Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg

Einfluss agroforstlicher Einstrahlungsbedingungen auf Ertrag und Qualität von Winterweizen

6. Forum Agroforstsysteme

10. Oktober 2018

Georg-August-Universität Göttingen

M.Sc. Vanessa S. Schulz

HfWU Nürtingen-Geislingen

Dienstsitz: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg – AS Forchheim

Vanessa.Schulz@ltz.bwl.de

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Agroforstsysteme

- Landbewirtschaftung mit mehrjährigen, verholzenden Pflanzen (Bäume, Büsche) und einjähriger, landwirtschaftlicher Produktion (Ackerbau, Viehwirtschaft)
- Räumliche Anordnung oder zeitliche Abfolge

Lundgren & Raintree, 1982

- Nutzung der verholzenden Komponente:
  - Streuobst: Obstproduktion, bis zu 100 Bäume/ha (je nach Unternutzung)
  - Energieholz: schnellwachsende Bäume (Pappeln, Weiden), 8.000-20.000 Bäume/ha, Ernteintervall: 2-5 Jahre, Baumhöhe 4-8 m
  - Wertholz: Furnier- und Möbelindustrie, 50 Bäume/ha, zeitlich versetzte Ernte, Edelhölzer, ~ 15m Abstand innerhalb Baumreihe, Abstand zwischen den Reihen an die Mechanisierung angepasst, Pflegeaufwand (Astung jedes 2. – 4. Jahr, bis zum 15.-20. Standjahr, 1/3 – 1/4 der Endhöhe), lange Standzeit (50-70 Jahre), Baumhöhe: ca. 20 m

Lundgreen & Raintree, 1982. Sustained agroforestry. In: Nestel, B. (ed). Agricultural Research for Deveopment: Potentials and Challenges in Asia, pp. 37-49. ISNAR, The Hague, The Netherlands.

Auswirkungen Schatten

Faktor	mögliche positive Auswirkungen	mögliche negative Auswirkungen
Beschattung	Sonnenschutz für Weidetiere weniger Austrocknung der Fläche bei heißem, trockenem Klima / Wetter	geringeres Wachstum der landwirtschaftlichen Kultur bzw. des Grünlandaufwuchses durch Lichtkonkurrenz verzögerte Reifung von Ackerkulturen im direkten Schatten der Bäume

12% , 15.07.2016

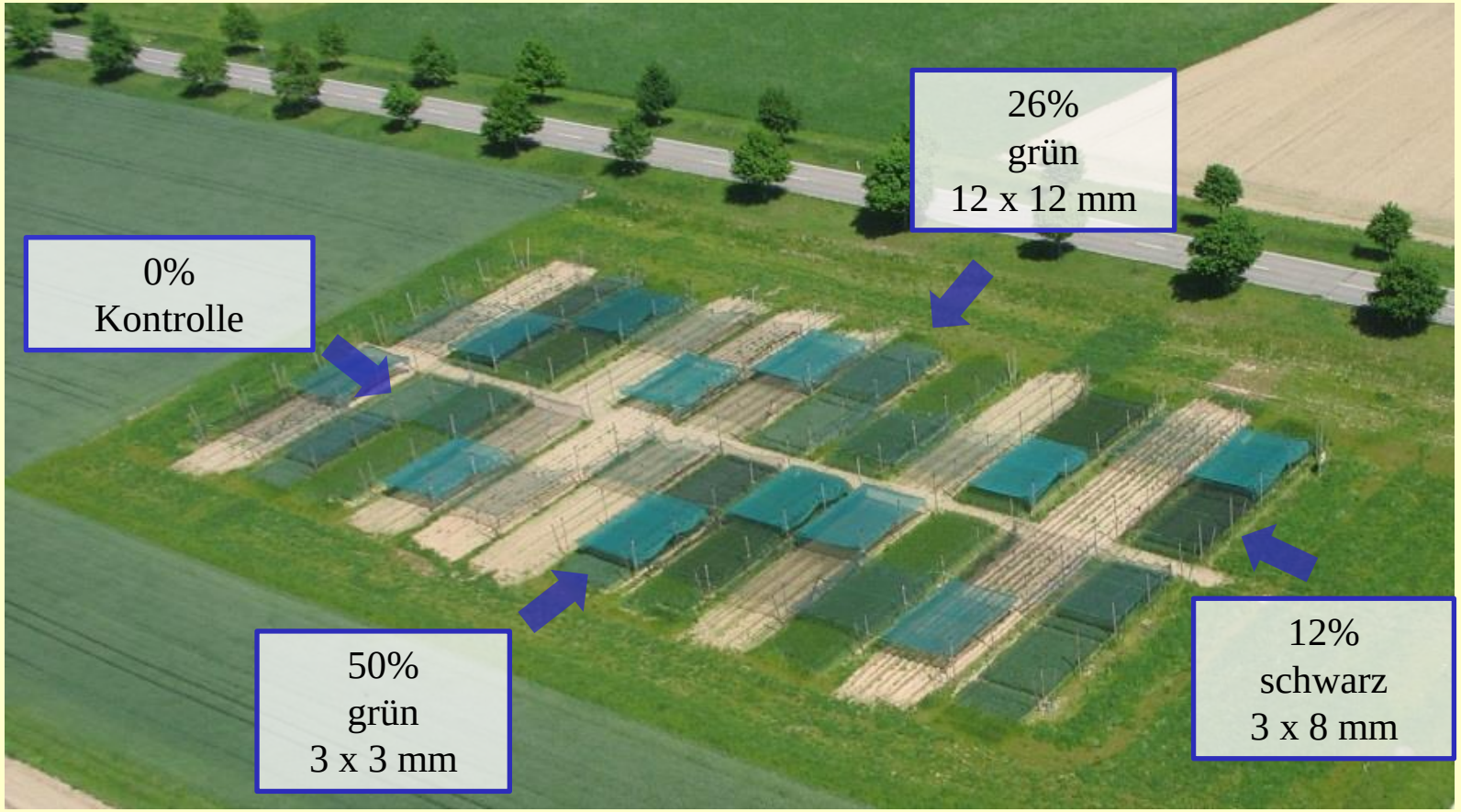
50% , 15.07.2016

Bender et al., 2009. Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern – Leitfaden für die Praxis.

