

# Praktikeranleitung

## Salate Teil I: Allgemeines von A-Z



### Bodenfruchtbarkeit und Düngung

Zweite Auflage: 16. Januar 2009



Kulturspezifische Düngeempfehlung auf Basis der Expertenempfehlung:

- „Düngung im Freilandgemüsebau“, Großbeeren 2007
- Einfache Berücksichtigung vorhandener Bodenvorräte -
  - Stickstoff-Sollwerte im Saisonverlauf -
  - Die wichtigsten Probleme im Bild -
- Alle relevanten Grunddaten für den Profi -
- Düngeplanungs-Formular im Anhang –



	<p><b>Schnelle Düngeplanung im Betriebsalltag:</b></p> <p>Siehe auch Salate Teil II: Die einzelnen Salatarten!  <i>Batavia, Eichblatt, Eissalat, Endivien, Frisee, Kopfsalat, Lollo, Pflücksalat (Babyleaf), Radicchio, Romana und Salanova</i></p>	
---	---	---

#### Herausgeber:

	<p>Josef Schlaghecken, Margit Munschauer und Joachim Ziegler          Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR)-Rheinpfalz          67435 Neustadt/Wstr., Breitenweg 71</p>
	<p>Norbert Hege und Klaus Strohmeyer          BOLAP GmbH          67346 Speyer, Obere Langgasse 40</p>

## Inhaltsverzeichnis Teil I

<b>1.</b>	<b>Salate: Felddauswahl, Fruchtfolge und Humusversorgung</b>	<b>4</b>
1.1	Felddauswahl .....	4
1.2	Fruchtfolge .....	4
1.3	Humusversorgung und Humusbilanz .....	5
<b>2.</b>	<b>Kopfsalat: Datenbasis für die Düngung</b> (im Vergleich zu allen wichtigen Salatarten) .....	<b>6</b>
2.1	Grundprinzip der Nährstoffversorgung .....	7
2.2	Nährstoffgehalte in Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückständen .....	7
<b>3.</b>	<b>Salate: pH-Wert und Kalkversorgung</b> .....	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Salate: Nährstoffbedarfsberechnung für P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO und B</b> .....	<b>8</b>
4.1	Feststellung der Bodenart .....	8
4.2	Ermittlung der Nährstoffgehaltsklasse .....	8
4.3	Ermittlung des Nährstoffbedarf beim Anbau von Salat.....	8
4.4	Standardnährstoffbedarf der einzelnen Salatarten .....	10
4.5	Was tun bei sehr hohem bzw. sehr geringen Düngebedarf?.....	10
<b>5.</b>	<b>Stickstoff (N)-Versorgung</b> .....	<b>11</b>
5.1	Grundlagen der Stickstoffversorgung .....	11
5.2	N-Nachlieferung durch Mineralisierung im Boden .....	12
5.3	Standard N-Düngetermine.....	12
5.4	Gesetzliche Grundlagen .....	12
5.5	Faktoren die den Nitratgehalt in Kopfsalat beeinflussen .....	13
5.6	N-Mindestangebot und Zweimaldüngung.....	14
5.7	Standarddaten für die Stickstoffdüngung ohne Nmin-Messung.....	14
5.8	Weitere Möglichkeiten der N-Optimierung .....	15
5.9	Nitrat im Ernteprodukt!.....	17
<b>6.</b>	<b>Spezielle Ernährungsfragen und Düngungshinweise</b> .....	<b>20</b>
6.1	Hinweise zu den einzelnen Nährstoffen .....	20
6.2	Blattrandnekrosen (Innenbrand = Tipburn) an den jüngeren Blättern.....	25
6.3	Blattrandnekrosen (Randen) an den älteren Blättern.....	28
6.4	Boden- und Pflanzenanalysen .....	29
<b>7.</b>	<b>Hinweise zur Düngung, Düngemittelauswahl und -ausbringung</b> .....	<b>30</b>
7.1	Vorsicht bei chloridhaltigen Düngemitteln und zuviel Salz .....	30
7.2	Wichtige Mineraldünger und ihre Anwendung .....	30
7.3	Flüssige Kopfdüngung .....	31
7.4	Mineralische Grunddüngung .....	31
7.5	Blattdüngung .....	31
<b>8.</b>	<b>Hinweise zur Bewässerung</b> .....	<b>33</b>
<b>9.</b>	<b>Düngeplan am Beispiel Kopfsalat mit Leerformular</b> .....	<b>34</b>
<b>10.</b>	<b>Quellen</b> .....	<b>36</b>
<b>11.</b>	<b>Bezug der Praktikeranleitung</b> .....	<b>37</b>

**Die Praktikeranleitung „Bodenfruchtbarkeit und Düngung Salate“ hat zwei Teile!**

Teil I beinhaltet die für alle Salatarten zutreffenden Themen. Teil II beschränkt sich auf die speziellen Themen der einzelnen Arten. Aufgeführt werden dabei auf vier Seiten die Datenbasis für die Düngung, eine Nährstoffbedarfstabelle für die Phosphat-, Kalium-, Magnesium- und Bor-düngung, N-Sollwerte für die üblichen Pflanztermine, eine Sollwerttabelle für beliebige Kopf-düngungstermine, sowie spezielle Hinweise mit Bildern. Abrufbar sind die Unterlagen des Teils II in [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de) mit den Suchwörtern:

„Praktikeranleitung Kopfsalat“ oder „Praktikeranleitung Pflücksalat“ usw.

**Inhaltsverzeichnis Teil II**

Salatarten	Aufwuchsmenge
Batavia	600 dt
Eichblatt	600 dt
Eissalat Frischmarkt (Kugeln)	800 dt
Eissalat Verarbeitung	1.000 dt
Endivien Frischmarkt	900 dt
Endivien Verarbeitung	1.200 dt
Frisee Frischmarkt	500 dt
Frisee Verarbeitung	700 dt
Kopfsalat Frischmarkt	600 dt
Kopfsalat Herzen, Verarbeitung	800 dt
Lollo	500 dt
Pflücksalat (Babyleaf, 10 cm Schnitthöhe)	200 dt
Radicchio Frischmarkt	500 dt
Radicchio Verarbeitung	700 dt
Romana-Herzen klein 200 g	450 dt
Romana-Herzen groß 500 g	800 dt
Roman Groß mit Umblatt	800 dt
Salanova	550 dt

## 1. Feldauswahl, Fruchtfolge und Humusversorgung

### 1.1 Feldauswahl

Die verschiedenen Salatarten der Gattung *Lactuca* und *Cichorium* lassen sich auf den meisten Böden anbauen. Ungünstig sind jedoch sehr schwere, zur Vernässung neigenden Tonböden. Für den Früh- und Spätanbau kommen besonders schnell erwärmbare, lehmige Sande in Betracht, für den Sommeranbau dagegen eher mittelschwere Löß- und Lehmböden. Salat stellt hohe Ansprüche an die Bodenstruktur, dem Garezustand sowie der Durchwurzelbarkeit des Bodens. Besonders auf Moorböden und schweren Böden besteht bei starken Niederschlägen die Gefahr der Verschmutzung des Erntegutes. Ein sehr hoher Humusgehalt von z.B. über 4% fördert das Auftreten von Salatfäulen und erhöht das Risiko überhöhter Nitratgehalte. Je nach Bodenart sind pH-Werte von 5,8-7,5 anzustreben. Bei einem zu niedrigen pH-Wert, wie er z.B. öfter punktuell in Fluß-Auenböden vorkommt, besteht die Gefahr der Mangantoxizität.

### 1.2 Fruchtfolge

Salat ordnet sich auf Grund seiner relativ kurzen Kulturdauer problemlos in verschiedene Fruchtfolgen ein. Er ist relativ gut mit sich selbst verträglich. Häufiger Nachbau führt allerdings zum verstärkten Auftreten von **Salatfäulen** (Abb. 1 und 2). Weitere fruchtfolgebedingte Schädigungen sind: Breitadrigkeit, Ringfleckenkrankheit, Septoria-Blattfleckenkrankheit und Nematodenbefall. Gute Vorfrüchte sind Getreide, Porree, Zwiebeln und Spinat. Weniger zu empfehlen sind Kulturen wie Blumenkohl, Brokkoli, Stangensellerie und ähnliche, die über Ihre Erntereste hohe Stickstoffmengen hinterlassen und damit das Auftreten von Innenbrand fördern.



Abb. 1: *Rhizoctonia solani* überdauert mit Mini-Sklerotien im Boden (Schlaghecken)



Abb. 2: *Sklerotinia*, eine bodenbürtige, Salatfäule (Schlaghecken)

Eine besonderes Problem stellt die **Unkrautselektion** durch die Anwendung der üblichen Herbizide wie Kerb und Stomp dar. Hier werden unter anderem die weit verbreiteten Standardunkräuter wie Kreuzkraut (*Senecio vulgaris*) und Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora*) selektiert. Schon innerhalb weniger Jahre kommt es vielfach zu einer extremen Vermehrung der selektierten Unkräuter (Abb. 3 und 4).

Um dieser verderblichen Entwicklung gegenzusteuern, ist die Feldhygiene im Salatanbau besonders wichtig. Am letzten Erntetag möglichst sofort eventuelle Bestandsreste abschlägeln. Keinesfalls sollten Unkräuter Samen bilden oder sich an den Bestandresten Krankheiten und Schädlinge weiter entwickeln können. Nur so kann man auch der Bildung neuer Bremia- und Nasonovia-Rassen entgegen wirken!



Abb. 3: Kreuzkraut in Kopfsalat (Schlaghecken)



Abb. 4: Franzosenkraut in Kopfsalat (Schlaghecken)

### 1.3 Humusversorgung und Humusbilanz

Die gute Humusversorgung (2-3%) ist die Grundlage jeder Bodenfruchtbarkeit. Dauerhumus sichert dabei die Bodengare und verbessert die Wasser- sowie Nährstoffhaltekraft. Nährhumus aus Ernterückständen oder Gründüngung ernährt und fördert das Bodenleben. Welche Wirkung in diesem Sinne der Anbau von Kopfsalat hat zeigt die folgende Tabelle:

<b>Humuszufuhr</b>	<b>Ernterückstände</b>	Frischmasse einer Kopfsalatkultur: ..... 100 dt FM/ha Entspricht an organischer Trockensubstanz: ..... 10 dt TS/ha Entspricht einer <b>Dauerhumuszufuhr</b> von .....	<b>+ 3 dt TS/ha</b>
	<b>Erdpresstöpfe</b>	<b>Dauerhumuszufuhr</b> von .....	<b>+ 12 dt TS/ha</b>
<b>Humusabbau</b>		<b>Dauerhumusabbau</b> (50% von 2 x Hackfrucht) von .....	<b>- 15 dt TS/ha</b>
<b>Dauerhumusbilanz</b>		Zufuhr: 15 dt TS/ha minus Abbau: 15 dt TS/ha	<b>= 0 dt TS/ha</b>

Bewertet man die obige Humusbilanz, so ist festzustellen, dass sich beim Anbau von Kopfsalat eine ausgeglichene Humusbilanz ergibt. Zufuhr und Abbau gleichen sich auf Grund der Zufuhr von Dauerhumus durch die Erdpresstöpfe aus.

Bei allen in Erdpreßtöpfen gepflanzten Salatarten ergibt sich eine ähnliche Humusbilanz!

#### **Humuszufuhr:**

Vor allem bei Böden mit zu niedrigem Humusgehalt empfiehlt es sich, diesen zu erhöhen. Je nach Region ist dafür Stallmist, Kompost oder eine Gründüngung interessant. Bei ausreichender Flächenausstattung hat sich u. a. im Ökoanbau der Anbau einer einjährigen Kleeegrasmischung bewährt.

#### **Ernterückstände:**

Die verschiedenen Salatarten hinterlassen recht unterschiedliche Mengen an Ernterückständen (siehe Datenbasis und Abb. 5 und 6). Kopfsalat z.B. hinterlässt ca. 100 dt Ernterückstände je Hektar, in denen rund 18 kg Stickstoff für die Nachkultur enthalten ist. Bei Eissalat sind es 300 dt/ha Ernterückstände mit 40 kg N/ha.



Abb. 5: Extrem sauber abgeernteter Kopfsalatbestand (Schlaghecken)

Abb. 6: Beachtliche Ernterückstände bei Eissalat-Folierung auf dem Feld (Schlaghecken)

## 2. Salate: Datenbasis für die Düngplanung

Für die Optimierung der Nährstoffversorgung wird eine solide Datenbasis benötigt. Besonders wichtig sind dabei Daten des Aufwuchses und der Feldabfuhr. Da die angebauten Salatarten beachtliche Unterschiede aufweisen, wurden diese hier aufgeführt. Die folgende Tabelle 2, zeigt den Gesamtaufwuchs, die Feldabfuhr und die Erntereste bei einer üblichen Bestandsdichte. Die Daten der Tabelle 2 dienen als Datenbasis für die speziellen Empfehlungen im Teil II.

