

Einfluss von Trockenstress auf die Bestandestemperatur und den Ertrag bei Weizen (*Triticum aestivum*)

Effects of drought stress on canopy temperature and grain yield of wheat (*Triticum aestivum*)

Regina Friedlhuber¹, Urs Schmidhalter² und Lorenz Hartl^{1*}

Abstract

Closure of stomata is one response of plants to drought stress. This avoids transpiration loss, but increases canopy temperature through the minimized cooling effect of transpiration. Tolerant genotypes with a better water uptake under drought conditions show a lower increase of temperature than susceptible genotypes. With the help of an infrared camera it could be shown that under drought stress canopy temperature clearly increased. A correlation between canopy temperature and grain yield was found in field trials consisting of 7 - 10 m² plots of winter wheat population Chevalier x Impression. Within the small plot trial in the rain out shelter the test accuracy was probably too low. In the next year further trials and measurements will be carried out.

Keywords

Canopy temperature, drought stress, infrared camera, rain out shelter, *Triticum aestivum*



Abbildung 1: Rain out shelter in Freising

Figure 1: Rain out shelter in Freising

Einleitung

Aufgrund der globalen Erwärmung ist laut Bundesumweltamt die Durchschnittstemperatur im letzten Jahrhundert um 0,74°C angestiegen. Klimaforscher prognostizieren auch in Deutschland milde, feuchte Winter und trockene, heiße Sommer. Um die Erträge in der Landwirtschaft stabil zu halten, ist es notwendig bestehende Sorten an die veränderten Umweltbedingungen anzupassen.

Unter Trockenstress schließen die Pflanzen ihre Stomata, um Transpirationsverluste zu vermeiden. Durch die verminderte Transpirationskühlung steigt die Temperatur auf der Blattoberfläche an. In dieser Arbeit soll mittels einer Wärmebildkamera (JONES und LEINONEN 2003) die Auswirkung von Trockenstress auf die Bestandestemperatur und den Ertrag bei Weizen untersucht werden.

Material und Methoden

In einem Rollgewächshaus (rain out shelter, Abbildung 1) wurden 10 Winterweizen-Sorten (1,1 m²/Parzelle) in drei-

facher Wiederholung angebaut. Die 10 Sorten wurden unter Stress- und unter kontrolliert bewässerten (Gießwagen) Bedingungen geprüft. Ab Beginn der Hauptwachstumsphase wurde der Regen von den Versuchspflanzen abgehalten, um Trockenstress zu simulieren. Die Trockenstressvariante wurde mit 10 bis 30 mm/m² an drei Düngungsterminen bewässert. Somit lag die Beregnungsmenge in der Stressvariante bei 115 mm/m² und in der Kontrolle bei 255 mm/m², gerechnet vom 01.01.2010 bis zur Ernte, die Ende Juli stattfand. Mittels Tensiometern wurde die Wasserversorgung des Bodens ständig überwacht. Bei der Bodenart handelt es sich um schluffigen Lehm bzw. mittelschluffigen Ton in den tieferen Schichten, mit einer nutzbaren Feldkapazität von 122 mm bis 60 cm Bodentiefe.

Eine Prüfung unter natürlichen Bedingungen fand sowohl im eher feuchteren Roggenstein (975 mm/Jahr), als auch in Triesdorf (625 mm/Jahr) und am Baumannshof (748 mm/Jahr) statt (Parzellengrößen zwischen 7,5 und 10 m²). Die beiden letzteren Standorte haben einen sandigen Boden;

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, IPZ 2c, Am Gereuth 6, D-85354 FREISING

² Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Technische Universität München, Emil-Ramann-Straße 2, D-85350 FREISING

* Ansprechpartner: Dr. Lorenz HARTL, lorenz.hartl@lfl.bayern.de

Trockenstress gab es hier erst in der Kornfüllungsphase. Neben dem Sortenversuch fand auch eine Prüfung der Doppelhaploiden-Population Chevalier x Impression (152 Linien, 2 Wiederholungen) an diesen Standorten statt.

