

# Praktikeranleitung Japanischer Rettich Bodenfruchtbarkeit und Düngung

*Juni 2005*

Kulturspezifische Düngeempfehlung auf Basis der Expertenempfehlung  
„Düngung im Freilandgemüsebau“, Großbeeren 2001  
Einfache Berücksichtigung vorhandener Bodenvorräte  
Stickstoff-Sollwerte im Saisonverlauf  
Die wichtigsten Probleme im Bild  
Alle relevanten Grunddaten für den Profi  
Düngeplanungs-Formular im Anhang

## Schnelle Düngeplanung im Betriebsalltag:



Einfaches Ablesen der zu düngenden Nährstoffmengen auf  
Seite 6 und Seite 8  
mit Muster-Düngeplan auf Seite 14



**BOLAP**



Norbert Hege und Klaus Strohmeyer  
BOLAP GmbH  
67346 Speyer, Obere Langgasse 40

Joachim Ziegler, Josef Schlaghecken und Margit Munschauer  
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR)-Rheinpfalz  
67435 Neustadt/Wstr., Breitenweg 71



## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Jap. Rettich: Feldauswahl, Fruchtfolge und Humusversorgung</b>	<b>3</b>
1.1 Feldauswahl	3
1.2 Fruchtfolge	3
1.3 Humusversorgung und Humusbilanz	4
<b>2. Jap. Rettich: Datenbasis für die Düngung</b>	<b>5</b>
2.1 Grundprinzip der Nährstoffversorgung	5
2.2 Nährstoffgehalte in Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückständen	5
<b>3. Jap. Rettich: pH-Wert und Kalkversorgung</b>	<b>5</b>
<b>4. Jap. Rettich: Nährstoffbedarfsberechnung für P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO und B</b>	<b>6</b>
4.1 Feststellung der Bodenart	6
4.2 Ermittlung der Nährstoffgehaltsklasse	6
<b>4.3 Ablesen des Nährstoffbedarfs</b>	<b>6</b>
4.4 Ergänzende Hinweise	6
<b>5. Jap. Rettich: Stickstoff (N)-Versorgung</b>	<b>7</b>
5.1 Berechnung des N-Sollwertes und N-Bedarfs	7
5.2 Düngungstermine	7
5.3 Nitratgehalte im Ernteprodukt	7
<b>5.4 Jap. Rettich: N-Versorgung für Standard-Düngetermine</b>	<b>8</b>
5.5 Jap. Rettich: N-Sollwerte für beliebige Düngetermine	9
<b>6. Jap. Rettich: Spezielle Ernährungsfragen und Düngungshinweise</b>	<b>10</b>
6.1 Mögliche Nährstoffmangel- und Überschusserscheinungen in der Praxis	10
6.2 Vermeidung von Ernährungsstörungen	11
<b>7. Hinweise zur Düngemittelauswahl und -ausbringung</b>	<b>12</b>
<b>8. Hinweise zur Bewässerung</b>	<b>13</b>
<b>9. Jap. Rettich: Beispiel Düngeplan mit Leerformular</b>	<b>14</b>
<b>10. Quellen</b>	<b>16</b>
<b>11. Bezug der Praktikeranleitung</b>	<b>16</b>

## 1. Jap. Rettich: Feldauswahl, Fruchtfolge und Humusversorgung

### 1.1 Feldauswahl

Vorteilhaft für den Anbau von jap. Rettich sind humose, nährstoffreiche, tiefgründige, sandige Böden mit guter Wasserversorgung (Beregnung). Wichtig für die Qualität der bis 50 cm langen Rüben ist ein gleichmäßiger, lockerer Boden bis in eine Bodentiefe von ca. 50 cm. Die pH-Werte sollten zwischen 5,6 und 7,0 liegen. Bei pH-Werten über 7,0 besteht ein deutlich höheres Befallsrisiko mit Kartoffelschorf.



Abb. 1: Deformierte Wurzeln



Abb. 2: Kartoffelschorf

### 1.2 Fruchtfolge

Bei der Gestaltung der Fruchtfolge ist darauf zu achten, dass die vorgesehene Fläche keinen Besatz mit den Erregern Kohlhernie, Rettichschwärze, Verticillium, Fusarium und Rhizoctonia aufweist. Rettich sollte nicht nach sich selbst bzw. nach anderen Kreuzblütlerarten angebaut werden. Es wird empfohlen in 3 Jahren nur zweimal Rettich anzubauen. Vorteilhaft sind Vorfrüchte, die eine gute Bodenstruktur hinterlassen, wie z. B. Wintergetreide und Porree. Rettich lässt sich als Vor-, Zwischen- und Nachfrucht mit den meisten Gemüsearten kombinieren, die einen lockeren Boden hinterlassen.



Abb. 3: Rettichschwärze (Foto: Wahl)



Abb. 4: Verticillium

### 1.3 Humusversorgung und Humusbilanz

Die gute Humusversorgung ist die Grundlage jeder Bodenfruchtbarkeit. Dauerhumus sichert dabei die Bodengare und verbessert die Wasser- sowie Nährstoffhaltekapazität. Nährhumus aus Ernterückständen oder Gründüngung ernährt und fördert das Bodenleben. Welche Wirkung in diesem Sinne der Anbau von Rettich hat zeigt die folgende Tabelle:

<b>Tab. 1: Humusbilanz</b>			
<b>Humuszufuhr durch</b>	<b>Frischmasse</b>	<b>Org. Trockensubstanz</b>	<b>Dauerhumus /Kultur</b>
Ernterückstände	400 dt FM/ha	28 dt TM/ha	+ 6 dt TM/ha
Summe Zufuhr			= 6 dt TM/ha
<b>Humusabbau durch</b>	<b>Dauerhumus</b>	<b>Anteil bei 2 Kulturen/Jahr</b>	<b>Dauerhumus /Kultur</b>
2 Bestellungen	= 25 dt TM/ha	50 %	- 12,5 dt TM/ha
<b>Dauerhumus-Bilanz pro Rettichkultur:</b>			<b>- 6,5 dt TM/ha</b>

Bewertet man die beispielhafte Humusbilanz, so ist festzustellen, dass sich beim Anbau von Rettich ein negatives Bilanzergebnis einstellt. Hauptursache ist der geringe Verbleib von Ernterückständen.

