



Optimierung von Pikiersubstraten für *Hypericum perforatum* L.

D. Kolbl¹, R. Schulz², M. Straub³ und V. Römheld²

Einleitung

In den letzten Jahren sind in der Aufzucht von *Hypericum perforatum* L. mehrmals Ausfälle aufgetreten. Es sollte daher aufgeklärt werden, ob das betriebseigene, kompostbetonte Pikiersubstrat für den Jungpflanzenausfall verantwortlich ist oder ob es andere Ursachen hat.

Material und Methoden

Das Pikieren in die mit unterschiedlichen Substrat gefüllten Multitopfplatten fand einen Monat nach der Aussaat in Saatschalen (eigenes Substrat mit 30 Vol % Sand) statt. Tabelle 1 zeigt die getesteten Substrate.

Substrate	A	B	C	D1	D2	E
Zusammensetzung	60% Torf 40%Kompost	80% Torf 20%Kompost	70% Torf 30%Kompost	100% Kompost		100% Torf
Bestandteil des Komposts	85% Mist 15% Pflanzenreste	100% Grünkompost	100% Grünkompost	10% Mist 70% Holzhäcksel 20% Apfelrester	wie D1 zusätzlich Pflanzensauche	-
Rottezeit	1-2 Jahre	6 Monate	6 Monate	2 Jahre		-
Aufdüngung pro m ³	5 kg Hornmehl	4 kg Hornmehl	4 kg Maltaflor ¹	Thomasphosphat, Gesteinsmehl		1,5 kg Mineraldünger

Tabelle 1: Charakterisierung der verwendeten Substrate

Die pikierten Jungpflanzen kamen randomisiert in ein Kastenbeet ins Freie. Für das Eingewöhnen der Außenbedingungen diente drei Wochen lang ein darüber gespanntes Schattiergewebe mit einem Lichtdurchlass von 44% vom Tageslicht. Beregnet wurde je nach Witterungsverhältnissen. Das Umstellen der Multitopfplatten geschah zwei Mal in der Woche.

Bonitur und Analysen

Die gezogenen Substratproben geben Gehalte etwa zum Zeitpunkt des Pikierens wieder. Folgende Parameter wurden ermittelt: pH-Wert, Volumengewicht, Gesamt- und verfügbaren Nährstoffgehalte und Salzgehalte

Die Pflanzen wurden sechs und elf Wochen nach der Aussaat nach folgenden Prüfmerkmalen hin bonitiert: Pflanzenhöhe, Blattfarbe, Nekrosen und Rotfärbungen der untersten Blätter.

Nach der Bestimmung der Trockensubstanz der Einzelpflanzen zu Versuchende wurden für die Nährstoffanalysen die zermahlene Pflanzenproben nach den folgenden Elementen untersucht: K, Na, Mg, P, Cl und N.

Aufgrund der mit fortschreitender Entwicklung zunehmenden Aufhellung der Blattfarbe der Pflanzen aus Substrat (D) wurden bei der Hälfte der Wiederholungen eine Jauche- und Algenbehandlung durchgeführt.



Statistische Auswertung

Mittelwertsunterschiede wurden mit dem Statistikprogramm SAS 6.12 ermittelt, Pflanzenhöhe mit der einfaktoriellen Varianzanalyse, Nekrosen und Rotfärbungen mit dem verteilungsfreien Kruskal- Wallis Test ($p = 0.01$). Bestanden signifikante Unterschiede, wurde ein Mittelwertsvergleich mit dem Tukey-Test ausgeführt. Gleiche Buchstaben in Tabellen und Abbildungen bedeuten, dass zwischen den Mittelwerten keine signifikanten Unterschiede bestehen.

Ergebnisse

Das betriebseigene Substrat (A) wies zu Kulturbeginn hohe bis sehr hohe pflanzenverfügbare Nährstoffe auf verglichen mit den Soll-Werten (Tab.2). Insbesondere Kalium zeigte im Substrat etwa vierfach höhere, Phosphor dreifach höhere Werte auf. Zu Versuchsende zeigten die Pflanzen aus dem betriebseigenen Substrat (A) den kräftigsten Wuchs (Abb.1). Auch die schon frühzeitig (sieben Wochen nach der Aussaat) auftretenden Nekroseerscheinungen der ältesten Blätter (Abb.2), beeinträchtigten den Pflanzenwuchs nur in geringem Maße.

