

Praktikeranleitung Möhren Bodenfruchtbarkeit und Düngung

Mai 2007

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 8 und Seite 15-17
mit Muster-Düngeplan auf Seite 27



BOLAP



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

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



DLR - Rheinpfalz -

Inhaltsverzeichnis

1.	Möhren: Feldauswahl, Fruchtfolge und Humusversorgung	3
1.1	Feldauswahl	3
1.2	Fruchtfolge	3
1.3	Humusversorgung und Humusbilanz	4
2.	Möhren: Datenbasis für die Düngung	5
2.1	Grundprinzip der Nährstoffversorgung	5
2.2	Nährstoffgehalte in Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückständen	6
3.	Möhren: pH-Wert und Kalkversorgung	6
4.	Möhren: Nährstoffbedarfsberechnung für P₂O₅, K₂O, MgO und B	7
4.1	Feststellung der Bodenart	7
4.2	Ermittlung der Nährstoffgehaltsklasse	7
4.3	Ergänzende Hinweise	7
4.4	Ablezen des Nährstoffbedarfs	8
5.	Möhren: Stickstoff (N)-Versorgung	9
5.1	Verlauf der N-Aufnahme	9
5.2	Nitratgehalt im Ernteprodukt	10
5.2.1	Faktoren die den Nitratgehalt von Möhren stark beeinflussen	10
5.2.1.1	N-Düngung	10
5.2.1.2	Nmin-Vorrat zur Saat	10
5.2.1.3	Saatzeitpunkt	12
5.2.1.4	Klimafaktoren	12
5.3	Berechnung des N-Sollwertes und N-Bedarfs am Beispiel Bundmöhre	13
5.4	Düngungstermine	14
5.5	Möhren: N-Versorgung für Standard-Düngetermine	15
5.5.1	Bundmöhren	15
5.5.2	Waschmöhren	16
5.5.3	Industriemöhren	17
5.6	Möhren: N-Sollwerte für beliebige Düngetermine	18
5.6.1	Bundmöhren	18
5.6.2	Waschmöhren	19
5.6.3	Industriemöhren	20
6.	Möhren: Spezielle Ernährungsfragen und Düngungshinweise	21
6.1	Mögliche Nährstoffmangel- und Überschusserscheinungen in der Praxis	21
6.2	Vermeidung von Ernährungsstörungen	24
7.	Hinweise zur Düngemittelauswahl und -ausbringung	24
8.	Hinweise zur Bewässerung	26
9.	Möhren: Beispiel Düngeplan mit Leerformular	27
10.	Quellenverzeichnis	29
11.	Bezug der Praktikeranleitung	29

1. Möhren: Feldauswahl, Fruchtfolge und Humusversorgung

1.1 Feldauswahl

Die besten Wachstumsbedingungen finden Möhren auf tiefgründigen, steinfreien Sandböden bis sandigen Lehmböden und Lößstandorten mit durchlässigem Untergrund. Im Frühjahr sind leichte Böden wegen zeitiger Aussaat und guter Erwärmbarkeit zu bevorzugen. Steinige oder zur Grobscholligkeit neigende Böden und schwer verrottbare Pflanzenrückstände der Vorfrucht führen zu einem höheren Anteil verzweigter Wurzeln und zu Problemen bei der maschinellen Ernte.

Schwerere Böden bieten den Vorteil guter Lagerungsfähigkeit. Der Anbau auf Dämmen ist wegen besserer Rübenqualitäten und guter Beerntbarkeit auf fast allen Böden Standard. Standorte mit Humusgehalten über 4–5 % sind wegen der schlechten Waschbarkeit und der unkontrollierten Nitratnachlieferung weniger geeignet.

Der Boden sollte nach der Saat nicht verschlämmen oder verkrusten. Nässe in Verbindung mit Sauerstoffmangel führt zu einem geringen Feldaufgang, zu mangelhaft ausgefärbten und schlecht schmeckenden Rüben, sie fördert die Neigung zum Platzen und zu erhöhter Anfälligkeit gegen schädliche Bodenpilze. Ein komplexes und wichtiges Problem hierbei stellt das Auftreten der Wasserfleckenkrankheit dar, die in einer nicht parasitären und einer rein parasitären Form (Pythium-Arten, „cavity spot“) vorkommt. Charakteristisch sind 1 bis 5 mm eingesunkene braune, ca. 1 cm große Flecke auf der Rübe, die verkorken oder borkig werden.

Trockenheit hingegen drückt die Erträge, während große Feuchteschwankungen zu Beinigkeit und zum Platzen der Rüben führen, wobei ein Einfluss von Sorte und Bestandesdichte zu erkennen ist. Windoffene Lagen verhindern oder mindern den Befall mit Möhrenfliege.



Abb. 1: Wurzelfehlentwicklung
(DLR Rheinlandpfalz, J. Ziegler)



Abb. 2: Platzer an der Möhrens Spitze
(DLR Rheinlandpfalz, J. Ziegler)

1.2 Fruchtfolge

Wegen vielfältigem Krankheits- und Schädlingsbefall (Nematoden, Möhrenfliege, Pilze, Bakterien) ist ein vier- bis fünfjähriger Fruchtwechsel mit sich und anderen Doldenblütlern wie Sellerie, Petersilie oder Fenchel einzuhalten, obwohl die Möhre durchaus mit sich selbst verträglich ist. In Großbritannien empfiehlt man sogar eine Anbaupause von sechs Jahren.

Desweiteren sollte kein Anbau nach Kulturen erfolgen, die Strukturschäden (z.B. Zuckerrüben) verursachen, die große Mengen schwer verrottbarer Ernterückstände (z.B. Kohl, Körnermais) sowie größere Mengen organischen Stickstoffes (z.B. Leguminosen) hinterlassen.

Gute Vorfrüchte sind Getreide, weniger Kartoffeln wegen Durchwuchs und Übertragungsgefahr von *Rhizoctonia*. Die Möhre steht überwiegend als Hauptfrucht, jedoch wird sie auch als Vor- oder

Nachfrucht angebaut, z.B. nach Frühkartoffeln, früh räumenden Gemüsearten oder Gründüngung, wenn diese Kulturen bis Mitte Juli die Fläche räumen.

Nach Frühmöhren können z.B. Blumenkohl, Brokkoli, Buschbohnen, Kohlrabi, Rettich, Salate usw. folgen. Der Vorfruchtwert von Möhren ist normalerweise gering. Maschinelle Ernte führt häufig zu stärkerem Bodendruck.

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 Möhren hat zeigt die Tabelle 1:

Art		Bundmöhren	Waschmöhren	Industriemöhren
Humus-zufuhr	Frischmasse	100 dt FM/ha	200 dt FM/ha	300 dt FM/ha
	Org. Trockensubstanz	5 dt TM/ha	20 dt TM/ha	30 dt TM/ha
	Dauerhumus	1 dt TM/ha	5 dt TM/ha	7,5 dt TM/ha
Humus-abbau	bei 2 Bestellungen (Kulturen)	30 dt TM/ha	30 dt TM/ha	30 dt TM/ha
	Anteil Dauerhumus je Kultur	15 dt TM/ha	15 dt TM/ha	15 dt TM/ha
Dauerhumus-Bilanz		-14 dt TM/ha	- 10 dt TM/ha	-7,5 dt TM/ha

Sowohl bei Bund- als auch bei Waschmöhren ergibt sich eine deutlich negative Humusbilanz, die auf dem geringen Verbleib von Ernterückständen auf den Anbauflächen zurückzuführen ist. Bei hohem Möhrenanteil in der Fruchtfolge muss deshalb ein entsprechender Humausgleich erfolgen.

Humuszufuhr:

Zur Verbesserung der Humusbilanz empfiehlt sich daher alle zwei bis spätestens alle drei Jahre der Anbau von Sudangras (Dauerhumus 18 – 23 TM 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. Vor einem Anbau direkt vor einer Möhrenkultur oder auch im Herbst des Vorjahres ist jedoch dringend abzuraten.

Ernterückstände:

Bundmöhren hinterlassen mit ca. 100 dt/ha Ernterückständen nur 17 kg/ha anrechenbaren Stickstoff für die Nachkultur. Mit 200 dt/ha bzw. 300 dt/ha an Ernterückständen wird die Bodenfruchtbarkeit und das Bodenleben beim Anbau von Wasch- und Industriemöhren stärker beeinflusst. Die darin enthaltene N-Menge von 60 bzw. 90 kg/ha (Wert Reifegrad abhängig) ist bei der Folgekultur unbedingt zu berücksichtigen.



Abb. 3: Ernterückstände bei Bundmöhren (DLR Rheinpfalz, J. Ziegler)



Abb. 4: Ernterückstände bei Waschmöhren (DLR Rheinpfalz, J. Ziegler)

2. Möhren: Datenbasis für die Düngung

2.1 Grundprinzip der Nährstoffversorgung

Die N-Versorgung orientiert sich am Gesamtaufwuchs, die P-K-Mg-Versorgung an der Feldabfuhr. Die folgenden Abbildungen verdeutlichen die großen Unterschiede zwischen Bund,- Wasch- und Industriemöhren bei Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückständen.