#### Humuszufuhr:

Deshalb empfiehlt sich alle zwei bis spätestens alle drei Jahre der Anbau von Sudangras (Dauerhumus 18 – 23 dt/ha). Dadurch wird die Humusbilanz und die Bodenstruktur erheblich verbessert. Um eine optimale Wirkung zu erzielen, sollte Sudangras bis zum 15. Juli eines Jahres ausgesät werden.

#### Ernterückstände:

Es hat sich gezeigt, dass im Sommerhalbjahr ein Großteil der N-Mengen in den eingearbeiteten Ernterückständen der Gemüsekulturen bzw. Gründüngungspflanzen innerhalb von etwa zehn Wochen mineralisiert werden. 400 dt/ha Rettich-Ernterückstände enthalten rund 90 kg/ha Stickstoff. Während der Vegetationszeit von Mai bis September können die frisch eingearbeiteten Ernterückstände etwa 70 % ihres N-Gehaltes in 6 Wochen freisetzen. Diese zur Mineralisierung kommenden 60 kg N/ha sind unbedingt bei der Düngung der Folgekultur zu berücksichtigen.



Abb. 5:  
Ernterückstände bei  
Japanischem Rettich



## 2. Jap. Rettich: Datenbasis für die Düngung

### 2.1 Grundprinzip der Nährstoffversorgung

Die N-Versorgung orientiert sich am Gesamtaufwuchs, die P-K-Mg-Versorgung an der Feldabfuhr.

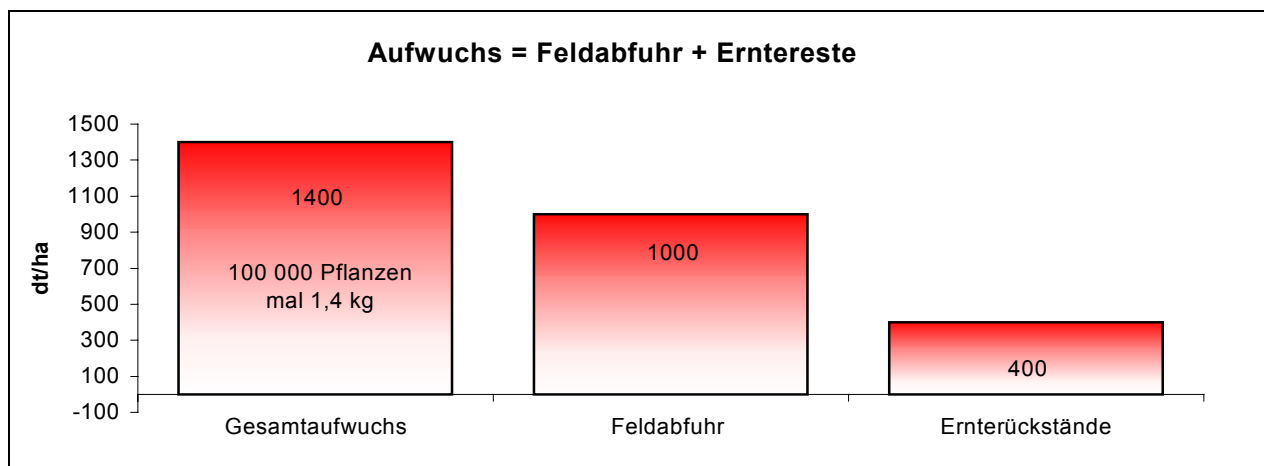


Abb. 6: Grafische Darstellung von Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückstände

### 2.2 Nährstoffgehalte in Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückstände

Die folgenden, gerundeten Daten dienen als Grundlage für die weiteren Berechnungen. Der Aufwuchs entspricht einem üblichen Anbau. In der Praxis schwanken die Werte von 1200 bis 1400 dt/ha. Für abweichende Aufwuchs- oder Feldabfuhrwerte lassen sich die Werte errechnen.

Tab. 2: Standardwerte

Sommer- und Herbstanbau	Frischmasse	N-Gehalt	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S	B	Mn	Mo
Einheit	dt/ha	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Aufwuchs	1400	1,3	184	42	364	20	55	0,7	1,4	0,03
Feldabfuhr	1000	1,0	100	60	337	19	40	0,5	1,0	0,02
Ernterückstände	400	2,1	84	12	100	12	15	0,2	0,4	0,01

## 3. Jap. Rettich: pH-Wert und Kalkversorgung

Folgende pH-Werte sind bei Mineralböden (bis 4% Humus) anzustreben:

Tab. 3: pH-Werte

Bodenart	Sand	lehmiger Sand	sandiger Lehm	Lehm, Schluff, schwachtoniger Schluff, toniger Schluff
pH	5,8	6,0 - 6,5	6,5 - 7,0	7,0 - 7,5

Bei pH-Wert-Unterschreitungen von 0,2 bis 0,5 Einheiten genügen pauschale Erhaltungskalkmengen von 10-20 dt CaCO<sub>3</sub>/ha jährlich. Es dürfen nur langsam wirkende Kalkdünger, wie z.B. Kohlensäurer Kalk verabreicht werden. Die Kalkung darf niemals unmittelbar vor dem Rettichanbau erfolgen. Bei deutlich niedrigeren pH-Werten bedarf es größerer Kalkmengen, die mit einem Bodenlabor abzustimmen sind. Von einem Rettichanbau im Ausbringungsjahr ist dann abzusehen.

