

## **Einfluss des Gemengeanbaus verschiedener Körnerleguminosen auf die photosynthetisch-aktive Strahlung (PAR) im Bestand und die Unkrautunterdrückung unter Bedingungen des ökologischen Landbaus**

*Effect of intercropped grain legumes on the photosynthetically active radiation under crop canopy and the weed under the conditions of organic farming*

Nadja Rinke\*, Herwart Böhm

<sup>1</sup>Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau

\*naja.rinke@thuenen.de

DOI: 10.5073/20220125-060136

### **Zusammenfassung**

Körnerleguminosen sind wichtige Elemente des ökologischen Landbaus. Das Erntegut ist reich an Protein und kann als betriebseigenes Futtermittel für die Tierfütterung genutzt werden. Körnerleguminosen diversifizieren die Fruchtfolgen, unterbrechen Lebenszyklen von Getreidekrankheiten und haben die Fähigkeit, Luftstickstoff zu fixieren. Die oft geringeren Erträge und die langsame Jugendentwicklung, welche das Risiko für Frühverunkrautung erhöht, können durch den Gemengeanbau von Körnerleguminosen mit Sommergetreide kompensiert werden.

Ein Feldversuch wurde am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau in Trenthorst (Norddeutschland) durchgeführt, um die Leistung von Körnerleguminosen-Gemengen und -Reinsaaten zu vergleichen. Die Parzellen wurden in einem randomisierten Blockdesign mit vier Wiederholungen angelegt. Für die Kulturen Ackerbohne, Futtererbse, Blaue und Weiße Lupine wurden je zwei Sorten mit unterschiedlichen Eigenschaften getestet. Während der Vegetationsperiode wurde die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) unter dem Bestand auf der Höhe der Unkräuter zu acht Zeitpunkten gemessen. Parallel wurde die Globalstrahlung gemessen, um die Strahlung zu ermitteln, die durch den Bestand dringt.

Zur Abreife der Kulturen wurde eine Handerte auf einem Quadratmeter durchgeführt, um die Unkrautbiomasse zu ermitteln. Die Biomasse wurde bis zur Gewichtsbalance getrocknet und der Stickstoffgehalt analysiert.

Die Ergebnisse zeigen eine Reduktion der Strahlung in den Körnerleguminosen-Gemengen in der kritischen Phase der Jugendentwicklung im Vergleich zu den jeweiligen Reinsaaten. Die Bestockung des Getreides führte zu einer schnellen Beschattung des Bodens und einem starken Rückgang der Strahlung im Bestand in der Sommerweizen-Reinsaat. Im Gemenge profitierten die Körnerleguminosen von dieser schnellen Beschattung, besonders die Gemenge der Kulturen Ackerbohne während des Längenwachstums und Futtererbse ab der Blüte. Lupinen zeigen ein ausgeprägtes Rosettenwachstum, welches zur effektiven Beschattung des Bodens führt, sodass der Effekt des Gemengeanbaus marginal war. Zur Hülsenbildung zeigte der Gemengeanbau von Weißen Lupinen sogar einen gegenteiligen Effekt. Die geringere Anzahl von Weißen Lupinen pro Quadratmeter führte zu einer geringeren Beschattung als in den Reinsaaten.

Bei den Körnerleguminosen war kein Sorteneffekt auf die Beschattung, mit Ausnahme der Futtererbse, erkennbar. Die langstrohige Futtererbsensorte Muza beschattete den Boden ab dem Stadium der Hülsenbildung besser als die kurzstrohige Sorte Astronauten.

Der Gemengeanbau reduzierte die Unkrautbiomasse im Vergleich zur jeweiligen Reinsaat. Für beide Lupinenarten war die Reduktion der Unkrautbiomasse signifikant, so konnte durch den Gemengeanbau eine Reduktion von 53,5 % erreicht werden. In den Reinsaaten war die Stickstoffaufnahme der Unkräuter höher als in den dazugehörigen Gemengen. Hieraus kann gefolgert werden, dass das Getreide im Gemenge den pflanzenverfügbaren Stickstoff im Boden reduziert, sodass dieser nicht mehr für die Unkräuter zu

Verfügung steht. Dieser Effekt war für die Unkrautbiomasse in Parzellen der Ackerbohne, Schmalblättrigen und Weißen Lupine signifikant, jedoch nicht für die Futtererbse.

