

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

Die Ergebnisse – kurzgefasst

Bei Versuchen mit Gewächshausgurken in Substratkultur wurde am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz die Aufnahme aller Makro- und Mikronährstoffe im Früh- und Sommeranbau untersucht.

Bei einem Ertragsniveau der beiden Sätze von insgesamt 73 kg Gurken/m² lag die Nährstoffaufnahme umgerechnet bei rund 1.300 kg N, 600 kg P₂O₅, 2.300 kg K₂O, 230 kg MgO und 670 kg Ca je ha. Bei N, P und K wurden rund 70 % der Nährstoffe in den Früchten gefunden. Mit einer Schwefelaufnahme von 130 kg S/ha lag das N/S-Verhältnis bei 10.

Die je kg Fruchtertrag aufgenommenen Nährstoffmengen stimmten weitestgehend mit älteren Angaben in der Literatur überein. Als weitere Elemente wurden Si, Fe, Mn, Zn, B, Cu und Mo untersucht.

Versuchsfrage und Versuchshintergrund

Zur Nährstoffaufnahme von Gewächshausgurken liegen nur wenig aktuelle Versuchsergebnisse vor (Tab. 1). Für den erdelosen Anbau sind hier die Arbeiten von KRÜGER (1991) und SCHACHT & SCHENK (1994, 1995) hervorzuheben, wobei die 1995 wiedergegebenen Nährstoffaufnahmen im Vergleich zu den anderen vorliegenden Daten ungewöhnlich hoch ausfallen.

Aus den Niederlanden liegen nur Daten von BLOEMHARD et al. (1993) vor, die von einer Untersuchung (Bodenkultur) aus dem Jahr 1982 berichten, bei der ein Trockenmasse-Aufwuchs von 1,72 kg/m² und eine Nährstoffaufnahme von 55 g N, 14 g P und 88 g K je m² ermittelt wurde.

Tab. 1: Nährstoffaufnahme von Gewächshausgurken (Literaturdaten)

Quelle		Anbau	Ertrag [kg/m ²]	Nährstoffaufnahme [g/kg Ertrag] ¹⁾				
				N	P	K	Mg	Ca
FRIEDRICH & SCHMIDT 1954	Versuch	erdelos	(6,3) ²⁾	1,78	0,26	1,51	0,16	0,50
GEISSLER 1957	Versuch	Boden	25,1	1,53 ³⁾	0,37 ³⁾	2,61 ³⁾	0,27 ³⁾	1,74 ³⁾
GÖHLER 1960	Versuch	erdelos	18,7	1,65	0,67	3,18	0,14	2,13
WARD 1967 (zit. in KRÜGER '91)	Versuch	Boden	40,2	1,44	0,45	2,13	0,38	1,68
LASKE 1979	Erhebung	Boden	32/35	1,21 ⁴⁾	0,25 ⁴⁾	2,23 ⁴⁾	0,18 ⁴⁾	1,55 ⁴⁾
GEISSLER et al. 1981	Empfehlung	Boden	(10-20-30) ²⁾	1,50	0,37	2,45	0,22	1,30
KRÜGER 1991	2 Versuche	erdlos	25,5/26,6	1,65	0,29	2,64	0,21	1,20
SCHARPF & WEIER 1994	Empfehlung	Boden	15-20-35	1,50	0,38	2,45	0,20	
SCHACHT & SCHENK 1994	Versuch	erdelos	24,2	1,20				
SCHACHT & SCHENK 1995	Versuch	erdelos	18,2	2,13	0,58	3,09		
SCHACHT & SCHENK 1995	Versuch	erdelos	17,8-20,5	2,07 ⁵⁾	0,60 ⁵⁾	3,67 ⁵⁾		
KREß et al. 1995	Empfehlung	Boden		1,70	0,26	2,41	0,30	1,14
HALITLIGIL et al. 2002	Versuch	Boden	8-7-16,3	1,76				
PASCHOLD 2008	Empfehlung	Boden	20-35-50	1,37	0,37	2,17	0,20	1,11
NEUWEILER 2011	Empfehlung	Boden	20/30	1,20	0,26	1,33	0,32	

1) bei angegebenen Ertragsspannen bezieht sich die Nährstoffaufnahme auf das fett gedruckte Ertragsniveau;

2) kg/Pflanze (keine Angabe zur Bestandesdichte); 3) der Autor gibt (vermutlich als nicht gewichtete Mittelwerte) eine Nährstoffaufnahme von 1,80 g N, 0,38 g P, 2,81 g K, 0,34 g Mg und 1,71 g Ca je kg Frischmasseertrag an;

4) Mittelwert aus 2 Erhebungen in Praxisbetrieben; 5) mittels Nährlösungsanalyse berechnet

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

Material und Methoden

Die Ermittlung der Nährstoffaufnahme erfolgte in separaten Parzellen im Rahmen von Sortenversuchen (LATTAUSCHKE & REINICKE 2012a, b) an 10 (Frühanbau) bzw. 9 Pflanzen (Sommeranbau). Während der Kulturzeit wurden alle bei den Pflegearbeiten anfallenden Bestandesabfälle erfasst. Dabei wurde zwischen 'junges Material' (bis zum Erreichen des Spanndrahtes in erster Linie ausgebrochene junge Geiztriebe und abgeschnittene Ranken, später Triebspitzen der gestutzten Seitentriebe, vereinzelt junge, sich krumm entwickelnde Früchte) und 'altes Material' (entfernte alte Blätter und entfernte abgetragene Seitentriebe) unterschieden. Mit Ende der Kultur wurden die Pflanzen oberhalb des Steinwollwürfels abgeschnitten ('Restpflanze').

Das jeweils nur in geringen Mengen 1- bis 3-mal wöchentlich angefallene junge Material wurde, nach Erfassung der Frischmasse, bei 105°C getrocknet. Bei dem 3-mal (Frühanbau) bzw. 2-mal (Sommeranbau) angefallenen altem Material sowie den Restpflanzen (zur Homogenisierung gehäckselt) wurde der Trockensubstanzgehalt an einer Teilprobe von rund 600 bzw. 800 g ermittelt.

Von den 5- bis 6-mal wöchentlich geernteten Gurkenfrüchten wurde 3- bis 4-mal pro Woche eine typische Gurke, nach Zerteilen mit einem Messer, bei 105°C getrocknet. Das so über jeweils ein, zumeist zwei Wochen gewonnene Material wurde vermischt, vermahlen und im Labor auf seinen Nährstoffgehalt hin untersucht. Das nur in geringen Mengen angefallene 'junge Material' wurde jeweils über mehrere Wochen gesammelt, so dass hier für jeweils die gesamte Kulturzeit nur 4 bzw. 3 Analyseergebnisse vorliegen.

Kulturdaten Frühanbau

- Sorte: Bornand F₁ (Nun)
- Aussaat: 04.01.2012 (1. KW)
- Pflanzung: 30.01.2012 (5. KW)
- Erntetermin: 28.02. - 21.06.2012 (9. - 25. KW)
- Pflanzabstand: 1,5 Pflanzen/m² (1,48 m × 0,45 m)
- Schnitt: Kringschnitt mit 2 über den Spanndraht (2,15 m) geleiteten Trieben
- Erntegrößen: Stammfrüchte: 350-400 g (6-mal/Woche)
- Seitentriebfrüchte: 400-500 g (5 bis 6-mal/Woche)
- Gewächshaus: Venlo; 4 m Stehwandhöhe; 3,20 m Kappenbreite
- Klimaführung: T/N 22/ 20°C bzw. 21/ 19°C (vegetative Phase), T/N 21/ 17-18°C (generative Phase), CO₂-Gehalt (450-500 ppm bei geöffneter Lüftung)
- Substrat: Grodan-Steinwolle (Typ: Grotop Expert), 2 m-Matten, 5 Pflanzen/Matte
- Nährlösung: Standard-Nährlösung (vgl. LATTAUSCHKE 2004)

Kulturdaten Sommeranbau:

- Sorte: Cadence F₁ (RZ)
- Aussaat: 04.06.2012 (23. KW)
- Pflanzung: 25.06.2012 (26. KW)
- Erntetermin: 10.07. - 15.10.2012 (28. - 42. KW)
- sonstiges: wie Frühanbau

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

Ergebnisse im Detail

Gurkenfrüchte

Mit 42,1 (Frühanbau) bzw. 30,9 kg/m² (Sommeranbau) zeigten die Bestände ein gutes Ertragsniveau, wobei der überwiegende Teil der Früchte zudem der Klasse I zugeordnet werden konnte (Abb. 1). Der Übergang von der Stammgurken- zur Seitentriebgurken-Ernte fand 3 Wochen nach Erntebeginn in der 12. (Frühanbau) bzw. 31. (Sommeranbau) Kalenderwoche statt (vgl. Abb. 2).