## 4. Jap. Rettich: Nährstoffbedarfsberechnung für P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO und B

Anhand vorliegender Bodenanalysenwerte die Nährstoffgehaltsklasse in der Tab. 4 ermitteln und den daraus resultierenden Nährstoffbedarf in Tab. 5 ablesen.

### 4.1 Feststellung der Bodenart

- **Leicht:** Sand (S) und schwach lehmiger Sand (l'S)
- **Mittel:** stark lehmiger Sand (IS), sandiger Lehm (sL), schluffiger Lehm (uL)
- **Schwer:** schwach toniger Lehm (t'L), toniger Lehm (tL), lehmiger Ton (IT), Ton (T), Moorboden (Mo)

### 4.2 Ermittlung der Nährstoffgehaltsklasse

**Tab. 4: Nährstoffgehaltsklassen Acker- u. Gemüsebau in RLP** (mg/100g Boden bzw. mg/kg bei Bor)

Nährstoff Bodenart		Nährstoffgehaltsklassen im Boden								
		A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> (anzustrebender Werte)	C <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	alle	< 6	6-8	9-11	12-13	14-17	18-20	21-25	26-30	> 30
K <sub>2</sub> O	leicht	< 5	5-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-19	20-23	> 23
	mittel	< 6	6-8	9-11	12-13	14-17	18-20	21-25	26-30	> 30
	schwer	< 7	7-10	11-13	14-17	18-21	22-25	26-32	33-38	> 38
Mg	leicht	< 2	2	3	4	5	6	7-8	9	> 9
	mittel	< 3	3	4-5	6-7	8-9	10	11-13	14-15	> 15
	schwer	< 4	4-5	6-7	8-10	11-12	13-14	15-18	19-21	> 21
Bor	leicht	< 0,2	0,3-0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9-1,0	1,1-1,2	> 1,2
	mittel	< 0,3	0,4-0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0-1,1	1,2-1,3	> 1,3
	schwer	< 0,4	0,5-0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1-1,2	1,3-1,4	> 1,4

### 4.3 Ablesen des Nährstoffbedarfs

Im Normalfall den Nährstoffbedarf laut Spalte C<sub>2</sub> (= Feldabfuhr) düngen. Bei unterversorgtem Boden (Klasse A-C<sub>1</sub>) einen erhöhten Bedarf geben. Bei überversorgtem Boden (Klasse C<sub>3</sub>-D<sub>2</sub>) den Nährstoffbedarf reduzieren und in Klasse E ganz auf eine Düngung verzichten.



**Tab. 5: Blumenkohl P-K-Mg-B- Nährstoffbedarf** (kg/ha) nach Nährstoffgehaltsklasse (A bis E) und Feldabfuhr

Nährstoff		Nährstoffgehaltsklassen im Boden									
		A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E	
		Erhöhter Nährstoffbedarf bei unterversorgtem Boden				Standard-Nährstoffbedarf Feldabfuhr 1000 dt/ha		Reduzierter Nährstoffbedarf bei erhöhten Bodenvorräten			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		140	120	100	80	60	45	30	15	0	
K <sub>2</sub> O		460	430	400	370	340	250	170	85	0	
MgO *		80	70	60	50	40	30	20	10	0	
B		1,6	1,6	0,8	0,4	0,2	0,2	0	0	0	

\* Bei den Magnesium-Nährstoffmengen ist bereits ein Zuschlag von 20 kg MgO für Auswaschungsverluste enthalten.  
Bei Sandböden kann man den Wert um weitere 20 kg MgO erhöhen.

### 4.4 Ergänzende Hinweise

Vorsicht bei sehr hohem Nährstoffbedarf (salzbedingte Auflaufschäden!). Beim **Anbau einer zweiten Kultur** auf einer Fläche mit unterversorgtem Boden genügt die Düngung des Standard-Nährstoffbedarfs (C<sub>2</sub>). **Bei geringem Nährstoffbedarf** (z.B. in Klasse D<sub>2</sub>) kann man auf die Düngung vorübergehend verzichten und die Fehlmengen bei einer späteren Kultur ausbringen („Schaukeldüngung“).

## 5. Jap. Rettich: Stickstoff (N)-Versorgung

### 5.1 Berechnung des N-Sollwertes und N-Bedarfs

Die bedarfsgerechte N-Versorgung erfolgt nach einem N-Sollwert, der auf den Kenngrößen N-Aufnahme des Aufwuchses, N-Mindestangebot im Boden, durchwurzelbarer Bodenschicht, anrechenbarer Nmin-Vorräte und anrechenbarer N-Nachlieferung basiert. Die Ermittlung des N-Sollwertes für japanischem Rettich erfolgt wie in der Tabelle 6 dargestellt.

Tab. 6: Ermittlung des N-Sollwertes für Einmaldüngung zur Saat	
Beispiel: Jap. Rettich	kg N/ha zur Saat
N-Aufnahme durch den Aufwuchs von 1400 dt/ha	184 kg N/ha
+ N-Mindestangebot zur Ernte	+ 40 kg N/ha
= N-Sollwert in nutzbarer Bodenschicht (0-60 cm)	= 224 kg N/ha

Nach der gleichen Methode lässt sich für jeden Termin während der Kultur bzw. für einen Kulturabschnitt ein N-Sollwert ermitteln („Kulturbegleitendes Nmin-Sollwertesystem“ = „KNS-System“).

