



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

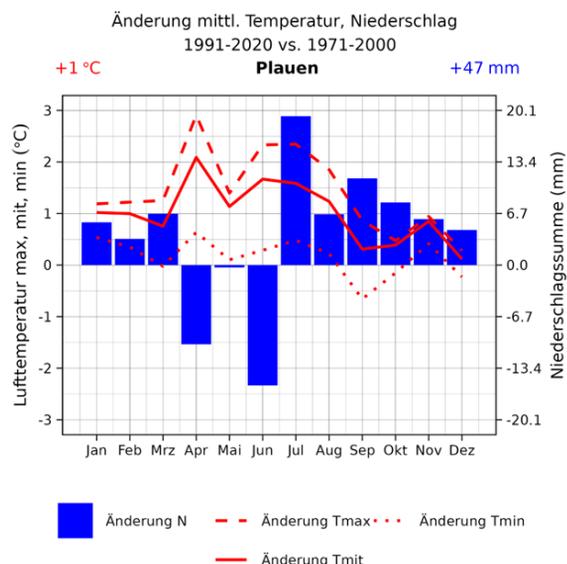
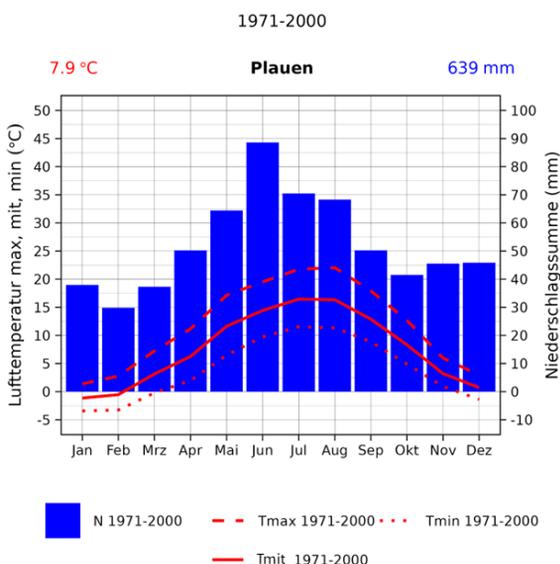


- ❖ Nachhaltiger Wachstumsbeginn in Einzeljahren um bis zu 27 Tage verfrüht
- ❖ Verspäteter Wachstumsbeginn um bis zu 11 Tage weiter möglich
- ❖ Zunahme von Spät-, Früh- und Wechsel-frosttagen in Hitzejahren
- ❖ Stärkste Abnahme der Gefahr von Kälte-schäden in Hitzejahren
- ❖ Steilerer Anstieg der Tage 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 Plauen wird ersichtlich, dass die Jahresmitteltemperatur um 1 °C gestiegen ist und die Jahresniederschläge um 47 mm zugenommen haben. Die Monatsmitteltemperaturen sind 1991-2020 im April um 2,0 °C, im Juni und Juli um 1,5 °C angestiegen, bei stärkerem Anstieg der Maximum- und geringer Änderung der Minimum-Temperaturen. Die mittleren Niederschläge haben im April und Juni abgenommen.





Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

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 9. April und hat sich in den folgenden Zeiträumen im Mittel um -10 Tage verfrüht (*Tabelle 1*). Die stärkste Verfrühung war 1998 mit -32 Tagen.

Für die *Hitzejahre* (siehe S. 4) lag die mittlere Verfrühung bei -15 Tagen. Innerhalb dieser Jahre gab es jedoch große Schwankungsbreiten von Verspätung (+3 Tage) im Jahr 2003, das ein kaltes Frühjahr aufwies, geringer Verfrühung im Jahr 2018 (-2 Tage) bis zu starker Verfrühung im Jahr 2007 (-31 Tage) und 2020 (-27 Tage). **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 inzwischen im Vergleich zum Mittel der Referenzperiode 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 Plauen	Gradtage für Graswachstum		
Klimaindex	G200	G200	GDD_1-5
Nachhaltiger Wachstumsbeginn im Frühjahr	Eintrittstermin	Verfrühung (-) Verspätung (+)	Temperatursumme 01.01.-31.05.
Zeitraum	Datum	Anzahl Tage	°C
1961-1990	09.04.		157
1991-2020	29.03.	-10	208
2011-2020	29.03.	-10	216
Hitzejahre	25.03.	-15	236
Frühester Beginn (2011-2020)	13.03.2020	-27	278
Spätester Beginn (2011-2020)	20.04.2013	+11	70
Max. Temperatursumme (1990)	13.03.1990	-27	326
Min. Temperatursumme (1996)	24.04.1996	+15	50

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



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

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 ($D_{max_{VP}}$) für die Einschränkung von

Transpiration und Photosynthese herangezogen*).

