

# Taifun Sojainfo

Fachinformationen für Sojaerzeuger und -verarbeiter

Landwirtschaftliches Zentrum  
für Sojaanbau und Entwicklung



## Crop-Heat-Unit-System bei Sojabohnen

Bei Sojabohnen gibt es eine Vielzahl an verschiedenen Sorten, die in unterschiedliche Reifegruppen eingeteilt werden können. Diese sollen es dem Landwirt erleichtern, die für seinen Standort passende Sorte zu finden. Das CHU-System wurde vor über 30 Jahren für den Maisanbau entwickelt und bildet in den USA und Kanada auch die Reifegruppen für Soja ab. Ähnliche der Gradtage, die hier in Deutschland oft angewandt werden, werden hier die sogenannten Crop Heat Units in der frostfreien Vegetationsperiode für jede Gegend berechnet und für die entsprechenden Sorten angegeben.

### Berechnung der CHU (Brown, 1993)

Die Entwicklungsrate bei Pflanzen wird vor allem durch die Temperatur beeinflusst. Kühle Temperaturen verlangsamen das Wachstum und warme Temperaturen können es beschleunigen. Natürlich haben auch andere Umweltfaktoren wie die Photoperiode, Bodenfruchtbarkeit und Wasserverfügbarkeit einen Einfluss. Die Lufttemperaturen werden normalerweise als Tagesminimum und

–maximum gemessen. Mit diesen Werten können die täglichen CHUs berechnet werden. Für die Tagestemperaturen werden 10 °C als Basistemperatur angenommen sowie 30 °C als Optimum, da wärmeliebende Kulturen sich unter 10 °C nicht weiterentwickeln und bei 30 °C das Wachstum am schnellsten voran geht (wenn genug Wasser vorhanden ist). Für die Nachttemperaturen werden 4,4 °C als Basistemperatur verwendet, ein Optimum gibt es hier nicht. Die täglichen CHUs können berechnet werden, in dem der Mittelwert aus den Ergebnissen dieser Formeln für Maximum-(Tag-) und Minimum- (Nacht-) Temperaturen genommen wird:

$$CHU_{\min} = 9/5 (T_{\min} - 4,4)$$

$$CHU_{\max} = 3,33 (T_{\max} - 10,0) - 0,084 (T_{\max} - 10,0)^2$$

Außerdem gibt es für Nordamerika gültige Tabellen, in denen die Werte direkt abgelesen werden können.

## Geographische Darstellung

Die akkumulierten CHUs werden für Nordamerika oft auch grafisch dargestellt (z. B. Ontario in Kanada, Abb. 1). Diese Abbildungen zeigen die Durchschnitts-CHU vom frühesten Saatzeitpunkt bis zum einer „normalen“ Ernte. Dabei werden die täglichen Mittelwerte der Tag- und Nacht-Temperaturen für jedes Jahr von 1961-1990 zusammengerechnet.



Abbildung 1: Darstellung der CHUs für Ontario für die Jahre 1971-2000 mit Saatzeitpunkt 1. Mai. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2016.

Im Vergleich dazu gibt es auch Darstellungen der Wachstumsgradtage wie in Abb. 2.

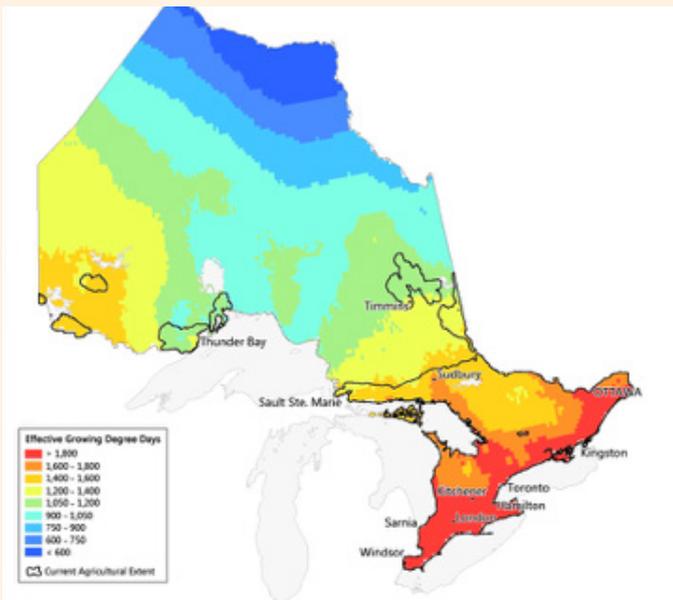


Abbildung 2: Darstellung der Wachstumsgradtage in Ontario von 1971-2000. Agriculture and Agri-Food Canada, 2014.