Tab. 7: Ermittlung des N-Bedarfs	
Berechnungsbeispiel für Jap. Rettich mit Einmaldüngung zur Aussaat:	
N-Sollwert zur Aussaat (siehe oben)	224 kg N/ha
- gemessener Nmin Bodenvorrat (vor der N-Düngung)	- 54 kg N/ha
- N-Mineralisierung (geschätzt aus Humus und Ernterückständen)	- 40 kg N/ha
= N-Bedarf (= zu düngende N-Menge)	= 130 kg N/ha

### 5.2 Düngungstermine

**N-Mindestangebot und N-Kopfdüngungstermine:**

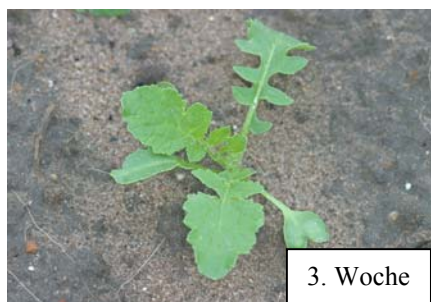


Abb. 7: N-Kopfdüngung im Sommer- und Herbstanbau

Zum frühesten Anbau empfiehlt sich ein N-Mindestangebot von 150 kg N/ha in 0-30 cm, welches wegen der Folienbedeckung vor der Saat gründlich in den Boden einzuarbeiten ist.

Im Sommer und Herbstanbau sollte die N-Gabe dagegen erst nach dem Auflaufen in der 3. oder 4. Kulturwoche gegeben werden.

### 5.3 Nitratgehalte im Ernteprodukt

**Nitrat (NO<sub>3</sub>):**

Mit durchschnittlich 1000 bis 1200 mg NO<sub>3</sub>/kg gehört Rettich zu den Gemüsearten mit relativ hohem Nitratgehalt. Er neigt besonders unter ungünstigen Lichtverhältnissen zur Speicherung von Nitrat, deshalb ist die zu düngende N-Menge genau zu berechnen. Es gibt für Rettich einen vom BgVV empfohlenen Nitratrichtwert von 3000 mg NO<sub>3</sub>/kg.



### 5.4 Jap. Rettich: N-Versorgung für Standard-Düngetermine

Mit Hilfe der Tabelle 8 lässt sich für das zu wählende Düngeverfahren Einmal- bzw. Zweidüngung der **N-Sollwert (Werte z.T. gerundet)** ablesen und der nötige **N-Bedarf** berechnen. Bei dieser Berechnung sind die aktuellen Nmin-Werte (0-200 kg N/ha) zu berücksichtigen, sowie die zu erwartende N-Mineralisierung zu schätzen und anzurechnen (\*).

**Tab. 8: N-Versorgung für Standarddüngetermine**

Aussaattermine		15. März (Folie u. Vlies)	1. April (Folie)	1. Mai	1. Juni	1. Juli	1. August
Kulturdauer	Tage	70	63	56	49	56	75
Wurzeltiefe zum Ernteende	cm	60	60	60	60	60	60
<b>Aufwuchs</b>	<b>dt/ha</b>	<b>1200</b>	<b>1400</b>	<b>1400</b>	<b>1400</b>	<b>1400</b>	<b>1400</b>
N-Gehalt im Aufwuchs	kg N/ha	153	184	184	184	184	184
N-Mindestangebot zum Ernteende	kg N/ha	40	40	40	40	40	40

#### 5.4.1 Einmaldüngung (Entec-Dünger empfohlen)

<b>N-Sollwert zur Aussaat (Aufwuchs + Mindestangebot)</b>	<b>kg N/ha</b>	<b>195</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>225</b>
- minus gemessener Nmin-Bodenvorrat (0 - 60 cm) z.B.*	kg N/ha	8	31	42	52	63	67
- minus zu erwartende N-Mineralisierung *	kg N/ha	22	24	28	28	32	38
<b>= N-Bedarf zur Aussaat (Beispiel)</b>	<b>kg N/ha</b>	<b>165</b>	<b>170</b>	<b>155</b>	<b>145</b>	<b>130</b>	<b>120</b>

#### 5.4.2 Zweimaldüngung (Standard-Variante)

<b>N-Sollwert zur Aussaat (Mindestangebot in 0-30 cm)</b>	<b>kg N/ha</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
- minus gemessener Nmin-Bodenvorrat (30 cm) z.B.*	kg N/ha	14	24	26	28	28	28
- minus N-Mineralisierung (Boden- und Ernterückstände) *	kg N/ha	6	6	9	12	12	12
<b>= N-Bedarf zur Aussaat (Beispiel)</b>	<b>kg N/ha</b>	<b>130</b>	<b>120</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>Kopfdüngungstermin</b>	<b>kg N/ha</b>	<b>5. Woche</b>	<b>4. Woche</b>	<b>4. Woche</b>	<b>4. Woche</b>	<b>4. Woche</b>	<b>4. Woche</b>
N-Gehalt im Aufwuchs	kg N/ha	153	184	184	184	184	184
- minus N-Aufnahme bis zum Kopfdüngungstermin	kg N/ha	7	10	12	14	14	7
= restliche N-Aufnahme bis Ernteende	kg N/ha	146	174	172	170	170	177
- plus N-Mindestangebot zum Ernteende	kg N/ha	40	40	40	40	40	40
<b>= N-Sollwert zum Kopfdüngungstermin</b>	<b>kg N/ha</b>	<b>185</b>	<b>215</b>	<b>210</b>	<b>210</b>	<b>210</b>	<b>215</b>
- minus gemessener Nmin-Bodenvorrat (0-60 cm) z.B.*	kg N/ha	139	142	71	74	70	64
- minus N-Mineralisierung (Boden- und Ernterückstände) *	kg N/ha	16	18	19	16	20	26
<b>= N-Bedarf zur Kopfdüngung (Beispiel)</b>	<b>kg N/ha</b>	<b>30</b>	<b>55</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>125</b>



**5.5 Jap. Rettich: N-Sollwerte für beliebige Düngetermine**

Mit Hilfe der Tabelle 9 lässt sich für beliebige Düngetermine der **N-Sollwert** ablesen. Dieser gilt für den Beginn der Kulturwoche.  
**Lesebeispiel für einen Bestand in der 6. Kulturwoche bei einer Aussaat am 15. März:** Der N-Sollwert beträgt laut Tabelle 178 kg N/ha.

