

# Kohl



Aktuelle Versuchsergebnisse und  
Informationen aus Baden-Württemberg 2013



Baden-Württemberg



## Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	S. 1-2
2. Gesundheitswert und Inhaltsstoffe der Kohlarten – Schlaglichter	S. 3-4
3. Spitzkohlsortiment für den frühen Anbau im Freiland	S. 5-7
4. Sortimente und Pflanzdichten bei Midi-Weiß- und Rotkohl	S. 8-13
5. Sortimente und Pflanzdichten bei farbigem und weißem Midi-Blumenkohl	S. 14-18
6. Pak Choi für den geschützten Anbau im Herbst	S. 19-21
7. Kohlrabisortiment für den ökologischen Anbau unter Glas	S. 22-24
8. Stickstoff-Düngung von Brassicaceen im Freiland Gute fachliche Praxis bei Anwendung von Nmin-Sollwerten	S. 25-43
9. Innenblattnekrose an Rotkohl	S. 44-48
10. Sensorgestützte Stickstoffdüngung bei Brokkoli	S. 49-54
11. Strip-Till im Weißkohlanbau – Wirksamer Erosionsschutz im Gemüsebau	S. 55-60
12. Mechanische Unkrautregulierung in Kohlkulturen	S. 61-63
13. Aktuelle Bakterienkrankheiten an Kohlkulturen	S. 64-68
14. Pilzkrankheiten in Kohlkulturen	S. 69-77
15. Kosten der Kohlproduktion	S. 78-83
16. Adressen von Saatgutproduzenten	S. 84-86
17. Liste der Gemüsebauberater	S. 88-93
18. Autorenverzeichnis	S. 94-96

## 1. Vorwort

Die Zusammenstellung von Versuchsergebnissen zu ausgewählten Themen in Informationsbroschüren lösen seit 2007 die bisher herausgegebenen Versuchsberichte Gartenbau Baden-Württemberg ab. Hintergrund war die durch Beratung, Forschung und Praxis mehrheitlich abgestimmte Meinung, dass die Versuchsberichte der einzelnen Institutionen zum einen in gedruckter Form aus der jährlich erscheinenden Veröffentlichung 'Versuche im Deutschen Gartenbau' zu entnehmen sind. Zum anderen können sie im Internet-Portal Hortigate ([www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)) oder auf der Homepage der Versuchsanstalten kostenfrei abgerufen werden. Daher erschien es sinnvoller, die Zusammenstellung von Versuchsergebnissen und aktuellen Informationen themenbezogen zu gestalten. Diese Themenauswahl wurde bzw. wird hierbei mit den Fachgruppen der Verbände und den jeweiligen Fachsektionen Garten-Landschaftsbau, Gemüsebau und Zierpflanzenbau in den baden-württembergischen Koordinierungsgremien abgestimmt. Die Informationsbroschüre „Kohl“ ist die vierte Veröffentlichung, die in dieser Form erscheint.

Die Kohlarten wurden als Thema für die Informationsbroschüre 2013 ausgewählt, da sie in nach Spargel mit 1100 ha (2011, Quelle: StaLA BW) zu den im Anbau bedeutendsten Kulturen in Baden-Württemberg zählen. Weiß- und Rotkohl sind mit 348 ha wichtige Gemüsearten im Vertragsanbau. Zu den historischen Sorten im Gemüse- bzw. Weißkohlanbau zählt das Filderkraut als Spitzkohlsorte. Der Kohlanbau hat in Baden-Württemberg Tradition. Gerade Spitzkohlsorten sind es heute, die bei sinkender Nachfrage gegenüber den übrigen Kopfkohlsorten mit steigenden Verbrauchszahlen punkten können. Immer mehr erkannt wird der Gesundheitswert des Kohlgemüses, sei es durch Ballaststoffe oder durch sekundäre Inhaltstoffe. Ideen für moderne Zubereitungsformen sind gesucht, um dieses Gemüse wieder in Szene zu setzen und damit die Nachfrage und den Anbau der Kohlarten zu fördern.

Die Informationsbroschüre Kohl ist ein Beleg für die gute Zusammenarbeit zwischen Hochschule, Lehr- und Versuchsanstalten und der Beratung in Baden-Württemberg. Praxisnahe Forschungs- und Versuchsergebnisse zum Kohlanbau aus den letzten Jahren konnten zusammengetragen werden mit dem Ziel, der gemüsebaulichen Praxis Informationen und Hilfestellung für Anbauentscheidungen zu geben.

Allen Beteiligten, die bei der Erstellung der Broschüre mitgewirkt haben, sei hier für ihre Zusammenarbeit herzlich gedankt. Zu danken ist an dieser Stelle auch dem Land Baden-Württemberg vertreten durch die jeweiligen Ministerien. Forschung, Be-

ratung und die Herausgabe von Publikationen wären ohne entsprechende finanzielle und ideelle Unterstützung nicht möglich.

In dieser Reihe bereits erschienen:

Heft 1: Tomaten

Heft 2: Poinsettien

Heft 3: Salat

Bezug über: LVG Heidelberg, Ansprechpartner: Frau Himbert

## 2. Gesundheitswert und Inhaltsstoffe der Kohlarten – Schlaglichter

Heike Sauer, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

### Kohl in früheren Zeiten - ein bedeutender Vitamin C Lieferant

Während wir heute durch eine große Anzahl verschiedener Gemüsearten einen reichlich gedeckten Tisch vorfinden, war früher die Auswahl im hiesigen Anbau relativ begrenzt. Insbesondere die Kopfkohlarten zählten zu den Gemüsearten, die häufig vorzufinden waren. Geschätzt wurden sie beispielsweise wegen des Vitamin C-Gehaltes. Kohl wurde nämlich als typisches Wintergemüse angebaut, das milchsauer vergoren oder eingelagert die Menschen bis ins Frühjahr mit wertvollen Inhaltsstoffen versorgte. Hätten Sie's gewußt: 100 g Weißkohl/Rotkohl enthalten so viel Vitamin C wie 100 g Orange. Und bei Brokkoli, Grünkohl oder Rosenkohl liegen mit Werten von 100 - 120 mg Vitamin C/100 g Frischmasse sogar die doppelten Mengen an Vitamin C vor als bei Kopfkohl.

### Kohl als Kalziumquelle?

Kalzium hat wichtige Funktionen im menschlichen Körper wie zum Beispiel den Aufbau und Erhalt von Knochen und Zähnen. Hauptlieferanten für Kalzium sind häufig Milch- und Milchprodukte. Wenig bekannt ist, dass auch Gemüse zu einer gesunden Kalziumversorgung beitragen kann. Die Kohlarten sind hier an erster Stelle zu nennen. Besonders hervor hebt sich der Grünkohl, daneben auch Wirsingkohl und Kohlrabi.

**Tab.1: Kohl und seine Kalzium-, Kalium- und Eisengehalte im Vergleich pro 100 g verzehrbarem Anteil\***

Kohlart	Calcium mg	Kalium mg	Eisen mg
Rotkohl	35	267	0,5
Weißkohl	45	255	0,5
Spitzkohl	50	249	0,5
Wirsingkohl	64	236	0,5
Rosenkohl	31	450	1,1
Grünkohl	212	490	1,9
Chinakohl	40	144	0,6
Blumenkohl	22	328	0,6
Romanesco	22	299	0,42
Brokkoli	58	256	0,8
Kohlrabi	68	322	0,5
Referenzwert Nährstoffzufuhr Erwachsener mg/Tag**	1000	2000	15

\* Quelle: die große GU Nährwert Tabelle 2010/2011, \*\*Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., Bonn.

## **Kohl auch Bedeutung für die Therapie bei Krebs?**

„Inhaltsstoffe aus Brokkoli und verwandtem Gemüse hemmen das Krebswachstum und verstärken die Wirkung von Chemotherapien. Das zeigte Ingrid Herr vom Universitätsklinikum Heidelberg und Deutschen Krebsforschungszentrum in mehreren experimentellen Studien und ist dafür nun mit dem Sebastian-Kneipp-Preis 2012 ausgezeichnet worden“, so die Pressemitteilung „Preisgekrönte Forschungsergebnisse: Wie Brokkoli-Wirkstoffe die Krebstherapie unterstützen:“ des Universitätsklinikums Heidelberg vom 12.06.2012.

Für alle Kohllarten der Familie der Kreuzblütler ist der Gehalt an den sekundären Inhaltsstoffen Glukosinolaten (Senfölglycoside) charakteristisch. Sie geben ihnen ihren jeweils typischen Geschmack und den beim Kochen typischen Kohlgeruch. Ihre gesundheitlich wirksamen Verbindungen wie z.B. Isothiozyanate (u.a. Sulforaphan in Brokkoli), Thiozyanate oder Indole entstehen, wenn nach dem Zerkleinern das Gemüse mit Sauerstoff in Kontakt tritt. Die Wirkung der unterschiedlichen Verbindungen, die nach Kohllart in ihrer Zusammensetzung variieren, ist vielfältig. Die scharfen Senföle zum Beispiel werden über die Atemwege ausgeschieden und bekämpfen bzw. unterdrücken hierbei an Ort und Stelle unerwünschte Bakterien und Viren. Für die Abbauprodukte der Glukosinolate wurde insbesondere bei Blumenkohl und Brokkoli eine antikanzerogene Wirkung festgestellt. Dem Isothiocanat Sulforaphan scheint hier eine besondere Bedeutung zuzukommen (siehe auch Absatz oben). Weniger bekannt ist, dass Glukosinolate ebenfalls cholesterinsenkend wirken können.

Die Liste der gesundheitsfördernden Eigenschaften von Kohl könnte leicht noch erweitert werden. Zu denken ist hier an die Ballaststoffe oder auch die Anthozyane, Farbstoffe, in Rotkohl. Angegeben sind im folgenden Absatz einige Literaturquellen, die weitere Informationen liefern können.

### **Quellen:**

- Gemüse. Informationen für Verbraucher, 2005. Herausgeber: Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg Postfach 10 34 44, 70029 Stuttgart
- Herr I, Büchler MW (2009). Glukosinolate der Kreuzblütlerfamilie in Prävention und Therapie maligner Tumore. Dt.Zeitschrift Onkologie, 3, 109-114.
- Herrmann, K. , 2001. Inhaltsstoffe von Obst- und Gemüse. Ulmer Verlag, S. 200
- Preisgekrönte Forschungsergebnisse: Wie Brokkoli-Wirkstoffe die Krebstherapie unterstützen: 12.06.2012, [http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/index.php?id=176&no\\_cache=1&tx\\_ttnews](http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/index.php?id=176&no_cache=1&tx_ttnews)

### 3. Spitzkohlsortiment für den frühen Anbau im Freiland

Heike Sauer, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

#### Zusammenfassung

An der LVG Heidelberg wurden im Frühjahr/Frühsummer 2012 verschiedene Spitzkohlsorten auf ihre Eignung für den frühen Freilandanbau untersucht. Die Pflanzung erfolgte in KW 17, Ende April. Die Ernte fand ab dem 21. Juni (KW 25) bis 22.07.2012 statt. Insgesamt wies der größere Teil der Sorten eine gute Anbaueignung auf. Die Ausbeuten im Ertrag variierten zwischen 83% bei 'Excel' (Samentraum) bis 100% bei 'Clarinet' (S&G). Hinsichtlich hoher Ausbeute und guter Ausgeglichenheit im Bestand überzeugten insbesondere 'Dutchman' (NZ) und 'Murdoc' (Be) als spätere Sorten und 'Sonsma' (RZ) und 'Tourima' (RZ) als frühere Sorten.

#### Versuchshintergrund und Versuchsfragen

Spitzkohl ist ein interessantes Frischmarktprodukt bei den Kohlgewächsen. Durch den relativ milden Geschmack ist er sehr gut für die Salatproduktion geeignet. An der LVG Heidelberg wurde deshalb ein Sortiment aktueller Spitzkohlsorten miteinander verglichen. Im Mittelpunkt standen Ertrag und Qualität.

#### Ergebnisse

Die Ernten des Spitzkohls fanden im Zeitraum 21. Juni bis 22. Juli 2012 statt. Während die früheren Sorten fast immer in Einmalерnte geschnitten werden konnten, waren die späteren Sorten uneinheitlicher und wurden an zwei bis drei Terminen geerntet. Ausnahmen waren die späteren Sorten 'Dutchman' (NZ) und 'Murdoc' (Be), die eine hohe Einheitlichkeit aufwiesen und ebenfalls an einem Termin beerntbar waren.

**Tabelle 1: Kulturdaten**

<b>Aussaat</b>	03.04.2012 in Erdpresstöpfe Temperatur: 20°C Keimung, 16°C weitere Anzucht
<b>Pflanzung</b>	26.04.2012
<b>Pflanzdichte</b>	0,3 m x 0,54 m, 6,2 Pfl./m <sup>2</sup> ; 4 Reihen pro Beet
<b>Düngung</b>	Grunddüngung auf 200 kg N/ha mit Entec 26
<b>Ernte</b>	21.06.2012 – 22.07.2012
<b>Parzellengröße</b>	52 Pflanzen je Parzelle

Die Ausbeuten im Ertrag variierten zwischen 83% bei 'Excel' (Samentraum) bis 100% bei 'Clarinet' (S&G). Sehr hohe Ausbeuten wiesen weiterhin mit 99% 'Murdoc' (Be) und mit 98% 'de Chateauxrenard' (GV) auf. Die Ausgeglichenheit im Bestand und in der Form unterschied sich zwischen den Sorten erheblich. Hinsichtlich hoher Aus-



beute und guter Ausgeglichenheit im Bestand überzeugten insbesondere 'Dutchman' (NZ) und 'Murdoc' (Be) als spätere Sorten und 'Sonsma' (RZ) und 'Tourima' (RZ) als frühere Sorten.

**Tabelle 2: Ausbeute, Kopfgewicht und Ertrag von Spitzkohl beim frühen Anbau Ernte Ende Juni/Anfang Juli 2012**

Sorte	Herkunft	Kopfform	1. Erntetermin	Ausbeute in %	Kopfgewicht in g	Gewicht dt je ha (rechn.)
Dutchman F1	NZ	länglich, spitz	05.07.2012	96,0	1186	706
Duchy F1	NZ	länglich, spitz	05.07.2012	86,0	1151	614
Sonsma F1	RZ	Spitzrund	21.06.2012	96,0	1442	858
Tourima F1	RZ	länglich, hochrund	21.06.2012	94,0	1047	610
Cape Horn F1	SA	Spitzrund	21.06.2012	90,0	1538	853
Murdoc F1	Be	Spitzrund	05.07.2012	99,0	971	596
Caramba F1	Be	Spitzrund	21.06.2012	92,0	1157	660
Caraflex F1	Be	länglich, hochrund	05.07.2012	93,0	1202	693
Capricorn F1	Be	länglich, hochrund	21.06.2012	90,0	936	522
Clarinet F1	S&G	Spitzrund	21.06.2012	100,0	1109	688
Eersteling	Bi	länglich, spitz	21.06.2012	94,0	871	508
Prospera F1	GV	Spitzrund	21.06.2012	96,0	803	478
Spitfire F1	GV	länglich, hochrund	05.07.2012	97,0	919	552
de Chateaurenard	GV	länglich, oval	05.07.2012	98,0	1010	614
Coer de Boef	GV	Spitzrund	05.07.2012	87,0	962	519
Pyramid F1	To	Spitzrund	05.07.2012	86,0	1070	571
Advantage F1	To	Spitzrund	05.07.2012	96,0	902	537
Frostie F1	To	Spitzrund	05.07.2012	95,0	940	554
Excel F1	Samentraum	Spitzrund	05.07.2012	83,0	1423	732



**Abbildung 1 und 2: Die frühen, kompakten Sorten links 'Eersteling' und rechts 'Prospera'**



Abbildung 3 und 4: Weitere frühe Sorten links 'Sonsma' und rechts 'Tourima'

Tabelle 3: Eigenschaften von Spitzkohl beim frühen Anbau Ernte Ende Juni/Anfang Juli 2012

Sorte	Herkunft	Strunklänge	Innenblattschichtung	Dicke Blattrippe	Taschenbildung	Standfestigkeit	Pflanzengröße	Ausgeglichenheit
		in cm	1locker - 9 fest	1 dünn-9 dick	1kein -9 stark	1gering-9hoch	1klein-9groß	1gering-9hoch
Dutchman F1	NZ	7,8	6	6	6	7	8	8
Duchy F1	NZ	8,2	6	6	5	8	7	7
Sonsma F1	RZ	6,8	7	6	5	7	7	8
Tourima F1	RZ	7,0	6	6	5	8	8	8
Cape Horn F1	SA	5,2	7	6	5	6	8	6
Murdoc F1	Be	8,2	6	6	6	7	9	8
Caramba F1	Be	6,9	8	5	3	8	8	7
Caraflex F1	Be	8,7	6	6	5	8	8	7
Capricorn F1	Be	9,8	4	6	6,5	7	7	7
Clarinet F1	S&G	7,5	6	6	6	7	7	5
Eersteling	Bi	6,8	5	6	5	6	6	7
Prospera F1	GV	9,3	4	7	4	8	6	7
Spitfire F1	GV	7,2	5	5	5	7	7	7
de Chateaurenard	GV	13,2	3	8	9	8	9	7
Coer de Boef	GV	9,3	5	6	5,5	8	8	6
Pyramid F1	To	6,8	4	6	7	7	8	7
Advantage F1	To	11,0	7	7	4	7	8	6
Frostie F1	To	7,0	4	5	6	7	8	6
Excel F1	Samentraum	8,0	6	6	6	7	7	7



Abbildung 5 und 6: Die späteren Sorten links 'Murdoc' und rechts 'Duchy'

## 4. Sortimente und Pflanzdichten bei Midi-Weiß- und Rotkohl

Rudolf Feldmann, Staatsschule für Gartenbau Stuttgart-Hohenheim

Weiß- und Rotkohl für den Frischmarkt haben in den letzten Jahren unter Absatzschwierigkeiten zu leiden. Es besteht das Problem, dass für die zunehmend kleiner werdenden Haushalte die Köpfe zu groß sind und sich viele Verbraucher davor scheuen einen Kohlkopf mit zwei bis drei Kilo Gewicht zu kaufen.

In den Hohenheimer Versuchen wurden in den Jahren 2009 bis 2011 verschiedene Sortimente von kleinfallendem Rund- und Spitzkohl sowie Rotkohl bei unterschiedlichen Pflanzdichten geprüft.

### Weißkohl

Bedingt durch die kleiner werdenden Familien und neue Trends in der Gastronomie gibt es beim Kohlanbau für den Frischmarkt die Tendenz zu kleinen Köpfen und hohen Pflanzdichten. Während für die Gastronomie Mini-Köpfe mit einem Gewicht von ca. 150 g nachgefragt werden, ist für eine vierköpfige Familie ein Midikohl mit einem Gewicht von ca. 500 bis 600 g die ideale Größe. Für Single-Haushalte wären auch Kopfgewichte von ca. 300 g interessant. Im Versuchsjahr 2009 wurden die in der unten stehenden Tabelle genannten Sorten untersucht. Mit Ausnahme der spitzen Sorte 'NIZ 15-850' handelte es sich dabei um runde Sorten.

### Sorten und Pflanzdichten

6 Sorten	Herkunft	Tage	empfohlene Pflanzdichte x 1000/ha	Abstände	Pfl./ha	
1	'Toughma'	RZ	70 - 85	1	40 x 35	71000
2	'Micro'	Enza	55	2	30 x 40	83000
3	'Parel'	Bejo	65	3	30 x 35	95000
4	'SIR'	Clause	65	4	30 x 30	111000
5	'Paltar'	Seminis	72	5	24 x 25	160000
6	'NIZ 15-850'	NIZ	60 80 (400g)			

Die Pflanzdichten betragen zwischen 71 000 und 160 000 Pflanzen/ha. Ziel war es, einen Midikohl mit ca. 500 g zu ernten. Am schnellsten war, unabhängig von der Pflanzdichte, die Sorte 'Parel', gefolgt von 'Micro'. Die Pflanzdichte hatte einen deutlichen Einfluss auf die Kulturdauer. Je weiter gepflanzt wurde, umso schneller war das angestrebte Kopfgewicht erreicht, d.h. über die Pflanzdichte kann die Dauer der Kulturzeit bzw. die Frühzeitigkeit gesteuert werden. Am längsten dauerte es bis zur Ernte bei der Spitzkohl-Sorte 'NIZ 15-850'. Die Qualität wurde durch die Pflanzdichte nicht beeinflusst. Wird auf ein möglichst gleichmäßiges Kopfgewicht von ca. 500 g

Wert gelegt, sollte die Ernte zweimal pro Woche stattfinden, da das Wachstum sehr schnell verläuft.

<b>Mittelwerte Midikohl 500 g</b>						
	'Toughma' (RZ)	'Micro' (Enza)	'Parel' (Bejo)	'Sir' (Clause)	'Paltar' (Seminis)	'NIZ 15-850' (NIZ)
Kopfhöhe (cm)	13,4	10,7	13,1	14,3	14,1	19,5
Kopfbreite (cm)	10,7	12,1	12,5	12,7	12,2	8,9
Kopffestigkeit	6	8	8	4	4	5
Innenblattschichtung	5	8	8	3	4	7
Strunkanteil	3	3	3	4	3	4
1 = Merkmal schwach ausgeprägt 9= Merkmal stark ausgeprägt						

Beste Sorten im Versuch waren 'Parel' (Bejo) und die allerdings sehr kleine 'Micro' (Enza) die außerdem den Vorteil bot, dass sie kaum zum Platzen neigte. Die Sorten 'Sir' und 'Paltar' waren bei einer Größe von 500 g nur sehr locker aufgebaut. Diese Sorten sollten erst ab ca. 700 g vermarktet werden.

Erträge:

<b>Midikohl 2009 - Erträge</b>					
<b>Pflanzdichte</b>					
	<b>71000 St/ha</b>	<b>83000 St/ha</b>	<b>95000 St/ha</b>	<b>111000 St/ha</b>	<b>160000 St/ha</b>
in %	100%	117%	134%	156%	225%
<b>'Toughma'</b>	<b>357 dt/ha</b>	<b>353 dt/ha</b>	<b>376 dt/ha</b>	<b>429 dt/ha</b>	<b>560 dt/ha</b>
in %	100%	99%	105%	120%	157%
<b>'Micro'</b>	<b>296 dt/ha</b>	<b>351 dt/ha</b>	<b>332 dt/ha</b>	<b>424 dt/ha</b>	<b>395 dt/ha</b>
in %	100%	119%	112%	143%	134%
<b>'Parel'</b>	<b>460 dt/ha</b>	<b>483 dt/ha</b>	<b>487 dt/ha</b>	<b>579 dt/ha</b>	<b>494 dt/ha</b>
in %	100%	105%	106%	126%	107%
<b>'SIR'</b>	<b>379 dt/ha</b>	<b>435 dt/ha</b>	<b>410 dt/ha</b>	<b>496 dt/ha</b>	<b>589 dt/ha</b>
in %	100%	115%	108%	131%	155%
<b>'Paltar'</b>	<b>273 dt/ha</b>	<b>450 dt/ha</b>	<b>346 dt/ha</b>	<b>514 dt/ha</b>	<b>516 dt/ha</b>
in %	100%	165%	127%	188%	189%
<b>'NIZ 15-850'</b>	<b>375 dt/ha</b>	<b>502 dt/ha</b>	<b>425 dt/ha</b>	<b>376 dt/ha</b>	<b>445 dt/ha</b>
in %	100%	134%	113%	100%	119%

Bei den allen Sorten führte eine Steigerung der Pflanzdichte zunächst zu einer Zunahme des Ertrages. Allerdings erfolgte die Ertragszunahme nicht linear sondern deutlich degressiv. Bei 'Micro' und 'Parel' war der Ertrag bei 160 000 Pflanzen/ha wieder rückläufig, 'NIZ 15-850' erzielte den Höchstertrag bei 83 000 Pflanzen/ha.

Hauptgrund für den Ertragsrückgang war, dass sich die Pflanzen bei sehr hohen Pflanzdichten gegenseitig unterdrückten.

## Spitzkohl

Im Sommer und Herbst 2011 wurden sieben kleinfallende Spitzkohlsorten geprüft. Die Pflanzdichte betrug zwischen 74 000 und 133 000 St/ha. Geerntet wurde Midi-Ware mit einem Gewicht von 400 bis 600 g/Kopf. Beim Sommersatz musste grundsätzlich zweimal wöchentlich geerntet werden. Bis Ende August war dies auch beim Herbstsatz der Fall, ab Anfang September genügte eine Ernte pro Woche. Die Haupternte war innerhalb von drei Wochen abgeschlossen

### Sorten und Pflanzdichten

7 Sorten	Her-kunft	Tage	empfohlene Pflanzdichte
x 1000/ha			
1	'Duchy'	NIZ	70
2	'Regency'	NIZ	70
3	'Dutchman'	NIZ	70 - 75
4	'Caramba'	Bejo	70
5	'Caraflex'	Bejo	75
6	'Sonsma'	RZ	55 - 60
7	'Tourima'	RZ	65

Abstände	Pfl./ha
1	30 x 45
2	30 x 35
3	30 x 30
4	30 x 25

Im Mittel aller Sorten sank die Ernterate mit zunehmender Pflanzdichte ab, ebenso verschob sich der Erntebeginn um etwa eine Woche. Köpfe unter 500 g waren relativ locker aufgebaut, ab 600 – 700 g zeigte sich eine gute Kopffestigkeit und Innenblattschichtung.

Mittelwerte Midi-Spitzkohl 500 g							
	'Duchy' (NIZ)	'Regency' (NIZ)	'Duchtman' (NIZ)	'Caramba' Bejo	'Caraflex' Bejo	'Sonsma' RZ	'Tourima' RZ
Kopfhöhe (cm)	19,5	21,5	22,0	16,5	21,5	18,0	19,5
Kopfbreite (cm)	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	12,0	11,0
Kopf-festigkeit	7	7	6	8	7	8	8
Innenblatt-schichtung	6	6	3	8	4	8	6
Strunkanteil	4	4	4	5	4	4	5
1 = Merkmal schwach ausgeprägt 9= Merkmal stark ausgeprägt							

Beste Sorten im Versuch waren 'Sonsma' und 'Caramba' die bereits bei einer Größe von 500 g feste Köpfe mit guter Innenblattschichtung bildeten.

## Erträge

<b>Midi-Spitzkohl Herbst 2011 - Erträge</b>				
<b>Pflanzdichte</b>				
	<b>74000 St/ha</b>	<b>95000 St/ha</b>	<b>111000 St/ha</b>	<b>133000 St/ha</b>
in %	100%	128%	150%	180%
<b>'Duchy'</b>	<b>316 dt/ha</b>	<b>307 dt/ha</b>	<b>322 dt/ha</b>	<b>408 dt/ha</b>
in %	100%	97%	102%	129%
<b>'Regency'</b>	<b>256 dt/ha</b>	<b>362 dt/ha</b>	<b>355 dt/ha</b>	<b>394 dt/ha</b>
in %	100%	141%	139%	154%
<b>'Dutchman'</b>	<b>319 dt/ha</b>	<b>437 dt/ha</b>	<b>439 dt/ha</b>	<b>482 dt/ha</b>
in %	100%	137%	138%	151%
<b>'Caramba'</b>	<b>420 dt/ha</b>	<b>459 dt/ha</b>	<b>455 dt/ha</b>	<b>460 dt/ha</b>
in %	100%	109%	108%	110%
<b>'Caraflex'</b>	<b>229 dt/ha</b>	<b>322 dt/ha</b>	<b>385 dt/ha</b>	<b>338 dt/ha</b>
in %	100%	140%	168%	147%
<b>'Sonsma'</b>	<b>349 dt/ha</b>	<b>425 dt/ha</b>	<b>425 dt/ha</b>	<b>465 dt/ha</b>
in %	100%	122%	122%	133%
<b>'Tourima'</b>	<b>346 dt/ha</b>	<b>386 dt/ha</b>	<b>330 dt/ha</b>	<b>473 dt/ha</b>
in %	100%	111%	95%	137%

Die Ernterate sank im Mittel aller Sorten von 93 % bei 74 000 Pfl./ha auf 72 Prozent bei 133 000 Pfl./ha ab. Das Erntefenster verschob sich um etwa eine Woche nach hinten. Insbesondere bei den beiden Sorten 'Dutchman' (NIZ) und 'Tourima' (RZ) verzögerte sich die Entwicklung mit zunehmender Pflanzdichte. Die schnellsten Sorten bei 133 000 Pfl./ha waren 'Duchy' und 'Regency' (beide NIZ).

## Rotkohl

Im Versuchsjahr 2010 wurde Midi-Rotkohl geprüft. Rotkohl muss grundsätzlich etwas weiter gepflanzt werden, die Pflanzdichte betrug zwischen 56 000 und 95 000 St/ha.

