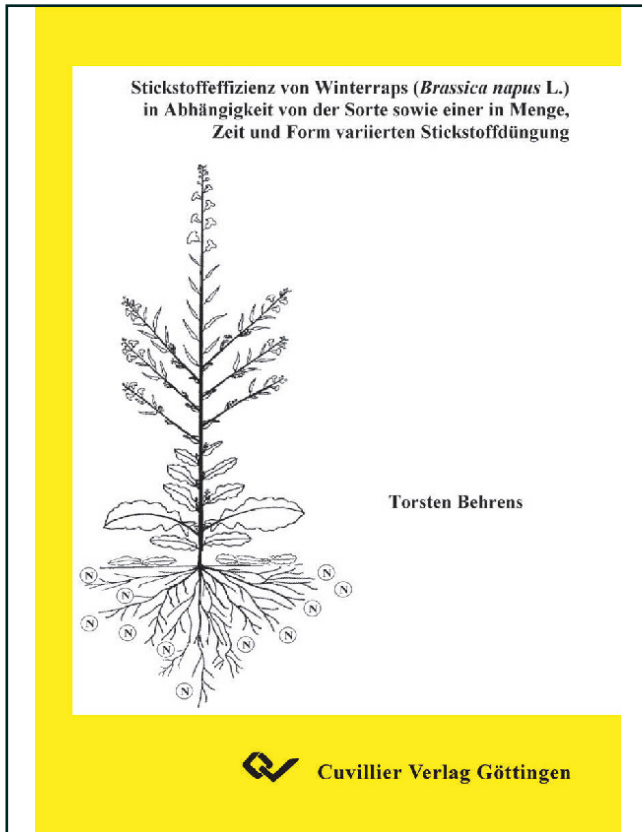




Torsten Behrens (Autor)

# Stickstoffeffizienz von Winterraps (*Brassica napus* L.) in Abhängigkeit von der Sorte sowie einer in Menge, Zeit und Form variierten Stickstoffdüngung



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/3487>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

## Inhaltsverzeichnis

<b>A</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>B</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>5</b>
1	Nährlösungsversuche	5
1.1	Kultursysteme	5
1.2	Nährlösungszusammensetzung	6
1.3	Durchgeführte Versuche	8
1.4	Pflanzenschutz	11
2	Feldversuche	11
2.1	Standorte	12
2.2	Durchgeführte Versuche	15
2.3	Pflanzenbauliche Maßnahmen	17
2.3.1	Aussaat	17
2.3.2	Düngung	18
2.3.3	Pflanzenschutz	18
3	Durchgeführte Untersuchungen	19
3.1	Wachstum und Ertrag	19
3.2	Ertragsstruktur	20
3.3	Blattflächenmessungen	21
3.4	Quantifizierung von Trockenmasse- und N-Verlusten durch Blattfall	21
3.5	Chlorophyllwerte der Blätter	22
3.6	Photosynthetische Aktivität der Blätter	23
3.6.1	Chlorophyllfluoreszenz	23
3.6.2	Gaswechsel	23
3.7	Wurzeluntersuchungen	24
3.8	Pflanzenanalysen	25
3.9	Bodenanalysen	27
4	Berechnung der Effizienz der N-Düngung	28
5	Statistik	28

<b>C</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>29</b>
<b>I</b>	<b>Einfluß eines in Menge und Zeit variierten N-Angebots auf die Ertragsbildung von Winterraps</b>	<b>29</b>
1	Einleitung und Problemstellung	29
2	Übersicht über die durchgeführten Versuche	30
3	Ergebnisse	31
3.1	Einfluß eines in Menge und Zeit variierten N-Angebots auf die Ertragsbildung und den N-Haushalt von in Nährlösung kultiviertem Winterraps	31
3.1.1	Wachstum und Ertrag	31
3.1.2	Ertragsstruktur	35
3.1.3	N-Gehalte	39
3.1.4	N-Aufnahme und N-Verwertung	41
3.1.5	Fazit	48
3.2	Einfluß eines in Menge und Zeit variierten N-Angebots auf die Ertragsbildung und den N-Haushalt von Winterraps in Feldversuchen	48
3.2.1	Wachstum und Ertrag	48
3.2.2	Pflanzenzahl und Ertragsstruktur	57
3.2.3	N-Gehalte im Verlauf der Vegetationsperiode	59
3.2.4	N-Aufnahme und N-Verwertung	63
3.2.5	N <sub>min</sub> -Gehalte im Boden	70
3.2.6	Effizienz der N-Düngung und N-Bilanzsalden	73
3.2.7	Samenqualität	76
3.2.8	Fazit	81
4	Diskussion	81
4.1	Einfluß eines in Menge und Zeit variierten N-Angebots auf Wachstum und Ertragsbildung von Winterraps	82
4.2	Einfluß eines in Menge und Zeit variierten N-Angebots auf die Samenqualität von Winterraps	92
4.3	Einfluß eines in Menge und Zeit variierten N-Angebots auf die Effizienz der N-Düngung	94
<b>II</b>	<b>Einfluß der Stickstoffform auf Wachstum und Ertrag von Winterraps</b>	<b>97</b>
1	Einleitung und Problemstellung	97