Nr.	Salatarten	Aufwuchs Standard (1. Satz) je ha	Feldabfuhr Standard je ha	Erntereste Standard je ha
1	Batavia	600 dt (500 dt)	500 dt	100 dt
2	Eichblatt	600 dt (500 dt)	500 dt	100 dt
3	Eissalat Frischmarkt (Kugel)	800 dt (600 dt)	500 dt	300 dt
4	Eissalat Verarbeitung	1000 dt (800 dt)	700 dt	300 dt
5	Endivien Frischmarkt	900 dt (700 dt)	700 dt	200 dt
6	Endivien Verarbeitung	1200 dt (900 dt)	950 dt	250 dt
7	Frisee Frischmarkt	500 dt (400 dt)	400 dt	100 dt
8	Frisee Verarbeitung	700 dt (500 dt)	550 dt	150 dt
9	Kopfsalat Frischmarkt	600 dt (500 dt)	500 dt	100 dt
10	Kopfsalat Herzen, Verarbeitung	800 dt (600 dt)	400 dt	400 dt
11	Lollo	500 dt (400 dt)	400 dt	100 dt
12	Pflücksalat (Babyleaf, 10 cm Schnitthöhe)	200 dt (200 dt)	150 dt	50 dt
13	Radicchio Frischmarkt	500 dt (400 dt)	300 dt	200 dt
14	Radicchio Verarbeitung	700 dt (500 dt)	400 dt	300 dt
15	Romana-Herzen klein 200 g	450 dt (400 dt)	250 dt	200 dt
16	Romana-Herzen groß 500 g	800 dt (600 dt)	450 dt	350 dt
17	Romana groß mit Umblatt	800 dt (600 dt)	700 dt	100 dt
18	Salanova	550 dt (450 dt)	500 dt	50 dt

## 2.1 Grundprinzip der Nährstoffversorgung am Beispiel Kopfsalat

Die N-Versorgung orientiert sich am Gesamtaufwuchs, die P-K-Mg-Versorgung an der Feldabfuhr. Im folgenden Beispiel (Abb. 7) wird ein Aufwuchs von 600 dt angenommen.

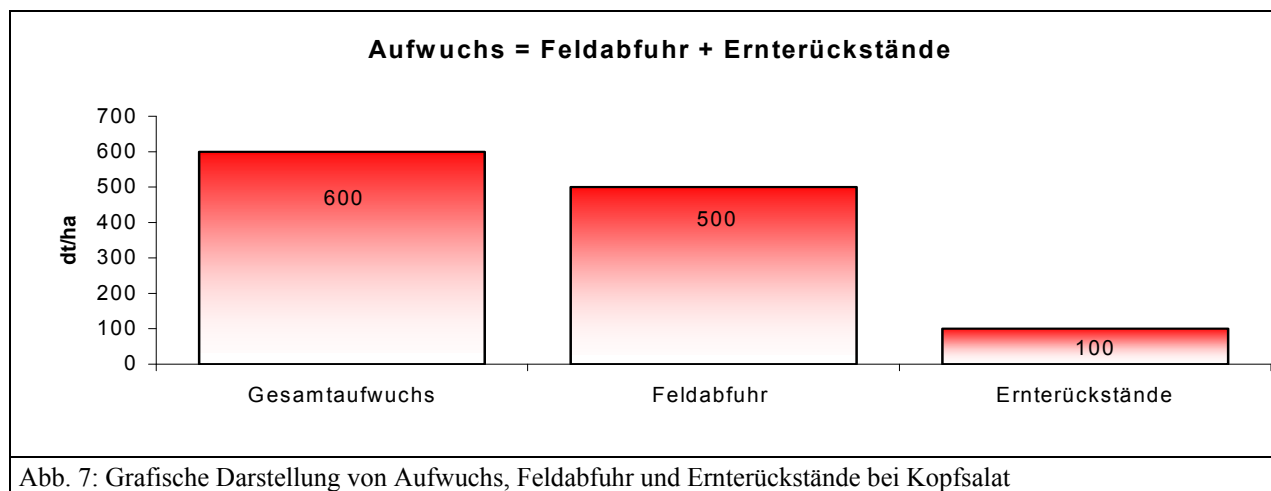


Abb. 7: Grafische Darstellung von Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückstände bei Kopfsalat

## 2.2 Nährstoffgehalte in Aufwuchs, Feldabfuhr und Ernterückstände

Die folgenden, gerundeten Daten (Tab.3) dienen als Grundlage für die weitere Düngplanung beim Anbau von Kopfsalat für den Frischmarkt. Die Basisdaten für alle anderen wichtigen Salatarten befinden sich im Teil II der Praktikeranleitung.

Kopfsalat	Frisch-masse	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					g/ha		
<b>Aufwuchs</b>	600	1,8	108	40	220	15	6	90	600	12
<b>Feldabfuhr</b>	500	1,8	90	35	180	13	5	75	500	10
<b>Ernterückstände</b>	100	1,8	18	5	40	2	1	15	100	2

## 3. Salate: pH-Wert und Kalkversorgung

Die folgende pH-Werte (Tab. 4) sind beim Anbau von Salat auf Mineralböden (bis 4% Humus) anzustreben:

Bodenart	Sand	lehmgiger Sand	sandiger Lehm	Lehm, Schluff, schwachtoniger Schluff, toniger Schluff
pH	5,8 - 6,0	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 5-10 dt CaO/ha jährlich, die man als Kohlensäurer Kalk, Branntkalk oder mit gleichwertigen anderen Düngern verabreichen sollte. Um eine gute Wirkung zu erzielen, muss der Kalk auf den trockenen Boden ausgebracht und anschließend eingemischt werden. Bei deutlich niedrigeren pH-Werten bedarf es größerer Kalkmengen, die mit einem Bodenlabor abzustimmen sind.

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

Die Berechnung des Nährstoffbedarfs der verschiedenen Salatarten für Phosphor, Kalium, Magnesium und Bor erfolgt unter Berücksichtigung der Bodenart, der Bodenversorgung sowie der Feldabfuhr mit der Ernte.

### 4.1 Feststellung der Bodenart

Bei der Bodenprobenentnahme zur Feststellung der Bodenversorgung mit den aktuellen Nährstoffen wird auch die Bodenart ermittelt und einer der folgenden Gruppen zugeordnet.

#### Bodenarten:

- **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 Nährstoffgehaltsklassen (gilt für alle Salatarten)

Liegt von einem Feld ein Bodenanalyseergebnis vor, lässt sich mit Hilfe der Tabelle 5 für jeden der vier genannten Nährstoffe die Nährstoffgehaltsklasse ermitteln. Liegt die Kaliumversorgung z.B. bei einem mittelschweren Boden bei 16 mg K<sub>2</sub>O/100g, so ergibt sich die Nährstoffgehaltsklasse C<sub>2</sub>. Diese Zuordnung gilt für alle Gemüsearten.

**Tab. 5: 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 Ermittlung des Nährstoffbedarfs beim Anbau von Salat

Basis für die Nährstoffversorgung mit Phosphor, Kalium, Magnesium und Bor ist die Feldabfuhr bei der Ernte der einzelnen Salatarten. Beim Anbau von Kopfsalat für den Frischmarkt sind das normalerweise 500 dt je ha.

Die damit vom Feld abgefahrenen Nährstoffe sind immer wieder zu ersetzen, sofern keine zu hohe Versorgung des Bodens vorliegt. Anhand der vom Bodenlabor angegebenen Nährstoff-Versorgungsstufe im Boden (Nährstoffgehaltsklassen A-E) kann man in der folgenden Tabelle 6 den notwendigen Nährstoffbedarf ablesen.



<b>Tabelle 6: Kopfsalat-Frischmarkt: P-K-Mg-B-Nährstoffbedarf (kg/ha)</b> mit Zu- und Abschlägen je nach Nährstoffgehaltsklasse (A bis E)									
Nährstoff kg/ha	Nährstoffgehaltsklassen im Boden								
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> (gute Versorgung)	C <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E
	Erhöhter Nährstoffbedarf bei unterversorgtem Boden				Standard-Nährstoffbedarf Feldabfuhr 500 dt/ha		Reduzierter Nährstoffbedarf bei erhöhten Bodenvorräten		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	115	95	75	55	35	25	20	10	0
K <sub>2</sub> O	300	270	240	210	180	135	90	45	0
MgO	70	60	50	40	30	20	15	10	0
B	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0	0	0

Je nach Anbausituation empfiehlt es sich, bei einem Kleinanbau von Salat mit pauschalen, mittleren Nährstoffbedarfswerten und bei einem Großanbau mit den genauen Werten der einzelnen Salatart zu arbeiten.

Im folgenden Beispiel (Tab. 7) wird ein mittlerer Nährstoff-Bedarf angenommen. Er wurde ermittelt aus den Einzelwerten der wichtigsten Salatarten und Salat-Anbauverfahren (Tab. 8).

Damit wird die Düngung im Alltag kleinerer Betriebe einfach, praktikabel und trotzdem ausreichend genau.

<b>Tab. 7: Mittlerer P-K-Mg-B-Nährstoffbedarf aller Salatarten (kg/ha)</b> nach Nährstoffgehaltsklasse (A bis E)									
Nährstoff kg/ha	Nährstoffgehaltsklassen im Boden								
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> (gute Versorgung)	C <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E
	Erhöhter Nährstoffbedarf bei unterversorgtem Boden				Standard-Nährstoffbedarf Feldabfuhr 500 dt/ha		Reduzierter Nährstoffbedarf bei erhöhten Bodenvorräten		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	115	95	75	55	35	25	20	10	0
K <sub>2</sub> O	300	270	240	210	215	135	90	45	0
MgO	70	60	50	40	30	20	15	10	0
B	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0	0	0

Bei einem gut versorgten Boden mit der Nährstoffgehaltsklasse C<sub>2</sub> ist der angegebene Nährstoffbedarf laut Tab. 7 zu düngen! Zum Ausgleich für mögliche Auswaschungsverluste enthalten die Magnesium-Werte einen Zuschlag von 20 kg MgO/ha.

Bei einem unterversorgten Boden (A-C<sub>1</sub>) sind die zu düngenden Nährstoffmengen einmal pro Jahr, entsprechend der Tabelle 6, zu erhöhen. Überversorgte Böden (C<sub>3</sub>-D<sub>2</sub>) erhalten eine reduzierte Nährstoffmenge. In Klasse E wird bei dem betroffenen Nährstoff völlig auf eine Düngung verzichtet!

Zur Vereinfachung der praktischen Düngung kann man auf die präzise Einhaltung der Tabellenwerte verzichten. Unter- oder Übermengen, wie sie gerne bei der Verwendung von Mehrnährstoffdüngern vorkommen, sind im Laufe der Fruchtfolge auszugleichen!

#### 4.4 Standardnährstoffbedarf der einzelnen Salatarten

Für den Spezialbetrieb ist es wichtig, den Nährstoffbedarf der einzelnen Salatarten zu kennen. In der Tab. 8 sind die Werte aufgeführt. Sie entsprechen auch der Datenbasis im Teil II.

Tab. 8: Standard-Nährstoffbedarf der wichtigsten Salatarten					
Salatarten	Feldabfuhr an Salat	Standard-Nährstoffbedarf für gut versorgte Böden (Nährstoffgehaltssklasse C2)			
	dt/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	MgO kg/ha	B kg/ha
Batavia	500	35	180	28	0,1
Eichblatt	500	35	225	30	0,1
Eissalat-Frischmarkt (Kugeln)	500	28	150	29	0,1
Eissalat-Verarbeitung	700	40	210	32	0,1
Endivien-Frischmarkt	700	40	385	41	0,1
Endivien-Verarbeitung	950	60	520	48	0,1
Frisee-Frischmarkt	400	25	220	32	0,1
Frisee-Verarbeitung	550	35	300	37	0,1
Kopfsalat-Frischmarkt	500	35	180	33	0,1
Kopfsalat-Verarbeitung	400	27	145	30	0,1
Lollo	400	30	180	28	0,1
Pflücksalat (Babyleaf, 10 cm Schnitt)	150	15	90	27	0,1
Radicchio-Frischmarkt	300	28	145	30	0,1
Radicchio-Verarbeitung	400	37	191	33	0,1
Romana-Herzen klein 200 g	250	25	100	26	0,1
Romana-Herzen groß 500 g	450	40	180	30	0,1
Romana-groß mit Umblatt	700	60	280	35	0,1
Salanova	500	35	180	28	0,1
<b>Durchschnitt Salate (gerundete Werte)</b>	<b>490</b>	<b>35</b>	<b>215</b>	<b>32</b>	<b>0,1</b>

#### 4.5 Was tun bei sehr hohem bzw. sehr geringen Düngebedarf?

##### Was tun bei einem sehr hohen Nährstoffbedarf?

Vor allem bei unversorgten Böden entsteht laut Praktikeranleitung manchmal ein sehr großer Nährstoffbedarf, der zu Salzsäden führen kann. Deshalb bei der Ausbringung großen Düngermengen auf eine gute Einmischung in den Boden achten. Der rechnerische Nährstoffbedarf muss nicht ungedingt in voller Höhe zu den als salzempfindlich geltenden Salatkulturen verabreicht werden. Wichtig ist ein Ausgleich innerhalb der Fruchtfolge.

##### Was tun bei geringem Nährstoffbedarf:

In vielen Fällen entsteht bei der Düngeplanung für einzelne Nährstoffe ein nur geringer Nährstoffbedarf. Dann ergibt sich die Frage ob es sich lohnt diesen auszubringen. Insbesondere bei gut versorgten Böden der Stufe D oder E kann man dann vorübergehend, problemlos auf die Düngung dieser Mengen verzichten.

Bei einem Nährstoffbedarf von z.B. weniger als 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 100 kg K<sub>2</sub>O/ha 20 kg MgO/ha oder 100 g B/ha kann man durchaus auf die Ausbringung verzichten und die Fehlmenge später bei einer der Folgekulturen verabreichen.