**Tab. 9: N-Sollwerte in kg N/ha für beliebige Düngetermine**  
 Aussaat März: 1200 dt/ha Aufwuchs, 153 kg N/ha N-Aufnahme, 40 kg N/ha N-Mindestvorrat zu Ernteende  
 Aussaat ab April: 1400 dt/ha Aufwuchs, 184 kg N/ha N-Aufnahme, 40 kg N/ha N-Mindestvorrat zu Ernteende

Aussaattermine und Kulturverlauf		N-Sollwert und N-Aufnahme pro Woche in kg/ha																	
		15. März			1. April			1. Mai			1. Juni			1. Juli			1. August		
		(70 Tage)			(63 Tage)			( 56 Tage)			(49 Tage)			(56 Tage)			(77 Tage)		
		N-Aufnahme		N-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		N-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		N-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		N-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		N-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		N-Sollwert (60 cm)
bis Ernteende	pro Woche	bis Ernteende	pro Woche		bis Ernteende	pro Woche		bis Ernteende	pro Woche		bis Ernteende	pro Woche		bis Ernteende	pro Woche		bis Ernteende	pro Woche	
Woche	Tag																		
1.	1.-7.	153	0	193	184	0	224	184	1	224	184	1	224	184	1	224	184	1	224
2.	8.-14.	153	1	193	184	1	224	183	3	223	183	3	223	183	3	223	183	2	223
3.	15.-21.	152	2	192	183	3	223	180	8	220	180	10	220	180	8	220	181	4	221
4.	22.-28.	150	4	190	180	12	220	172	18	212	170	25	210	172	18	212	177	7	217
5.	29.-35.	146	8	186	168	16	208	154	29	194	145	54	185	154	29	194	170	15	210
6.	36.-42.	138	15	178	152	31	192	125	49	165	91	62	131	125	49	165	155	23	195
7.	43.-49.	123	35	163	121	50	161	76	58	116	29	29	69	76	58	116	132	35	172
8.	50.-56.	88	50	128	71	56	111	18	18	58				18	18	58	97	42	137
9.	57.-63.	38	25	78	15	15	55										55	28	95
10.	64.-70.	13	13	43													27	14	67
11.	71.-77.																13	13	53

## 6. Jap. Rettich: Spezielle Ernährungsfragen und Düngungshinweise

### 6.1 Mögliche Nährstoffmangel- und Überschusserscheinungen in der Praxis

#### Stickstoff (N)

Dieser Nährstoff hat den größten Einfluss auf den Anbauerfolg. Mangel führt schnell zu Ertrags- und Qualitätsproblemen. Die Pflanzen bleiben kleiner und die Blattfarbe ist meist weniger dunkelgrün. Die Mangelsymptome können u.U. mit Fusariumbefall verwechselt werden.



Abb. 8: Stickstoffmangel (rechts)



Abb. 9: Blattrandnekrosen durch Kalium-Mangel  
(Quelle: Visuplant, 2005)

#### Kalium (K)

Kalium ist ein wichtiger Pflanzennährstoff, bei dem es heute kaum noch zu Mangel- oder Überversorgung kommt. Kalium festigt das Zellgewebe und fördert die Wurzel- und Knollenbildung. Mangel lässt die Pflanzen schneller unter Wasserdefizit leiden und verursacht das Gelbwerden der Blattränder und –spitzen an den älteren Blättern. Der K-Bedarf von Hybridrettich ist enorm.



Abb. 10: Magnesium-Mangel-Detail am älteren Blatt



Abb. 11: Schwefel-Mangel an Brokkoli (z. Vergleich)

#### Magnesium (Mg)

Mg-Mangel zeigt sich zunächst an den **älteren** Blättern, bei denen sich die Interkostalfelder (Bereich zwischen den Blattadern) aufhellen. Blattrand und Blattadern bleiben zunächst noch grün. Durch Einhaltung der empfohlenen Bodenversorgung und Düngung lassen sich Probleme vermeiden.

### Schwefel (S)

Schwefel ist auch für Rettich ein wichtiger Pflanzennährstoff (Übersicht 2.2). Regionale Unterversorgung ist möglich. Eigene Untersuchungsergebnisse bestätigten die hohe S-Aufnahme dieser Kultur. Im Gesamtaufwuchs von 1400 dt/ha fanden sich mittlere S-Mengen von 55 kg S/ha. Es gibt einen Zusammenhang zwischen Schwefelversorgung und dem Gehalt an schwefelhaltigen Inhaltsstoffen.

Durch die vorbeugende Verwendung sulfathaltiger N-, K- oder Mehrnährstoffdünger ist die S-Versorgung meistens gesichert. Gemüsebauliche Fruchtfolgen erfordern ca. **30-50 kg S/ha und Jahr**. Beginnender S-Mangel ist leicht mit N-Mangel zu verwechseln, deshalb Beratung hinzuziehen.

### Bor (B):

Glasige Rettiche finden sich häufiger im Freiland als unter Glas. Die Ursache steht noch nicht fest. Ein Zusammenhang mit Bormangel wird diskutiert.

Bei akutem Bormangel wird dagegen die äußere Schicht der Rettichwurzel rau und rissig. Im Rübenkörper entstehen mitunter glasige oder dunkelbraune Stellen. Die jüngsten Blätter bleiben klein und kräuseln sich. Die Stängel sind spröde und die Blätter sterben von der Spitze her ab.

