

Arbeitspaket A3.2: Einfluss erhöhter CO₂-Konzentration und Wasserstress auf Physiologie, Phänologie und Ertrag von Feldgemüse

Vorhersagbarkeit der CO₂-Antwort von Feldgemüse: Korrelation mit C-Senken-Stärke und Erntezeitpunkt?

Hannah R. Klostermann¹, Claudia Kammann², Katrin Kahlen¹

¹Institut für Gemüsebau, Hochschule Geisenheim University

²Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung, AG Klimafolgenforschung, Hochschule Geisenheim University

Einleitung / Hintergrund

Die **Auswirkungen von eCO₂ auf Feldgemüse** wurden bisher in Klimakammern und Gewächshäusern und oft bei optimaler Temperatur, Wasser-, und Nährstoffversorgung untersucht. FACE-Studien unter natürlichen, oft limitierenden Bedingungen (Temperatur, Wasserversorgung) fehlen weitgehend.

Aktuell wird diskutiert, dass die **Effekte steigender CO₂-Konzentrationen** auf Photosynthese, Wachstum und Ertrag weniger durch die Stärke der C-Quelle (d.h. Photosyntheserate) bestimmt werden, sondern durch die **C-Senkenstärke (Bedarf an Assimilaten)**, d.h. durch Begrenzungen des Wachstumsprozesses (Zelldifferenzierung und -streckung, phänologisches Stadium) und damit durch Temperatur, Wasserversorgung und Jahresverlauf (Körner, 2015).

Im Gegensatz zu Nutzpflanzen wie Getreide weisen Feldgemüse oft eine besonders hohe C-Senkenkapazität (*sink*) auf und werden vor der Samenreife geerntet (Abb. 1). Die C-Senkenkapazität wird bei Feldgemüse durch die Art der Ernteorgane und so durch den Zeitpunkt der Ernte in Bezug auf den Lebenszyklus bestimmt (Abb. 1).

Da bislang keine Freilanddaten zu Feldgemüse unter erhöhtem CO₂ existieren, geht diese Arbeit über eine **Literaturstudie** der Frage nach, ob die CO₂-Antwort von der Art der C-Senkenstärke und damit von der Art und Kulturdauer der Gemüseart abhängen und somit vorhersagbar sein könnte.

Hierzu wurden **vier Gruppen von „Senkentypen“ bei Feldgemüse** identifiziert, und (i) die Resultate von FACE-Experimenten mit analogen Pflanzenarten mit vergleichbaren Senkentypen und (ii) Studien für Gemüse im geschütztem Anbau (Gewächshaus und Klimakammer) mit erhöhtem CO₂ evaluiert.

Bisherige Ergebnisse

Studien im geschützten Anbau:

➤ Sehr starke CO₂-Antwort, die in der Reihenfolge Blattgemüse > Knollen- & Blütengemüse > Fruchtgemüse sinkt (Tab. 1).

Studien unter Freilandbedingungen (FACE): Bei Arten analog zu den 4 definierten Gemüse-Senkentypen (Abb. 1) traten auch unter limitierenden Bedingungen CO₂-Effekte auf, die dem Konzept (Abb. 2) entsprechen.

➤ **Beispiel Blattgemüse-Analog:** Weidelgras zeigte im Frühjahr bzw. nach dem Mähen eine gesteigerte Photosyntheserate, im Herbst nicht (*downregulation*).

➤ **Beispiel Knollenpflanzen-Analog:** Kartoffeln mit indetermiertem Wuchs zeigten höhere Erträge v.a. durch eine höhere Anzahl von Knollen und nicht durch größere Knollen (Miglietta et al., 1998).

Die Betrachtung der eCO₂-Antwort von Feldgemüse vor dem Hintergrund der Kontrolle durch die C-Senkenstärke erweist sich als vielversprechendes Konzept zum besseren Verständnis von eCO₂-Effekten (Abb. 2). Ein Übersichtsartikel (Review) befindet sich in Vorbereitung.



Abb. 2: Paradigmenwechsel nach Körner (2015): Wechsel von C-zentrierter Sichtweise zu einer C-Senken-orientierten Sichtweise, um die CO₂-Antwort der Pflanzen zu erklären.