## 5. Stickstoff (N)-Versorgung

Stickstoff ist der bedeutendste und am schwierigsten zu optimierende Nährstoff beim Anbau von Salat. Einerseits geht es darum genügend Stickstoff anzubieten damit der Ertrag und die Qualität stimmen, andererseits droht bei einer Übersorgung Ausfall durch Innenbrand und ein erhöhter Nitratgehalt im Ernteprodukt.

### 5.1 Grundlagen der Stickstoffversorgung

Bei der Stickstoffversorgung im Salatanbau arbeitet man mit N-Sollwerten unter Berücksichtigung des üblichen N-Gehaltes im Aufwuchs sowie des Nmin-Angebotes im Boden.

#### 5.1.1 N-Sollwertermittlung am Beispiel Kopfsalat-Frischmarkt

Für die N-Sollwertberechnung bei Kopfsalat wird ein Aufwuchs von 600 dt/ha mit einem N-Gehalt von 110 kg N/ha angenommen. Addiert man dazu den üblichen Sicherheitszuschlag von 40 kg N/ha, so ergibt sich ein N-Sollwert von 150 kg N/ha (Tab.9).

Kopfsalat Frischmarkt im Saisonverlauf	25. Febr.	1. April	1. Mai	5. Sep.
<b>Aufwuchs</b>	<b>500 dt</b>	<b>600 dt</b>	<b>600 dt</b>	<b>600 dt</b>
N-Gehalt im Aufwuchs	90 kg	110 kg	110 kg	110 kg
plus N-Sicherheitszuschlag	+ 80 kg	+ 40 kg	+ 40 kg	+ 40 kg
<b>N-Sollwert zur Pflanzung</b>	<b>170 kg</b>	<b>150 kg</b>	<b>150 kg</b>	<b>150 kg</b>

Beim allerersten Satz in der Tabelle 9 wird aufgrund der gewünschten Frühzeitigkeit ein verringerter Aufwuchs von 500 dt/ha mit einem N-Gehalt von 90 kg N/ha angenommen. Wegen der ungünstigen Wachstumsbedingungen und der gewünschten Frühzeitigkeit ist hier ein N-Sicherheitszuschlag von 80 kg N/ha zur Pflanzung nötig (Tab.9). Der sich daraus ergebende Sollwert beträgt dann 170 kg N/ha.

Im Teil II der Praktikeranleitung stehen die nach dieser Methode berechneten N-Sollwerte von allen wichtigen Salatarten. Zusätzlich gibt es nach dem „Kulturbegleitendes Nmin-Sollwertesystem“ (KNS-System), auch N-Sollwerte für jeden beliebigen Düngetermin. In der Tabelle 16 stehen alle möglichen N-Sollwerte für das Beispiel Kopfsalat-Frischmarkt bereit.

#### 5.1.2 Ermittlung der zu düngenden N-Menge im Saisonverlauf

Um die zu düngende N-Menge für Kopfsalat zu ermitteln, ist von den N-Sollwerten in Tab.10, der aktuell gemessene Nmin-Bodenvorrat in der Bodenschicht 0-30 cm sowie die Standard N-Mineralisierungsmenge laut Tab. 11 abzuziehen. Wie die Tab. 10 zeigt, liegt die üblicherweise zu düngende N-Menge bei Kopfsalat zwischen 70 und 140 kg N/ha.

Kopfsalat Frischmarkt im Saisonverlauf	25. Febr.	1. April	1. Mai	5. Sep.
<b>N-Sollwert zur Pflanzung</b>	<b>170 kg</b>	<b>150 kg</b>	<b>150 kg</b>	<b>150 kg</b>
minus gemessener Nmin in 0-30 cm (Beispiel)	- 5 kg	- 15 kg	- 40 kg	- 50 kg
minus N-Mineralisierung (aus Tab. 10)	- 15 kg	- 20 kg	- 20 kg	- 30 kg
<b>N-Bedarf (= zu düngende N-Menge)</b>	<b>140 kg</b>	<b>125 kg</b>	<b>90 kg</b>	<b>70 kg</b>

Damit es nicht zu einer größeren und nur schwer abschätzbaren N-Nachlieferungen aus Ernterückständen der Vorkultur kommt, sind Getreide und ähnliche Kulturen mit geringen Nmin-Resten und geringen Ernterückständen als Vorfrüchte zu bevorzugen!

### 5.2 N-Nachlieferung durch Mineralisierung im Boden




Der Boden kann durch Mineralisierung erhebliche N-Mengen freisetzen. Großen Einfluss haben dabei die Temperatur, die Bodenfeuchte, der Humusgehalt und die Vorfrucht. Ein genaues Abschätzen der zu erwartenden Menge ist bisher nicht möglich. Deshalb die Nmin-Messung so spät wie möglich durchführen und danach erst die N-Nachlieferung des Bodens für die restliche Kulturzeit abschätzen. Die folgende Tabelle 11 zeigt die in der Pfalz üblichen Mineralisierungsraten in Abhängigkeit von Jahreszeit, bzw. dem Monat und der Bodentemperatur.

Monat	Jan.	Feb.	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	N-Summe pro Jahr
Boden-Temperatur in °C	4	4	7	12	17	22	22	22	18	13	10	4	
N-Mineralisierung (g N/ha)	3	3	6	10	15	20	20	20	16	11	8	3	135 kg

Im Gemüsebau der Pfalz ist demnach damit zu rechnen, dass der Boden z.B. im Sommer während der üblichen Kulturdauer von 5 Wochen rund 25 kg N/ha freisetzt bzw. nachliefert. Gefördert wird die N-Nachlieferung vor allem durch hohe Temperaturen, einer optimale Bodenfeuchte, leichtverrottbare, organischen Bestandsreste und sowie einer belüftenden Bodenbearbeitung.

### 5.3 Standard N-Düngetermine

Beim Anbau von Salat ist es empfehlenswert die N-Düngung entweder zur Pflanzbeetbereitung oder direkt nach der Pflanzung (Abb. 8) zu verabreichen. Vor allem auf sehr leichten Böden kann es sinnvoll sein, den Dünger erst direkt nach der Pflanzung auszustreuen. Damit es dabei nicht zur Verbrennungen kommt, nur geeignete Düngemittel verwenden und möglichst gleich beregnen. Eine N-Kopfdüngung, vor allem zum Kulturrende, erhöht das Innenbrandrisiko und sollte deshalb nur im Notfall, z.B. bei N-Verlusten nach stärkeren Niederschlägen, erfolgen.

Kurz vor der Pflanzung	Direkt nach Pflanzung	Kopfdüngung im Notfall
		
Abb. 8: N-Düngung vor der Pflanzung (Schlaghecken)	Abb. 9: N-Düngung direkt nach der Pflanzung (Schlaghecken)	Abb. 10: Flüssige N-Kopfdüngung (Schlaghecken)

### 5.4 N-Sollwerte für beliebige Düngetermine bei den einzelnen Salatarten

In besonderen Fällen, wie z.B. nach einem starken Niederschlag, kann es notwendig werden, eine N-Kopfdüngung durchzuführen. Um hier alle notwendigen Sollwerte für jede Salatart und jede Kulturwoche bereitzuhaben, gibt es die „Sollwerttabellen für beliebige N-Düngetermine“. In der folgenden Tab. 12 sind beispielhaft die Werte für Kopfsalat aufgeführt. Im Teil II der Praktikeranleitung befinden sich die Tabellen für alle anderen Salatarten.

### 5.5 N-Sollwerte für beliebige Düngetermine am Beispiel Kopfsalat

Mit Hilfe der Tabelle 12 lässt sich für beliebige Düngetermine der **Nmin-Sollwert** ablesen. Dieser gilt jeweils für den Beginn der Kulturwoche.  
**Leleseispiel** für einen Bestand in der 4. Kulturwoche bei einer Pflanzung am 1. Juli: Der Nmin-Sollwert beträgt laut Tabelle 134 kg N/ha.

**Tabelle 12: Kopfsalat Frischmarkt: N-Sollwerte in kg N/ha für beliebige Düngetermine**

- Übliche Saison: Aufwuchs 600 dt/ha = 110 kg N/ha. Nmin-Mindestangebot zur Ernte von 40 kg N/ha.

- Erster Frühsatz: Aufwuchs 500 dt/ha = 95 kg N/ha. Plus 80 kg N/ha Zuschlag zu Kulturbeginn, danach bis auf 40 kg N/ha abgesenkt (Mindestangebot)

Kulturverlauf		Nmin-Sollwerte und N-Aufnahme im Saisonverlauf in kg/ha																	
		25. Febr.			1. April			1. Mai			1. Juli			1. August			1. September		
		(56 Tage)			(49 Tage)			(35 Tage)			(35 Tage)			(42 Tage)			(56 Tage)		
		N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (30 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (30 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (30 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (30 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (30 cm)	N-Aufnahme		Nmin-Sollwert (30 cm)
Woche	Tag	bis Ernte-ende	pro Woche		bis Ernte-ende	pro Woche		bis Ernte-ende	pro Woche		bis Ernte-ende	pro Woche		bis Ernte-ende	pro Woche		bis Ernte-ende	pro Woche	
1.	1.-7.	90	0	170	110	0	150	110	1	150	110	1	150	110	1	150	110	1	150
2.	8.-14.	90	1	160	110	1	150	109	3	149	109	3	149	109	3	149	109	2	149
3.	15.-21.	89	2	149	109	4	149	106	12	146	106	12	146	106	10	146	107	8	147
4.	22.-28.	87	3	137	105	10	145	94	44	134	94	44	134	96	22	136	99	20	139
5.	29.-35.	84	7	124	95	15	135	50	50	90	50	50	90	74	34	114	79	28	119
6.	36.-42.	77	12	117	80	30	120							40	40	80	51	23	91
7.	43.-49.	65	25	105	50	50	90										28	18	68
8.	50.-56.	40	40	80													10	10	50
9.	57.-63.																		

## 5.6 N-Mindestangebot und Zweimaldüngung

Bei den meisten Salatarten ist die Kulturdauer normalerweise so kurz, dass es vorteilhaft ist, den gesamten N-Bedarf (N-Sollwert minus Nmin-Bodenvorräte sowie abzüglich der geschätzten N-Nachlieferung) zur Pflanzung zu verabreichen. So lässt sich das Innenbrandrisiko vermindern und eine ausreichende Umblattbildung sicherstellen. Will man z.B. bei einer länger stehenden Salatart den N-Bedarf in zwei Gaben verabreichen, so kann man den N-Bedarf halbieren bzw. beliebig aufteilen. Dabei ist zu bedenken, dass zur optimalen Umblattbildung ein Mindestangebot (Tab. 13) zur Pflanzung im Boden vorhanden sein sollte.

**Tab. 13: N-Mindestangebot bei Zweimaldüngung im Salatanbau in kg N/ha**

Salatanbau Frischmarkt im Saisonverlauf	25. Febr.	1. April	1. Mai	5. Sep.
N-Mindestangebot zur Pflanzung	120 kg N/ha	80 kg N/ha	80 kg N/ha	80 kg N/ha
N-Mindestangebot zur Ernte	40 kg N/ha	40 kg N/ha	40 kg N/ha	40 kg N/ha

## 5.7 Standarddaten für die Stickstoffdüngung ohne Nmin-Messung

Eine optimale N-Versorgung ist nur möglich, wenn man den Nmin-Bodenvorrat in der durchwurzelbaren Bodenschicht berücksichtigt. Liegt jedoch in bestimmten Fällen keine Nmin-Untersuchung vor, sollte auf keinem Fall der N-Sollwert, sondern je nach Anbautermin, eine reduzierte N-Menge gedüngt werden. **Beim ersten Anbausatz im Frühjahr** erscheint eine Reduzierung um 20 kg N/ha sinnvoll (Tab. 14).

**Tab. 14: Pauschaler N-Bedarf für den ersten Anbausatz im Frühjahr**

Salatarten	Gesamt Aufwuchs	N im Aufwuchs	Bodentiefe zu Kulturende	N- Sollwert bei einmal Düngung	Pauschale N-Menge ohne Nmin-Messung bei 1 x Düngung
	dt/ha	kg N/ha	cm	kg N/ha	kg N/ha
Batavia	500	95	30	175	<b>155</b>
Eichblatt	500	95	30	175	<b>155</b>
Eissalat Frischmarkt	600	80	30 (60)	160	<b>140</b>
Eissalat Verarbeitung	800	105	30 (60)	185	<b>165</b>
Endivie Frischmarkt	700	140	30	220	<b>200</b>
Endivie Verarbeitung	900	180	30 (60)	260	<b>240</b>
Frisee Frischmarkt	400	100	30	180	<b>160</b>
Frisee Verarbeitung	500	125	30	205	<b>185</b>
Kopfsalat Frischmarkt	500	90	30	170	<b>150</b>
Kopfsalat Verarbeitung	600	110	30 (60)	190	<b>170</b>
Lollo	400	75	30	155	<b>135</b>
Pflücksalat (Babyleaf)	200	70	30	150	<b>130</b>
Radicchio Frischmarkt	400	100	30 (60)	180	<b>150</b>
Radicchio Verarbeitung	500	125	30 (60)	205	<b>185</b>
Romana Herzen klein	400	110	30	190	<b>170</b>
Romana Herzen groß	600	120	30 (60)	200	<b>180</b>
Roman groß mit Umblatt	600	120	30 (60)	200	<b>180</b>
Salanova	450	90	30	170	<b>150</b>
<b>Durchschnitt der Salatarten</b>	<b>531</b>	<b>107</b>	<b>30</b>	<b>187</b>	<b>167</b>

Bei den späteren Sätzen **im Sommer und Herbst** ist mit erheblichen Nmin-Bodenvorräten zu rechnen. In der Tabelle 15 stehen die Erfahrungswerte für eine Pauschaldüngung. Bei Getreidevorfrucht wird man mehr geben und bei einer N-reichen Vorkultur wie z.B. Blumenkohl weniger.