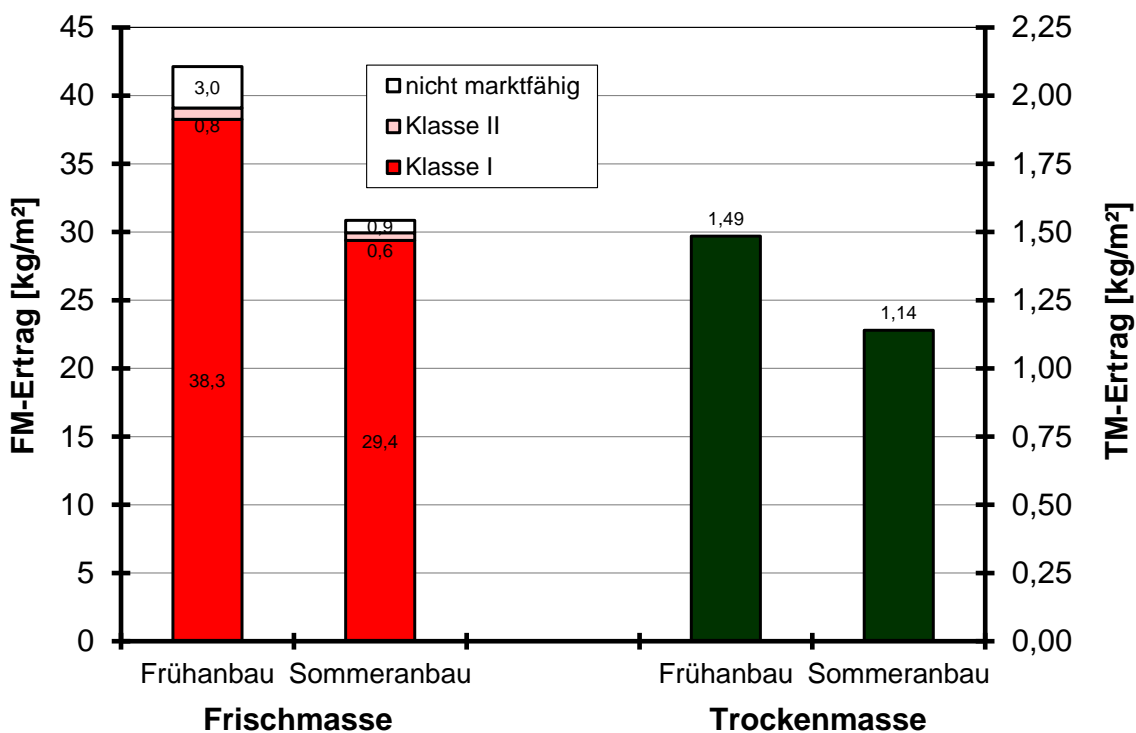


Abb. 1: Frisch- und Trockenmassertrag beim Früh- und Sommeranbau

Die Früchte wiesen im Früh- und Sommeranbau einen durchschnittlichen **Trockensubstanzgehalt** (TS-Gehalt) von 3,6 % auf, wobei die Gehalte zwischen 3,1 und 4,1 % lagen (Abb. 4).

Aus den Daten von GEISLER (1957) errechnet sich ein mittlerer TS-Gehalt von 3,2 %, wobei zu Erntebeginn TS-Gehalte von bis zu ca. 4,4 % gefunden wurden. KRÜGER (1991) ermittelte an 2 Frühjahrsätzen einen mittleren TS-Gehalt von 3,6 %. Aus den Erhebungsdaten von LASKE (1979) errechnet sich dagegen nur ein TS-Gehalt von 2,8 %. Allerdings lag hier das mittlere Gewicht der Früchte auch bei 670 g. HERRMANN (2001) gibt für den "essbaren Anteil" von Gurken einen TS-Gehalt von 3,2 % an.

Der **Nitratgehalt** der Früchte sank bei Frühanbau von rund 600 mg/kg Frischmasse zu Erntebeginn Ende Februar auf 200 mg/kg im Juni ab (Abb. 3). Auch im Sommeranbau wurden bei den ersten Ernten hohe Nitratgehalte von ca. 750 mg/kg gefunden. Im Laufe der Kulturzeit sank der Nitratgehalt auf rund 200 mg/kg ab, bei den letzten Ernten in der 41. KW waren es wieder über 400 mg/kg. Ob die anfänglich hohen Nitratgehalte auf die Ernte kleinerer Früchte oder das noch relativ geringe Spross- und Fruchtwachstum zurückzuführen sind, bleibt offen. HERRMANN (2001) zitiert Literaturangaben, die mittlere Gehalte um 170 mg NO₃/kg und Maximalwerte von 560 mg/kg essbaren Anteil ausweisen.

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

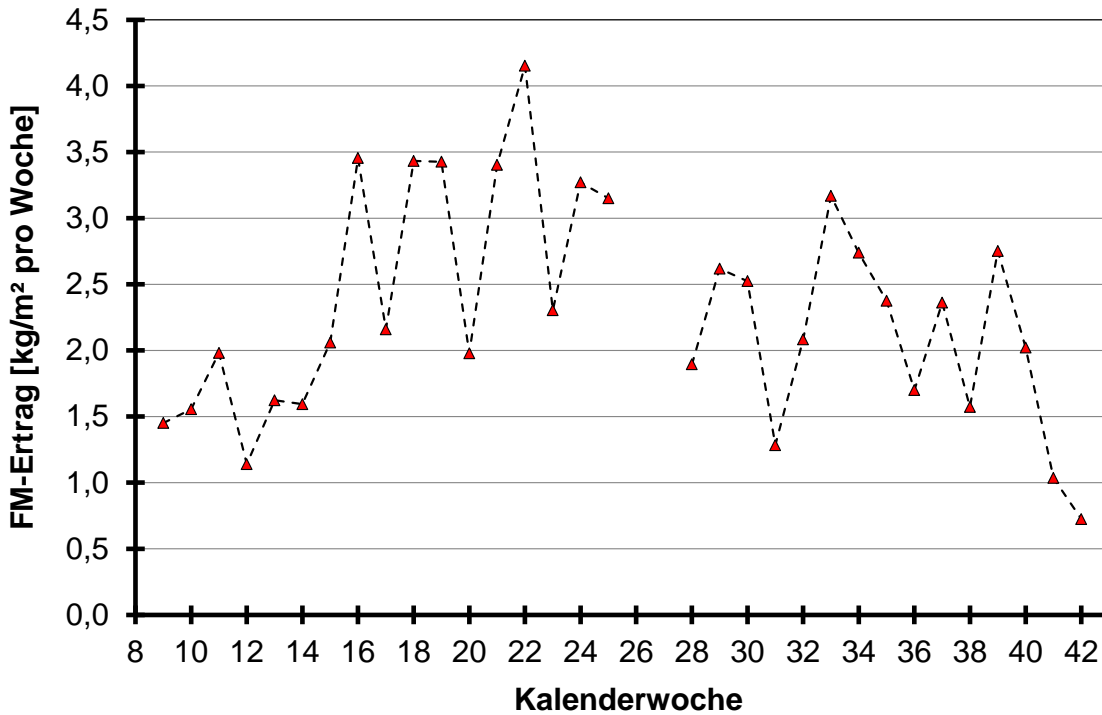


Abb. 2: Ertragsverlauf beim Früh- und Sommeranbau (Summe aus Klasse I + II sowie nicht-marktfähigen Früchten)

