



Wissenschaftlicher Versuch

Anzucht von Salatsetzlingen im Gewächshaus mit *plocher pflanzen me*

Pascal Fafard, agr.

Sandrine Seydoux, agr.

Adrian Nufer, dipl. Natw. ETH

Farm Delfland inc., Yvon Van Winden, Napierville, Québec, Kanada – 2010

Dieser wissenschaftliche Versuch dokumentiert eine signifikante Verbesserung des Wachstums von Salatsetzlingen im Gewächshaus durch das Produkt *plocher pflanzen me*. Nach 15 Tagen weisen die mit *plocher pflanzen me* behandelten Setzlinge 14 % mehr Blattfläche und 13 % mehr Blattmasse als die Kontrollgruppe auf. Dieser Gewinn an Blattfläche und Biomasse verstärkt die Photosyntheseleistung und erhöht somit die Reserven vor der Verpflanzung ins Feld.

Einleitung

Die Plocher®-Produkte sind natürliche Hilfsmittel, welche für den biologischen Landbau zugelassen sind, aber ebenso in der konventionellen Landwirtschaft eingesetzt werden. Sie ermöglichen eine stabile landwirtschaftliche Produktion von Erzeugnissen überragender Qualität. Um ihre Wirksamkeit wissenschaftlich zu überprüfen, wurde ein Versuch mit Salatsetzlingen im Gewächshaus der Farm Delfland in Kanada angesetzt. Dieser Gemüsebetrieb südwestlich von Montreal bewirtschaftet eine Fläche von insgesamt 350 ha (www.delfland.ca).

Versuch

Eisbergsalat-Setzlinge (Varietät «Estival») wurden während der Anzucht im Gewächshaus mit *plocher pflanzen me* behandelt und die Auswirkung auf Blattgrösse und Biomasse erhoben. Das getestete Produkt wirkt in erster Linie auf die Blattmasse und dient der Optimierung des Pflanzenwachstums. *plocher pflanzen me* ist Teil einer Produktreihe und wird normalerweise in Kombination mit *plocher pflanzenvital*, *plocher pflanzenvital f1*, *plocher aktiv-blatt* und *plocher bodenaktivator 1-2-3* eingesetzt. Optimale Resultate werden nur durch den Einsatz des kompletten Systems erzielt. Um den spezifischen Effekt von *plocher pflanzen me* zu dokumentieren, wurde in vorliegendem Versuch jedoch nur dieses Produkt verwendet.

Am 19. Juli 2010 wurde der Salat in Topfplatten mit je 224 würfelförmigen Substratblöcken ausgesät. Je 9 Platten in der behandelten und der unbehandelten Zone wurden gemäss dem Schema 1 markiert. Für die Anzucht wurde ein mineralisch gedüngtes Standardsubstrat verwendet. Die Platten wurden nicht gemäss dem Zufallsprinzip angeordnet, da es im laufenden Betrieb nicht möglich war, die Platten individuell zu behandeln und auch, um eine Wirkungsübertragung der Plocher®-behandelten Pflanzen auf die unbehandelten zu vermeiden. Aus letzterem Grund wurden die beiden Bereiche zudem durch eine Pufferzone voneinander getrennt.

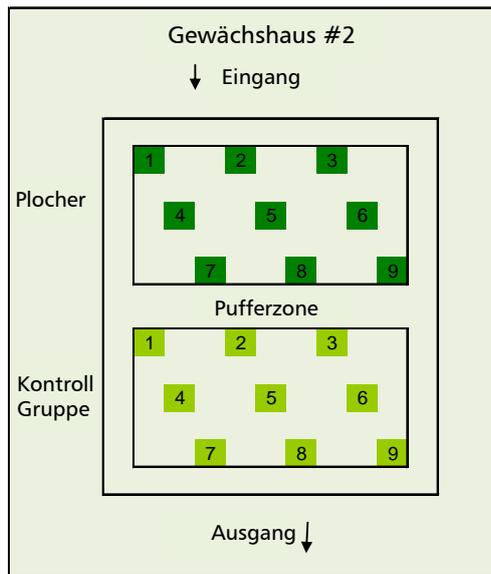


Abb. 1: Gewächshaus #2 der Farm Delfland



Abb. 2: Setzlingsanzucht im Gewächshaus

Die Plocher®-Behandlung bestand aus zwei Applikationen *plocher pflanzen me*, am 20. Juli und am 27. Juli 2010, mit je 5 ml / 100 m². Das Produkt auf Melassebasis wurde in viel Wasser aufgelöst und während des regulären Bewässerungsintervalls auf die Pflanzen gesprüht. Die Kontrollzone wurde mit derselben Menge Wasser wie die behandelte Zone besprüht.



Schema 1 : Verteilung der beprobten Platten im Gewächshaus: 9 Wiederholungen pro Verfahren, mit Pufferzone dazwischen

15 Tage nach der Aussaat und einen Tag vor der Verpflanzung ins Feld wurde der Versuch ausgewertet und die Pflanzen beider Verfahren miteinander verglichen. Zu diesem Zeitpunkt waren die Setzlinge im 4-Blatt Stadium. Wie anhand von Vorversuchen ermittelt wurde, ist der Zustand der Setzlinge am besten anhand der Grösse des dritten Blattes erkennbar. Zudem genügt die Untersuchung von acht Pflanzen pro Platte um den Gesamtbestand einer Platte zuverlässig wiederzugeben¹. Die acht Pflanzen wurden systematisch über die gesamte Platte verteilt erhoben, mit Ausnahme der beiden äussersten Reihen rund um die Platte herum.