<b>Tab. 15: Pauschaler N-Bedarf für den Anbau von Salat vom Frühlommer bis Herbst.</b>					
Salatarten	Gesamt Aufwuchs	N im Aufwuchs	Bodentiefe zu Kulturende	N- Sollwert bei einmal Düngung	Pauschale N-Menge ohne Nmin-Messung bei 1 x Düngung
	dt/ha	kg N/ha	cm	kg N/ha	kg N/ha
Batavia	600	115	30	155	80
Eichblatt	600	115	30	155	80
Eissalat Frischmarkt	800	105	30 (60)	145	80
Eissalat Verarbeitung	1.000	130	30 (60)	170	90
Endivie Frischmarkt	900	180	30	220	120
Endivie Verarbeitung	1.200	240	30 (60)	280	150
Frisee Frischmarkt	500	125	30	165	90
Frisee Verarbeitung	700	175	30	215	120
Kopfsalat Frischmarkt	600	110	30	150	80
Kopfsalat Verarbeitung	800	145	30 (60)	185	100
Lollo	500	95	30	135	75
Pflücksalat (Babyleaf)	200	70	30	110	60
Radicchio Frischmarkt	500	125	30 (60)	165	90
Radicchio Verarbeitung	700	175	30 (60)	215	120
Romana Herzen klein	450	120	30	160	90
Romana Herzen groß	800	160	30 (60)	200	110
Roman groß mit Umblatt	800	160	30 (60)	200	110
Salanova	550	110	30	150	80
<b>Durchschnitt der Salatarten</b>	<b>678</b>	<b>136</b>	<b>30</b>	<b>176</b>	<b>96</b>

### 5.8 Weitere Möglichkeiten der N-Optimierung

Der Wunsch nach optimalen Erträgen und Qualitäten, die stark steigenden Preise für Stickstoffdünger sowie die hohen Anforderungen der Umweltbehörden sind der Grund dafür, über weitere Optimierungsmöglichkeiten bei der Stickstoffdüngung nachzudenken. Insbesondere, wenn man bei einer Kontrollmessung zu Kulturende überhöhte Nmin-Reste findet, gilt es nach weiteren Optimierungsmöglichkeiten zu suchen.

Stellt man auf Grund einer Nmin-Kontrollmessung zu Kulturende fest, dass der Nmin-Werte anstelle von z.B. 40 kg N/ha bei 110 kg N/ha liegt, ergibt sich hieraus der Hinweis, dass man eventuell 70 kg N/ha hätte einsparen können.

**Ansatzpunkte für eine weitere N-Optimierung:** (Details siehe Folgeseite!)

- N-Nachlieferung aus größeren Mengen an Ernterückstände besser nutzen!
- Bei hohen Humusgehalten die höhere N-Nachlieferung beachten!
- Hohe Nmin-Werte in einer nicht berücksichtigten Bodenschicht einbeziehen!

**N-Nachlieferung aus größeren Mengen an Ernterückstände besser nutzen:**

In den Ernterückständen bestimmter Kulturen sind beachtliche N-Mengen enthalten. Während der Vegetationszeit von Mai bis September können frisch eingearbeitete Ernterückstände von Gemüsekulturen etwa 70% ihres N-Gehaltes in rund 8 Wochen freisetzen. Diese N-Menge ist unbedingt bei der Planung der Folgekultur zu berücksichtigen. Bei Brokkoli als Vorkultur kann man einen Teil der in den Ernterückständen enthaltenen N-Menge von 200 kg N/ha für die Folgekultur nutzen.

**Bei hohen Humusgehalten die höhere N-Nachlieferung beachten!**

Böden mit sehr hohen Humusgehalten können beachtliche N-Mengen freisetzen, die es zu nutzen gilt! Als Basis für eine Anrechnung kann die Standard-N-Mineralisierung in der Tabelle 11 dienen. Bei sehr humushaltigen Böden kann die Mineralisierung durchaus doppelt so hoch liegen wie beim Standard.

**Hohe Nmin-Werte in einer nicht berücksichtigten Bodenschicht einbeziehen!**

Üblicherweise werden beim Anbau von Salate die Nmin-Mengen in den Bodenschichten 0-30 cm berücksichtigt. Bei günstigen Bodenverhältnissen und längerer Kulturdauer wie z.B. bei Endivien, Eissalat und Radicchio gehen die Wurzeln evtl. auch in die zweite Schicht und nutzen das dortige Nmin-Angebot. Versuche zeigen, dass man evtl. einen Teil der in der zweiten Schicht gefundenen Nmin-Mengen, ohne Ertragsverluste, bei der Düngung anrechnen konnte.

**Was ist zu tun?**

Um die verschiedenen N-Reserven zu nutzen, empfiehlt sich die Anlage eines Düngefensters.

**N-Düngefenster als Hilfsmittel zu N-Optimierung:**

Eine Methode zur Optimierung der N-Versorgung ist die Anlage eines N-Düngefensters (Abb. 11 u. 12). Hier wird die N-Düngung entweder pauschal z.B. um 50 kg N/ha reduziert oder man berücksichtigt von der in der zweiten Bodenschicht gefundenen Nmin-Menge ein Drittel oder sogar die Hälfte. Findet man in der bisher standardmäßig nicht berücksichtigten Bodenschicht, z.B. 110 kg N/ha, so könnten man z.B. 40 kg N/ha bei Düngung anrechnen. Am Bestand wird sichtbar, ob noch nutzbare N-Reserven vorlagen.

Zeigt sich im Düngefenster ein N-Mangel, so war unter den vorliegenden Bedingungen keine N-Reduzierung möglich (Abb. 11). Ist der Aufwuchs im Düngefenster genau so gut (Abb. 12), erscheint eine reduzierte N-Düngung in Zukunft denkbar!

Die hier angesprochenen Möglichkeiten der N-Optimierung sind nur flächenspezifisch nutzbar! Sie erfordern Anbauerfahrung und gute Kenntnisse über die Bodenverhältnisse.



Abb. 11: N-Mangel im Düngefenster bei reduzierter N-Düngung. Fazit: Keine N-Reserven vorhanden! (Schlaghecken)



Abb. 12: Optimaler Aufwuchs im Düngefenster bei reduzierter N-Düngung. Fazit: N-Reserven vorhanden! (Schlaghecken)



## 5.9 Nitrat im Ernteprodukt!

Da sich der Pflanzennährstoff Nitrat insbesondere in den Blättern und Blattrippen anreichert, gehören Salate mit ihren mittleren Nitratgehalten von ca. 2.000 mg NO<sub>3</sub>/kg Frischsubstanz und einer Schwankungsbreite von 1.000-5.000 mg NO<sub>3</sub>/kg Frischsubstanz zu den Gemüsearten, die auf natürliche Weise hohe Nitratgehalte aufweisen. Hohe Nitratgehalte in Gemüse gelten immer noch als gesundheitsbedenklich, ohne dass bislang allerdings ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Nitratgehalt im Gemüse und Krebsrisiko belegt werden konnte. Die neue Studie der EU-Behörde für Lebensmittelsicherheit (efsa) von 2008 sagt unter anderem: „Insgesamt ist es unwahrscheinlich, dass die geschätzten Nitratbelastungen durch Gemüse zu nennenswerten Gesundheitsrisiken führen, daher überwiegen die anerkannten günstigen Auswirkungen des Gemüseverzehr.“

Für die derzeitige Salatproduktion gelten jedoch immer noch die bekannten Nitrathöchstmengen für Salate (Tab. 16).

### 5.9.1 Gesetzliche Grundlagen

Um gesundheitlichen Problemen vorzubeugen, hat die EU-Kommission in der Verordnung (EG) Nr. 563/2002 vom 2.4.2002 (bestätigt 2005) folgende verbindlichen Höchstgehalte für Nitrat in Salat festgelegt:

Salatart	Kopfsalat, Lollo, Eichblatt, Schnittsalat, Romana		Eissalat
	1. April bis 30. September	1. Oktober bis 31. März	Ganzes Jahr
Freiland	2.500 mg NO <sub>3</sub> /kg	3.500 mg NO <sub>3</sub> /kg	2.000 mg NO <sub>3</sub> /kg
Gewächshaus	3.500 mg NO <sub>3</sub> /kg	4.500 mg NO <sub>3</sub> /kg	2.500 mg NO <sub>3</sub> /kg

#### Einfluss der Probenahme und Analysedurchführung

Der Gesetzgeber hat zum Schutze des Verbrauchers Nitrat-Höchstmengen erlassen. Dabei geht es darum, im verzehrbaren Teil, überhöhte Nitratgehalte zu vermeiden. Da sich die hohen Nitratgehalte beim Salat (*Lactuca*-Arten) hauptsächlich in den Blattrippen befinden, hat die sachgerechte Probenahme bzw. Probenaufbereitung einen beachtlichen Einfluss auf das gefundene Analysenergebnis. Die Abb. 13 zeigt den verzehrbaren Teil bei Eissalat, die Abb. 14 bei Kopfsalat. Pauschal kann man sagen, dass bei den kopfbildenden Salaten der üblicherweise verzehrte Anteil etwa 60% beträgt. Bei der Nitratanalyse sollten deshalb rund 40% der äußeren Umblätter samt Strunk entfernt werden!



Abb. 13: Übliche Eissalatvermarktung als „Kugel“, die weitgehend dem verzehrten Anteil entspricht. (Schlaghecken)



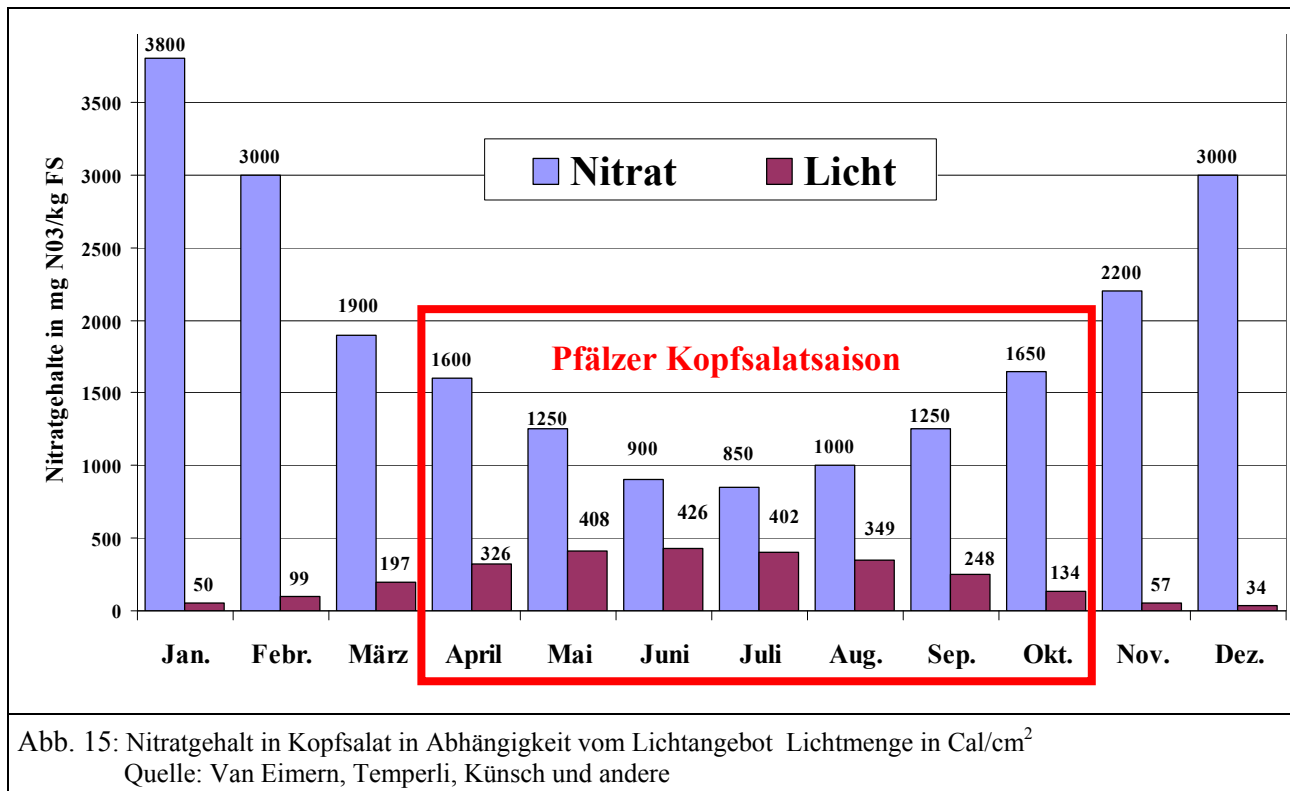
Abb. 14: Übliches Kopfsalatherz, das dem weitgehend dem verzehrten Anteil entspricht. (Schlaghecken)

### 5.9.2 Faktoren die den Nitratgehalt in Salat beeinflussen

Den größten Einfluss auf den jeweiligen Nitratgehalt im Salat hat das Lichtangebot bzw. die Jahreszeit (Abb. 15), das Stickstoffangebot des Bodens sowie die Anbaumethode.