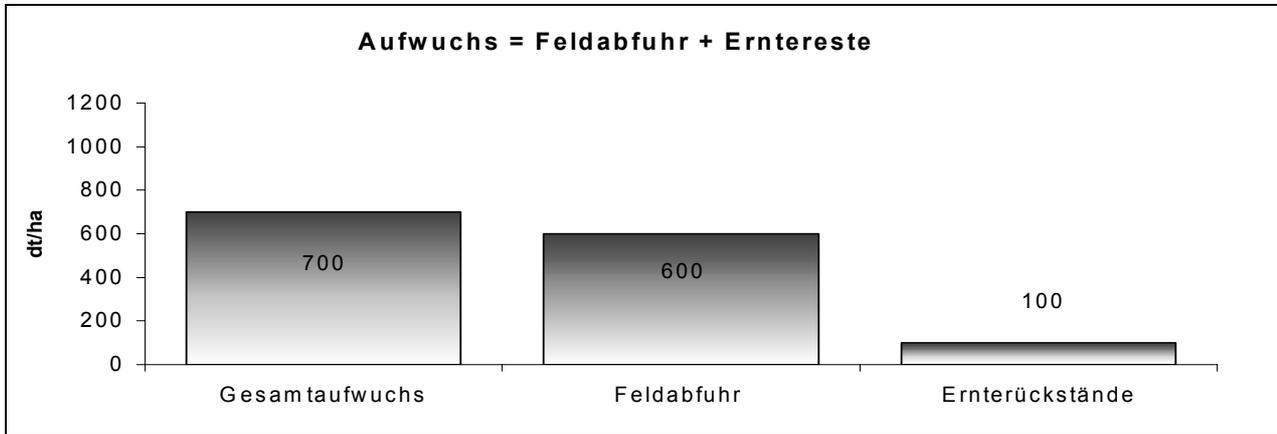


Abb. 5: Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückstände bei **Bundmöhren**

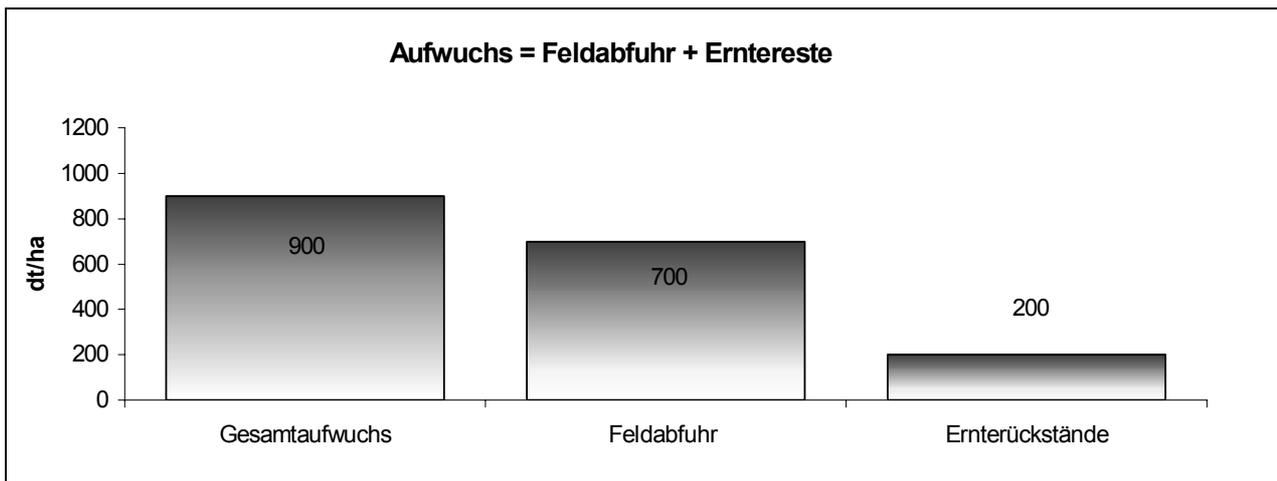


Abb. 6: Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückstände bei **Waschmöhren**

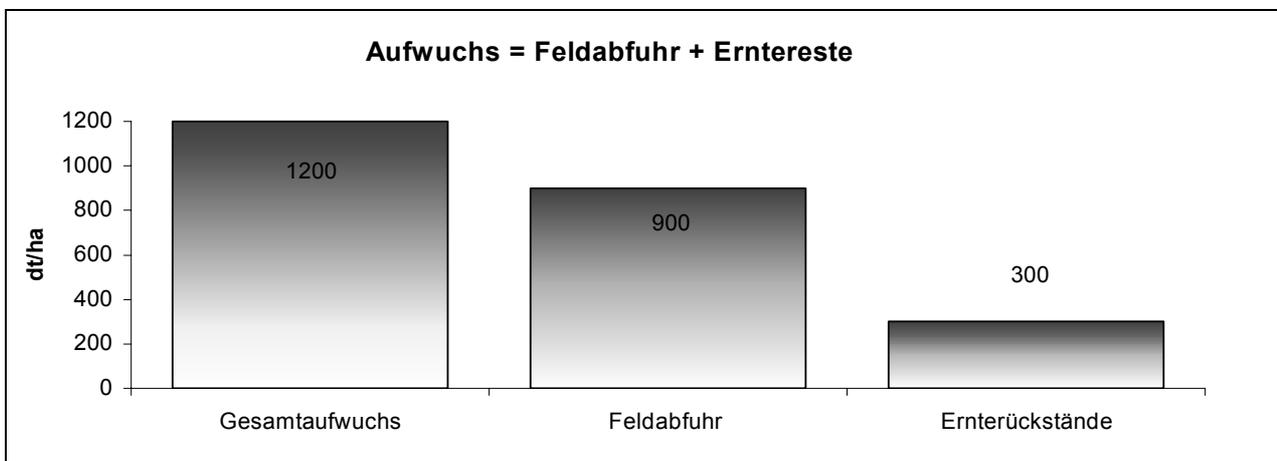


Abb. 7: Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückstände bei **Industriemöhren**

2.2 Nährstoffgehalte in Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückständen

Die folgenden, gerundeten Daten dienen als Grundlage für die weiteren Berechnungen. Der Aufwuchs entspricht einem üblichen Anbau. In der Praxis schwanken die Erträge bei Bundmöhren von 400 bis 700 dt/ha, bei Waschmöhren von 500 bis 1000 dt/ha und bei Industriemöhren von 700 bis 1300 dt/ha. Für abweichende Aufwuchs- oder Feldabfuhrwerte lassen sich die Werte errechnen.

Tab. 2: Standardwerte für Bundmöhren

Sommer- und Herbstanbau	Frischmasse	N-Gehalt	N	P ₂ O ₅	K ₂ 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	700	1,7	119	58	370	31		0,35	0,7	0,014
Feldabfuhr	600	1,7	102	50	318	27	17	0,3	0,6	0,012
Ernterückstände	100	1,7	17	8	52	4		0,05	0,1	0,002

Tab. 3: Standardwerte für Waschmöhren

Sommer- und Herbstanbau	Frischmasse	N-Gehalt	N	P ₂ O ₅	K ₂ 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	900	1,7	151	74	438	31		0,45	0,9	0,018
Feldabfuhr	700	1,3	91	56	294	18	19	0,35	0,7	0,014
Ernterückstände	200	3,0	60	18	144	13		0,1	0,2	0,004

Tab. 4: Standardwerte für Industriemöhren

Sommer- und Herbstanbau	Frischmasse	N-Gehalt	N	P ₂ O ₅	K ₂ 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	1200	1,7	207	99	594	42		0,6	1,2	0,024
Feldabfuhr	900	1,3	117	72	378	23	25	0,45	0,9	0,018
Ernterückstände	300	3,0	90	27	216	19		0,15	0,3	0,006

* keine oder nicht ausreichende Werte in der Literatur

3. Möhren: pH-Wert und Kalkversorgung

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

Tab. 5: 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

Die pH-Werte sollten auf leichten Böden nicht unter pH 5,7 und auf mittleren nicht unter pH 6,2 liegen.

Bei pH-Wert-Unterschreitungen von 0,2 bis 0,5 Einheiten genügen pauschale Erhaltungskalkmengen von 5 bis 10 dt CaO/ha jährlich, die als Kohlensäurer Kalk, Branntkalk usw. zu geben sind. Bei deutlich niedrigeren pH-Werten bedarf es größerer Kalkmengen, die mit einem Bodenlabor abzustimmen sind. Kalkungen sollten nur bei Absinken des pH-Wertes unter 6,6 erfolgen, jedoch niemals direkt vor einer Möhrenkultur. Langsamwirkende Kalkdünger sind zu bevorzugen. Zu beachten ist auch der Zusammenhang zwischen pH-Wert und z.B. der Manganverfügbarkeit.

4. Möhren: Nährstoffbedarfsberechnung für P_2O_5 , K_2O , MgO und B

Anhand vorliegender Bodenanalysenwerte die Nährstoffgehaltsklasse in der Tabelle 6 ermitteln und den daraus resultierenden Nährstoffbedarf in den entsprechenden Tabellen 7, 8, oder 9 ablesen.

4.1 Feststellung der Bodenart

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

4.2 Ermittlung der Nährstoffgehaltsklasse

Tab. 6: Nährstoffgehaltsklassen Acker- u. Gemüsebau in Rheinland-Pfalz (mg/100g Boden bzw. mg/kg bei Bor)

Nährstoff Bodenart		Nährstoffgehaltsklassen im Boden								
		A	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂ (anzustrebender Werte)	C ₃	D ₁	D ₂	E
P₂O₅	alle	< 6	6-8	9-11	12-13	14-17	18-20	21-25	26-30	> 30
	leicht	< 5	5-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-19	20-23	> 23
K₂O	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

Lesebeispiel: Ein mittlerer Boden (z.B. sandiger Lehm) beinhaltet laut Bodenanalyse **7 mg K₂O/100 g** Boden. Laut Tabelle 6 ergibt sich für diesen Boden die **Nährstoffgehaltsklasse B₁**. Die Nährstoffgehaltsklasse ist die Grundlage zur Ermittlung des Nährstoffbedarfs (siehe Punkt 4.4).

4.3 Ergänzende Hinweise

Vorsicht ist bei sehr hohem Nährstoffbedarf insbesondere aufgrund der hohen Kaliumabfuhr anzuraten. Das Risiko von Salzschäden bei auflaufenden Möhrenkeimlingen ist zu beachten. Ab Gaben von > 250 kg K₂O/ha direkt vor der Bestellung sind Schäden möglich. Die benötigten Kaliummengen sind berechnet für den Optimalertrag. In der Praxis wird häufiger nur 80 % des Maximalertrages erzielt, deshalb sind geringere K-Düngergaben normalerweise auch ausreichend.

Beim **Anbau als zweite Kultur** auf einer Fläche mit unversorgtem Boden genügt die Düngung des Standard-Nährstoffbedarfs (C₂).

Bei geringem Nährstoffbedarf (z.B. in Klasse D₂) kann man auf die Düngung auch vorübergehend verzichten und die Fehlmengen bei einer späteren Kultur ausbringen („Schaukeldüngung“).

4.4 Ablesen des Nährstoffbedarfs

Im Normalfall den Nährstoffbedarf laut Spalte C₂ (= Feldabfuhr) düngen. Bei unterversorgtem Boden (Klasse A-C₁) einen erhöhten Bedarf geben. Bei überversorgtem Boden (Klasse C₃-D₂) den Nährstoffbedarf reduzieren und in Klasse E ganz auf eine Düngung verzichten.