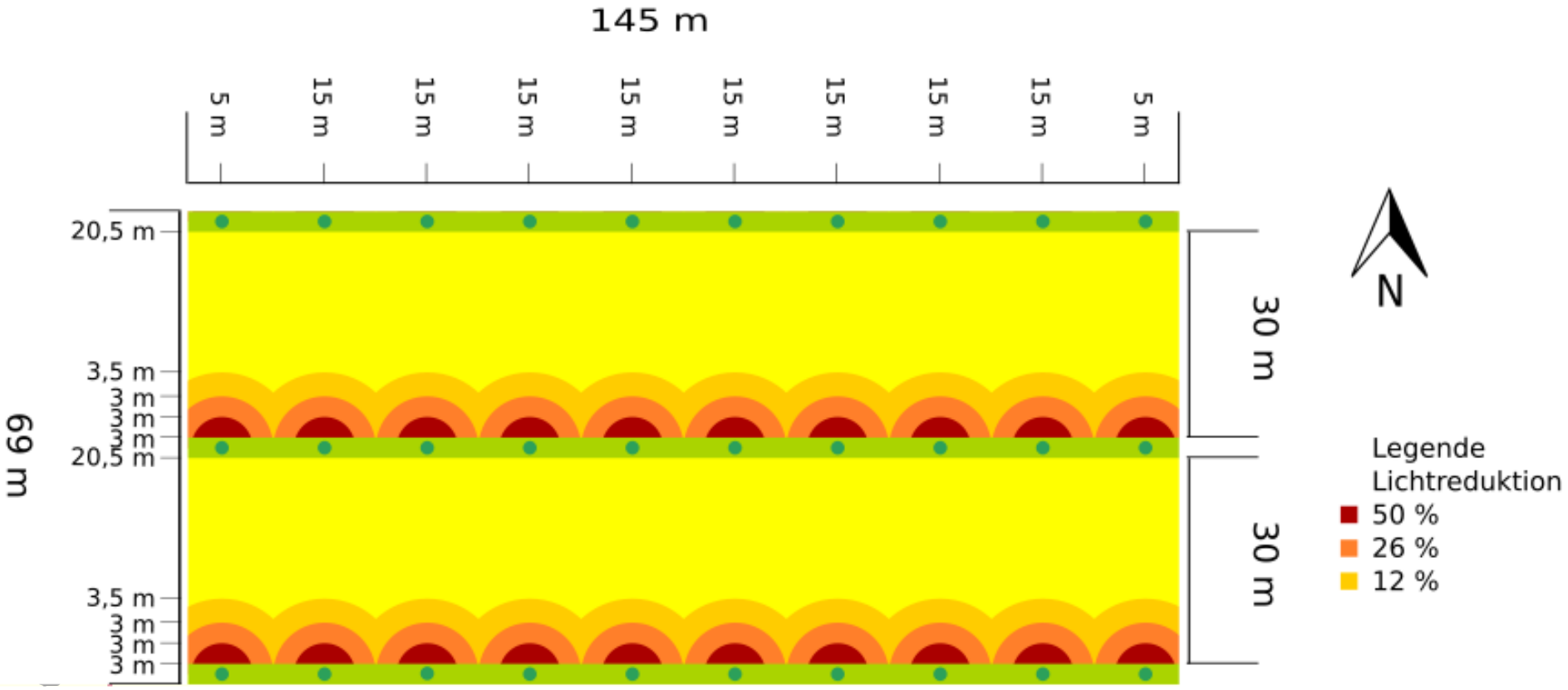
„Wo viel Licht ist, ist starker Schatten – doch wär mir‘s willkommen. Wollen sehn, was es gibt“

J.W. von Goethe, 1773. Götz von Berlichingen mit der eisernen Hand, 1. Akt.

- FNR Kooperationsprojekt „Verbundprojekt Agro-Wertholz: Agroforstsyteme mit Mehrwert für Mensch und Umwelt“
- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Professuren für Waldwachstum und Landespflege) und Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg
- Ziel: Untersuchung multifunktionaler AFS mit Wertholzkomponenten und Förderung einer ökonomisch, tragfähigen Umsetzung in die Praxis