Abb. 3: Vergleich der 8 Setzlinge pro Verfahren, Wiederholungen 1-3, links: pflöcherpflanzen (T_1) , rechts: Kontrolle (T_0)

Auswertung

Die Wurzeln jedes Setzlings wurden sorgfältig im Wasser geschwenkt um die umgebende Erde abzuwaschen. Zur Erhebung der Blatt-Biomasse, wurden die Pflanzen auf Trockenpapier ausgelegt und dann die Wurzel genau unterhalb des Wurzelhalses abgeschnitten, welcher durch eine kleine Verdickung an der Stielbasis erkennbar ist. Die verwendete Feldwaage hatte eine Genauigkeit von 0.1 g, weshalb die Pflanzen immer zu Acht gewogen wurden (Abb. 4-9).



Abb. 4: Waschen der Setzlinge im Wasserbad

¹ Anlässlich eines Vorversuchs, wurden 4 Serien von Zufallsziehungen bezüglich der Länge des dritten Blattes der Setzlinge durchgeführt. Die Varianz hat sich von $n = 8$ an stabilisiert. Die Zufallsziehungen wurden mit Hilfe der Funktion ALEA in Excel durchgeführt, welche Zufallszahlen zwischen 0 und 1 erzeugt.



Abb. 5: Trocknen der Setzlinge auf stark absorbierendem Trockenpapier



Abb. 6: Schnitt und Messen der Wurzellängen



Abb. 7: Gesamthaftes Wägen des Blattfrischgewichtes von 8 Setzlingen

Resultate

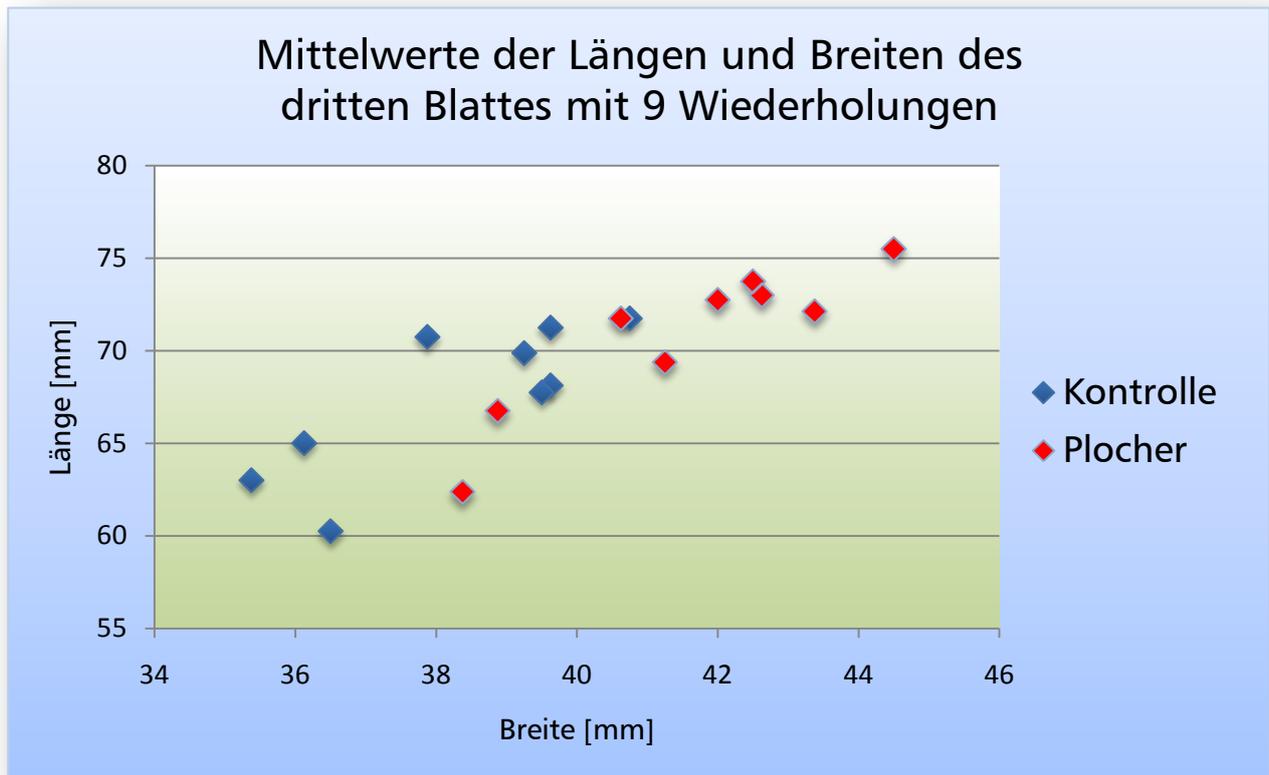
Insgesamt wurden 5 Parameter erhoben:

- Breite des dritten Blattes
- Länge des dritten Blattes
- Maximallänge der Wurzeln
- Frischgewicht der Blattmasse (gesamthaft für jeweils 8 Setzlinge)
- Frischgewicht der Wurzelmasse (gesamthaft für jeweils 8 Setzlinge)

Die Anzahl der Wiederholungen pro Verfahren (Plocher® und Kontrolle) beträgt $n = 9$.