### Sorten und Pflanzdichten

<b>5 Sorten</b>		<b>Herkunft</b>	<b>Tage</b>	<b>empfohlene Pflanzdichte</b>	<b>Abstände</b>		<b>Pfl./ha</b>
				x 1000/ha			
1	'Reguma'	RZ	145	35 – 45	1	40 x 45	56000
2	'Integro'	Bejo	95	40 – 60	2	40 x 40	62500
3	'Red Dynasty'	Seminis	95	40 – 50	3	30 x 40	83000
4	'Rodeo'	NIZ	95	40 – 70	4	30 x 35	95000
5	'Resima'	RZ					

Ziel war es, einen Midikohl mit ca. 500 g zu ernten. Die beiden schnellsten Sorten waren 'Resima' (RZ) und 'Caballero (Bejo), gefolgt von 'Rona' (Seminis) und 'Subaro' (Enza).

<b>Mittelwerte Midi-Rotkohl 500 g</b>					
	'Reguma' (RZ)	'Integro' (Bejo)	'Red Dynasty' (Seminis)	'Rodeo' (NIZ)	'Resima' (RZ)
Kopfhöhe (cm)	14,0	12,0	11,8	12,3	12,3
Kopfbreite (cm)	8,8	9,6	10,9	9,6	9,7
Kopffestigkeit	6	9	6	9	8
Innenblattschichtung	5	7	5	9	6
Strunkanteil	4	6	7	5	5
1 = Merkmal schwach ausgeprägt 9= Merkmal stark ausgeprägt					

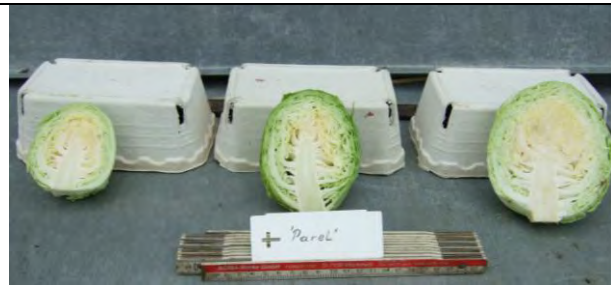



Am besten schnitt die Sorte 'Rodeo' ab die bereits bei 500 g sehr feste Köpfe mit sehr guter Innenblattschichtung bildete. Diese Sorte erzielte beim Sommersatz auch die höchsten Erträge. Ebenfalls gute Ergebnisse erbrachte die Sorte 'Integro' Auffallend war der bei vielen Sorten relativ hohe Strunkanteil.

Erträge Sommersatz


<b>Midi-Rotkohl 2010 - Erträge</b>				
	<b>Pflanzdichte</b>			
	<b>56000 St/ha</b>	<b>62500 St/ha</b>	<b>83000 St/ha</b>	<b>95000 St/ha</b>
	100%	112%	148%	170%
<b>'Reguma'</b>	<b>160 dt/ha</b>	<b>195 dt/ha</b>	<b>223 dt/ha</b>	<b>228 dt/ha</b>
	100%	122%	139%	142%
<b>'Integro'</b>	<b>173 dt/ha</b>	<b>179 dt/ha</b>	<b>254 dt/ha</b>	<b>246 dt/ha</b>
	100%	104%	147%	142%
<b>'Red Dynasty'</b>	<b>169 dt/ha</b>	<b>232 dt/ha</b>	<b>214 dt/ha</b>	<b>264 dt/ha</b>
	100%	138%	127%	156%
<b>'Rodeo'</b>	<b>206 dt/ha</b>	<b>197 dt/ha</b>	<b>261 dt/ha</b>	<b>264 dt/ha</b>
	100%	95%	126%	128%
<b>'Resima'</b>	<b>133 dt/ha</b>	<b>160 dt/ha</b>	<b>196 dt/ha</b>	<b>221 dt/ha</b>
	100%	121%	147%	166%

Beim Sommersatz ging die Erntequote im Mittel aller Sorten lediglich von 94% bei einer Pflanzdichte von 56 000 auf 88% bei 95 000 St/ha zurück. Anders war es beim Herbstsatz. Hier lag die Erntequote bei 95 000 St/ha nur noch bei rd. 50 Prozent, d.h. der Rotkohl erreichte bei dieser extrem dichten Pflanzung keine Erntereife mehr.

## Mini- und Midi – Weißkohl

					
'Parel' (Bejo) 150 g	300 g	500 g	'Micro' (Enza) 150 g	300 g	500 g
					
'Sir' (Clause) 150 g	300 g	500 g	'Toughma' (RZ) 150 g	300 g	500 g

## Midi- Rotkohl 500 g (Sorten Herbstsatz)

					
'Reguma' (RZ)		'Resima' (RZ)		'Subaro' (Enza)	
					
'Caballero' (Bejo)		'Rona' (Seminis)		'Rodney' (NIZ)	



## 5. Sortimente und Pflanzdichten bei farbigem und weißem Midi- Blumenkohl

Rudolf Feldmann, Staatsschule für Gartenbau Stuttgart-Hohenheim

Bei Blumenkohl besteht, wie bei anderen Kohllarten das Problem, dass durch die kleiner werdenden Haushalte die Köpfe bzw. Blumen zu groß sind. Hinzu kommt, dass er etwas aus der Mode gekommen ist. Durch farbige Sorten wird versucht sein langweiliges Image zu verbessern. Für Endverkaufsbetriebe bieten farbige Sorten die Möglichkeit sich von der Konkurrenz abzuheben.

In den Hohenheimer Versuchen wurden in den Jahren 2010 bis 2012 verschiedene Sortimente von weißem und farbigem Blumenkohl bei unterschiedlichen Pflanzdichten geprüft. Ziel war es dabei jeweils einen Midi-Blumenkohl von ca. 6 bis 9 cm sowie 10 bis 12 cm Blumendurchmesser zu ernten. Während für die Gastronomie Mini-Blumen von sechs bis acht Zentimeter Durchmesser gefragt sind, ist für Single- oder Zwei-Personenhaushalte eine Blume mit 10 bis 12 cm Durchmesser und einem Gewicht von ca. 400 bis 500 g (ohne Blatt) die richtige Größe.

### Weißer Blumenkohl

Im Sommer und Herbst 2010 wurden sechs weiße Blumenkohlsorten auf ihre Eignung für Mini- und Midi-Größen und Dichtpflanzung zwischen 50 000 und 95 000 St/ha geprüft. Geerntet wurde ab einer Größe von 6 cm Blumendurchmesser, die hauptsächlich geerntete Größe betrug 10 – 12 cm.

#### Sorten und Pflanzdichten

5 Sorten	Herkunft	Tage	empfohlene Pflanzdichte x 1000/ha	Abstände	Pfl./ha
1	'Chambord'	RZ	70 - 80	25 - 32	1 40 x 50 50000
2	'Synergie'	Enza	75	40 - 50	2 40 x 40 62500
3	'Tarifa'	Bejo	80		3 30 x 40 83000
4	'Freedom'	Seminis	70	30 - 35	4 30 x 35 95000
5	'Nemo'	Clause	80	30 - 70	
6	'Xenia'	Enza	60 - 70		

Am schnellsten war, unabhängig von der Pflanzdichte, die Sorte 'Synergie', gefolgt von 'Freedom'. Die Pflanzdichte hatte einen deutlichen Einfluss auf die Kulturdauer, d.h. je weiter gepflanzt wurde, umso schneller war die angestrebte Blumengröße erreicht. Bis zu einer Pflanzdichte von 83 000 St/ha war die Erntequote mit ca. 90% annähernd gleich hoch, bei der dichtesten Pflanzung (95 000 St/ha) unterdrücken sich die Pflanzen gegenseitig und die Erntequote sank im Sommer auf rd. 75%. Beim

Herbstsatz war der Rückgang aufgrund der langsameren Entwicklung und insgesamt geringerer Blattmasse weniger ausgeprägt. Hier sank die Erntequote nur von 94% bei 50 000 Pflanzen/ha auf 86% bei 90 000 Pflanzen/ha.

<b>Mittelwerte Midi Blumenkohl</b>					
	'Chambord' (RZ)	'Synergie' (Enza)	'Tarifa' (Bejo)	'Freedom' (Seminis)	'Nemo' (Clause)
ohne Laub					
Blumengewicht 12 cm	415 g	429 g	403 g	397 g	392 g
Blumengewicht 10 cm	263 g	290 g	256 g	248 g	229 g
Durchwuchs	1	1	1	1	1
Festigkeit der Blume	9	9	8	7	9
Höckerigkeit	4	6	4	8	6
1 = Merkmal schwach ausgeprägt 9 = Merkmal stark ausgeprägt					

Keine der im Versuch stehenden Sorten wies Durchwuchs auf. Die Festigkeit der Blume war bei allen Sorten gut bis sehr gut. Die Qualität der Blumen wurde durch die Pflanzdichte nicht beeinflusst. Das Einzelgewicht der Blume ohne Laub betrug bei Mini (6 cm) ca. 50 g, bei Midi 10 cm ca. 250 g und bei Midi 12 cm ca. 400 g. Der Sorteneinfluss auf das Blumengewicht war (bei gleichem Durchmesser) nur gering.

Allgemein ist anzumerken, dass alle Sorten für die Ernte von "echtem" Mini-Blumenkohl mit einem Durchmesser von 6 cm nur schlecht geeignet waren. Das Problem bestand darin, dass die Blume in so kleinem Zustand fest von den Blättern eingehüllt wird und so schlecht zu sehen und auch schlecht zu fassen ist. Dadurch wurde die Ernte sehr zeitintensiv.

#### Erträge

<b>Midi-Blumenkohl Herbst 2010 - Erträge</b>				
<b>Pflanzdichte</b>				
	<b>50000 St/ha</b>	<b>62500 St/ha</b>	<b>83000 St/ha</b>	<b>95000 St/ha</b>
in %	100%	125%	166%	190%
<b>'Chambord'</b>	<b>328 dt/ha</b>	<b>330 dt/ha</b>	<b>402 dt/ha</b>	<b>394 dt/ha</b>
in %	100%	101%	123%	120%
<b>'Synergie'</b>	<b>311 dt/ha</b>	<b>331 dt/ha</b>	<b>418 dt/ha</b>	<b>451 dt/ha</b>
in %	100%	107%	134%	145%
<b>'Tarifa'</b>	<b>299 dt/ha</b>	<b>312 dt/ha</b>	<b>393 dt/ha</b>	<b>342 dt/ha</b>
in %	100%	104%	131%	114%
<b>'Freedom'</b>	<b>279 dt/ha</b>	<b>305 dt/ha</b>	<b>376 dt/ha</b>	<b>394 dt/ha</b>
in %	100%	109%	135%	141%
<b>'Nemo'</b>	<b>295 dt/ha</b>	<b>316 dt/ha</b>	<b>320 dt/ha</b>	<b>338 dt/ha</b>
in %	100%	107%	109%	115%
<b>'Xenia'</b>	<b>359 dt/ha</b>	<b>415 dt/ha</b>	<b>404 dt/ha</b>	<b>439 dt/ha</b>
in %	100%	116%	113%	122%

Im Gegensatz zum Sommersatz führte die Erhöhung der Pflanzdichte von 83 000 Pflanzen/ha auf 95 000 Pflanzen/ha beim Herbstsatz zu einer weiteren Ertragszunahme. Dies zeigte sich insbesondere bei den aufrecht wachsenden Sorten 'Synergie' und 'Freedom'.

## Farbiger Blumenkohl

In den Jahren 2007 und 2008 sowie 2011 und 2012 wurden insgesamt neun farbige Sorten geprüft. Die Pflanzdichte betrug zwischen 50 000 und 83 000 St/ha.

### Sorten und Pflanzdichten 2011 und 2012

9 Sorten	Herkunft	Tage	empfohlene Pflanzdichte x 1000/ha	Abstände	Pfl./ha
1	'Vitaverde' (grün)	RZ	70 – 80	30 – 35	1 40 x 50 50000
2	'Panther' (grün)	Bejo	90	26 – 30	2 40 x 40 62500
3	'Trevi' (grün)	NIZ	90	20 – 40	3 40 x 30 83000
4	'Fungio'(grün) 'CLX 33301'	NIZ	84	20 - 40	
5	'CLX 33003' 'Jaffa' orange	NIZ	80	30	
6	'Graffiti' (violett)	Volmary		30 - 60	
7	'Collage' (orange)	Volmary		30	
8	'Ortoli' (orange)	Syngenta			
9	'Cheddar' (orange)	GrainVoltz			

Im Sommer 2011 wurde in den Größenklassen 6 – 9 cm und 9 – 12 cm geerntet. Beim Sommersatz musste grundsätzlich zweimal wöchentlich geerntet werden. Bis Ende August war dies auch beim Herbstsatz der Fall, ab Anfang September genügte eine Ernte pro Woche. Die Ernte war im Sommer innerhalb von vier Wochen abgeschlossen, im Herbst zog sie sich je nach Sorte auf bis zu sechs Wochen hin. Das kürzeste Erntefenster gab es bei 'Panther', hier war die Ernte im Sommer innerhalb von zwei Wochen beendet.



Sehr attraktiv wirkt farbiger Blumenkohl in gemischten Kisten.

von links nach rechts:

'Collage', 'Panther', 'Chambord', 'Graffiti'

Im Versuchsjahr 2012 lag die hauptsächliche Erntegröße bei einer Midi-Ware mit einem Durchmesser von ca. 12 cm (entspricht etwas kleinerer 8er Ware).

### Ergebnisse 2011 und 2012

<b>Mittelwerte Midi Blumenkohl</b>					
	'Trevi' (NIZ)	'Fungio' (NIZ)	'Vitaverde' (RZ)	'Panther' (Bejo)	
Farbe	grün	grün	grün	grün	
ohne Laub					
Blumengewicht 12 cm	396 g	374 g	309 g	416 g	
Blumengewicht 10 cm	247 g	247 g	181 g	298 g	
Durchwuchs	1	1	1	1	
Festigkeit der Blume	8	8	9	9	
Höckerigkeit	7	5	7	6	
	'Jaffa' (NIZ)	'Collage' (Volmary)	'Cheddar' (GrainesVOLTZ)	'Ortoli' (Syngenta)	'Grafitti' (Volmary)
Farbe	orange	orange	orange	orange	violett
ohne Laub					
Blumengewicht 12 cm	345 g	382 g	346 g	312 g	248 g
Blumengewicht 10 cm	176 g	233 g	198 g	186 g	164 g
Durchwuchs	1	1	1	1	1
Festigkeit der Blume	8	7	8	7	8
Höckerigkeit	5	5	5	5	3
1 = Merkmal schwach ausgeprägt 9 = Merkmal stark ausgeprägt					

Die orangen Sorten waren mit Ausnahme von 'Ortoli' deutlich schneller als die grünen und die violette Sorte. Gute orange Sorten sind 'Jaffa' und 'Cheddar', allerdings kam es bei 'Jaffa' im Sommer 2011 zu Hitzeproblemen. 'Collage' zeigte in Hohenheim in allen Versuchsjahren extrem viele Vorblüher und erbringt nur einen sehr geringen Ertrag. Ebenfalls sehr schnell war 'Vitaverde'. Die Sorte 'Ortoli' erwies sich aufgrund der langen Kulturdauer als ungeeignet für den Herbstanbau. Diese Sorte eignet sich auch nur schlecht für eine Dichtpflanzung, sie reagierte auf die Zunahme der Pflanzdichte mit einem deutlichen Ertragsrückgang. Ebenso reagierte auch die grüne Sorte 'Trevi'.

### Ergebnisse 2012

Insgesamt dauerte die Sommerkultur im aktuellen Versuchsjahr um rd. drei Wochen länger als im Vorjahr. Am schnellsten waren, unabhängig von der Pflanzdichte,

die orange Sorte 'Cheddar' gefolgt von der grünen 'Vitaverde' und der orangen 'Jaffa'. Die beiden Sorten 'Trevi' und 'Ortoli' benötigten ca. zwei Wochen länger als die übrigen Sorten. Bei 'Collage' traten extrem viele Vorblüher auf, die Erntequote lag nur zwischen 7 % und 4 %. Im Gegensatz zum Vorjahr konnte auch 'Trevi' im Sommer 2012 mit Erntequoten zwischen 46% und 27% nicht überzeugen. Beim Herbstsatz lagen die Erntequoten wieder deutlich höher, dafür zeigten viele Blumen starken Durchwuchs. Die höchsten Erntequoten erreichte 'Vitaverde' mit rd. 83%, gefolgt von 'Cheddar' mit 79% und 'Grafitti' mit 73% (Mittelwerte aller Pflanzdichten (Sommer und Herbstsatz)).

#### Erträge

<b>Farbiger Midi-Blumenkohl Sommer 2012 - Erträge</b>			
<b>Pflanzdichte</b>			
	<b>50000 St/ha</b>	<b>62500 St/ha</b>	<b>83000 St/ha</b>
<b>in %</b>	100%	125%	166%
<b>'Vitaverde'</b>	<b>171 dt/ha</b>	<b>145 dt/ha</b>	<b>175 dt/ha</b>
	100%	85%	102%
<b>'Panther'</b>	<b>73 dt/ha</b>	<b>119 dt/ha</b>	<b>142 dt/ha</b>
	100%	162%	193%
<b>'Trevi'</b>	<b>117 dt/ha</b>	<b>122 dt/ha</b>	<b>107 dt/ha</b>
	100%	104%	91%
<b>'Fungio'</b>	<b>117 dt/ha</b>	<b>126 dt/ha</b>	<b>123 dt/ha</b>
	100%	107%	105%
<b>'Jaffa'</b>	<b>144 dt/ha</b>	<b>139 dt/ha</b>	<b>153 dt/ha</b>
	100%	96%	106%
<b>'Collage'</b>	<b>13 dt/ha</b>	<b>16 dt/ha</b>	<b>7 dt/ha</b>
	100%	129%	58%
<b>'Cheddar'</b>	<b>181 dt/ha</b>	<b>165 dt/ha</b>	<b>171 dt/ha</b>
	100%	91%	95%
<b>'Ortoli'</b>	<b>125 dt/ha</b>	<b>139 dt/ha</b>	<b>117 dt/ha</b>
	100%	111%	93%
<b>'Grafitti'</b>	<b>146 dt/ha</b>	<b>143 dt/ha</b>	<b>138 dt/ha</b>
	100%	98%	95%

## 6. Pak Choi für den geschützten Anbau im Herbst

Heike Sauer und Rita Schäfer, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

### Zusammenfassung

An der LVG Heidelberg wurden im Herbst 2011 Pak Choi Sorten auf ihre Eignung für den Herbstanbau im Gewächshaus untersucht. Die Pflanzung erfolgte am 28.09.2011. Die Ernte fand am 2.11.2011 statt. Die geprüften Sorten wiesen eine sehr gute Anbaueignung auf. Die Ausbeuten lagen bei allen Sorten über 95 %. Den höchsten marktfähigen Ertrag in g besaß 'Tanku F1' mit 6 181 g/m<sup>2</sup>. Die rote Sorte 'Rubi' erzielte mit 3 210 g/m<sup>2</sup> einen deutlich geringeren Ertrag und ist eher dem Sortiment Mini Pak Choi zuzuordnen.

### Versuchshintergrund und Versuchsfragen

Pak Choi ist ein Kohlgemüse, das in China zu den meist verzehrten Kohlarten gehört. In Europa ist diese Kohlart weniger verbreitet, obwohl sie einige Vorzüge besitzt. Pak Choi kann sowohl als Salat frisch, als auch gedünstet zum Beispiel in Pfannengerichten oder gekocht zubereitet werden. Der Kohlgeschmack ist sehr dezent und die Zubereitungszeit sehr kurz, was den heutigen Kochgewohnheiten entgegenkommt.

Pak Choi kann als Freilandkultur angebaut werden, ist jedoch auch im Gewächshaus als Früh- oder Spätkultur für den geheizten bzw. ungeheizten Anbau eine Kulturalternative. Vorteil im geschützten Anbau ist, dass Pak Choi weder zur Familie der Salate noch der der Fruchtgemüse zählt und somit die Fruchtfolge auflockern kann.

An der LVG Heidelberg wurden deshalb neun aktuelle Pak Choi Sorten auf ihre Eignung für den geschützten Herbstanbau miteinander verglichen.

**Tabelle 1: Kulturdaten**

<b>Aussaat</b>	01.09.2011 in 4 cm Erdpresstöpfe Temperatur: 20°C Keimung, 16°C weitere Anzucht
<b>Pflanzung</b>	28.09.2011
<b>Pflanzdichte</b>	0,25 m x 0,25 m, 16 Pfl./m <sup>2</sup> ; 4 Reihen pro Beet
<b>Düngung</b>	109 kg N/ha 0 – 30 cm vorhanden, Düngung keine
<b>Ernte</b>	2.11.2011
<b>Parzellengröße</b>	44 Pflanzen je Parzelle

## Ergebnisse

Die Ernte des Pak Chois fand 5 Wochen nach der Pflanzung am 2.11.2011 in Einmalernte statt. Das durchschnittliche Einzelpflanzengewicht der marktfähigen Ware lag mit Ausnahme der roten, kleineren Sorte 'Rubi' zwischen 312 g und 375 g. Die Mini Pakchoi Sorte 'Rubi F1' erreichte ein mittleres Gewicht von 193 g. Der Anteil marktfähiger Pflanzen lag bei allen Sorten mit über 95 % sehr hoch. Die Abernterate war bei 'Green Revolution F1' mit 99 % am höchsten. Den höchsten marktfähigen Ertrag pro m<sup>2</sup> erzielte 'Tanku F1' mit 6 181 g/m<sup>2</sup>. Niedriger war der Ertrag bei der Mini Pak Choi Sorte 'Rubi F1' mit 3 210 g/m<sup>2</sup>. Die marktfähigen Erträge der übrigen Sorten lagen zwischen 5748 g und 5134 g/m<sup>2</sup>.

Insgesamt war der Pflanzenbestand gesund. Punktuell traten Blattläuse, Raupen und Minierfliegen auf. Schon in früheren Versuchen mit Pak Choi zeigte es sich, dass beim geschützten Anbau im Herbst die Pilzkrankheit *Phoma* als Blattfleckenerreger auftreten kann. Fast alle der geprüften Sorten mit Ausnahme von 'Rubi' zeigten vereinzelt an wenigen Pflanzen einen geringen Befall. Etwas anfälliger war die Sorte 'PC 5518 Joy Choi type'.

**Tabelle 2: Pak Choi: Ertrag und Anfälligkeit gegenüber *Phoma* beim geschützten Anbau im Herbst**

Sorte	Typ	Herkunft	Anteil marktfähige Pflanzen in %	Marktfähiger Ertrag in g	Einzelpflanzengewicht in g (errechnet)	Blattfleckenbefall <i>Phoma</i> *
Green Revolution F1	F1	Uniseeds	99	5460	337	1,75
PC 5506 Sjanghai type		Uniseeds	98	5590	342	1,75
PC 5518 Joy Choi type		Uniseeds	95	5748	341	2,75
Joi Choi	F1	Sakata	97	5507	334	2,25
Yang Qing Choi	F1	Sakata	97	5278	312	1,75
Tanku	F1	Hild	97	6181	375	1,75
Yuushou	F1	Hild	97	5672	344	1,75
Baraku	F1	Moles seeds	98	5134	314	1,75
Rubi	F1	Moles seeds	96	3210	193	1,00

\* Befall 1= kein Befall - 9= starker Befall



**Abbildung 1 bis 9 von oben links bis unten rechts:  
'Green Revolution F1', 'PC 5506 Sjanghai type', 'PC 5518 Joy Choi type',  
'Joi Choi F1', 'Yang Qing Choi F1', 'Tanku F1',  
'Yuushou F1, 'Baraku F1', 'Rubi F1'.**



## 7. Kohlrabisortiment für den ökologischen Anbau unter Glas

Heike Sauer und Rita Schäfer, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

### Zusammenfassung

An der LVG Heidelberg wurden im Frühjahr 2012 vierzehn verschiedene Kohlrabisorten (samenechte Sorten und F1-Hybriden) auf ihre Eignung für den frühen Anbau im Folienhaus untersucht. Die Pflanzung erfolgte in KW 6, Anfang Februar. Die Kultur wurde frostfrei durchgeführt. Die höchsten marktfähigen Erträge wiesen beim Erntetermin am 3.05.2012 'Olivia' (Vitalis, bio), 'Kordial' und 'Korridor' (beide Bejo, bio) mit einer Ausbeute von 95 % auf. 'Olivia' erwies sich als früheste Sorte im Sortimentsvergleich. Bewertet wurde dies an der höchsten Anzahl großer Knollen.

### Versuchshintergrund und Versuchsfragen

14 Kohlrabisorten wurden für den frühen Anbau im Folienhaus miteinander verglichen. Auswertungskriterien waren der Ertrag, der Gesundheitszustand und Wuchseigenschaften. Es wurden sowohl samenfeste Sorten als auch F1-Hybriden geprüft.

**Tabelle 1: Kulturdaten von Kohlrabi im Folienhaus früher Anbau**

<b>Aussaat</b>	20.12.2011 (KW 51) in Bio-Presstöpfe, Temperatur: 20°C Keimung, 16°C weitere Anzucht
<b>Pflanzung</b>	07.02.1012 (KW 6)
<b>Pflanzdichte</b>	0,25 m x 0,25 m, 16 Pfl./m <sup>2</sup> ; 5 Reihen pro Beet
<b>Düngung</b>	09.01.2012: 170 kg N/ha vorliegend – keine Düngung
<b>Ernte</b>	03.05.2012

### Ergebnisse

Beim Erntetermin am 3.05.2012 wiesen 'Olivia' (Vitalis, bio), 'Kordial' und 'Korridor' (beide Bejo, bio) mit 38 marktfähigen Stück von 40 und damit einer Ausbeute von 95% die höchsten marktfähigen Erträge auf.

Gemessen an der Anzahl Knollen über 80 mm zählte 'Olivia' (Vitalis, bio) zur frühzeitigsten Sorte, gefolgt von 'Korist' (Bejo, bio). Etwas erhöht war die Anzahl Platzer bei 'Azur Star' (Bingenheim bio, Hild c.u.). Die Sorte 'Neisse' (Uniseeds) entwickelt fast zu 100 % Schosser.

Falscher Mehltau trat insbesondere bei 'Azur Star' (Bingenheim, Hild) auf, während 'Neisse' (Uniseeds) befallsfrei blieb.

Die samenfesten Sorten wiesen in den meisten Fällen mehr Blattmasse auf. Bis auf wenige Ausnahmen besaßen die meisten Sorten eine aufrechte Blattstellung. Sehr lange Strünke hatten 'Vikora' (Vitalis, bio) und 'Rasko' (Bingenheim, bio), was zu einer verminderten Standfestigkeit führte.