Helfer, 21.05.2017

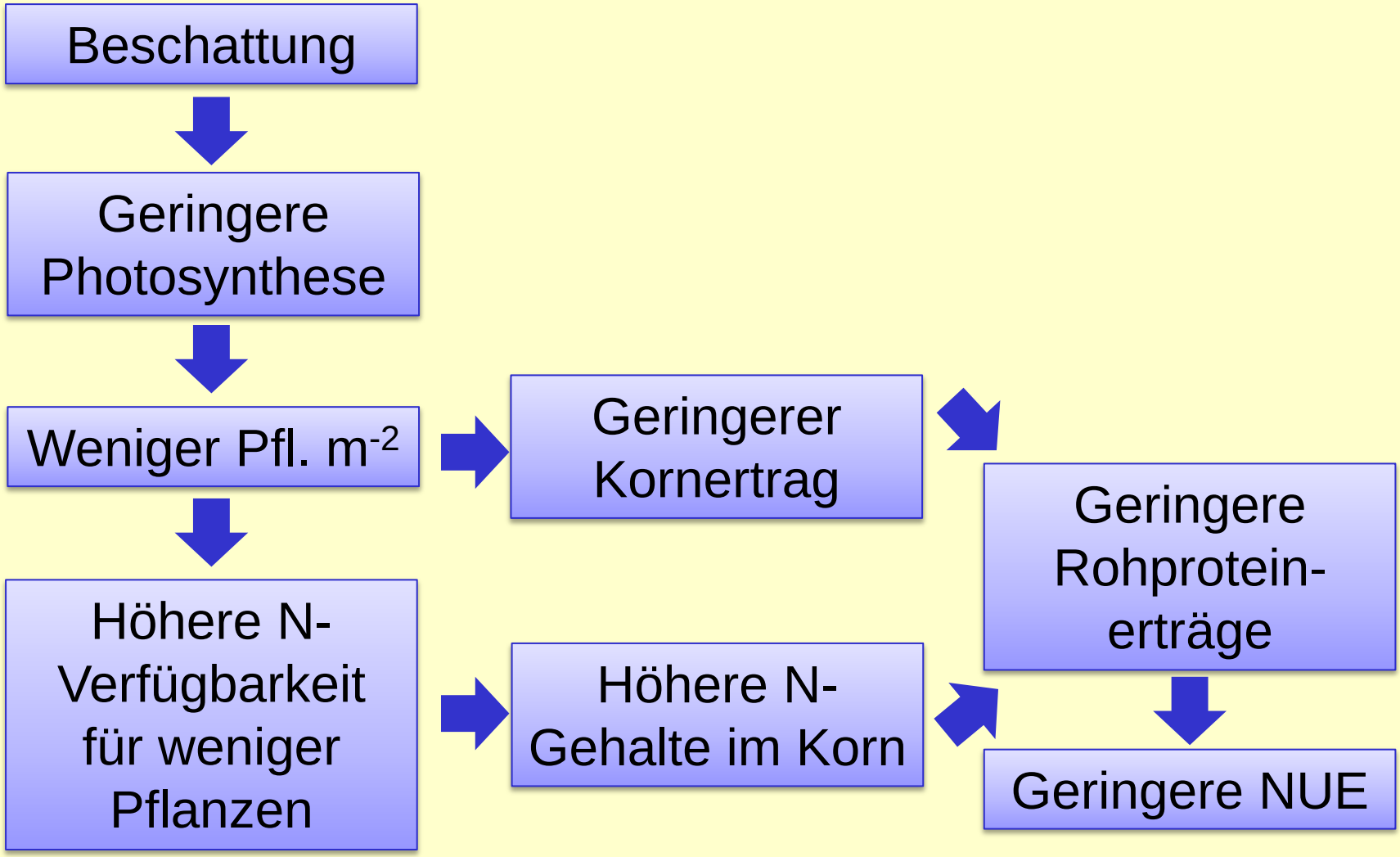

145 m
5 m
15 m
15 m
15 m
15 m
15 m
15 m
15 m
15 m
15 m
5 m
69 m
20,5 m
3,5 m
3 m
3 m
3 m
20,5 m
3,5 m
3 m
3 m
3 m
30 m
30 m
N
Legende
Lichtreduktion
50 %
26 %
12 %