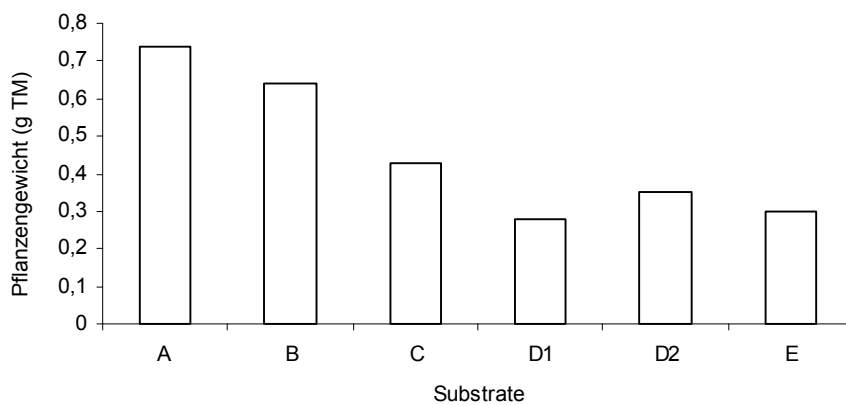


Abb. 1: Einfluss der Substrate auf das Pflanzengewicht (g TS)

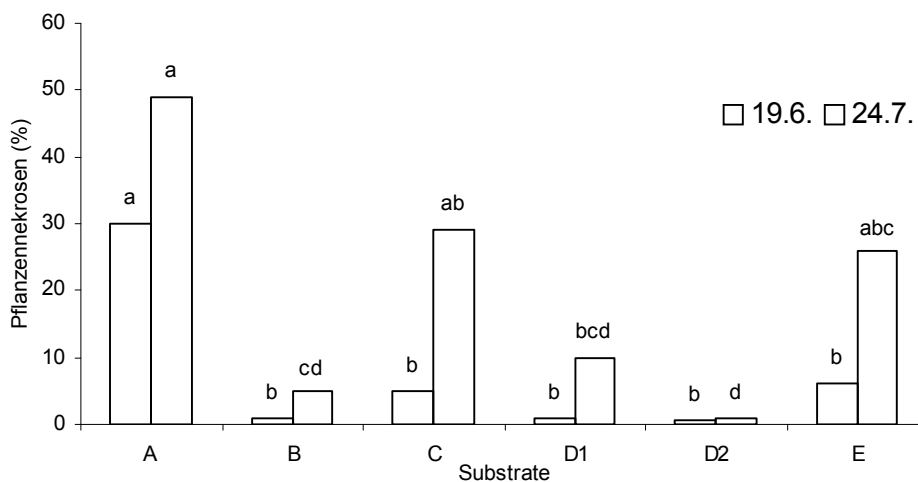


Abb. 2 Einfluss der untersuchten Substrate auf die Zahl nekrotischer Pflanzen (%); unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Boniturzeitpunktes bedeuten signifikante Differenzen mit $P = 0,01$



Die beobachteten Nekrosen sind auf einen hohen Salzgehalt zurückzuführen, insbesondere durch Kalium- und Sulfationen im Substrat (Tab. 2).

	A	B	C	D	E	Soll-Anzucht
Salzgehalt (g KCl/l)	2,4	1,6	1,7	1,0	0,6	0,5-1,0 ¹
K (mg/l), CAT	1647	476	424	274	104	60-400 ²
Cl (mg/l), H ₂ O	202	114	107	119	14	400 ³
Na (mg/l), H ₂ O	44	55	59	102	25	550 ⁴
SO ₄ (mg/l), H ₂ O	1047	411	284	162	355	-
N (mg/l), CAT	197	357	199	84	66	50-200 ²
P (mg/l), CAT	200	78	94	11	50	10-70 ²

Tabelle 2: Salz- und Ionengehalte der Substrate und einem Soll-Anzuchtsubstrat

Pflanzen aus den Substraten (C) und (E) zeigten gegen Versuchsende jedoch Rotfärbungserscheinungen der Basalblätter was mit Spitzennekrosen verbunden war (Abb.3). Zum zweiten Boniturzeitpunkt bestanden signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen dem betriebseigenen Substrat (A) und den anderen Substraten. Anthocyanhaltige Pflanzen wie Johanniskraut reagieren bei Stresssituationen, wie einer Mangelernährung, mit Rotfärbungserscheinungen ihrer Organe.