## Berechnung Wachstumsgradtage (WGT)

In Deutschland werden in der Agrarmeteorologie häufig auch Wachstumsgradtage berechnet, um verschiedene Standorte zu vergleichen, Dünge- oder Pestizidapplikation zu planen, Hitzestress zu schätzen oder bestimmte phänologische Ereignisse wie die Blüte oder die Reife vorherzusagen. Die Grundlage hierfür ist die Annahme, dass die Entwicklung ohne extreme Ereignisse wie Trockenheit oder Krankheiten schrittweise in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur abläuft und erst ab einer bestimmten Basistemperatur beginnt. Diese Basistemperatur wurde experimentell festgelegt und variiert für verschiedene Kulturarten (Tab. 1).

Tabelle 1: Basistemperatur zur Berechnung der WGT für einige Kulturarten

Kultur	Basistemperatur
Weizen, Gerste, Roggen, Hafer	5 °C
Sonnenblume, Kartoffel	8 °C
Sojabohne, Mais, Reis	10 °C

Zur Berechnung der WGT benötigt man die Tages-Durchschnittstemperatur. Diese wird errechnet, indem die Tagesminimum- und Tagesmaximumtemperatur addiert und durch zwei geteilt werden. Die Durchschnittstemperatur wird dann um die Basistemperatur ( $T_z$ ) korrigiert, die abgezogen wird (s.u.). Die so errechneten täglichen Wachstumsgradzahlen werden von Beginn der Vegetation an addiert. Jede Temperatur, die die Basistemperatur unterschreitet, wird vor Berechnung des Durchschnitts auf die Basistemperatur geändert. Häufig werden auch Temperaturen über 30 °C bei 30°C gekappt, da die meisten Pflanzen ab dieser Temperatur nicht mehr schneller wachsen.

$$WGT = (T_{\min} + T_{\max})/2 - T_z$$

Eine graphische Darstellung der Gradtage für Ontario, Kanada, findet sich in Abbildung 2.

Das Northdakota Agricultural Weather Network bietet ein Online-Tool an, mit dem für eine bestimmte Reifegruppe und das Pflanzdatum an Hand der WGT eine Wachstumskurve erstellt wird und z.B. die Reife vorhergesagt werden kann: <https://ndawn.ndsu.nodak.edu/soybean-growing-degree-days.html>

## Einteilung der Reifegruppen

In den USA sind die Sorten in 13 Reifegruppen (Maturity Group) eingeteilt, von 000 bis X. Diese Haupt-Gruppen sind wiederum in 10 relative Reifegruppen (Relative Maturity) unterteilt. So ist beispielsweise eine Sojabohnensorte mit der Reifeangabe 1.4 in die 4. Untergruppe der Reifegruppe I eingeteilt. Um diese Einteilung auch praktisch direkt anwenden zu können, gibt es in den USA eine einfache Eselsbrücke: Jede Unterteilung der RM steht für einen bestimmten Tag im September, an dem diese Sojasorte am 42. Grad nördlicher Breite reif wird. Eine Sorte der Reife 1.4 sollte somit in einem normalen Jahr am 14. September reif sein; eine Sorte der Reife 2.1 wäre erst am 21. September im R7-Stadium, etc. (iGrow, 2015).

Die CHU-Summen für jede Reifegruppe finden sich in Tabelle 1. Einen Vergleich mit den FAO-Zahlen für Mais und den Reifegruppen der Sojabohnen zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: CHU-Gruppen und Reifeinteilung in Nordamerika (gosoy.ca)

Ontario CHU	US Maturity Group
<2400	000
2400-2550	00
2550-2800	0
2800-3000	I
3000-3300	II
>3300	III

Tabelle 3: Vergleich von Reifegruppen mit FAO-Zahlen im Mais und CHUs (Berschneider, 2016).

MG in den USA	Vergleich mit FAO-Zahl im Maisanbau	CHU
000.0	210 – 230	2075
000.5	240 – 250	2200
00.5	260 – 300	2425
0.5	> 300	2675
1.5	> 350	2925

In Europa werden die Sorten auch in Reifegruppen von 000 (z. B. Merlin, Sultana) bis II (z. B. Ecuror, Santana) eingeteilt. Die Reifegruppen entsprechen meistens im Vergleich zu den in Nordamerika verwendeten Gruppen einer Reifegruppe früher. So ist bspw. die Sorte Primus hier in Europa als 00 eingestuft, in ihrem Ursprungsland Kanada wird sie in Reifegruppe 0 geführt. Diese „Verschiebung“ um eine Reifegruppe liegt vermutlich vor allem am kontinentaleren Klima in den kanadischen Regionen des Sojaanbaus.