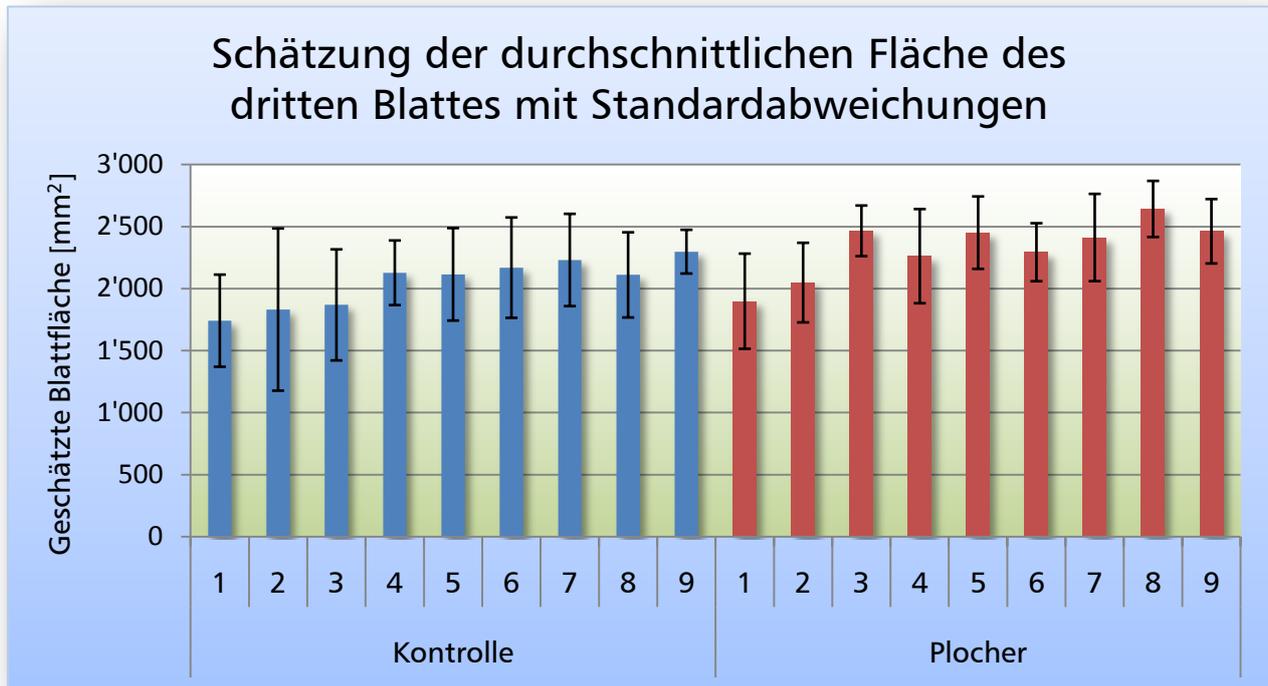
Länge und Breite des dritten Blattes

Ein zweidimensionales Diagramm zeigt eine Gesamtsicht der Parameter Länge und Breite des dritten Blattes (Diag. 1). Jeder Punkt entspricht einer Wiederholung und stellt den Durchschnittswert von jeweils acht Proben dar. Im Allgemeinen weisen die mit *plocher pflanzen me* behandelten Setzlinge längere und breitere Blätter auf, welche somit eine grössere Fläche besitzen. Dies kommt ebenfalls bei der Schätzung der Blattfläche zum Ausdruck, welche mit Hilfe der Ellipsenformel (Länge x Breite x $\pi / 4$) berechnet wurde und in Diagramm 2 dargestellt ist.

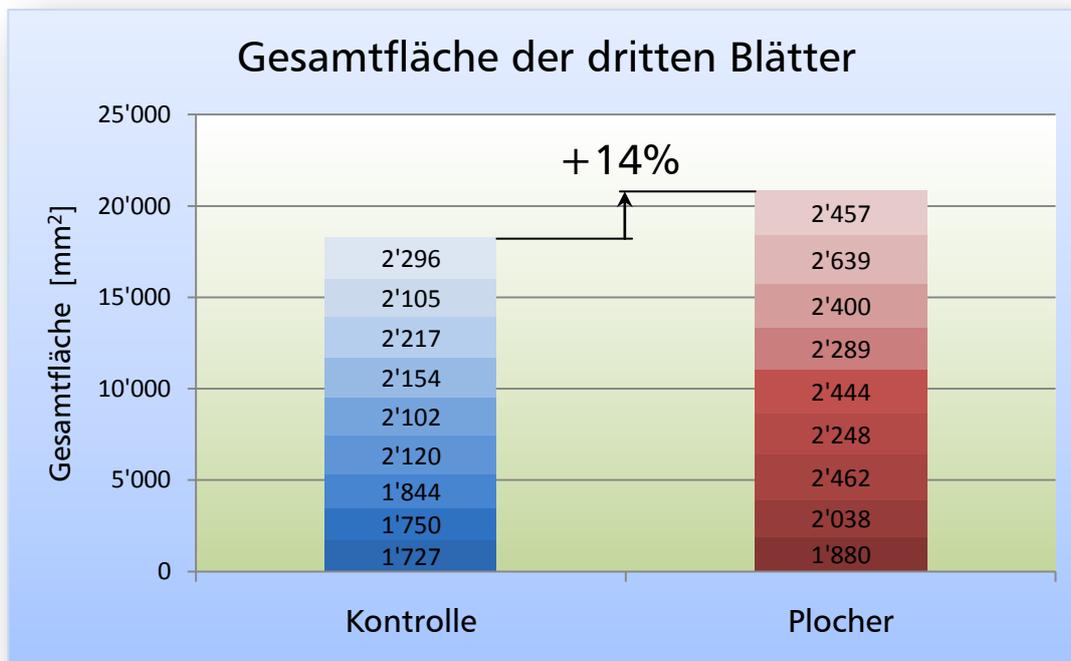


Diag. 1: Mittelwerte der Längen und Breiten des dritten Blattes. Anzahl der Wiederholungen $n = 9$. Die Setzlinge, welche mit *plocher pflanzen me* behandelt wurden weisen mehrheitlich längere und breitere Blätter als die Kontrollgruppe auf.