Tab. 7: Bundmöhren P-K-Mg-B- Nährstoffbedarf (kg/ha) nach Nährstoffgehaltsklasse (A bis E) und Feldabfuhr

Nährstoff	Nährstoffgehaltsklassen im Boden									
	A	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	E	
	Erhöhter Nährstoffbedarf bei unterversorgtem Boden				Standard-Nährstoffbedarf bei einer Feldabfuhr von 600 dt/ha		Reduzierter Nährstoffbedarf bei erhöhten Bodenvorräten			
P ₂ O ₅	130	110	90	70	50		40	25	15	0
K ₂ O	440	410	380	350	320 **		240	160	80	0
MgO *	85	75	65	55	45		35	15	5	0
B	0,8	0,8	0,4	0,2	0,1		0,1	0	0	0

Tab. 8: Waschmöhren P-K-Mg-B- Nährstoffbedarf (kg/ha) nach Nährstoffgehaltsklasse (A bis E) und Feldabfuhr

Nährstoff	Nährstoffgehaltsklassen im Boden									
	A	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	E	
	Erhöhter Nährstoffbedarf bei unterversorgtem Boden				Standard-Nährstoffbedarf bei einer Feldabfuhr von 700 dt/ha		Reduzierter Nährstoffbedarf bei erhöhten Bodenvorräten			
P ₂ O ₅	135	115	95	75	55		40	30	15	0
K ₂ O	415	385	355	325	295 **		220	150	75	0
MgO *	80	70	60	50	40		30	20	10	0
B	0,8	0,8	0,4	0,2	0,1		0,1	0	0	0

Tab. 9: Industriemöhren P-K-Mg-B- Nährstoffbedarf (kg/ha) nach Nährstoffgehaltsklasse (A bis E) und Feldabfuhr

Nährstoff	Nährstoffgehaltsklassen im Boden									
	A	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	E	
	Erhöhter Nährstoffbedarf bei unterversorgtem Boden				Standard-Nährstoffbedarf bei einer Feldabfuhr von 900 dt/ha		Reduzierter Nährstoffbedarf bei erhöhten Bodenvorräten			
P ₂ O ₅	150	130	110	90	70		55	35	20	0
K ₂ O	500	470	440	410	380 **		285	190	95	0
MgO *	85	75	65	55	45		35	15	5	0
B	0,8	0,8	0,4	0,2	0,1		0,1	0	0	0

* Bei den Magnesium-Nährstoffmengen ist bereits ein Zuschlag von 20 kg MgO für Auswaschungsverluste enthalten. Bei Sandböden kann der Wert um weitere 20 kg MgO erhöht werden.

** Ab Gaben von > 250 kg K₂O/ha direkt vor der Bestellung sind Auflaufschäden möglich!

5. Möhren: Stickstoff (N)-Versorgung

5.1 Verlauf der N-Aufnahme

Wie Abb. 8 zeigt, beginnen die Möhren sehr langsam mit dem Wachstum und zeigen daher eine geringe N-Aufnahme in den ersten 6 Wochen. Darauf folgt eine Phase mit starker N-Aufnahme. In dieser Phase hohen N-Bedarfs werden innerhalb von 2 Monaten durchschnittlich über 150 kg N/ha in der Pflanzenmasse gebunden. Zur Ernte hin bleibt die in der Pflanze gebundene N-Menge konstant.

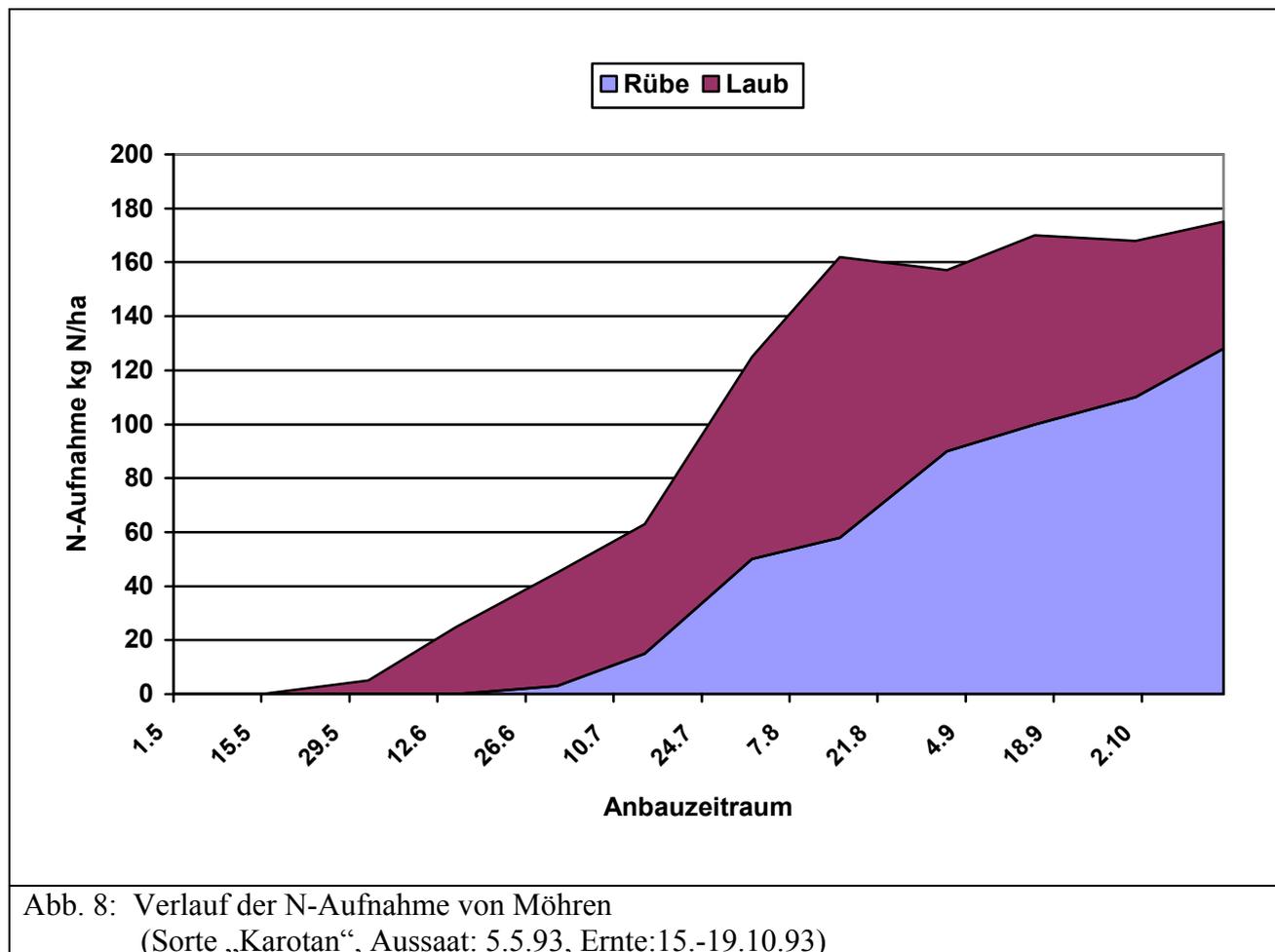


Abb. 8: Verlauf der N-Aufnahme von Möhren
(Sorte „Karotan“, Aussaat: 5.5.93, Ernte: 15.-19.10.93)

Der Verlauf der N-Aufnahme macht deutlich, dass eine Düngung zum Saattermin wenig Sinn macht. Bei leichten Böden und starken Niederschlägen kann es bis zum Zeitraum hohen Bedarfs zu N-Auswaschungen aus dem effektiven Wurzelraum kommen. Dies ist besonders bei den frühen Aussaatterminen im März und April zu berücksichtigen, wenn die Anfangsentwicklung temperaturbedingt verzögert abläuft. (Moje, C. 1994).

5.2 Nitratgehalt im Ernteprodukt

Die Möhre gehört zu den Gemüsearten mit einem mittleren Nitratgehalt. Die Nitratgehalte schwanken im Freilandanbau zwischen 30 und 800 mg NO₃/kg Frischmasse. Einen **Nitratgrenzwert von 200 mg NO₃/kg Frischmasse** gibt es für Baby- und Diätahrung. Mineralische N-Düngung erhöht die Nitratgehalte von Möhren fast ausnahmslos, deshalb muss insbesondere bei der Produktion von Baby- und Diätahrung auf eine angepasste Düngung und geeignete Vorfrüchte (Getreide) geachtet werden, um den in der Diätverordnung festgelegten Grenzwert einzuhalten.

5.2.1 Faktoren die den Nitratgehalt von Möhren stark beeinflussen

5.2.1.1 N-Düngung

Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass eine hohe N-Düngung den Nitratgehalt unnötig erhöht.