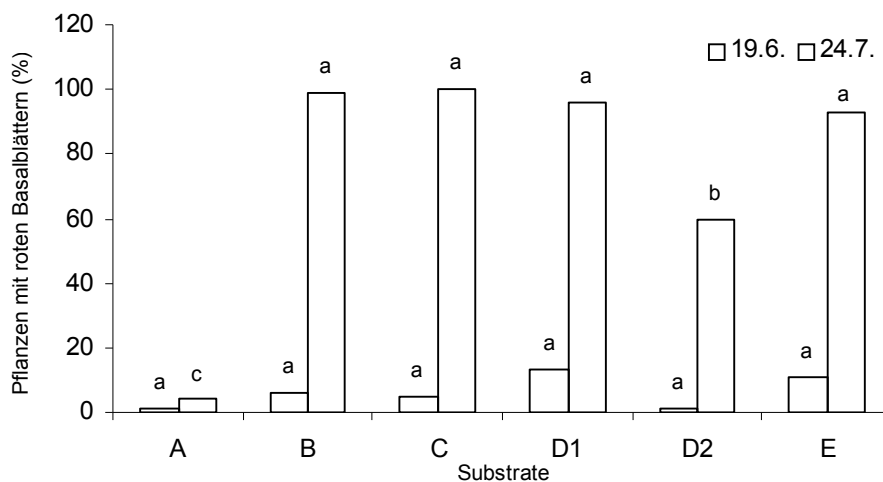


Abb. 3 Einfluss der untersuchten Substrate auf die Zahl der Pflanzen mit rotgefärbten Basalblättern (%); unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Boniturzeitpunktes bedeuten signifikante Differenzen mit P = 0,01

Die Pflanzenanalysen ergaben, daß die Pflanzen unter Stickstoff- und Phosphormangel litten (Tab.3).

Ihre Gehalte lagen unter denen des betriebseigenen Substrates (A). Die pflanzenverfügbaren Nährstoffe waren zum Versuchsende schon aufgebracht. Pflanzen aus dem unbehandelten Substrat (D1) wiesen ebenso Stickstoff- und Phosphormangel auf (Tab.3). Dagegen zeigten zum Versuchsende die Pflanzen aus den behandelten Substrat (D2) in den Boniturmerkmalen Blattfarbe und Rotfärbung, dem Trockengewicht sowie in den Ergebnissen der Pflanzenanalysen eine ausreichende bis gute Nährstoffversorgung an. Pflanzen aus Substrat (B)



lagen, von der Pflanzengesundheit her betrachtet, hinter den Pflanzen aus dem betriebseigenen Substrat (A).

Substrat- proben)	Nährstoffgehalte (nutrient concentrations) (%)					
	Nges	P	K	Mg	Na	Cl
A	1,83	0,26	1,68	0,15	0,02	0,44
B	1,68	0,22	1,39	0,21	0,02	0,43
C	1,32	0,18	1,33	0,16	0,03	0,42
D1	1,51	0,18	1,32	0,19	0,02	0,30
D2	2,3	0,24	1,77	0,19	0,03	0,55
E	1,4	0,18	1,22	0,18	0,02	0,60

Tab.3: Nährstoffgehalte (% T.S.) der Gesamtpflanzen (Spross ohne Wurzel) aus den untersuchten Substraten zu Versuchsende

Diskussion

Beurteilung der Stickstoffversorgung

Die Pflanzen aus dem betriebseigenen Substrat (A) waren während des gesamten Versuchs ausreichend mit Stickstoff versorgt (Abb.1, Tab.3). Offensichtlich lieferten der Kompostanteil sowie das erst kurz vor dem Pikieren zugeführte Hornmehl ausreichend Stickstoff für die Jungpflanzen. In Zusammenhang dazu weist Scherrer (14) auf die Notwendigkeit einer Substrataufdüngung trotz 40%-igen Kompostanteils hin. Berner (3) stellt ebenso fest, daß je nach Feuchte und Temperatur nur 0-10% des Gesamtstickstoffs des Komposts im ersten Jahr pflanzenverfügbar werden.

Der hohe Stickstoffgehalt im Substrat (B) ist vermutlich auf die zweimonatige Lagerung vor der Substratprobenahme zurückzuführen (Tab.2). Nach Gottschall und Vogtmann (6) setzt feinvermahltes Hornmehl bei genügender Feuchte und Wärme innerhalb kurzer Zeit hohe Mengen von organischem Stickstoff in pflanzenverfügbares Nitrat um. So stellte Gottschall et al. (7) bei einer viermonatigen Lagerung des Substrates bei 11,5°C mittlerer Lagerungstemperatur fest, daß bei einer Aufdüngung von vier Gramm Hornmehl pro Liter Substrat die Nmin-Werte von 120 auf 360 mg/l anstiegen.