Um den Stress der Pflanzen zu charakterisieren, wurde die Bestandestemperatur mit einer hochauflösenden Wärmebildkamera gemessen. Bei den Stress-Bildern im Rollgewächshaus wurde jede Pflanzenreihe markiert, um den durchscheinenden Boden nicht in den Temperaturmittelwert mit einzubeziehen. Die Schwierigkeit beim Messen mit der Wärmebildkamera bestand darin den optimalen Messzeitpunkt zu finden, da die Bestandestemperatur sich im Tagesverlauf ändert. Desweiteren war die Messung nur bei wolkenfreiem Himmel möglich, da ansonsten die Temperaturen extrem schwanken. Nach der Ernte wurden Ertrag und Strohertrag ermittelt.

Ergebnisse

Im *rain out shelter* war bereits im April der Boden bis 40 cm Tiefe trocken, während in 60 und 90 cm Tiefe die Austrocknung ihren Höhepunkt zum Ährenschieben erreichte (Abbildung 2). Ab 500 hPa ist mit Trockenstress zu rechnen. Die Aufnahmen der Wärmebildkamera sind in Abbildung 3 anhand der Sorte Kerubino dargestellt. Es konnte gezeigt werden, dass unter sonst identischen Bedingungen, die gestressten Pflanzen eine um ca. 3°C höhere Bestandestemperatur als die kontrolliert bewässerten Pflanzen aufwiesen. Die Temperaturunterschiede zwischen Stress und Kontrolle waren bis auf zwei Sorten signifikant (Abbildung 4). Die Ertragsunterschiede zwischen den Behandlungen waren ebenfalls signifikant.

Eine Korrelation zwischen Bestandestemperatur und Kornertrag war weder im *rain out shelter* noch an den Außenstandorten möglich. Korrelationen gab es dagegen zwischen Bestandestemperatur und Strohertrag, sowie zwischen Strohertrag und Kornertrag (Abbildung 5). An den Standorten Triesdorf und Baumannshof gab es in der DH-Population eine signifikante Korrelation zwischen der

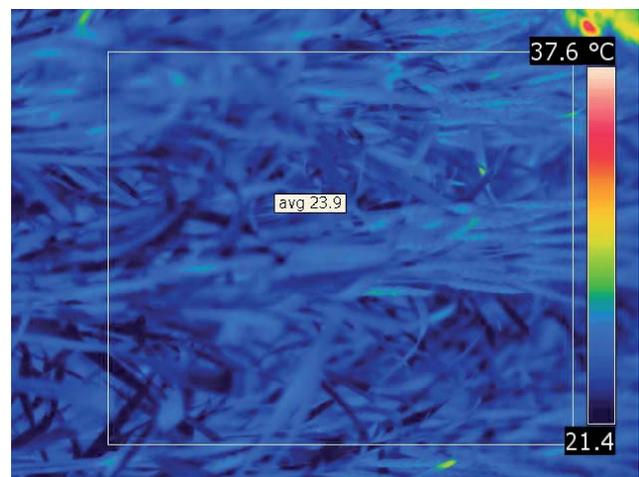
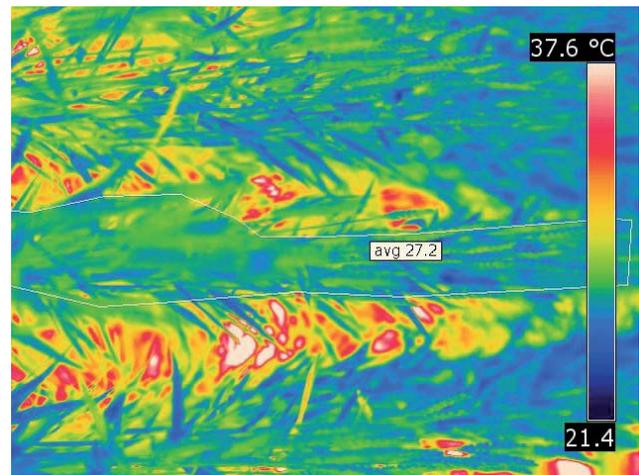