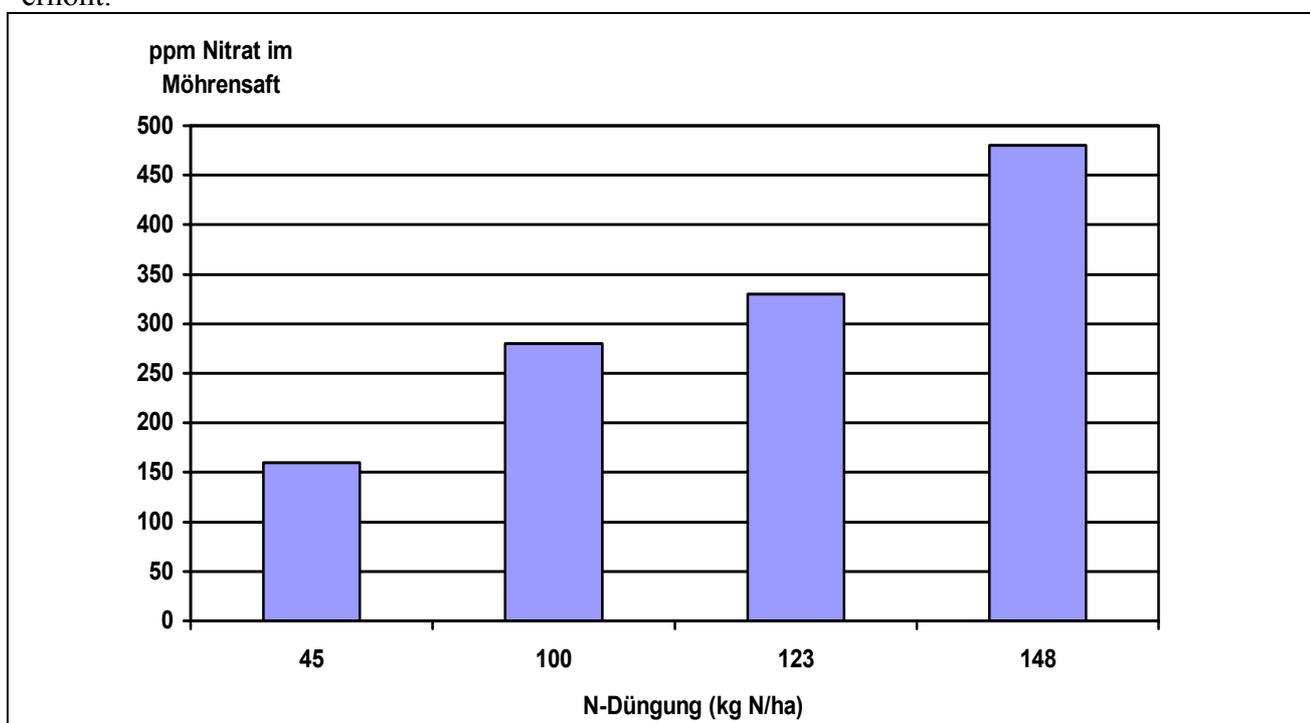


Abb. 9: Einfluss der Stickstoffdüngung auf den Nitratgehalt von Lagerkarotten

5.2.1.2 Nmin-Vorrat zur Saat

Versuche an der LVG Hannover-Ahlem zeigten eindeutig, dass die Höhe des Nmin-Vorrats vor der Saat sich trotz der relativ langen Kulturperiode von Möhren deutlich auf den Nitratgehalt im Erntegut auswirkt. Ab ca. **70 kg N/ha in 0-90 cm** ist mit einer Überschreitung des Nitratgrenzwertes zu rechnen, auch wenn keine weitere N-Düngung ausgebracht wurde. Zwar sind vereinzelt auch bei höherem Nmin-Vorrat niedrige Nitratgehalte im Ernteprodukt möglich, aber sie können nicht mehr garantiert werden. In Tabelle 10 sind die notwendigen Anbaumaßnahmen zur Sicherung eines niedrigen Nitratgehaltes bei Industriemöhren in Abhängigkeit vom N-Angebot aufgezeigt.

Tab. 10: Anbaumaßnahmen zur Sicherung eines niedrigen Nitratgehaltes in Industrieböhrnen in Abhängigkeit vom N-Angebot (MOJE, C., 1997)

N-Angebot	Maßnahmen		Überschreitung NO₃-Grenzwert
Niedriges N-Angebot < 70 kg N/ha (= Nmin-Vorrat (0-90 cm) + Düngung)	Saattermin: Bestandesdichte: Beregnung: Erntetermin:	frei wählbar frei wählbar vorteilhaft (Ertragssicherung) frei wählbar Anstieg des Nitratgehaltes unwahrscheinlich *	sehr unwahrscheinlich
Mittleres N-Angebot 70 – 100 kg N/ha (= Nmin-Vorrat (0-90 cm) + Düngung)	Saattermin: Bestandesdichte: Beregnung: Erntetermin:	bis Anfang Mai frei wählbar vorteilhaft (Ertragssicherung) frei wählbar Anstieg des Nitratgehaltes unwahrscheinlich *	unwahrscheinlich
Hohes N-Angebot 100 -130 kg N/ha (= Nmin-Vorrat (0-90 cm) + Düngung)	Saattermin: Bestandesdichte: Beregnung: Erntetermin:	bis Anfang Mai > 70 Pfl./m ² erforderlich (Ertragssicherung) September/ Anf. Oktober Anstieg des Nitratgehaltes möglich	in Einzelfällen möglich
Sehr hohes N-Angebot > 130 kg N/ha (= Nmin-Vorrat (0-90 cm) + Düngung)	Saattermin: Bestandesdichte: Beregnung: Erntetermin:	bis Anfang Mai > 70 Pfl./m ² erforderlich (Ertragssicherung) September Anstieg des Nitratgehaltes wahrscheinlich	Häufiger möglich, vor allem, wenn Einstrahlung vor der Ernte gering und/oder Ertrag niedrig

* Ausnahme: Wiederbefeuchtung nach Sommertrockenheit

5.2.1.3 Saatzeitpunkt

Eine zu späte Saat verhindert ein vollständiges Ausreifen der Möhren. Die Rüben enthalten dadurch zuviel Nitrat zum Erntezeitpunkt.

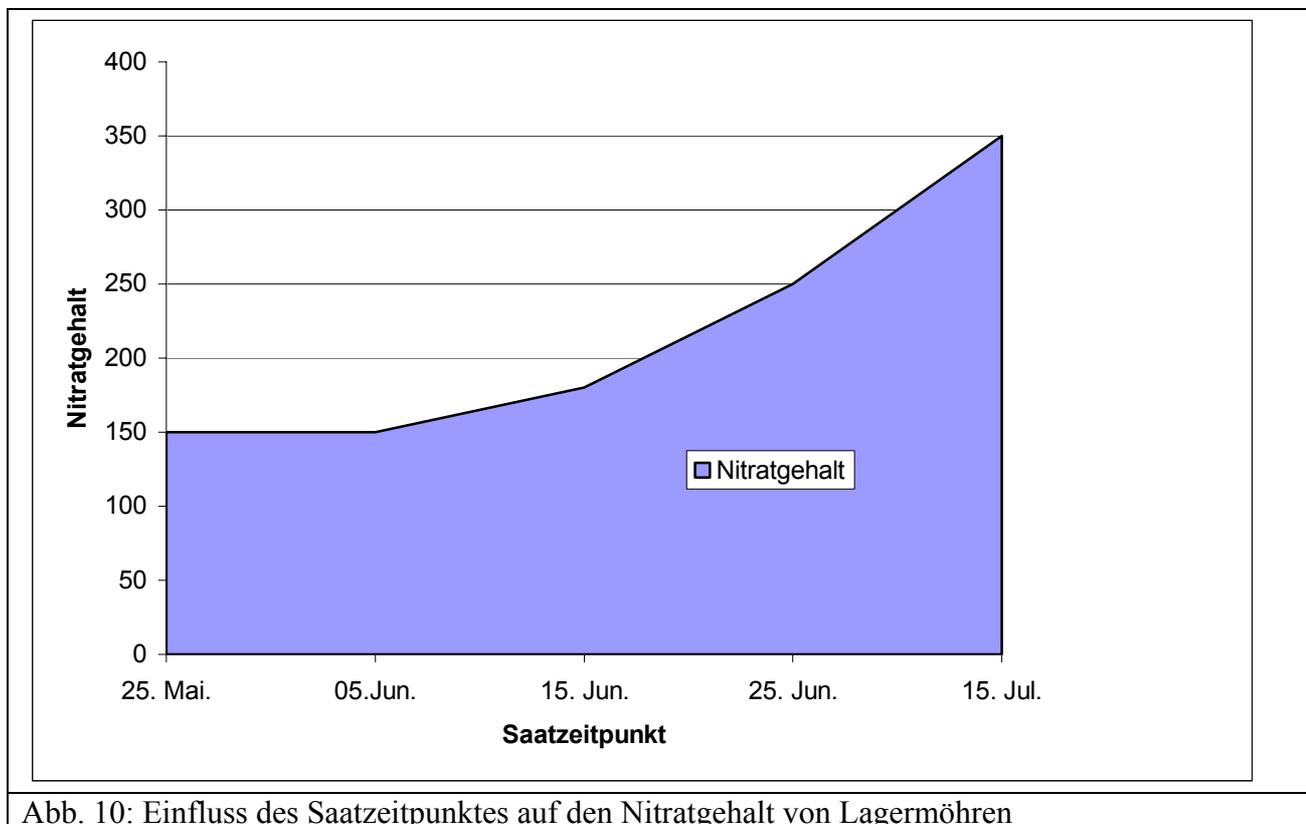


Abb. 10: Einfluss des Saatzeitpunktes auf den Nitratgehalt von Lagermöhren

5.2.1.4 Klimafaktoren und Bodenfeuchte

Neben Stickstoffangebot und Reifegrad haben auch Klimafaktoren wie Strahlung, Temperatur und Bodenfeuchtigkeit einen großen Einfluss auf den Nitratgehalt von Möhren. Der Möhrenanbauer hat jedoch nur wenige Möglichkeiten, diese in seinem Sinn positiv zu beeinflussen.

Nicht erfolgreich war ein morgendliches Unterschneiden der Rüben zur Unterbindung der weiteren Nitrataufnahme und anschließend, um mehrere Stunden verzögertem Ernten. Von den in den Leitungsbahnen und im Blattgewebe befindlichen Nitratmengen erhoffte man sich, dass sie z. T. in den Blättern assimiliert werden und die Nitratwerte im Ernteprodukt dadurch abnehmen. Vergleichbares lässt sich über den täglichen Erntezeitpunkt berichten. Man kann daher getrost auch frühmorgens mit der Ernte beginnen.

Einen deutlichen Einfluss kann dagegen der Verlauf der Bodenfeuchte haben. Damit die im effektiven Wurzelraum (0 – 60 cm) vorhandenen Nitratmengen zeitnah mit Beginn des Hauptwachstums und vor Reifebeginn von der Wurzel weitestgehend aufgenommen werden können, muss die Bewässerung bedarfsgerecht und in entsprechend tief in den Boden eindringenden Wassergaben erfolgen. In Abhängigkeit von der Bodenart sind das in der Hauptwachstumsphase Wassergaben von 25 bis 40 mm.

5.3 Berechnung des N-Sollwertes und N-Bedarfs am Beispiel Bundmöhre

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 N-Nachlieferung basiert. Die Ermittlung des N-Sollwertes für Möhren erfolgt wie in der Tabelle 11 dargestellt.

Beispiel: Bundmöhren	kg N/ha zur Saat
N-Aufnahme durch den Aufwuchs von 700 dt/ha	119 kg N/ha
+ N-Mindestangebot zur Ernte	+ 20 kg N/ha
= N-Sollwert in nutzbarer Bodenschicht (0-30 cm)	= 139 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“).

Berechnungsbeispiel für Bundmöhren mit Einmaldüngung zur Saat:	
N-Sollwert zur Saat (siehe oben)	139 kg N/ha
- gemessener Nmin Bodenvorrat (vor der N-Düngung)	- 59 kg N/ha
- N-Mineralisierung (geschätzt aus Humus und Ernterückständen)	- 30 kg N/ha
= N-Bedarf (= zu düngende N-Menge)	= 50 kg N/ha

Bei der Bemessung der N-Düngung ist zu beachten, dass über die lange Kulturzeit von Möhren die **N-Nachlieferung** maßgeblich zur N-Ernährung beiträgt und im besonderen Maße bei Wasch- und Industriemöhren zu beachten ist.