2	Übersicht über die durchgeführten Versuche	98
3	Ergebnisse	100
3.1	Einfluß der angebotenen Stickstoffform auf Wachstum und N-Aufnahme von in Nährlösung kultiviertem Winterraps	100
3.1.1	Einfluß unterschiedlicher Ammonium:Nitrat-Verhältnisse in der Nährlösung auf das Wachstum von Winterraps	100
3.1.2	Einfluß der N-Form auf das Sproßwachstum von Winterrapsorten	103
3.1.3	Einfluß eines in verschiedenen Entwicklungsabschnitten in Menge und Form variierten N-Angebots auf Wachstum, Ertrag und N-Haushalt von in Nährlösung kultiviertem Raps	104
3.1.3.1	Wachstum, Ertrag und Ertragsstruktur	104
3.1.3.2	N-Gehalte	110
3.1.3.3	N-Aufnahme	112
3.1.3.4	Einfluß eines in der Form variierten N-Angebots auf die Gehalte an N-haltigen und N-freien Verbindungen	115
3.1.4	Fazit	116
3.2	Einfluß der applizierten Stickstoffform auf Wachstum und Ertrag von im Feld angebautem Winterraps	116
3.2.1	N <sub>min</sub> -Gehalte im Boden	117
3.2.2	Wachstum und Ertrag	119
3.2.3	Ertragsstruktur	122
3.2.4	N-Gehalte	123
3.2.5	N-Aufnahme	125
3.2.6	Samenqualität	128
3.2.7	Wechselwirkungen zwischen N-Form und Sorte	130
3.2.8	Fazit	132
4	Diskussion	133
4.1	Wachstum und Ertrag von Winterraps in Abhängigkeit von der angebotenen N-Form	133
4.1.1	Wachstum in frühen Entwicklungsabschnitten	133
4.1.2	Wachstum und N-Aufnahme in der reproduktiven Wachstumsphase	135
4.1.3	Unterschiede zwischen Kurzzeit- und Langzeitversuchen	138
4.2	Wechselwirkungen zwischen N-Form und Sorte	140
<b>III</b>	<b>Sortentypische Unterschiede in der Stickstoffeffizienz von Winterraps bei einem in Menge und Zeit variierten N-Angebot</b>	<b>141</b>

1	Einleitung und Problemstellung	141
2	Übersicht über die durchgeführten Versuche	141
3	Ergebnisse	142
3.1	Sortentypische Unterschiede in der Stickstoffeffizienz von in Nährlösung kultiviertem Winterraps	142
3.1.1	Wachstum und Ertrag	142
3.1.2	Ertragsstruktur	146
3.1.3	N-Gehalte	149
3.1.4	N-Aufnahme und N-Verwertung	151
3.1.5	Beziehungen zwischen dem Samenertrag von Sorten und Sproß- bzw. Wurzelmerkmalen in verschiedenen Entwicklungsstadien	155
3.1.6	Beziehungen zwischen dem Samenertrag von Sorten und einzelnen Ertragskomponenten	156
3.1.7	Fazit	156
3.2	Sortentypische Unterschiede in der Stickstoffeffizienz von im Feld angebautem Winterraps	157
3.2.1	Wachstum und Ertrag	157
3.2.2	Ertragsstruktur	166
3.2.3	Samenqualität	170
3.2.4	N-Gehalte	176
3.2.5	N-Aufnahme und N-Verwertung	182
3.2.6	Wurzelwachstum	192
3.2.7	N-Bilanz	194
3.2.8	Beziehungen zwischen dem Samenertrag von Winterrapssorten und Sproßmerkmalen in verschiedenen Entwicklungsstadien	196
3.2.9	Beziehungen zwischen dem Samenertrag von Winterrapssorten und einzelnen Ertragskomponenten	198
3.2.10	Wechselwirkungen zwischen Düngungszeitpunkt und Sorte	198
3.2.11	Fazit	200
4	Diskussion	202
4.1	Sortentypische Unterschiede in der Ertragsbildung von Winterraps bei einem in Menge und Zeit variierten N-Angebot	202
4.2	Bedeutung von sortentypischen Unterschieden in der N-Aufnahme- und N-Verwertungseffizienz	207
4.3	Samenqualität von Winterrapssorten	212