Um zu bestimmen, welcher statistische Test angewandt werden kann, wurde die Verteilung mittels Kolmogorov-Smirnov Test überprüft. Da dieser Test klar zeigt, dass eine Normalverteilung vorliegt, ist die Anwendung des t-Tests zulässig. Gemäss t-Test kann die Nullhypothese, dass kein Unterschied zwischen den Verfahren vorliegt, mit einer Wahrscheinlichkeit von weniger als 2 % ausgeschlossen werden ($p < 0.016$). Man kann deshalb schliessen, dass die Anwendung von *plocher pflanzen me* zu einer statistisch signifikanten Erhöhung der Blattoberfläche von 14 % führt (Diag. 3).



Diag. 2: Schätzung der mittleren Oberflächen des dritten Blattes mit Standardabweichungen. Die Setzlinge, welche mit plocher pflanzen me behandelt wurden weisen grössere Blattflächen und eine gleichmässigeren Verteilung derselben auf (weniger Variabilität). Der Unterschied zwischen den Verfahren ist statistisch signifikant gemäss t-Test ($p < 0.016$, $n = 9$).

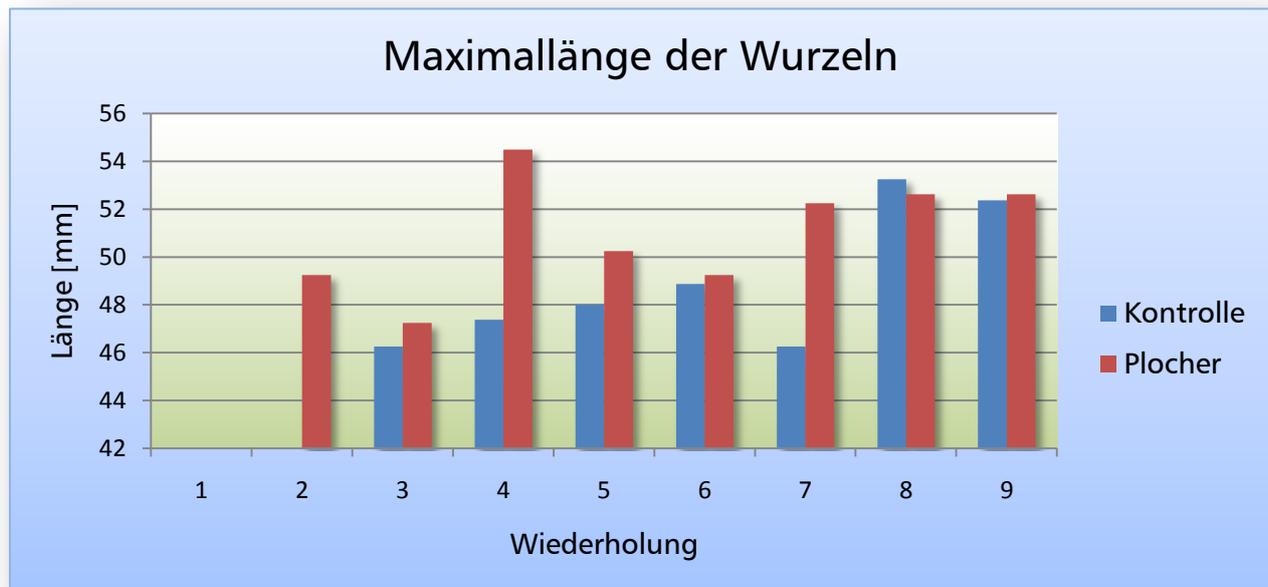


Diag. 3: Die Gesamtfläche der dritten Blätter ist durch die Behandlung mit plocher pflanzen me um 14 % erhöht. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant gemäss t-Test ($p < 0.016$, $n = 9$).



Maximallänge der Wurzeln

Die Maximallänge der Wurzeln wurde nach sorgfältigem Waschen der Setzlinge gemessen. Wegen einem Problem bei der Erhebung fehlen 3 Messungen (Wiederholung 1 und teilweise Wiederholung 2). Die Maximallänge der Wurzeln ist bei den behandelten Pflanzen gegenüber den unbehandelten tendenziell erhöht, der Unterschied ist aber nicht signifikant (Diag. 4). Das bei der Erhebung festgestellte erhöhte Vorkommen von Feinwurzeln bei den behandelten Setzlingen kommt durch die Messung der maximalen Wurzellänge nicht zum Ausdruck.