Ein genaues Abschätzen der zu erwartenden N-Menge ist bisher nicht möglich. Die folgende Tabelle zeigt die in der Pfalz üblichen N-Mineralisierungsraten für die Hauptbodenart sandiger Lehm (sL) in Abhängigkeit von Jahreszeit (Monat) und Bodentemperatur.

Monat	Jan.	Feb.	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	N-Summe pro Jahr
Boden-Temperatur (°C)	4	4	7	12	17	22	22	22	18	13	10	4	
N-Mineralisierung (kg N/ha)	3	3	6	10	15	20	20	20	16	11	8	3	

Im Gemüsebau der Pfalz ist demnach damit zu rechnen, dass der Boden z.B. im gesamten Juli rund 20 kg N/ha freisetzt bzw. nachliefert. Gefördert wird die N-Nachlieferung vor allem durch hohe Temperaturen, optimale Bodenfeuchte, leicht verrottbare Bestandsreste und durchmischende Bodenbearbeitung.

5.4 Düngungstermine

N-Mindestangebot und N-Düngungstermine:

Zur Aussaat von Möhren empfiehlt sich ein N-Mindestangebot von ca. 50 kg N/ha in 0-30 cm. Das bedeutet auf gemüsebaulichen Standorten, dass in der Regel zur Saat keine N-Düngung notwendig ist. Nur bei Folienverfrühung muss ein N-Mindestangebot von 100 kg N/ha angestrebt werden.

Die eigentliche N-Düngung sollte erst nach dem Auflaufen bei beginnender Laubblattbildung (ca. 6-7 Wochen nach der Saat) und nach erfolgter Nmin-Messung an einem Termin erfolgen. Nur bei Sandböden empfiehlt sich eine Aufteilung der N-Gabe im 3-Blatt-Stadium und 6-Blattstadium.



Abb. 11: N-Düngung im 5.-6.Laubblattstadium
(Möhre Bildmitte)
(DLR Rheinlandpfalz, J. Ziegler)



Abb. 12: Kopfdüngung bei Dammkultur
ca. 6-7 Wochen nach Aussaat
(DLR Rheinlandpfalz, J. Ziegler)

Nach erfolgter Kopfdüngung muss der N-Dünger (oder andere z.B. K-Dünger) gründlich eingeregnet werden, ansonsten kann es vereinzelt zu Salzschäden durch Düngerkörner kommen, die im Herz der Pflanzen liegen bleiben oder direkten Kontakt zu Sprossstelen haben.



Abb. 13: Düngerkorn im Herz
(DLR Rheinlandpfalz, J. Kreiselmaier)



Abb. 14: Düngerkorn an der Sprossbasis
(DLR Rheinlandpfalz, J. Kreiselmaier)



5.5 Möhren: N-Versorgung für Standard-Düngetermine

Mit Hilfe der Tabellen 14, 15 und 16 lässt sich für typische Aussaattermine der **Nmin-Sollwert** und der nötige **N-Bedarf** bestimmen. 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.

5.5.1 Bundmöhren

Tabelle 14: N-Versorgung für Standarddüngetermine (Werte gerundet)

Aussaattermine		1. März (Folie)	1. April	1. Mai	1. Juni	1. Juli	15. Juli
Kulturdauer (<i>stark sortenabhängig !</i>)	Tage	90	85	85	85	85	90
Wurzeltiefe zum Ernteende	cm	60	60	60	60	60	60
Aufwuchs	dt/ha	600	600	700	700	700	700
N-Gehalt im Aufwuchs	kg N/ha	102	102	119	119	119	119
N-Mindestangebot zum Ernteende	kg N/ha	20	20	20	20	20	20

Zweimaldüngung (Eine Einmaldüngung wird aufgrund der langsamen Anfangsentwicklung nicht empfohlen, Ausnahme evtl. bei Folienanbau)

N-Sollwert zur Aussaat (Mindestangebot in 0-30 cm) *	kg N/ha	100	50	50	50	50	50
- minus gemessener Nmin-Bodenvorrat (0-30 cm) z.B. *	kg N/ha	27	36	40	42	42	42
- minus N-Mineralisierung (Boden- und Ernterückstände) **	kg N/ha	8	14	16	20	20	20
= N-Bedarf zur Aussaat (Beispiel)	kg N/ha	65	0	0	0	0	0
Kopfdüngungstermin		7. Wo	7. Wo	6. Wo	6. Wo	6. Wo	6. Wo
N-Gehalt im Aufwuchs	kg N/ha	102	102	119	119	119	119
- minus N-Aufnahme bis zum Kopfdüngungstermin	kg N/ha	5	5	8	8	8	9
= restliche N-Aufnahme bis Ernteende	kg N/ha	97	97	111	111	111	110
- plus N-Mindestangebot zum Ernteende	kg N/ha	20	20	20	20	20	20
= N-Sollwert zum Kopfdüngungstermin	kg N/ha	117	117	131	131	131	130
- minus gemessener Nmin-Bodenvorrat (0-60 cm) z.B. *	kg N/ha	71	37	47	47	47	43
- minus N-Mineralisierung (Boden- und Ernterückstände) **	kg N/ha	16	20	24	24	24	32
= N-Bedarf zum Kopfdüngungstermin (Beispiel)	kg N/ha	30	60	60	60	60	55

*) Bei Foliensätzen ist eine ausreichende Startdüngung mit Einarbeitung basierend auf einer Nmin-Messung unbedingt notwendig, um die Frühzeitigkeit nicht zu gefährden. Bei den Folgesätzen im Freiland kann auf eine Start-N-Gabe verzichtet werden. Zum Kopfdüngungstermin ist der Nmin-Bodenvorrat zu messen.

**) Die zu erwartende N-Mineralisierung ist vorsichtig geschätzt.

5.5.2 Waschmöhren

Tabelle 15: N-Versorgung für Standarddüngetermine (Werte gerundet)

Aussaattermine		1. März (Folie)	1. April	1. Mai	1. Juni	1. Juli
Kulturdauer (<i>stark sortenabhängig</i>)	Tage	119	112	105	90	105
Wurzeltiefe zum Ernteende	cm	60	60	60	60	60
Aufwuchs	dt/ha	800	800	900	900	900
N-Gehalt im Aufwuchs	kg N/ha	138	138	151	151	151
N-Mindestangebot zum Ernteende	kg N/ha	0	0	0	0	0

Zweimaldüngung (Eine Einmaldüngung wird aufgrund der langsamen Anfangsentwicklung nicht empfohlen)

N-Sollwert zur Aussaat (Mindestangebot in 0-30 cm) *	kg N/ha	100	50	50	50	50
- minus gemessener Nmin-Bodenvorrat (0-30 cm) z.B.*	kg N/ha	23	30	40	42	42
- minus N-Mineralisierung (Boden- und Ernterückstände) **	kg N/ha	12	20	20	24	24
= N-Bedarf zur Aussaat (Beispiel)	kg N/ha	65	0	0	0	0
Kopfdüngungstermin		9. Wo	9. Wo	7. Wo	7. Wo	7. Wo
N-Gehalt im Aufwuchs	kg N/ha	138	138	151	151	151
- minus N-Aufnahme bis zum Kopfdüngungstermin	kg N/ha	13	13	11	11	18
= restliche N-Aufnahme bis Ernteende	kg N/ha	125	125	140	140	133
- plus N-Mindestangebot zum Ernteende	kg N/ha	0	0	0	0	0
= N-Sollwert zum Kopfdüngungstermin	kg N/ha	125	125	140	140	133
- minus gemessener Nmin-Bodenvorrat (0-60 cm) z.B.*	kg N/ha	72	39	49	46	44
- minus N-Mineralisierung (Boden- und Ernterückstände) **	kg N/ha	28	36	36	24	24
= N-Bedarf zur Kopfdüngung (Beispiel) ***	kg N/ha	25	50	55	70	65

*) Bei Foliensätzen ist eine ausreichende Startdüngung mit Einarbeitung basierend auf einer Nmin-Messung unbedingt notwendig, um die Frühzeitigkeit nicht zu gefährden. Bei den Folgesätzen im Freiland kann auf eine Start-N-Gabe verzichtet werden. Zum Kopfdüngungstermin ist der Nmin-Bodenvorrat zu messen.

**) Die zu erwartende N-Mineralisierung ist sehr vorsichtig geschätzt, sie liegt häufig höher

***) **Maximale N-Gabe auf 80 kg N/ha begrenzen!**

5.5.3 Industriemöhren

Bei Anbau für die Diät – und Babykostherstellung sind Felder mit einem N_{min}-Gehalt über 70 kg N/ha in 0-90 cm vom Anbau auszuschließen, da unter diesen Ausgangsbedingungen der Nitratgrenzwert auch ohne mineralische N-Düngung häufig überschritten wird.

Tabelle 16: N-Versorgung für Standarddüngetermine (Werte gerundet)

Aussaattermine		1. März	1. April	1. Mai
Kulturdauer (stark sortenabhängig)	Tage	150	135	160
Wurzeltiefe zum Ernteende	cm	90	90	90
Aufwuchs	dt/ha	1200	1200	1200
N-Gehalt im Aufwuchs	kg N/ha	207	207	207
N-Mindestangebot zum Ernteende	kg N/ha	0	0	0

Zweimaldüngung (Eine Einmaldüngung wird aufgrund der langsamen Anfangsentwicklung nicht empfohlen)

N-Sollwert zur Aussaat (Mindestangebot in 0-30 cm)	kg N/ha	50	50	50
- minus gemessener N _{min} -Bodenvorrat (0-30 cm) z.B.*	kg N/ha	25	35	42
- minus N-Mineralisierung (Boden- und Ernterückstände)	kg N/ha	10	17	24
= N-Bedarf zur Aussaat (Beispiel) *	kg N/ha	15 *	0	0
Kopfdüngungstermin		7. Woche	7. Woche	7. Woche
N-Gehalt im Aufwuchs	kg N/ha	207	207	207
- minus N-Aufnahme bis zum Kopfdüngungstermin	kg N/ha	2	2	2
= restliche N-Aufnahme bis Ernteende	kg N/ha	205	205	205
- plus N-Mindestangebot zum Ernteende	kg N/ha	0	0	0
= N-Sollwert zum Kopfdüngungstermin	kg N/ha	205	205	205
- minus gemessener N _{min} -Bodenvorrat (0-90 cm) z.B.*	kg N/ha	75	79	83
- minus N-Mineralisierung (Boden- und Ernterückstände) **	kg N/ha	50	46	62
= N-Bedarf zur Kopfdüngung (Beispiel) ***	kg N/ha	80 ***	80 ***	60

*) Trotz Differenz zwischen N-Sollwert und N-Bodenvorrat wird üblicherweise keine Start-N-Gabe gegeben. Zum Kopfdüngungstermin ist der N_{min}-Bodenvorrat zu messen.