Abbildung 3: Wärmebildkamera-Aufnahme der Sorte Kerubino im *rain out shelter*. Oben: Stress mit 27,2°C; Unten: Kontrolle mit 23,9 °C

Figure 3: Picture of the variety Kerubino of the *rain out shelter*, made with an infrared camera. Top: stress with 27,2°C; Bottom: control with 23,9 °C

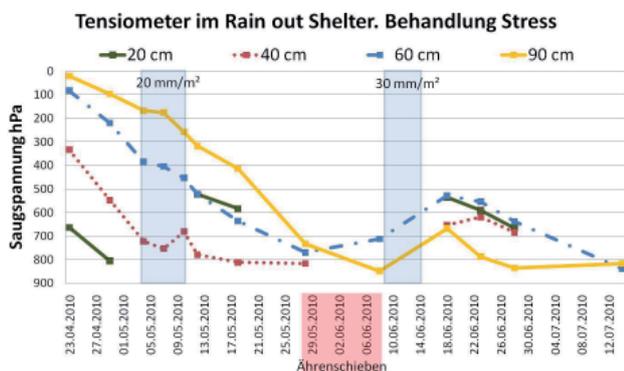


Abbildung 2: Saugspannung der Tensiometer von 20 cm bis 90 cm Bodentiefe. Hinterlegte Bereiche zeigen die Bewässerung an. Tensiometer in 20 und 40 cm Tiefe wurden nach der Bewässerung neu befüllt.

Figure 2: Soil water tension of tensiometer from 20 to 90 cm soil depth. Highlighted areas show the irrigation. Tensiometer in 20 and 40 cm depth were refilled after the irrigation.

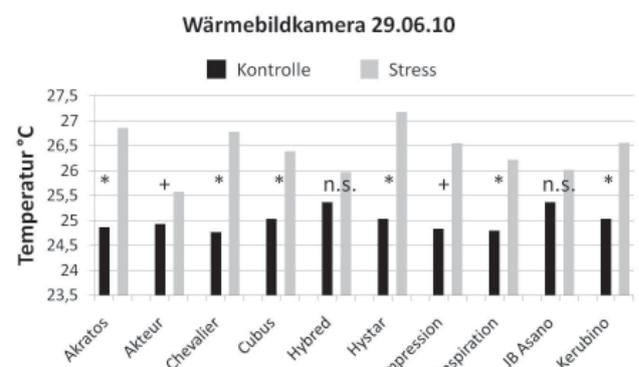


Abbildung 4: Vergleich der Behandlungen (Kontrolle und Stress) im *rain out shelter*. ANOVA für Temperatur (*, 5%; +, 10% Irrtumswahrscheinlichkeit; n.s., nicht signifikant)

Figure 4: Comparison of treatments (control and stress) in *rain out shelter*. ANOVA for temperature (*, 5%; +, 10% level of significance; n.s., not significant)

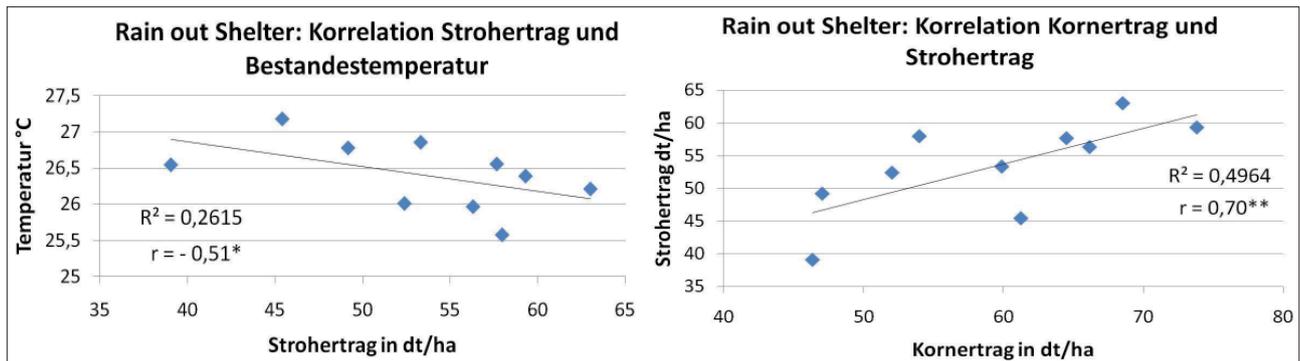


Abbildung 5: Links: Korrelation von Strohertrag und Bestandestemperatur bei 10 Sorten im rain out shelter, Temperatur vom 29.06.2010. Rechts: Korrelation von Stroh- und Kornertrag im rain out shelter