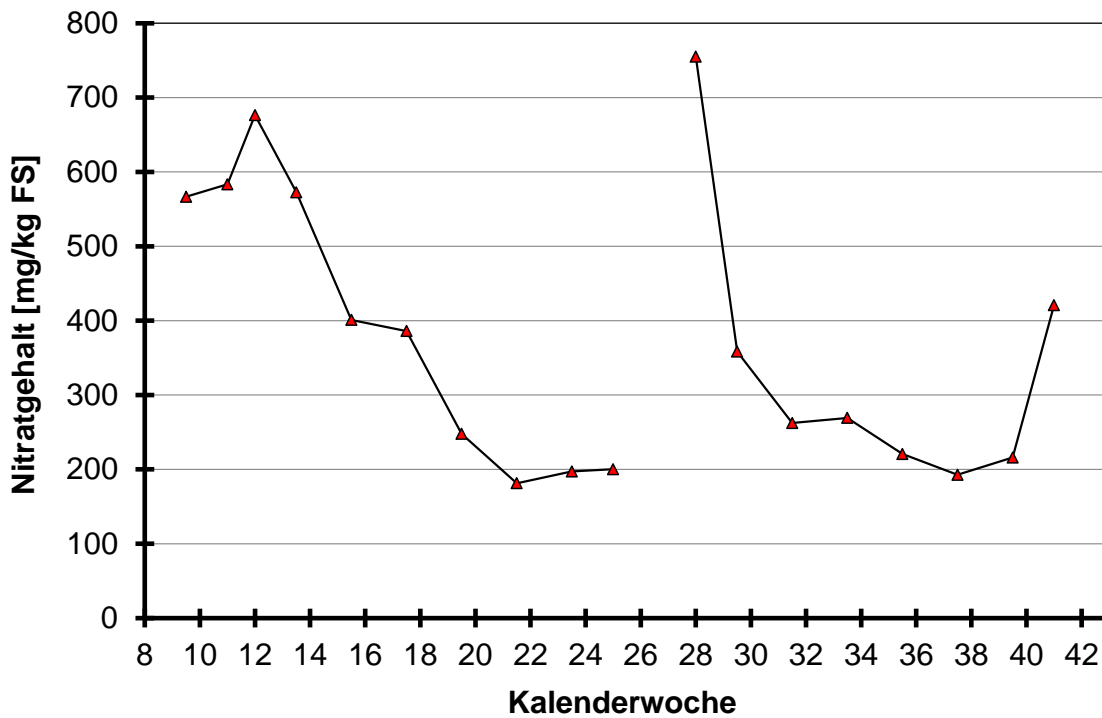


Abb. 3: Nitratgehalt in den Gurkenfrüchten im Verlauf der Kulturzeit

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

Bei allen **Makronährstoffen** zeigten sich im Frühanbau mit dem Einsetzen stärkerer Erträge abfallende Gehalte (Abb. 4 + 5). Auch im Sommeranbau fielen die Gehalte zumeist ab. Etwa ab der 38. KW war dann aber ein Wiederanstieg der Nährstoffgehalte zu beobachten.

GEISSLER (1957) stellte innerhalb der ca. 240-tägigen Kulturzeit tendenziell steigende Gehalte an N, P, K, Mg und Ca fest. Die Ergebnisse von KRÜGER (1991) deuten dagegen eher auf über die Kulturzeit (rund 190 Tage) gleichbleibende Gehalte dieser Nährstoffe hin.

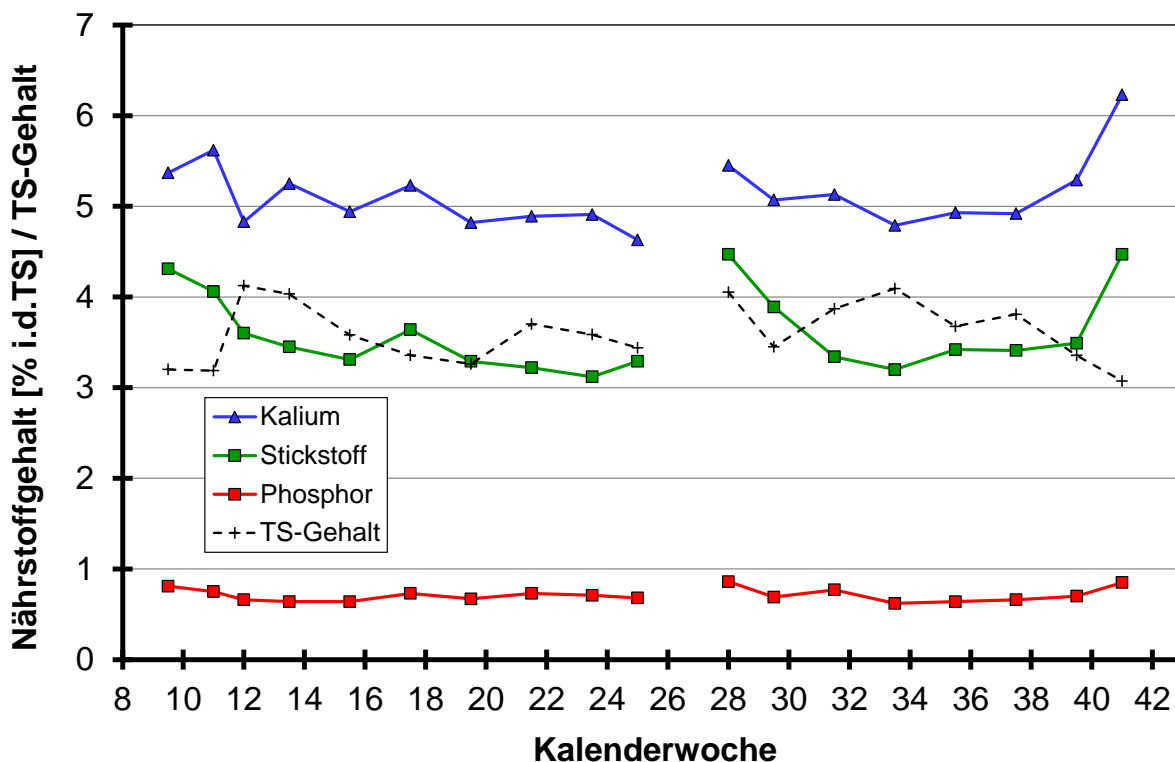


Abb. 4: Trockensubstanzgehalt und Gehalt an Stickstoff, Phosphor und Kalium in den Gurkenfrüchten im Verlauf der Kulturzeit

Die über die Kulturzeit gemittelten Gehalte sind in Tab. 2 und 3 wiedergegeben. Sie stimmen weitestgehend mit den von GEISSLER (1957) und KRÜGER (1991) gefundenen Werten überein. GEISSLER und auch LASKE (1979) fanden allerdings höhere Calciumgehalte. Dagegen fielen die Stickstoffgehalte bei LASKE (1979) mit 3,05 % etwas geringer aus. Auch HERRMANN (2001) gibt für den "essbaren Anteil" einen N-Gehalt von 3,0 % an.

Der Schwefelgehalt lag mit durchschnittlich 0,29 % auf dem Niveau des Magnesiumgehaltes. Silizium nahm als 'nützliches Element' mit einem Gehalt von 0,08 % (= 800 mg/kg) eine Mittelstellung zwischen Makro- und Mikronährstoffen ein.