**) Die N-Mineralisierung ist sehr vorsichtig geschätzt, sie liegt häufig wesentlich höher. In Versuchen mit Anbau auf Löss- bzw. humusreichen Sandböden erreichten die Werte bis zu 100 kg N/ha.

***) **Maximale N-Gabe bei Industriemöhren grundsätzlich auf 80 kg N/ha begrenzen!**

5.6 Möhren: N-Sollwerte für beliebige Düngetermine

5.6.1 Bundmöhren

Mit Hilfe der Tabelle 17 lässt sich für beliebige Düngetermine der **Nmin-Sollwert** ablesen. Dieser gilt für den Beginn der Kulturwoche.
Lesbeispiel für einen Bestand in der 7. Kulturwoche bei einer Aussaat am 1. April: Der Nmin-Sollwert beträgt laut Tabelle 125 kg N/ha.

Tab. 17 : N-Sollwerte in kg N/ha für beliebige Düngetermine
 Aussaat 1. März: Aufwuchs 600 dt/ha, N-Aufnahme 102 kg N/ha, N-Mindestvorrat zu Ernteende 20 kg N/ha
 ab Aussaat 1. April: Aufwuchs 700 dt/ha, N-Aufnahme 119 kg N/ha, N-Mindestvorrat zu Ernteende 20 kg N/ha

Aussaattermine und Kulturverlauf		Nmin-Sollwerte und N-Aufnahme in kg N/ha																	
		1. März			1. April			1. Mai			1. Juni			1. Juli			15. Juli		
		(90 Tage)			(85 Tage)			(85 Tage)			(85 Tage)			(85 Tage)			(90 Tage)		
		N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		Nmin-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.	102	0	122	119	0	139	119	0	139	119	0	139	119	0	139	119	0	139
2.	8.-14.	102	0	122	119	0	139	119	0	139	119	0	139	119	0	139	119	0	139
3.	15.-21.	102	0	122	119	1	139	119	1	139	119	1	139	119	1	139	119	2	139
4.	22.-28.	102	1	122	118	3	138	118	3	138	118	3	138	118	3	138	117	3	137
5.	29.-35.	101	2	121	115	4	135	115	4	135	115	4	135	115	4	135	114	4	134
6.	36.-42.	99	2	119	111	6	131	111	6	131	111	6	131	111	6	131	110	5	130
7.	43.-49.	97	4	117	105	9	125	105	9	125	105	9	125	105	9	125	105	8	125
8.	50.-56.	93	6	113	96	14	116	96	14	116	96	14	116	96	14	116	97	12	117
9.	57.-63.	87	10	107	82	20	102	82	20	102	82	20	102	82	20	102	85	17	105
10.	64.-70.	77	17	97	62	26	82	62	26	82	62	26	82	62	26	82	68	22	88
11.	71.-77.	60	25	80	36	24	56	36	24	56	36	24	56	36	24	56	46	23	66
12.	78.-84.	35	25	55	12	12	32	12	12	32	12	12	32	12	12	32	23	16	43
13.	85.-91	10	10	30													7	7	27

5.6.2 Waschmöhren

Mit Hilfe der Tabelle 18 lässt sich für beliebige Düngetermine der **Nmin-Sollwert** ablesen. Dieser gilt für den Beginn der Kulturwoche.
Lesebeispiel für einen Bestand in der 7. Kulturwoche bei einer Aussaat am 1. April: Der Nmin-Sollwert beträgt laut Tabelle 135 kg N/ha.

Tab. 18 : N-Sollwerte in kg N/ha für beliebige Düngetermine
 1. März u. 1.April: 800 dt/ha Aufwuchs, N-Aufnahme 138 kg N/ha, N-Mindestvorrat zu Ernteende 0 kg N/ha
 ab 1. Mai: : 900 dt/ha Aufwuchs, N-Aufnahme 151 kg N/ha, N-Mindestvorrat zu Ernteende 0 kg N/ha

Aussaattermine und Kulturverlauf		Nmin-Sollwerte und N-Aufnahme in kg N/ha														
		1. März			1. April			1.Mai			1. Juni			1. Juli		
		(119 Tage)			(112 Tage)			(105 Tage)			(90 Tage)			(105 Tage)		
		N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (60 cm)
bis Ernteende	pro Woche	bis Ernteende	pro Woche		bis Ernteende	pro Woche		bis Ernteende	pro Woche		bis Ernteende	pro Woche				
Woche	Tag															
1.-5.	1.-35.	138	0	138	1	138	4	151	5	151	5	151	4	151		
6.	36.-42.	138	1	137	2	137	7	147	9	146	9	146	7	147		
7.	43.-49.	137	2	135	3	135	12	140	14	137	14	137	12	140		
8.	50.-56.	135	3	132	7	132	21	128	23	123	23	123	21	128		
9.	57.-64.	132	7	125	13	125	28	107	29	100	29	100	28	107		
10.	65.-70.	125	13	112	21	112	26	79	28	71	28	71	26	79		
11.	71.-77.	112	21	91	25	91	22	53	21	43	21	43	22	53		
12.	78.-84.	91	25	66	24	66	14	31	14	22	14	22	14	31		
13.	85.-91.	66	24	42	19	42	8	17	8	8	8	8	8	17		
14.	92.-98.	42	19	23	13	23	6	9					6	9		
15.	99.-105.	23	13	10	7	10	3	3					3	3		
16.	106.-112.	10	7	3	3	3										
17.	113.-119.	3	3													

5.6.3 Industriemöhren

Mit Hilfe der Tabelle 19 lässt sich für beliebige Düngetermine der **Nmin-Sollwert** ablesen. Dieser gilt für den Beginn der Kulturwoche.
Lesebeispiel für einen Bestand in der 7. Kulturwoche bei einer Aussaat am 1. März: Der Nmin-Sollwert beträgt laut Tabelle 205 kg N/ha.

Tab. 19 : N-Sollwerte in kg N/ha für beliebige Düngetermine
 Aufwuchs 1200 dt/ha, N-Aufnahme 207 kg N/ha, N-Mindestvorrat zu Ernteende 0 kg N/ha

Aussaattermine und Kulturverlauf		Nmin-Sollwerte und N-Aufnahme in kg N/ha								
		1. März			1. April			1. Mai		
		(150 Tage)			(135 Tage)			(160 Tage)		
		N-Aufnahme		Nmin-Sollwert 90cm	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert 90cm	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert 90cm
bis Ernteende	pro Woche	bis Ernteende	pro Woche		bis Ernteende	pro Woche				
Woche	Tag									
1.-5.	1.-35.	207	1	207	1	207	1	207	1	207
6.	36.-42.	206	1	206	1	206	1	206	1	206
7.	43.-49.	205	3	205	3	205	3	205	3	205
8.	50.-56.	202	6	202	6	202	6	202	6	202
9.	57.-64.	196	11	196	11	196	11	196	11	196
10.	65.-70.	185	19	185	19	185	19	185	19	185
11.	71.-77.	166	27	166	27	166	27	166	27	166
12.	78.-84.	139	32	139	32	139	32	139	32	139
13.	85.-91.	107	32	107	32	107	32	107	32	107
14.	92.-98.	75	27	75	27	75	27	75	27	75
15.	99.-105.	48	20	48	20	48	20	48	20	48
16.	106.-112.	28	13	28	13	28	13	28	13	28
17.	113.-119.	15	8	15	8	15	8	15	8	15
18.-28.	ab 120	7	7	7	7	7	7	7	7	7

6. Möhren: 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. Bei N-Mangel zeigen die Pflanzen ein geringeres Wachstum und eine Vergilbung der älteren Blätter, häufig einhergehend mit einer rötlichen Verfärbung der älteren und jüngeren Laubblätter. N-Überschuss kann bei Karotten zu Ertragseinbußen und zu erhöhter Anfälligkeit gegen Alternaria-Blattflecken führen.



Abb. 15: Stickstoffmangel
(Univ. of Bristol, 1943)



Abb. 16: Phosphormangel
(Univ. of Bristol, 1943)

Phosphor (P)

Phosphormangel kommt im Anbau nur selten auf. Bei extremer Unterversorgung kommt es zu Wuchshemmung und rötlichen Verfärbung der Laubblätter.

Bei Böden mit extrem erhöhten Phosphorgehalten ($> 35 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g}$) kann es nach Schweizer Untersuchungen zu einer Bräunung und verstärkten Bitterkeit der Möhren nach dem Waschprozess kommen.



Abb. 17: Kaliummangel
(TLL Jena, W. Bergmann)



Abb. 18: Magnesiummangel
(TLL Jena, G.Marks)

Kalium (K)

Kaliummangel tritt vorwiegend auf sandigen Böden auf, denn dieser Nährstoff wird ähnlich wie Stickstoff leicht ausgewaschen. Mangelsymptome treten häufig nach dem Auflaufen auf, wenn zu wenig Kalium gedüngt wurde, oder das Kalium bereits in tiefere Schichten verlagert wurde. K-Mangel verstärkt die negativen Effekte von Wasserdefiziten und verursacht das Gelbwerden von

Blatträndern und -spitzen. Die Symptome sind von Blattspitze und Blattrand ausgehende Chlorosen (Abb. 17) mit nachfolgenden braunen, graubraunen, rötlichbraunen bis dunkelbraunen Nekrosen, die zunächst fleckenartig auftreten und später flächenartig zusammenfließen.