**Tabelle 2: Anzahl marktfähiger Knollen, Ausbeute, Anzahl Platzer und Schosser von Kohlrabi beim Anbau im frostfreien Folienhaus im Frühjahr 2012**

Sorte	Typ *	Her- kunft**	Ertrag marktfähig in Stück	Knollen größer 80 mm	Ausbeute in %	Platzer in Stück	Schosser in Stück
Olivia	F1	Vitalis,bio	38	32	95	2	0
Vikora	F1	Vitalis,bio	36	28	90	3	0
Cindy	F1	RZ, c.u.	37	28	93	2	0
Eder	F1	RZ,bio	37	22	93	1	0
Rasko	SE	Bingen- heim, bio	36	20	90	1	0
Lanro	SE	Bingen- heim, bio	34	12	85	1	0
Azur Star	SE	Bingen- heim, bio	34	22	85	4	0
Sat21	SE	Sativa, bio	34	20	85	2	3
Sat22	SE	Sativa, bio	32	21	80	1	3
Neisse	F1	Uniseeds, c.u.	1	0	3	1	35
Korist	F1	Bejo, bio	36	29	90	2	0
Kordial	F1	Bejo, bio	38	19	95	1	1
Korridor	F1	Bejo, bio	38	28	95	1	0
Azur Star	SE	Hild,c.u.	35	20	88	2	0

\* SE samenecht,\*\* c.u. = chemisch unbehandelt,  
bio = ökologisch produziertes Saatgut

**Tabelle 3: Eigenschaften von Kohlrabi beim Frühjahrsanbau im frostfreien Fo-  
lienhaus 2012**

Sorte	Typ*	Herkunft**	Falscher Mehl- tau***	Blatt- masse***	Blattstel- stel- lung****	Strunk- länge***	Stand- festig- keit***
Olivia	F1	Vitalis,bio	2,7	3,5	3	5,5	4
Vikora	F1	Vitalis,bio	3,3	5	4	6,5	3,5
Cindy	F1	RZ, c.u.	3,7	5	4	5,5	3
Eder	F1	RZ,bio	1,7	4	3	4	6,5
Rasko	SE	Bingenheim, bio	3,3	6,5	4,5	6	3
Lanro	SE	Bingenheim, bio	2,7	6	3,5	4,5	3
Azur Star	SE	Bingenheim, bio	5	5,5	4,5	4,5	6,5
Sat21	SE	Sativa, bio	3	6,5	3,	3,5	5,5
Sat22	SE	Sativa, bio	3,3	7,5	7,5	4	5
Neisse	F1	Uniseeds, c.u.	1	5	3	5	4
Korist	F1	Bejo, bio	2,3	4,5	3	5,5	4
Kordial	F1	Bejo, bio	2	5	3	5	4
Korridor	F1	Bejo, bio	3	4,5	3	3	6
Azur Star	SE	Hild,c.u.	5	5	4	3,5	6
Littoria CMS	CMS	Enza, c.u.	1	5	3	5,5	4,5
Opimes CMS	CMS	Enza, c.u.	1,7	3,5	3	5	6,5

\* SE samenecht,

\*\* c.u. = chemisch unbehandelt, bio = ökologisch produziertes Saatgut,

\*\*\*Bonitur Noten 1-9 mit 1 geringste Ausprägung 9 stärkste Ausprägung,

\*\*\*\*Blattstellung 1 aufrecht-9 sehr flach

## **8. Stickstoff-Düngung von Brassicaceen im Freiland**

### ***Gute fachliche Praxis bei Anwendung von Nmin-Sollwerten***

Dr. Karin Rather, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

Die Düngung nach guter fachlicher Praxis ist ein wesentlicher Bestandteil der umweltgerechten und nachhaltigen Produktion von Gemüse. Eine eng an den Pflanzenbedarf und Standort angepasste Düngung verringert Nährstoffverluste in die Umwelt und ermöglicht die beim Nährstoffvergleich nach Düngeverordnung geforderten Höchstmengen für Stickstoff und Phosphor einzuhalten (DüV, 2007). Während für die Informationsbroschüre Salate (LVG, 2010) Stickstoff-Sollwerte *mit* Mineralisierung (mM, IGZ, 2011) Eingang in die Praxis gefunden haben, werden für Brassicaceen Nmin-Sollwerte entsprechend der Beratungsunterlagen beibehalten (LVG, 2009). Denn mit der Überarbeitung der Düngeverordnung liegen ab 2014 bundesweit einheitliche und verbindliche Nmin-Sollwerte für Gemüse vor.

#### **8.1 Gesetzliche Grundlagen - Düngeverordnung (DüV)**

Die Düngeverordnung 2007 regelt die „gute fachliche Praxis“ bei der Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (DüV, 2007). Diese sind so auszubringen, dass verfügbare oder verfügbar werdende Nährstoffe zeitlich und mengenmäßig weitestgehend an den Nährstoffbedarf der Pflanzen angepasst werden. Bei Ermittlung des Düngebedarfs nach §4 ist der Nährstoffbedarf der Pflanzen für die zu erwartenden Erträge und Qualitäten zu berücksichtigen. Dies gelingt in der Düngepraxis mit dem Nmin-Sollwertsystem (Kap. 12.4). Seit 2007 verlangt die DüV im §5 für Betriebe mit mehr als ein Hektar Anbaufläche für Stickstoff (N) und Phosphat ( $P_2O_5$ ) einen Vergleich über die Nährstoffzufuhr und –abfuhr (Nährstoffbilanzen) auf Betriebsebene schriftlich zu erstellen. Der N-Überschuss darf im dreijährigen Mittelwert nicht mehr als 60 kg N/ha betragen. Bei Phosphat gilt die gute fachliche Praxis als erfüllt, wenn der Überschuss im Mittel von sechs Jahren 20 kg  $P_2O_5$ /ha und Jahr nicht überschreitet. Für die Berechnung der Nährstoffbilanzen, die für Stickstoff jährlich und für Phosphat alle sechs Jahre gefordert werden, stellt das Land Baden-Württemberg (BW) kostenlos das Kalkulationsprogramm NAEBI zur Verfügung (Anlage 1, 2). Die Düngeverordnung wird zurzeit überarbeitet, um Forderungen der EU zur zielgenaueren Umsetzung der Nitratrichtlinie nachzukommen und liegt vermutlich 2014 vor.

#### **8.2 Ansprüche an die Stickstoffversorgung**

Die Familie der Brassicaceae mit den Gattungen Brassica und Raphanus weisen unterschiedliche Ansprüche an die Stickstoffversorgung auf. Unterschiede im Ertragsni-

veau und in der Kulturdauer führen zu einer breiten Spanne des Nährstoffbedarfs (80 bis 300 kg N/ha). Abweichende N-Aufnahmeraten der Gattungen resultieren in zeitlich unterschiedlichen Stickstoff-Bedarf und notwendigen Mindestvorrat zu Kulturrende. In der Hauptwachstumszeit, der linearen Wachstumsphase, liegen die wöchentlichen N-Aufnahmeraten je nach Gattung bei 20 bis 50 kg N/ha.

Bei Kopfkohlarten (Weiß-, Rot-, Rosenkohl) fällt der Erntetermin in einen Zeitraum der ‚Abreife‘ mit geringer täglichen N-Aufnahme und einem notwendigen Mindestvorrat von 0-20 kg N/ha zu Kulturrende. Da die Ernte von Blumenkohl und Brokkoli dagegen bei Hauptwachstum und höherer N-Aufnahmerate erfolgt, ist ein Mindestvorrat im Boden (0-60 cm) zum Erntezeitpunkt von 40 kg N/ha notwendig, um gute Qualitäten zu erzielen. Raphanus Arten (z.B. Radies) haben infolge kurzer Kulturdauer einen relativ geringen Nährstoffbedarf, der auf nährstoffreichen Böden häufig durch den Nährstoffvorrat im Boden gedeckt wird. Für die verschiedenen Gemüsearten liegen Stickstoffaufnahmekurven in der Literatur vor, aus denen der zeitlichen Stickstoffbedarf abgeleitet werden kann (IGZ, 2011).

### **8.3 Stickstoffdüngung unter Umweltgesichtspunkten**

Stickstoff unterliegt im Boden einer hohen Dynamik. Beim Anbau von Brassica und Raphanus-Arten im Freiland besteht das Risiko der Stickstoffverlagerung bei nicht an den Bedarf angepasster Düngung, nach hohen Niederschlägen oder unsachgemäßer Bewässerung. Die Durchwurzelungstiefe bei Brassica- und Raphanus-Arten variiert von 15 cm (Radies) bis 30 cm (Kohlrabi, Bundrettich) sowie 60 cm (Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, dt. und japan. Rettich) bis 90 cm (Kopfkohlarten). Bei der Düngedarfsberechnung muss der Bodenvorrat aus der maximal durchwurzelten Bodenschicht angerechnet werden. Zusätzlich sollte der Anbau flachwurzelter Arten (15 bis 30 cm) nur auf Flächen mit geringen Stickstoffgehalten unterhalb dieser Wurzeltiefe erfolgen, um ungenutzten Stickstoff nicht der Auswaschung zu überlassen. Bei Kohlarten ist je nach Einarbeitungsart mit hoher N-Lieferung aus den Ernterückständen zu rechnen, der bei der Düngedarfsberechnung der Folgekultur Rechnung getragen werden muss. Die Auswaschung von Nitrat aus dem Wurzelraum muss niedrig gehalten werden, um der Eutrophierung von Gewässern und Belastung des Grundwassers mit Nitrat vorzubeugen. Hierzu werden in Wasserschutzgebieten Baden-Württembergs Vorgaben für die Düngung gemacht (SchALVO, 2001). Für die nach EU-Wasserrahmenrichtlinie in Baden-Württemberg ausgewiesenen gefährdeten Grundwasserkörper, deren guter chemischer und ökologischer Zustand bis Ende 2015 nicht erreicht sein wird, werden darüber hinaus Maßnahmen zur nachhaltigen Verbesserung der Stickstoff-Ausnutzung für den Gemüsebau entwickelt (LVG, 2010). Als Stickstoff-Düngemittel wird im Kohlanbau häufig Kalkstickstoff eingesetzt, um Unkraut zu unterdrücken und gegen Kohlhernie vorzugehen. Dabei zugeführte Stick-

stoffmengen sind selbstverständlich bei der N-Düngebedarfsberechnung zu berücksichtigen.

## 8.4 Berechnung der Stickstoffdüngung unter Anwendung der Nmin-Methode

### 8.4.1 Methodik

Die Berechnung der N-Düngung im umweltgerechten Anbau von Gemüse erfolgt auf Grundlage der Nmin-Methode, die auf Nmin-Sollwerten unter Einbeziehung von Nmin-Untersuchungen im Boden basiert. Dabei wird die Gesamtmenge an verfügbaren mineralischen Stickstoff (Nitrat- und Ammonium-N) in der von den Wurzeln nutzbaren Bodenschicht berücksichtigt (Nmin-Vorrat, Tab. 1).

**Tab. 1 Nmin-Vorrat im Boden nach der Nmin-Methode**

**Nmin-Vorrat =**

$\text{NO}_3\text{-N (kg/ha) + NH}_4\text{-N (kg/ha)}$  in der durchwurzelbaren Bodenschicht

Der Nmin-Vorrat im Boden wird von den Pflanzen wie Mineralstickstoff genutzt und ist vollständig bei der Düngebedarfsberechnung anzurechnen. Eine Düngung mit Stickstoff ohne Analyse des Bodenvorrats ist nicht mehr zeitgemäß und entspricht nicht dem aktuellen Wissensstand. Gegenüber einer konsequenten Analyse der N-Gehalte des Bodens vor *jeder* Düngung weisen praktisch alle Schätz-, Kalkulations- oder Simulationsmethoden schwer zu beseitigende Unsicherheiten auf.

Weiterhin werden zur Berechnung des N-Düngungsbedarfs Nmin-Sollwerte der jeweiligen Gemüseart benötigt. Die Nmin-Sollwerte setzen sich zusammen aus der N-Aufnahme der Kultur für den betrachteten Kulturabschnitt und dem notwendigen Nmin-Mindestvorrat zu Ende des zeitlichen Kulturabschnitts (Tab. 2). Dagegen setzt sich der Gesamt-Nmin-Sollwert zusammen aus der N-Aufnahme im Aufwuchs von Kulturbeginn zu Kulturende. Eine Aufteilung des Stickstoffangebots in Kulturabschnitte passt das N-Angebot besser an die zeitliche N-Aufnahme der Kultur an. Dieses Düngeverfahren ist zu bevorzugen und bietet einen Nmin-Sollwert für die Erstdüngung zur Pflanzung bzw. Aussaat und ein bis zwei Nmin-Sollwerte für Kopfdüngungstermine (Tab. 7).

**Tab. 2 Nmin-Sollwert – kalkulatorisch ermittelt<sup>(1)</sup>**

N im Aufwuchs	kg N/ha
+ Nmin-Mindestvorrat	kg N/ha
<hr/>	
= <b>Nmin-Sollwert (ohne Mineralisierung, oM)<sup>(1)</sup></b>	kg N/ha

(1) Die Netto-N Mineralisierung bei Brassicaceen ist kalkulatorisch nicht im Nmin-Sollwert berücksichtigt, sondern muss bei der Düngedarfbsberechnung vom Nmin-Sollwert abgezogen werden. Mit Novellierung der Düngeverordnung 2014 werden Nmin-Sollwerte im Gemüsebau „mit Mineralisierung“ ausgewiesen. Dieses Verfahren wurde bei Salaten (LVG 2010) bereits umgesetzt. Dort wird die N-Lieferung des Bodens (aus dem Humus) bei der Düngedarfbsberechnung nicht mehr vom Nmin-Sollwert abgezogen.

In die kalkulatorisch ermittelten Nmin-Sollwerte von Brassicaceen (Tab. 2, 7) geht die Netto-N-Mineralisierung aus dem Boden kalkulatorisch *nicht* mit ein (Nmin-Sollwerte oM, LVG 2009). Damit muss bei der Düngedarfbsberechnung die Netto-N-Mineralisierung des Bodens entsprechend der Bodenart geschätzt und abgezogen werden. Mit Novellierung der Düngeverordnung 2014 werden bundesweit einheitliche Nmin-Sollwerte mit Mineralisierung für Gemüse eingeführt, wie sie in bundesweiten Feldversuchen erarbeitet wurden (Feller et. al., 2007,;Fink et al. 2010).

Die Nmin-Sollwerte (oM) gelten für die in Tabelle 7 angegebene Ertragserwartung und angenommenen Kopfdüngungstermine. Die Höhe des Nmin-Sollwertes wird von der N-Aufnahme im erwarteten Aufwuchs und damit vom Ertrag bestimmt (Tab. 2, 7). Weichen Erträge oder der Zeitpunkt der Kopfdüngung in der Praxis davon ab, gibt die Officialberatung und der Beratungsdienst Hilfestellung bei einer Neuberechnung.

#### **8.4.2 Kalkulation des N-Düngungsbedarfs**

Bei der Kalkulation des N-Düngungsbedarfs muss neben dem Nmin-Vorrat im Boden die erwartete N-Lieferung aus anderen Quellen vom Nmin-Sollwert abgezogen werden (Tab. 3). So sind die N-Lieferung aus dem Humusgehalt des Bodens, aus der N-Mineralisierung aus Ernterückständen der Vorkultur und aus organischen Düngern bzw. Zwischenfrüchten abzuschätzen und zu berücksichtigen. Die N-Lieferung über die Beregnung lässt sich aus der Nitratkonzentration und Beregnungsmenge berechnen.

**Tab. 3 Kalkulation des N-Düngungsbedarfs (kg/ha)**

<b>Nmin-Sollwert (oM) <sup>(1)</sup></b>	Tab. 7
- pflanzennutzbarer Nmin-Vorrat im Boden	gemessen
- pflanzennutzbare N-Lieferung des Bodens <sup>(1)</sup>	Tab. 8, 9
- pflanzennutzbare N-Lieferung aus Ernterückständen der Vorkultur	Tab. 10
- pflanzennutzbare N-Lieferung aus organischer Düngung	Tab. 11
- pflanzennutzbare N-Lieferung aus Zwischenfrüchten	Tab. 12
- pflanzennutzbare N-Lieferung über Beregnung	Tab. 13
<b>= N-Düngungsbedarf</b>	berechnet

(1) Nmin Sollwert ohne Mineralisierung: Die Netto-N Mineralisierung bei Brassicaceen ist kalkulatorisch nicht im Nmin-Sollwert berücksichtigt, sondern muss anhand der Bodenart, Kulturdauer, Humusgehalt etc. abgeschätzt werden. Mit der Novelle der Düngeverordnung 2014 werden die Nmin-Sollwerte im Gemüsebau „mit Mineralisierung“ ausgewiesen, um eine ungenaue Schätzung derselben zu ersetzen. Dieses Verfahren wurde bei Salaten (LVG, 2010) bereits umgesetzt. Dort wird die N-Lieferung des Bodens aus dem Humus *nicht* mehr vom Sollwert abgezogen.

Generell liegt die jährliche Mineralisierung von Böden in Mitteleuropa bei 1-2% des gesamten Boden-Stickstoffgehalts. Bei einem Gesamt-N von 10.000 kg im Boden ergibt sich jährlich eine N-Menge von 100-200 kg N, eine viel zu ungenaue Schätzung um daraus die zeitliche N-Lieferung des Bodens ableiten zu können. Zur Abschätzung der N-Mineralisierung des Bodens während der Kulturzeit liegen keine geeigneten Untersuchungsmethoden bzw. Simulationsmodelle vor und erfolgt anhand von Erfahrungswerten und Versuchsergebnissen (Tab. 8 und 9). Langfristig gemüsebaulich genutzte Böden weisen i.d.R. mit leichter mineralisierbarer organischer Substanz und höherem Humusgehalt ein höheres Mineralisierungspotential auf als ackerbaulich genutzte Böden. Die täglichen Mineralisierungsraten können zwischen 0 und 1,3 kg N/ha schwanken und sind abhängig von Temperatur, Humusgehalt, Bodenstruktur und Intensität der Bodenbearbeitung. Aufgrund satzweisen Anbaus im Gemüsebau ist es - im Gegensatz zur Landwirtschaft - nicht möglich eine mittlere pflanzennutzbare Stickstoffmineralisierung des Bodens in Abhängigkeit der angebauten Kulturen anzugeben. Tabelle 8 liefert Anhaltswerte für die durchschnittliche pflanzennutzbare N-Lieferung des Bodens in Abhängigkeit von Jahreszeit, Humusgehalt und Bodenbearbeitung. Tabelle 9 zeigt aus Versuchen abgeleitete monatliche Nachlieferungsraten in Abhängigkeit der Temperatur auf einem langjährig gemüsebaulich genutzten Boden.

Die Anrechnung von Stickstoff aus Ernterückständen, organischer Düngung und Zwischenfrüchten setzt eine gleichmäßige Verteilung auf dem Feld voraus. Darüber hinaus bestimmt die Art und Weise der Einarbeitung von Ernterückständen, wie viel



des enthaltenen Stickstoffs freigesetzt wird. Werden Ernterückstände eingefräst, werden 70% des enthaltenen Stickstoffs für die Folgekultur wirksam, bei Einpflügen 50% und bei Mulchen 40% (Scharpf, in: Feller et al. 2011). Liegen ungünstige Bedingungen vor, wie z.B. verdichteter oder vernässter Boden, kann sich der für die Folgekultur anrechenbare Stickstoff reduzieren. Die in Tabelle 10 anrechenbaren N-Mengen gelten für eingefräste Ernterückstände im Zeitraum Mai bis September. Für die N-Freisetzung aus organischen Düngemitteln und Zwischenfrüchten sind Mittelwerte angegeben (Tab. 11, 12). Tabelle 13 weist die N-Mengen aus, die in Abhängigkeit von den Nitrat-Gehalten im Beregnungswasser anfallen.

### 8.4.3 Kalkulationsbeispiel zur Düngbedarfsermittlung

In Tabelle 4 bis 6 ist ein Beispiel für die N-Düngbedarfsermittlung von Blumenkohl unter Anwendung der Nmin-Methode für eine Erst- und Kopfdüngung dargestellt.

**Tab. 4 Anbaudaten von Blumenkohl (Sommer)**

Anbau Blumenkohl	15.06. - 08.08. (KW 24 - KW 32)
Nitrat-N Gehalte im Boden	unmittelbar vor dem Pflanz-/Düngetermin gemessen
vor der Pflanzung	0-30 cm 35 kg N/ha, 30-60 cm 14 kg N/ha
vor der Kopfdüngung	0-30 cm 56 kg N/ha, 30-60 cm 28 kg N/ha
Vorkultur Knollenfenchel	
Einarbeitung Ernterückstände	03.06. (KW 22)
Beregnung	ab KW 26 bis Kulturende: 260 mm
Nitrat-Konzentration	100 mg NO <sub>3</sub> /L im Brunnenwasser
Düngemittel	Kalkammonsalpeter, KAS 27,5% N

**Tab. 5 Düngebedarfsberechnung zur Erstdüngung von Blumenkohl (Sommer)**

Nmin-Sollwert (oM*) zur Erstdüngung (Tab. 7)	130 kg N/ha
- Nmin-Vorrat im Boden (0-30 cm, gemessen)	35 kg N/ha
- pflanzennutzbare N-Lieferung aus	
- N-Lieferung des Bodens <sup>(1)</sup> (Tab. 8)	11 kg N/ha
- Ernterückständen der Vorkultur <sup>(2)</sup> (Tab. 10)	38 kg N/ha
- organischer Düngung (Tab. 11)	---
- Zwischenfrüchten (Tab. 12)	---
- über Berechnung (Tab. 13, gemessen)	--- (erst ab KW 26)
= N-Düngungsbedarf <sup>(3)</sup>	46 kg N/ha
= Bedarf Düngemittel KAS (27,5% N) <sup>(4)</sup>	167 kg KAS/ha

(1) Siehe Tab. 8: Monatliche N-Lieferung des Bodens 15 kg N/ha (ohne Bodenbearbeitung, <3% Humus). Drei Wochen x 3,8 kg N/ha und Woche = 11,4 kg N/ha. Angerechneter Wert ist rechnerisch abgerundet.)

(2) Siehe Tab. 10: Aus den Ernterückständen von Knollenfenchel werden 63 kg N/ha mit einer Mineralisierungsdauer von vier Wochen frei. Während der Kultur von Blumenkohl werden daraus noch für zwei Wochen Stickstoff nachgeliefert. Denn die Nmin-Beprobung vor der Pflanzung von Blumenkohl hat die N-Lieferung aus den ersten zwei Wochen nach Einarbeitung mit erfasst.

(3) 130 kg N/ha - (35 kg N/ha + 11 kg N/ha + 38 kg N/ha) = 46 kg N/ha.

(4) 46 kg/ha x (100/27,5) = 167 kg KAS/ha Bedarf Düngemittel

**Tab. 6 Düngebedarfsberechnung zur Kopfdüngung von Blumenkohl (Sommer)**

Nmin-Sollwert (oM) zur Kopfdüngung (Tab. 9)	270 kg N/ha (KD in Wo 4 nach Pflanzung)
- Nmin-Vorrat im Boden (0-60 cm, gemessen)	84 kg N/ha
- pflanzennutzbare N-Lieferung aus	
- N-Lieferung des Bodens (Tab. 8)	23 kg N/ha
- Ernterückständen der Vorkultur <sup>(1)</sup> (Tab. 10)	---
- organischer Düngung (Tab. 11)	---
- Zwischenfrüchten (Tab. 12)	---
- über Berechnung <sup>(2)</sup> (Tab. 13, gemessen)	59 kg N/ha
= N-Düngungsbedarf <sup>(3)</sup>	104 kg N/ha
= Bedarf Düngemittel KAS (27,5% N) <sup>(4)</sup>	378 kg KAS/ha

(1) siehe Tab. 10: N-Lieferung aus Vorkultur ist zum Zeitpunkt der Kopfdüngung abgeschlossen.

(2) siehe Tab. 13: Berechnungsmenge 260 mm, 100 mg NO<sub>3</sub>/L

(3) 270 kg N/ha - (84 kg N/ha + 23 kg N/ha + 59 kg N/ha) = 104 kg N/ha Düngungsbedarf

(4) 104 kg/ha x (100/27,5) = 378 kg KAS/ha Bedarf Düngemittel

## **8.5 Düngeverfahren im Freiland – Ausbringungstechniken**

Im Freiland Baden-Württembergs wird auf den 1500 ha Kohl-Anbauflächen hauptsächlich breitwürfig mit festen Mineral- oder organischen Düngemitteln gedüngt (Stalla 2009). Eine Reihendüngung, z.B. über das Cultan-Verfahren, ist auf einzelne Betriebe mit vorhandener Technik begrenzt. Der Einsatz von Ammonium-stabilisierten Stickstoffdüngern ist im Frühanbau rückläufig aufgrund häufig auftretender niedriger Temperaturen und dann schwer abschätzbarer N-Lieferung.

Die Düngeverordnung verlangt eine Ausbringungstechnik nach allgemein anerkannten Regeln der Technik, d.h. mit genauer Mengendosierung und Verteilung sowie verlustarmer Ausbringung (DüV 2007). So war ein Festmiststreuer ohne gesteuerte Mistzufuhr zum Verteiler bei einer Gerätebeschaffung nach dem 14.01.2006 ab 01.01.2010 nicht mehr zulässig.

**Tab. 7 Nmin-Sollwerte zur Bemessung der Stickstoffdüngung von Brassicaceen unter Anwendung der Nmin-Messmethode**

Kultur	Marktertrag	N-Sollwert Gesamt <sup>1)</sup>	N-Sollwert Erstdüngung		N-Sollwert Kopfdüngung (KD)		
			ED <sup>3)</sup>	Mess-tiefe <sup>2)</sup>	KD <sup>3)</sup>	Mess-tiefe <sup>2)</sup>	Termin <sup>4)</sup>
	dt/ha	kg N/ha	kg N/ha	cm	kg N/ha	cm	Wo
Blumenkohl Folie Sommer, Herbst	300	280	200	30	180	30	7
	350	300	130	30	270	60	4
Brokkoli Folie Sommer, Herbst	160	250	160	30	190	30	6
	200	280	130	30	250	60	4
Chinakohl Folie Sommer, Herbst	700	250	120	30	190	60	6
	700	250	80	30	220	60	4
Kohlrabi Folie Sommer, Herbst	350	210	125	15	185	30	5
	400	205	70	30	170	30	4
Radies Folie Sommer, Herbst	250	100	100	15	-	-	-
	250	100	100	30	-	-	-
Rettich Bund-Folie Sommer, Herbst	500	160	80	30	130	30	5
	500	160	60	30	140	30	4
deutscher	550	180	60	30	140	60	5
japanischer	800	200	70	30	170	60	6
Rotkohl Folie/Frühjahr Sommer/ Herbst	400	220	90	30	190	60	6
	600	290	100	30	220	90	6
Weißkohl Frischmarkt Folie Sommer, Herbst	400	260	130	30	190	60	6
	600	340	80	30	170	60	6
					170	90	10
Industrie mittel Industrie spät	800	380	80	30	210	60	6
					170	90	12
Wirsing Folie Sommer	300	210	80	30	170	60	3
					200	60	6
Herbst	500	300	90	30	170	60	6
					120	90	11
Advent Überwinterung	250	180	60	30	160	60	KZB <sup>5)</sup>

1) Der Gesamt-Sollwert setzt sich aus dem Gesamt-Stickstoffbedarf und dem bis zum Kulturende erforderlichen Mindestvorrat an Stickstoff im Boden zusammen.

2) Probenahmetiefe zur Anwendung der Messmethode.

3) Die N-Sollwerte zum Start- und Kopfdüngungstermin setzen sich aus dem jeweiligen Teilstickstoffbedarf und dem bis zum Kulturende erforderlichen Mindestvorrat an Stickstoff im Boden zusammen.

4) Richtwerte für die Woche der Kopfdüngung nach Kulturbeginn unter normalen Aufwuchsbedingungen.

5) KZB = Kulturzeitbeginn.