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

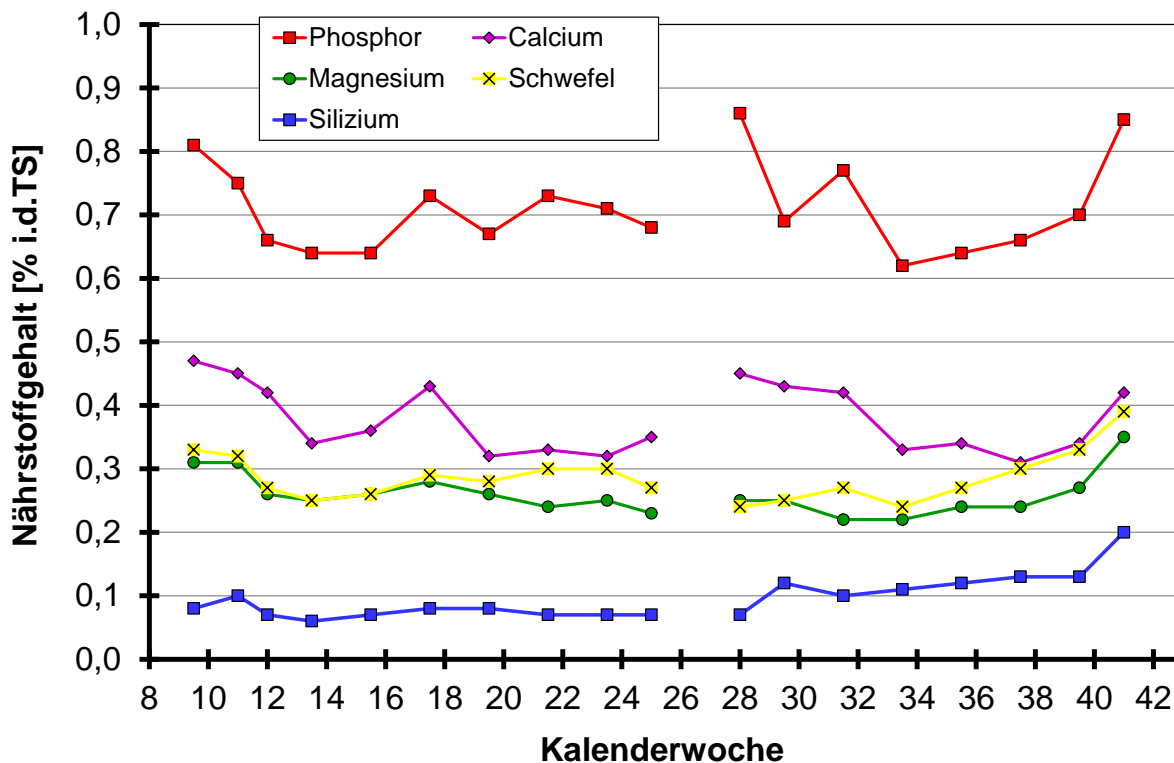


Abb. 5: Gehalt an Phosphor, Calcium, Magnesium, Schwefel und Silizium in den Gurkenfrüchten im Verlauf der Kulturzeit

Auch bei den **Mikronährstoffen** war, insbesondere im Frühanbau bei Zink und Eisen, mit dem Einsetzen höherer Erträge ein Abfall der Gehalte zu verzeichnen (Abb. 6). (Auf eine zusätzliche Fe-Düngung zum Ende der Stammgurkenenernte konnte auf Grund nicht aufgetretener Fe-Mangelsymptome aber verzichtet werden.) Wie auch bei den Makronährstoffen zeigt sich zum Kulturrende des Sommersatzes ein Anstieg der Mikronährstoffgehalte.

Die über die Kulturzeit gemittelten Spurenelementgehalte der Gurkenfrüchte sind in Tab. 2 und 3 wiedergegeben. Sie liegen bei Mangan, Zink, Bor und Kupfer unter, bei Molybdän über den von LASKE (1979) gefundenen Gehalten.

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

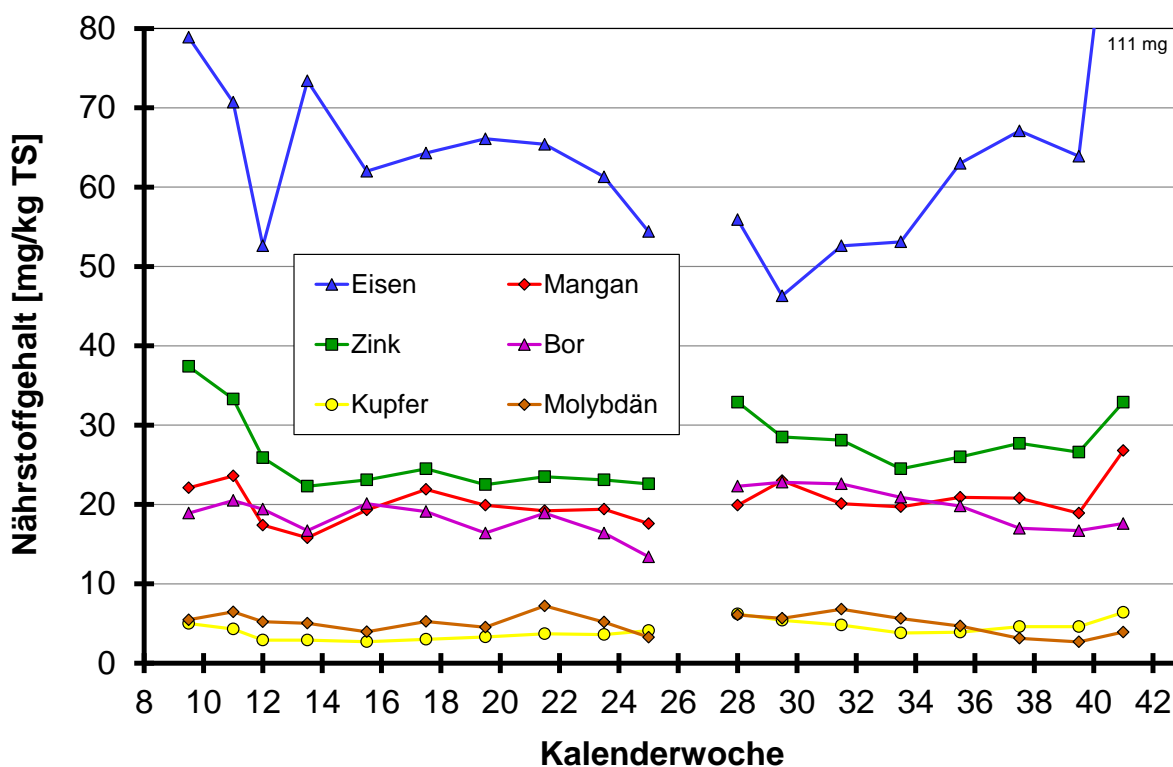


Abb. 6: Gehalt an Mikronährstoffen in den Gurkenfrüchten im Verlauf der Kulturzeit

Sprossmaterial

Im Früh- und Sommeranbau wurden nahezu identische Spross-Frischmassen (ohne Früchte) ermittelt (Abb. 7). Von den jeweils 5,3 kg/m² entfielen durchschnittlich 83 % auf die Restpflanze, 12 % auf das alte Material und nur 5 % auf das junge Material.

Die Trockensubstanzgehalte des jungen Materials lagen bei rund 8 %, die des alten Materials bei 9 %. Die Restpflanzen wiesen am Ende des Frühanbaus einen Trockensubstanzgehalt von 11,9 %, am Ende des Sommeranbaus von 9,9 % aus. Damit wurden 611 (Frühanbau) bzw. 517 g/m² Spross-Trockensubstanz (Sommeranbau) gebildet.

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

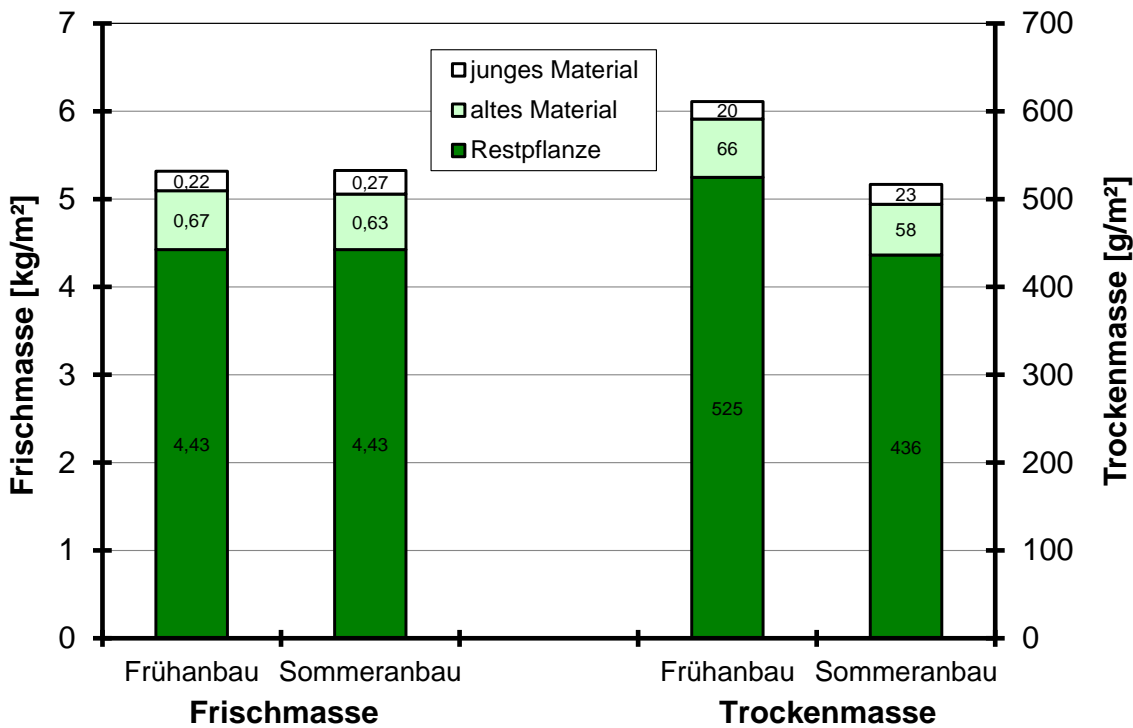


Abb. 7: Spross-Frisch- und Trockenmasse (ohne Früchte) beim Früh- und Sommeranbau

Die mittleren Gehalte an den **Makronährstoffen** im Sprossmaterial sind in Abb. 8 und 9 wiedergegeben. Während bei Kalium, Phosphor, Magnesium und Schwefel die Gehalte in den verschiedenen Sprossmaterialien jeweils relativ einheitlich ausfielen, zeigten das ältere Material und hier insbesondere die Restpflanzen, deutlich höhere Gehalte an Calcium und Silizium. Bei Stickstoff enthielt das junge Material mit rund 5,2 % N in der TS deutlich mehr N als das alte Material (4,13 %) bzw. die Restpflanzen (3,57 %).