In allen Abschnitten der Vegetationsperiode (VP) steigt die Anzahl an Tagen, an denen dieser Schwellenwert überschritten wird (Tabelle 2). Der relative Anstieg im Vergleich zum Mittelwert 1961-1990 ist in der Vegetationsperiode I (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 höheren Verdunstungsanspruch der Luft begründet, der dem Boden mehr Wasser entzieht**

Tabelle 2: Anzahl Tage, an denen das tägliche, maximale Wasserdampfsättigungsdefizit der Luft (D_{max}) 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 Plauen	Relative Lufttrockenheit
Klimaindex	$D_{max_{VP}}$
Wasserdampfsättigungsdefizit der Luft	$D_{max} \geq 1,5 \text{ kPa}$
Zeitraum	Anzahl Tage
April-Juni 1961-1990 (VP I)	5,1
Abweichung 1991-2020	+3,5
Abweichung 2011-2020	+6,1
Abweichung Hitzejahre	+9,5
Maximale Abweichung	+14,9
Juli-Sept. 1961-1990 (VP II)	19,8
Abweichung 1991-2020	+8,1
Abweichung 2011-2020	+13,9
Abweichung Hitzejahre	+5,8
Maximale Abweichung	+23,2
April-Sept. 1961-1990 (VP)	24,9
Abweichung 1991-2020	+11,6
Abweichung 2011-2020	+20,0
Abweichung Hitzejahre	+15,3

*) Für weitere Erklärungen und Literatur siehe Methodenblatt.



Faktenblatt

Klimaindizes für die Landwirtschaft

Klimastation Plauen

Pflanzenbau

Hitze

Verdorrungsrisiko von Jungpflanzen

Das Risiko der Verdorrung von Jungpflanzen auf dem Acker nimmt zu, wenn die **maximalen Lufttemperaturen (Tmax) 25 °C** erreichen oder übersteigen^{*)}. Den 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 1,7 Tagen erreicht bzw. überschritten wurde. Der Wert hat sich in der Klimaperiode 1991-2020 um 2,6 Tage erhöht und in den *Hitzejahren*^{**)} mit +6 Tagen mehr als verdreifacht (*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 +10 Tage im Vergleich zum Referenzwert von durchschnittlich 1,5 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 verdreifacht, in *Hitzejahren* versechsfacht.

Bei Wintergerste wird der höhere Schwellenwert Tmax von **31 °C** (Index **H31**) bisher nur im Juni leicht überschritten.

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**). Abgesehen von Einzeljahren im Mai, wird dieser Schwellenwert im Juni teils überschritten. Die Abweichung von *Hitzejahren* im Juni im Vergleich zum Referenzwert beträgt +1,5 Tage.

Mais

Bei der Sommerkultur Mais werden Tmax-Werte ab **34 °C** in den Sommermonaten Juni bis August relevant (Index **H34**). Während diese in der Referenzperiode 1961-1990 praktisch nicht vorkamen, wird der Schwellenwert inzwischen von Juni an zunehmend überschritten. Die Abweichung vom Referenzwert in Hitzejahren beträgt im Juli/August 1,0/1,2 Tage, die maximalen Abweichungen in Einzeljahren betragen +5 Tage im Juli bzw. +6 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 Plauen

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 (s. Methodenblatt).

Station Plauen	Hitze in der Wachstumszeit				
	H25 Tmax ≥ 25 °C	H27 Tmax ≥ 27 °C	H29 Tmax ≥ 29 °C	H31 Tmax ≥ 31 °C	H34 Tmax ≥ 34 °C
Zeitraum	Anzahl Tage				
März bis Mai 1961-1990	1,7				
Abweichung 1991-2020	+2,6				
Abweichung 2011-2020	+3,1				
Abweichung Hitzejahre	+6,0				
April bis Juni 1961-1990		0,6	0,1	0	
Abweichung 1991-2020		+1,3	+0,4	+0,3	
Abweichung 2011-2020		+1,6	+0,7	+0,5	
Abweichung Hitzejahre		+2,8	+1,5	+0,5	
Juni bis August 1961-1990					+0,2
Abweichung 1991-2020					+1,1
Abweichung 2011-2020					+2,4
Abweichung Hitzejahre					+2,8