**Tab. 8 Anhaltswerte für die durchschnittliche pflanzennutzbare N-Lieferung des Bodens in kg N/ha für einen Kulturzeitraum von 4 Wochen in Abhängigkeit von Humusgehalt, Jahreszeit und Bodenbearbeitung (LVG, 2009)**

Standort-Verhältnisse	Februar - April		Mai - Oktober	
	ohne Bodenbearbeitung*	mit Bodenbearbeitung*	ohne Bodenbearbeitung*	mit Bodenbearbeitung*
Humusgehalt < 3 %	5	15	15	25
Humusgehalt > 3 %	5	25	25	40

\*: Bodenbearbeitung nach der Saat/Pflanzung mit regelmäßigem Hacken während der Kulturzeit

**Tab. 9 Anhaltswerte für die durchschnittliche pflanzennutzbare N-Lieferung eines langjährig gemüsebaulich genutzten Bodens mit einem Humusgehalt < 3% in kg N/ha für einen Kulturzeitraum von 4 Wochen in Abhängigkeit von der Temperatur (Küsters, 1996)**

mittlere Temperatur [°C]	monatliche Nettonachlieferung [kg N/ha]
< 10	5
10-14	10
15-20	15
> 20	25

**Tab. 10 Stickstoff-Mineralisierung aus Ernterückständen**

Kulturname	Ernterückstände dt/ha	N-Gehalt kg N/dt	N-Menge kg N/ha	Anrechenbare N-Menge*	Mineralisierungsdauer
					Wochen
Blumenkohl	450	0,34	153	107	10
Blumenkohl, früh	450	0,34	153	107	10
Blumenkohl, starker Aufwuchs	600	0,30	180	126	10
Brokkoli	550	0,35	193	135	10
Brokkoli, früh	550	0,35	193	135	10
Brokkoli, starker Aufwuchs	700	0,30	210	147	10
Buschbohnen, Handernte	220	0,40	88	62	8
Buschbohnen, Industrie	220	0,40	88	62	8
Chicoree, Standard	300	0,25	75	53	6
Chicoree, für frühe Treiberei	300	0,25	75	53	6
Chinakohl, gepflanzt, Standard	500	0,18	90	63	6
Chinakohl, gepflanzt, früh	500	0,18	90	63	6
Chinakohl, gepflanzt, Herbst	500	0,18	90	63	6
Chinakohl, gesät, Standard	500	0,18	90	63	6
Chinakohl, gesät Herbst	500	0,18	90	63	6
Dill	20	0,30	6	4	4

Kulturname	Ernterückstände	N-Gehalt	N-Menge	Anrechenbare N-Menge*	Mineralisierungsdauer
	dt/ha	kg N/dt	kg N/ha		Wochen
Feldsalat	20	0,45	9	6	4
Feldsalat, früh	20	0,45	9	6	4
Feldsalat, Herbst	20	0,45	9	6	4
Feldsalat, Überwinterung	20	0,45	9	6	4
Grünkohl, Handernte, Blatt	250	0,35	88	61	12
Grünkohl, maschinelle Ernte	100	0,35	35	25	12
Gurke, Einleger, Standard	500	0,20	100	70	8
Gurke, Einleger, gepflanzt	500	0,20	100	70	8
Gurke, Einleger, starker Aufwuchs	550	0,20	110	77	8
Knollenfenchel, gepflanzt	300	0,30	90	63	4
Knollenfenchel, gepflanzt, früh	300	0,30	90	63	4
Knollenfenchel, gepflanzt, Herbst	300	0,30	90	63	4
Knollenfenchel, gesät, Standard	250	0,30	70	49	4
Knollenfenchel, gesät, Herbst	250	0,30	70	49	4
Kohlrabi	150	0,35	53	37	8
Kohlrabi, früh	150	0,35	53	37	8
Kohlrabi, Herbst	150	0,35	53	37	8
Kohlrabi, Knolle >12 cm	200	0,28	56	39	8
Kürbis	400	0,25	100	70	8
Markerbse, Reifegruppe früh bis mittelfrüh	320	0,40	128	90	8
Markerbse, Reifegruppe mittelspät bis spät	320	0,40	128	90	8
Möhren, Bund-	100	0,17	17	12	4
Möhren, Bund-, früh	100	0,17	17	12	4
Möhren, Bund-, Herbst	100	0,17	17	12	4
Möhren, Wasch-	200	0,30	60	42	5
Möhren, Wasch-, früh	200	0,30	60	42	5
Möhren, Wasch-, Herbst	200	0,30	60	42	5
Möhren, Industrie	300	0,30	90	63	7
Pastinake	200	0,50	100	70	7
Petersilie, Blatt-, alle Kulturverfahren nach dem letzten Schnitt	60	0,40	24	16,8	4
Petersilie, Wurzel-	0				
Porree, gepflanzt	340	0,30	102	74	8
Porree, gepflanzt, früh	340	0,30	102	74	8
Porree, gepflanzt, Herbst und Winter	340	0,30	102	74	8
Porree, gesät, Sommer	340	0,30	102	74	8
Radies	50	0,20	10	7	6
Radies, früh	50	0,20	10	7	6
Radies, Herbst	50	0,20	10	7	6
Rettich, Bund-	100	0,17	17	12	6
Rettich, Bund-, früh	100	0,17	17	12	6
Rettich, Bund-, Herbst	100	0,17	17	12	6

Kulturname	Ernterückstände	N-Gehalt	N-Menge	Anrechenbare N-Menge*	Mineralisierungsdauer
	dt/ha	kg N/dt	kg N/ha		Wochen
Rettich, deutsch	250	0,24	60	42	6
Rettich, deutsch, früh	250	0,24	60	42	6
Rettich, deutsch, Herbst	250	0,24	60	42	6
Rettich, japanisch	400	0,21	84	59	6
Rettich, japanisch, früh	300	0,21	63	44	6
Rettich, japanisch, Herbst	400	0,21	84	59	6
Rosenkohl, kurze Entwicklungszeit	650	0,40	260	182	15
Rosenkohl, mittlere Entwicklungszeit	650	0,40	260	182	15
Rosenkohl, lange Entwicklungszeit	650	0,40	260	182	15
Rote Rüben, Standard	400	0,25	100	70	6
Rote Rüben, Baby Beet	200	0,25	50	35	6
Rote Rüben, Bund	100	0,27	27	19	6
Rotkohl, schnellwachsend	350	0,30	105	74	12
Rotkohl, mittelschnellwachsend	400	0,30	120	84	12
Rotkohl, langsamwachsend	500	0,30	150	105	12
Rucola, Feinware, alle Kulturverfahren	125	0,30	38	27	5
Rucola, Grobware, alle Kulturverfahren	150	0,30	45	32	6
Salate, Baby Leaf Lettuce	10	0,35	3,5	2	4
Salate, Baby Leaf Lettuce, früh	10	0,35	3,5	2	4
Salate, Baby Leaf Lettuce, Herbst	10	0,35	3,5	2	4
Salate, Blatt-, grün (Lollo, Eichblatt, Krol)	100	0,19	19	13	4
Salate, Blatt-, grün, früh	100	0,19	19	13	4
Salate, Blatt-, grün, Herbst	100	0,19	19	13	4
Salate, Blatt- rot (Lollo, Eichblatt, Krol)	100	0,19	19	13	4
Salate, Blatt- rot früh	100	0,19	19	13	4
Salate, Blatt- rot Herbst	100	0,19	19	13	4
Salate, Eissalat	200	0,13	26	18	4
Salate, Eissalat, früh	150	0,13	20	14	4
Salate, Eissalat, Herbst	200	0,13	26	18	4
Salate, Endivien, Frisee	100	0,25	25	18	4
Salate, Endivien, Frisee, früh	100	0,25	25	18	4
Salate, Endivien, Frisee, Herbst	100	0,25	25	18	4
Salate, Endivien, glattblättrig	200	0,20	40	28	4
Salate, Endivien, glattblättrig, früh	200	0,20	40	28	4
Salate, Endivien, glattblättrig, Herbst	200	0,20	40	28	4
Salate, Kopfsalat	100	0,18	18	13	4
Salate, Kopfsalat, früh	100	0,18	18	13	4
Salate, Kopfsalat, Herbst	100	0,18	18	13	4
Salate, Radicchio	220	0,25	55	39	4
Salate, Radicchio, früh	220	0,25	55	39	4
Salate, Radicchio, Herbst	220	0,25	55	39	4

Kulturname	Ernterückstände	N-Gehalt	N-Menge	Anrechenbare N-Menge*	Mineralisierungsdauer
	dt/ha	kg N/dt	kg N/ha		Wochen
Salate, Romana	100	0,20	20	14	4
Salate, Romana, früh	100	0,20	20	14	4
Salate, Romana, Herbst	100	0,20	20	14	4
Salate, Romana Herzen	100	0,35	35	25	4
Salate, Romana Herzen, früh	100	0,35	35	25	4
Salate, Romana Herzen, Herbst	100	0,35	35	25	4
Salate, Zuckerhut, Standard	200	0,20	40	28	4
Salate, Zuckerhut, früh	200	0,20	40	28	4
Salate, Zuckerhut, Herbst	200	0,20	40	28	4
Schnittlauch, letzter Schnitt	100	0,50	50	35	6
Schnittlauch, Anbau für Treiberei	220	0,50	110	77	6
Schwarzwurzel	200	0,25	50	35	7
Sellerie, Bund-Standard	50	0,27	13	9	4
Sellerie, Bund-, früh	50	0,27	13	9	4
Sellerie, Knollen-	250	0,30	75	53	6
Sellerie, Stangen-	300	0,25	75	53	6
Spinat, Frischmarkt, Standard	50	0,40	20	14	4
Spinat, Frischmarkt, Babyleaf	50	0,45	23	16	4
Spinat, alle and. Kulturverfahren	150	0,36	54	38	4
Stangenbohne	450	0,32	144	101	8
Weißkohl					
- Frischmarkt, schnellwachsend	400	0,30	120	84	12
- Frischmarkt, mittelschnellwachsend	500	0,30	150	105	12
- Frischmarkt, langsamwachsend	500	0,30	150	105	12
- Industrie, schnellwachsend	500	0,30	150	105	12
- Industrie, mittelschnellwachsend	500	0,30	150	105	12
- Industrie, langsamwachsend	500	0,30	150	105	12
Wirsing, schnellwachsend	300	0,40	120	84	12
Wirsing, mittelschnellwachsend	350	0,40	140	98	12
Wirsing, langsamwachsend	400	0,40	160	112	12
Zucchini, gepflanzt, Sommer, Herbst	550	0,30	165	116	6
Zucchini, gepflanzt, frühe Kurzkultur	500	0,30	150	105	6
Zucchini, gesät, Sommer, Herbst	500	0,30	150	105	6
Zuckermais, schnellwachsend	330	0,30	99	69	14
Zuckermais, mittelschnellwachsend	400	0,30	120	84	14
Zuckermais, langsamwachsend	400	0,30	120	84	14
Zwiebel, Bund-, alle Kulturverfahren	120	0,20	24	17	4
Zwiebel-, Bund, Überwinterung	200	0,20	40	28	4
Zwiebel, Trocken-, alle Kulturverfahren	150	0,40	60	42	4
Zwiebel, Trocken-, Überwinterung	250	0,40	100	70	4

Quelle: verändert nach Feller et al. 2011

\* 70% der gesamten N-Menge aus den Ernterückständen werden angerechnet.



**Tab. 11 Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern, organischen Düngern und organischen Bodenverbesserern**

Art	Einheit <sup>1)</sup>	Gehalte (kg/dt Frischmasse)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sup>2)</sup> anrechenbar
Blutmehl	dt	12,00	-	-	12,00
Getreidestroh	dt (=8 HD-Ballen)	0,50	0,30	1,50	0,00
Grüngut-/Reisighäcksel	dt (=0,5 m <sup>3</sup> )	0,40	0,10	0,30	0,00
Guano	dt	6,00	12,00	2,00	3,60
Hornmehl, -späne	dt	14,00	-	-	9,80
Knochenmehl entfettet	dt	3,00	12,00	-	-
Knochenmehl entleimt	dt	-	28,00	-	-
Kompost (betriebseigener)	dt (=0,5 m <sup>3</sup> )	Analyse	Analyse	Analyse	10% Gesamt-N
Kompost (Bioabfall-)	dt (=0,2 m <sup>3</sup> )	Analyse	Analyse	Analyse	10% Gesamt-N
Kompost (Grüngut-)	dt (=0,2 m <sup>3</sup> )	0,40	0,20	0,50	0,04
Mist, Champignon	dt (=0,2m <sup>3</sup> )	0,70	0,50	0,80	0,30
Mist, Geflügel	dt (=0,1 m <sup>3</sup> )	2,58	1,90	2,20	1,40
Mist, Pferde	dt (=0,2 m <sup>3</sup> )	0,57	0,30	0,97	0,15
Mist, Rind	dt (=0,15 m <sup>3</sup> )	0,54	0,30	0,93	0,15
Rizinusschrot	dt	6,00	2,60	1,50	4,20
Rindenschrot	dt (=0,25 m <sup>3</sup> )	0,30	0,10	0,20	0,03
Trester; frisch	dt (=0,2 m <sup>3</sup> )	0,80	0,30	1,30	0,08

- 1) Das Volumengewicht verschiedener Materialien ist großen Schwankungen unterworfen
- 2) Ausbringungsverluste berücksichtigt. Die anrechenbare N-Menge gilt für das erste Anbaujahr; in den Folgejahren werden zusätzlich ca. 10 – 20% des Gesamt-Stickstoffs freigesetzt.
- 3) verändert nach LAP FORCHHEIM 1997, FIBL 1997. In: Beratungsunterlagen LVG HD 2009, in Überarbeitung.

**Tab. 12 Erträge, Trockenmasse, Wurzelmasse und N-Mengen im Aufwuchs verschiedener Begrünpflanzen**

Art	Aufwuchs FM <sup>1)</sup> (dt/ha)	Aufwuchs TM <sup>2)</sup> (dt/ha)	Wurzeln TM (dt/ha)	N im Aufwuchs (kg N/ha)
<b>Gräser (Gramineae)</b>				
Deutsches Weidelgras	100-120	15-34	25	30-70
Welsches Weidelgras	150-300	25-56	22-25	65-130
Einjähriges Weidelgras	140-200	20-35	20-23	45-80
Sudangras	360	55		
Grünroggen	300-400	60-90	12-18	140-200
<b>Knöterichgewächse (Polygonaceae)</b>				
Buchweizen	100-240	30-40	4-5	65-80
<b>Korbblütler (Compositae)</b>				
Sonnenblumen	200-500	40-90	10-15	80-190
<b>Kreuzblütler (Cruciferae)</b>				
Winterrüben	450-600	35-45	8-10	110-150
Ölrettich	300-400	40-60	10-12	100-150
Grünsenf	100-250	35-40	8-10	80
Winterraps	200-350	30-35	10-12	-
Sommerraps	300-350	35-40	8-10	-
<b>Malvengewächse (Malvaceae)</b>				
Kulturmalve	250-300	30-56	15	55-100
<b>Wasserblattgewächse (Hydrophyllaceae)</b>				
Phacelia	200-300	25-35	9-10	65-100
<b>Rosengewächse (Rosaceae)</b>				
Pimpinelle	200	36	-	80
<b>Leguminosen (Fabaceae)</b>				
Weißklee	180-300	25-54	8-10	60-135
Erdklee	150-200	20-30	8-10	60-120
Seradella	450-550	55-65	8-10	100-120
Luzerne	120-160	28-37	-	75-100
Lupine	200-500	20-50	10-15	60-150
Winterwicke	150-200	15-20	8-10	50-65
Futtererbse	350-650	55-100	8-10	160-280
Ackerbohnen	200	30	14	-

1) FM: Frischmasse

2) TM: Trockenmasse

3) Quelle: Beratungsunterlagen LVG HD 2009, in Überarbeitung.

**Tab. 13 Stickstoff-Zufuhr durch das Beregnungswasser**

Beregnungs- menge (mm)	Nitrat-Gehalt im Beregnungswasser (mg NO <sub>3</sub> /L)					
	50	<u>100</u>	150	200	250	300
N-Zufuhr mit dem Beregnungswasser (kg N/ha)						
20	2	5	7	9	11	14
40	5	9	14	18	23	27
60	7	14	20	27	34	41
80	9	18	27	36	45	54
100	11	23	34	45	56	68
120	14	27	41	54	68	81
140	16	32	47	63	79	95
160	18	36	54	72	90	108
180	20	41	61	81	102	122
200	23	45	68	90	113	135
220	25	50	75	99	124	149
240	27	54	81	108	135	163
<b><u>260</u></b>	29	<b><u>59</u></b>	88	117	147	176
280	32	63	95	126	158	190
300	34	68	102	135	169	203
400	45	90	135	181	226	271
500	56	113	169	226	282	339

Bsp.: Ein Brunnen weist einen Nitrat-Gehalt von 100 mg NO<sub>3</sub>/L auf. Wird ein Blumenkohl-Bestand im Sommer mit 260 mm beregnet, werden 59 kg N/ha im Kulturverlauf über das Beregnungswasser ausgebracht und sind bei der Düngebedarfsberechnung mit zu berücksichtigen.

## 8.6 Literaturverzeichnis

DüV (2007): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung-DüV) vom 10. Januar 2006, BGBl. I 2006, Nr. 2, S. 20-29, Neufassung der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007, BGBl. I 2007, Nr. 7, S. 221-240.

Feller, C.; Fink, M.; Laber, H.; Maync, A.; Paschold, P.; Scharpf, H.C.; Schlaghecken, J.; Strohmeyer, K.; Weier, U.; Ziegler, J. (2011): Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M. (Hrsg.): Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ). 3. Auflage. Heft 4, Großbeeren.

[http://www.igzev.de/publikationen/IGZ\\_Duengung\\_im\\_Freilandgemuesebau.pdf](http://www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf)

LVG Heidelberg (2009): Beratungsgrundlagen zur ordnungsgemäßen Düngung im Gartenbau (Freiland und geschützter Anbau) 2009. In Überarbeitung. Hrsg. LVG Heidelberg.

LVG Heidelberg (2010): Salate – Aktuelle Versuchsergebnisse und Informationen aus Baden-Württemberg 2010, Themenheft 3. Hrsg. LVG Heidelberg.

Fink, M, Feller, C., Laun, N., Ziegler, J. (2010): Zur Berechnung von N-Sollwerten. Gemüse. Das Magazin für den professionellen Gemüsebau. 46 (9), S. 14-15.

Küsters, Jürgen (1996): Entwicklung eines Simulationsmodells zur Steuerung der Stickstoffdüngung von Kopfsalat (*Lactuca sativa* L.) im Freiland. Universität Hannover, Dissertation. Grauer Verlag Stuttgart.

LVG (2010): Beratungsprojekt LVG Heidelberg in Zusammenarbeit mit dem RP Karlsruhe zur nachhaltigen Verbesserung der Stickstoff-Ausnutzung beim Anbau gartenbaulicher Kulturen im gGWK 16.2 und 16.3. Projektzeitraum 2010-2013.

NAEBI (2010): Nährstoffvergleich 2009 für Landwirte. Zip-Paket des Programms Nährstoffvergleich. LEL Schwäbisch Gmünd, Abt.2; Version 4.3; Stand 25.02.2010; 2,5 MB. <http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1235783/index.html>.

Röber, R. und Schacht, H. (2008): Pflanzenernährung im Gartenbau.

SchALVO (2001): Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellschutzgebieten (Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung – SchALVO). Gesetzblatt vom 28. Februar 2001. GBl. S. 145. BWGültV Sachgebiet 7534. Zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndVO vom 5.5.2010, GBl. S. 433. Hrsg. Staatsministerium Baden-Württemberg.

Scharpf, H.-C. und Liebig, H.-P. (2002): In: Gemüseproduktion. Ein Lehr- und Nachschlagewerk für Studium und Praxis. Hrsg.: Krug, H., Liebig, H.-P. und Stützel, H., S. 165-195.

StaLa (2009): Statistische Berichte Baden-Württemberg, Agrarwirtschaft. Anbau von Gemüse und Erdbeeren in Baden-Württemberg – Ergebnisse der repräsentativen Gemüseanbauerhebung 2009. Bezugsbasis: alle Betriebe mit Anbau von Gartenbauerzeugnissen inklusive landwirtschaftlicher Betriebe. Hrsg. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Internet: [www.statistik-bw.de](http://www.statistik-bw.de).

# Anlage 1 Düngeverordnung im Gartenbau



## Düngeverordnung im Gartenbau

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung, DüV) vom 10. Januar 2006, BGBl. I 2006, Nr. 2, S. 20-29, Neufassung der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007, BGBl. I 2007, Nr. 7, S. 221-240



Änderungen gegenüber der Düngeverordnung von 1996 sind grün hinterlegt

<p><b>Die Verordnung regelt</b></p> <p>die gute fachliche Praxis bei der Anwendung von Düngemitteln, <b>Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln</b> } 'Düngemittel u. a. Stoffe'</p>	<p><b>Die Verordnung gilt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>auf <b>landwirtschaftlich genutzten Flächen</b>: <b>pflanzenbaulich genutztes Ackerland, gartenbaulich genutzte Flächen</b>, Grünland, Obstflächen, weinbaulich genutzte Flächen, Hopfenflächen, Baumschulfflächen,</li> <li>auf <b>vorübergehend stillgelegten Flächen</b>, wenn <b>'Düngemittel u.a. Stoffe'</b> zugeführt werden</li> <li><b>nicht</b> für geschlossene oder bodenunabhängige Kulturverfahren in <b>Gewächshäusern</b></li> </ul>
<p><b>Ziel</b></p> <p><b>Düngemittel u.a. Stoffe so ausbringen, dass verfügbare oder verfügbar werdende Nährstoffe zeitlich und mengenmäßig weitestgehend an den Nährstoffbedarf der Pflanzen angepasst sind</b></p>	

### Grundsätze zur Anwendung von Düngemitteln und anderen Stoffen

<p><b>Düngebedarfsermittlung</b></p> <p>Vor dem Aufbringen von mehr als 50 kg Gesamt-Stickstoff je ha u. Jahr oder mehr als 30 kg Phosphat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) je ha u. Jahr</p> <p>Der Düngebedarf der jeweiligen Kultur ist auf <b>jedem Schlag/jeder Bewirtschaftungseinheit sachgerecht festzustellen unter Berücksichtigung von</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bodenvorrat und Nachlieferung</li> <li>Kalkgehalt bzw. pH-Wert und Humusgehalt</li> <li>Nährstoffmengen durch sonstige Bewirtschaftung</li> <li>Vorfrucht, Bodenbearbeitung</li> <li>Bewässerung</li> </ul>	<p><b>Bodenuntersuchung auf</b> <span style="float: right;">CC, OWI, A</span></p> <p><b>Stickstoff vor dem Aufbringen von mehr als 50 kg N/ha u. Jahr</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>jeden Schlag/jede Bewirtschaftungseinheit</li> <li>für den Düngungszeitpunkt</li> <li>mindestens jährlich</li> <li>Bodenproben <i>oder</i> Übernahme von Untersuchungsergebnissen vergleichbarer Standorte</li> <li>Anwendung fachspezif. Berechnungs- und Schätzverfahren</li> </ul> <p><b>Phosphat vor dem Aufbringen von mehr als 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha u. Jahr</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>jeden Schlag ab 1 ha</li> <li>im Rahmen einer Fruchtfolge <i>oder</i></li> <li>spätestens alle 6 Jahre</li> <li>Bodenproben</li> </ul> <p><small>Keine Bestimmung von Kalium und pH-Wert, aber Beratungsempfehlung</small></p>
<p><b>Nährstoffgehalte vor der Aufbringung bestimmen</b> <span style="float: right;">CC, A</span></p> <p><b>in organischen u. organisch-mineralischen Düngemitteln u.a. Stoffen sowie Wirtschaftsdüngern mit jeweils überwiegenden organischen Bestandteilen</b></p> <p style="text-align: center;">Gesamt-N Phosphat</p> <p><b>durch Analysen, Kennzeichnung, oder amtliche Richtwerte</b></p> <hr/> <p><b>in flüssigen organischen Düngemitteln, Gülle, Jauche, Geflügelkot</b></p> <p style="text-align: center;">Gesamt-N Ammonium-N Phosphat</p>	<p><b>Sperrfrist</b> <span style="float: right;">CC, OWI</span></p> <p><b>Keine Aufbringung von Düngemittel u. a. Stoffe mit mehr als 1,5% Gesamt-N - ausgenommen Festmist</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ackerland</b> 01. November bis 31. Januar</li> <li><b>Grünland</b> 15. November bis 31. Januar</li> </ul> <p><small>Genehmigung anderer Zeiträume durch das LRA auf Antrag möglich: Dauer des Zeitraums ohne Unterbrechung: 12 Wo für Ackerland (auch Gartenbau) und 10 Wo für Grünland</small></p>
<p><b>Obergrenzen Wirtschaftsdünger tier. Herkunft</b> <span style="float: right;">CC, OWI</span></p> <p><b>maximale Aufbringung von Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft, auch in Mischungen *</b></p> <p><b>170 kg Gesamtstickstoff je ha und Jahr</b></p> <p style="text-align: center;">im Durchschnitt der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Betriebes</p> <p><small>* Ermittlung der aufgetragenen N-Menge mit Hilfe von Kennzahlen zum anzurechnenden N</small></p>	<p><b>Aufbringungsverbot von</b> <span style="float: right;">CC, OWI</span></p> <p><b>Düngemittel u.a. Stoffe mit wesentlichen Nährstoffgehalten (mehr als 1,5% Gesamt-N oder mehr als 0,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i.d.TM) auf</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wassergesättigte oder überschwemmte Böden</li> <li>gefrorene Böden</li> <li>Böden mit höher als 5 cm durchgängiger Schneebedeckung</li> <li><b>Ausnahme: Kalkdünger mit weniger als 2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b></li> </ul>

**Abstandsregelungen zu Oberflächengewässer** CC, OWI

**Aufbringung von Düngemitteln u.a. Stoffe mit wesentlichen Nährstoffgehalten (>1,5% Gesamt-N oder > 0,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i.d. TM)**

3 m Abstand

Zum Rand der durch die **Streubreite** bestimmte Ausbringungsfläche

1 m Abstand

Geräte mit **Grenzstreueinrichtung** oder **Streubreite = Arbeitsbreite**

**Sonderregelungen gelten für stark geneigte Flächen mit mehr als 10% Hangneigung innerhalb von 20 m zur Böschungsoberkante**

Diese Kurzinformation enthält nur die wichtigsten Regelungen. Rechtsverbindlich ist der ausführliche Text der Düngeverordnung.

CC = Cross Compliance relevant  
OWI = Ordnungswidrigkeit nach DüV  
A = Aufzeichnungspflicht nach DüV



**Baden-Württemberg**  
Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau

**Zuständigkeiten in Baden-Württemberg**  
Zuständig für Düngungsfragen/Bodenuntersuchungen sind die Landratsämter - untere Landwirtschaftsbehörde -, in deren Dienstbezirk die Fläche liegt.  
Für den Nährstoffvergleich richtet sich die Zuständigkeit nach dem Sitz des Betriebes.

Stand 01/2009

# Anlage 2 Nährstoffvergleich nach DüV im Gartenbau



## Nährstoffvergleich nach DüV im Gartenbau



Änderungen gegenüber der Düngeverordnung von 1996 sind grün hinterlegt

<b>Allgemein</b> <span style="float: right;">CC, OWI, A</span>		<b>Form</b> <span style="float: right;">CC, A</span>	
<b>Nährstoffe</b>	<b>N und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> <i>früher auch K<sub>2</sub>O</i>	<b>Jährlich</b>	<b>Flächenbilanz</b> Zufuhr und Abfuhr für die landwirtschaftlich genutzte Fläche insgesamt <b>Feld-Stall-Bilanz</b>
<b>Häufigkeit</b>	<b>Jährlich</b> <i>früher für Phosphat nur alle 3 Jahre für den zurückliegenden Zeitraum</i>	<b>Schlagbilanz</b>	<b>Zufuhr und Abfuhr für Schläge oder Bewirtschaftungseinheiten zusammenfassen</b> <b>Saldo</b>
<b>Zeitpunkt</b>	<b>bis 31. März des Folgejahres</b>	<b>Mehr-jährig</b>	<b>fort-geschriebene mehrjährige Nährstoff-vergleiche</b> <b>mehrfährige, gleitende Mittelwerte</b> ⇒ N letzten drei Düngejahre ⇒ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> letzten sechs Düngejahre <b>Bewertung Saldo</b>
<b>Aufzeichnung</b>	<b>Ausgangsdaten und Ergebnisse</b> <b>7 Jahre aufbewahren</b>  Nährstoffvergleich nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig		

<b>Vom Nährstoffvergleich befreit</b>		<b>Berechnung Nährstoffsaldo</b>	
<b>Nährstoff-zufuhr</b>	<b>Flächen mit</b> - Zierpflanzen, Baumschul-, Rebschul-, Baumobst, - Dauerkulturen des Wein- und Obstbaus ohne Ertrag - nur Weidehaltung und - < 100 kg N-Ausscheidung/ha und Jahr  <b>Betriebe mit</b> <50 kg/ha Gesamt-N oder <30 kg/ha Phosphat je Schlag (früher: < 40 kg/ha N, kein Wert für Phosphat)	<b>Nährstoffzufuhr</b>	<b>Nährstoffabfuhr</b>
<b>Betriebe</b>	< 10 ha LF (abzüglich oben genannter Ausschlussflächen) und < 1 ha Gemüse, Hopfen oder Erdbeeren und < 500 kg N Wirtschaftsdünger/Jahr und Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mineralische Düngemittel</li> <li>Wirtschaftsdünger tier. Herkunft</li> <li>sonstige organische Düngemittel</li> <li>Bodenhilfsstoffe, Kultur-substrate, Pflanzenhilfsmittel</li> <li>Abfälle zur Beseitigung</li> <li>N-Bindung durch Leguminosen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ernteprodukte</li> <li>Nebenprodukte</li> </ul>
		<b>Summe der Zufuhr</b>	<b>Summe der Abfuhr</b>
		<b>Summe der Zu-/Abschläge nach Anlage 2 Zeilen 12-15</b>	<b>= unvermeidliche N-Überschüsse</b>
		<b>Differenz zw. Zufuhr u. Abfuhr</b>	<b>= Saldo je Betrieb</b>
		<b>Differenz je Hektar</b>	<b>= Nettosaldo (Nährstoffüberschuss)</b>

Anlage 2

**II. Unvermeidliche N-Überschüsse / erforderliche N-Zuschläge**  
nur bei der Letztkultur vor Winter

12. <b>Gemüsebau I</b> z.B. Radies, Feldsalat ...	bis zu <b>50 kg/ha und Jahr</b>
13. <b>Gemüsebau II</b> z.B. Sellerie, Chinakohl ...	bis zu <b>80 kg/ha und Jahr</b>
14. <b>Gemüsebau III</b> z.B. Brokkoli, Blumenkohl ...	bis zu <b>120 kg/ha und Jahr</b> bis zu <b>160 kg/ha und Jahr</b> , wenn Begrünung oder Anbau von Ackerwinterkulturen

Anlage 2

**II. Unvermeidliche Überschüsse / erforderliche Zuschläge für N**

15. **Besonderheiten**

- bei bestimmten **Betriebstypen**,
- bei Anwendung bestimmter **Düngemittel**,
- beim Anbau bestimmter **Kulturen**,
- der Erzeugung bestimmter **Qualitäten**,
- der Haltung bestimmter Tierarten oder
- der Nutzung bestimmter Haltungsformen
- oder **nicht zu vertretende Ernteausfälle**

nach Vorgabe oder in Abstimmung mit der nach Landesrecht zuständigen Stelle.