#### Einfluss von Lichtangebot und Jahreszeit auf den Nitratgehalt von Kopfsalat

Viele Untersuchungen zeigen den großen Einfluss der Jahreszeit auf den Nitratgehalt im Produkt. Die Abb. 15 zeigt, dass die Nitratgehalte von im Winter angebautem Salat doppelt bzw. drei Mal so hoch liegen als Salate aus dem Sommeranbau.



#### Einfluss des Stickstoffangebotes im Boden

Versuche zeigen, dass der Nitratgehalt im Produkt auch durch das Stickstoffangebot im Boden beeinflusst wird. Ein überhöhtes N-Angebot, insbesondere zu Kulturrende, hat oft einen erhöhten Nitratgehalt im Ernteprodukt zur Folge. In bestimmten Fällen ist der N-Bodenvorrat bzw. die N-Nachlieferung so groß, dass auf eine N-Düngung verzichtet werden kann (Abb. 16).



Abb. 16: Kopfsalat N-Düngeversuch: Rechts 120 kg N/ha, links ohne N-Düngung, das N-Angebot aus Nmin-Vorrat plus N-Nachlieferung war ausreichend. (Schlaghecken)

### **Einfluss des Anbauverfahrens (Ökologisch + konventionell)**

Auch das Anbauverfahren hat einen Einfluss auf den Nitratgehalt. Untersuchungen am Umweltinstitut München ergaben, dass Kopfsalate aus biologischem Anbau im Mittel weniger Nitrat enthalten als konventionell angebaute Salate. Generell hat man aber auch hier im Winterhalbjahr erheblich höhere Werte als im Sommerhalbjahr.

Interessant ist es festzustellen, warum die Nitratgehalte in Ökogemüse tendenziell niedriger sind als im konventionellen Anbau. Dieses ergibt sich auf Grund der organischen N-Düngung, bei der die pflanzenverfügbare N-Menge oftmals geringer ist als das N-Aufnahmevermögen der Pflanzen! Das nimmt man in Kauf, da man im Ökoanbau auch mit kleineren, weniger einheitlichen Salatköpfen zufrieden ist.

Auch im konventionellen Anbau kann man durch ein reduziertes, „suboptimales“ N-Angebot sehr leicht die Nitratgehalte in der Pflanze senken. Dabei zu bedenken ist jedoch, dass die Erträge sinken und mit Qualitätseinbußen zu rechnen ist.

### **Einfluss der Kopfdüngung**

Die Erfahrungen zeigen, dass späte N-Kopfdüngungsgaben den Nitratgehalt im Ernteprodukt erhöhen können. Beim Anbau von Salat möglichst auf N-Kopfdüngergaben in der zweiten Kulturhälfte verzichten!

### **Nitrathöchstmengeüberschreitungen sind nicht immer zu vermeiden**

Die für unseren Freilandanbau geltenden Nitrathöchstmengen lassen sich nicht immer einhalten. Untersuchungen zeigen, dass es vor allem im Frühjahr und Herbst zu Überschreitungen kommen kann. Gezielte Maßnahmen zur Verringerung des Nitratgehaltes im Produkt sind deshalb vor allem in der kritischen Zeit (Frühjahr und Herbst) notwendig.

#### **Maßnahmen zur Minimierung der Nitratgehalte in Salat!**

- Nmin-Bodenvorräte vor jeder Düngung messen und bei der N-Bedarfsplanung anrechen
- Vorkulturen mit hohen N-Mengen in den Ernteresten meiden
- Böden mit Humusgehalte über 4% sind im Sommer und Herbst weniger günstig
- Die zu erwartende N-Nachlieferung des Bodens abschätzen und anrechen
- Düngefenster mit reduziertem N-Angebot anlegen
- Ab der 3. Kulturwoche möglichst keine N-Kopfdüngung mehr durchführen

## 6. Spezielle Ernährungsfragen und Düngungshinweise

### 6.1 Hinweise zu den einzelnen Nährstoffen

#### Stickstoff (N)

Dieser Nährstoff hat den größten Einfluss auf den Anbauerfolg (Abb. 17). Bei einer typischen Kopfsalat-Sommerkultur für den Frischmarkt (Abb. 18) z.B. nimmt die N-Aufnahme pro Woche schnell von 1 kg N/ha auf 55 kg N/ha zu. Auf Grund dieses rasanten Wachstums kommt es gelegentlich zu physiologischen Störungen wie z.B. Innenbrand.



Abb. 17: N-Steigerungsversuch (Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan)

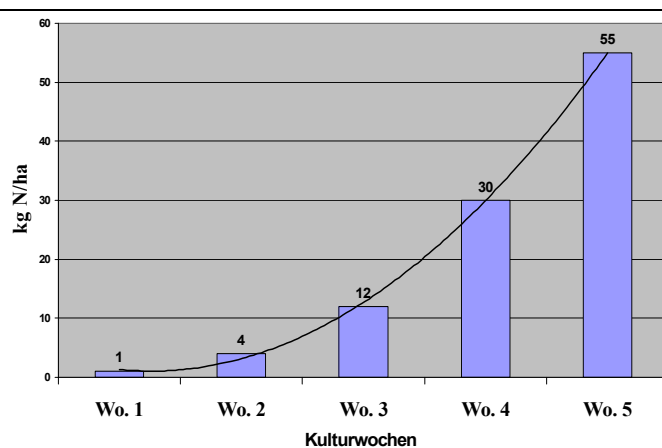


Abb. 18: N-Aufnahme pro Woche bei 600 dt/ha Aufwuchs  
N-Summe: 110 kg/ha, (Schlaghecken)

Stickstoffmangel führt schnell zu Wuchshemmungen (Abb. 19), Kümmerwuchs, Aufhellungen (Abb. 20) und Vergilbungen der gesamten Pflanze. Bei einer Unterversorgung zu Kulturbeginn bilden sich zu kleine Umblätter, so dass die Vermarktungsfähigkeit gefährdet ist.



Abb. 19: N-Mangel (rechts) im Gefäßversuch  
(Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan)



Abb. 20: N-Mangel im Regnerbereich  
(Schlaghecken)

Zu einer N-Übersorgung kommt es, wenn man größere Mengen an Nmin-Bodenvorräten nicht berücksichtigt und die Vorfrucht größere N-Mengen in den Ernterückständen hinterlässt. Zu viel Stickstoff führt zu einer erhöhten Wachstumsrate und fördert damit das Auftreten von Innenbrand und Glasigkeit. Nähere Details dazu siehe unter dem Thema „Calcium“. Bei einem Stickstoffüberangebot kann es vor allem in der lichtarmen Zeit zu überhöhten Nitratgehalten im Ernteprodukt kommen. Nähere Details dazu siehe unter Punkt 5.9.

### Calcium (Ca)

In der Praxis gibt es beim Anbau der verschiedenen Salatarten (*Lactuca* und *Cichorium*) noch immer relativ häufig Probleme, die auf einen Calciummangel in den Blatträndern zurückzuführen sind. Unter ungünstigen Bedingungen werden bestimmte Gewebebereiche unzureichend mit Calcium versorgt, obwohl meistens genügend Calcium im Boden vorhanden ist.

Nähere Details dazu siehe unter Punkt 6.2. Ca-Mangel im Boden führt in einem Weihenstephaner Kopfsalatversuch zu deutlichen Wuchsdepressionen, verbunden mit dem Auftreten von schwarzen, nekrotischen Flecken an den Blatträndern der jüngeren Blätter.

Im Rahmen der Bodenpflege und Düngung ist natürlich auf jeden Fall sicher zu stellen, dass im Boden jederzeit genügend Calcium vorhanden ist. Deshalb den empfohlenen PH-Wert einstellen und darauf achten, dass sich freier Kalk in der Bodenlösung befindet.

### Kalium (K)

Kalium ist ein wichtiger Pflanzennährstoff, bei dem es heute kaum noch zu Mangel (Abb. 21) oder einer Überversorgung (Abb. 22) kommt. Mangel zeigt sich vor allem an den älteren Blättern in Form von gelblichen, gräulichen oder bräunlichen Nekrosen, die am Rand und in den Interkostalfeldern auftreten.

Zur Kaliumversorgung sulfathaltige Dünger verwenden, da chloridhaltige Dünger Schäden verursachen können. Probleme können auch auftreten, wenn vor kurz vor der Pflanzung sehr große Mengen an Kalium, z.B. mehr als 300 kg K<sub>2</sub>O/ha gestreut wurden. Bei unterversorgten Böden die größeren Düngermengen schon einige Wochen vor der Pflanzung ausbringen und gut einarbeiten.



Abb. 21: K-Mangel beginnt an den ältesten Blättern (Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan)



Abb. 22: Rechts K-Überversorgung mit 200% Kali (Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan)

### Magnesium (Mg)

Magnesiummangel (Abb. 23) tritt bei Freilandkopfsalat eher selten, wohl aber bei Endivien (Abb. 24) und dann vor allem bei zu kalter (unter 15°C) und nasser Witterung auf.



Abb. 23: Mg-Mangel an Kopfsalat (Alt, FH Osnabrück)



Abb. 24: Mg-Mangel an Endivien (Schlaghecken)

Der Mangel zeigt sich zuerst an den älteren Blättern. Die Interkostalfelder verfärben sich gelblich-bräunlich, während die Blattränder zunächst noch grün bleiben. Bei Einhaltung der empfohlenen Bodenversorgungsstufen lassen sich Probleme vermeiden.

### Schwefel (S)

Schwefel ist ein wichtiger Pflanzennährstoff. Eine regionale Unterversorgung ist möglich. Schwefelmangel tritt eher auf leichten, flachgründigen und humusarmen Standorten auf. Mangel zeigt sich in einer Aufhellung, meist der jüngeren Blätter. Die Blattadern bleiben zunächst noch dunkler grün als das umgebende Gewebe, bevor sie sich ebenfalls chlorotisch aufhellen. Salat gehört zu den Gemüsearten mit einer geringen S-Aufnahme: 500 dt/ha Kopfsalat erfordern ca. 10 kg S/ha. Durch die vorbeugende Verwendung sulfathaltiger N-, K- oder Mehrnährstoffdünger ist die S-Versorgung meistens gesichert.

### Bor (B)

Bor ist ein wichtiges Spurenelement. In der Praxis sind Mangelerscheinungen vor allem bei Rüben und Sellerie unter dem Namen „Herz- Trockenfäule“ bekannt.

Bei Salat scheint Bormangel an dem in der Praxis öfter vorkommenden Innenbrand (Tipburn) beteiligt zu sein. Eine Ursache für die bekannten Salat-Blattrandnekrosen an den älteren Umblättern kann ein Borüberschuss sein. Beide Problembereiche sprechen dafür, die Borversorgung mit Hilfe von Bodenuntersuchungen und Düngemaßnahmen zu optimieren. Da der pH-Wert auch einen großen Einfluss auf die Boraufnahme hat, ist es wichtig, diesen auf den empfohlenen Wert einzustellen.

Zur Optimierung der Borversorgung müssen zunächst einmal die üblichen Borgehalt in den Pflanzen sowie die B-Feldabfuhrwerte mit der Ernte bekannt sein. In einer Untersuchung des DLR-Rheinpfalz von 2008, konnten die wichtigen Werte ermittelt werden. Die Tabelle 17 zeigt die Mittelwerte von 5 Endivien- sowie 5 Kopfsalat-Standorten der Pfalz. Erstaunlicherweise liegen die Prozentgehalte der beiden Pflanzengattungen sowie der einzelnen Salatherkünfte sehr eng beieinander.

Der mittleren Borgehalt in der Trockensubstanz lag bei 28 mg B/kg, die Werte in der Frischsubstanz bei 1,5 bis 1,7 mg B/kg. Geht man z.B. beim Kopfsalat von einem Hektar-Aufwuchs von 600 dt aus, so waren darin 89 g B/ha enthalten. Bei einer Feldabfuhr von 500 dt/ha wurden somit 74 g B/ha abgefahren.

Pflanzenteile	Frischmasse			Trockensubstanz	
	Ø je Kopf	Wassergehalt	B/kg	% von der FS	B/kg
Endivien (5 Herkünfte)	1.059 g	93,9 %	1,7 mg	6,1 %	28,5 mg
Kopfsalat (5 Herkünfte)	700 g	94,5 %	1,5 mg	5,5 %	27,0 mg

**In der Salat-Anbaupraxis ist Bormangel weitgehend unbekannt.** Die exakte Diagnose eines Bormangels bei Salat ist schwierig, da die Symptome dem Innenbrand, Ca-Mangel an jungen Blättern ähneln. Bor-Mangel zeigt sich als Wuchshemmung bei dunkelgrüner Blattfärbung, rosettenförmigem Wuchs, sowie braunen Randnekrosen an den jüngsten Blättern. Bei starker Unterversorgung stirbt der Vegetationspunkt ab.

Zur Absicherung einer Bormangelsituation den Bodenvorrat und evtl. den Borgehalt in einer Mangelpflanze überprüfen. Im Boden sind Gehalte von 0,7-0,9 mg B/kg ( $B_{hwl}$ ) sinnvoll. Mangel gibt es evtl. bei Werten unter 0,7 mg B/kg ( $B_{hwl}$ ) Boden.