Literatur:
Schatten und Winterweizen

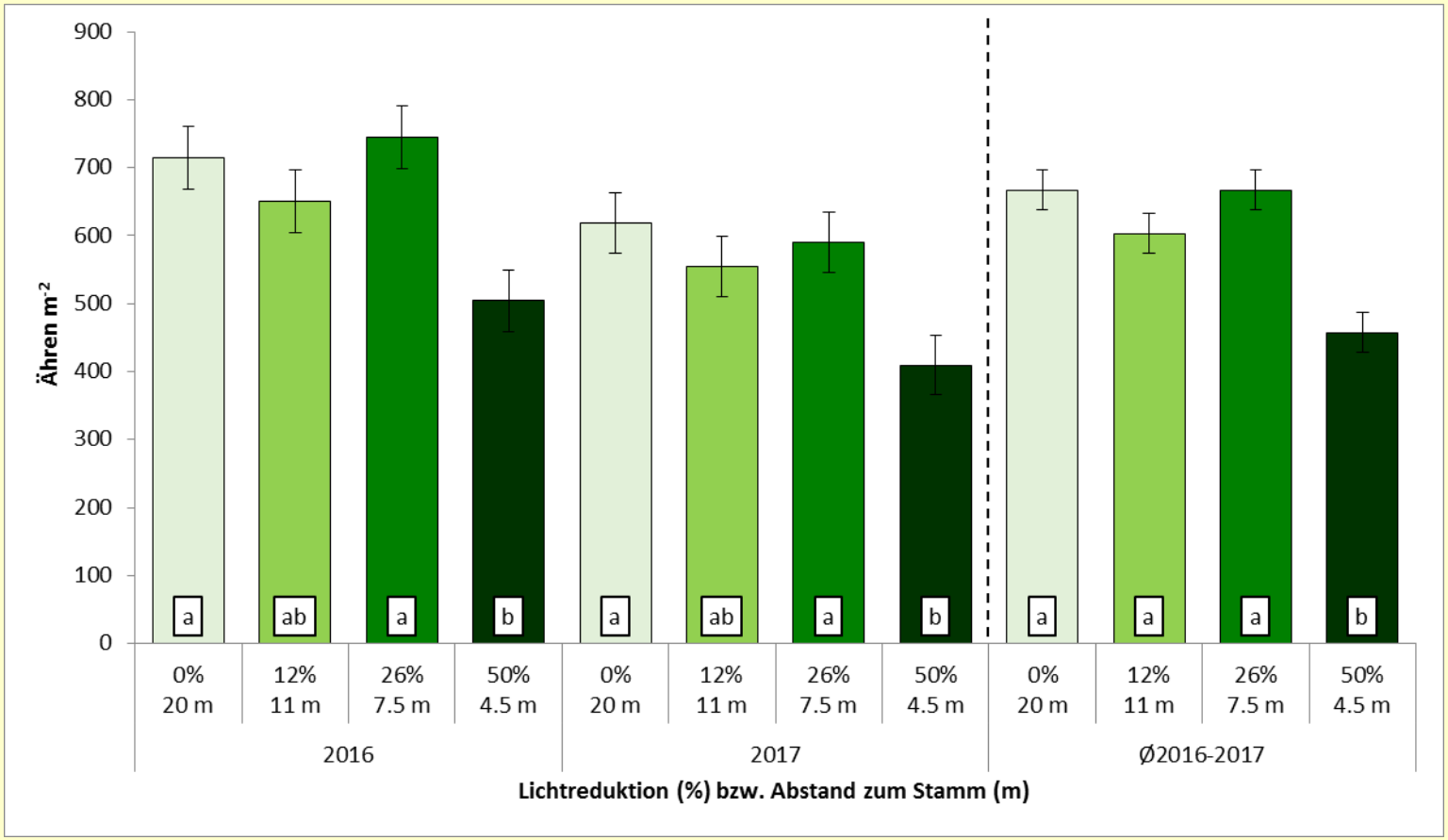
- Ertragsreduktion und Proteinanstieg bei Beschattung (Pendleton & Weibel, 1965) 30, 60, 90% Schatten
- Vor der Blüte beeinflusst Schatten die Körner Ähre^{-1} und nach der Blüte reduziert er das TKM. Ähren m^{-2} werden nicht beeinflusst (Grabau et al., 1990) 63% Schatten
- Ertragsreduzierung durch geringeres TKM (Wardlaw, 1970) 83% Schatten
- Früher Schatten reduziert die Assimilatsversorgung der Ähre, während späterer Schatten das Kornwachstum beeinflusst. Keine Änderung bei Amino-Verbindungen (Jenner, 1980) 82% Schatten
- Ertrag ist stärker korreliert mit der Anzahl Körner Ähre^{-1}. Reduktion der Ähren m^{-2} reduziert die Erträge, da dieser stärker sink-limitiert ist. Anzahl Ähren m^{-2} und Körner Ähre^{-1} werden vor der Blüte durch limitierende Faktoren beeinflusst (Shanahan et al., 1984)
- Ertrag wird mehr durch TKM als durch Ähren m^{-2} und Körner Ähre^{-1} bestimmt (Li et al., 2010) 8, 15, 23% Schatten
- Schatteneinfluss hängt stark von der Sorte ab (Mu et al., 2010)

Pendleton, J. W., & Weibel, R. O. (1965). Shading Studies on Winter Wheat 1. Agronomy Journal, 57(3), 292-293.
Grabau, L. J., Van Sanford, D. A., & Meng, Q. W. (1990). Reproductive characteristics of winter wheat cultivars subjected to postanthesis shading. *Crop science*, *30*(4), 771-774.
Wardlaw, I. F. (1970). The early stages of grain development in wheat: response to light and temperature in a single variety. *Australian Journal of Biological Sciences*, *23*(4), 765-774.
Jenner, C. F. (1980). Effects of shading or removing spikelets in wheat: testing assumptions. *Functional Plant Biology*, *7*(2), 113-121.
Shanahan, J. F., Smith, D. H., & Welsh, J. R. (1984). An Analysis of Post-Anthesis Sink-Limited Winter Wheat Grain Yields Under Various Environments 1. *Agronomy Journal*, *76*(4), 611-615.
Li, H., Jiang, D., Wollenweber, B., Dai, T., & Cao, W. (2010). Effects of shading on morphology, physiology and grain yield of winter wheat. *European Journal of Agronomy*, *33*(4), 267-275.
Mu, H., Jiang, D., Wollenweber, B., Dai, T., Jing, Q., & Cao, W. (2010). Long-term low radiation decreases leaf photosynthesis, photochemical efficiency and grain yield in winter wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *196*(1), 38-47.