**Bewertung Nettosaldo**

Die bedarfs- und zeitgerechte Düngung ist erfüllt, wenn der betriebliche Nährstoffüberschuss pro Jahr für

<b>Stickstoff</b> im Ø der letzten 3 Düngejahre	<b>Phosphat</b> im Ø der letzten 6 Düngejahre
2006 - 2008 90 kg/ha u. Jahr	20 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha und Jahr
2007 - 2009 80 kg/ha u. Jahr	nicht überschreitet
2008 - 2010 70 kg/ha u. Jahr	höhere Überschüsse sind zulässig, wenn die Bodenuntersuchung (CAL) im Durchschnitt nicht mehr als 20 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> je 100 g Boden ausweist
2009 - 2011 60 kg/ha u. Jahr	

nicht überschreitet

**Nährstoffvergleich** LEL

Feld-Stall-Vergleich  
- HAUPTMENÜ - Naebi

ab 2006 ersetzt Naebi nb\_Garten.xls

**Datenerfassung**

- Wirtschaftsbilanz (z.B. Tierhaltung)
- pflanzl. Biomasse für Biogas
- sonstige Substrate für Biogas
- Aufnahme von org. Düngemitteln
- Abgabe von org. Düngemitteln
- Zufuhr von Mineraldüngern
- Zufuhr aus N-Lieferung
- Pflanzenbau Landwirtschaft
- Pflanzenbau Obst, Gb., Sonderkultur

**Ergebnisse**

- Nährstoffvergleich (Düngejahr)
- Nährstoffvergleich (mehrjährige Überschüsse)
- N-Obergrenze (Düngejahr)
- Lagerkapazität (Wirtschaftsbilanz)
- Anlage zum Nährstoffvergleich
- Flächenbilanz, Effizienzdaten

**Stammdaten**

- Tierhaltung
- Mineraldünger
- Organische Dünger
- Biomasse für Biogas
- Pflanzenbau Landwirtschaft
- Pflanzenbau Obst- und Gartenbau Sonderkulturen

• Naebi = kostenlose Excel-Anwendung für Baden-Württemberg  
• Download des Updates Nährstoffvergleich 2007/08 Version 2.2 vom 17.03.2008 unter [www.lwl-bw.de](http://www.lwl-bw.de)  
(Das Programm wird derzeit überarbeitet, eine neue Version erscheint im Januar 2009)

Diese Kurzinformation enthält nur die wichtigsten Regelungen. Rechtsverbindlich ist der ausführliche Text der Düngeverordnung.



**Baden-Württemberg**  
Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau

**Zuständigkeiten in Baden-Württemberg**  
Zuständig für Düngungsfragen/Bodenuntersuchungen sind die Landratsämter - untere Landwirtschaftsbehörde -, in deren Dienstbezirk die Fläche liegt. Für den Nährstoffvergleich richtet sich die Zuständigkeit nach dem Sitz des Betriebes.

CC = Cross Compliance relevant  
OWI = Ordnungswidrigkeit nach DüV  
A = Aufzeichnungspflicht nach DüV

Stand 01/2009

## 9. Innenblattnekrose an Rotkohl

Claudia Grünert, Gartenbaulicher Beratungsdienst für integrierten Gemüsebau  
Heilbronn e.V.

Die Innenblattnekrose an Rotkohl wird durch eine gestörte Calciumzufuhr verursacht. Im Inneren des Kopfes bilden sich eine oder mehrere graubraune bis schwarze Schichten, die zu einer trockenen Fäule führen (Abb. 1, 2). Es handelt sich hierbei um Blattrandgewebe jüngerer Blätter, welches unterversorgt ist und abstirbt (Abb. 3, 4). Von außen ist der Schaden nicht erkennbar, was die Vermarktung und Verarbeitung erschwert.

Die Innenblattnekrose tritt besonders bei Rotkohl auf, weshalb dieser hier benannt wird, kommt jedoch auch an anderen Kohlarten (z. B. Weißkohl, Chinakohl, Rosenkohl, Blumenkohl) vor, auf die die hier aufgeführten Bemerkungen übertragen werden können.

Calcium ist wichtiger Bestandteil beim Aufbau von Zellwänden, für die Zellteilung und -streckung. Bei einer Unterversorgung brechen die Zellen zusammen und sterben ab.

In unseren Böden ist der Calciumgehalt in den meisten Fällen für die Pflanzen ausreichend. Um den pH-Wert im Boden im optimalen Bereich zu halten, wird regelmäßig gekalkt und damit Calcium zugeführt.

Die Innenblattnekrose entsteht demnach nicht zwangsläufig durch einen Nährstoffmangel im Boden, sondern hat vielmehr einen physiologischen Hintergrund: die Verdunstung. Die äußeren, älteren Blätter verdunsten aufgrund der großen Oberfläche und dem direkten Kontakt zur Umwelt stärker als die inneren Blätter mit einer deutlich kleineren Oberfläche und vor Witterungseinflüssen geschützt. Mit der Verdunstung entsteht ein sogenannter Transpirationsstrom in der Pflanze, welcher zur Aufnahme von Wasser und den darin gelösten Nährstoffen über die Wurzel führt. Durch die starke Transpiration der älteren Blätter werden zum einen mehr Nährstoffe in diese transportiert, zum anderen kann sich aufgrund der längeren Verdunstung Calcium anreichern. Die jüngeren Blätter „leben“ von dem sofort verfügbaren Calcium. So kommt es bei ungünstigen Bedingungen schnell zu Mangelerscheinungen.

Die Verdunstung wird von Licht, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung beeinflusst. Folgende Erläuterungen zeigen die Auswirkung auf die Calciumverfügbarkeit im Kohlkopf:

1. Bei heißer und trockener Witterung verdunstet die Pflanze zwar stark, durch fehlende Feuchtigkeit im Boden werden jedoch kaum Nährstoffe aufgenommen. Hier greifen die äußeren Blätter auf das eingelagerte Calcium zurück, bei den jüngeren Blättern kommt es zu ersten Mangelscheinungen. Um dem entgegenzuwirken, sollte bei anhaltenden trockenen Bedingungen beregnet werden.  
Auch bei kühlen Temperaturen und Trockenheit, bspw. im Herbst, erfolgt keine ausreichende Nährstoffzufuhr. Bildet sich in den Nächten Tau, ist dieser nicht ausreichend um die Trockenheit auszugleichen. Eine Beregnung ist sinnvoll.
2. Besonders im Herbst kommt es bedingt durch den Temperaturrückgang, häufigen Niederschlägen und Nebelbildung zu einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit. Ist die Luft gesättigt, kann keine Transpiration erfolgen und somit auch kein Calcium aufgenommen werden. Je länger die Luftfeuchtigkeit anhält, desto größer wird der Schaden, da immer mehr Blattgewebe abstirbt. Bei drohender Innenblattnekrose ist deshalb eine frühere Ernte in Erwägung zu ziehen.  
Sorten mit viel Umblatt sind nicht zu dicht zu kultivieren, um die Luftfeuchtigkeit im Bestand zu mindern und somit die Verdunstung zu fördern.
3. Bestände in windoffenen Lagen zeigen häufig weniger Symptome als Bestände in Senken. Ursache ist ein schnelleres Abtrocknen der Blätter, sodaß eine ausreichende Verdunstung stattfinden kann. Späte, anfällige Sorten sind an diesen Standorten einzuplanen.

Es ist zu beobachten, daß in trockenen Jahren besonders Kohlsorten auf guten Standorten Innenblattnekrose aufweisen. Grund dafür sind Entwicklungssprünge. Ändert sich die Witterung von vorangegangenen schlechten zu guten Wachstumsbedingungen, machen die Pflanzen auf einer guten Bodenstruktur einen Entwicklungsschub. Dabei wird in kurzer Zeit neue Blattmasse gebildet und die mit dem Wasser aufgenommenen Nährstoffe in der Pflanze zu stark verdünnt. Auf schlechteren Standorten wächst der Kohl langsam und es erfolgt eine gleichmäßige Calciumaufnahme.

Wachstumsschübe können auch durch eine übermäßige Stickstoffversorgung entstehen. Für eine kulturgerechte Düngung wird vor Kulturbeginn eine Bodenuntersuchung in 0-30 cm und zu Beginn der Kopfbildung in 0-60 cm empfohlen.

Ein Mangel an Bor und Magnesium kann in trockenen Jahren den Calcium-Transport verhindern.



Rotkohl für die industrielle Produktion ist aufgrund langer Standzeiten und großfallender Köpfe anfälliger als Frischmarktware. Die Sorte ‚Futurima‘ (RZ) hat sich in den letzten Jahren als anfälligste Sorte gezeigt, gefolgt von ‚Anoxa‘ (Mon) und ‚Rovite‘ (NZ). Weniger anfällig sind ‚Rodon‘ (NZ) und die neue Sorte ‚Bandolero‘ (Bj).

#### **Fazit:**

Die Ursache für die Innenblattnekrose im Rotkohl liegt in einer ungenügenden Calciumversorgung der jüngeren Blätter. Begründet wird dies durch eine mangelnde Transpiration der Pflanze und der damit verbundenen geringen Calciumaufnahme.

Vermeiden kann man die Mangelerscheinung bis jetzt nicht, da Rotkohl eine lange Kulturdauer hat und ständigen Witterungsschwankungen ausgesetzt ist.

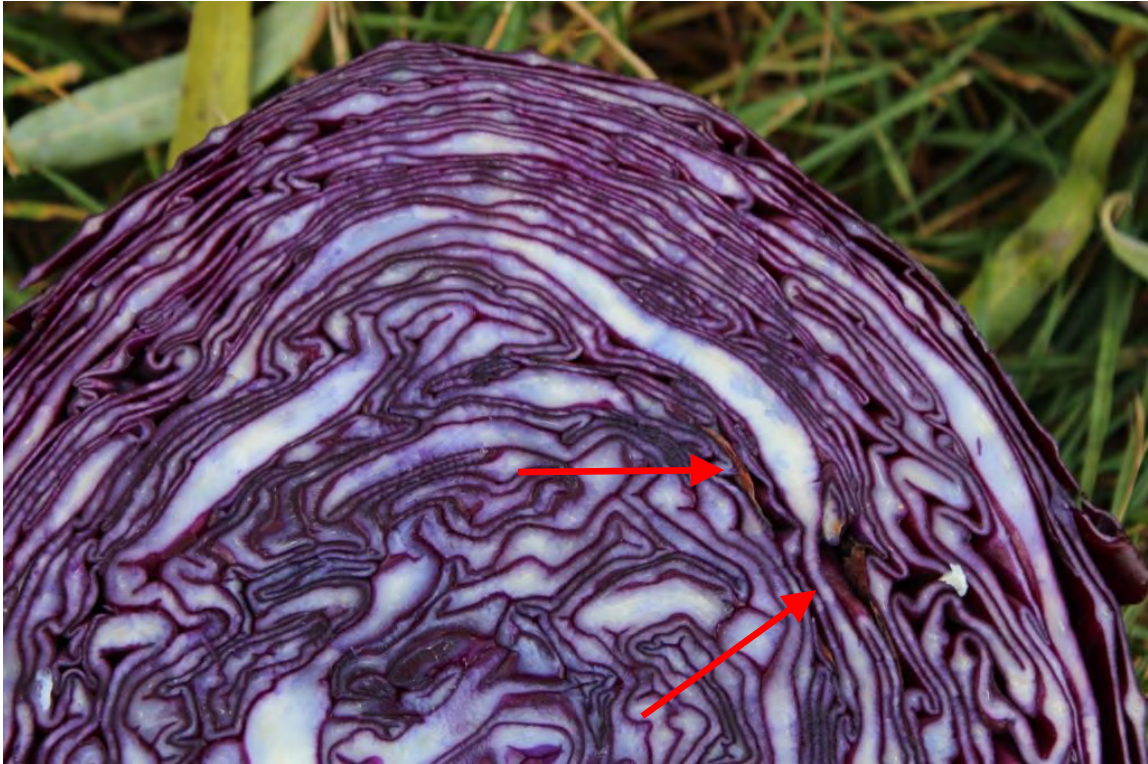
Erfahrungen haben gezeigt, daß eine Calcium-Blattdüngung nicht eindeutig zur Minderung der Symptome führt, denn mit Beginn der Kopfbildung werden die betroffenen Blätter nicht mehr direkt getroffen und Calcium wird nur schlecht im Kopf verlagert.

Durch eine überlegte Kulturplanung und Möglichkeit der Beregnung ist die Transpiration zu fördern und einem Mangel vorzubeugen. Bei der Anbauplanung sind u.a. Sorten, Nährstoffgehalte im Boden und Bodenstruktur zu berücksichtigen.

#### **Literatur:**

Georg Vogel unter Mitarbeit von H.-D. Hartmann, K. Krahnstöver (1996): Handbuch des speziellen Gemüsebaues, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart (Hohenheim); 336, 345

Gerd Crüger unter Mitarbeit von G. F. Backhaus, M. Hommes, S. Smolka, H.-J. Vetten (2002): Pflanzenschutz im Gemüsebau, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart (Hohenheim), 4. Auflage; 33



**Abb. 1: Aufgeschnittener Rotkohl mit braunen Schichten (Grünert)**



**Abb. 2: Aufgeschnittener Rotkohl mit braunen Schichten (Grünert)**



**Abb. 3: Rotkohl, entblättert bis zu den ersten Mangelerscheinungen (Grünert)**



**Abb. 4: Vom Blattrand ausgehende Symptome, abgestorbenes Gewebe grenzt sich deutlich von gesundem Gewebe ab (Grünert)**

## 10. Sensorgestützte Stickstoffdüngung bei Brokkoli

Judit Pfenning, Simone Graeff-Hönninger und Wilhelm Claupein

Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fachgebiet Allgemeiner Pflanzenbau

### Zusammenfassung

In einem dreijährigen Versuch (2008 - 2010) mit Brokkolipflanzen wurde der Einsatz von Sensortechnologien zur zeitnahen Bemessung einer bedarfsgerechten N-Düngung untersucht. Die Reflexionsmessungen wurden an Pflanzen von sechs Brokkolisorten durch Einsatz der Kamera S1 PRO, Leica, Germany unter Verwendung einer künstlichen Lichtquelle durchgeführt. Zwei Wochen nach der Pflanzung begannen die Messungen an den jüngsten voll entfalteten Blättern und wurden wöchentlich bis zur Ernte durchgeführt.

Die Ergebnisse der Reflexionsmessungen bei Pflanzen von (a) N-Steigerungsversuch (0, 100, 200, 400 kg N ha<sup>-1</sup>) und (b) N-Validierungsversuch (0 kg N ha<sup>-1</sup>, sensorbasierende Düngung, ENTEC-Düngung zur Pflanzung) wurden eingesetzt, um die N-Düngung zum Kopfdüngungstermin ca. zwei Wochen vor der sichtbaren Blumenbildung zu bemessen. Die Messungen im gesamten Spektrum (380 – 1300 nm) zeigten, dass der Wellenlängenbereich 510 – 780 nm sich am besten eignet, um den aktuellen N-Status der Brokkoliblätter zu beschreiben, wobei sortenspezifische Unterschiede berücksichtigt werden müssen. Der b-Parameter, der den Gelb-Grünanteil einer Farbe widerspiegelt, zeigte die beste Korrelation mit den Blattstickstoffgehalten. Die Ertragsdaten zeigten, dass eine bedarfsgerechte Bemessung der N-Düngung mittels Reflexionsmessungen möglich ist, so dass ein N-Düngemodell erarbeitet werden kann.

### Einleitung

Ein wesentlicher Aspekt der Nachhaltigkeit des intensiven Feldgemüsebaus ist eine möglichst bedarfsgerechte Bemessung der Stickstoff(N)düngung. Die Vorgaben zum Stickstoff-Sollwert beziehen sich auf den Stickstoffbedarf für den Aufwuchs von Pflanzenkulturen/Sortengruppen. Ausgehend davon, berücksichtigen weitere Berechnungsgrößen für die Stickstoffdüngung allein den Gehalt an mineralisiertem Stickstoff ( $N_{\min}$ ) - Nitrat und Ammonium - im Boden zum Zeitpunkt der Probenahme. Messungen an Pflanzen sind aktuell im Gartenbau nicht üblich, da Methoden zur Bestimmung des N-Gehalts in Pflanzen meist destruktiv sind und die Ergebnisse zu spät verfügbar sind, um die Ertragshöhe und die Qualität des Ernteguts zu sichern. Direkte Messungen zum aktuellen N-Versorgungsstatus von Pflanzen können eine Möglichkeit darstellen, die Stickstoffversorgung zu verschiedenen Zeitpunkten während der Kulturdauer und auch innerhalb einer Anbaufläche zu erfassen.

Diesem Ansatz folgend ist es notwendig, (a) die Stickstoffaufnahme der Pflanzenart und ertrags- und qualitätsbildende Faktoren zu kennen und (b) die geeignete Sensortechnologie einzusetzen.

Seit einigen Jahren werden Sensorsysteme für ackerbauliche Kulturen entwickelt und geprüft, um Stress, verursacht unter anderem durch Nährstoffmangel, Krankheiten/Schädlinge und ungünstige Wachstumsbedingungen, frühzeitig zu erkennen. Die Grundlage hierfür ist, dass Pflanzen, die unter Stress stehen, Licht anders reflektieren als „gesunde, normale“ Pflanzen. Diese Änderungen im Reflexionsspektrum können von speziellen Kameras/Sensoren früher und zuverlässiger erfasst werden als mit dem bloßen Auge, das allein den sichtbaren Bereich des Lichts erfassen kann (400 nm – 700 nm). Die Intensität der Grünfärbung von Pflanzen ist in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Stickstoffgehalt in Pflanzengewebe und kann bei Reflexionsmessungen als Aussage zur Stickstoffversorgung genutzt werden bevor Chlorosen auftreten.

In einer dreijährigen Versuchsphase mit Brokkolipflanzen wurde untersucht, ob

- (a) die Stickstoffversorgung mittels Reflexionsmessungen an Blättern beschrieben werden kann;
- (b) Düngemenge und –zeitpunkt anhand der Ergebnisse der Sensormessungen ohne Ertrags- und Qualitätsverluste bestimmt werden können;
- (c) eine Stickstoffdüngung optimal dann auf dem Standort Hohenheim erfolgen kann, wenn die N-Versorgung der Brokkolipflanzen bis zur Kopfdüngung zunächst durch den pflanzenverfügbaren Stickstoff im Boden erfolgt ist.

## **Versuchsaufbau**

Die Versuche wurden in den Jahren 2008 bis 2012 auf Flächen der sechsgliedrigen Fruchtfolge auf der Versuchsstation für Gartenbau, Universität Hohenheim, durchgeführt. Im jährlichen Turnus werden auf den Rotationsflächen (95 m x 40 m) Getreide - Getreide - N-extensives Gemüse - Getreide - Klee-Gras-Gemisch - N-intensives Gemüse angebaut.

Brokkolipflanzen der Sorten ‘Marathon’ (Sakata), ‘Parthenon’ (Sakata), ‘Olympia’ (Sakata), ‘Ironman’ (Seminis), ‘Monopoly’ (S&G), ‘Monterey’ (S&G) wurden im Sommeranbau (Anfang Juli bis ca. Ende August) kultiviert, nach der Vorkultur Kopfsalat ‘Alanis’. Auf Beeten (1,2 x 95 m) wurde Brokkoli dreireihig mit 4,5 Pflanzen m<sup>-2</sup> (40 x 55 cm) maschinell gepflanzt.

Im ersten Versuchsteil (N-Steigerungsversuch) wurden auf Beeten der N-extensiven Rotationsfläche Brokkolipflanzen der sechs Sorten mit den Stickstoffzielwerten 0, 100, 200 und 400 kg N ha<sup>-1</sup> angebaut. Die Düngung erfolgte unmittelbar nach der Pflanzung unter Berücksichtigung der N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden mit KAS (13,5% NH<sub>4</sub>-N, 13,5% NO<sub>3</sub>-N, 12% CaO). Die Ergebnisse aus Anbau und Reflexionsmessungen wurden für die Erstellung einer Eichkurve genutzt, um die Stickstoffdüngemenge zum

Zeitpunkt ca. zwei Wochen vor Beginn der Blumenbildung für den N-Validierungsversuch) berechnen zu können.

Im zweiten Versuchsteil (N-Validierungsversuch) wurden auf Beeten der N-intensiven Rotationsflächen Brokkolipflanzen der sechs Sorten bei verschiedenen N-Düngungsvarianten angebaut. Die N-Düngemenge wurde auf 80% des empfohlenen Sollwerts ( $310 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) für Brokkoli reduziert, um eine zu erwartende hohe N-Nachlieferung durch Mineralisation während der Kulturdauer zu berücksichtigen. Die Düngungsvarianten waren (1) ohne mineralische N-Düngung (2) sensorgestützte N-Düngung mit KAS ca. zwei Wochen Beginn der Blumenbildung (Tab. 1) (3) N-Düngung mit ENTEC 26 (18,5% N  $\text{NH}_4\text{-N}$ , 7,5%  $\text{NO}_3\text{-N}$ , 13% S) zu Beginn der Kulturdauer mit Zielwert  $248 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

In beiden Versuchsteilen wurde die N-Düngung von Hand ausgebracht und die Einarbeitung erfolgte maschinell. Bewässerung und Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgten praxisüblich. Die Brokkoliblumen wurden ab einem Mindestdurchmesser von 7 cm (Länge 18 cm) geerntet und der erste Erntedurchgang erfolgte, wenn mindestens 50% der Blumen dies erreicht hatten. Alle restlichen Brokkoliblumen wurden beim zweiten Erntedurchgang nach ca. einer Woche geschnitten.

Boden- und Pflanzenprobenahmen erfolgten zu Kulturbeginn, nach drei Wochen und zum Zeitpunkt der Ernte. Boniturdaten zu Wachstum und Entwicklung wurden während der Kulturdauer und zum Zeitpunkt der Ernte erfasst.

Die Reflexionsmessungen an Blättern mit Einsatz der Kamera S1 PRO, Leica, Germany unter Verwendung einer künstlichen Lichtquelle begannen zwei Wochen nach der Pflanzung und erfolgten in wöchentlichem Abstand bis zum Erntetermin. Die Messungen in verschiedenen Wellenlängenbereichen erfolgten stets am jüngsten voll entfalteteten Blatt, die Blattfläche wurde gemessen und der N-Gehalt analytisch bestimmt.

Ziel der Messungen mittels Kamera war, Unterschiede in der Reflexion der Brokkoliblätter in Abhängigkeit von Faktoren wie Sorte, Düngung herauszuarbeiten.

**Tabelle 1: Stickstoffdüngemenge [ $\text{kg N ha}^{-1}$ ] zwei Wochen vor Beginn der Blumenbildung, basierend auf Ergebnissen der Sensormessungen an jüngsten, voll entfalteteten Blättern der Brokkolipflanzen**

Jahr	'Marathon'	'Monterrey'	'Parthenon'	'Olympia'	'Ironman'	'Monopoly'
2008	250	250	210	210	190	190
2009	220	220	160	235	220	200
2010	220	170	165	210	165	140

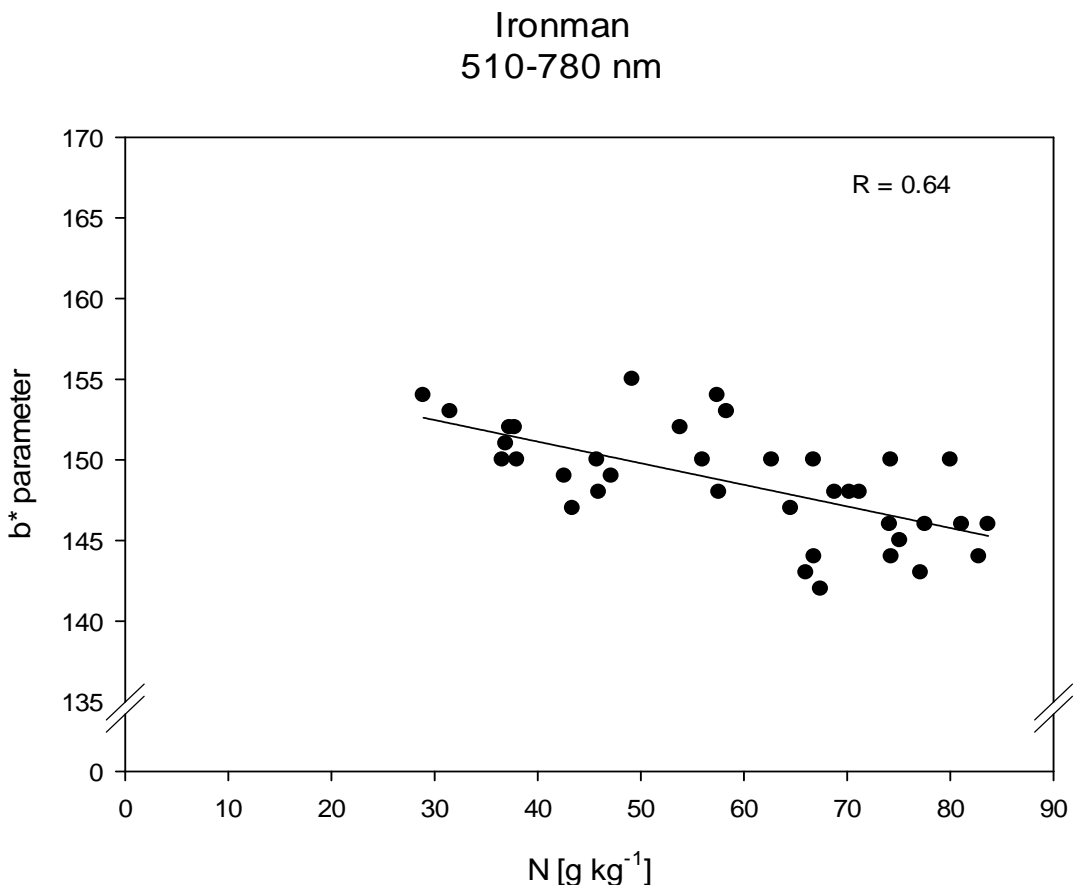
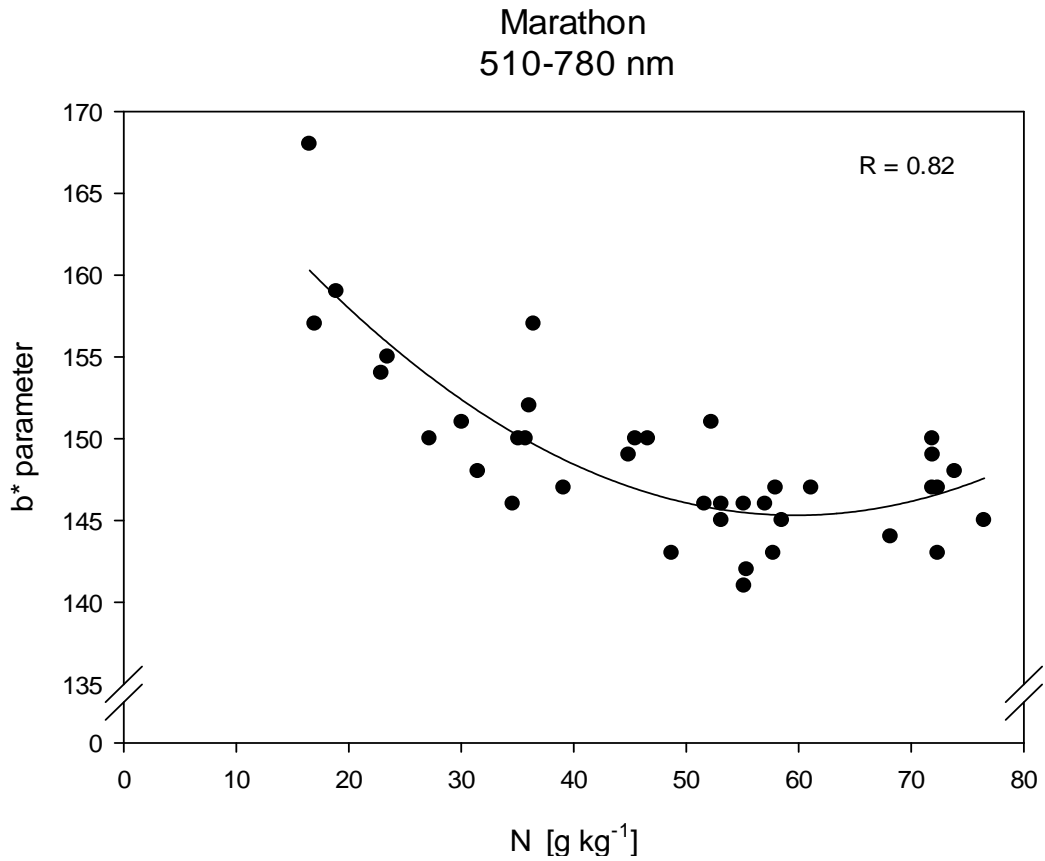
## **Ergebnisse und Diskussion**

Die Auswertung der Ergebnisse der Reflexionsmessungen an den jüngsten voll entfalteten Brokkoliblättern zeigte eine ausreichend gute Korrelation des b-Parameters im Wellenlängenbereich 510 – 780 nm mit den Blattstickstoffgehalten, die analytisch bestimmt wurden (Abb.1). Dieser Zusammenhang besteht grundsätzlich sortenunabhängig, doch bestehen Unterschiede bei Vergleich der sortenspezifischen Korrelationen. Dies ist ein Hinweis auf die zeitliche Nutzung des Stickstoffangebots im Boden zum Aufbau von Biomasse, der genutzt werden kann, um die Stickstoffdüngung so zu bemessen, dass ausreichend Blattmasse zum richtigen Zeitpunkt aufgebaut wird, um die Größe und Qualität der Blumen und folglich das Ertragsniveau zu sichern.