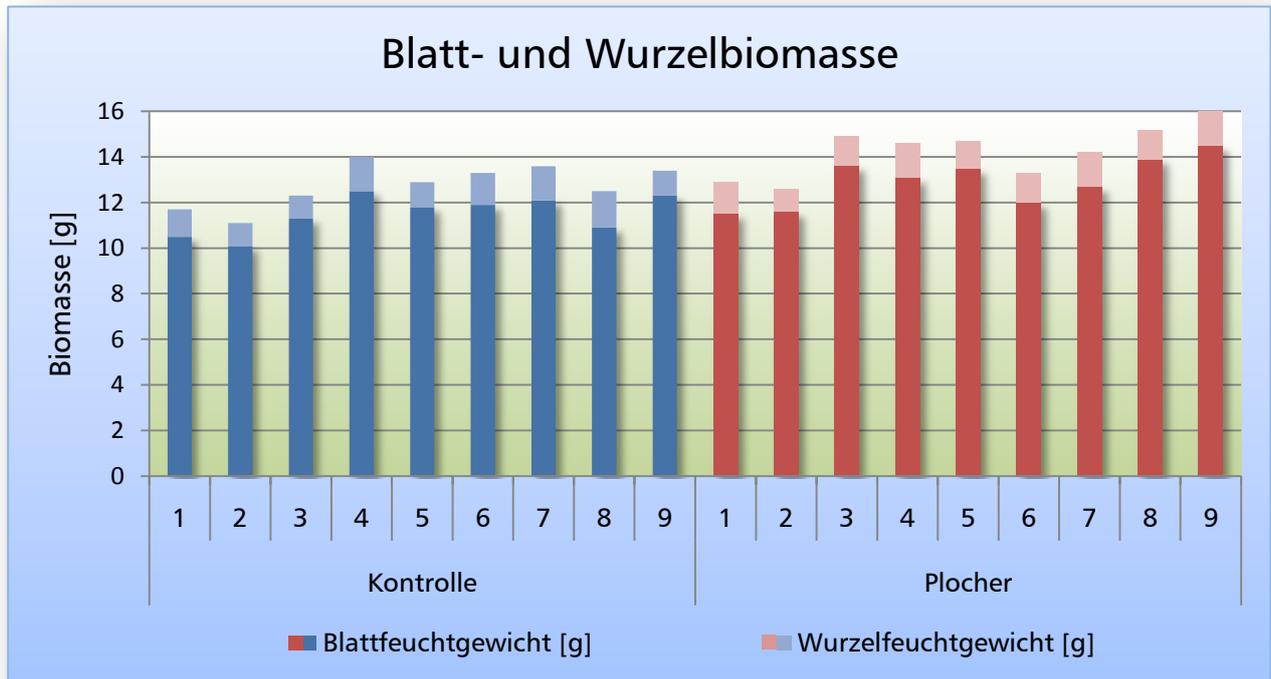


Diag. 4: Die Maximallänge der Wurzeln ist bei den mit *plocher pflanzen me* behandelten Setzlinge tendenziell erhöht, aber aufgrund der hohen Variabilität nicht signifikant ($p < 0.15$, $n = 7$).

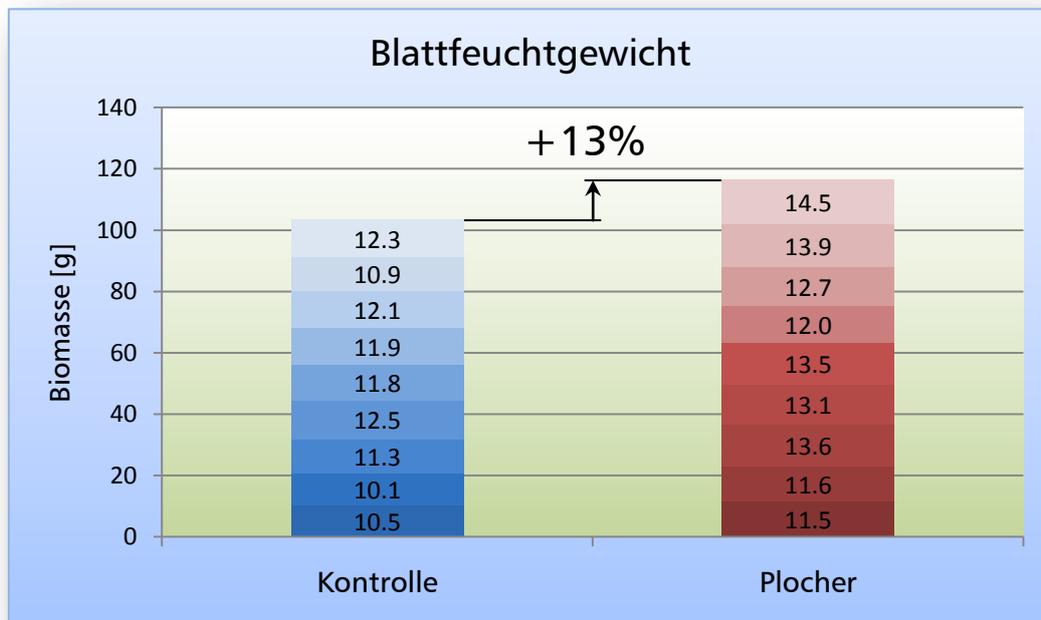
Blatt- und Wurzelbiomasse

Die Blatt- und Wurzelbiomassen wurden gesamthaft für jeweils 8 Setzlinge gemessen, weshalb keine Standardabweichungen berechnet werden können. Die Diagramme 5 und 6 zeigen, dass die Biomasse der mit *plocher pflanzen me* behandelten Setzlinge gegenüber der Kontrollgruppe um 13 % erhöht ist. Die statistische Analyse ergibt einen hoch signifikanten Unterschied, mit $p < 0.006$ (test t)². Die Wahrscheinlichkeit, dass der Unterschied auf Zufall beruht ist demnach kleiner als 1 %. Bei der Wurzelmasse besteht hingegen kein Unterschied (t-Test, $p < 0.5$). Dies kann wiederum durch die Verwendung von *plocher pflanzen me* erklärt werden, einem Produkt welches in erster Linie das Wachstum der oberirdischen Pflanzenteile stärkt.

² Der t-Test wurde angewandt, nachdem die Variablen mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung geprüft wurden.



Diag. 5: Das Blattfeuchtgewicht der mit plocher pflanzen me behandelten Setzlinge ist signifikant höher als dasjenige der Kontrollgruppe. Zwischen den Wurzelmassen gibt es keine Unterschiede.