Laut McHargue und R.K.Calfee beträgt der übliche Borgehalt in der Trockensubstanz 25 bis 50 mg B je kg. Bei weniger als 20 mg B je kg Trockensubstanz zeigte der Kopfsalat Mangelsymptome. Trockenheit, insbesondere bei einem pH-Wert von über 7,0, frische Kalkungen sowie stark tonhaltige Böden erschweren die Boraufnahme.

**Tab. 18: Bor-Düngebeispiele**

Düngemittel-Beispiele	N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O+MgO	% B	Dünger je ha	kg N/ha	Gramm B/ha
Ammonsulfatsalpeter mit Bor	26 % N,	0,3%	5,7 dt	150 kg	1.710 g
Solubor Bodendüngung	-	17,5%	5,7 kg	-	1.000 g
Nitro Mg plus	12+5+17+5	0,03 %	12,5 dt	150 kg	416 g
Nitrophoska spezial Blau	12+12+17+2	0,02 %	12,5 dt	150 kg	250 g
Entec perfekt	14+7+17+2	0,02 %	10,7 dt	150 kg	215 g
Entec Blaukorn spezial	12+12+17+2	0,02 %	12,5	150 kg	250 g
Blattdüngung: Solubor	-	17,5 %	1,0 kg	-	175 g
Blattdüngung: Folifert	16+5+7+ 7	0,25%	4-(8) kg/ha	0,64 kg	10 g
Blattdüngung: Folicur	-	17,5%	2 kg	-	350 g

Zur Borversorgung bieten sich verschieden borhaltige Düngemittel an. In Frage kommen z.B. Mehrnährstoffdünger mit Borzusatz oder auch spezielle Bor-Einzeldünger (Tab. 18). Beim Salatanbau sollte die Borversorgung über den Boden erfolgen. Bor-Blattdüngemaßnahmen sind normalerweise nicht nötig. Reine Bordünger kann man wegen ihrer geringen Menge auch gut mit der Pflanzenschutzspritze auf unbestellte Felder ausbringen. Bei Bormangel sind Düngergaben von bis zu 1,0 kg B/ha üblich. Vorsicht vor hohen B-Gaben!

Verabreicht man beim Einsatz von Volldünger einmal zu viel Bor, so ist dass normalerweise unproblematisch, wenn die Borgabe bei der Düngung der Folgekulturen angerechnet wird.



Abb. 25: Übliche Blattrandnekrosen an einem älteren Salatblatt. (Schlaghecken)



Abb. 26: Randnekrosen durch 10-faches Bor-Angebot (Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan)

Die Bedeutung einer **Borübersorgung** wird in der Praxis eventuell unterschätzt. Das Krankheitsbild entspricht in etwa den immer wieder vorkommenden Blattrandnekrosen (Randen) an älteren Blättern (Abb. 25). An den Blatträndern der älteren Blätter und den Interkostalfeldern erscheinen braune Flecken (Abb. 26). Die absterbenden Gewebeteile trocknen ein und werden sehr dünn.

Laut Jim Brown akkumuliert sich Bor bei einer Übersorgung in den Blatträndern. In einem Versuch lag der B-Gehalt in der Trockenmasse einer Kopfsalatpflanze bei 39 ppm B. An der gleichen Pflanze fand man im nekrotischen Randbereich 143 ppm B.

Borüberschuss entsteht durch eine zu hohe Bordüngung, evtl. durch einen zu niedrigen PH-Wert, oder einem zu hohen Borgehalt im Beregnungswasser. Laut Katharina Anneser, Weihenstephan,

sollte das Beregnungswasser maximal 0,5 mg B/l enthalten. Zu beachten ist auch, dass Trinkwasser bis zu 1,0 mg B/l enthalten darf.

Um Schäden durch eine Borübersversorgung zu vermeiden, ist es wichtig, den pH-Wert, der Bodenart entsprechend zu optimieren. Alle 3 Jahre vorbeugend oder bei Problemen auch häufiger, den Borgehalt im Boden überprüfen. Eine Bordüngung nur unter Berücksichtigung der Bodengehalte durchführen. Bor-Überdüngung vermeiden!

Bei häufigen Problemen mit Blattrandnekrosen an den älteren Blättern eine Blattanalyse (ganze Pflanze und Randbereich getrennt untersuchen) erwägen und den Borgehalt im Beregnungswasser prüfen!

## Mangan (Mn)

Manganmangel ist bei Salat selten ein Problem. Nur auf Sand-, Niedermoor- und Marschböden besteht ein erhöhtes Risiko. Bei Manganmangel wird die gesamte Pflanze heller, das Wachstum ist kaum gehemmt. Bei stärkerem Mangel zeigen die älteren Blätter eine leichte Chlorose, die Blattadern bleiben jedoch grün.

Bei einer Unterversorgung des Bodens empfiehlt sich entweder eine Spritzung mit 0,1%iger Mangansulfatlösung oder das Einregnen von 2,5 kg/ha Mangansulfat.

Bei Salat treten häufiger Schäden durch Manganüberschuss auf. Die Übersversorgung ist im Anbau unter Glas ein bekanntes Problem nach der Bodendämpfung. Im Freiland findet man Mangantoxizität meist an Stellen mit extrem niedrigem pH-Wert (Abb. 27). Die empfohlenen pH-Werte von 5,8-7,5 je nach Bodenart, unbedingt einhalten. Bei Manganüberschuss bilden sich vor allem an den älteren Blättern gelbliche Flecken, die später zu größeren weißlichen Flecken zusammenlaufen und danach auch gelblich werden können (Abb. 28). In den meisten Fällen wird das üblicherweise im Boden vorhandene Mangan durch einen sehr niedrigen pH-Wert und durch starke Nässe vermehrt durch die Pflanzen aufgenommen. Große Bedeutung hat deshalb auch die Wasserversorgung. Stau-nässe ist zu vermeiden.



Abb. 27: Mn-Überschuss durch zu niedrigem pH-Wert in einer Bodensenke (Schlaghecken)



Abb. 28: Mn-Überschuss durch zu niedrigen pH-Wert (Schlaghecken)

## Molybdän (Mo)

Molybdän ist ein wichtiges Spurenelement. Mo-Mangel zeigt sich u.a. durch Nekrosen an den Blattspitzen (Abb. 29). Jungpflanzenanzuchten in molybdänarmen Substraten führen zur Totalausfällen (Abb. 30). In der üblichen Bodenkultur sind Mangel- bzw. Übersversorgungsprobleme bei Salat weitgehend ungekannt. Die Verfügbarkeit im Boden ist stark pH-Wert abhängig und wird extrem erschwert, wenn dieser zu niedrig ist. Bei den empfohlenen pH-Werten ist die Mo-Aufnahme normalerweise gesichert.



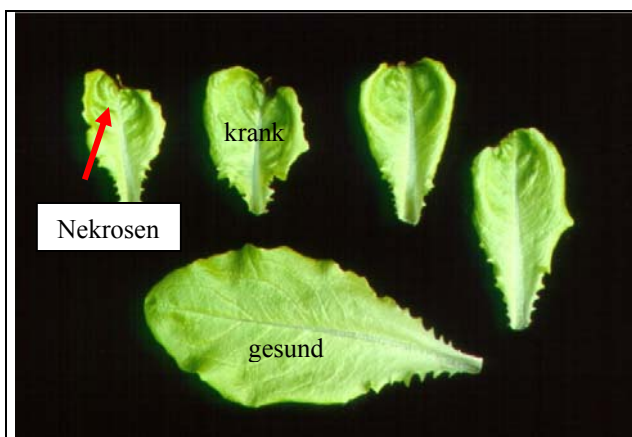


Abb. 29: Mo-Mangel im Gefäßversuch (Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan)



Abb. 30: Mo-Mangel in der Anzucht, rechts ohne Mo (Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan)

### Chlorid (Cl) und Salzverträglichkeit

Salat ist sehr chloridunverträglich und relativ salzempfindlich. Grundsätzlich sind chloridfreie bzw. chloridarme Düngemittel zu bevorzugen. Möglichst keine hohen Mineraldüngergaben direkt zum Salat geben. Bei unterversorgten Böden die empfohlenen Düngermengen schon einige Wochen vor der Pflanzung ausbringen und gut einarbeiten.

### 6.2 Blattrandnekrosen (Innenbrand = Tipburn) an den jüngeren Blättern

In der Praxis gibt es beim Anbau von Salat noch immer, relativ häufig, Probleme durch das Auftreten von Innenbrand bzw. Blattrandnekrosen an den jüngeren Blättern, die international als Tipburn bezeichnet werden. (Abb. 31 und 32).



Abb. 31: Typischer Innenbrand an Kopfsalat, verursacht durch Ca-Mangel. (Schlaghecken)



Abb. 32: Ca-Mangel an Kopfsalat in einer erdelose NFT-Kultur (Prof. Alt, FH Osnabrück)

Innenbrand ist aber nicht nur bei Kopf- und Blattsalaten ein Problem, auch Romanasalat ist empfindlich. Bei Endiviensalat als Vertreter der Gattung Cichorium spricht man nicht von Blattrandnekrosen, sondern nennt das Problem Kranzfäule. Die Abbildung 33 zeigt äußerlich sichtbare Schadsymptome, die Abb. 34 die Kranzfäule bzw. den Innenbrand im Innern eines Endivienkopfes.



Abb. 33: Endivienpflanze mit Kranzfäule (Blattrandnekrosen)  
(J. Schlaghecken)



Abb. 34: Endivienblätter mit Blattrandnekrosen  
(J. Schlaghecken)

Bei einem schnellen Wachstum, vor allem in Hitzeperioden und weiteren ungünstigen Bedingungen schaffen die Pflanzen beim Aufbau neuer Zellwände nicht genügend Calcium heran, so dass Blattrandnekrosen entstehen können. Zu bedenken ist dabei, dass Calcium vorwiegend mit dem Transpirationsstrom transportiert wird und nachträglich innerhalb der Pflanze nicht mehr beweglich ist. Für diesen Nährstoff ist demnach eine kontinuierliche Ca-Aufnahme erforderlich. Problemsituationen entstehen vorwiegend bei optimalen Wachstumsbedingungen mit hohen Temperaturen von über 25°C bei fehlender Taubildung in der Nacht.

### 6.2.1 Wie kann man einer Innenbrandbildung vorbeugen

#### Empfindliche Sorten möglichst meiden!

Im vorhandenen Sortenspektrum bei den Lactuca- und Cichorium-Salatarten gibt es beachtliche Unterschiede bezüglich der Innenbrand- bzw. Kranzfäule-Empfindlichkeit. In den Sortenempfehlungen des DLR-Rheinpfalz wird diese Sorteneigenschaft berücksichtigt und nur relativ tolerante Sorten empfohlen. Die aktuellen Sortenempfehlungen findet man in [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de) mit den Suchwörtern „Sortenhinweise Endivien“ usw.. Leider sind aber auch die besten Sorten manchmal noch empfindlich. Die Züchter sind deshalb aufgerufen nach weiteren Verbesserungen zu suchen. Neben der Auswahl robuster Sorten sind weiterhin die genannten Vorbeugemaßnahmen notwendig.

#### Ein großes Wurzelwerk ist nützlich!

Die Calciumaufnahme wird durch ein möglichst großes Wurzelwerk erleichtert. Erfahrungen zeigen, dass Direktsaatsalat im Vergleich zu Salatpflanzen, die in Erdpresstöpfen herangezogen wurden auf Grund ihres größeren Wurzelwerkes weniger innenbrandgefährdet sind. Jede Bodenverdichtung im Wurzelbereich ist demnach zu vermeiden.

#### Für eine ausreichende Bodenfeuchte und Beregnung sorgen!

Das für den Aufbau von Zellwänden benötigte Calcium kann nur mit Hilfe von Bodenfeuchtigkeit in die neu zu bildenden Pflanzenteile transportiert werden. Der Nachschub darf nicht durch Wassermangel unterbrochen werden. Eine Optimierung der Bewässerung ist auf jeden Fall hilfreich bei den Bemühungen Innenbrand und Kranzfäule zu vermeiden.