In den Versuchsjahren 2008 bis 2010 wurden die Ergebnisse des N-Steigerungsversuch und des N-Validierungsversuchs eingesetzt, um den Zusammenhang mit ausreichend Daten zu beschreiben und gleichzeitig aktuelle, standortgedingte Abweichungen zeitnah zu erfassen. Dies ermöglichte eine Bemessung des N-Bedarfs zu einem Kopfdüngungstermin vor Beginn der sichtbaren Blumenbildung.

Die Ergebnisse zu mittleren marktfähigen Ertrag [t/ha] in den Jahren 2008 bis 2010 weisen auf deutliche jährliche Unterschiede hin, besonders bei der Sorte 'Ironman'. Hier ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass bei der abschließenden Ernte im zweiten Erntedurchgang größenunabhängig alle Blumen geerntet wurden. Die Entwicklung von Blumen vergleichsweise späterer Sommersorten wurde allein in Bonituren erfasst. Es kann auch davon ausgegangen werden, dass die Sorten unterschiedlich durch die aktuellen Witterungsbedingungen hinsichtlich Wachstum und Entwicklung beeinflusst wurden, obwohl nur Sorten ausgewählt wurden, die für den Sommeranbau von Brokkoli geeignet sind.

Der Vergleich der Ergebnisse der Düngungsvarianten zeigt, dass das pflanzenverfügbare Stickstoffangebot im Boden erwartungsgemäß höhere Erträge nur mit Ergänzung durch mineralische Stickstoffdüngung erbringen kann (Abb. 2). Doch besteht auf den gemüsebaulich genutzten Flächen mit potentieller hoher N-Nachlieferung während der Vegetationsperiode die Möglichkeit, die N-Düngung mit Bezug auf die Ergebnisse der Reflexionsmessungen an Blättern zu berechnen. Ein Vergleich mit der Variante ENTEC-Düngung zeigt,

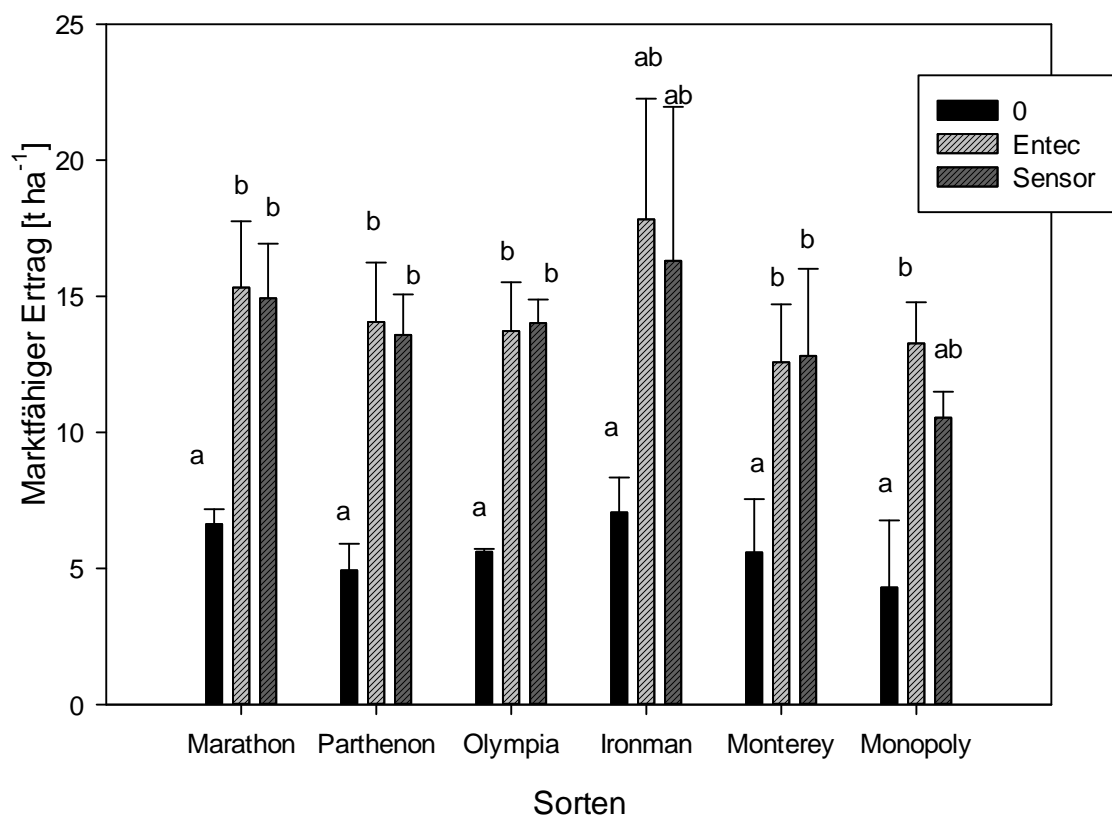


**Abbildung 2: Korrelation von b-Wert der Reflexionsmessungen (510-780 nm) mit Werten des analytisch bestimmten Stickstoffgehalt in Brokkoliblättern der Sorten 'Marathon' (Abb. oben) und 'Ironman' (Abb. unten)**



dass die sensorgestützte Stickstoffdüngung nur geringfügig niedrigere Erträge sortenunabhängig aufweist.

Die Ergebnisse zeigen, dass mittels Reflexionsmessungen der N-Versorgungsstatus von Brokkoliblättern zeitnah beschrieben werden kann und in Zusammenhang mit dem Ertrag steht. Die Messungen des b-Parameters bei 510 – 780 nm sind geeignet, um ein Düngungsmodell für die Bemessung der Stickstoffmenge zu erstellen. In Fortsetzung der Untersuchungen wird der Einsatz von tragbaren Sensorsystemen für online-Messungen bei der Kultur Brokkoli optimiert.



**Abbildung 2: Mittlerer marktfähiger Ertrag [t ha<sup>-1</sup>] von Brokkoli der Sorten ‘Marathon’, ‘Partenon’, ‘Olympia’, ‘Ironman’, ‘Monterey’, ‘Monopoly’ von in den Jahren 2008 - 2010 der N-Düngungsvarianten 0 = keine Stickstoffdüngung, EN-TEC = Zielwert 248 kg N ha<sup>-1</sup> bei Pflanzung, Sensor = KAS-Düngung nach Ergebnissen der Reflexionsmessungen zwei Wochen vor Beginn der Blumenbildung**

# 11. Strip-Till im Weißkohlanbau – Wirksamer Erosionsschutz im Gemüsebau

A. Übelhör, N. Billen, W. Hermann, J. Morhard, J. Pfenning, K. Köller & W. Claupein  
Universität Hohenheim, 70599 Stuttgart

## Einleitung

In den letzten Jahren kam es durch vermehrt auftretende Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Deutschland immer wieder zu Erosionsereignissen, die vollgelaufene Keller, überflutete Straßen und teilweise auch Ertragsverluste in der Landwirtschaft zur Folge hatten.

Die Filderlehmböden aus fruchtbarem Löss im Gebiet südlich von Stuttgart bieten optimale Bedingungen für den Feldgemüsebau. Bekannt ist die Region für den Anbau von Spitzkohl, dem sogenannten Filderkraut. Auch andere Gemüsearten wie beispielsweise Kopfsalat und andere Kohlarten sind wichtige Kulturen dieser Region. Durch die intensive Gemüseproduktion mit mehrmaliger intensiver Bodenbearbeitung mit Pflug, Kreiselegge oder Fräse sowie spätem Reihenschluss der Kulturen sind die Anbauflächen der Filderebene stark erosionsgefährdet.

Das am 1. Juli 2010 in Kraft getretene Erosionskataster, teilt alle Flurstücke in Baden-Württemberg in Erosionsschutzklassen ein. Hierbei wurden 3 Klassen für Wassererosion ( $CC_{Wasser0}$ ,  $CC_{Wasser1}$ ,  $CC_{Wasser2}$ ) und 2 für Winderosion ( $CC_{Wind0}$ ,  $CC_{Wind1}$ ) festgelegt. Die 0 steht hierbei für „keine Erosionsgefährdung“ und die 2 für „hohe Erosionsgefahr“. Die Einteilung der Klassen basiert auf Bodenart und Hangneigung. Je höher dieser Faktor, welcher auf Grundlage der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) berechnet wird, umso höher ist das Erosionsrisiko. Die bisherige Regelung, dass 40 % der Ackerfläche vor dem 15. Februar nicht gepflügt werden dürfen, ist somit nicht mehr gültig. „Eine erosionsgefährdete Ackerfläche darf nach der neuen Verordnung vom 1. Dezember bis zum 15. Februar nicht gepflügt werden und ist zu begrünen (Winterung, Zwischenfrucht)“ (Infoblatt zum Erosionskataster, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, 2012).

Wie viel Boden jährlich durch Wind- und Wassererosion verloren geht, ist in der Praxis und im Modell nicht eindeutig zu beziffern, kann aber bis zu mehrere  $100 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{Jahr}$  betragen. Die Erosion hängt von vielen Faktoren, wie beispielsweise Niederschlagsintensität, Bodenart, Hangneigung, Hanglänge und Kultur ab (Auerswald et al., 1992). Der tolerierbare Bodenabtrag wird in der Landwirtschaft in Deutschland oft zwischen  $1$  und  $10 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{Jahr}$  angegeben, allerdings überschreitet die Bodenneubildungsrate selten Werte von  $1$  bis  $2 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{Jahr}$  (Graßl, 1997). In vielen Anbauregionen liegt der Bodenabtrag deutlich über der

Bodenneubildungsrate. In zahlreichen Untersuchungen und Beobachtungen werden der Pflugeinsatz und die intensive Bodenbearbeitung als Hauptgrund für Bodenerosion in der Landwirtschaft angesehen. Somit sind Alternativen zur konventionellen Bodenbearbeitung in vielen Fällen die einzige Lösung das Problem der Bodenerosion zu vermindern.

Aus diesem Grund wurde 2010 das Projekt „Entwicklung erosionsmindernder Anbauverfahren im Feldgemüsebau“ vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) ins Leben gerufen. Bei diesem Projekt arbeiten verschiedene Institute der Universität Hohenheim, die Staatsschule für Gartenbau und Landwirtschaft und die Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg (LVG) an der Entwicklung und Prüfung verschiedener Erosionsschutzmaßnahmen.

### **Das Strip-Till Verfahren**

Bisherige Untersuchungen zur Bodenerosion zeigen, dass konservierende, pfluglose Bodenbearbeitungssysteme einen oftmals sehr guten Erosionsschutz für viele landwirtschaftlichen Kulturen bieten (Maetens et al., 2012). Anbauverfahren, wie Mulch- oder Direktsaat sind in der Zwischenzeit weitverbreitet. Das Strip-Till Verfahren, oder auch Streifenbearbeitung genannt, gewinnt bei Mais, Raps und Zuckerrüben zunehmend an Bedeutung. Bei diesem konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren sollen die Vorteile von Pflügen und Direktsaat vereint werden. Im Feldgemüsebau werden bisher pfluglose Anbausysteme in der Praxis so gut wie nicht eingesetzt. Dies ist vor allen Dingen darauf zurückzuführen, dass für die Vielzahl an Gemüsekulturen keine geeignete Produktionstechnik vorhanden ist. Einige Forschungsergebnisse zeigen allerdings, dass konservierende Systeme auch im Gemüsebau möglich sind (Díaz-Pérez et al., 2012, Overstreet et al., 2010, Mochizuki et al., 2007). Beim Strip-Till Verfahren werden nach der Getreideernte im Herbst, mittels eines Lenksystems auf dem Traktor mit RTK-GPS (Real-Time-Kinematik-GPS) mit einer Genauigkeit von  $\pm 2,5$  cm ausschließlich die Saat- bzw. Pflanzstreifen ca. 20 cm breit und 20 cm tief gelockert. Die restliche Fläche bleibt unbearbeitet. Der Boden ist durch die Strohaufgabe der Getreidevorfrucht vor Wind- und Wassererosion geschützt. Im Frühjahr wird in den gelockerten Streifen die Kultur ohne vorherige Saatbettbereitung gesät oder gepflanzt. Die spurgetreue Ablage der Samenkörner oder der Jungpflanzen ist über die im Herbst aufgezeichneten Spuren durch das Lenksystem mit RTK-GPS sichergestellt.

### **Material & Methoden**

Die Strip-Till Versuche im Weißkohlanbau wurden 2010 bis 2012 auf dem Standort Ihinger Hof (LKr. Böblingen) der Versuchsstation Agrarwissenschaften der

Universität Hohenheim und in verschiedenen Praxisversuchen auf der Filderebene durchgeführt.

Verglichen wurde das Strip-Till Verfahren mit dem konventionellen Pflugverfahren. Bei den Böden handelte es sich auf dem Ihinger Hof um lehmige Lössböden über Keuperton und bei den Praxisversuchen herrschte der dort für das Gebiet typische Filderlehm vor, der aus fruchtbaren Lössschichten gebildet wird. Die Stickstoffdüngung erfolgte auf Grundlage der  $N_{\min}$ -Analyse im Frühjahr, mit einer Aufdüngung auf den Sollwert von mittelschnell wachsendem Weißkohl von  $270 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Für die Grundnährstoffe P, K und Mg wurde eine bedarfsgerechte Erhaltungsdüngung vorgenommen.

In der vollständig randomisierten Blockanlage auf dem Ihinger Hof wurden nach der Ernte der Vorfrucht (in allen Versuchsjahren Wintertriticale 'Talentro' mit Strohdüngung) die Strip-Till Parzellen mit einem Streifenlockerer (Horsch 'Focus-Prototyp') ca. 20 cm tief bearbeitet und die Pflugparzellen 25 cm tief gepflügt. Im Frühjahr wurde mit einer modifizierten Pflanzmaschine (TRIUM, Checci & Magli) Weißkohl der Sorte 'Marcello' gepflanzt. Der Pflanzabstand betrug in der Reihe und zwischen den Reihen jeweils 50 cm. An der Pflanzmaschine wurden nach Verbreiterung des Rahmens Mulchpflanzschare mit Nase für ein besseres Einziehen durch entsprechenden Untergriff und eine Reihendüngungsvorrichtung angebracht. Sternräumer vor den Pflanzscharen dienten dazu, bei vielen Ernteresten, eine Anhäufung von Material und damit eine unpräzise Ablage oder Fehlstellen zu verhindern.

Neben der Ertragserhebung und weiteren pflanzenbaulichen und bodenkundlichen Untersuchungen, wie beispielsweise Infiltration, Wassergehalte und Wasserleitfähigkeit, wurden mit einer Kleinberegnungsanlage auch Starkregensimulationen durchgeführt, um die Erosionsschutzwirkung untersuchen zu können. Mit einer 2 m hohen, schwenkbaren Düse wurde die streifenbearbeitete oder gepflügte Fläche gleichmäßig mit  $2 \text{ l min}^{-1}$  beregnet und der Oberflächenabfluss in PE-Flaschen aufgefangen. Ein Beregnungszyklus dauerte jeweils 20 Minuten und der Bodenabtrag konnte nach Trocknung des Bodens in  $\text{g min}^{-1}$  oder in kumulierter Form bestimmt werden.

Die Ertragsbestimmung erfolgte im Spätsommer oder Herbst. Hierbei wurden jeweils 3 Transekte am Ober-, Mittel- und Unterhang über die Parzellen gelegt und die Weißkohlköpfe in dem jeweiligen Transekt mit Umblättern geerntet. Das Gesamtpflanzengewicht und das jeweilige Kopfgewicht wurden bestimmt. Zusätzlich wurde der Stickstoffgehalt in den einzelnen Pflanzen analysiert. Während der verschiedenen Wachstumsstadien wurden alle zwei Wochen die Frisch- und die Trockenmasse von Wurzel und Spross bestimmt. Daraus konnte das Wurzel-/Spross Verhältnis berechnet werden.

## Ergebnisse & Diskussion

Die Ergebnisse aus den Jahren 2011 und 2012 zeigen das hervorragende Erosionsschutzpotential des Strip-Till Systems. In den Beregnungsversuchen wurde im Pflugverfahren im Durchschnitt ein achtfach höherer Bodenabtrag im Vergleich zum Strip-Till Verfahren gemessen. In beiden Jahren zeigte sich die optimale Wirkung durch die Strohbedeckung. Die gemessenen Wassergehalte, Infiltrationsraten und gesättigten Wasserleitfähigkeiten zeigten, dass bei der Pflugvariante in den ersten 10 cm eine deutlich höhere gesättigte Leitfähigkeit als im Strip-Till Verfahren gemessen werden konnte. Der Niederschlag wird somit beim Pflugverfahren in den oberen Schichten sehr schnell vom Boden aufgenommen. Die Wassergehalte und die gesättigte Leitfähigkeit in 30 cm Tiefe zeigten allerdings, dass dort die Strip-Till Varianten eine höhere Leitfähigkeit aufwiesen. Das Niederschlagswasser kann in diesem System kontinuierlich in tiefere Bodenschichten vordringen. Im Pflugverfahren stößt das versickernde Regenwasser oft auf eine verdichtete Pflugsohle und somit ist der Abfluss in tiefere Schichten nicht mehr gewährleistet. Es kommt zu einem Wasserstau und der Boden kann kein weiteres Regenwasser aufnehmen. In Folge dessen fließt das überschüssige Wasser oberflächlich ab, was bei den Beregnungsversuchen zu großen Bodenabträgen geführt hat.

Die Wurzel/Spross Verhältnisse wiesen in beiden Jahren keine signifikante Unterschiede zwischen den Pflug- und Strip-Till-Varianten auf. Dies beweist, dass sich die Weißkohlwurzeln auch in den nicht gelockerten Teilen entwickeln und Nährstoffe und Wasser aufnehmen konnten. Die Stickstoffverfügbarkeit für die Pflanzen war somit bei allen Varianten gewährleistet. Hinsichtlich der Erträge wurden in beiden Jahren in den Exaktversuchen auf dem Ihinger Hof keine signifikanten Ertragseinbußen im Strip-Till-Verfahren im Vergleich zum konventionellen Anbau festgestellt. Im zweijährigen Mittel wurden beim Pflugverfahren  $62 \text{ t ha}^{-1}$  und beim Strip-Till-Verfahren sogar  $66 \text{ t ha}^{-1}$  marktfähiger Weißkohlkopfertrag festgestellt. In den beiden Praxisversuchen auf der Filderebene wurde 2011 und 2012 jeweils ein Minderertrag in der Strip-Till Variante von 18 % ermittelt. Der Ertragsverlust lässt sich vor allem auf das hohe Unkrautaufkommen zurückführen. In der Praxis scheint somit eine angepaßte Herbizidstrategie unter Verzicht auf die Maschinenhacke die größte Herausforderung zu sein. Dieses Problem soll 2013 durch eine auf das Strip-Till Verfahren ausgelegte Herbizidstrategie in Absprache mit den Gemüseanbauern gelöst werden. Weitere Herausforderungen bestehen in einer angepassten Fruchtfolge. Das unabdingbare Vorhandensein von Getreideernterückständen als Erosionsschutz erschwert der Praxis den Einstieg in das neue Bodenbearbeitungssystem. Alternativ soll der Anbau von abfrierenden Zwischenfrüchten Abhilfe schaffen. Im Jahr 2012/13 wird eine Strip-Till Variante mit *Phacelia* als Vorfrucht-

alternative zum Getreide mit Strohdüngung sowohl im Exakt- als auch im Praxisversuch auf der Filderebene geprüft.

Zusammenfassend wurde in den letzten 3 Jahren gezeigt, dass das Strip-Till Verfahren hervorragend geeignet ist, Bodenerosion im Kohlanbau zu minimieren. Im Exaktversuch war dies ohne Ertragseinbußen möglich. Dies zeigt, dass das System bei Weißkohl und somit sicherlich auch bei anderen Kopfkohlarten funktioniert. Anpassungen insbesondere der Herbizidstrategie sind unter Praxisbedingungen erforderlich, um Ertragsverluste zu vermeiden. Ob das Strip-Till-Verfahren auch für andere Gemüsekulturen geeignet ist, sollen weitere Untersuchungen zeigen.



Abb. 1:  
Streifenbearbeitung  
im Herbst



Abb. 2: gelockerter  
Pflanzstreifen



Abb. 3: Weißkohl-  
pflanzung mit  
modifizierter  
Pflanzmaschine



Abb. 4: Weißkohl  
'Kilaton' im Strip-  
Till Anbau

## Quellen

Auerswald, K., Kainz, M., Schröder, D., Martin, W., 1992. Comparison of German and Swiss Rainfall Simulators - Experimental Setup. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde. 155, 1-5

Díaz-Pérez, J.C., Phatak, S.C., Ruberson, J., Morse, R., 2012. Mulches increase yield and improve weed control in no-till organic broccoli (*Brassica oleracea* var. botrytis). Acta Horticulturae. 933, 337-342

Graßl, H., 1997. Brisante Mischung - Böden und globaler Wandel. – In: Kümmerer, K.; Schneider, M.; Held, M. (Hrsg.): Bodenlos – Zum nachhaltigen Umgang mit Böden. Politische Ökologie. 15, 12-16

Maetens, W., Poesen, J., Vanmaercke, M., 2012. How effective are soil conservation techniques in reducing plot runoff and soil loss in Europe and the Mediterranean?. Earth-Sci. Rev. 115, 21-36

Mochizuki, M.J., Rangarajan, A., Bellinder, R.R., Björkman, T., Van Es, H.M., 2007. Overcoming compaction limitations on cabbage growth and yield in the transition to reduced tillage. HortScience. 42, 1690-1694

Overstreet, L.F., Hoyt, G.D., Imbriani, J., 2010. Comparing nematode and earthworm communities under combinations of conventional and conservation vegetable production practices. Soil Tillage Res. 110, 42-50

Infoblatt zum Erosionskataster des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR): [https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1358762\\_11/mlr\\_2012%20-%20Infoblatt%20Erosionskataster%20-%20Stand%2001-2012.pdf](https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1358762_11/mlr_2012%20-%20Infoblatt%20Erosionskataster%20-%20Stand%2001-2012.pdf)

Weiterführende Literatur:

Hermann, W., Bauer, B, Bischoff, J., 2012: Strip-Till: Mit Streifen zum Erfolg. Agrarpraxis kompakt, DLG-Verlag

## **12. Mechanische Unkrautregulierung in Kohlkulturen**

Anette Braun, Beratungsdienst Ökologischer Gemüsebau

Bei den Kopfkohlarten Rot- und Weißkohl und Wirsing sowie bei Blumenkohl, Brokkoli, Grün- und Rosenkohl ist es bei geschickter Strategie und Kombination verschiedener mechanischer Unkrautregulierungsmethoden gut möglich, die Handarbeit auf einem sehr niedrigen Niveau zu halten. Sie beschränkt sich dann weitgehend auf das manuelle Entfernen einzelner großer Unkrautpflanzen.

Die Strategie der Unkrautregulierung in den verschiedenen Kulturphasen wird im Folgenden beschrieben.

### **Unkrautkur vor der Pflanzung**

Die Unkrautregulierung vor allem in der Reihe gestaltet sich dann am leichtesten, wenn man von vornherein möglichst wenig Unkraut hat. Schon vor der Pflanzung beginnt daher die Strategie mit einer Unkrautkur, die eines der wichtigsten Elemente der gesamten Unkrautregulierung darstellt.

Für den Unkrautvorlauf, auch „falsches Saatbett“ genannt, soll die Fläche mindestens zwei, besser vier bis sechs Wochen vor der Bestellung bearbeitet sein. Ist das Pflanzbeet fertig hergerichtet, sollen zuerst die Unkräuter keimen. Dafür benötigen sie genügend Feuchtigkeit und eine ausreichend feine Bodenstruktur.

Ab jetzt wird nur noch die oberste Bodenschicht, optimalerweise in der Tiefe, die nachher auch die Pflanzmaschine benötigt, flach bearbeitet, damit keine neuen Unkrautsamen aus tieferen Schichten wieder nach oben gebracht werden.

Optimal ist eine zwei- bis dreimalige Bearbeitung im Abstand von 10-14 Tagen. Vor allem bei hohem Potential an Samenunkräutern im Boden kann schon mit einem Bearbeitungsgang der Unkrautbesatz mindestens um die Hälfte reduziert werden. Mit einer weiteren Bearbeitung nach 2 Wochen nochmals um die Hälfte, usw.

Die Unkräuter sollten dabei im Keimblatt- bis Zweiblattstadium sein, so dass sie durch die flache Bearbeitung sicher absterben. Nach dem letzten Bearbeitungsgang sollte je nach Witterung mindestens einige Stunden Zeit bleiben, damit das Unkraut zuerst vertrocknet und nicht von den Andruckrollen der Pflanzmaschine unterstützt wieder anwachsen kann.

### **Welche Geräte sind dafür geeignet?**

Ziel ist, das gesamte Beet nur flach, dabei aber gleichmäßig und gründlich zu bearbeiten. Geeignet sind z.B. Kulti-Eggen, die mit flach arbeitenden, nicht häufelnden Scharen und starren, nicht federnden Scharhalterungen ausgestattet werden. Auch ein im Betrieb vorhandener Hackrahmen mit Parallelogrammen, bei dem durch breitere Schare eine lückenlose oder sogar überlappende flächige Bearbeitung des



Beets möglich ist, kann verwendet werden. Unterschneidemesser in Beetbreite mit einer Tiefenführung oder sehr flach einstellbare Beetfräsen können bei richtiger Handhabung ebenfalls verwendet werden.

### **Bei der Pflanzung**

Hier kann die Pflanzmaschine so eingestellt werden, daß nach der Pflanzung in der Reihe eine kleine Furche entstanden ist, in der die Pflanzen stehen. Bei einer ersten Bearbeitung mit der Scharhacke wird dann diese Furche und damit die ersten aufgelaufenen Unkräuter in der Reihe verschüttet.

Außerdem sollten die Pflanzen so tief gesetzt werden, dass die Erdpresstöpfe unter der Oberfläche liegen.

### **Erste Kulturwochen**

So schafft man die Voraussetzung für frühes **Striegeln**, ohne dass dabei die erst leicht angewachsenen Töpfe mit herausgerissen oder zu stark gelockert werden. Speedys sind dafür besser geeignet als eckige Erdpresstöpfe. Gestriegelt werden kann mehrmals je nach Pflanzengröße etwa bis zur fünften Kulturwoche. Ausschlaggebend für den Erfolg ist dabei die Unkrautgröße: Keimend bis maximal 2-Blatt Stadium. Abwechselnd mit dem Striegeln oder danach kann **in der Reihe angehäufelt** werden. Dabei verträgt der Kohl einiges, solange die oberen Blätter noch heraus schauen. Wichtig für den Erfolg des Häufelns ist, dass das Unkraut in der Reihe komplett mit Erde bedeckt wird und dann für ca. 2 Wochen ungestört bleibt bis es abstirbt.

**Zwischen den Reihen** wird von Anfang an mit **Hackscharen** gearbeitet. Weitere Möglichkeiten zur Bearbeitung in der Reihe sind die **Torsionshacke** und die **Fingerhacke**. Beide arbeiten ebenso wie der Striegel leicht abhäufelnd und können so mit dem Anhäufeln durch Häufelschare abwechselnd eingesetzt werden.