Magnesium (Mg)

Magnesiummangel tritt bei Möhren häufiger auf. Möhren bekommen insbesondere in der zweiten Kulturhälfte Wachstumsprobleme, die mit einer Verschlechterung des Laubes einhergehen und ihre Ursache in einem latenten Magnesiummangel haben. Der Mangel wird vor allem durch niedrige Nachttemperaturen hervorgerufen, da diese die Mg-Aufnahme ins Blatt erschweren. Die Gelbfärbung beginnt an den ältesten Laubblättern (Abb. 18) und führt zu deren Absterben. Die abgestorbenen Blätter sind dann optimale Eintrittspforten für bestimmte Pilze wie z.B. Sklerotinia. Regelmäßige Spritzungen z.B. mit Bittersalz ab Ende Juli im Abstand von 2-3 Wochen führten in Versuchen zu einer deutlichen Verbesserung der Laubqualität.

Calcium (Ca)

In der Literatur wird das Auftreten von „cavity spot“ auch in einen Zusammenhang mit einem physiologisch bedingten Calciummangel gebracht. Dies bedeutet, dass die Mangelerscheinung weniger auf eine Unterversorgung des Bodens zurückzuführen ist, sondern eher auf dem Unvermögen der Pflanze beruht, Calcium zu den betroffenen Pflanzenteilen zu transportieren.

Bei Einhaltung der empfohlenen pH-Werte, sowie einer ausreichenden Wasserversorgung kann das Auftreten von „cavity spot“ vermieden werden.



Abb. 19: Calciummangel
(Univ. of Bristol, 1943)



Abb. 20: Bormangel am Rübenkörper
(BASF Limburgerhof)



Aus: W. Bergmann, 1993

Abb. 21: Manganmangel an Laub und Rübe
(TLL Jena, W. Bergmann)

Bor (B)

Bormangel zeigt sich durch eine Wachstumshemmung an den jüngeren Blättern. Die Blätter vergilben leicht und färben rosarot bis rot. Bei extremem Mangel stirbt der Vegetationspunkt ab. Im Rübenkörper entstehen tiefe, borkige Risse sowie schwarze und hohle Stellen. Bor wäscht auf den meist sauren, sandigen Böden schneller aus; deshalb ist es auf diesen Standorten besonders wichtig

die Borversorgung zu optimieren. Bei nachgewiesenem Versorgungsmangel eignen sich für eine Bor-Bodendüngung vor der Saat z. B. Bor-Mehrnährstoffdünger oder nach dem 2.Laubblattstadium frühzeitig einsetzende Solubor-Blattspritzungen (pro Maßnahme 0,2 – max. 0,5 kg Bor/ha).

Mangan (Mn)

Manganmangel führt zu den ähnlichen Schadsymptomen auf der Blattspreite wie die Magnesiumunterversorgung. Die Schadsymptome treten allerdings im Gegensatz zum Magnesiummangel zuerst an den **jüngeren** Blättern auf. Gesprenkelte Blätter sind ein deutliches Zeichen. Es bilden sich fleckige, chlorotisch (gelblich) erscheinende Tüpfel auf dem Blatt, wobei die Blattnerven deutlich grüner bleiben.

Bei Manganmangel empfiehlt sich eine Spritzung mit manganhaltigen Blattdüngemitteln. Auf Risikostandorten sollten vorbeugend Blattdüngungsmaßnahmen eingeplant werden.

Manganüberschuss tritt im Freiland meist an Stellen mit extrem niedrigem pH-Wert auf. Bei Mangantoxizität bilden sich vor allem an den **älteren** Blättern gelbliche Flecken, die später schnell auch bräunlich (nekrotisch) werden können (Abb.23). Das üblicherweise im Boden vorhandene Mangan wird durch einen niedrigen pH-Wert (< 5,5) und durch starke Nässe im Boden freigesetzt und vermehrt von den Pflanzen aufgenommen. Staunässe ist zu vermeiden und versauerte Teilflächen aufzukalken.



Abb. 22: Mangantoxizität im Möhrenfeld
(DLR Rheinpfalz, J. Kreiselmaier)



Abb. 23: Mangantoxizität am Möhrenlaub
(DLR Rheinpfalz, J. Kreiselmaier)

Zink (Zn)

Zinkmangel bei Möhren ist im Anbaubereich sehr selten und ähnelt im Schadbild dem Stickstoffmangel. Eine etwas hellere Färbung sowie kleinere Blätter sind die besonderen visuellen Kennzeichen des Zinkmangels. Mangelsymptome sind durch rechtzeitige Spritzungen mit Zinkchelate gut zu beseitigen.

Chlorid (Cl) und Salzverträglichkeit

Vor allem in der Auflaufphase sind Möhren chloridempfindlich, deshalb sollten Sulfatdünger bevorzugt werden.

Insbesondere bei der Keimung und in der Jugendphase sind Möhren salzempfindlich. In den Niederlanden rät man grundsätzlich deshalb zur Vorsicht bei der N- und Kalidüngung in der Jugendphase. Vor der Saatbeetbereitung keinesfalls den gesamten Nährstoffbedarf ausbringen. In Versuchen ergaben Grunddüngungsmengen von über 50 kg N/ha plus 240 K₂O/ha schon Keimhemmungen.

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 empfehlen wir Bodenuntersuchungen in folgendem Jahresrhythmus (Tab. 20):

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

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 N_{min}) im Spätherbst und Winter. Nur zuverlässige und extern geprüfte Bodencenters sind zu empfehlen.

Vorteilhaft ist es die vorliegenden Bodenanalysen über 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 Nährstoff-Mangel-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, Pflanzenmaterial für Boden- und Blattanalysen im Zentrum des Befalls, im Extremfall sogar im Nahbereich einer Pflanze bzw. von einer Pflanze entnehmen.

Pflanzenanalysen

Zu Beurteilung von Blattanalysen benötigt man Richtwerte (Tab. 21). Diese geben den üblichen Nährstoffgehalt an. Generell ist es vorteilhaft bei Problemen sowohl eine Pflanzenanalyse von den kranken Pflanzen als auch von den gesunden Pflanzen durchführen zu lassen. Auf diese Weise ist ein interner Vergleich der Werte gut möglich.

Nährstoffgehalte in der Trockensubstanz (TS) nach Bergmann, 1993									
%					mg/kg				
N	P	K	Ca	Mg	B	Mo	Cu	Mn	Zn
2,00-3,50	0,30-0,50	2,70-4,00	1,20-2,00	0,40-0,80	30-80	0,50-1,50	7-15	50-120	30-80

7. Hinweise zur Düngemittelauswahl und -ausbringung

Wichtige N-Mineraldünger und ihre Anwendung:

Die N-Versorgung erfolgt vorwiegend mit ammonnitrat- und Mehrnährstoffdüngern.

Vor jeder N-Düngung ist der N_{min}-Bodenvorrat zu ermitteln und anzurechnen. Dies ist insbesondere beim Anbau auf leichten Böden zu beachten, um Auswaschungsverluste zu vermeiden. Beim Anbau von Baby- und Diätanbau sind Feldauswahl und N-Düngung auf Basis von N_{min}-Werten sehr wichtig, um hohe Nitratwerte im Produkt zu vermeiden.

Dünger mit stabilisiertem Stickstoff haben bei Möhren Vorteile im frühen Bereich, dass die unerwünschte N-Verlagerung im Boden minimiert wird und die Nitratgehalte im Produkt tendenziell sinken.

Exakte Ausbringung

Gezielte Nährstoffversorgung bedeutet auch die benötigten Nährstoffe exakt und zum optimalen Zeitpunkt auszubringen. Beim Dammanbau ist es bei der N-Kopfdüngung vorteilhaft, breite Dämme aufzufräsen und den Ausbringungszeitpunkt nicht zu früh zu wählen. Damit erreicht man eine bessere Düngerverteilung und die Möhrenwurzel hat die effektive Wurzeltiefe bereits erreicht, damit auch die höhere N-Düngerkonzentration am Dammfuß (durch abrollende Düngerkörner) problemlos von den Pflanzen aufgenommen werden können. Je später gedüngt wird, desto wichtiger ist eine gründliche Bewässerung.

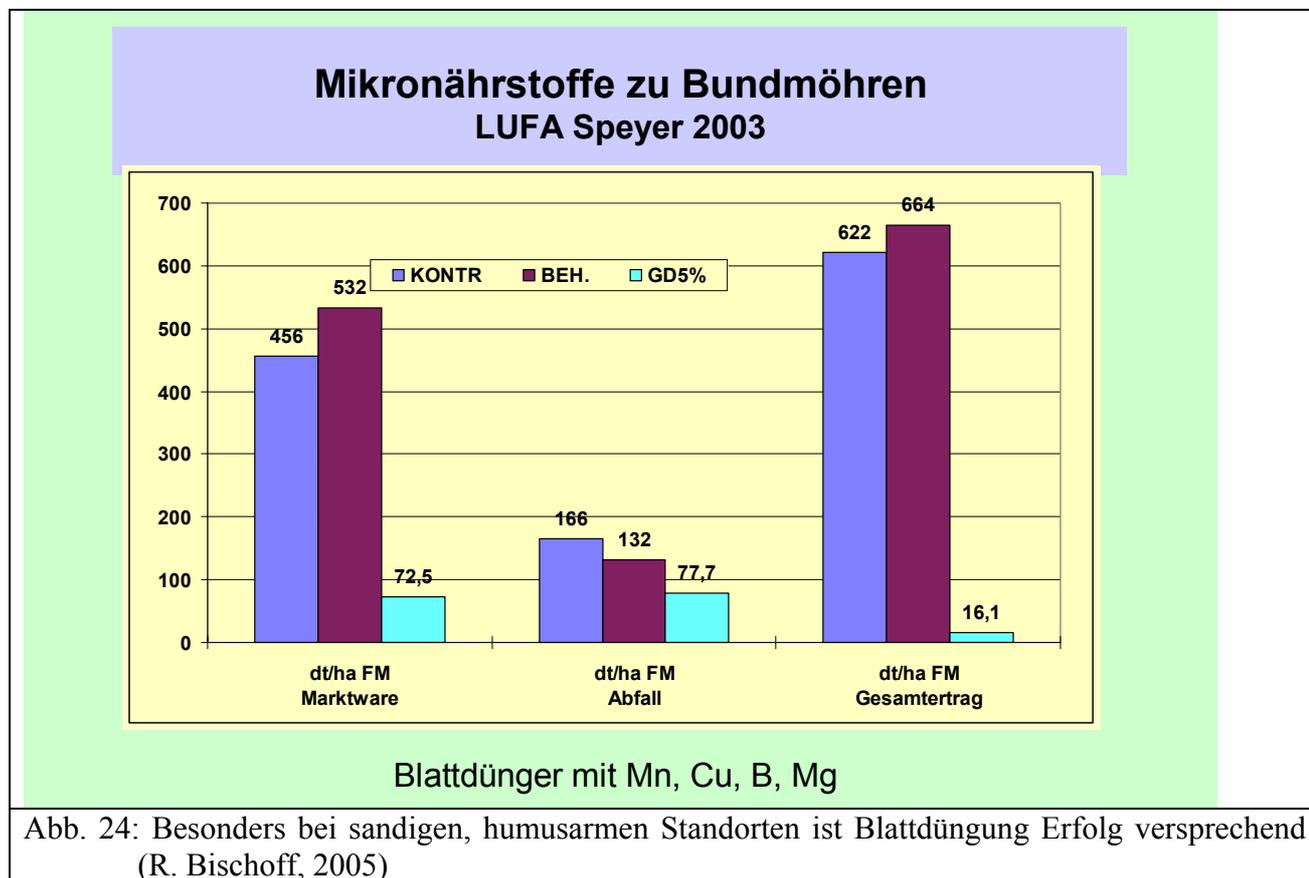
Grundsätzlich können Möhren sowohl mit Einzelnährstoffdüngern als auch mit Mehrnährstoffdüngern gut versorgt werden.