Das Jahr 2018 war geprägt von sehr warmem und trockenem Wetter, wodurch die Versuchsergebnisse beeinflusst wurden. Die Auswertung der folgenden Jahre wird zeigen, ob die vorliegenden Ergebnisse bestätigt werden.

**Stichwörter:** Gemenge, Körnerleguminosen, N-Gehalte, photosynthetisch aktive Strahlung

## Abstract

In organic farming, grain legumes are important elements. The grains are rich in protein, which can be used as self-produced feed stuff for animal nutrition. Grain legumes diversify crop rotations, break the life cycle of cereal pests, and are able to fix air nitrogen. The low yields and the slow juvenile development increase the risk for early weed infestation, which can be compensated by intercropping of grain legumes with spring cereals.

A field trial was conducted at the experimental farm of Thünen Institute of Organic Farming in Trenthorst (Northern Germany) to compare the performance of sole and intercropped grain legumes. The trials were randomised in a block design with four replications. For the crops faba bean, pea, blue and white lupins, two cultivars of different properties were tested intercropped with spring wheat and sole cropped.

During the growth period, the photosynthetically active radiation (PAR) under crop canopy was measured at the height of the weeds at eight dates. Simultaneously, the global radiation was determined to obtain the ratio of PAR transmitted through the crop canopy.

At ripening stage of the crops, a manual harvest of one square meter provided the data of weed biomass. The biomass was dried till weight balance and analysed for nitrogen content.

The results point out a reduction of transmitted radiation through crop canopy for all intercropped legumes in the critical juvenile growth phase. The tillering of the cereal led to a fast shading of the soil and a strong decrease of radiation under crop canopy in the sole cropped cereal. Intercropped legumes benefited from the fast shading, especially faba bean at the growth phase of stem elongation and pea at flowering. Lupins have a pronounced rosette growth shading the soil effectively, so the effect of intercropping was marginal. Intercropping of white lupins has even a reverse effect at growth stage of pod filling. So, the lower number of white lupin plants per square meter in intercropped trials led to a lower shading in comparison to the sole cropped plots.

The legumes showed no effect of cultivar on the shading performance of the crops, except for pea cultivars. The long-stemmed pea cv. Muza exhibited better shading than the short-stemmed cv. Astronaute at the growth stage of pod formation.

Intercropping reduced weed biomass in comparison to the respective sole cropped legumes. For both lupins the weed biomass reduction was significant, so in trials of white lupins a reduction of 53.5% was obtained. In sole cropped legume plots, the adsorption of nitrogen in weed biomass was higher than in the respective intercropped plots. This leads to the assumption that the intercropped cereal reduces plant available nitrogen in soil which is no longer accessible for weeds. The effect was significant for the weed biomass in trials of faba bean, blue and white lupin, but not for pea. The year 2018 was characterised by extremely warm and dry weather conditions, influencing the results of the study. The evaluation of the following years will show whether these results will be confirmed.

**Keywords:** intercropping, legumes, nitrogen content, photosynthetically active radiation

## Einleitung

Im ökologischen Landbau sind Körnerleguminosen ein wichtiger Bestandteil der Fruchtfolge. Sie hinterlassen nicht nur einen stickstoffreichen Boden für die Nachfrucht, sondern das Erntegut ist auch ein eiweißreiches und im eigenen Betrieb hergestelltes Futtermittel (BÖHM et al., 2020). Der Kornertrag von Körnerleguminosen ist meist gering, und durch die langsame Jugendentwicklung neigen reine Leguminosenbestände, gerade bei ungünstigen Bedingungen während des Striegelns, zur Frühverunkrautung (RÜHL et al., 2009). Der Anbau der Körnerleguminosen, zusammen mit einem Getreide, kann diese Probleme mindern.

Ziel der Untersuchung war es, die verschiedenen Körnerleguminosen in Reinsaat und im Gemenge mit Sommerweizen hinsichtlich der photosynthetisch-aktiven Strahlung (PAR) unter dem Bestand, der Unkrautbiomasse sowie deren Stickstoffgehalt zu vergleichen.

## Material und Methoden

Der Parzellenversuch wurde im Jahr 2018 auf dem Versuchsbetrieb des Thünen-Instituts in Trenthorst in einer randomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen durchgeführt. Am Standort sind Braun- und Parabraunerden vorherrschend mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 705 mm und einer Jahrestemperatur von 8,8°C. Das Versuchsjahr war jedoch mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 10,3°C und einem Jahresniederschlag von 584 mm deutlich wärmer und trockener.