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

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 Plauen	Hitze in der Wachstumszeit				
Klimaindex	H25 Tmax ≥ 25 °C	H27 Tmax ≥ 27 °C	H29 Tmax ≥ 29 °C	H31 Tmax ≥ 31 °C	H34 Tmax ≥ 34 °C
Zeitraum	Anzahl Tage				
März 1961-1990	0				
Abweichung 1991-2020	0				
Abweichung 2011-2020	0				
Abweichung Hitzejahre	0				
Maximale Abweichung	0				
April 1961-1990	0,2	0	0	0	
Abweichung 1991-2020	+0,3	0	0	0	
Abweichung 2011-2020	+0,5	0	0	0	
Abweichung Hitzejahre	+1,5	0	0	0	
Maximale Abweichung	+4,0	0	0	0	
Mai 1961-1990	1,5	0,1	0,1	0	
Abweichung 1991-2020	+2,3	0	-0,1	0	
Abweichung 2011-2020	+2,6	+0,2	0	0	
Abweichung Hitzejahre	+4,5	+0,2	0	0	
Maximale Abweichung	+10,0	2,0	+1,0	0	
Juni 1961-1990		0,4	0,1	0	0
Abweichung 1991-2020		+1,4	+0,4	+0,3	+0,2
Abweichung 2011-2020		+1,5	+0,6	+0,5	+0,4
Abweichung Hitzejahre		+2,5	+1,5	+0,5	+0,5
Maximale Abweichung		6,0	+3,0	+3,0	+2,0
Juli 1961-1990					+0,2
Abweichung 1991-2020					+0,3
Abweichung 2011-2020					+0,7
Abweichung Heiße Jahre					+1,0
Maximale Abweichung					+5,0
August 1961-1990					0
Abweichung 1991-2020					+0,6
Abweichung 2011-2020					+1,3
Abweichung Heiße Jahre					+1,2
Maximale Abweichung					+6,0



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

Pflanzenbau

Frost

Frostschäden

Mit Frostschäden ist generell zu rechnen, wenn die Minimumtemperaturen (T_{min}) den Schwellenwert von **0 °C** erreichen oder unterschreiten (Index **F0**)^{*}). 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 Plauen im Mittel noch 9,5 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 kaum verändert und betrug -0,2 Tage.

In den untersuchten Hitzejahren hat die Anzahl an Frosttagen im Frühjahr sogar zugenommen (+2,9 Tage), so dass durchschnittlich 12,4 Frosttage auftraten.

Die Anzahl an Frosttagen liegt im April erwartungsgemäß höher als im Mai (*Tabelle 6*). **Bemerkenswert ist jedoch, dass die Anzahl an Frosttagen im Mai im Vergleich zu 1961-1990 unverändert ist und in der Dekade 2011-2020 sowie in den Hitzejahren 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 im Durchschnitt an 1,2 Tagen der Fall.

Die Anzahl verringerte sich geringfügig im April, nahm in den Hitzejahren um 0,6 Tage zu und zeigte keine Änderung im Mai.

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 3,5 Tagen der Fall. Im Zeitraum 1991-2020 hat die Anzahl an Frühfrostage geringfügig abgenommen. Auffallend ist wiederum die deutliche Zunahme von 8,5 Tagen in den *Hitzejahren*.

Die Anzahl an Frühfrostage war in der Periode 1961-1990 im September höher (3,3) als im Oktober (0,2). Ebenso sind die Abweichungen in den späteren Zeiträumen im September stärker ausgeprägt als im Oktober.

Wechselfrost

Das Schadenspotenzial durch Wechselfrost (Index **WF**) hat sich in den letzten Dekaden erhöht. Im Vergleichszeitraum 1961-1990 trat Wechselfrost von Februar bis April durchschnittlich an 6,2 Tagen auf. Die höchste Zunahme an Wechselfrostage trat in der Dekade 2011-2020 auf (+3,7 Tage). In den *Hitzejahren* betrug die Zunahme +2,0 Tage.