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg

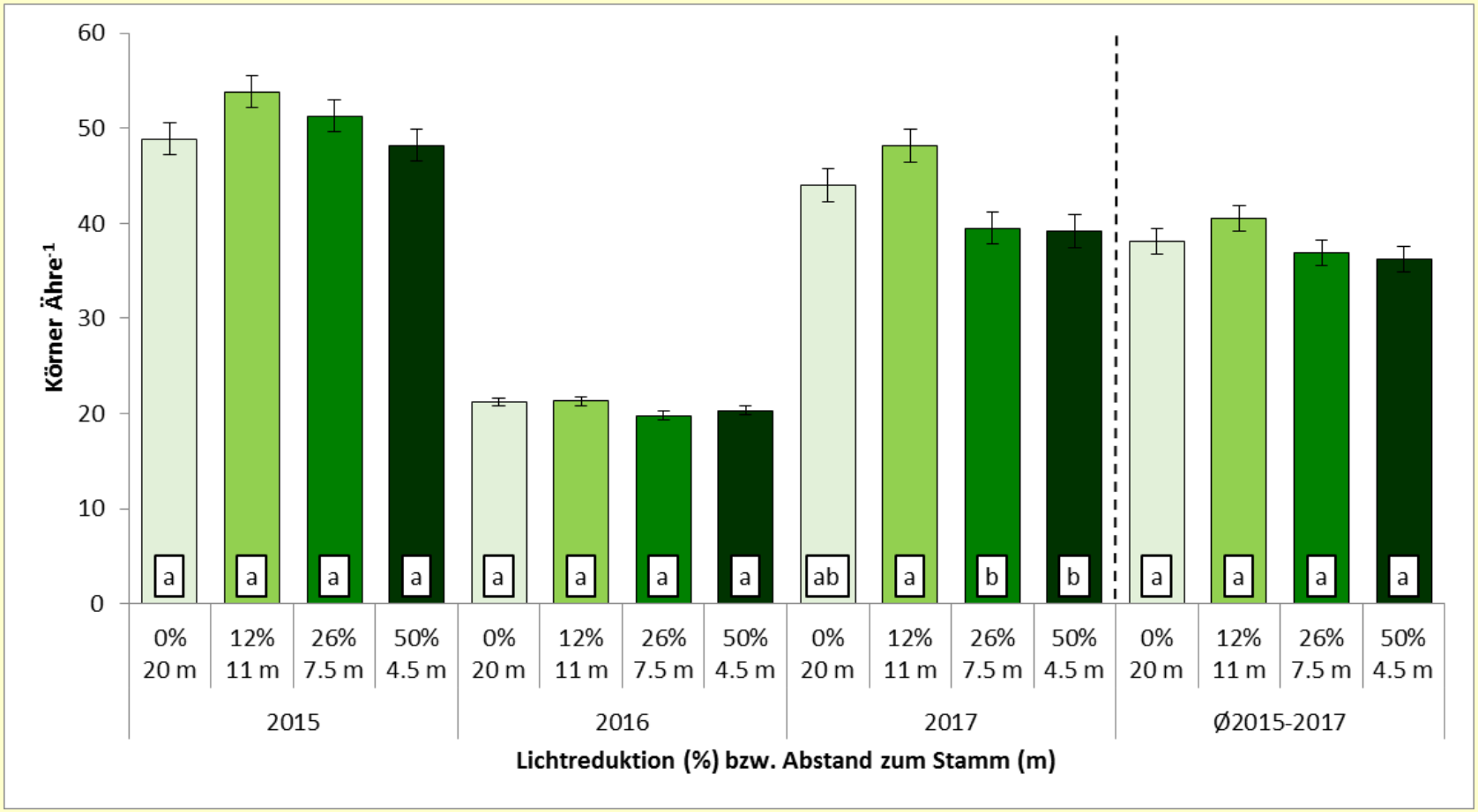

Beschattung
Geringere Photosynthese
Weniger Pfl. m-2
Höhere N-Verfügbarkeit für weniger Pflanzen
Geringerer Kornertrag
Höhere N-Gehalte im Korn
Geringere Rohprotein-erträge
Geringere NUE