Bormangel kann bei Rettich öfters auftreten, deshalb ist es notwendig, die Bodenversorgung (siehe Richtwerte in Übersicht 4.1) zu optimieren. Neben borhaltigen Mehrnährstoffdüngern eignen sich auch z. B. Bor-Ammonsulfatsalpeter (0,3% B). Bei hohem Bedarf kann eine Solubor-Spritzung (1,5 kg B/ha) vor der Saat oder nach dem Auflaufen durchgeführt werden.



Abb. 12: Bormangel (Foto: Wahl)



Abb. 13: Glasigkeit (Foto: Wahl)

### Mangan (Mn):

Manganmangel ist eher selten ein Problem. Bei hohem pH-Wert können zunächst die älteren und mittleren Blätter fleckenartig vergilben, wobei die Blattadern grün bleiben. Bei Manganmangel kann eine Bodendüngung mit 10 bis 15 kg Mn/ha oder eine Blattdüngung mit 0,5 bis 1 g Mn/l erfolgen. Nach 2-3 Wochen sollte die Blattdüngung wiederholt werden.

### Chlorid (Cl) und Salzverträglichkeit

Rettich gehört besonders in der Auflaufphase zu den chlorid- und salzempfindlichen Kulturen, deshalb empfehlen sich für die Kalium- und Stickstoffversorgung chloridarme Dünger. Chloridhaltige Düngemittel sollten zeitversetzt zur Aussaat gegeben werden.



## 6.2 Vermeidung von Ernährungsstörungen

### Vorbeugende Bodenanalysen

Durch Optimierung der Bodenfruchtbarkeit, vorbeugende Bodenanalysen und Optimierung der Nährstoffversorgung sind Ernährungsstörungen weitgehend auszuschalten. Um diese Sicherheit zu erreichen werden Bodenuntersuchungen in folgendem Jahresrhythmus (Tab. 10) empfohlen:

Nährstoffe	pH	Humus	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S	B	Mn	Mo
Untersuchungshäufigkeit in Jahren	3	6	Zu jeder Kultur	3	3	3	evtl.	3	-	-

In Problemfällen empfehlen sich u. U. engere Untersuchungsabstände.

Um gesicherte Analysenwerte zu bekommen ist auf eine zuverlässige und repräsentative Bodenprobennahme zu achten. Kurz nach einer Düngemaßnahme ist eine Bodenanalyse sehr problematisch: Ein Düngerkörnchen in der Mischprobe kann das ganze Ergebnis verfälschen. Ideal ist die Bodenprobennahme (ohne Nmin) im Spätherbst und Winter. Nur zuverlässige und extern geprüfte Bodenlabore sind zu empfehlen.

Vorteilhaft ist es die vorliegenden Bodenanalysen über die Jahre fortzuschreiben, um so die Entwicklung der Gehalte bzw. den Trend der Bodenversorgung gut sichtbar zu machen. Manchmal kommt es aber trotz Überwachung und Optimierung der Bodennährstoffgehalte zu Nährstoffmangel-Symptomen. Können diese nicht eindeutig einer Ursache zugeordnet werden ist eine zusätzliche Blattanalyse vorteilhaft. Dazu ist eine fachmännische Probenahme und der richtige Entnahmezeitpunkt wichtig. Bei Schadsymptomen, die nicht gleichmäßig im Feld auftreten, Boden- und Blattproben im Zentrum des Befalls entnehmen, im Extremfall sogar im Nahbereich einer Pflanze bzw. von einer Pflanze.

### Pflanzenanalysen

Leider existieren für Rettiche keine Richtwerte bei Blattanalysen. Treten Probleme auf, dann sollte eine Pflanzenanalyse von symptomzeigenden Pflanzen und gesunden Pflanzen durchgeführt werden. Auf diese Weise ist ein interner Vergleich der Werte gut möglich.

## 7. Hinweise zur Düngemittelauswahl und -ausbringung

### Wichtige N-Mineraldünger und ihre Anwendung:

Die N-Versorgung erfolgt vorwiegend mit ammonitrathaltigen und borhaltigen Mehrnährstoffdüngern.

Vor jeder N-Düngung ist der Nmin-Bodenvorrat zu ermitteln und anzurechnen. Bei Rettich spielt die Wahl der Stickstoffform in den Düngemitteln keine entscheidende Rolle, da diese Kultur zum Ernteende den angebotenen Stickstoff komplett aufgenommen hat.

Dünger mit stabilisiertem Stickstoff haben bei den für den Hybridrettichanbau typischen Sandböden den Vorteil, dass die unerwünschte N-Verlagerung im Boden minimiert wird und die Nitratgehalte im Produkt tendenziell gesenkt werden. Der Entec-Dünger muss vor der Saat gründlich eingearbeitet werden.

Bei Problemen wie z.B. Rettichschwärze kann unter Umständen ein **Kalkstickstoffeinsatz** sinnvoll sein.

### Exakte Ausbringung

Gezielte Nährstoffversorgung bedeutet auch die benötigten Nährstoffe exakt auszubringen. Der Einsatz von Beetstreuern ist empfehlenswert. Dies gilt vor allem bei der Ausbringung von N-Düngern.

Grundsätzlich kann Rettich sowohl mit Einzel- wie auch mit Mehrnährstoffdüngern gut versorgt werden. Entscheidend ist, dass der Nährstoffbedarf und der Bodenvorrat berücksichtigt werden.

### Mineralische Grunddüngung

Auf Grund des hohen Nährstoffbedarfes von jap. Rettich empfiehlt es sich die Grunddüngung entweder zur Herbstfurche oder bei extremen Sandböden im frühen Frühjahr zu geben. Auf eine gute Einarbeitung des Düngers ist dabei zu achten.

Auffallend ist der hohe Kaliumbedarf dieser Kultur. Die Kaliumversorgung kann entweder durch K<sub>2</sub>O-Überschüsse der Vorkulturen oder durch Zusatzdüngung mit Kaliumsulfat sicher gestellt werden.