Diag. 6: Das Blattfeuchtgewicht der mit plocher pflanzen me behandelten Setzlinge ist gegenüber der Kontrollgruppe um 13 % erhöht. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant gemäss t-Test ($p < 0.006$, $n = 9$).



Anhang

Messwerttabelle

Setzlings-code	Behandlung	Wiederholung	Setzlings-nummer	Max. Wurzellänge [mm]	Breite des dritten Blattes [mm]	Länge des dritten Blattes [mm]	Blattmasse feucht [g]	Wurzelmasse feucht [g]	Total Feuchtwicht [g]
T0-1-1	Kontrolle	1	1		32.0	58.0	10.5	1.2	11.7
T0-1-2	Kontrolle	1	2		35.0	54.0			
T0-1-3	Kontrolle	1	3		35.0	56.0			
T0-1-4	Kontrolle	1	4		35.0	57.0			
T0-1-5	Kontrolle	1	5		36.0	60.0			
T0-1-6	Kontrolle	1	6		46.0	69.0			
T0-1-7	Kontrolle	1	7		32.0	62.0			
T0-1-8	Kontrolle	1	8		41.0	66.0			
T0-2-1	Kontrolle	2	1		40.0	63.0	10.1	1.0	11.1
T0-2-2	Kontrolle	2	2		41.0	71.0			
T0-2-3	Kontrolle	2	3		38.0	71.0			
T0-2-4	Kontrolle	2	4		35.0	64.0			
T0-2-5	Kontrolle	2	5		45.0	70.0			
T0-2-6	Kontrolle	2	6		37.0	70.0			
T0-2-7	Kontrolle	2	7		32.0	65.0			
T0-2-8	Kontrolle	2	8		15.0	30.0			
T0-3-1	Kontrolle	3	1	37.0	42.0	70.0	11.3	1.0	12.3
T0-3-2	Kontrolle	3	2	50.0	40.0	64.0			
T0-3-3	Kontrolle	3	3	50.0	29.0	54.0			
T0-3-4	Kontrolle	3	4	44.0	26.0	56.0			
T0-3-5	Kontrolle	3	5	48.0	35.0	66.0			
T0-3-6	Kontrolle	3	6	51.0	39.0	70.0			
T0-3-7	Kontrolle	3	7	46.0	41.0	70.0			
T0-3-8	Kontrolle	3	8	44.0	37.0	70.0			
T0-4-1	Kontrolle	4	1	46.0	37.0	65.0	12.5	1.5	14.0
T0-4-2	Kontrolle	4	2	50.0	34.0	62.0			
T0-4-3	Kontrolle	4	3	51.0	40.0	66.0			
T0-4-4	Kontrolle	4	4	43.0	40.0	70.0			
T0-4-5	Kontrolle	4	5	45.0	43.0	70.0			
T0-4-6	Kontrolle	4	6	46.0	40.0	66.0			
T0-4-7	Kontrolle	4	7	52.0	41.0	75.0			
T0-4-8	Kontrolle	4	8	46.0	42.0	71.0			
T0-5-1	Kontrolle	5	1	46.0	32.0	62.0	11.8	1.1	12.9
T0-5-2	Kontrolle	5	2	46.0	41.0	71.0			
T0-5-3	Kontrolle	5	3	50.0	36.0	66.0			
T0-5-4	Kontrolle	5	4	52.0	37.0	64.0			
T0-5-5	Kontrolle	5	5	54.0	40.0	64.0			
T0-5-6	Kontrolle	5	6	40.0	43.0	70.0			