Die zu Versuchsende beobachtenden Stickstoff-Mangelsymptome an den Pflanzen aus Substrat (C) hängen mit dem eingesetzten Maltaflor zusammen. Aufgrund der schnellen Wirkung dieses pflanzlichen Aufdüngungsmittels konnten die Pflanzen zu Kulturbeginn schnell und ausreichend mit Nährstoffen versorgt werden, zeigten gegen Ende aber Mangelsymptome.

Die unbehandelten Pflanzen aus dem torffreien Substrat (D1) kamen aufgrund des nährstoffarmen Kompostrohmaterials und unzureichender Aufdüngung ebenfalls in eine Stickstoff-Unterversorgung.

Nekrosen aufgrund des hohen Salzgehalts

Röber und Schaller (12) geben für empfindliche Pflanzen als Richtwert für den Salzgehalt im Substrat 0,5-1 g/l an. Der ermittelte Wert aus Substrat (A) lag weit darüber (Tab.2). Besonders *H. perforatum* ist nach Ellenberg et al. (5) sehr salzempfindlich. Aufgrund des hohen Salzgehalts baut sich ein osmotisches



Potential auf, das eine Erschwerung der Wasser- und somit der Nährstoffaufnahme bewirkt. Neben der allgemeinen Salzwirkung sollte bei Verdacht auf Salzschäden auch die spezielle Wirkung einzelner Ionen betrachtet werden: denn die Nekroseerscheinungen an den Blättern aus dem Substrate (A) sind auch auf die begleitenden Anionen von K zurückzuführen, in erster Linie auf Chlorid- und Sulfat-Ionen. Die Chloridgehalte allein erreichten jedoch nicht den von Beltz (1) toxischen Wert (Tab.2). Somit dürften allein aus den Chloridgehalten keine Schädwirkungen zu erwarten sein. Nach Rader et al. (11) weisen, bei gleichen Mengen, Kaliumchlorid-Dünger 2,5-fach höhere Salzindices auf als Kaliumsulfat-Dünger. Danach nimmt die schädigende Wirkung an Pflanzen mit dem Salzindex zu. Der 5-fach höhere Sulfatgehalt entspricht demnach einem Chloridgehalt von 400 mg/l. Addiert man hierzu den analytischen Wert, kommt man durchaus auf die für die Pflanze toxisch wirkenden Chloridwerte, die man aber allein aus den Chloridgehalten der Ergebnisse der Pflanzenanalyse nicht entnehmen kann (Tab.3).

Beurteilung der Rotfärbung

Bei anthocyanhaltigen Pflanzen wie *H. perforatum*, kann es bei Stresseinwirkung zu Rotfärbungen ihrer Organe kommen (10).

Die Rotfärbungen an den ältesten Blättern der Pflanzen aus den Substraten (B, D1, E), sind auf eine Mangelernährung von Stickstoff und Phosphor zurückzuführen. Nach Bergmann (2) kommt es bei Stickstoffmangel infolge von Zuckeranreicherungen zu einer erhöhten Anthocyanbildung.

Beurteilung des Jauche- und Algeneinsatzes

Der verbesserte Zustand der behandelten Pflanzen aus Substrat (D2) konnte zum einen auf die Stickstoffdüngewirkung zurückgeführt werden, obwohl die Pflanzenjauche nur etwa 0,001 % Stickstoff bzw. das Algenpräparat nur 0,03 % Stickstoff aufwies. Trotzdem zeigten die geringen Stickstoffgehalte in den Präparaten eine Wirkung auf die Pflanzen (Abb.1, 2, 3; Tab.3): Dies liegt daran, dass die Pflanzen zwei Mal pro Woche behandelt wurden und daher eine ständige wenn auch geringe Nährstoffzufuhr erhielten. Neben Stickstoff sind wahrscheinlich noch andere Nährstoffe für den sichtbaren Effekt verantwortlich, die aber im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter untersucht wurden. Hinweise über die Brennesseljauche liefern Schmid und Henggeler (15): Demnach ist die Brennesseljauche reich an Calcium, Kalium und Stickstoff, hauptsächlich Ammoniumstickstoff. Die in dem Versuch eingesetzte Pflanzenjauche bestand neben Brennessel auch aus Beinwell sowie anderen regional vorkommenden Kräutern. Wildpflanzen verfügen noch über eine reichhaltige Mischung von Vitalstoffen, wie Auxinen, Vitaminen, Enzymen und Abwehrstoffen, wie Phenole, die den Kulturpflanzen auf ihren Weg von Inkulturnahme, Anbau und Züchtung teilweise verloren gegangen sind (16).