### N-Düngung

Nur bei den frühen Anbausätzen mit Folienbedeckung empfiehlt sich die N-Düngung in einer Gabe zu Beginn der Kultur. Entec-Dünger sind hierbei zu bevorzugen.

Bei späteren Sätzen sollte die N-Düngung vor der Aussaat sehr verhalten erfolgen oder ganz darauf verzichtet werden. In der 4. Kulturwoche sollte der Nmin-Bodenvorrat kontrolliert werden.

## 8. Hinweise zur Bewässerung

Nach dem Auflaufen sollte die Steuerung der Bewässerung (Bewässerungszeitpunkte und -mengen) generell bei Gemüsekulturen nach den Geisenheimer Steuerungswerten erfolgen, da jegliche Unter- und Überversorgung mit Wasser negative Auswirkungen auf Ertrag, Qualität und N-Versickerung haben kann. Die Autoren empfehlen dazu z.B. die Nutzung des Excel-Beregnungsmanagers bzw. den Bewässerungsservice für den rheinland-pfälzischen Freilandgemüsebau im Internet, der online nutzbar über die Seite <http://www.am.rlp.de> ist. Für Hybridrettich werden die entwicklungsabhängigen Korrekturfaktoren derzeit erarbeitet.



Abb. 14: Excel-Beregnungsmanager

Bewässerungsservice Rheinland-Pfalz für den Freilandgemüsebau

Wetterstation: Schifferstadt \* Wählen Sie Station und Kultur, und klicken Sie auf OK;  
 Kultur: Blumenkohl \* Startdatum und Grenzwert sind danach optional wählbar  
 Startdatum: 18.07. Defizit-Grenzwert: 18 OK

Gewählte Station: Schifferstadt (Stand: 22.07.2004 02:13 MEZ) Gewählte Kultur: Blumenkohl

Entwicklungs- und kulturabhängige Wasserbilanz								
□ : gesättigt bzw. noch ausreichend feucht ■ : Wasserbedarf								
Datum	Niederschlag		Standard- verdunstung (n. PENMAN)	1. Stadium	2. Stadium	3. Stadium	4. Stadium	Defizit Σ
	(Station)	Σ		ab Pflanzung	Pflanzendurchmesser 30 cm	Pflanzendurchmesser 60 cm	Höhe > 60 cm	
	+/- mm	mm	mm	Defizit Σ	Defizit Σ	Defizit Σ	Defizit Σ	mm
18.07.		0.0	0.0	4.6	2.3	3.7	5.5	6.4
19.07.	-5.4	5.4	0.0	3.7	4.2	6.7	9.9	11.6
20.07.	-2.0	4.0	2.0	1.9	3.2	6.2	10.2	12.3
21.07.		0.0	2.0	5.1	5.8	10.3	16.3	19.4

Abb. 15: Bewässerungsservice im Internet

Bei einer gut aufeinander abgestimmten N-Düngung und Bewässerung ist eine weitgehende Entleerung des Bodens an Stickstoff (N-Düngung und N-Mineralisierung) gewährleistet.



## 9. Jap. Rettich: Beispiel Düngplan

Tabelle 11: Beispiel für einen Düngplan eines Rettichschlages

<b>Düngplan:</b>	<b>Jap. Rettich</b>			<b>2005</b>
	Kultur 1	Kultur 2	Kultur 3	Jahr
<b>Parzelle:</b>	<i>Am Nussbaum</i>	<b>Fläche in a:</b>	87	<b>Bodenart:</b>
				<i>sandiger Lehm</i>

A) Nährstoffbedarfsplanung (ohne N)							
a)	Bodenanalysergebnisse (VDLUFA)	Humus	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	B
	Gefundene Werte	1,4%	7,2	12 mg	18 mg	9 mg	0,8 mg
	Gefundene Versorgungsstufe			C1	C3	C2	C2
	Anzustrebende Werte (Stufe C2)	2,0%	6,8	14-17 mg	14-17 mg	8-9 mg	0,8 mg
	Anzustrebende Versorgungsstufe			C2	C2	C2	C2
b)	Nährstoffbedarf in kg/ha (Nährstoffmengen aus Tabelle 4.2)			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B
	Rettich früh			80 kg	250 kg	40 kg	0,2 kg
	Zweite Kultur						
	Dritte Kultur						
	Nährstoffbedarf der Kulturfolge im Anbaujahr (kg/ha)			80 kg	250 kg	40 kg	0,2 kg

B) Stickstoff-Bedarfsplanung						
N-Bedarf Bei einem leeren Boden	Aufwuchs		N <sub>min</sub> -Mindestvorrat			N-Sollwert bei Einmaldüngung
	Menge	N-Gehalt	Bodentiefe	Beginn	Ende	
<i>Rettich früh</i>	1200 dt/ha	150 kg/ha	60 cm	195 kg	40 kg	195 kg N/ha
<i>Zweite Kultur</i>						
<i>Dritte Kultur</i>						

C) N <sub>min</sub> -Analysen-Ergebnisse und N-Dünge-Empfehlung									
Kultur- beginn	Kulturen	Datum N <sub>min</sub>	N <sub>min</sub> Vorräte+Nachlieferung (kg N/ha)					N-Sollwert	N- Düngung
			0-30cm	30-60cm	60-90cm	Summe	Mineralisierung		
15. Mrz	<i>Rettich</i>	10. Mrz	15	30		45	10	195	140 kg N/ha