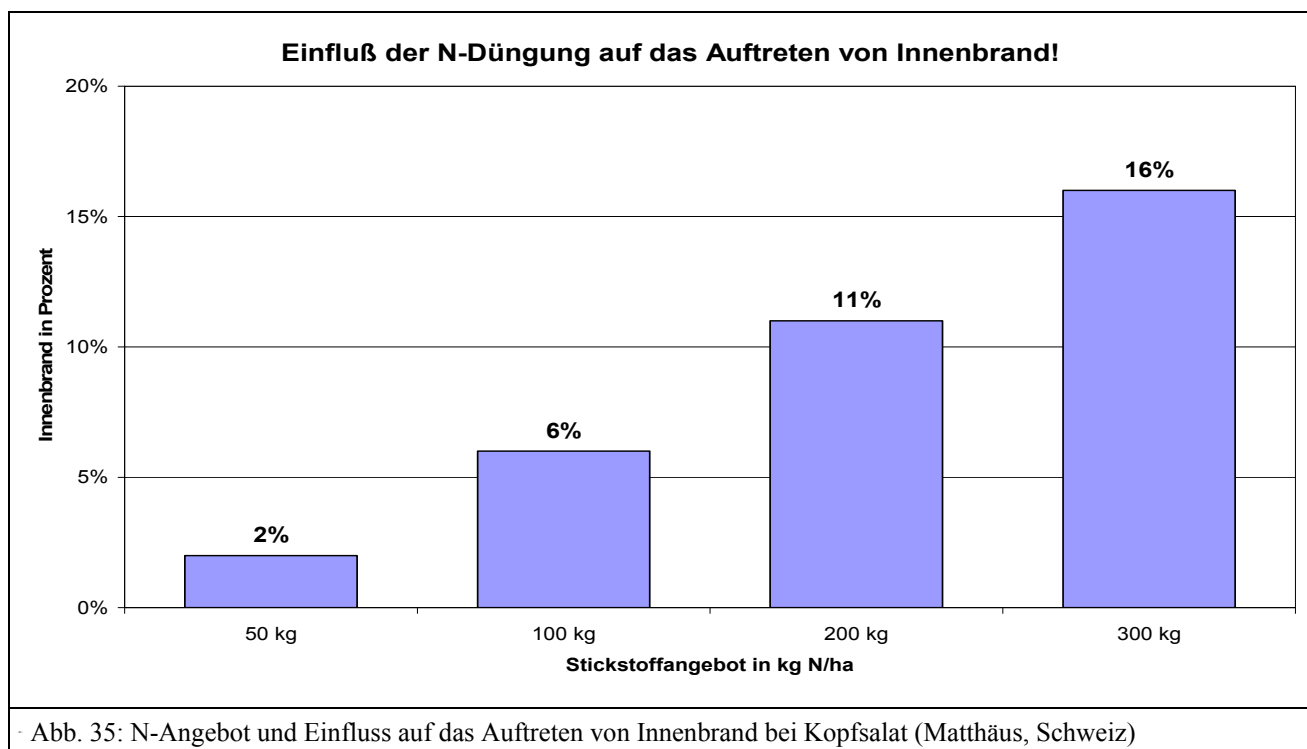
Versuche an der Uni Bonn zeigten, dass eine täglich Kurzberegnung während der Kopfbildungsphase, den Innenbrandbefall reduzieren konnte. Das ist natürlich nur während der kritischen Hitzeperioden aktuell.

#### Wasserstau sollte nicht vorkommen!

Bei einem Wasserstau entsteht Sauerstoffmangel im Boden und die für die Calciumaufnahme so wichtigen Wurzelspitzen werden in ihrer Arbeit gestört. Je besser die Bodengare, je regenverdaulicher das Feld, desto weniger entsteht so eine Stress-Situation. Für den Anbau von Salat nur beste Böden auswählen. Bei Bedarf vor dem Anbau von Salat eine Bodenkur mit Hilfe einer fachgerechten Tiefenlockerung und nachfolgendem Gründüngungsanbaus durchführen.

### Stickstoffüberschuss vermeiden!

Einer der entscheidenden Risikofaktoren bei der Bildung von Innenbrand ist das zu schnelle Wachstum. Hier spielt naturgemäß die Stickstoffdüngung eine herausragende Rolle. Jedes N-Überangebot vermeiden. Wie die Abb. 35 zeigt, kann auch bei einer mäßigen N-Düngung Innenbrand auftreten. Bei einem überhöhten Angebot mit z.B. 200 bzw. 300 kg N/ha steigt das Befallsrisiko an.



### Hohe Salzgehalte sollten nicht vorkommen!

Zu hohe Salzgehalte im Boden erhöhen das Innenbrandrisiko besonders stark. Gewächshaussalatanbauer kennen das Problem besonders gut. Im Freiland kann es zu Problemen kommen, wenn man hohe Salzmengen zur Kultur düngt. Chloridhaltige Düngemittel sind deshalb beim Anbau von Salat nicht erwünscht. Mineraldünger mit mehr als 4 dt/ha besonders gut einmischen. Bei unterversorgten Böden die üblichen Nährstoffzuschläge lieber bei anderen, verträglicheren Kulturen verabreichen.

### Keine unnötige Kopfdüngung!

Versuche zeigen, dass insbesondere eine N-Kopfdüngergabe zu Kulturrende das Innenbrandrisiko enorm erhöhen kann. Aus diesem Grunde empfiehlt sich die Stickstoffdüngung zur Pflanzung zu verabreichen. Wird in Notfällen, z.B. nach einem Starkniederschlag, eine N-Kopfdüngung nötig, so muss diese vorsichtig dosiert werden.

### Rechtzeitige Ernte!

Bei Salatbeständen erhöht sich mit zunehmendem Alter das Innenbrandrisiko beachtlich. Kopfsalat z.B. mit 350-400 g geerntet, hat ein geringeres Innenbrandrisiko als Bestände, die man bei 600 bis 800 g erntet. Deshalb im Sommer möglichst zweimal die Woche pflanzen, damit man alle 3-4 Tage ein junger Bestand vermarkten kann.

### Blattdüngung hilft meist nicht!

In verschiedenen Versuchen zeigte sich, dass Blattdüngungs-Applikationen mit den unterschiedlichsten Blattdüngern zur Verhinderung von Innenbrand oder auch Kranzfäule meist nur wenig oder gar keine Hilfe brachten. Eine Wirkung ist nur zu erwarten, wenn man alle Blätter gut benetzen kann und etwa wöchentlich spritzt. Bei kopfbildenden Salatarten ist eine ausreichende Blattbenetzung besonders schwierig. Untersuchungen von Michael Holtschulze (Universität Bonn) zeigten, dass bei Eissalat mit zwei 0,5%igen  $\text{CaCl}_2$ -Spritzungen pro Woche nach dem Kopfschluss bis zur Ernte eine brauchbare Wirkung zu erzielen war. Nähere Details zu dem Versuch findet man in Hortigate mit den Suchwörtern: „Innenbrand Holtschulze“.

**Maßnahmen zur Vermeidung von Ca-Mangel bzw. Innenbrand:**

- Zu schnelles, üppiges Wachstum vermeiden!
- Nmin-Bodenvorräte Vorräte anrechnen!
- Vorkulturen mit hohen N-Mengen in den Ernteresten meiden!
- Mit Hilfe eines Düngefenster prüfen ob bei weniger N-Düngung noch ausreichendes Wachstum!
- Möglichst keine N-Kopfdüngung in der zweiten Kulturhälfte!
- Anfällige Sorten meiden!
- Starke Bodendurchwurzelung fördern, Bodenverdichtungen meiden!
- Hohe Salzgehalt in Form hoher Düngergaben z.B. > 300 kg /ha Reinnährstoff pro ha kurz vor der Pflanzung vermeiden!
- Auf eine optimierte Wasserversorgung achten!
- Eine gute Bodengare ist wichtig, da Wasserstau (Starkregen) die Ca-Aufnahme erschwert!
- Blattspritzungen mit Calciumpräparaten bringen eventuell eine gewisse Hilfe!

**6.3 Blattrandnekrosen (Randen) an den älteren Blättern**

Beim Anbau von Salat treten immer wieder Blattrandnekrosen an den älteren Blättern auf. Der Schaden zeigt sich durch Absterbeerscheinungen im Randbereich der älteren Umblätter (Abb. 36).



Abb. 36: Blattrandnekrose (Randen) an einem Kopfsalatblatt (Schlaghecken)

**Vielfältige Ursachen für Blattrandnekrosen:**

- Falsche Blattdüngung (siehe Abb. 37)
- Zu viel Bor (siehe Abb. 25+26)
- Zu hoher Salzgehalt (Besonders aktuell im Gewächshausanbau)
- Kopfdüngung mit hohen Salzmengen
- Trockenheit
- Wetterwechsel von wüchsig, bedeckt windstill bis zu sehr trockener Luft mit starkem Wind



Abb. 37: Blattrandnekrose (Randen) durch falsche Kalksalpeter-Blattdüngung (Schlaghecken)

## 6.4 Boden- und Pflanzenanalysen

Zur Optimierung der Nährstoffversorgung bei Salat sind Bodenanalysen und bei Bedarf auch Blattanalysen notwendig.

### Regelmäßige Bodenanalysen

Durch Förderung der Bodenfruchtbarkeit, vorbeugende Bodenanalysen und Optimierung der Nährstoffversorgung sind Ernährungsstörungen weitgehend auszuschalten. Um diese Sicherheit zu erreichen werden Bodenuntersuchungen in folgendem Jahresrhythmus (Tab. 19) empfohlen:

**Tab. 19: Empfohlene Häufigkeit von Bodenanalysen** im Freilandgemüseanbau

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	Bei Bedarf	3	-	-

In Problemfällen empfehlen sich engere Untersuchungsabstände bzw. ganz gezielte Untersuchungen. 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. Für die Durchführung der Bodenanalysen sind nur zuverlässige und extern geprüfte Bodenlabore zu empfehlen.

Vorteilhaft ist es, vorliegende 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 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, Boden- und Blattproben im Zentrum des Befalls entnehmen, im Extremfall sogar im Nahbereich einer Pflanze bzw. von einer Pflanze.

### Pflanzenanalysen

Zu Beurteilung von Blattanalysen benötigt man Richtwerte (Tab. 20). 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 möglich. Bei Kopfsalat die mittleren, voll entwickelten Blätter zur Kopfbildung für eine Pflanzenanalyse nehmen.

**Tab. 20: Anzustrebende Nährelementgehalte** für Kopfsalat

Nährstoffgehalte in der Trockensubstanz (TS) nach Bergmann, 1993									
%					mg/kg				
N	P	K	Ca	Mg	B	Mo	Cu	Mn	Zn
4,00–5,50	0,45–0,70	4,20–6,00	1,20–2,10	0,35–0,60	25–60	0,20–1,00	7–15	30–150	30–80

## 7. Hinweise zur Düngung, Düngemittelauswahl und -ausbringung

### Exakte Ausbringung

Vor allem die mineralischen Düngemittel sind exakt nach Bedarf auszubringen. Die Auswahl der Düngemittel muss sich nach dem Bedarf, den Boden- und Klimagegebenheiten sowie den speziellen Bedürfnissen der Salatkultur ausrichten.

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

Für die fachmännische Ausbringung von Mineraldüngern sind Exaktstreuer (Abb. 38) zu bevorzugen. In kleineren Betrieben sind Beet-Kasten-Streuer empfehlenswert. Dies gilt vor allem bei der Ausbringung von N-Düngern. Wird eine Kopfdüngung nötig, so hat sich die Ausbringung mit Hilfe eines Injektionsgerätes (Abb. 39) in die laufende Rohrberegnung bewährt.



Abb. 38: Exaktstreuer bevorzugen (Schlaghecken)



Abb. 39: Flüssige Kopfdüngung (Schlaghecken)

### 7.1 Vorsicht bei chloridhaltigen Düngemitteln und zu viel Salz

Salatpflanzen sind relativ salzempfindlich. Hohe Salzwerte fördern das Innenbrandrisiko. Normalerweise deshalb keine chlorhaltigen Düngemittel verwenden. Will man jedoch die kostengünstigen Chlorkalidünger einsetzen, so sollten sie z.B. schon im Spätherbst ausgebracht werden. Wegen der Salzempfindlichkeit aber grundsätzlich keine extrem hohen Mineraldüngergaben zur Salatkultur geben.

### 7.2 Wichtige N-Mineraldünger und ihre Anwendung

Die N-Versorgung erfolgt vorwiegend mit ammonitrathaltigen Einzel- oder Mehrnährstoffdüngern. Zu jeder Kultur möglichst der Nmin-Vorrat messen und bei der N-Bedarfsermittlung anrechnen.

Vor allem auf leichteren und humusärmeren Böden können stabilisierte N-Dünger Vorteile bringen. Dünger mit stabilisiertem Stickstoff wie z.B. Entec haben den Vorteil, dass die unerwünschte N-Verlagerung im Boden minimiert wird und die Nitratgehalte im Produkt tendenziell gesenkt werden. Entec-Dünger wirkt bei flacher Einarbeitung sicherer als beim Aufstreuen.

Kalkstickstoff wird in einigen Betrieben wegen der Feldhygiene-Wirkung und der verzögerten Verlagerungsgefahr bevorzugt. Je schwieriger die Fruchtfolgebedingungen und je größer der Unkrautdruck ist, desto eher lohnt sich der Kalkstickstoffeinsatz.

Wegen des relativ hohen Preises ist die Rentabilität jedoch im Einzelfalle zu prüfen

### 7.3 Flüssige N-Kopfdüngung über die Beregnung

Während einer Salatkultur kann es vorkommen, dass insbesondere im Bereich Stickstoff eine Kopfdüngung nötig wird. In diesen Fällen empfiehlt sich die Ausbringung über die Beregnung (Abb. 39). Das Feld muss dazu, z.B. nach einem Gewitterregen, nicht befahren werden. Die ungenaue Düngerverteilung bei der Ausbringung über die Beregnung kann man vernachlässigen.