Im Anbau waren jeweils zwei Sorten der Körnerleguminosen Ackerbohne (*Vicia faba* L., cv. Tiffany und Fuego, 40 keimfähige Körner pro m<sup>2</sup> (KK m<sup>-2</sup>), Futtererbse (*Pisum sativum* L., cv. Astronaute (kurzstrohig) und Muza (langstrohig), 90 KK m<sup>-2</sup>), Schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius* L., cv. Boruta (endständig) und Boregine (verzweigt), 130 bzw. 100 KK m<sup>-2</sup>) und Weiße Lupine (*Lupinus albus* L., Boros (endständig) und cv. Feodora (verzweigt) 70 KK m<sup>-2</sup>). Angebaut wurde jede Kultur in Reinsaat (RS) und im Gemenge (GM) mit Sommerweizen (cv. Quintus, RS 400 KK m<sup>-2</sup>) in alternierenden Reihen im Saatstärkenverhältnis Leguminose : Getreide von 75 % : 25 % bezogen auf die jeweilige RS.

Die photosynthetisch-aktive Strahlung unter dem Bestand wurde an acht Zeitpunkten vom Keimblatt-Stadium bis zur Abreife mittels SS1 SunScan-Sonde (SS1 SunScan Canopy Analysis System, Delta T-Devices, UK) gemessen. Parallel dazu wurde die Globalstrahlung ohne Beschattung gemessen. Der prozentuale Anteil der gemessenen Strahlung an der Globalstrahlung gibt an, wie viel von dieser noch durch den Bestand dringt.

Zum Zeitpunkt der Abreife wurde eine Handbeerntung auf einem Quadratmeter durchgeführt. Die ermittelten Unkrautbiomassen wurden für die Trockensubstanzbestimmung bis zur Gewichtskonstanz bei 60°C getrocknet. Die Proben wurden auf 0,5 mm vermahlen und der Stickstoffgehalt mittels CN-Analysator (Elementar, vario MAX cube, Deutschland) bestimmt.

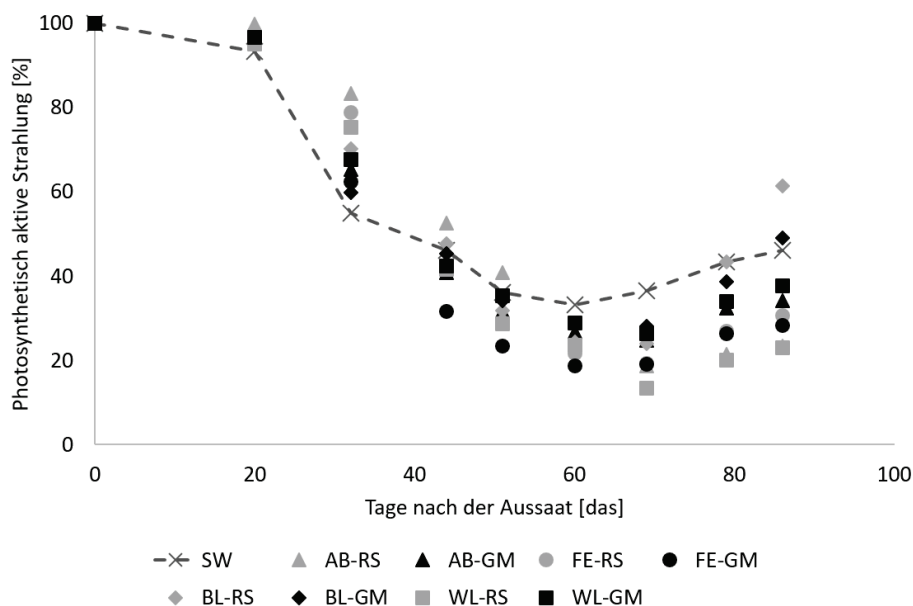
Die statistische Auswertung erfolgte mit der Statistiksoftware SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mittels Zeitreihenanalyse und anschließendem post-hoc Test (Tukey, P < 0,05) für die Auswertung der PAR-Messungen. Die Unkrautbiomassen sowie deren Stickstoffgehalte wurden durch eine Varianzanalyse mit post-hoc Test (Tukey, P < 0,05) ausgewertet.

