jungpflanzen durch Begrünung oder Zweitfruchtarten</li><li>• Bewässerung von Jungpflanzen</li><li>• Kühlung in der Blühphase durch Sprühnebel</li><li>• Förderung der Luftzirkulation durch gegliederte Bestände und Agroforstsysteme</li></ul> |



# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeitz

## Folgerungen

### Pflanzenbau: Frost

| Wirkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Maßnahmen                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Allgemein Abnahme von Tagen mit Spätfrost um -27%, geringere Abnahme in Hitzejahren um -16%</li><li>• Mögliche Zunahme von Spätforstschäden durch verfrühte Pflanzenentwicklung</li><li>• Allgemein geringe Abnahme von Frühfrost, Zunahme in Hitzejahren</li><li>• Leichte Abnahme von Wechselfrost um bis zu -13%, in Hitzejahren um -8%</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Robuste Sorten verwenden</li><li>• Risikomanagement anpassen</li></ul> <p>Mikroklima begünstigen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gegliederte, mehrstufige Bestände</li><li>• Von Hecken gesäumte Bestände und Agroforstsysteme</li></ul> |

### Pflanzenbau: Kälte

| Wirkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                | Maßnahmen                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Weiterhin hohe Anzahl an Kältetagen mit leicht abnehmender Tendenz</li><li>• Mögliche Schäden und Wachstumseinbußen durch Kältetage bleiben bestehen</li><li>• Schadenspotenzial durch Kältetage in Hitzejahren am stärksten reduziert</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Einbezug wärmeliebender neuer Arten und Sorten weiter risikoreich</li><li>• Anbau in günstigen Lagen möglich</li></ul> |

### Tierhaltung: Hitze

| Wirkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Maßnahmen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Anzahl Tage mit leichtem Hitzestress 4-mal so hoch wie Tage mit starkem Hitzestress</li><li>• Ausgehend von sehr niedrigem Niveau, steilerer Anstieg der Tage mit starkem Hitzestress</li><li>• 1,5-fache Erhöhung bis Verdopplung (Hitzejahre) der Tage mit Gefahr von leichtem Hitzestress</li><li>• 1,5-fache bis 3-fache (Hitzejahre) Erhöhung der Tage mit Gefahr von starkem Hitzestress</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Angepasste Belüftung und Kühlung im Stall, Rückzugsmöglichkeiten in kühle Stallbereiche, beschattete Kälber-Iglus</li><li>• Saubere Boxen zum Niederlegen</li><li>• Schattenbereiche auf der Weide</li><li>• Ausreichende Tränken, Salzzufuhr</li><li>• Kühlen, feuchten Boden zum Niederlegen</li><li>• Weidegang einschränken</li><li>• Hechelverhalten (<a href="#">Panting Score</a>) beachten</li></ul> |





# Faktenblatt

## Klimaindizes für die Landwirtschaft

### Klimastation Zeit

#### Datengrundlage

Für die Berechnung der Klimaindizes wurden die Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zugrunde gelegt, abgerufen über das Regionale Klimainformationssystem ReKIS: <https://rekis.hydro.tu-dresden.de/rekis-expert/>

#### Weiterführende Informationen

Generell sollten die Bildungs- und Informationsangebote der regionalen Fachbehörden und landwirtschaftlichen Beratung in Anspruch genommen werden.

Verbundvorhaben KlimaKonform (2020-2026): <https://klimakonform.uw.tu-dresden.de>

KlimaKonform Story Maps, Bereich Landwirtschaft:

<https://experience.arcgis.com/experience/a73e28e0b3b14e01a794e33fe892e1e0/page/Hintergrund/>

Bundesinformationszentrum Landwirtschaft:

<https://www.praxis-agrar.de/klima-und-umwelt/klimawandel>

<https://www.landwirtschaft.de/diskussion-und-dialog/themenspecial-klima/wie-wirkt-sich-der-klimawandel-auf-die-landwirtschaft-aus>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2021): Ackerbaustrategie 2035

<https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau/ackerbaustrategie.html>

Fachinformationen des Verbands der Landwirtschaftskammern (LWK):

<http://www.landwirtschaftskammern.de/fachinfos/index.htm>

Pflanzenbau (2010, 2019): <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf>

Tierhaltung (2012): <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klima-tier.pdf>

Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft (DBV, DLG, drv, LWK, ZVG) 2018:

Ackerbaustrategie der deutschen Landwirtschaft

[https://www.bauernverband.de/fileadmin/user\\_upload/dbv/themendossiers/Ackerbau/Ackerbaustrategie\\_der\\_deutschen\\_Landwirtschaft\\_2018.pdf](https://www.bauernverband.de/fileadmin/user_upload/dbv/themendossiers/Ackerbau/Ackerbaustrategie_der_deutschen_Landwirtschaft_2018.pdf)

Fachverband Feldberegnung e.V.: <https://fachverband-feldberegnung.de/>

Reallabor Hof Tolle: <https://hof-tolle.de/klimastrategie/> und <https://neokultur.eu>

#### Kontakt

Dr. Barbara Köstner

Dr. Ivan Vorobevskii

TU Dresden, Professur für Meteorologie

E-Mail: [meteorologie@tu-dresden.de](mailto:meteorologie@tu-dresden.de)

Projekt KlimaKonform

<https://klimakonform.uw.tu-dresden.de/>