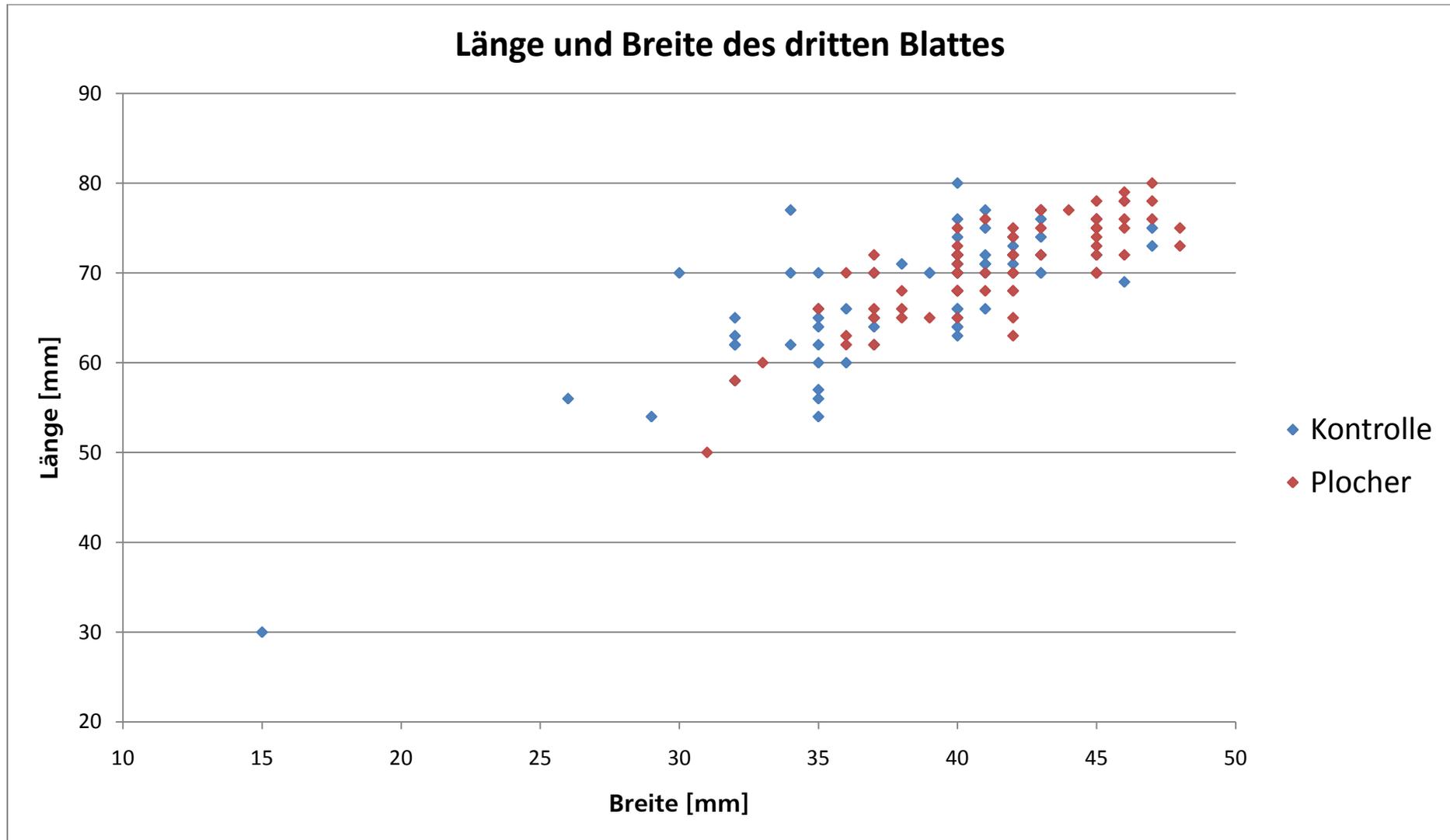
Setzlings-code	Behandlung	Wiederholung	Setzlingsnummer	Max. Wurzellänge [mm]	Breite des dritten Blattes [mm]	Länge des dritten Blattes [mm]	Blattmasse feucht [g]	Wurzelmasse feucht [g]	Total Feuchtwicht [g]
T0-5-7	Kontrolle	5	7	46.0	40.0	70.0			
T0-5-8	Kontrolle	5	8	50.0	47.0	75.0			
T0-6-1	Kontrolle	6	1	46.0	32.0	63.0	11.9	1.4	13.3
T0-6-2	Kontrolle	6	2	50.0	43.0	72.0			
T0-6-3	Kontrolle	6	3	54.0	47.0	73.0			
T0-6-4	Kontrolle	6	4	45.0	35.0	60.0			
T0-6-5	Kontrolle	6	5	47.0	41.0	77.0			
T0-6-6	Kontrolle	6	6	45.0	35.0	70.0			
T0-6-7	Kontrolle	6	7	50.0	41.0	72.0			
T0-6-8	Kontrolle	6	8	54.0	40.0	72.0			
T0-7-1	Kontrolle	7	1	52.0	35.0	62.0	12.1	1.5	13.6
T0-7-2	Kontrolle	7	2	51.0	40.0	76.0			
T0-7-3	Kontrolle	7	3	44.0	34.0	70.0			
T0-7-4	Kontrolle	7	4	42.0	43.0	74.0			
T0-7-5	Kontrolle	7	5	47.0	42.0	73.0			
T0-7-6	Kontrolle	7	6	49.0	37.0	62.0			
T0-7-7	Kontrolle	7	7	45.0	43.0	77.0			
T0-7-8	Kontrolle	7	8	40.0	43.0	76.0			
T0-8-1	Kontrolle	8	1	42.0	30.0	70.0	10.9	1.6	12.5
T0-8-2	Kontrolle	8	2	65.0	34.0	77.0			
T0-8-3	Kontrolle	8	3	46.0	45.0	76.0			
T0-8-4	Kontrolle	8	4	45.0	35.0	65.0			
T0-8-5	Kontrolle	8	5	57.0	40.0	68.0			
T0-8-6	Kontrolle	8	6	52.0	37.0	65.0			
T0-8-7	Kontrolle	8	7	55.0	40.0	71.0			
T0-8-8	Kontrolle	8	8	64.0	42.0	74.0			
T0-9-1	Kontrolle	9	1	44.0	40.0	70.0	12.3	1.1	13.4
T0-9-2	Kontrolle	9	2	54.0	45.0	72.0			
T0-9-3	Kontrolle	9	3	61.0	42.0	72.0			
T0-9-4	Kontrolle	9	4	47.0	40.0	74.0			
T0-9-5	Kontrolle	9	5	51.0	40.0	71.0			
T0-9-6	Kontrolle	9	6	53.0	39.0	70.0			
T0-9-7	Kontrolle	9	7	54.0	40.0	80.0			
T0-9-8	Kontrolle	9	8	55.0	40.0	65.0			
T1-1-1	Plocher P	1	1		40.0	65.0	11.5	1.4	12.9
T1-1-2	Plocher P	1	2		42.0	65.0			
T1-1-3	Plocher P	1	3		42.0	68.0			
T1-1-4	Plocher P	1	4		31.0	50.0			
T1-1-5	Plocher P	1	5		42.0	68.0			
T1-1-6	Plocher P	1	6		36.0	62.0			
T1-1-7	Plocher P	1	7		42.0	63.0			
T1-1-8	Plocher P	1	8		32.0	58.0			