## Ergebnisse und Diskussion

Die GM von Leguminosen mit Sommerweizen beschatteten den Boden besser als die jeweiligen Reinsaaten (Abb. 1). Besonders deutlich wurde dies in der kritischen Phase der Jugendentwicklung (0 bis 33 Tage nach Aussaat [das]). Die GM der Ackerbohnen und Futtererbsen zeigten bis zum Blühbeginn (51 das) eine geringere gemessene Strahlung im Bestand als die dazugehörigen RS. Bei den Lupinen war die Beschattung in den GM ähnlich bzw. geringfügig schlechter als in den RS. In der Sommerweizen-RS wurde durch die

Bestockung der Getreidepflanzen der Boden relativ schnell beschattet. Daher fiel die Kurve der PAR-Werte zu Beginn des Wachstums schnell ab und in der Blühphase (60 das) wurde die höchste Beschattung erreicht. Zur Zeit der Blüte der Leguminosen (51 und 60 das) kehrte sich der Trend um und die Leguminosen-GM und RS zeigten, mit Ausnahme der Schmalblättrigen Lupine, eine bessere Beschattung des Bodens als die Sommerweizen-RS.

Eine Zeitreihenanalyse der Untersuchungstermine zeigte für die Ackerbohnen, bereits ab dem Längenwachstum, eine signifikant bessere Beschattung durch das Gemenge. Während bei den Futtererbsen im GM erst zur Vollblüte signifikant weniger Strahlung als in der jeweiligen RS durch den Bestand drang. In den Parzellen der endständigen Schmalblättrigen Lupine konnte keine signifikant bessere Beschattung im Gemenge erzielt werden. Grund hierfür könnte die, für den Anbau übliche, höhere Saatstärke von 130 KK m<sup>-2</sup> sein. Eine höhere Anzahl von Pflanzen pro Quadratmeter bedingt eine bessere Abdeckung des Bodens und einen früheren Bestandesschluss. Unter den Beständen der Weißen Lupine konnte der umgekehrte Effekt beobachtet werden. So war die Beschattung gegen Ende der Blüte bzw. zur Hülsenbildung bei den Reinsaaten beider Lupinensorten signifikant besser als in den GM mit Sommerweizen. Im Anfangsstadium zeigen die Lupinen teils ein ausgeprägtes Rosettenwachstum, welches die Bodenbeschattung und die damit einhergehende Unkrautunterdrückung gewährleistet.

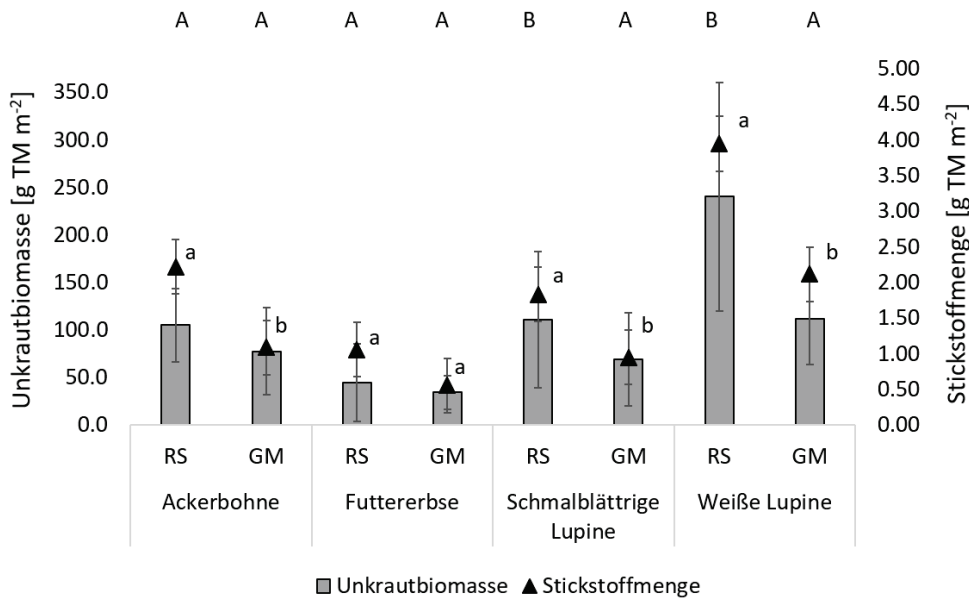


**Abbildung 1** Photosynthetisch aktive Strahlung (%) in den Beständen der getesteten Leguminosen Ackerbohne (AB), Futtererbse (FE), Schmalblättrige Lupine (BL) und Weiße Lupine (WL) von der Aussaat bis zur Abreife der Kulturen in Reinsaats (RS) und im Gemenge (GM) mit Sommerweizen (SW).