GEISSLER (1957) fand in den Schnittabfällen mit 4,1 % N in jungen Blättern, 1,6 % N in alten Blättern und 2,7 % N im Stängel deutliche geringere N-Gehalte im Sprossmaterial. Auch die K-Gehalte (3,6 %, 2,5 % und 2,7 %) waren deutlich niedriger als die hier gefundenen Werte, während die Differenzen bei P, Mg und Ca meist weniger ausgeprägt waren. Dagegen ermittelte KRÜGER (1991) in den Schnittabfällen (offensichtlich jüngeres und älteres Material) mit 4,8 % N, 0,85 % P, 4,5 % K, 0,67 % Mg und 3,7 % Ca vergleichbare Nährstoffgehalte.

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

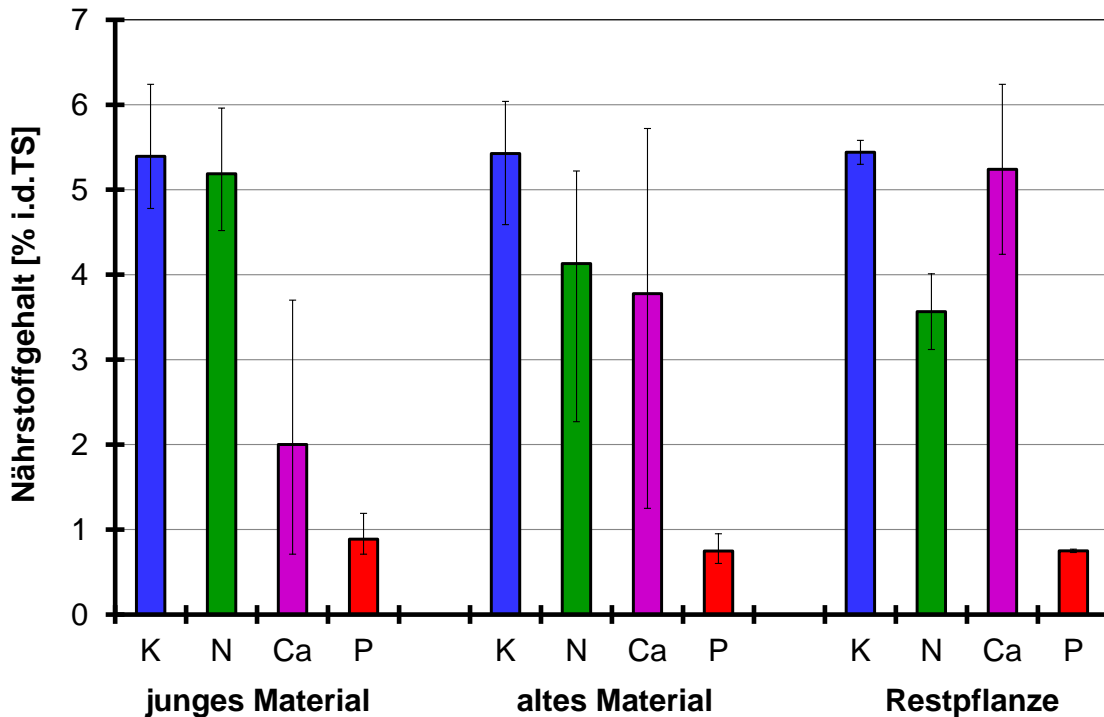


Abb. 8: Gehalte an Stickstoff, Phosphor, Kalium und Calcium im Sprossmaterial (ohne Früchte) (Mittelwerte über den Früh- und Sommersatz; I = Spannweite)

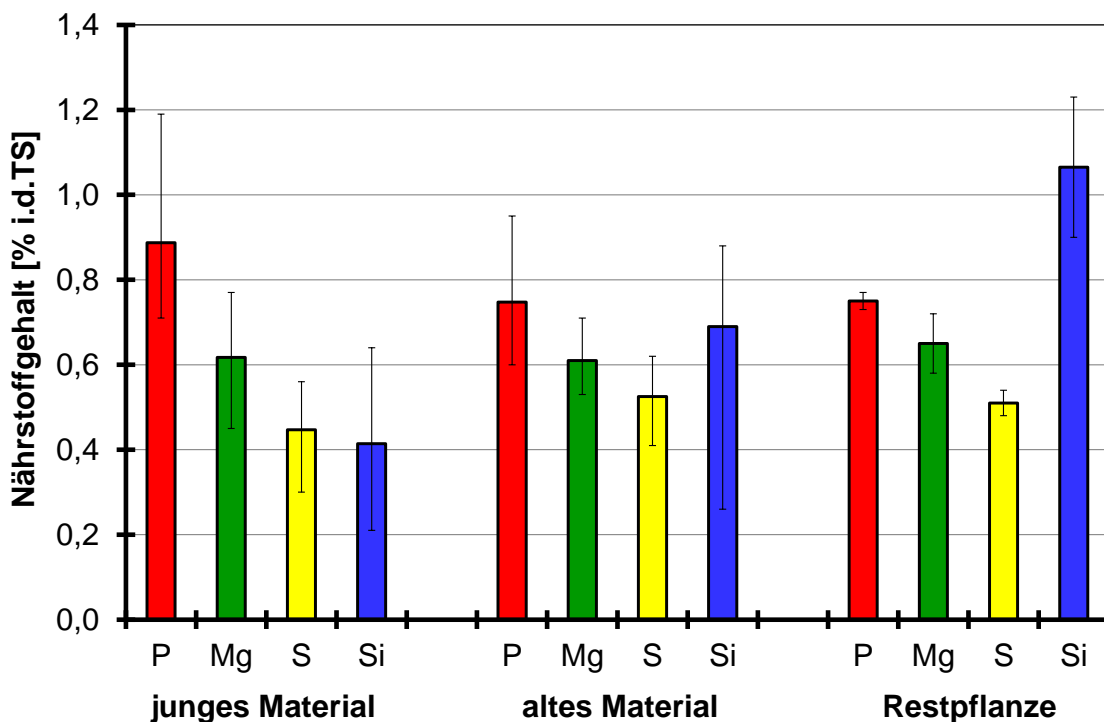


Abb. 9: Gehalte an Phosphor, Magnesium, Schwefel und Silizium im Sprossmaterial (ohne Früchte) (Mittelwerte über den Früh- und Sommersatz; I = Spannweite)

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

Bei den **Mikronährstoffen** zeigten Eisen, Mangan und Bor im älteren Material höhere Gehalte als im jungen Material (Abb. 10). Bei Zink wurden im jungen Material höhere Gehalte analysiert, die Kupfer- und Molybdängehalte fielen in den verschiedenen Sprossmaterialien jeweils relativ einheitlich aus.