Ähren m^{-2}



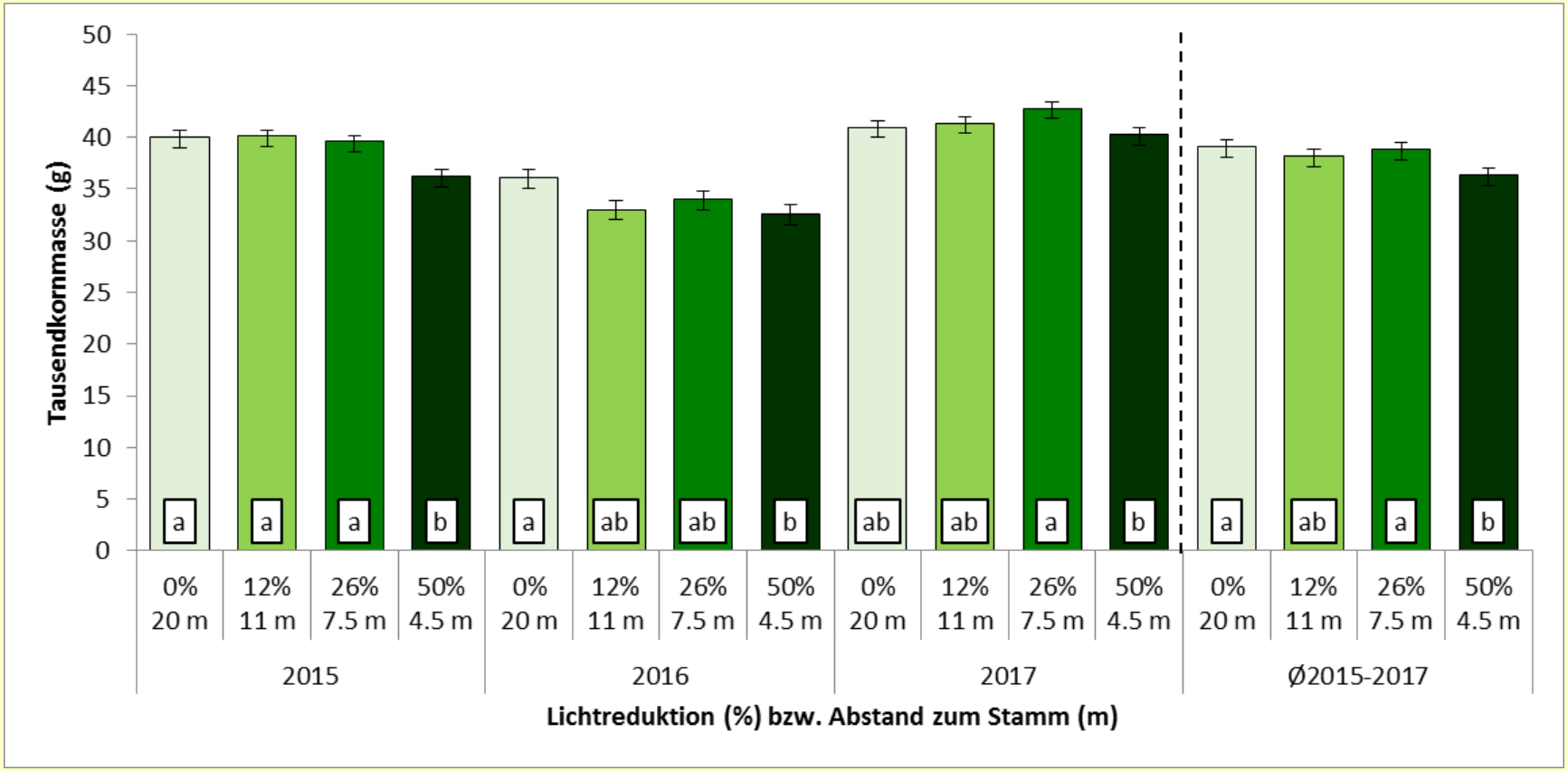
Anzahl Ähren pro m² der einzelnen Versuchsjahr und im Mittel der Jahre in Abhängigkeit von der Lichtreduktion (%) bzw. der Entfernung zum Stamm (m). Standardfehler als schwarze Balken. Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb der Jahre (LSD α = 5%).