**Figure 1** Photosynthetically active radiation (%) in the plots of the tested intercropped (+ spring wheat (SW)) and sole cropped legumes faba bean (AB), pea (FE), blue lupin (BL) and white lupin (WL) from sowing till ripening of the crops.

Die Wuchseigenschaften spielten bei der Beschattung des Bodens, mit Ausnahme der Futtererbse (Daten nicht gezeigt), keine Rolle. Die langstrohige Futtererbsen-Sorte Muza zeigte ab der Hülsenbildung in RS sowie im GM eine signifikant bessere Beschattung des Bodens als die kurzstrohige Sorte Astronaut.

Die GM zeigten eine bessere Unkrautunterdrückung im Vergleich zu den jeweiligen RS (Abb. 2). Dieser Effekt war jedoch nur für die Schmalblättrige Lupine und die Weiße Lupine signifikant. Bei den Gemengen der Schmalblättrigen Lupine wurde das Unkrautauftreten von 110,61 g TM m<sup>-2</sup> in RS auf 69,29 g TM m<sup>-2</sup> reduziert. Im GM der Weißen Lupine (111,58 g TM m<sup>-2</sup>) wurde ein Rückgang von 53,5 % der Unkrautbiomasse im Vergleich zur RS (240,02 g TM m<sup>-2</sup>) festgestellt.



**Abbildung 2** Biomasse (g TM m<sup>-2</sup>) und aufgenommene Stickstoffmenge (g TM m<sup>-2</sup>) der Unkräuter im Bestand zur Abreife der geprüften Leguminosen in Reinsaat (RS) und im Gemenge mit Sommerweizen (GM). Die Signifikanzbuchstaben beziehen sich auf die ANOVA mit anschließendem post-hoc Test (Tukey, P < 0,05). Großbuchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede in der Unkrautbiomasse und Kleinbuchstaben auf signifikante Unterschiede in den aufgenommenen Stickstoffmengen der Unkräuter zwischen Gemenge und der jeweiligen Reinsaat (Tukey, P < 0,05, n=8).

**Figure 2** Biomass (g DM m<sup>-2</sup>) and absorbed nitrogen (g DM m<sup>-2</sup>) of weed biomass at ripening stage of the legume for the tested legumes in sole crop and intercropped with spring wheat. Capital letters highlight significant differences in weed biomasses and lowercase letters refer to significant differences in nitrogen content between the intercropped and the respective sole cropped legume (Tukey, P < 0,05, n=8).

Die Auswertung des aufgenommenen Stickstoffs in der Unkrautbiomasse weist darauf hin, dass die Unkräuter in den Leguminosen-RS dem Boden mehr pflanzenverfügbaren Stickstoff entzogen haben als in den GM. Für die Reinsaaten der Ackerbohne, Schmalblättrigen und Weißen Lupine war dieser Effekt signifikant. Die RS und das GM der Futtererbse unterschieden sich hingegen nicht signifikant voneinander (Abb. 2).

Zu Beginn der Wachstumsphase bis zur Blüte beschattet der Sommerweizen im GM den Boden, durch eine schnelle Bestockung, besser als die Leguminose und überbrückt so die langsame Entwicklung der Leguminosen in der Jugendphase. Die zusätzliche Stickstoffkonkurrenz des Getreides unterdrückt das Wachstum der Unkräuter. Somit könnte der Gemengeanbau eine ressourcenschonende Alternative zur Leguminosen-RS darstellen. Die bislang einjährigen Ergebnisse werden durch weitere Untersuchungen in verschiedenen Umwelten verifiziert.

## Literatur

- BÖHM, H., J. DAUBER, M. DEHLER, D.A. AMTHAUER GALLADO, T. DE WITTE, R. FUß, F. HÖPPNER, M. LANGHOF, N. RINKE, B. RODEMANN, G. RÜHL, S. SCHITTENHELM, 2020: Fruchtfolgen mit und ohne Leguminosen: ein Review. *Journal für Kulturpflanzen* **72** (10-11), 489–509.
- RÜHL, G., A. BRAMM, J. GREEF, 2009: Aspekte des Anbaus von Körnerleguminosen. *Journal für Kulturpflanzen* **61** (9), 312-317.