Im Rahmen einer Masterarbeit an der Universität Hohenheim wurde versucht, die verschiedenen Systeme der Reifeinteilung in Amerika und Europa zusammen zu

fassen und zu vergleichen (Berschneider, 2016), da auch innerhalb Europas kein einheitliches Klassifizierungssystem besteht.

So gibt es in Österreich bspw. zusätzlich zu den Reifegruppen noch die Feinabstufungen 1 (sehr früh) bis 9 (sehr spät). Die Stufen 1 - 4 werden den Reifegruppen 0000 und 000 zugeordnet, Stufen 5 – 7 zu Reifegruppe 00 und Stufe 8 zu Reifegruppe 0. Oben genannte Sorte Primus wäre hier in Reifegruppe 00 mit Ausprägungsstufe 5. In derselben Reifegruppe finden sich z.B. auch die Sorte ES Mentor, die Ausprägungsstufe 7 erhält. Bei den sehr frühreifen Sorten erhält die Sorte Tiguan die Stufe 1 und ist somit innerhalb der sehr frühreifen Sorten die früheste. Die Sorte SY Livius wäre z. B. mit Stufe 4 in dieser Reifegruppe eine der eher späten Sorten.

So bleiben Sorten, die in einem Land in eine bestimmte Reifegruppe eingeteilt sind, nicht unbedingt in derselben Reifegruppe in anderen Ländern. Im Rahmen der o.g. Masterarbeit wurde eine Tabelle erstellt, in der die verschiedenen Reifegruppen-Systeme in Europa zusammengefasst dargestellt sind und die Schwierigkeit bei der Vergleichbarkeit deutlich wird.

Daher empfiehlt sich auch bei innereuropäischen Vergleichen im Idealfall immer der Vergleich mit einer bekannten Referenzsorte, deren Reife gut eingeschätzt werden kann. Auf Grund dieser uneinheitlichen Eingruppierungen kann es auch oft helfen, die CHUs anzuschauen und mit bekannten Sorten zu vergleichen, sofern sie angegeben sind.

## Anbaueignung von Sojabohnen in Deutschland

Eine aktuelle Studie von Roßberg und Recknagel (2017) berechnet auf der Grundlage verschiedener Einflussfaktoren wie Temperatur, Niederschlag, Bodenqualität und Globalstrahlung die Anbaueignung von Sojabohnen in Deutschland. Da die Globalstrahlung vor allem während der generativen Entwicklung der Sojabohne einen Einfluss hat, wurde sie in das Modell mit einbezogen. Dabei wird die wie oben angegeben errechnete CHU-Summe mit der Globalstrahlung modifiziert, um eine bessere Zuordnung zu erhalten. Im Zeitraum vom 1.6. bis 30.09. wurden die Mittelwerte der Globalstrahlung summiert und die Werte anschließend in 7 Klassen eingeteilt. Für jede der Klassen wird dann ein Zu- oder Abschlag auf die CHU-Summe gerechnet. In Kombination mit den anderen Faktoren wurde so eine Karte mit 1 km x 1 km großen

Rasterzellen erstellt, die für jede Zelle die Anbaueignung für Soja in Deutschland anzeigt. [Hier](#) kann mit Hilfe einer interaktiven Karte für jeden Standort genau die Sojabohnen-Anbaueignung überprüft werden.

## Quellen

J. Berschneider, 2016. Chances and Limitations of European Soybean Production: Market Potential Analysis. Universität Hohenheim.

D.M. Brown, 1993. Crop Heat Units for Corn and Other Warm Season Crops in Ontario. Ontario, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

gosoy, 2016. Soybean Maturity Group Conversions. [www.gosoy.ca](http://www.gosoy.ca)

iGrow, 2015. Soybean Physiology: Relative Maturity Explained. <http://igrow.org/agronomy/soybeans/soybean-physiology-relative-maturity-explained/>

D. Roßberg und J. Recknagel, 2017. Untersuchungen zur Anbaueignung von Sojabohnen in Deutschland. Journal für Kulturpflanzen, 69 (4), 137-145.

---

Weitere Taifun Sojainfos und umfassende Informationen zu allen Themen des Sojaanbaus finden Sie auf: [www.sojafoerderring.de](http://www.sojafoerderring.de)

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Impressum

Autor: Kristina Bachteler | Redaktionelle Mitarbeit: Martin Miersch

Herausgeber: Taifun-Tofu GmbH

Bebelstraße 8 | 79108 Freiburg | Tel. 0761 152 10 13 | [soja@taifun-tofu.de](mailto:soja@taifun-tofu.de)