Körner Ähre^{-1}

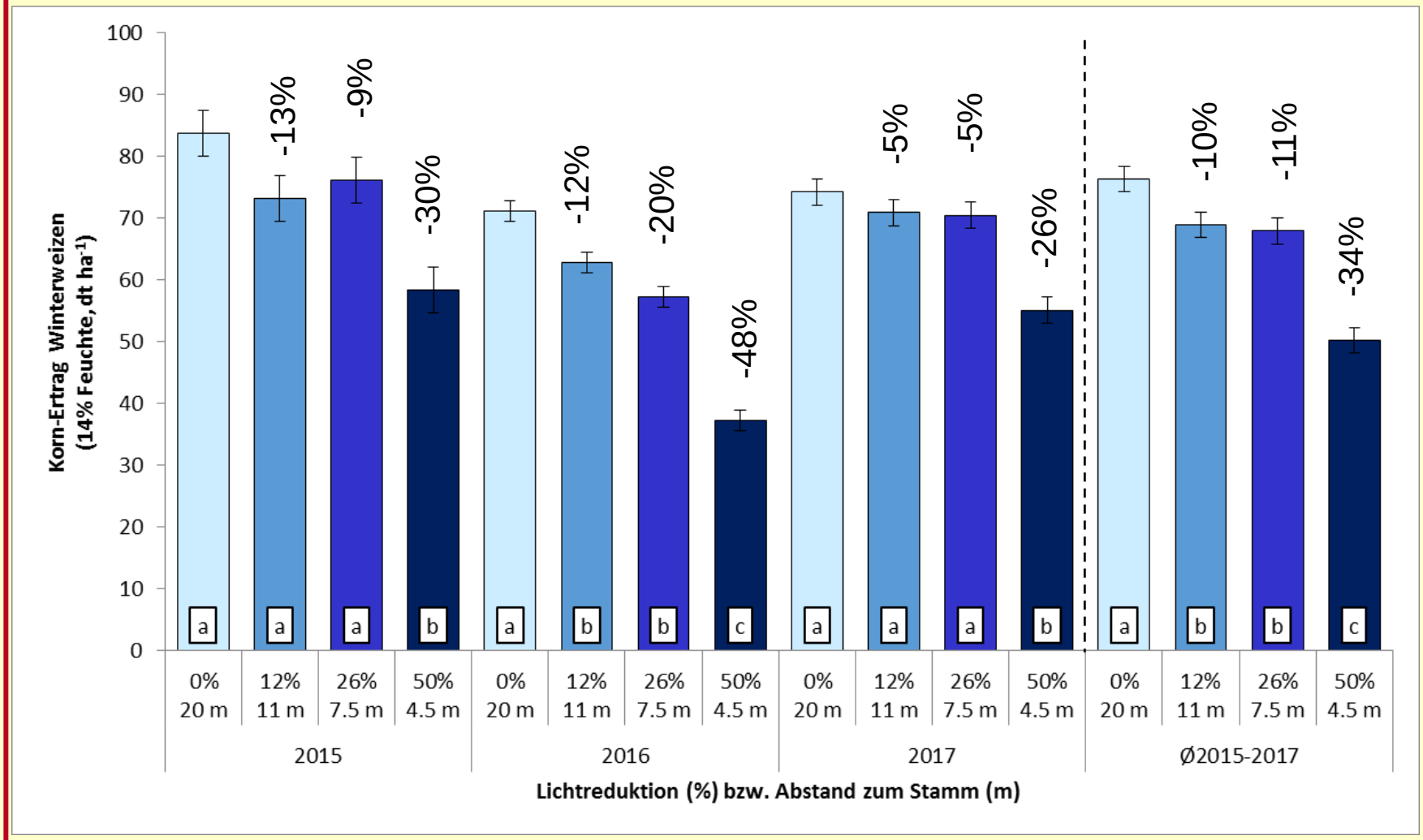


Anzahl Körner pro Ähre der einzelnen Versuchsjahr und im Mittel der Jahre in Abhängigkeit von der Lichtreduktion (%) bzw. der Entfernung zum Stamm (m). Standardfehler als schwarze Balken. Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb der Jahre (LSD α = 5%).

Tausendkornmasse



Tausendkornmasse (g) der einzelnen Versuchsjahr und im Mittel der Jahre in Abhängigkeit von der Lichtreduktion (%) bzw. der Entfernung zum Stamm (m). Standardfehler als schwarze Balken. Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb der Jahre (LSD α = 5%).

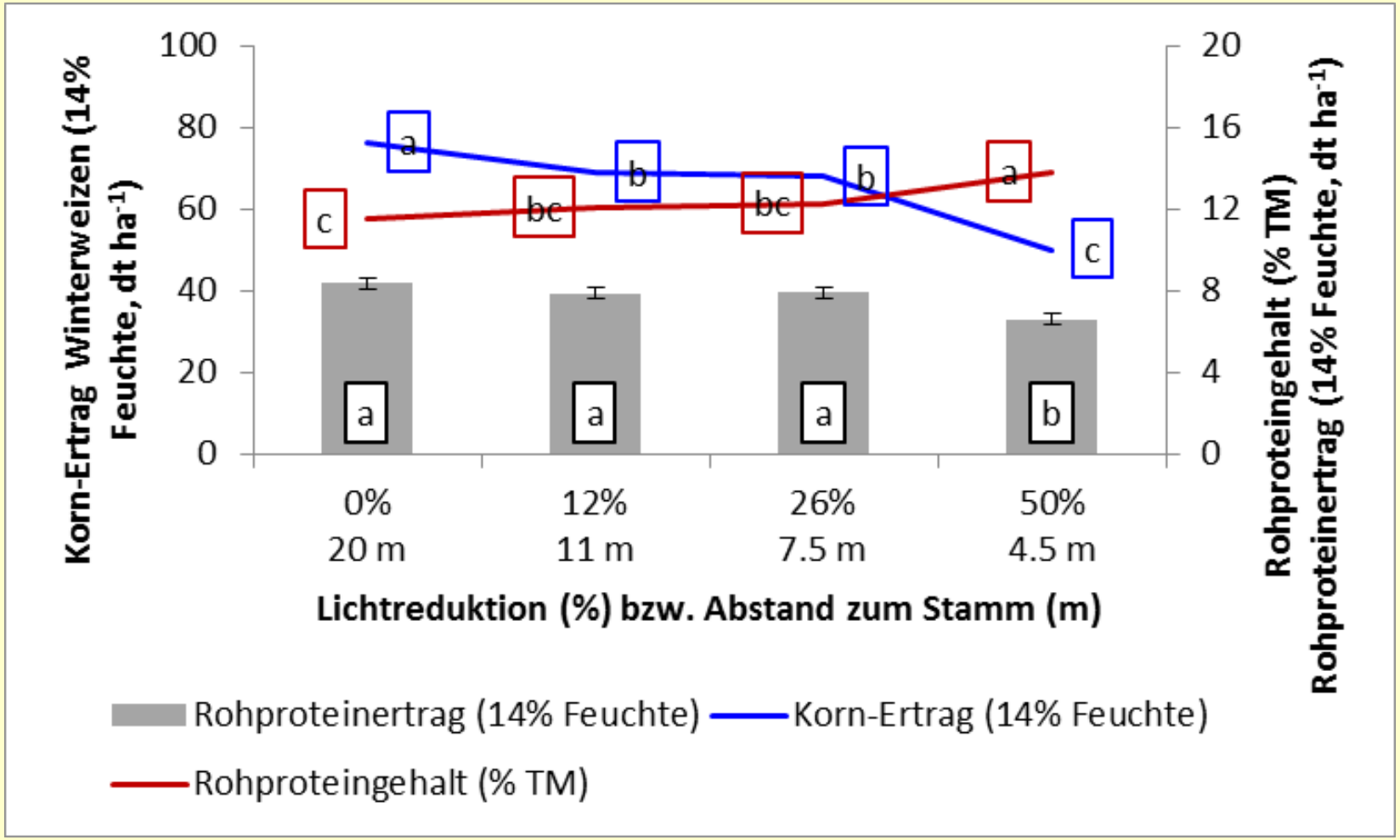


Korn-Ertrag des Winterweizens (14% Feuchte, dt ha^{-1}) der einzelnen Versuchsjahr und im Mittel der Jahre in Abhängigkeit von der Lichtreduktion (%) bzw. der Entfernung zum Stamm (m). Standardfehler als schwarze Balken. Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Ertragsunterschiede innerhalb der Jahre (LSD α = 5%).