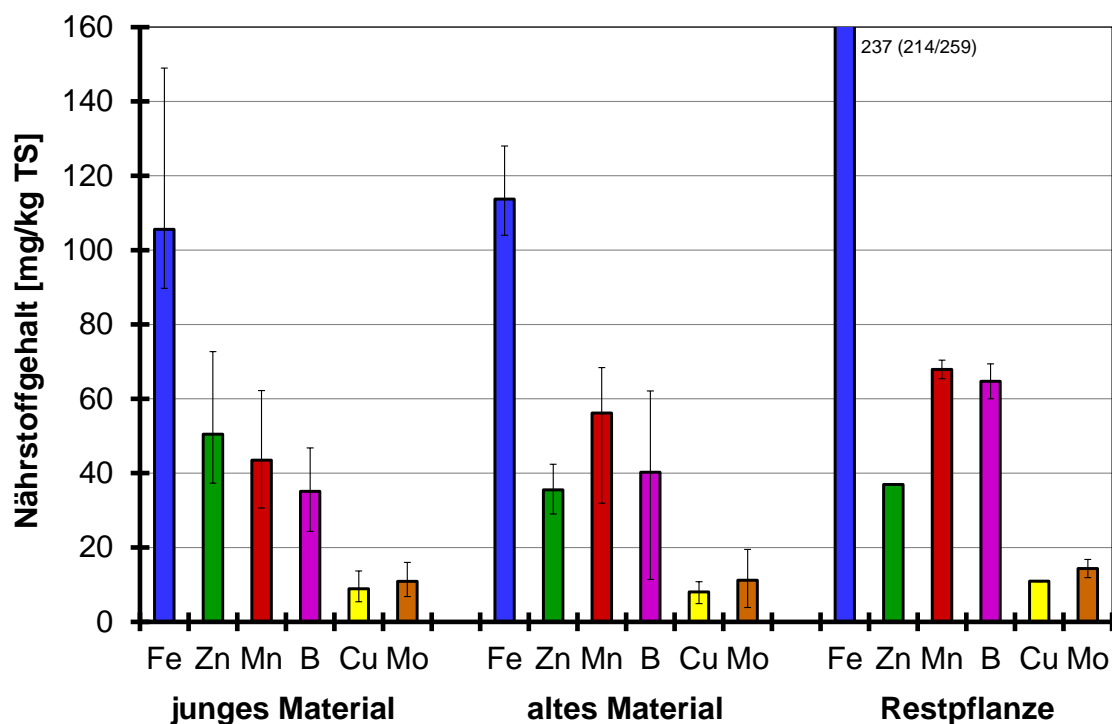


Abb. 10: Gehalte an Mikronährstoffen im Sprossmaterial (ohne Früchte) (Mittelwerte über den Früh- und Sommersatz; I = Spannweite)

Die **Gesamtaufnahme an Makronährstoffen** beider Gurkensätze belief sich auf insgesamt ca. 132 g N/m², 61 g P₂O₅/m² und 233 g K₂O/m² (Abb. 11), die sich im Mittel zu knapp 70 % in den Früchten fanden (Tab. 2 und 3, dort Angabe der Nährstoffaufnahme für jeden Satz in der Elementform). Die aufgenommenen Magnesium-Mengen (23 g MgO/m²) fanden sich zu 47 % in den Früchten wieder. Bei Schwefel (13 g S/m²) lag der Anteil bei 56 %, bei Calcium (67 g Ca/m²) und Silizium (14 g Si/m²) bei 14 bzw. 17 %. Das N/S-Verhältnis betrug bezogen auf die Gesamtaufnahme nahezu exakt 10.

Die N-Aufnahme lag im Frühanbau bei 1,66, im ertragsschwächeren Sommersatz bei 2,01 g N/kg FM-Ertrag (Mittel: 1,81 g N/kg FM-Ertrag) und bestätigt damit ältere Literaturdaten (Tab. 1). Auch die P-Aufnahme (0,37 g P/kg = 0,84 g P₂O₅/kg), die K-Aufnahme (2,65 g K/kg = 3,20 g K₂O/kg) und die Mg-Aufnahme (0,19 g Mg/kg = 0,32 g MgO/kg) lagen auf dem Niveau, wie sie bereits von anderen Autoren beschrieben wurden. Lediglich die Ca-Aufnahme lag mit 0,92 g Ca/kg etwas unter den Literaturdaten.

Die aufgenommenen Mengen an **Mikronährstoffen** sind in Abb. 12 bzw. den Tab. 2 und 3 wiedergegeben.