Bei Verdacht auf einen N-Mangel den Bedarf durch eine Nmin-Bodenuntersuchung quantifizieren. Dann die nötige Düngermenge z.B. als Kalksalpeter, AHL oder Harnstoff in ein Düngereinspeisegerät einfüllen. Die Beregnung eine halbe Stunde laufen lassen und erst dann mit der Düngereinjektion in die laufende Beregnung beginnen. Nach der Injektion ist in Abhängigkeit von der Düngermenge eine halbe bis ganze Stunde nach zu beregnen. Je höher die Temperaturen sind und je größer die auszubringende N-Menge pro ha, desto wichtiger ist die sorgfältige Vor- und Nachberegnung. Bevorzugt bei Windstille die flüssige Kopfdüngung ausbringen. Die Düngerausbringung mit Hilfe einer Pflanzenschutzspritzen bringt zwar eine gute Verteilung ist aber nicht zu empfehlen, da ein höheres Verbrennungsrisiko besteht. Eine späte N-Kopfdüngung erhöht das Innenbrandrisiko. Deshalb grundsätzlich nur die notwendige N-Menge zur Pflanzung geben. Gerade bei leichteren Böden hat es sich bewährt den Dünger, z.B. Kalkammonsalpeter oder Volldünger, nach dem Anwachsen, etwa am 3. Tag auszustreuen und nach zu beregnen.

### 7.4 Mineralische Grunddüngung

Beim Anbau von Salat kann man den gesamten Nährstoffbedarf, mit Ausnahme von Stickstoff, zur Kultur oder aber auch im Rahmen einer so genannten Fruchtfolgedüngung verabreichen.

Wichtig ist es, dass die Bodenversorgung berücksichtigt wird und man dem Nährstoffbedarf der Kultur gerecht wird. Auf Grund der Salzempfindlichkeit des Salates kann es vorteilhaft sein bei Bodenversorgungsstufe A oder B, den Bedarf an P, K, Mg schon im Spätherbst auf den gepflügten Acker auszubringen. Auf eine gute Einmischung der Düngermittel ist dabei zu achten.

### 7.5 Blattdüngung

Blattdüngung ist im Salatanbau bisher kein Standard. Vor allem bei hohen Temperaturen kombiniert mit trockenem Wind kommt es schnell zu Blattverbrennungen (Abb. 40 und 41).

#### Hinweise zu speziellen Blattdüngungsmaßnahmen

##### Stickstoff

- Behebung eines N-Mangels kurz vor der Ernte, wenn die Blattfarbe zu hell wird!  
Bei Temperaturen über 15 °C kann ein Bestand in 4 Tagen wieder grün werden!
- Bei größerem N-Mangel, z.B. nach einem Gewitterregen, ist die flüssige Bodendüngung besser!



Abb. 40: Verbrennung nach einer Kalksalpeter – Blattdüngung (Schlaghecken)



Abb. 41: Harnstoffschaden, 10 Tage nach Spritzung mit 3,2% (Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan)

### **Magnesium**

- Vor allem bei Endivien und Frisée zur Verhinderung der Umblattvergilbung aktuell
- Im Herbst bei Bodentemperaturen unter 15°C behinderte Mg-Aufnahme durch die Wurzeln
- Vorbeugende Spritzungen bei Endivien können im Herbst wichtig sein

### **Calciummangel**

- Ist evtl. aktuell zur Vermeidung von Blattrandnekrosen, dann vorbeugende Behandlungen wichtig
- Problem: Ca geht nur im Saftstrom nach oben, Blätter müssen gut getroffen werden
- Bei Frisée und Endivien evtl. besser wirksam wenn größere Benetzungsfläche als bei Kopfsalat!

### **Beispiele einer möglichen Blattdüngung bei Salat**

#### **Fetrilon** (Compo: Bor-Blattdünger)

- 50 g B/kg
- Maximal 0,8 kg/ha
- Ab 10-14 Tage nach der Pflanzung

#### **Hydromag** (Phosyn- oder Lebosol: Magnesium-Blattdünger).....Endivien-Umblattvergilbung

- 333 g/l MgO, Suspension
- 4 l/ha in 500 Liter Wasser
- Ab 10 Tage nach dem Pflanzen, bei Bedarf wiederholen

#### **Kalksalpeter** (Yara: N und Calcium-Blattdünger).....Innenbrand

- 155 g N/kg, voll wasserlösliches Salz
- 25 kg/ha in 600 l Wasser = 4,1 % ig, die N-Menge beträgt 3,8 kg N/ha  
(Vorsicht bei Sonne und Wind)
- Ab 10-14 Tage nach der Pflanzung, wöchentlich

#### **Stopit** (Phosyn- oder Lebosol: Calcium-Blattdünger).....Innenbrand

- 160 g/l Ca
- 5 l/ha in 500 l Wasser = 1 % ig
- 3 bis 5 mal alle 7-14 Tage

#### **Vitalet** (Kemira: N-P-Ca-Blattdünger).....Innenbrand, Glasigkeit, Außenrand

- mehrmals 0,8 bis 2,5 l/ha



## 8. Hinweise zur Bewässerung

Zur Optimierung der Nährstoffversorgung bei Salat ist auch die Bewässerung von großer Bedeutung. Nur wenn genügend Wasser zur Verfügung steht, können die ausgebrachten Düngemittel voll zur Wirkung kommen. Jegliche Unter- und Überversorgung mit Wasser kann negative Auswirkungen auf den Ertrag und die Qualität haben. Zu viel Wasser führt zu Nährstoffverlusten aufgrund von Auswaschung.

Mit Hilfe der Geisenheimer Beregnungssteuerung lässt sich die Bewässerung optimieren. Man beginnt die Steuerung mit einem wassergesättigtem Boden. In der Praxis ist das normalerweise nach dem Pflanzen und der Anwachsbevässerung.

Die Autoren empfehlen dazu z.B. die Nutzung des Excel-Beregnungsmanagers bzw. den Bewässerungsservice für den rheinland-pfälzischen Freilandgemüsebau im Internet, der online über die Seite „[www.am.rlp.de](http://www.am.rlp.de) - Bewässerung-„ nutzbar ist.



Abb. 42: CD-Excel-Beregnungsmanager (Ziegler)

**Bewässerungsservice Rheinland-Pfalz für den Freilandgemüsebau**

Wetterstation: Lustadt Kultur: Kopfsalat Startdatum: 22.08. Defizit-Grenzwert: 14

Gewählte Station: Lustadt (Stand: 21.09.2005 09:59 MEZ) Gewählte Kultur: Kopfsalat

**Entwicklungs- und kulturabhängige Wasserbilanz**

☐ : gesättigt bzw. noch ausreichend feucht ☑ : Wasserbedarf

Datum	Niederschlag		Standardverdunstung (n. PENMAN)	1. Stadium ab Pflanzung	2. Stadium Durchmesser > 15 cm	3. Stadium Durchmesser > 25 cm	4. Stadium —	
	(Station)	Σ		Defizit Σ	Defizit Σ	Defizit Σ	Defizit Σ	
	+/- mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
22.08.		0.0	0.0	3.0	1.5	2.4	3.6	0.0
23.08.		0.0	0.0	2.6	2.8	4.5	6.7	0.0
24.08.		0.0	0.0	2.9	4.3	6.8	10.2	0.0
25.08.		2.0	2.0	0.9	2.8	5.5	9.3	0.0
26.08.		0.0	2.0	3.2	4.4	8.1	13.1	0.0
27.08.		0.0	2.0	2.7	5.8	10.3	16.3	0.0
28.08.		0.0	2.0	3.5	7.6	13.1	20.5	0.0
29.08.		0.0	2.0	3.6	9.4	16.0	24.8	0.0

Abb. 43: Online-Bewässerungsservice des DLR-Rheinpfalz im Internet (Ziegler)

Bei einer gut aufeinander abgestimmten N-Düngung und Bewässerung ist eine weitgehende Entleerung des Bodens an Stickstoff (N<sub>min</sub>) bis zum Kulturende gewährleistet.

Eine gute Wasserversorgung verringert das Innenbrandrisiko.

## 9. Beispiel eines Düngeplans

Tabelle 21: Beispiel für einen Düngeplan eines Kopfsalatschlages

<b>Düngeplan:</b>			<b>Kopfsalat</b>				2009
	Kultur 1		Kultur 2		Kultur 3		Jahr
<b>Parzelle:</b>	Am Nussbaum		<b>Fläche in a:</b>	87	<b>Bodenart:</b>	sandiger Lehm	

### A) Nährstoffbedarfsplanung (ohne N)

<b>a)</b>	<b>Bodenanalysergebnisse (VDLUFA)</b>	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	20 mg	4 mg	0,9 mg
	Gefundene Versorgungsstufe			C1	C3	B2	C3
	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>b)</b>	<b>Nährstoffbedarf in kg/ha</b> (Nährstoffmengen aus Tabelle 4.2)			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	B
	Kopfsalat Sommer			55 kg	135 kg	50 kg	0,1 kg
	<b>Nährstoffbedarf der Kulturfolge im Anbaujahr (kg/ha)</b>			<b>55 kg</b>	<b>135 kg</b>	<b>50 kg</b>	<b>0,1 kg</b>

### B) Stickstoff-Bedarfsplanung

<b>N-Bedarf</b>	<b>Aufwuchs</b>		<b>Nmin-Mindestvorrat</b>			<b>N-Sollwert bei Einmaldüngung</b>
	Bei einem leeren Boden	Menge	N-Gehalt	Bodentiefe	Beginn	
<i>Kopfsalat Sommer</i>	600 dt/ha	110 kg/ha	30 cm	40 kg	40 kg	150 kg N/ha

### C) Nmin-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
			30 cm	60 cm	90 cm	Mineralisierung	Summe		
01. Jul	Kopfsalat	27. Jun.	45			15	60	150	90

### 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>										
30. Jun	Kopfsalat	15/5/20/2 + 0,02 B		6,0 dt	90	30	120	12	0,12	
<i>P-K-Mg-B: Fehlmengen bei Folgekultur berücksichtigen!</i>										
<b>Summe</b>					<b>90</b>	<b>30</b>	<b>120</b>	<b>12</b>	<b>0,12</b>	
<b>b) Beispiel Einzeldünger</b>										
30. Jun	Kopfsalat	Stickstoff: 26 %		3,4 dt	90					
30. Jun	Kopfsalat	Phosphor: 18 %		3,0 dt		55				
30. Jun	Kopfsalat	Kali: 40 %		3,4 dt			136			
30. Jun	Kopfsalat	Magnesium: 27 %		1,9 dt				50		
30. Jun	Kopfsalat	Bor: 20 %		0,6 kg					0,12	
<i>P-K-Mg-B evtl. auch schon früher geben. Kleine Mengen zusammenfassen!</i>										
<b>Summe</b>					<b>90</b>	<b>55</b>	<b>136</b>	<b>50</b>	<b>0,12</b>	



## 10. Quellenverzeichnis

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

Die Grunddaten für die hier gemachten Empfehlungen beruhen auf umfangreichen Untersuchungsergebnisse, 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-N<sub>min</sub>-Sollwertes-Systems (KNS-System).

### **Düngung im Gemüsebau, 2. Auflage 2007:**

Fink Matthias, Carmen Feller, Laber Hermann, Achim Maync, Peter J. Paschold, Hans-Christoph Scharpf, Josef Schlaghecken, Klaus Strohmeyer, Ulrike Weier und Joachim Ziegler.  
IGZ Großbeeren, 266 Seiten

### **Ordnungsgemäße Stickstoff-Versorgung im Freiland-Gemüsebau, nach dem „Kulturbegleitendem N<sub>min</sub>-Sollwerte (KNS)-System (1989):**

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

### **Visuplant (2008):**

Bergmann, Werner, H. Heß, G. Marks, W. Zorn, H. Gernat, M. Kerschberger  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena  
Internet: [www.tll.de/visuplant](http://www.tll.de/visuplant)

### **Nitratgesetzgebung der EU (2005)**

VERORDNUNG (EG) Nr. 1822/2005 DER KOMMISSION, vom 8. November 2005  
zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 466/2001 in Bezug auf Nitrat in bestimmten Gemüsen.  
EFSA (2008): Nitrat in Gemüse Gutachten des wissenschaftlichen Gremiums für Kontamination in lebensmittel. The EFSA Journal 689.

### **Weitere Quellen:**

Bolap GmbH (2007): Düngeempfehlung für 160 Kulturen  
Brown, Jim (1987): Boron and Manganese Toxicity on Hydroponic Lettuce, American Vegetable Grower, Nr. 2  
McHargue J.S und R.K.Calfee (1933) Further evidence that boron is essential for the growth of lettuce, Plant Physiology, April; 8(2): 305–313.  
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)

### **Manuskriptdurchsicht:**

Wir danken Frau Dipl.-Ing. (FH) Katharina Anneser vom Institut für Gartenbau, Leitung Prof. Dr. Elke Meinken, Forschungsanstalt für Gartenbau in Freising-Weihenstephan und Herrn Dr. Reinhardt Hähndel, BASF für die kritische, fachliche Überprüfung des Manuskriptes.

### **Bildquellen:**

Schlaghecken, J., DLR-Rheinpfalz (Neustadt):  
Abb. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 24, 25, 27, 28, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40  
Forschungsanstalt für GB, FH Weihenstephan (Freising): Abb. 17, 19, 21, 22, 26, 29, 30, 41  
Prof. Alt, FH Osnabrück (Osnabrück): 23, 32  
Ziegler, J., DLR-Rheinpfalz (Neustadt): Abb. 42, 43

## 11. Bezug der Praktikeranleitung

### **Bestelladresse für einen Farbausdruck:**

DLR-Rheinpfalz

67435 Neustadt/Wstr., Breitenweg 71

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

### **oder über Internet:**

[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:**

- Kostenlos abrufbar für Hortigatemitglieder unter [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de),

Suche: „Praktikeranleitung Salate“

- Bei Bestellung eines Farbausdruckes mit 37 Seiten, 22 Tabellen und 43 Abbildungen:

5,50 € plus Versandkosten!