Zusammenfassung

Es sollte geklärt werden, inwiefern der aufgetretene Jungpflanzenausfall von *Hypericum perforatum* L. in der untersuchten Gärtnerei durch ein unausgewogenes Nährstoffangebot in dem betriebseigenen Pikiersubstrat (A) zusammenhängt. Hierzu wurde dieses Substrat mit denen anderer Substrathersteller verglichen:

- (A) 40% vorwiegend Stallmistkompost, 60% Torf, Aufdüngung mit Hornmehl;
- (B) 20% Grünkompost, 80% Torf, Aufdüngung mit Hornmehl;
- (C) 30% Grünkompost, 70% Torf, Aufdüngung mit Maltaflor;
- (D₁) 100% Kompost, Aufdüngung mit Thomasphosphat;
- (D₂) zusätzlich Brennesseljauche und Algenbehandlung;
- (E) TKS1: 100% Torf, Aufdüngung mit Mineraldünger.

Die Pflanzen wurden nach Pflanzenhöhe, Blattfarbe, Nekrosen und Rotfärbungen der untersten Blätter bonitiert und Substrat- und Pflanzenanalysen durchgeführt. Zu Versuchsende nach drei Monaten zeigten die Pflanzen in Substrat (A) den kräftigsten Wuchs. Auch die als Folge eines hohen Salzgehaltes (2,4 g/l) im Substrat (A) schon frühzeitig (sieben Wochen nach Aussaat) auftretenden Nekroseerscheinungen der ältesten Blätter beeinträchtigten den Pflanzenwuchs nur geringfügig. Pflanzen in Substrat (C), (D₁) und (E) zeigten gegen Versuchsende infolge Stickstoff- und Phosphormangel Rotfärbungserscheinungen der Basalblätter verbunden mit Spitzennekrosen. Die Gehalte lagen 20-30% unter denen des betriebseigenen Substrates. Dies traf für die zusätzlich mit Brennesseljauche und Algenpräparaten behandelten Pflanzen (D₂) nicht zu. Unter Beachtung der Stickstofffreisetzungsrates und des Nährstoffvorrats, insbesondere eines zu hohen Salz- und Kaliumgehaltes, ist das betriebseigene Substrat auch in Zukunft für die Jungpflanzenanzucht von Johanniskraut geeignet.

Literature

1. Beltz H: Komposte für Container-Substrate: auf die Qualität kommt es an. Dt. Baumschule (3), 1997: 154-155.
2. Ellenberg H, Weber H E, Düll R, Wirth V, Werner W, Paulissen D: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica Bd. XVIII. 1991; 3. Auflage. Erich Goltze Verlag, Göttingen.
3. Gottschall R, Vogtmann H: Zum Düngewert von Komposten bei unterschiedlicher Rottesteuerung, Forschungsbericht aus dem Fachgebiet Methoden des alternativen Landbaus, GhK. 1987
4. Gottschall R, Thon M, Vogtmann H: Möglichkeiten der Produktentwicklung aus Komposten: Erden und Substrate.- Witzenhäuser Abfalltage, IGW, GH- Kassel. 1989
5. Rader L F, White L M, Whittaker C W: The salt index- a measure of the effect of fertilizers on the concentration of the soil solution. Soil Science 55, 1943: 201-218.



6. Röber R, Schaller K: Pflanzenernährung im Gartenbau. 1985; 3. Aufl., Ulmer
7. Scherrer D: Kompost als Torfersatz in der Jungpflanzenanzucht. Ökologie + Landbau 92, 22. Jg. 1994: 26-27.
8. Schmid O, Henggeler S: Biologischer Pflanzenschutz im Garten, 9. Aufl., 2001: 194-195, Ulmer Verlag Stuttgart.
9. Weinhold F: Salzsäden durch Kompost im Substrat. Substratanalyse vor Kulturbeginn erforderlich. Taspo v. 130 (27), 1996; S. 5.