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

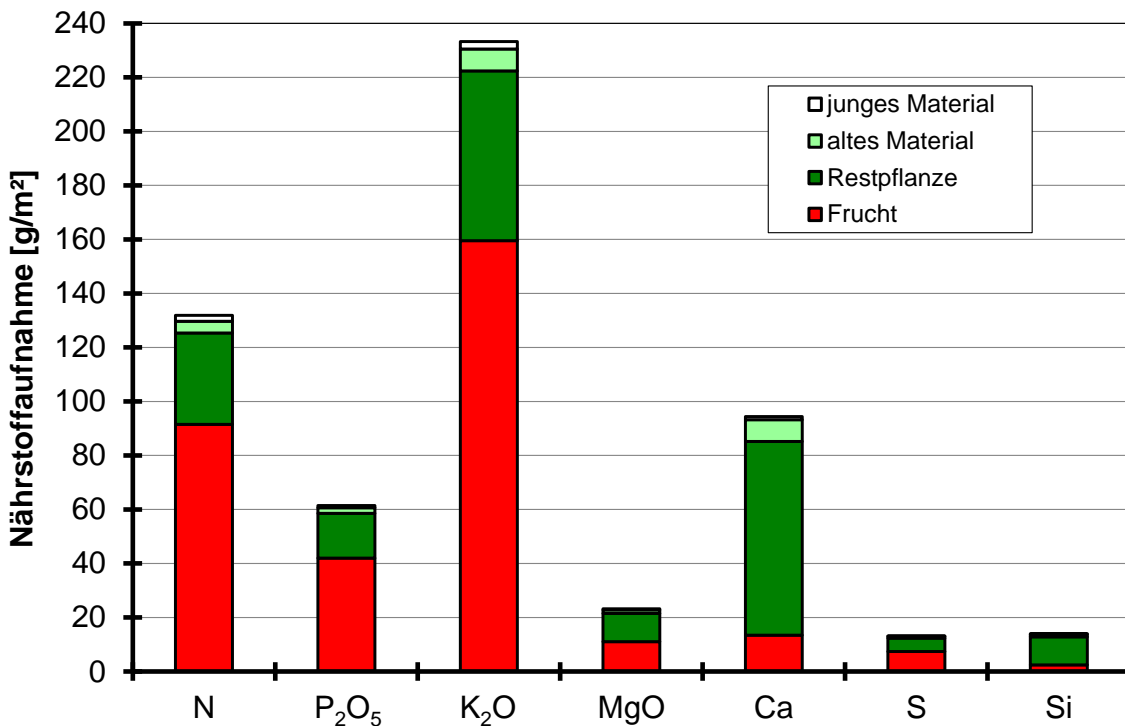


Abb. 11: Summe der Aufnahme an Makronährstoffen durch den Früh- und Sommersatz

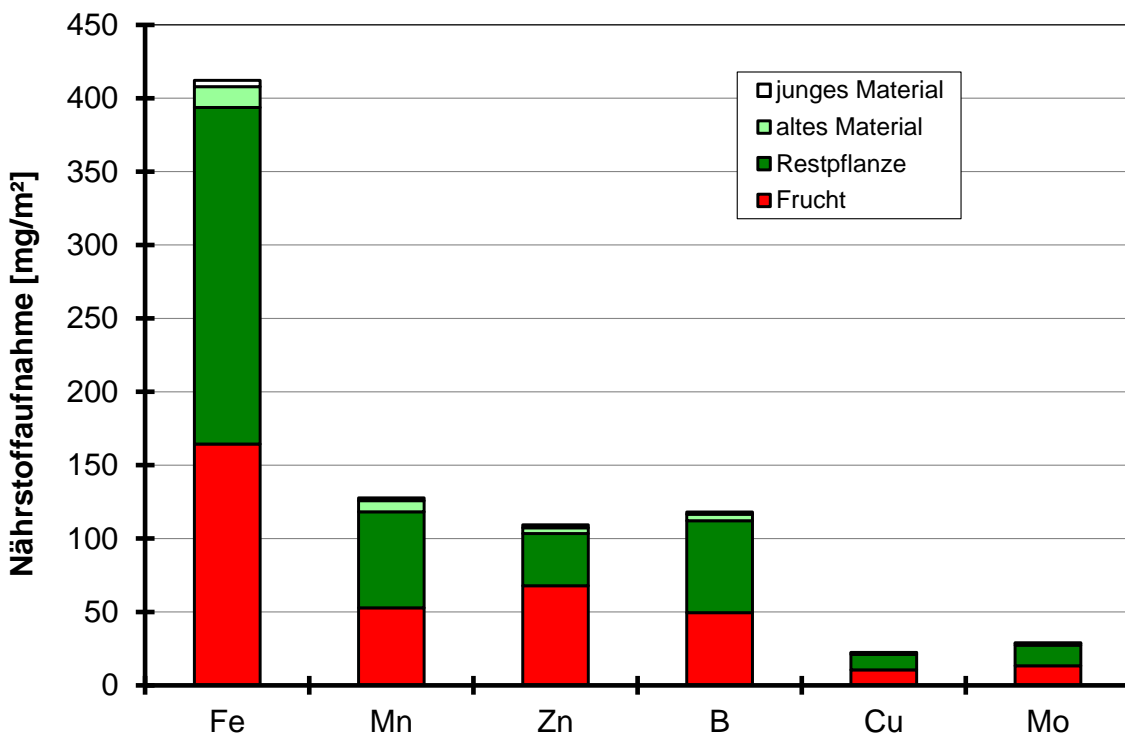


Abb. 12: Summe der Aufnahme an Mikronährstoffen durch den Früh- und Sommersatz

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

Der **Gesamt-Aufwuchs** betrug im Frühanbau gut 47 kg/m², im Sommeranbau 36 kg/m² (Abb. 13). Die Trockenmasseproduktion lag bei knapp 2.100 g/m² (Frühanbau) bzw. gut 1.650 g/m² (Sommeranbau). Damit wurden pro Tag im Durchschnitt 14,7 g TM/m² (Frühanbau) bzw. 14,8 g TM/m² gebildet. (Zum Vergleich: Landwirtschaftliche Freiland-Kulturen [kein Lichtverlust durch die Gewächshaushülle] erreichen in der Hauptwachstumszeit durchschnittliche Wachstumsleistungen von ca. 20 g TM/m².)

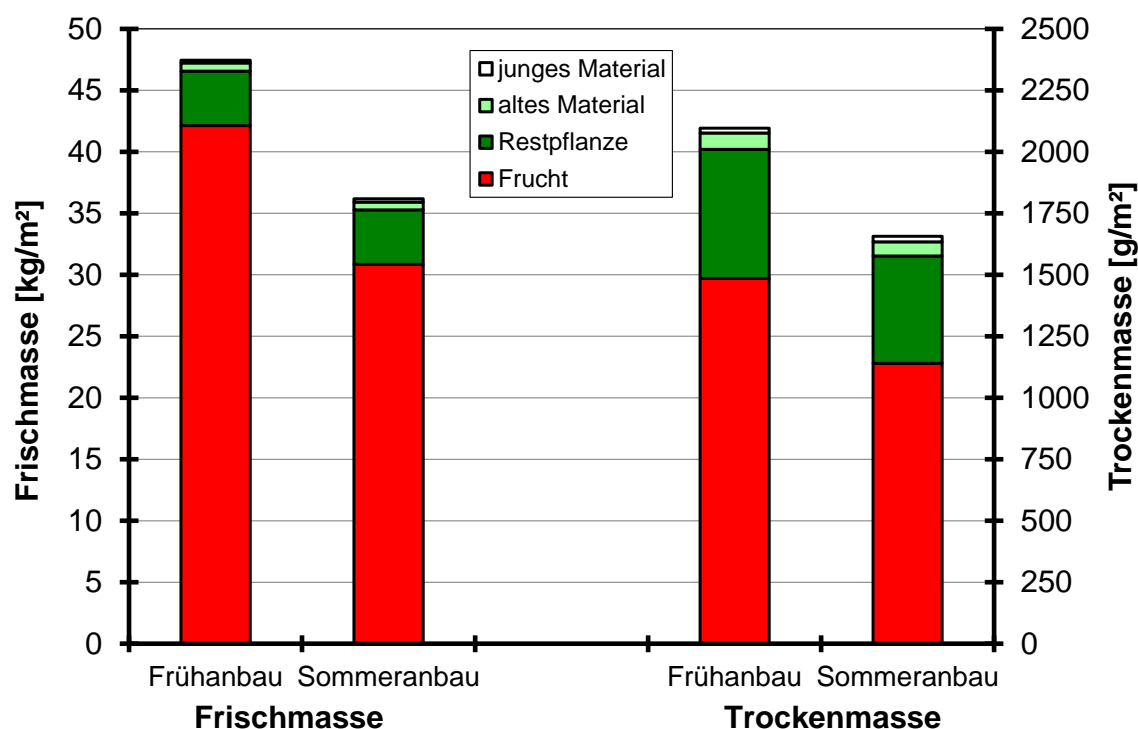


Abb. 13: Frisch- und Trockenmassebildung im Früh- und Sommersatz

Die Summe der Globalstrahlung über die Kulturzeit (Pflanzung bis Kulturende) betrug im Frühanbau 486 kWh/m², im Sommeranbau 441 kWh/m². Bei einer angenommenen Lichtdurchlässigkeit der Gewächshaushülle von 66,7 %, einem Anteil der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) von 50 % und einer 90 %igen Lichtaufnahme durch die Pflanzen wurden im Frühanbau 1,11 g TM/kWh (4,0 g TM/MJ) und im Sommeranbau 0,97 g TM/kWh (3,5 g TM/MJ) gebildet.

Literatur:

BLOEMHARD, C., A. VAN DEN BOS, N. VAN DER BURG, R. DE GRAAF, D. KLAPWIJK, C. DE KREIJ, W. POST, W. VAN SCHIEN, C. SONNEVELD, N. STRAVER, W. VOOGT UND A. VAN DER WEES 1993: Plantenvoeding in de Glastuinbouw. Informatiereeks Nr. 87, Proestation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk (NL), S. 56

FRIEDRICH, G. und G. SCHMIDT 1954: Untersuchungen über die Nährstoffaufnahme von Treibhausgurken in Wasserkultur. Archiv für Gartenbau **2** (4), S. 319-335

GEISSLER, Th. 1957: Der Nährstoffentzug einer frühen Treibgurkenkultur. Archiv für Gartenbau **5** (6), S. 431-466

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

- GEISSLER, Th., V. KINDT, J. LANCKOW, O. LEKVE und B. WINDISCH 1981: Gemüseproduktion unter Glas und Platten - Produktionsverfahren. Hrsg: GEISSLER, Th., VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- GÖHLER, F. 1960: Nährstoffverbrauch und -verwertung bei der erdlosen Kultur von Gurke und Tomate unter Glas. *Archiv für Gartenbau* **8** (2), S. 146-160
- HALITLIGIL, M.B., A.I. AKIN, H. KISLAL, A. OZTURK und A. DEVIREN 2002: Yield, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency by tomato, pepper, cucumber, melon and eggplant as affected by nitrogen rates applied with drip-irrigation under greenhouse conditions. In: Water balance and fertigation for crop improvement in West Asia, IAEA-TECDOC-1266, IAEA, Wien (A), S. 99-110
- HERRMANN, K. 2001: Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse. Eugen Ulmer, Stuttgart
- KREß, O., MENNING, I., SCHLERETH, H. und BECK, M. 1995: Die Düngung von Gemüsekulturen im Gewächshaus im gewachsenen Boden. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Abt. Gartenbau, Veitshöchheim/Institut für Gemüsebau, Fachhochschule Weihenstephan
- KRÜGER, I. 1991: Die Nährstoffaufnahme und -verwertung beim Anbau von Tomate und Gurke auf Mineralwolle als Grundlage für eine bedarfsgerechte Nährstoffversorgung. Diss. Humboldt-Universität zu Berlin
- LASKE, P. 1979: Erhebungsuntersuchungen zum Verlauf der Nährstoffaufnahme einer Hausgurkenkultur. *Bodenkultur* **30**, S. 7-20
- LATTAUSCHKE, G. 2004: Gewächshausgurken. Hinweise zum umweltgerechten Anbau, Managementunterlage. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.
<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13630/documents/15640>
- LATTAUSCHKE, G. und C. REINICKE 2012a: Für den Frühanbau bei Gurken gibt es nur wenig Alternativen zu den Standardsorten 'Proloog' und 'Bornand'. www.hortigate.de
- LATTAUSCHKE, G. und C. REINICKE 2012b: Standardsorten behaupten im Sommeranbau auf Substrat ihre Position. www.hortigate.de
- NEUWEILER, R. 2011: Düngungsrichtlinien für den Gemüsebau. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW (CH) [Hrsg.]
- PASCHOLD, P.-J. 2008: Geschützter Anbau. In: RÖBER, R. und H. SCHACHT [Hrsg.]: Pflanzenernährung im Gartenbau. Eugen Ulmer, Stuttgart
- SCHACHT, H. und M. SCHENK 1994: Steuerung der Düngung von Gewächshausgurken (*Cucumis sativus* L.) in geschlossenen erdlosen Kultursystemen mit Hilfe von Nitrat- und Amino-N-Gehalt im Blattstielpreßsaft. *Gartenbauwissenschaft* **59** (3), S. 97-102
- SCHACHT, H. und M. SCHENK 1995: Steuerung der Düngung von Gewächshausgurken (*Cucumis sativus* L.) in geschlossenen Nährlösungssystemen mit Hilfe eines Simulationsmodells. *Gartenbauwissenschaft* **60** (2), S. 77-85
- SCHARPF, H.-C. und U. WEIER 1994: Düngung von Unterglasgemüse in Bodenkulturen. *Gemüse* **30** (11), S. 623-626
- WARD, G.M. 1967: Growth and nutrient absorption in greenhouse tomato and cucumber. *Proc. Am. Soc. Horti. Sci.* **90**, S. 335-341 (zit. in KRÜGER 1991)