Setzlings-code	Behandlung	Wiederholung	Setzlingsnummer	Max. Wurzellänge [mm]	Breite des dritten Blattes [mm]	Länge des dritten Blattes [mm]	Blattmasse feucht [g]	Wurzelmasse feucht [g]	Total Feuchtwicht [g]
T1-2-1	Plocher P	2	1	50.0	39.0	65.0	11.6	1.0	12.6
T1-2-2	Plocher P	2	2	51.0	35.0	66.0			
T1-2-3	Plocher P	2	3	47.0	33.0	60.0			
T1-2-4	Plocher P	2	4	56.0	42.0	70.0			
T1-2-5	Plocher P	2	5	47.0	37.0	65.0			
T1-2-6	Plocher P	2	6	42.0	46.0	72.0			
T1-2-7	Plocher P	2	7	60.0	41.0	68.0			
T1-2-8	Plocher P	2	8	41.0	38.0	68.0			
T1-3-1	Plocher P	3	1	45.0	42.0	70.0	13.6	1.3	14.9
T1-3-2	Plocher P	3	2	46.0	45.0	75.0			
T1-3-3	Plocher P	3	3	56.0	41.0	70.0			
T1-3-4	Plocher P	3	4	47.0	40.0	70.0			
T1-3-5	Plocher P	3	5	42.0	40.0	75.0			
T1-3-6	Plocher P	3	6	40.0	45.0	76.0			
T1-3-7	Plocher P	3	7	52.0	44.0	77.0			
T1-3-8	Plocher P	3	8	50.0	43.0	77.0			
T1-4-1	Plocher P	4	1	75.0	37.0	62.0	13.1	1.5	14.6
T1-4-2	Plocher P	4	2	53.0	40.0	70.0			
T1-4-3	Plocher P	4	3	46.0	40.0	68.0			
T1-4-4	Plocher P	4	4	60.0	46.0	78.0			
T1-4-5	Plocher P	4	5	57.0	46.0	76.0			
T1-4-6	Plocher P	4	6	42.0	38.0	66.0			
T1-4-7	Plocher P	4	7	62.0	38.0	65.0			
T1-4-8	Plocher P	4	8	41.0	45.0	70.0			
T1-5-1	Plocher P	5	1	47.0	42.0	72.0	13.5	1.2	14.7
T1-5-2	Plocher P	5	2	50.0	42.0	72.0			
T1-5-3	Plocher P	5	3	46.0	43.0	77.0			
T1-5-4	Plocher P	5	4	50.0	46.0	79.0			
T1-5-5	Plocher P	5	5	50.0	43.0	72.0			
T1-5-6	Plocher P	5	6	46.0	40.0	73.0			
T1-5-7	Plocher P	5	7	56.0	37.0	66.0			
T1-5-8	Plocher P	5	8	57.0	48.0	73.0			
T1-6-1	Plocher P	6	1	39.0	45.0	73.0	12.0	1.3	13.3
T1-6-2	Plocher P	6	2	50.0	40.0	68.0			
T1-6-3	Plocher P	6	3	49.0	37.0	72.0			
T1-6-4	Plocher P	6	4	44.0	42.0	72.0			
T1-6-5	Plocher P	6	5	60.0	36.0	70.0			
T1-6-6	Plocher P	6	6	49.0	40.0	72.0			
T1-6-7	Plocher P	6	7	49.0	45.0	75.0			
T1-6-8	Plocher P	6	8	54.0	40.0	72.0			
T1-7-1	Plocher P	7	1	52.0	37.0	70.0	12.7	1.5	14.2
T1-7-2	Plocher P	7	2	46.0	36.0	63.0			



Setzlings-code	Behandlung	Wiederholung	Setzlingsnummer	Max. Wurzellänge [mm]	Breite des dritten Blattes [mm]	Länge des dritten Blattes [mm]	Blattmasse feucht [g]	Wurzelmasse feucht [g]	Total Feuchtwicht [g]
T1-7-3	Plocher P	7	3	52.0	42.0	70.0			
T1-7-4	Plocher P	7	4	60.0	43.0	75.0			
T1-7-5	Plocher P	7	5	55.0	42.0	75.0			
T1-7-6	Plocher P	7	6	56.0	45.0	75.0			
T1-7-7	Plocher P	7	7	44.0	46.0	78.0			
T1-7-8	Plocher P	7	8	53.0	45.0	76.0			
T1-8-1	Plocher P	8	1	52.0	47.0	76.0	13.9	1.3	15.2
T1-8-2	Plocher P	8	2	47.0	40.0	72.0			
T1-8-3	Plocher P	8	3	56.0	45.0	78.0			
T1-8-4	Plocher P	8	4	43.0	48.0	75.0			
T1-8-5	Plocher P	8	5	49.0	47.0	78.0			
T1-8-6	Plocher P	8	6	64.0	46.0	75.0			
T1-8-7	Plocher P	8	7	50.0	41.0	76.0			
T1-8-8	Plocher P	8	8	60.0	42.0	74.0			
T1-9-1	Plocher P	9	1	62.0	45.0	70.0	14.5	1.5	16.0
T1-9-2	Plocher P	9	2	49.0	40.0	71.0			
T1-9-3	Plocher P	9	3	56.0	47.0	80.0			
T1-9-4	Plocher P	9	4	49.0	40.0	68.0			
T1-9-5	Plocher P	9	5	50.0	45.0	72.0			
T1-9-6	Plocher P	9	6	40.0	45.0	70.0			
T1-9-7	Plocher P	9	7	70.0	45.0	74.0			
T1-9-8	Plocher P	9	8	45.0	40.0	72.0			



Zusatzdiagramm: Ausführliche Darstellung der Verteilung von Längen und Breiten des dritten Blattes aller erhobenen Setzlinge