Eine sinnvolle und wirksame **Kombination** ist das Bearbeiten im Zwischenachsbebereich eines Geräteträgers mit Hackscharen, kombiniert mit Torsions- oder Fingerhacke. Zusätzlich der Striegel im Heckanbau, solange die Kultur das Striegeln verträgt. Die letzte Maßnahme vor dem Reihenschluss, wenn wegen der Blattmasse nicht mehr ohne nennenswerte Schäden durchgeführt werden kann, ist in der Regel ein Häufelgang.

### **Nach dem Reihenschluss**

In den letzten Kulturwochen bis zur Ernte sind dann oft noch Handhacke oder Jäten erforderlich, um einzelne Unkrautpflanzen die in der Reihe stehen geblieben sind, zu entfernen. Dies sollte möglichst in einem frühen Stadium des Unkrauts, aber unbe-

dingt rechtzeitig vor der Samenreife der Unkrautpflanzen geschehen. Hierfür kann man durchschnittlich etwa 30-50 Akh/ha veranschlagen.

Haben sich doch Samenräger gebildet, so empfiehlt es sich, diese herauszuziehen und aus dem Bestand zu entfernen. Bei guter Vorarbeit sind dies oft nur wenige Einzelpflanzen, die mit einem überschaubaren Aufwand entfernt werden können, zumal bei feuchtem Boden. Wird dies unterlassen, so handelt man sich für die Zukunft weitaus größere Probleme durch sprunghaftes Ansteigen des Unkrautsamenpotentials im Boden ein!

### **Letzter Erntetag ist Feldhygienetag!**

Um weiterhin die Samenbildung von noch im Bestand befindlichen Unkräutern nach der Ernte zu verhindern und darüber hinaus auch die Verbreitung von eventuell vorhandenen Krankheiten und Schädlingen zu verhindern, sollte sofort und konsequent nach der letzten Ernte der Bestand gründlich abgemulcht und die Rückstände zeitnah eingearbeitet werden.



**Abbildung 1: eine wirkungsvolle Kombination aus Hackscharen und Torsionshacke.**

### **13. Aktuelle Bakterienkrankheiten an Kohlkulturen**

Dr. Esther Moltmann, Mandy Soltyssek, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg – Außenstelle Stuttgart

#### **Adernschwärze - *Xanthomonas campestris* pv. *campestris***

Die durch das Bakterium *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* verursachte Adernschwärze zählt weltweit zu den wichtigsten Krankheiten im Kohlanbau. Wirtspflanzen sind alle kultivierten Brassica-Arten, auch Rukola und Raps sowie Unkräuter aus dieser Familie. Warme, feuchte Bedingungen, wie sie in den Tropen und Subtropen herrschen, aber auch in unseren Breitengraden zunehmen, fördern diese Bakterienart, deren Temperaturoptimum bei 25 ° - 30 °C liegt.

Die Symptome beginnen meist am Blattrand mit einer Chlorose, die sich V-förmig in das Blattgewebe hineinzieht und später im Zentrum verbräunt. Charakteristisch und namensgebend sind die schwarz verfärbten Blattadern im geschädigten Gewebe (Abb. 1). Die Bakterien dringen bevorzugt über die Hydathoden (Wasserspaltchen) an den Blatträndern ein. Durch Verletzungen nach Hagel oder durch Insekten gelangen sie auch direkt in die Gefäße, die sich schwarz verfärben und einzelne Blätter oder die ganze Pflanze welken lassen (Abb. 2). Bei suboptimalen Temperaturen können die Bakterien die Gefäße besiedeln, ohne Symptome auszulösen (latenter Befall). Befallene Pflanzen kümmern oder können ganz absterben und werden leicht von sekundär auftretenden Erregern befallen.

Die Adernschwärze wird über das Saatgut übertragen. Einzelne infizierte Jungpflanzen können durch Gießwasserspritzer ganze Jungpflanzenbestände verseuchen. Besonders gefährlich für die spätere Ausbreitung sind latent infizierte Jungpflanzen, die bereits infektiös sind. Über die Hydathoden, durch die die Bakterien eingedrungen sind, werden sie mit dem Guttationswasser nach außen transportiert. Weitere Infektionsquellen können infizierte Unkräuter, wie Hirtentäschel, Ackerhellerkraut, Hederich und Senf sein. Auch in unzureichend verrotteten Wurzelstrünken von Kohlpflanzen im Boden kann das Bakterium bis zu 2 Jahren überdauern und Neupflanzungen anstecken. Die Ausbreitung im Bestand erfolgt über Regen, Aerosole, tierische Vektoren und Kontakt durch Mensch und Maschine.

Die wirksamste Abwehrmaßnahme ist die Verwendung ausschließlich gesunden Saatguts, das von gesunden Pflanzen gewonnen wurde. Alternativ kann das Saatgut mit einer ausreichend großen Stichprobe (3 Proben zu je 10.000 Korn) getestet und wenn nötig behandelt werden. Diese Testung kann jedoch keine vollständige Freiheit

von dem Erreger garantieren, da die untersuchte Saatgutmenge begrenzt ist. Mit der Untersuchung von 3 x 10.000 Korn kann mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit eine Befallshäufigkeit von 0,01 % entdeckt werden. Eine ergänzende, in Rheinland-Pfalz durchgeführte Methode stellt die Testung von Blattstielen der Jungpflanzen mittels PCR dar, mit der infizierte Bestände entdeckt und eliminiert werden können. Weiter hemmt die Einspeisung von Chlordioxid in das Gießwasser eine Ausbreitung in den Jungpflanzenbeständen. Bewässerung mittels Ebbe-Flut statt über Kopf verhindert ebenfalls die Ausbreitung. Strenge Hygienemaßnahmen bei der Jungpflanzenanzucht und auch in den Produktionsbeständen dienen der weiteren Vorbeugung. In Produktionsbeständen fördert das Befahren und Beregnen taunasser Bestände die Ausbreitung und sollte daher unterbleiben. Flache Einarbeitung der dicken, sich nur langsam zersetzenden Kohlstrünke fördert ihren Abbau. Eine Fruchtfolge mit einer Anbaupause von 2 Jahren zu Brassica-Arten ist einzuhalten.

### **Weichfäuleerreger - *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (vormals *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)**

Das dickfleischige Gewebe vieler Kohlgewächse stellt einen idealen Nährboden für Infektionen durch *Pectobacterium* dar, die auf dem Feld, beim Transport und im Lager auftreten können. Das Bakterium schädigt sehr viele Pflanzen, ist ubiquitär verbreitet und kommt auch im Boden vor. Für eine Infektion braucht es Verletzungen der Pflanzenoberfläche. Feuchtigkeit wie stehendes Wasser auf den Pflanzen z.B. auf Blumenkohl (Abb. 3) fördert den Befall. Einmal eingedrungen zersetzt das Bakterium das Pflanzengewebe mit Hilfe seiner pektolytischen Enzyme zu einer breiartigen Konsistenz. Abhilfe schaffen hier neben strikter Hygiene und Vermeiden von Verletzungen das Einhalten trockener und kühler Bedingungen.

### **Blattfleckenerreger - *Xanthomonas campestris***

Seit 2 Jahren werden zunehmend Proben von Kohl- und auch Rukolapflanzen eingesandt, die Blattflecken jedoch keinerlei typische Symptome der Adernschwärze aufweisen (Abb. 4). Betroffen waren Jungpflanzen und Pflanzen aus Produktionsbeständen. Die Schadwirkung dieser Blattflecken war jedoch gering. Aus diesen Flecken ließ sich regelmäßig ein Bakterium isolieren, das in allen geprüften Eigenschaften *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* entsprach. Nur das Bakterienbestimmungssystem BIOLOG ordnete das Bakterium regelmäßig nicht der Pathovarietät „*campestris*“ zu. Auch ein Pathogenitätstest an Kohljungpflanzen zeigte

einen klar erkennbaren Unterschied in der Symptomausprägung zwischen den Isolaten aus Blattflecken und denen aus Adernschwärzesymptomen. Es liegt wahrscheinlich eine andere Pathovarietät als die Pathovarietät „campestris“ vor, die offenbar ein deutlich geringeres Schadpotential aufweist. Ob es sich um die Pathovarietät „raphani“ handelt, wie es Literaturangaben nahelegen, ist noch offen. In einem Projekt am DLR Neustadt/Weinstr. wird an der Unterscheidung der Pathovarietäten mittels PCR und anderer Methoden gearbeitet. Für die Praxis ist diese Unterscheidung wichtig. Bei Befall mit Adernschwärze lassen sich Jungpflanzen nicht mehr vermarkten. Die harmloseren Blattflecken dagegen können sich auswachsen. Auch für die Saatgutuntersuchung ist die Unterscheidung von Bedeutung. Aus Saatgutproben isolierte verdächtige Xanthomonas-artige Bakterien müssen im Pathogenitätstest nicht nur auf ihr Vermögen, Adernschwärze auszulösen, sondern auch auf die Fähigkeit zur Blattfleckenbildung untersucht werden. Hierzu sind ältere Testpflanzen mit echten Blättern erforderlich, was die Untersuchung aufwändiger macht.



**Abbildung 1: Symptome der Adernschwärze an einem Weißkohlblatt verursacht durch *Xanthomonas campestris* pv. *campestris***



**Abbildung 2: Symptome der Adernschwärze an einem Weißkohlkopf verursacht durch *Xanthomonas campestris* pv. *campestris***



**Abbildung 3: Faulstelle auf Blumenkohl verursacht durch *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, von oben**



Abbildung 4: Faulstelle auf Blumenkohl verursacht durch *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, seitlich angeschnitten



Abbildung 5: Blattflecken auf Kohlrabijungpflanzen verursacht durch *Xanthomonas campestris*, Pathovarietät noch nicht geklärt.  
Bilder: Soltyssek

## 14. Pilzkrankheiten in Kohlkulturen

Jan Hinrichs-Berger, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg,  
Außenstelle Stuttgart

### Krankheiten an Kohlkulturen

Kohlkulturen können durch verschiedene Krankheiten Schäden erleiden: Neben den parasitären Krankheiten, zu denen die Viruskrankheiten (z. B. Blumenkohlmosaikvirus, Wasserrübenmosaikvirus, Wasserrübelgelbmosaikvirus), die pflanzenparasitären Bakterien (siehe vorangehenden Beitrag) und die pilzlichen Schaderreger gehören, gibt es eine Reihe nicht-parasitärer Krankheiten. Dazu gehören die Innenblattnekrose und das Platzen von Kohlrabi und Kohlköpfen. Die **Innenblattnekrose** tritt nicht nur bei Rotkohl auf (siehe vorangehenden Beitrag), sondern bei verschiedenen Kohlgemüsen wie z. B. Weißkohl (Abb. 1) und Rosenkohl (Abb. 2). Ursache ist eine unzureichende Calciumversorgung der geschädigten Blätter während ihrer Entwicklung. Dabei ist die Calcium-Versorgung des Bodens meist ausreichend. Da dieses Nährelement innerhalb der Pflanze kaum verlagert wird, muss es ständig aus dem Substrat aufgenommen werden. Die Calcium-Aufnahme ist jedoch bei einem raschen Pflanzenwachstum oft unzureichend. Ein erhöhtes Stickstoffangebot, eine schwankende Wasserversorgung und ein zu geringes Wurzelwerk beeinträchtigen die Calcium-Aufnahme. Ein Sorteneinfluss auf das Auftreten der Innenblattnekrose ist vorhanden.

Auch das **Platzen** hat meist eine nicht-parasitäre Ursache. Es tritt an Kohlrabi (Abb. 3) besonders bei trockener Kulturführung auf und bei Kopfkohl, wenn nach einer längeren Trockenperiode wieder reichlich Wasser zur Verfügung steht. Auch hier ist ein starker Sorteneinfluss auf die Platzempfindlichkeit zu beobachten. Gefördert wird das Platzen durch eine übermäßige Stickstoffversorgung vor der Ernte.

### Keimlingskrankheiten

Die Jugendentwicklung des Kohlgemüses ist - wie bei allen Pflanzen - besonders anfällig für pilzliche Krankheitserreger. Dazu gehören die Gattungen *Pythium*, *Olpidium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Phoma* und *Rhizoctonia*. Ein Befall führt dazu, dass die Keimlinge gar nicht erst auflaufen oder wegen Einschnürung und Absterben des Gewebes an der Stängelbasis gleich nach dem Auflaufen umfallen und faulen. Weil die Infektion bei *Alternaria*, *Phoma* und *Botrytis* oft vom Saatgut ausgeht, sind diese in der Aussaatschale bzw. dem Anzuchtbeet meist ungleichmäßig verteilt. Demgegenüber erfolgt der Befall bei *Pythium*, *Olpidium* und *Rhizoctonia* in der Regel vom Substrat her, sodass es hier meist zu einem nesterförmigen Auftreten des Schadbildes in der Saatschale oder dem Anzuchtbeet kommt.





Abb. 1: Innenblattnekrose durch unzureichende Calcium-Versorgung der Blätter an Weißkohl



Abb. 2: Innenblattnekrose durch unzureichende Calcium-Versorgung der Blätter an Rosenkohl



Abb. 3: Infolge von Trockenheit „geplatzte“ Kohlrabiknolle



Abb. 4: Gallenbildung an Wurzeln und Wurzelhals von Kohlrabi nach Befall mit *Plasmodiophora brassicae* (Kohlhernie)



Abb. 5: Die anfangs weißen Gallen der Kohlhernie sind massiv und weisen keinen Hohlraum auf

Die wichtigsten, vorbeugenden Maßnahmen zur Vermeidung von Keimlingskrankheiten sind der Einsatz von gesundem Saatgut bei den samenbürtigen Schaderregern und die Verwendung von nicht kontaminierter Anzuchterde (z. B. Entseuchen durch Dämpfen des Substrats) zur Vermeidung eines frühen Befalls mit den bodenbürtigen Schadpilzen.

Eine Saatgutbehandlung mit einem zugelassenen Beizmittel kann darüber hinaus das Schaderregerauftreten verhindern oder deutlich reduzieren. Weiterhin sind die Kulturbedingungen (Temperatur, Licht, Wasserversorgung) so zu optimieren, dass das empfindliche Jugendstadium rasch überwunden wird.

### **Kohlhernie**

Die Kohlhernie wird durch den bodenbürtigen Schaderreger *Plasmodiophora brassicae* hervorgerufen. Sie gilt im intensiven Kohlanbau als bedeutendste Krankheit und führt an der Stängelbasis und den Wurzeln zu starken Wucherungen (Gallen). Die Gallenbildung (Abb. 4) behindert die Wasser- und Nährstoffaufnahme, sodass befallene Pflanzen durch kümmerlichen Wuchs und Welkeerscheinungen auffallen. Bei früher Infektion ist die Kopfbildung beeinträchtigt.

Eine Verwechslungsgefahr besteht mit den Symptomen der Besiedlung durch den Kohlgallenrüssler (*Ceutorhynchus pleurostigma*). Hier schwillt das mit einem Ei belegte Rindengewebe zu einer rundlichen Galle an. Die Galle ist jedoch hohl und bietet der sich in ihrem Inneren entwickelnden Larve Schutz.

Bei der Kohlhernie weisen die Wucherungen hingegen keine Hohlräume auf. Sie sind zunächst fest und weißlich (Abb. 5), werden aber im weiteren Verlauf bräunlich und faulen. Dabei gelangen die in den Wucherungen gebildeten Dauersporen des Pilzes in den Boden, wo sie bis zu 20 Jahre überdauern können. Vor allem unter dem Einfluss von Wurzelausscheidungen geeigneter Wirtspflanzen (Kreuzblütler) keimen die Dauersporen und entlassen bewegliche Zoosporen. Diese Zoosporen schwimmen im Bodenwasser aktiv über kurze Strecken zu den Wurzelhaaren ihrer Wirtspflanzen, dringen in diese ein und regen das Wirtsgewebe zu Wucherungen an. Darin bilden sich neben den Dauersporen auch Sporangien mit weiteren Zoosporen. Diese Zoosporen werden aus der Wurzel freigesetzt und dienen zur weiteren Ausbreitung innerhalb der Pflanze und zu Nachbarpflanzen. Der Befall wird durch eine enge Fruchtfolge mit *Brassicaceae*, hohe Wassergehalte im Boden, hohe Bodentemperaturen, einer sauren Bodenreaktion und dem Anbau anfälliger Sorten gefördert. Eine direkte Bekämpfung des Schaderregers ist nicht möglich. Die Vermeidungsstrategie fußt primär auf einer weitgestellter Fruchtfolge mit mehrjährigen Anbaupausen, dem Anbau auf gut drainierten Flächen ohne Staunässe, einer den Infektionsvorgang verlangsamernden, neutralen bis schwach alkalischen Bodenreaktion ( $\text{pH} \geq 7$ ) sowie dem Anbau resistenter bzw. toleranter Kohlsorten. Man darf sich jedoch in keinem Fall allein auf die Resistenz bzw. Toleranz der Sorten verlassen, da sie relativ schnell von

neuen Pathotypen des Erregers überwunden werden kann. Die Anzuchtflächen bzw. –erden sollten frei von *P. brassicae* sein. Gegebenenfalls sind sie durch eine Bodendämpfung zu entseuchen. Für die Bewässerung sollte darüber hinaus kein Oberflächenwasser eingesetzt werden, da es besonders in Regionen mit intensivem Kohlanbau oftmals mit dem Erreger belastet ist. Auf leicht kontaminierten Flächen ist es hilfreich, die Jungpflanzen mit einem großen Wurzelballen zu setzen, um den Befall möglichst lange hinauszuzögern. Späte Infektionen sind nämlich weniger ertragswirksam. In diesem Zusammenhang ist an den Einsatz von Kalkstickstoff zu denken, der eine befallsverzögernde Wirkung besitzt.

Die Ausbreitung von Fläche zu Fläche erfolgt zum einen mit befallenem Pflanzenmaterial und zum anderen über kontaminiertem Boden. Dabei kann es über die Wasser- und Winderosion zu einer Verfrachtung des Erregers kommen. Von größerer Bedeutung ist jedoch die Ausbreitung über die an den Bodenbearbeitungsgeräten anhaftende Erde. Die landwirtschaftlichen Geräte sind daher nach dem Einsatz auf kontaminierten Flächen möglichst noch auf dieser Fläche gründlich zu reinigen.

### **Umfallkrankheit**

Ursache für die Umfallkrankheit des Kohls ist ein Befall der Pflanzen mit dem Pilz *Phoma lingam*. Dieser Schaderreger ist samenübertragbar und kann schon bei der Anzucht zu Ausfällen führen (siehe Keimlingskrankheiten). Zu Ausfällen kann es aber noch bis kurz vor der Ernte kommen. Bei starkem Befall vermorscht der Strunk und die Wurzeln sterben ab. Auf dem nekrotischen Strunk findet man zahlreiche, Stecknadelkopf große, schwarze Pünktchen (Abb. 6). Das sind die Fruchtkörper (Pyknidien) des Pilzes. In ihnen werden in großen Mengen Sporen gebildet, die bei Vorliegen von tropfbar flüssigem Wasser aus den Pyknidien entlassen und über Wasserspritzer weiter verbreitet werden. So kommt es zur Ausbreitung der Krankheit zu benachbarten Pflanzen (meist in der Pflanzreihe, seltener zu Nachbarreihen). Neben der Strunkfäule sind oft Blattflecken zu beobachten. Selbst im Lager bei Temperaturen über 2 °C kann sich die Krankheit weiter entwickeln: Die Gefäße an der Schnittfläche verfärben sich schwarz, es kommt zu einer Trockenfäule am Strunk und die äußeren Kohlblätter lösen sich ab.

Die wichtigste Vermeidungsmaßnahme ist die Verwendung von gesundem Saat- und Pflanzgut. Durch eine Saatgutbehandlung mit Fungiziden (Beizung) oder einer Heißwasserbehandlung kann das Saatgut gegebenenfalls dekontaminiert werden. Da der Erreger auch an den Ernterückständen auf dem Feld überdauern kann, ist eine ein- bis zweijährige Anbaupause empfehlenswert.

## Falscher Mehltau

Der Falsche Mehltau *Hyaloperonospora parasitica* unterscheidet sich grundlegend von dem Echten Mehltau. Während der Echte Mehltau nur die Oberfläche der Wirts-



Abb. 6: Die Umfallkrankheit des Kohls ist durch einen vermorschten Strunk mit kleinen, schwarzen, punktförmigen Fruchtkörpern des Pilzes *Phoma lingam* charakterisiert



Abb. 7: Gelbliche Flecken blattoberseits und grauer Sporenrasen blattunterseits an Kohlrabi-Pflanzen, die mit dem Falschen Mehltau (*Hyaloperonospora parasitica*) befallen sind



Abb. 8: Grau werdende Pusteln des Echten Mehltaus (*Erysiphe cruciferarum*) auf den Hüllblättern von Weißkohl



Abb. 9: Schwarze Blattflecken auf Weißkohl nach einem Befall mit Pilzen aus der Gattung *Alternaria*



Abb. 10: Alternaria-Flecken auf der Blume eines Blumenkohls



Abb. 11: Kopffäule an Weißkohl nach Befall mit *Rhizoctonia solani*



Abb. 12: Eingesunkene, schwarze Flecken auf der Knolle eines Kohlrabi nach Befall mit *Rhizoctonia solani*

pflanze besiedelt, sich dort aus der obersten Zellschicht (Epidermis) der Pflanze ernährt und auf beiden Blattseiten Sporenrasen ausbildet, dringt der Falsche Mehltau tief in das pflanzliche Gewebe ein und bildet vor allem auf der Blattunterseite einen grauweißen Sporenrasen aus. Blattoberseits sind diese Flächen meist durch gelbe Flecken gekennzeichnet (Abb. 7). In der Anzucht können bereits die Keimblätter und ersten Laubblätter infiziert werden. Es kommt zu einer Wachstumshemmung und nur selten zu einem Absterben der betroffenen Pflanzen. Bei Kohlrabi im geschützten Anbau sind oftmals auch die älteren Blätter infiziert (Abb. 7), während es bei Blumenkohl und Brokkoli nach Befall zu einer Fäulnis der Blume bzw. des Blütenstandes kommen kann.

Der Schaderreger überdauert den Winter meist in infizierten, ausdauernden Wirtspflanzen, auf denen er im Frühjahr sporuliert. Die Sporen können mit dem Wind über weite Strecken transportiert werden. Darüber hinaus kann höchstwahrscheinlich eine Infektion auch von Oosporen ausgehen, die an Pflanzenrückständen im Boden und am Saatgut zu finden sind und der Überdauerung dienen. Feucht-kühle Witterungsphasen im Wechsel mit Trockenperioden begünstigen die Krankheitsentwicklung und das Auftreten von Epidemien.

Durch eine lockere Saat gesunden Saatguts in nicht-kontaminierter Anzuchterde und eine trockene Kulturführung kann man eine frühe Infektion im Saatbett unterbinden. Darüber hinaus sind die einzelnen Kohlarten und -sorten unterschiedlich anfällig für den Falschen Mehltau, sodass man durch eine geeignete Sortenwahl das Krankheitsauftreten steuern kann.

### **Echter Mehltau**

Der Echte Mehltau (*Erysiphe cruciferarum*) hat im Kohlanbau meist nur eine untergeordnete Bedeutung. Betroffen sind vor allem China-, Grün- und Rosenkohl. Als sogenannter „Schönwetterpilz“ tritt er vor allem in Spätsommer bei warmer, trockener Witterung und starker nächtlicher Taubildung auf. Die mehlig-weißen Verfärbungen, die später deutlich dunkler werden (Abb. 8), führen zu deutlichen Qualitäts-, aber kaum Ertragsverlusten. Das Schadbild kann manchmal mit einem Thripsschaden verwechselt werden. Eine Fungizidbehandlung ist in der Regel nicht erforderlich. In Befallsgebieten sollten Sorten mit geringer Anfälligkeit gepflanzt werden.

### **Kohlschwärze**

Pilze aus der Gattung *Alternaria* können fast alle oberirdischen Pflanzenteile von Kohlgewächsen infizieren. Erste Anzeichen eines Befalls sind kleine, dunkle Punkte, die sich langsam vergrößern und dabei grau-braun verfärben, oft von einem schwarzen Rand begrenzt und von einem chlorotischen Hof umgeben sind. Später weisen die Nekrosen oftmals dunkle, konzentrische Ringe auf, die vom Erscheinungsbild an

eine Zielscheibe erinnern (Abb. 9). Ältere und größere Blattflecken können aufreißen und herausfallen. Keimlinge können bei einem starken Befall absterben (siehe oben). Während stärkere Infektionen bei Kopfkohl vor allem dem Putzaufwand und -abfall erhöhen, können bei Blumenkohl schwarze Flecken auf der Blume (Abb. 10) und bei Brokkoli dunkle Flecken auf dem Blütenstand zu einem Verlust der Marktfähigkeit führen.

Zu Infektionen kann es über einen weiten Temperaturbereich kommen. Allerdings sind dafür eine hohe relative Luftfeuchtigkeit von über 85 % oder längere Blattnässeperioden erforderlich. Lagertemperaturen unter 5 °C stoppen den Befall.

Über die Sortenwahl, die Verwendung gebeizten Saatguts und den Einsatz von geeigneten Fungiziden kann man die Infektion und Ausbreitung der Krankheit erfolgreich kontrollieren.

### **Rhizoctonia-Kopffäule**

Der bodenbürtige Pilz *Rhizoctonia solani* kann nicht nur in der Anzucht zu Ausfällen führen (siehe oben), sondern auch während der weiteren Entwicklung des Kohls. Der Pilz, der in Form von Dauerkörpern (Sklerotien) jahrelang im Boden überdauert, infiziert vor allem bei höheren Bodentemperaturen (20 – 25 °C) den Wurzelhals. Dort führt er zu einer oft stängelumfassenden Nekrose. Mittels einer Lupe kann man auf dem verbräunten Gewebe dunkle, spinnennetzartig verwobene Pilzfäden (Myzel) und kleine, braunschwarze Sklerotien erkennen. Der Pilz breitet sich oft vom Strunk her auf die Hüllblätter von Kopfkohl bzw. die Knolle von Kohlrabi aus. Auf den Blättern bzw. der Knolle sind relativ große, braun-schwarze, leicht eingesunkene Flecken (Abb. 11 - 12) zu finden, die manchmal eine konzentrische Zonierung aufweisen. Die befallenen Blätter lösen sich nicht ab, sondern legen sich wie eine braune, pergamentartige Hülle um den Kopf.

Bei der Rhizoctonia-Kopffäule handelt es sich um eine typische Fruchtfolgekrankheit. Durch mehrjährige Anbaupausen auf derselben Fläche kann man den Befallsdruck gering halten. Die Aussaat sollte nur in einem nicht-kontaminierten Anzuchtsubstrat erfolgen.

### **Fazit**

Zu den wichtigsten Maßnahmen, einer Pilzinfektion von Kohlgemüse vorzubeugen, gehören:

1. die Auswahl resistenter bzw. toleranter Sorten
2. die Verwendung gesunden Saatguts
3. die Anzucht in einem nicht-kontaminierten Anzuchtsubstrat
4. eine weitgestellte Fruchtfolge, in der Kreuzblütler nur nach einer mehrjährigen Anbaupause aufeinander folgen.



## 15. Kosten der Kohlproduktion

Dr. Hella Herrmann und Gerrit Kleemann, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

Kohl stellt im Süden Deutschlands nach wie vor eine bedeutende gemüsebauliche Kultur dar. Im Folgenden sollen nun die Kosten der Produktion analysiert werden, wobei hierfür Weißkohl im Sommer- bzw. Herbstanbau, Kohlrabi und Blumenkohl als Beispielkulturen dienen sollen.

Als Grundlage für die angestellten Berechnungen dienen in erster Linie die Kalkulationshilfen des Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) – Rheinpfalz. Die Werte wurden bedarfsgerecht an die derzeit vorherrschenden Produktionsbedingungen angeglichen, jedoch dienen die angegebenen Kostenpositionen lediglich als Orientierungshilfen, die hauptsächlich auf Durchschnittswerten beruhen. Aus diesem Grund müssen zur Produktionsplanung in einzelnen gemüsebaulichen Betrieben die Kosten jeweils auf die individuellen Kosten des jeweiligen Betriebes angepasst werden.

Die Kosten für Pflanzenschutzmittel wurden unter den drei Kulturen Weißkohl, Kohlrabi und Blumenkohl gemittelt und dieser Durchschnittswert für alle Kulturen verwendet, was das Endergebnis nicht maßgeblich beeinflusst, jedoch eine einfachere Berechnung und Planung für die Betriebe zulässt.