Mineralische Grunddüngung

Als Zwischen- oder Nachkultur müssen Möhren in der Regel nicht separat mit Phosphor, Kalium oder Magnesium gedüngt werden. Erfolgt doch eine Grunddüngung mit P, K, Mg, dann zur Herbstfurche oder vor der Saat mit Einarbeitung. Da Möhren in der Jugendphase chlorid- sowie salzempfindlich sind, sollten grundsätzlich chloridarme Dünger bevorzugt werden. Besondere Vorsicht ist bei den extremen Frühsaaten im Januar bis März geboten.

Blatt-Düngung

Die besten Erfolge mit Blattdüngungsmaßnahmen können auf Böden mit einer schwierigen Nährstoffdynamik und bei besonderem Wetterstress (Starkregen, Nässeperioden, Kältephasen ...) erwartet werden. Blattdünger mit Kombinationen aus Mangan, Bor, Magnesium und evtl. Kupfer erscheinen am wirkungsvollsten (Abb. 24).



8. Hinweise zur Bewässerung

Nach dem Auflaufen sollte die Steuerung der Bewässerung (Bewässerungszeitpunkte und -mengen) bei Freilandgemüse generell nach den Geisenheimer Steuerungswerten (klimatische Wasserbilanz) erfolgen, da jegliche Unter- und Überversorgung mit Wasser negative Auswirkungen auf Ertrag, Qualität und N-Versickerung haben kann.

Dies gilt im Besonderen für Möhren, da eine ungenügende Wasserversorgung die Rübenqualität und den Marktertrag stark negativ beeinflussen kann. Auch wird im Spätsommer das Auftreten des Echten Mehltaus stark gefördert.

Andererseits sorgt eine Überversorgung mit Wasser bei Möhren für ein stark forciertes Laubwachstum und ein ungünstiges Laub/Wurzel-Verhältnis mit entsprechend schlechteren wirtschaftlichen Ergebnissen.

Zur optimalen Steuerung der Wasserversorgung empfehlen die Autoren dazu z.B. die Nutzung des Excel-Berechnungsmanagers der DLR Rheinpfalz auf dem eigenen PC bzw. den Internet-Bewässerungsservice für den rheinland-pfälzischen Freilandgemüsebau, der über die Seite „www.am.rlp.de“ im Internet aufrufbar.



Abb. 25: Excel-Berechnungsmanager

Bewässerungsservice Rheinland-Pfalz für den Freilandgemüsebau

Wetterstation: Schifferstadt | Kultur: Blumenkohl | Startdatum: 18.07. | Defizit-Grenzwert: 18

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

Datum	Niederschlag		Standardverdunstung (n. PENMAN)	Entwicklungs- und kulturabhängige Wasserbilanz			
	+/- mm	mm		1. Stadium ab Pflanzung	2. Stadium Pflanzendurchmesser 30 cm	3. Stadium Pflanzendurchmesser 60 cm	4. Stadium Höhe > 60 cm
	(Station)	Σ	Defizit Σ	Defizit Σ	Defizit Σ	Defizit Σ	
18.07.	0.0	0.0	4.6	2.3	3.7	5.5	6.4
19.07.	-5.4	5.4	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
21.07.	0.0	2.0	5.1	5.8	10.3	16.3	19.4

Abb. 26: Bewässerungsservice im Internet (Bsp. Blumenkohl)

Für die Steuerung der Bewässerung von Möhren nach klimatischer Wasserbilanz (Geisenheimer Methode) ist die Unterteilung in drei Wachstumsphasen mit ...

$kc = 0,3$ ab Feldaufgang
 $kc = 0,6$ ab 5-Blattstadium
 $kc = 0,8$ ab Bestandesschluss
 zu empfehlen.

Bei einer gut aufeinander abgestimmten N-Düngung und Bewässerung ist eine weitgehende Entleerung des Bodenangebots an Stickstoff (N-Düngung und N-Mineralisierung) gewährleistet. Außerdem verringert sich das Platzer-Risiko kurz vor der Ernte.

9.: Beispiel Düngeplan Waschmöhren

Tabelle 22: Beispiel für einen Düngeplan eines Waschmöhrenschlages

Düngeplan:	Waschmöhre				2006
	Kultur 1	Kultur 2	Kultur 3		Jahr
Parzelle:	<i>Am Nussbaum</i>	Fläche in a:	120	Bodenart:	<i>sandiger Lehm</i>

A) Nährstoffbedarfsplanung (ohne N)									
a)	Bodenanalysenergebnisse (VDLUFA)			Humus	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	B
	Gefundene Werte			1,4%	7,2	12 mg	13 mg	7 mg	0,8 mg
	Gefundene Versorgungsstufe					C1	C1	C1	C2
	Anzustrebende Werte (Stufe C2)			2,0%	7,0	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 ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B
	Waschmöhre (Feldabfuhr 700 dt/ha)					75 kg	325 kg	50 kg	0,1 kg
	Zweite Kultur								
	Dritte Kultur								
	Nährstoffbedarf der Kulturfolge im Anbaujahr (kg/ha)					75 kg	325 kg	50 kg	0,1 kg

B) Stickstoff-Bedarfsplanung						
N-Bedarf	Aufwuchs		Nmin-Mindestvorrat			N-Sollwert für die Düngung in der 7. Woche
	Menge	N-Gehalt	Bodentiefe	Beginn	Ende	
Bei einem leeren Boden						
<i>Waschmöhre</i>	900 dt/ha	151 kg/ha	60 cm	20 kg	0 kg	140 kg N/ha
<i>Zweite Kultur</i>						
<i>Dritte Kultur</i>						

C) Nmin-Analysen-Ergebnisse und N-Dünge-Empfehlung									
Kulturbeginn	Kulturen	Datum N _{min}	Nmin Vorräte+geschätzte Nachlieferung (kg N/ha)					N-Sollwert kg N/ha	N- Düngung kg N/ha
			30 cm	60 cm	90 cm	Mineralisierung	Summe		
01. Mai	<i>Waschmöhre</i>	15. Jun	23	27		40	90	140	50

D) Durchgeführte Düngemaßnahmen										
Datum	Pflanzenarten	Düngemittel Nährstoffgehalte	Dünger in dt/ha		Nährstoffe in kg/ha					
			Parzelle	1 ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B	
a) Beispiel Volldünger (+ K-Einzeldünger)										
15. Jun	<i>Waschmöhre</i>	14/7/14/2 + 0,02 B (Entec)	4,3 dt	3,6 dt	50	25	50	7	0,1	
30. Mrz	<i>Waschmöhre</i>	spez. Mischdünger	6,0 dt	5,0 dt		50	200	20		
<i>P-K-Mg-B: evtl. Fehlmengen bei Folgekultur berücksichtigen!</i>										
Summe					50	75	250	27	0,1	
b) Beispiel Einzeldünger										
15. Jun	<i>Waschmöhre</i>	Stickstoff 26 % (Entec)	2,3 dt	1,9 dt	50					
30. Mrz	<i>Waschmöhre</i>	Phosphor: 18 %	5,0 dt	4,2 dt		75				
30. Mrz	<i>Waschmöhre</i>	Kali: 40 %	9,7 dt	8,1 dt			325			
30. Mrz	<i>Waschmöhre</i>	Magnesium: 27 %	2,3 dt	1,9 dt				50		
<i>P-K-Mg-B evtl. auch schon früher geben. Kleine Mengen zusammenfassen!</i>										
Summe					50	75	325	50	0	

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 Maync, Peter J. Paschold, Hans-Christof 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):

H.-P. Lorenz, J. Schlaghecken, G. Engl, A. Maync und J. Ziegler unter Mitarbeit von K. Strohmeyer, Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz, Mainz, 85 S.

Weitere Quellen (Auswahl):

Bernhold, Maria-Theresia (2003): Einfluss von Klima und anbautechnischen Maßnahmen auf Gehalt und Verteilung von Nitrat in Möhren, Diss. Universität Hannover

Bischoff, Dr. R. (2005): Interne Mitteilung, LUFA Speyer

Bolap GmbH (2004): Düngeempfehlung für 160 Kulturen, Speyer

Breuer, Jörn et al. (2003): Die Pflanzenanalyse zur Diagnose des Ernährungszustandes von Kulturpflanzen, Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme

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

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

Moje, Christine (1995): Stickstoffaufnahme von Industriemöhren, Versuche im deutschen Gartenbau, 135

Paschold, P.-J., J. Kleber, N. Mayer (2006): Geisenheimer Bewässerungssteuerung 2006, Geisenheim

Plas, Klaas (1998): Möhren Blattanalyse, Monatsschrift 5/1998, 384-385

Plath, Dr. M. (2006): Persönliche Mitteilung, Hipp OHG Pfaffenhofen

Rossier, Nicolas (1996): Qualitätskonzept für die M-Sano-Lagerkarotten, Der Gemüsebau 9/1997, 4-5

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

11. Bezug der Praktikeranleitung

Bestelladresse:

DLR-Rheinpfalz

67435 Neustadt/Wstr., Breitenweg 71

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

Internet:

[http:// www.dlr-rheinpfalz.rlp.de/](http://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de/)

unter der Rubrik Bestellungen

Copyright:

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Veröffentlichung nur mit Genehmigung.

Alle Angaben ohne Gewähr!

Preis:

Pro Farbdruck mit 29 Seiten und 20 Fotos : 7,50 €