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

Tab. 2: Nährstoffgehalte und Nährstoffaufnahme beim Frühanbau

	N	P	K	Mg	Ca	S	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Durchschnittlicher Nährstoffgehalt													
	[% in der Trockensubstanz]							[mg/kg Trockensubstanz]					
junges Material ^{1,4)}	5,10	0,91	5,57	0,68	2,21	0,47	0,38	101,5	41,3	49,1	36,4	7,0	10,6
altes Material ^{2,4)}	3,75	0,87	5,81	0,62	3,49	0,49	0,53	105,0	46,2	35,7	19,1	6,5	6,2
Restpflanze	3,12	0,77	5,30	0,72	6,24	0,54	1,23	259,0	70,4	37,0	69,4	10,8	16,8
Früchte ^{3,4)}	3,53	0,70	5,05	0,27	0,38	0,29	0,08	64,9	19,6	25,8	18,0	3,6	5,2
Literaturdaten Nährstoffgehalt in Früchten													
GEISSLER 1957	3,3	0,8	5,4	0,3	0,9								
LASKE 1979	3,05	0,76	5,48	0,24	0,71			57-115	29-42	56-88	27-38	8-20	1,6-2,8
Krüger 1991	3,4	0,66	5,4	0,28	0,5								
HERRMANN 2001 ⁵⁾	3,00 ⁶⁾	0,72	4,41	0,25	0,47			156,3	46,9	65,6		15,9	
Nährstoffaufnahme													
	[g/m ²]							[mg/m ²]					
Früchte ⁷⁾	50,8	10,4	74,4	3,86	5,40	4,25	1,09	96,4	29,1	36,6	26,6	5,1	7,8
junges Material ¹⁾	1,0	0,2	1,1	0,14	0,54	0,10	0,09	2,0	0,9	0,9	0,8	0,1	0,2
altes Material ²⁾	1,7	0,5	3,7	0,46	3,46	0,36	0,49	7,0	3,8	2,0	0,9	0,5	0,3
Restpflanze	16,4	4,0	27,8	3,78	32,75	2,83	6,46	135,9	36,9	19,4	36,4	5,7	8,8
Summe	69,9	15,1	107,0	8,23	42,15	7,54	8,13	241,4	70,7	58,9	64,7	11,4	17,1
Fruchtanteil [%]	73	69	70	47	13	56	13	40	41	62	41	45	46
Aufnahme pro kg	[g/kg FM-Ertrag]							[mg/kg FM-Ertrag]					
Fruchtertrag	1,66	0,36	2,54	0,20	1,00	0,18	0,19	5,73	1,68	1,40	1,54	0,27	0,41

- 1) Geiztriebe, Ranken, Seitentriebspitzen; 2) alte Blätter ("Schattenblätter"), abgetragene Seitentriebe;
 3) Nährstoffgehalt ermittelt an Früchten der Klasse 1, bei der Berechnung der Nährstoffaufnahme für Klasse II und nicht marktfähige Ware übernommen;
 4) nicht gewichtetes Mittel über die Kulturzeit;
 5) Angaben beziehen sich auf den "essbaren Anteil" und wurde mit dem angegebenen Wassergehalt von 96,8 % auf den Gehalt in der Trockensubstanz umgerechnet;
 6) berechnet aus dem angegebenen Rohproteingehalt mit dem Faktor 1 ÷ 6,25; 7) Nährstoffaufnahme errechnet für alle geernteten Früchte inkl. nicht-marktfähiger Ware

Hoher Nährstoffbedarf beim Anbau von Gewächshausgurken auf Substrat

Tab. 3: Nährstoffgehalte und Nährstoffaufnahme beim Sommeranbau

	N	P	K	Mg	Ca	S	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Durchschnittlicher Nährstoffgehalt													
	[% in der Trockensubstanz]							[mg/kg Trockensubstanz]					
junges Material ^{1,4)}	5,31	0,86	5,16	0,54	1,73	0,42	0,46	111	46,4	52,3	35,5	11,4	11,3
altes Material ^{2,4)}	4,38	0,63	5,05	0,60	4,07	0,57	0,85	123	66,2	35,4	61,4	9,6	16,2
Restpflanze	4,01	0,73	5,58	0,58	4,24	0,48	0,90	214	65,4	36,9	60,0	11,1	11,9
Früchte ^{3,4)}	3,71	0,72	5,23	0,26	0,38	0,29	0,12	64,1	21,3	28,4	20,0	5,0	4,8
Literaturdaten Nährstoffgehalt in Früchten													
GEISSLER 1957	3,3	0,8	5,4	0,3	0,9								
LASKE 1979	3,05	0,76	5,48	0,24	0,71			57-115	29-42	56-88	27-38	8-20	1,6-2,8
Krüger 1991	3,4	0,66	5,4	0,28	0,5								
HERRMANN 2001 ⁵⁾	3,00 ⁶⁾	0,72	4,41	0,25	0,47			156,3	46,9	65,6		15,9	
Nährstoffaufnahme													
	[g/m ²]							[mg/m ²]					
Früchte ⁷⁾	40,7	7,9	58,0	2,79	4,20	3,15	1,35	67,9	23,7	31,3	22,9	5,3	5,5
junges Material ¹⁾	1,2	0,2	1,2	0,12	0,32	0,09	0,09	2,3	0,9	1,2	0,7	0,2	0,2
altes Material ²⁾	2,6	0,4	3,0	0,34	2,27	0,31	0,50	7,2	3,8	2,0	3,5	0,5	0,9
Restpflanze	17,5	3,2	24,3	2,53	18,5	2,09	3,93	93,4	28,5	16,1	26,2	4,8	5,2
Summe	62,0	11,7	86,6	5,78	25,29	5,65	5,87	171	57	51	53	11	12
Fruchtanteil [%]	66	68	67	48	17	56	23	40	42	62	43	49	47
Aufnahme pro kg	[g/kg FM-Ertrag]							[mg/kg FM-Ertrag]					
Fruchtertrag	2,01	0,38	2,81	0,19	0,82	0,18	0,19	5,54	1,85	1,64	1,73	0,35	0,38

- 1) Geiztriebe, Ranken, Seitentribspitzen; 2) alte Blätter ("Schattenblätter"), abgetragene Seitentriebe;
 3) Nährstoffgehalt ermittelt an Früchten der Klasse 1, bei der Berechnung der Nährstoffaufnahme für Klasse II und nicht marktfähige Ware übernommen;
 4) nicht gewichtetes Mittel über die Kulturzeit;
 5) Angaben beziehen sich auf den "essbaren Anteil" und wurde mit dem angegebenen Wassergehalt von 96,8 % auf den Gehalt in der Trockensubstanz umgerechnet;
 6) berechnet aus dem angegebenen Rohproteingehalt mit dem Faktor 1 ÷ 6,25; 7) Nährstoffaufnahme errechnet für alle geernteten Früchte inkl. nicht-marktfähiger Ware