Bei den einzelnen Monaten war die Anzahl der Wechselfrostage 1961-1990 im Februar (2,0) und März (2,6) höher als im April (1,6). **Der mittlere Anstieg geht auf Februar und März zurück, während maximale Zunahmen von +8,0 bis +10,4 Tagen in allen drei Monaten auftraten.**



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

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 Plauen	Frost und Wechselfrost			
Klimaindex	F0 Tmin ≤ 0 °C	F-4 Tmin ≤ -4 °C	F-2 Tmin ≤ -2 °C	Wechselfrost (WF) Tmin ≤ -3 °C und Tmax ≥ +3 °C
Zeitraum	Anzahl Tage			
Feb – Apr 1961 – 1990				6,2
Abweichung 1991-2020				+1,7
Abweichung 2011-2020				+3,7
Abweichung Hitzejahre				+2,0
Apr - Mai 1961 – 1990	9,5	1,2		
Abweichung 1991-2020	-0,7	-0,3		
Abweichung 2011-2020	-0,2	-0,3		
Abweichung Hitzejahre	+2,9	+0,6		
Sept. - Okt. 1961 – 1990			3,5	
Abweichung 1991-2020			-0,2	
Abweichung 2011-2020			-0,2	
Abweichung Hitzejahre			+8,5	

*) Für weitere Erklärungen und Literatur siehe Methodenblatt.



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

Tabelle 6:

Klimaindizes für allgemeinen Spätfrost (F0), Frostschäden 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 Plauen Klimaindex	Frost und Wechselfrost			
	F0 Tmin ≤ -0 °C	F-4 Tmin ≤ -4 °C	F-2 Tmin ≤ -2 °C	Wechselfrost (WF) Tmin ≤ -3 °C und Tmax ≥ +3 °C
Zeitraum	Anzahl Tage			
Februar 1961 – 1990				2,0
Abweichung 1991-2020				+0,7
Abweichung 2011-2020				+1,5
Abweichung Hitzejahre				+0,4
Maximale Abweichung				+8,0
März 1961 – 1990				2,6
Abweichung 1991-2020				+1,1
Abweichung 2011-2020				+2,2
Abweichung Hitzejahre				+1,2
Maximale Abweichung				+10,4
April 1961 – 1990	8,3	1,2		1,6
Abweichung 1991-2020	-0,7	-0,3		-0,2
Abweichung 2011-2020	-1,0	-0,3		0
Abweichung Hitzejahre	+1,3	+0,6		+0,4
Maximale Abweichung	+8,7	+2,8		+8,4
Mai 1961 – 1990	1,2	0		
Abweichung 1991-2020	0	0		
Abweichung 2011-2020	+0,8	0		
Abweichung Hitzejahre	+1,6	0		
Maximale Abweichung	+5,8	0		
September 1961 – 1990			3,3	
Abweichung 1991-2020			-0,1	
Abweichung 2011-2020			-0,2	
Abweichung Hitzejahre			+1,7	
Maximale Abweichung			+7,7	
Oktober 1961 – 1990			0,2	
Abweichung 1991-2020			-0,1	
Abweichung 2011-2020			0	
Abweichung Hitzejahre			-0,2	
Maximale Abweichung			+0,8	



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

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 von April bis Juni die Anzahl an Tagen mit Minimumtemperaturen von 10 °C oder niedriger mit 71,6 Tagen hoch (*Tabelle 7*). Die Anzahl reduziert sich in der Periode 1991-2020 nur geringfügig (-0,5), am deutlichsten im Juni der *Hitzejahre* (-7,5).

Bei den einzelnen Monaten fallen besonders die maximalen positiven Abweichungen, also **Zunahmen der Kältetage**, in den Monaten Mai und Juni auf.

Bei **Rispenhirse** mit einem Schwellenwert von **+13 °C** (Index **K13**) lässt sich ein ähnlicher Trend feststellen. Die absolute Anzahl an Kältetagen der Periode 1961-1990 liegt hier in den Monaten April-Juni bei 85,7 Tagen.

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, 28,9 Tage mit einer Abnahme von -0,6 Tagen in der Periode 1991-2020. Geringe Abnahmen von -0,5 Tagen finden sich auch in der Dekade 2011-2020 sowie von -0,7 Tagen in den *Hitzejahren*.



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

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 weiteren untersuchten Zeiträumen. Die maximale Abweichung bezieht sich auf Einzeljahre mit der höchsten Abweichung vom Referenzwert.