Qualität

Rohproteingehalt (RP; %iTM), Sedimentationswert (Sedi), Hektolitergewicht (hL, kg hl^{-1}) und Fallzahl (s) der einzelnen Versuchsjahr und im Mittel der Jahre in Abhängigkeit von der Lichtreduktion (%) bzw. der Entfernung zum Stamm (m). Standardfehler (SEM), LSD Wert und die entsprechenden p-values. Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb der Jahre (LSD α = 5%).

	0% 20 m	**12% 11 m**	**26% 7,5 m**	**50% 4,5 m**		**SEM**	**LSD**	**p-value**
RP (%iTM)	11,49c	12,04bc	12,26bc	13,8a	+ 20%	0,19	0,66	0,0007
Sedi (-)	33,48c	36,55bc	38,32bc	49,32a	+ 47%	1,08	4,52	0,0033
hL (kg hl^{-1})	78,04a	78,54a	78,49a	77,46a		0,75	2,60	0,7284
Fallzahl (s)	446a	490a	474a	466a		16,43	61,95	0,3897



Rohproteinertrag (14%, dt ha^{-1}), Korn-Ertrag (14% Feuchte, dt ha^{-1}) und Rohproteingehalt (% TM) im Mittel der Jahre in Abhängigkeit von der Lichtreduktion (%) bzw. der Entfernung zum Stamm (m). Standardfehler als schwarze Balken. Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Ertragsunterschiede innerhalb der Jahre (LSD α = 5%).

N-Nutzungseffizienz

N-Nutzungseffizienz (%) der einzelnen Versuchsjahr und im Mittel der Jahre in Abhängigkeit von der Lichtreduktion (%). Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Ertragsunterschiede innerhalb der Jahre (LSD α = 5%).

	2015		2016		2017		Ø'15-'17	
0%	85.34	a	63.15	a	65.31	a	71.60	a
12%	79.48	ab	58.81	ab	59.32	a	66.34	a
26%	82.54	ab	55.26	b	61.24	a	66.35	a
50%	73.08	b	38.65	c	54.23	a	54.50	b
SEM	4.36		3.12		5.71		3.57	
LSD	10.67		7.63		13.97		8.67	
p-value	0.1227		0.001		0.3577		0.0143	

Bentrup & Palliere, 2010. OECD workshop “Agri-environmental indicators: lessons learned and future directions”, 23-26 March 2010, Leysin, Switzerland.

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg

Beschattung

Geringere Photosynthese

Weniger Pfl. m^{-2}

Höhere N-Verfügbarkeit für weniger Pflanzen

Geringerer Kornertrag

Höhere N-Gehalte im Korn

Geringere Rohprotein-erträge

Geringere NUE

Erst ab Beschattung von 50%

Resümee

- Winterweizen hat Vorteil ggü. Sommerungen, da Großteil der Entwicklung im Herbst/laubfreie Zeit. Gleichzeitiger Vegetationsbeginn von Laub und Winterweizen im Frühjahr
- Hier: Worst-case Scenario; Realität: Schatten wandert
- Die ersten Jahre, wenn Bäume noch klein sind noch keine große Schattenwirkung
- Durch Wertholz-Astung geht in den weiteren Jahren viel schattenverursachendes Kronenmaterial verloren
- Witterung spielt große Rolle, trockener Sommer 2018 größere Konkurrenz um Wasser. Schatten eher förderlich, da in diesen Bereichen die Verdunstung verringert wird und die Feuchte etwas länger im Bestand gehalten wird
- Erst ab 50% Beschattung signifikante Einflüsse
- Winterweizen in AFS kann funktionieren

Quellen

- Lundgreen & Raintree, 1982. Sustained agroforestry. In: Nestel, B. (ed). Agricultural Research for Deveopment: Potentials and Challenges in Asia, pp. 37-49. ISNAR, The Hague, The Netherlands.
- Bender et al., 2009. Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern – Leitfaden für die Praxis.
- Bentrup & Palliere, 2010. OECD workshop "Agri-environmental indicators: lessons learned and future directions", 23-26 March 2010, Leysin, Switzerland.
- Pendleton, J. W., & Weibel, R. O. (1965). Shading Studies on Winter Wheat 1. Agronomy Journal, 57(3), 292-293.
- Grabau, L. J., Van Sanford, D. A., & Meng, Q. W. (1990). Reproductive characteristics of winter wheat cultivars subjected to postanthesis shading. *Crop science*, *30*(4), 771-774.
- Wardlaw, I. F. (1970). The early stages of grain development in wheat: response to light and temperature in a single variety. *Australian Journal of Biological Sciences*, *23*(4), 765-774.
- Jenner, C. F. (1980). Effects of shading or removing spikelets in wheat: testing assumptions. *Functional Plant Biology*, *7*(2), 113-121.
- Shanahan, J. F., Smith, D. H., & Welsh, J. R. (1984). An Analysis of Post-Anthesis Sink-Limited Winter Wheat Grain Yields Under Various Environments 1. *Agronomy Journal*, *76*(4), 611-615.
- Li, H., Jiang, D., Wollenweber, B., Dai, T., & Cao, W. (2010). Effects of shading on morphology, physiology and grain yield of winter wheat. *European Journal of Agronomy*, *33*(4), 267-275.
- Mu, H., Jiang, D., Wollenweber, B., Dai, T., Jing, Q., & Cao, W. (2010). Long-term low radiation decreases leaf photosynthesis, photochemical efficiency and grain yield in winter wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *196*(1), 38-47.