<b>IV</b>	<b>Bedeutung der Blätter während der reproduktiven Wachstumsphase für Ertragsbildung und N-Verluste</b>	<b>214</b>
1	Einleitung und Problemstellung	214
2	Durchgeführte Untersuchungen	217
3	Ergebnisse	219
2.1	Chlorophyllwerte der Blätter	219
3.1.1	Chlorophyllwerte junger Blätter im Verlauf der reproduktiven Wachstumsphase	219
3.1.2	Chlorophyllwerte unterschiedlicher Blattalter	222
3.1.3	Fazit	224
3.2	Trockenmasse- und N-Verluste durch Blattfall während der reproduktiven Wachstumsphase für Ertragsbildungsprozesse	225
3.2.1	Einfluß der N-Düngung	225
3.2.2	Sortentypische Unterschiede	229
3.2.3	Beziehungen zwischen dem Blattfall und dem Samenertrag von Winterrapsorten	233
3.2.4	Fazit	234
3.3	Einfluß von N-Düngung und Sorte auf die photosynthetische Aktivität der Blätter und die Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten im Sproß von Winterraps	235
3.3.1	Einfluß der N-Düngung auf die photosynthetische Aktivität von Blättern	235
3.3.1.1	Photosynthetische Aktivität im Bestand	235
3.3.1.2	Messungen zur Chlorophyllfluoreszenz unter konstanten Strahlungsbedingungen	241
3.3.1.3	Beziehung zwischen der photosynthetischen Aktivität von Winterrapsblättern während der reproduktiven Wachstumsphase und dem Samenertrag zur Reife	243
3.3.2	Einfluß von N-Düngung und Sorte auf die Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten im Sproß	244
3.3.2.1	Untersuchungen im Verlauf der reproduktiven Wachstumsphase	244
3.3.2.2	Verteilung der wasserlöslichen Kohlenhydrate in verschiedenen Sproßfraktionen	247
3.3.3	Fazit	253
3.4	Einfluß von Blattkupierungen zu Blühbeginn auf Ertragsbildung und N-Aufnahme in der reproduktiven Wachstumsphase	254
3.4.1	Blattflächenindizes	254

3.4.2	Photosynthetische Aktivität der Blätter	255
3.4.3	Samen- und Strohtrockenmasse	257
3.4.4	Ertragsstruktur	259
3.4.5	Gehalte an Gesamtstickstoff, Nitrat, Kohlenstoff und wasserlöslichen Kohlenhydraten in verschiedenen Sproßfraktionen zur Reife	261
3.4.6	N-Aufnahme	263
3.4.7	Samenertrag verschiedener Winterrapssorten	265
3.4.8	Fazit	266
4	Diskussion	266
4.1	Chlorophyllwerte als Maß für die Seneszenz von Blättern im Verlauf der reproduktiven Wachstumsphase	267
4.2	Bedeutung des Blattfalls während der reproduktiven Wachstumsphase für Ertragsbildung und N-Verluste	270
4.3	Photosynthetische Aktivität von Blättern und Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten im Sproß im Verlauf der reproduktiven Wachstumsphase	274
4.4	Einfluß von Blattkupierungen auf die Ertragsbildung und N-Aufnahme von Winterrapssorten	280
<b>D</b>	<b>Zusammenfassung und Schlußfolgerung</b>	<b>283</b>
<b>F</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>289</b>
<b>E</b>	<b>Anhang</b>	<b>304</b>