Station Plauen Klimaindex	Kälte		
	K10 Tmin ≤ +10 °C	K13 Tmin ≤ +13 °C	K15 Tmin ≤ +15 °C
Zeitraum	Anzahl Tage		
Apr 1961 – 1990	29,7	30,0	
Abweichung 1991-2020	-0,2	-0,2	
Abweichung 2011-2020	0	-0,1	
Abweichung Hitzejahre	+0,3	0	
Maximale Abweichung	+0,3	0	
Mai 1961 – 1990	26,0	30,3	
Abweichung 1991-2020	-0,1	-0,7	
Abweichung 2011-2020	+0,7	-0,4	
Abweichung Hitzejahre	-1,2	-1,1	
Maximale Abweichung	+5,0	+0,7	
Juni 1961 – 1990	15,7	25,4	28,9
Abweichung 1991-2020	-0,2	-0,9	-0,6
Abweichung 2011-2020	-1,5	-1,2	-0,5
Abweichung Hitzejahre	-7,5	-3,6	-0,7
Maximale Abweichung	+7,3	+4,6	+1,1
April-Juni 1961 – 1990	71,6	85,7	
Abweichung 1991-2020	-0,5	-1,8	
Abweichung 2011-2020	-0,8	-1,7	
Abweichung Hitzejahre	-8,4	-4,7	



Faktenblatt

Klimaindizes für die Landwirtschaft

Klimastation Plauen

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 Plauen	Thermalindex Nutztiere	
	THI > 71 (leichter Stress)	THI > 79 (starker Stress)
Klimaindex		
Zeitraum	Anzahl Tage	
Apr-Sept 1961-1990	8,7	0,9
Abweichung 1991-2020	+8,1	+2,6
Abweichung 2011-2020	+13,5	+4,3
Abweichung Hitzejahre	+23,5	+5,8
Maximale Abweichung	+35,0	+14,0

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



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

Folgerungen

Pflanzenbau: Frühjahr und Wachstum

Wirkungen	Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none">• Verfrühung des nachhaltigen Wachstumsbeginns im Mittel um 10 Tage, in einzelnen Jahren um bis zu -32 Tage• Große Unterschiede im Wachstumsbeginn einzelner Jahre, in der letzten Dekade bis zu 38 Tage• Verspäteter Wachstumsbeginn in kalten Frühjahren weiterhin möglich• Zweifache Verschlechterung von Wachstumsbedingungen durch Kombination von kaltem Frühjahr mit heißem Sommer• Verstärkte Trockenheitseffekte aufgrund von steigendem Verdunstungsanspruch im Frühjahr	<ul style="list-style-type: none">• Anpassung von Bewirtschaftungsterminen wie Saat, 1. Düngung, Weidegang, Schnitt• Enge, wechselhafte Zeitfenster für die Saat von Sommerkulturen beachten• Winterkulturen möglichst bevorzugen• Bodendeckung gegen Austrocknung• Reduzierte Bodenbearbeitung, Direktsaat, Strip-till• Humusgehalt und -reproduktion fördern

Pflanzenbau: Hitze

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



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

Folgerungen

Pflanzenbau: Frost

Wirkungen	Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none">• Allgemein geringe Abnahme von Tagen mit Spätfrost um -8%, Zunahme in Hitzejahren um +30%!• Mögliche Zunahme von Spätforstschäden durch verfrühte Pflanzenentwicklung• Allgemein geringe Abnahme von Frühfrost, deutliche Zunahme in Hitzejahren• Anstieg von Tagen mit Wechselfrost bis um das 1,6-fache, in Hitzejahren um das 1,3-fache	<ul style="list-style-type: none">• Robuste Sorten verwenden• Risikomanagement anpassen Mikroklima begünstigen: <ul style="list-style-type: none">• Gegliederte, mehrstufige Bestände• Von Hecken gesäumte Bestände und Agroforstsysteme

Pflanzenbau: Kälte

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

Tierhaltung: Hitze

Wirkungen	Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none">• Anzahl Tage mit leichtem Hitzestress 3-mal so hoch wie Tage mit starkem Hitzestress• Ausgehend von sehr niedrigem Niveau, steilerer Anstieg der Tage mit starkem Hitzestress• 2-fache bis 3-fache (Hitzejahre) Anzahl Tage mit Gefahr von leichtem Hitzestress• 5-fache bis 6-fache (Hitzejahre) Anzahl Tage mit Gefahr von starkem Hitzestress	<ul style="list-style-type: none">• Angepasste Belüftung und Kühlung im Stall, Rückzugsmöglichkeiten in kühle Stallbereiche, beschattete Kälber-Iglus• Saubere Boxen zum Niederlegen• Schattenbereiche auf der Weide• Ausreichende Tränken, Salzzufuhr• Kühlen, feuchten Boden zum Niederlegen• Weidegang einschränken• Hechelverhalten (Panting Score) beachten



Faktenblatt Klimaindizes für die Landwirtschaft Klimastation Plauen

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

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

Projekt KlimaKonform

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