Figure 5: Left: Correlation between straw yield and canopy temperature of 10 varieties in rain out shelter, temperature of 29.06.2010. Right: Correlation between straw- and grain yield in rain out shelter

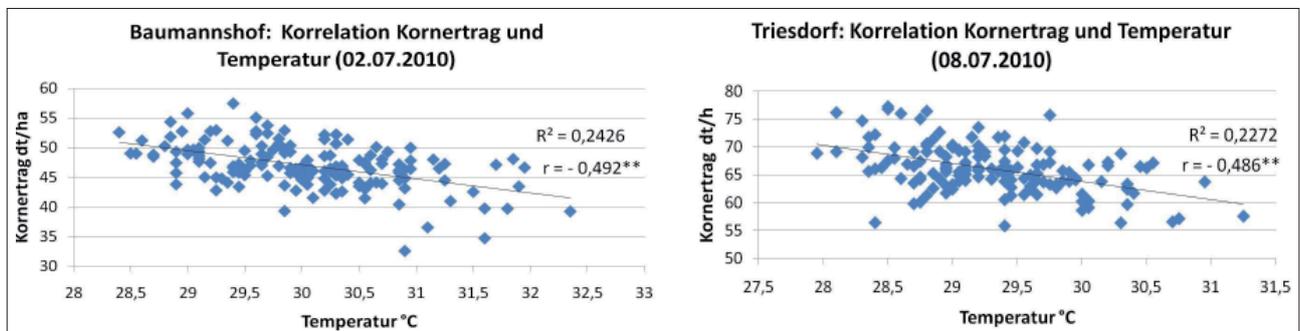


Abbildung 6: Korrelation von Ertrag und Bestandestemperatur in der DH-Population Chevalier x Impression. Messung der Temperatur mit einer Wärmebildkamera. Links: Baumannshof. Rechts: Triesdorf

Figure 6: Correlation between grain yield and canopy temperature in the doubled haploid population Chevalier x Impression. Measurement of temperature with an infrared camera. Left: Baumannshof. Right: Triesdorf

Bestandestemperatur und dem Kornertrag (Abbildung 6). Je niedriger die Bestandestemperatur, desto höher war der Kornertrag. Auch OLIVARES-VILLEGAS et al. (2007) fanden eine negative Korrelation zwischen Bestandestemperatur und Ertrag. Am Standort Roggenstein gab es keinen Trockenstress und auch keine Korrelation zwischen Bestandestemperatur und Kornertrag.

Ausblick

Im nächsten Jahr werden die Versuche im rain out shelter und an den Außenstandorten fortgesetzt. Neben der Bestandestemperatur werden weitere stressrelevante physiologische Parameter erhoben. In der Population Chevalier x Impression soll eine QTL-Kartierung für Ertrag und die Bestandestemperatur durchgeführt werden. Ziel dieser Ar-

beit ist die Etablierung geeigneter Kriterien zur Selektion von Weizen-Genotypen unter Trockenstress.

Danksagung

Dieses Projekt wird durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Bay. StMELF) gefördert. Die Autoren danken den fleißigen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Arbeitsgruppe IPZ 2c.

Literatur

- JONES GH, LEINONEN I, 2003: Thermal imaging for the study of plant water relations. *J. Agric. Meteorol.* 59, 205-217.
- OLIVARES-VILLEGAS JJ, REYNOLDS MP, MC DONALD GK, 2007: Drought-adaptive attributes in the Seri/Babax hexaploid wheat population. *Funct. Plant Biol.* 34, 189-203.