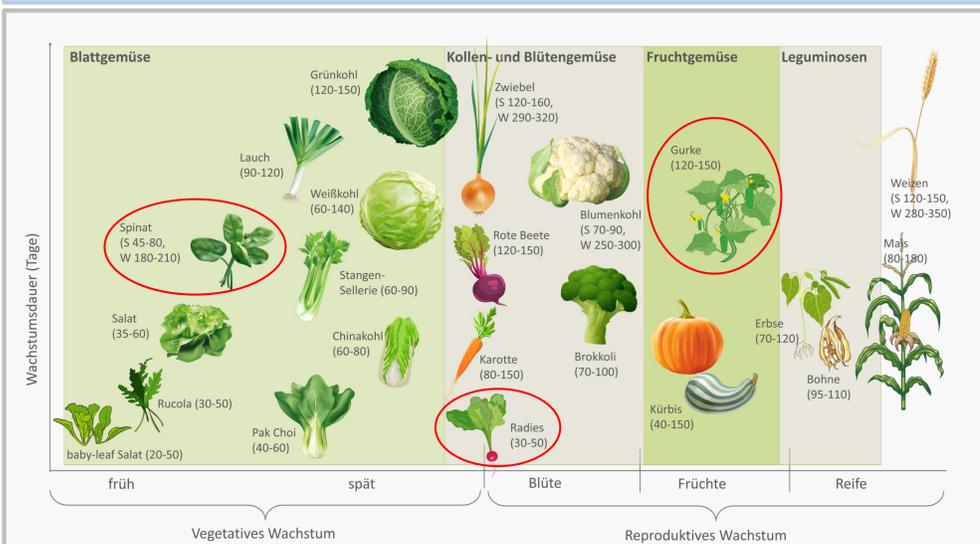


Abb. 1: Übersicht der Wachstumscharakteristika von ausgewählten Feldgemüsen im Vergleich zu landwirtschaftlichen Kulturen. Die Einteilung zeigt den Erntezeitpunkt im Lebenszyklus der Feldgemüseart. In Klammern: Wachstumsdauer (Tage), Saison (S Sommer; W Winter). Die farbigen Hintergründe kennzeichnen die funktionellen Gruppen für Feldgemüse, die roten Ellipsen die gewählten Gemüsekulturen für das Gemüse-FACE.

Quellen: Ware & McCollum, 1980; Heyland, 1996; Wien, 1997; Wonneberger, 2004; Mattheus-Staack, 2006; Laber & Lattauschke, 2014; Welbaum, 2015. Abbildung verändert nach Forbes & Watson, 1992

Material & Methoden

Für Feldgemüse wurden vier funktionelle Gruppen definiert und analoge Pflanzenarten mit vergleichbaren Senkentypen, die bereits in FACE-Experimenten untersucht wurden, unterschieden:

Gruppe	Beispielgemüse	Analoge landwirtschaftliche Feldkultur
Blattgemüse	Spinat	Grünland (Ainsworth et al., 2003ab)
Knollen- und Blütengemüse	Radies	Zuckerrübe (Manderscheid et al., 2010)
Indeterminiert wachsende Fruchtgemüse	Gurken	Kartoffel (Miglietta et al., 1998; Finnan et al., 2005)
Leguminosen	Erbsen	Sojabohnen (Ainsworth et al., 2004)

Die Resultate zur Senkentyp-spezifischen CO₂-Antwort werden zudem aus Studien zum Einfluss von eCO₂ auf Feldgemüse aus Gewächshaus- und Klimakammer-Versuchen zusammengefasst (Anzahl Publikationen > 25 mit > 40 Datensätzen, Stand 31.08.2016, vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht der CO₂-Antwort von Blatt-, Knollen-, und Fruchtgemüse aus verfügbaren Publikationen (s.u.). MZP Messzeitpunkt [Tage]; CO₂ ↑ CO₂-Konz.-Erhöhung [%]; Y ↑↓ Ertrags-Zu-/Abnahme [%]; Pn ↑↓ Photosynthese-Zu-/Abnahme [%]; Lit. Literaturquelle

Gruppe / Beispiel	Anbauform	MZP	CO ₂ ↑	Y ↑↓	Pn ↑↓	Lit.	
Blattgemüse: <i>Spinacia oleracea</i> L.	polyethylen chamber: hydroponic	18	275	+ 75	/	1	
		21		+ 70			
	28	+ 136					
	40	+ 18	+ 29				
open top chamber	60	71	+ 10	+ 54	2		
	80		+ 16	+ 4			
closed growth chamber growth chamber	20	128	+ 50	+ 150	3		
	35		+ 66	/		4	
Knollengemüse: <i>Raphanus sativus</i> L.	growth chamber	25	115	+ 58	/	5	
		29		+ 35			
	growth chamber	17-21	88	/	+ 123		6
	phytotron glass chamber, 2,5 m ²	90		85	- 14		
growth chamber hydroponic	13	200	/	+ 45	8		
	19		/	+ 107			
22	+ 30	+ 90					
Fruchtgemüse: <i>Cucumis sativus</i> L.	controlled environment facilities	16	185	+ 83	/	9	
		36		+ 11			
	43	+ 2	- 39				
	60	+ 1	- 56				
greenhouse	127	103	+ 18	/	10		
	63		111	+ 35		/	11
growth chamber	21	200	/	+ 97	12		

Literatur: 1 Holbrook et al., 1993; 2 Jain et al., 2007; 3 Jin et al., 2009; 4 Proietti et al., 2013; 5 Usuda, 2004; 6 Usuda, 2006; 7 Choi et al., 2011; 8 Chu et al., 1992; 9 Peet, 1986; 10 Segura et al., 2001; 11 Luomala et al., 2008; 12 Agüera et al., 2006

Ausblick Auslauffinanzierungsphase

Das **übergeordnete Ziel** ist die **Vorhersagbarkeit der CO₂-Antwort von Feldgemüse** bzgl. Photosynthese, Wachstum und Ertrag. Wir erwarten, dass Voraussagen über die Reaktion auf eCO₂ anhand von C-Senkentyp, C-Senkenkapazität, Anbau- und Erntezeitpunkt möglich sind. Die experimentelle Konzeptprüfung soll über die Anbauversuche im Gemüse-FACE erfolgen und steht noch aus.

Es ist anzunehmen, dass das **C-Senken-Konzept** in Verbindung mit Phänotypisierung und Transkriptomanalysen eine **gezielte Sortenwahl bzw. -züchtung** ermöglicht.

Auslauffinanzierung: Da LOEWE eine kostenneutrale Laufzeitverlängerung aus Mutterschutzgründen nicht vorsieht, wurde keine Auslauffinanzierung beantragt.