D) Durchgeführte Düngemaßnahmen										
Datum	Pflanzenarten	Düngemittel Nährstoffgehalte	Dünger in dt/ha		Nährstoffe in kg/ha					
			Parzelle	1 ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B	
<b>a) Beispiel Volldünger</b>										
15. Mrz	<i>Rettich</i>	15/5/20/2 + 0,02 B	9,5 dt	11,0 dt	165	55	220	22	0,2	
<b>Summe</b>					<b>165</b>	<b>55</b>	<b>220</b>	<b>22</b>	<b>0,2</b>	
<b>b) Beispiel Einzeldünger</b>										
15. Mrz	<i>Rettich</i>	Stickstoff: 26 %	4,7 dt	5,4 dt	140					
15. Mrz	<i>Rettich</i>	Phosphor: 18 %	3,9 dt	4,4 dt		80				
15. Mrz	<i>Rettich</i>	Kali: 40 %	5,4 dt	6,3 dt			250			
15. Mrz	<i>Rettich</i>	Magnesium: 25 %	1,4 dt	1,6 dt				40		
<b>Summe</b>					<b>140</b>	<b>80</b>	<b>250</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	

**Tabelle 12: Leerformular für die Düngplanung**

<b>Düngerplan:</b>				
	Kultur 1	Kultur 2	Kultur 3	Jahr
<b>Parzelle:</b>		<b>Fläche in a:</b>		<b>Bodenart:</b>

**A) Nährstoffbedarfsplanung (ohne N)**

<b>a) Bodenanalysergebnisse (VDLUFA)</b>	Humus	pH	P <sub>205</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	B
Gefundene Werte						
Gefundene Versorgungsstufe						
Anzustrebende Werte (Stufe C2)						
Anzustrebende Versorgungsstufe			C2	C2	C2	C2
<b>b) Nährstoffbedarf in kg/ha (Nährstoffmengen aus Tabelle 4.2)</b>			P <sub>205</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B
Erste Kultur						
Zweite Kultur						
Dritte Kultur						
<b>Nährstoffbedarf der Kulturfolge im Anbaujahr (kg/ha)</b>						

**B) Stickstoff-Bedarfsplanung**

<b>N-Bedarf</b> Bei einem leeren Boden	<b>Aufwuchs</b>		<b>N<sub>min</sub>-Mindestvorrat</b>			<b>N-Sollwert bei Einmaldüngung</b>
	Menge	N-Gehalt	Bodentiefe	Beginn	Ende	
<i>Erste Kultur</i>						
<i>Zweite Kultur</i>						
<i>Dritte Kultur</i>						

**C) N<sub>min</sub>-Analysen-Ergebnisse und N-Dünge-Empfehlung**

Kulturbeginn	Kulturen	Datum N <sub>min</sub>	N <sub>min</sub> Vorräte+Nachlieferung (kg N/ha)					N-Sollwert	N- Düngung
			0-30cm	30-60cm	60-90cm	Summe	Mineralisierung		

**D) Durchgeführte Düngemaßnahmen**

Datum	Pflanzenarten	Düngemittel Nährstoffgehalte	Dünger in dt/ha		Nährstoffe in kg/ha				
			Parzelle	1 ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B
<b>Summe</b>									

## 10. Quellenverzeichnis

### **Datenbasis für diese Düngeempfehlung:**

Die Grunddaten für die hier gemachten Empfehlungen beruhen auf umfangreichen Untersuchungen, die von der Arbeitsgruppe Düngung im Gemüsebau unter Federführung des IGZ Großbeeren in der Broschüre „Düngung im Gemüsebau“ zusammengetragen wurden. Die Empfehlungen zur Stickstoffversorgung erfolgen hier nach dem Prinzip des Kulturbegleitenden-Nmin-Sollwerte-Systems (KNS-System)

### **Düngung im Gemüsebau (2001):**

Fink, Matthias, Carmen Feller, Achim Manyc, Peter J. Paschold, Hans-Christoph Scharpf, Josef Schlaghecken, Klaus Strohmeyer, Ulrike Weier und Joachim Ziegler, IGZ Großbeeren, 196 S.

### **Ordnungsgemäße Stickstoff-Versorgung im Freiland-Gemüsebau, nach dem „Kulturbegleitendem Nmin-Sollwerte (KNS)-System (1989):**

Hans Peter Lorenz, Josef Schlaghecken, Gerhard Engl, Achim Maync und Joachim Ziegler unter Mitarbeit von Klaus Strohmeyer, Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz, Mainz, 85 S.

### **Weitere Veröffentlichungen (Auswahl):**

Bolap GmbH (2004): Düngeempfehlung für 160 Kulturen

Crüger, Gerd (2002): Pflanzenschutz im Gemüsebau, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

Hochrein, Rudolf (1989): Fachstufe Gärtner, BLV Verlagsgesellschaft, München

Krug, Helmut, Liebig, Hans-Peter, Stützel, Hartmut (2002): Gemüseproduktion, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

Wonneberger, Christoph, Keller, Fritz (2004): Gemüsebau, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

Verschiedene (2004): [www.kennzeichnungsrecht.de](http://www.kennzeichnungsrecht.de)

### **Bildquellen:**

Ziegler, J., DLR-Rheinpfalz (Neustadt): Titelseite und Abb. 2, 4, 5, 7, 8, 10, 14, 15

Schlaghecken, J., DLR-Rheinpfalz (Neustadt): Abb. 11

Wahl, R., DLR-Rheinpfalz (Neustadt): Abb. 3, 12, 13

Internet: [www.tll.de/visuplant](http://www.tll.de/visuplant) : Abb. 9

## 11. Bezug der Praktikeranleitung

### **Kostenlos für Hortigate-Mitglieder:**

Internet: [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)

### **Bestelladresse:**

DLR-Rheinpfalz

67435 Neustadt/Wstr., Breitenweg 71

Tel. 06321/671-266, Fax: 06321/671-402

**Internet:** [www.dlr-rheinpfalz.rlp.de](http://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de), unter der Rubrik Bestellungen

### **Preis:**

Pro Farbdruck mit 16 Seiten und 15 Fotos : 5,50 €

### **Copyright:**

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Veröffentlichung nur mit Genehmigung

Alle Angaben ohne Gewähr!