Bei der Berechnung der Düngungskosten wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass der N-P-K-Dünger Nitrophoska Perfekt (15-5-20) eingesetzt wird, sich die Düngermenge ausschließlich am Stickstoffbedarf der einzelnen Kulturen orientiert und der Phosphor- und Kaliumbedarf somit ausreichend abgedeckt ist. Der zur Berechnung herangezogene Düngerpreis basiert auf Durchschnittswerten, die auf den derzeitigen Düngerpreisen beruhen. Hierbei gilt stets zu beachten, dass beim Kauf von Dünger der Zeitpunkt des Kaufs, die Menge, gegebenenfalls die Art und Größe der Verpackung der einzelnen Gebindeeinheiten und eventuelle Einlagerungen sehr stark auf den Kaufpreis einwirken und diesen verändern können. Die Arbeitskosten unterteilen sich in die Kostenstelle der Saisonarbeitskräfte, die ca. 90% des Gesamtarbeitszeitbedarfs der jeweiligen Kulturen ausmachen und hauptsächlich für Pflege- und Erntearbeiten eingesetzt werden und in die Kostenstelle der Festarbeitskräfte. Für Festarbeitskräfte wurde mit einem Durchschnittsstundensatz von 15€ gerechnet, für Saisonarbeitskräfte mit durchschnittlich 8€, worin neben dem aktuell gültigen Tariflohn die Kosten für eine pauschale Versteuerung und die Kosten für Verpflegung und Unterbringung enthalten sind. Zusätzlich ist zu beachten, dass sozialversicherungspflichtige Saisonarbeitskräfte höhere Lohnkosten verursachen können.

Die entstehenden Vermarktungs- und Verpackungskosten werden mit 10% vom Erlös angenommen (Oberfinanzdirektion Rheinland-Pfalz; Richtwerte für den Gemüsebau 2010/2011), sie können jedoch in Abhängigkeit von der Art der Verpackungsmaterialien und den jeweiligen Absatzorganisationen teils deutlich variieren.

Zur Kalkulation der Maschinenkosten wurde ein durchschnittlicher Kostensatz von 20€ pro Maschinenstunde festgelegt, wobei dieser Preis in den Verrechnungssätzen des Maschinenrings Baden-Württemberg 2013/2014 keine Treibstoffkosten berücksichtigt. Durch stark schwankende Treibstoffpreise wird die Berechnung auf diese Weise übersichtlicher, jedoch darf nicht vergessen werden die Treibstoffkosten anschließend der betriebsindividuellen Kalkulation hinzuzurechnen.

Als durchschnittlichen Pauschalbetrag für den Gemeinkostenanteil wurden für den Freilandgemüsebau 1000€ pro Hektar und Jahr gewählt. Als Aufschlag für Wagnis und Gewinn wurden 10% angesetzt, die auf die Gesamtkosten aufgeschlagen werden.

Der Pachtpreis von 600€ wurde jeweils der kompletten Kultur zugeschlagen, was im Einzelfall korrigiert werden müsste, da eventuelle Vor- und Nachkulturen ebenfalls kulturzeitabhängig zu belasten wären.

**Tabelle 1: Kostenstruktur einer Weißkohlkultur (Sommer / Herbst)**

<b>Anbautechnische Daten</b>		
Kulturbeginn	März-Juni, Kulturdauer stark sortenabhängig	
Pflanzen/Netto-m <sup>2</sup>	2,4	
Ausbeute (bei Ø 1,5kg Kopfgewicht und 95% Abernterate)	34.200kg/ha	
<b>Kostenstruktur</b>	<b>Bemerkungen</b>	<b>Kosten/ha</b>
<b>Jungpflanzen</b>		
	24.000 Stück a 4ct	960,00€
<b>Düngung</b>		
Nitrophoska Perfekt	1,50€/kg N bei einer Düngermenge von 180 kg N/ha	270,00€
Bodenprobe		30,00€
<b>Pflanzenschutz</b>		
	durchschnittlich	250,00€
<b>Beregnung</b>		
0,21 €/m <sup>3</sup>	100 mm	210,00€
<b>Vermarktung und Verpackung</b>		
10% vom Erlös		700,00€
<b>Maschinenkosten</b>		
20€/Mh	61 Mh	1.220,00€
<b>Arbeitskosten</b>		
Saison-AK (8€/Akh)	203 Akh	1.624,00€
Fest-AK (15€/Akh)	23 Akh	345,00€
<b>Pacht</b>		
600€/ha und Jahr		600,00€
<b>Summe Einzelkosten</b>		6209,00€
<b>Summe Gemeinkosten (pauschal)/ha</b>		1.000,00€
<b>Gesamtkosten/ha</b>		<b>7.209,00€</b>
<b>Gesamtkosten pro kg Erntemenge</b>		<b>0,21€</b>
<b>Gesamtkosten pro kg Erntemenge inkl. Wagnis- und Gewinnaufschlag</b>		<b>0,23€</b>

**Tabelle 2: Kostenstruktur einer Kohlrabikultur**

<b>Anbautechnische Daten</b>		
Kulturbeginn	April bis August	
Pflanzen/m <sup>2</sup>	9,33	
Ausbeute (bei 85% Abernterate)	79.333 Stk./ha	
<b>Kostenstruktur</b>	<b>Bemerkungen</b>	<b>Kosten/ha</b>
Jungpflanzen		
	93.333 Stück a 3ct	2800,00€
Düngung		
Nitrophoska Perfekt	1,50€/kg N bei einer Düngermenge von 120 kg N/ha	180,00€
Bodenprobe		30,00€
Pflanzenschutz		
	durchschnittlich	250,00€
Beregnung		
0,21 €/m <sup>3</sup>	100 mm	210,00€
Vermarktung und Verpackung		
10% vom Erlös		1.500,00€
Maschinenkosten		
20€/Mh	98 Mh	1.960,00€
Arbeitskosten		
Saison-AK (8€/Akh)	349 Akh	2.792,00€
Fest-AK (15€/Akh)	87 Akh	1.305,00€
Pacht		
600€/ha und Jahr		600,00€
<b>Summe Einzelkosten</b>		<b>11.627,00€</b>
<b>Summe Gemeinkosten (pauschal)/ha</b>		<b>1.000,00€</b>
<b>Gesamtkosten/ha</b>		<b>12.627,00€</b>
<b>Gesamtkosten pro Stk. Erntemenge</b>		<b>0,16€</b>
<b>Gesamtkosten pro Stk. Erntemenge inkl. Wagnis- und Gewinnaufschlag</b>		<b>0,18€</b>

**Tabelle 3: Kostenstruktur einer Blumenkohlkultur (Sommer / Herbst)**

<b>Anbautechnische Daten</b>		
Kulturbeginn	April bis August	
Pflanzen/Netto-m <sup>2</sup>	2,8	
Ausbeute (bei 85% Abernterate)	24.102 Stk./ha	
<b>Kostenstruktur</b>	<b>Bemerkungen</b>	<b>Kosten/ha</b>
Jungpflanzen		
	28.355 Stück a 3ct	850,65€
Düngung		
Nitrophoska Perfekt	1,50€/kg N bei einer Düngermenge von 220 kg N/ha	330,00€
Bodenprobe		30,00€
Pflanzenschutz		
	durchschnittlich	250,00€
Beregnung		
0,21 €/m <sup>3</sup>	80 mm	168,00€
Vermarktung und Verpackung		
10% vom Erlös		1.400,00€
Maschinenkosten		
20€/Mh	55 Mh	1.100,00€
Arbeitskosten		
Saison-AK (8€/Akh)	281 Akh	2.248,00€
Fest-AK (15€/Akh)	70 Akh	1.050,00€
Pacht		
600€/ha und Jahr		600,00€
<b>Summe Einzelkosten</b>		<b>8.026,65€</b>
<b>Summe Gemeinkosten (pauschal)/ha</b>		<b>1.000,00€</b>
<b>Gesamtkosten/ha</b>		<b>9.026,65€</b>
<b>Gesamtkosten pro Stk. Erntemenge</b>		<b>0,37€</b>
<b>Gesamtkosten pro Stk. Erntemenge inkl. Wagnis- und Gewinnaufschlag</b>		<b>0,40€</b>

## Fazit

Generell haben die Arbeitskosten bei der Ernte von Kohl eine große Bedeutung, da der Mechanisierungsgrad in der Kohlproduktion eher als gering einzustufen ist.

Für den Frischmarktbereich wird heute noch überwiegend per Hand und über ein Transportband geerntet. Die geerntete Ware kommt anschließend sowohl in Großkisten wie auch in kleineren Verpackungseinheiten zum Verkauf, zur

Verarbeitung oder zur Einlagerung. Die Gemüseernte erfolgt überwiegend durch Saison-Arbeitskräfte. Es ist deshalb notwendig, für die Beschäftigung von Saison-Arbeitskräften aus Drittstaaten die Arbeitserlaubnis nach einem vorgeschriebenen Verfahren einzuholen. Zeitliche und zahlenmäßige Einschränkungen durch die entsprechenden Verordnungen beeinflussen den Umfang der Produktion, die Kostenstruktur und damit auch die Wirtschaftlichkeit.

Weitere Faktoren, die Einfluss auf die Preisbildung nehmen sind Warenverfügbarkeit, Preisniveau der Importware, Witterungsbedingungen und Preisvorgaben des LEHs, die aus aggressivem Wettbewerb zwischen den Lebensmittelmärkten resultieren.

Wichtig ist, dass der Betriebsleiter seine Kultur sowohl produktionstechnisch als auch kostentechnisch beherrscht und eine möglichst hohe Aberntrate erreicht. Außerdem muss der Produzent den LEH bzw. den weiterverarbeitenden Bereich kontinuierlich mit Ware versorgen können.

Im Frischgemüseanbau sind die zu erzielenden Marktpreise von stark schwankenden Angebotsmengen und damit einhergehenden Preisschwankungen abhängig.

Um den betrieblichen Kalkulationsrisiken, die durch diese verursacht werden können sicher zu begegnen, empfiehlt es sich, stets den Jahresdurchschnittspreis zu Grunde zu legen. Auf diese Weise kann die Wirtschaftlichkeit einer Kultur nachhaltig berechnet werden.

#### Literatur und Quellen:

Kalkulation im Freilandgemüsebau: Weißkohl (Sommer / Herbst), Kohlrabi, Blumenkohl (Sommer / Herbst); Joseph Schlaghecken, Joachim Ziegler, 2007

Kennzahlen für den Betriebsvergleiche im Gartenbau 2012; 55. Jahrgang

Richtwerte für den Gemüsebau 2010 / 2011; Oberfinanzdirektion Koblenz, Rheinland-Pfalz

Maschinenring Baden-Württemberg: Verrechnungssätze 2013/2014

KTBL-Freilandgemüse Weißkohl, Kohlrabi und Blumenkohl

## **16. Adressen von Saatgutproduzenten\*:**

### **Agri-Saaten GmbH:**

Anschrift: Maschweg 111, 49152 Bad Essen

Tel.: 05472/1353, Fax: 05472/2289

Mail: [info@agri-saaten.de](mailto:info@agri-saaten.de)

Homepage: [www.agri-saaten.de](http://www.agri-saaten.de)

### **Asgrow:**

In Deutschland vertreten durch Monsanto Agrar Deutschland GmbH.

### **Bejo Samen GmbH:** (K,Ö)

Anschrift: Danziger Str. 29, 47665 Sonsbeck

Tel.: 02838/989890, Fax: 02838/9898949

Mail: [info@bejosamen.de](mailto:info@bejosamen.de)

Homepage: [www.bejosamen.de](http://www.bejosamen.de)

### **Bingenheimer Saatgut AB:** (Ö)

Anschrift: Kronstr. 24, D 61209 Echzell-Bingenheim

Tel.: 06035/1899-0, Fax: 06035/1899-40

Mail: [info@oekoseeds.de](mailto:info@oekoseeds.de)

Homepage: [www.oekoseeds.de](http://www.oekoseeds.de)

### **Clause GmbH:** (K)

In Deutschland vertreten durch Nickerson-Zwaan.

### **Enza Zaden B.V.:** (K,Ö)

Anschrift: An der Schifferstadter Straße, D 67125 Dannstadt-Schauernheim

Tel.: 06231/94110, Fax: 06231/941122

Mail: [info@enzazaden.de](mailto:info@enzazaden.de)

Homepage: [www.enzazaden.de](http://www.enzazaden.de)

### **Gautier Semences:**

Anschrift: Route d'Avignon, F 13630 Eyragues

Tel.: 0033/490240240, Fax: 0033/490240250

Mail: [commercial@gautiersemences.com](mailto:commercial@gautiersemences.com)

Homepage: [www.gautiersemences.com](http://www.gautiersemences.com)

**Graines Voltz:**

Anschrift: Rue Denis Papin 23, F 68027 Colmar Cedex  
Tel.: 0033/389201818, Fax: 0033/389244222  
Homepage: [www.graines-voltz.com](http://www.graines-voltz.com)

**Hild Samen GmbH:** (K,Ö)

Anschrift: Kirchenweinbergstr. 115, D 71672 Marbach  
Tel.: 07144/847311, Fax: 07144/847399  
Mail: [hild@nunhems.com](mailto:hild@nunhems.com)  
Homepage: [www.hildsamens.de](http://www.hildsamens.de)

**Monsanto Agrar Deutschland GmbH (Seminis)**

Anschrift: Lindenallee 33, D 31535 Neustadt  
Tel: 05032 89400, Fax:05032 894040  
Mail: [Kundenserviceede@seminis.com](mailto:Kundenserviceede@seminis.com)  
Homepage: [www.seminis.de](http://www.seminis.de)

**Nickerson-Zwaan:** (K)

Anschrift: Griewenkamp 2, D 31234 Edemissen  
Tel.: 05176/9891-0, Fax: 05176/9891-19  
Mail: [saatgut@nickerson-zwaan.de](mailto:saatgut@nickerson-zwaan.de)  
Homepage: [www.nickerson-zwaan.com](http://www.nickerson-zwaan.com)

**Nunhems Zaden B.V.:** (K,Ö)

In Deutschland vertreten durch Hild Samen GmbH.

**Rijk Zwaan Welver GmbH:** (K,Ö)

Anschrift: Werler Straße 1, D 59514 Welver  
Tel.: 02384/5010, Fax: 02384/501133  
Mail: [sales@rijkszwaan.de](mailto:sales@rijkszwaan.de)  
Homepage: [www.rijkszwaan.de](http://www.rijkszwaan.de)

**Saatgut Quedlinburg GmbH:** (K)

Anschrift: Erwin-Baur-Str. 23, D 06484 Quedlinburg  
Tel.: 03946/7809-0, Fax: 03946/7809-17  
Mail: [info@quedlinburger-saatgut.de](mailto:info@quedlinburger-saatgut.de)  
Homepage: [www.quedlinburger-saatgut.de](http://www.quedlinburger-saatgut.de)



**Sakata Vegetables Europe:**

Anschrift: Domaine de Sablas, Rue du Moulin, F 30620 Uchaud (Nimes)

Tel: 0033/466717500, Fax: 0033/466717509

Homepage: [www.sakata.com](http://www.sakata.com)

**Sperli - Carl Sperling & Co:** (K)

Anschrift: Hamburger Str. 35, 21339 Lüneburg

Tel.: 04131/30170, Fax: 04131/301734

Homepage: [www.sperli.de](http://www.sperli.de)

**S & G, Syngenta Seeds GmbH:** (K)

Anschrift: Alte Reeser Str. 95, D 47533 Kleve

Tel.: 02821/9940, Fax : 02821/91778

Homepage: [www.syngenta-seeds.de](http://www.syngenta-seeds.de)

**Takii Europe B.V:**

In Deutschland vertrieb durch Enza-Zaden

**Tézier S.A.:** (K)

In Deutschland vertreten durch Nickerson-Zwaan.

**Tozer:**

In Deutschland vertreten durch Nebelung

**Uniseeds Select B.V.**

Anschrift: Zernikestraat 9, NL 2665 JJ Bleiswijk

Tel.: 0031/105212394, Fax: 0031/105214767

Mail: [info@uniseeds.nl](mailto:info@uniseeds.nl)

Homepage: [www.uniseeds.nl](http://www.uniseeds.nl)

**Vilmorin S.A.:** (K)

In Deutschland vertreten durch Nickerson-Zwaan.

**Volmary GmbH:**

Anschrift: Kaldenhofer Weg 70, 48014 Münster

Tel.: 0251/27070100, Fax: 0251/27070270

Mail: [info@volmary.com](mailto:info@volmary.com)

Homepage: [info@volmary.com](mailto:info@volmary.com)

## **Vertrieb von seltenen Sorten (Beispiele):**

### **Dreschflegel:** (Ö)

Anschrift: Postfach 1213, 37202 Witzenhausen

Tel.: 05542/502744, Fax: 05542/502758

Mail: [info@dreschflegel-saatgut.de](mailto:info@dreschflegel-saatgut.de)

Homepage: [www.dreschflegel-saatgut.de](http://www.dreschflegel-saatgut.de)

### **Ferme de Sainte Marthe:** (Ö)

Anschrift: Eulengasse 2, D 55288 Armsheim

Tel.: 06734/960379, Fax: 06734/960014

Mail: [info@bio-saatgut.de](mailto:info@bio-saatgut.de)

Homepage: [www.bio-saatgut.de](http://www.bio-saatgut.de)

### **Sativa Rheinau GmbH:** (Ö)

Anschrift: Klosterplatz, CH-8462 Rheinau

Tel.: 0041/(0)52304/9160, Fax: 0041/(0)52304/9161

Mail: [sativa@sativa-rheinau.ch](mailto:sativa@sativa-rheinau.ch)

Homepage: [www.sativa-rheinau.ch](http://www.sativa-rheinau.ch)

### **VEN:** (Ö)

Anschrift: Sandbachstraße 5, D 38162 Schandelah

Tel.: 05306/1402, Fax: 05306/932946

Mail: [ven.nutz@gmx.de](mailto:ven.nutz@gmx.de)

Homepage: [www.nutzpflanzenvielfalt.de](http://www.nutzpflanzenvielfalt.de)

### **Erläuterung:**

K = Konventionell erzeugtes Saatgut, Ö = Ökologisch erzeugtes Saatgut

\* Kein Anspruch auf Vollständigkeit (der Herausgeber)

## **17. Liste der Gemüsebauberater (Anbau, Pflanzenschutz, Wasser- schutz) in Baden-Württemberg:**

Alfred Altmann,

Landratsamt Breisgau - Hochschwarzwald, Pflanzenschutz Gemüsebau, Europaplatz  
3, 79206 Breisach, Tel.: 0761/21875826, Fax: 0761/218775814,

Mail: [alfred.altmann@breisgau-hochschwarzwald.de](mailto:alfred.altmann@breisgau-hochschwarzwald.de)

Helmut Augsburger,

Beratungsdienst für Gemüsebau e.V., Auf dem Wasen 9, 71640 Ludwigsburg,  
Tel.: 07141/2991381, Fax: 07141/2998451, Mobil: 0173/3107182,

Mail: [helmut.augsburger@gmx.de](mailto:helmut.augsburger@gmx.de)

Matthias Braig,

Beratungsdienst Ökologischer Gemüsebau e.V., Auf dem Wasen 9, 71640 Ludwigs-  
burg, Tel: 07141-2998450, Fax: 07141-2998451, Mobil: 0160/5507343,

Mail: [mbraig@bio-beratung.de](mailto:mbraig@bio-beratung.de)

Thomas Brand,

Betreuungsdienst Nützlingseinsatz Baden e.V., Beiertheimer Allee 2, 76137 Karlsruhe,  
Tel.: 07251/74-1700, bzw. -1868, Fax: 07251/741865, Fax: 06252/966363,

Mobil: 0152/09058608, Mail: [thomas@brand2000.de](mailto:thomas@brand2000.de)

Anette Braun,

Beratungsdienst Ökologischer Gemüsebau e.V., Auf dem Wasen 9, 71640 Ludwigs-  
burg, Tel: 07141-2998450, Fax: 07141-2998451, Mobil: 0171/4746612

Mail: [abraun@bio-beratung.de](mailto:abraun@bio-beratung.de)

Ruth Dettweiler,

Ökologischer Landbau e.V., Schillerstraße 30, 89077 Ulm,

Tel: 0731/24729, Mail: [rdettweiler@oekoulm.de](mailto:rdettweiler@oekoulm.de)

Peter Detzel,

Betreuungsdienst Nützlingseinsatz Baden e.V., Beiertheimer Allee 2, 76137 Karlsruhe  
Tel.: 07251/74-1867, bzw. -1868, Fax: 07251/741865,

Mobil: 0152/09058602, Mail: [peter.detzel@t-online.de](mailto:peter.detzel@t-online.de)

Diana Fritz,  
Landratsamt Karlsruhe, Landwirtschaftsamt, Ref. Pflanzenbau, Abteilung 3 -  
Idw. Produktion & Kontrollen, Berechnungsberatung,  
Beiertheimer Allee 2, 76137 Karlsruhe, Tel.: 07251/741744, Fax: 07251/741705,  
Mail: [Diana.Fritz@landratsamt-karlsruhe.de](mailto:Diana.Fritz@landratsamt-karlsruhe.de)

Eckard Graf,  
Beratungsdienst für Integrierten Gemüsebau Heilbronn e.V., Lerchenstraße 40,  
74072 Heilbronn, Tel.: 07131/9947367, Fax: 07131/9947330, Mobil: 0172/7117831  
Mail: [bd-gemuesebau@gmx.de](mailto:bd-gemuesebau@gmx.de)

Claudia Grünert,  
Beratungsdienst für Integrierten Gemüsebau Heilbronn e.V., Lerchenstraße 40,  
74072 Heilbronn, Tel.: 07131/9947365, Fax: 07131/9947330, Mobil: 0172/7923026  
Mail: [bd-gemuesebau@gmx.de](mailto:bd-gemuesebau@gmx.de)

Uwe Hecker,  
Landratsamt Konstanz, Landwirtschaftsamt, Übergebietsl. Gemüsebauberatung, Koor-  
dination Vor-Ort-Kontrolle, Ausbildungsberatung Gemüsebau,  
Winterspürer Str. 25, 78333 Stockach, Tel. 07531/8002924, Fax. 07531/8002903,  
Mail: [uwe.hecker@landkreis-konstanz.de](mailto:uwe.hecker@landkreis-konstanz.de)

Markus Hilgensloh,  
Betreuungsdienst Nützlingseinsatz Baden e.V., Beiertheimer Allee 2, 76137 Karlsruhe,  
Tel.: 07251/741868, Fax: 07251/741865, Mobil: 0152/09058648  
Mail: [Markus-H@web.de](mailto:Markus-H@web.de)

Martin Kälber,  
Landratsamt Göppingen, Landwirtschaftsamt, Abt. 4 Gartenbau, Produktionstechnik,  
Wasserschutz und Düngeverordnung im Gartenbau,  
Pappelallee 10, 73037 Göppingen, Tel.: 07161/202169, Fax: 07161/202145, Mail:  
[m.kaelber@landkreis-goeppingen.de](mailto:m.kaelber@landkreis-goeppingen.de)

Josef Klapwijk,

Landratsamt Breisgau - Hochschwarzwald, Fachbereich Landwirtschaft, Übergebietliche Gemüsebauberatung - EM, BH, LÖ,

Europaplatz 3, 79206 Breisach, Tel.: 0761/21875825, Fax: 0761/218775814, Mobil: 0162/2550673

Mail: [josef.klapwijk@breisgau-hochschwarzwald.de](mailto:josef.klapwijk@breisgau-hochschwarzwald.de)

Werner Kost,

Landratsamt Tübingen, Abt. 40 Landwirtschaft, Gartenbauberatung im Reg.-Bezirk Tübingen, Sachgebiet 2: Landwirtschaftliche Erzeugung, Vermarktung, Ernährung

Wilhelm-Keil-Straße 50, 72072 Tübingen, Tel.: 07071/2074031,

Fax: 07071/2074099, Mobil: 0175/7246542, Mail: [w.kost@kreis-tuebingen.de](mailto:w.kost@kreis-tuebingen.de)

Lars Pirwitz,

Betreuungsdienst Nützlingseinsatz Baden e.V., Beiertheimer Allee 2, 76137 Karlsruhe, Tel.: 07251/741868, Fax: 07251/741865, Mobil: 0152/09058639

Mail: [LarsPirwitz@gmx.de](mailto:LarsPirwitz@gmx.de)

Ulrike Schmidt,

Beratungsdienst Reichenau e.V., Marktstraße 1, 78479 Reichenau,

Tel.: 07534/920055, Mail: [beratungsdienst@reichenaugemuese.de](mailto:beratungsdienst@reichenaugemuese.de)

Bärbel Schmitt-Viebig,

Betreuungsdienst Nützlingseinsatz Baden e.V., Beiertheimer Allee 2, 76137 Karlsruhe, Sitz: Nitratlabor Heidelberg, Tel.: 06221/484321, Fax: 06221/400396,

Mobil: 0152/01595747, Mail: [nitratlabor.hd@gmx.de](mailto:nitratlabor.hd@gmx.de)

Kurt Schnebel,

Betreuungsdienst Nützlingseinsatz Baden e.V., Beiertheimer Allee 2, 76137 Karlsruhe, Tel.: 07251/741868, Fax: 07251/741865, Mobil: 0152/09058604

Mail: [Kurt.Schnebel@t-online.de](mailto:Kurt.Schnebel@t-online.de)

Angela Schwetje-Elsemann,

Landratsamt Karlsruhe, Gemüsebauberaterin, Abteilung 4- Sonderkulturen,

Beiertheimer Allee 2, 76137 Karlsruhe, Tel.: 07251/741836, Fax: 07251/741705,

Mail: [Angela.Schwetje-Elsemann@Landratsamt-Karlsruhe.de](mailto:Angela.Schwetje-Elsemann@Landratsamt-Karlsruhe.de)

Christoph Seifried,

Beratungsdienst Reichenau e.V., Marktstraße 1, 78479 Reichenau,

Tel.: 07534/920055, Mail: [beratungsdienst@reichenaugemuese.de](mailto:beratungsdienst@reichenaugemuese.de)

Martin Zimmermann,  
Landratsamt Göppingen, Landwirtschaftsamt, Geschäftsteil Gartenbau, Produktions-  
technik, ökologischer Anbau, Pappelallee 10, 73037 Göppingen, Tel.: 07161/202167,  
Fax: 07161/202145, Mail: [m.zimmermann@landkreis-goepingen.de](mailto:m.zimmermann@landkreis-goepingen.de)

Kathrin Wally,  
Betreuungsdienst Nützlingseinsatz Baden e.V., Beiertheimer Allee 2, 76137 Karlsruhe,  
Sitz: Nitratlabor Heidelberg, Mobil: 0152/09058650, Mail: [kathrin.wally@gmx.de](mailto:kathrin.wally@gmx.de)

**WSG-Berater:**

Sonja Bierer,  
Landratsamt Lörrach, Dezernat IV / Fachbereich Landwirtschaft, Sachgebiet 442,  
WSG-Beraterin, Palmstraße 3, 79539 Lörrach, Tel.: 07621/4104441  
Mail: [Sonja.Bierer@loerrach-landkreis.de](mailto:Sonja.Bierer@loerrach-landkreis.de)

Maria Brockhausen-Halder,  
Landratsamt Heilbronn, Landwirtschaftsamt, Sachgebiet 33.2, WSG-Beraterin,  
Lerchenstraße 40, 74072 Heilbronn, Tel.: 07131/9947351  
Mail: [Maria.Brockhausen-Halder@Landratsamt-Heilbronn.de](mailto:Maria.Brockhausen-Halder@Landratsamt-Heilbronn.de)

Gabi Larbig,  
Landratsamt Emmendingen, Landwirtschaftsamt, Wasserschutz, Schwarzwaldstraße  
4, 79312 Emmendingen, Tel.: 07641/4519135  
Mail: [g.larbig@landkreis-emmendingen.de](mailto:g.larbig@landkreis-emmendingen.de)  
Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald, Fachbereich Landwirtschaft, übergebetli-  
cher Wasserschutz, Europaplatz 3, 79206 Breisach, Tel.: 0761/21875832  
Mail: [Gabi.Larbig@lkbh.de](mailto:Gabi.Larbig@lkbh.de)

Katharina Grimmer,  
Landratsamt Ludwigsburg, Landwirtschaftsamt, Geschäftsteil 272, Sachgebiet Gar-  
tenbau, Einzelbetriebliche Förderung, Beratungsdienste, Wasserschutz,  
Auf dem Wasen 9, 71640 Ludwigsburg, Tel.: 07141/1444934  
Mail: [Katharina.Grimmer@landkreis-ludwigsburg.de](mailto:Katharina.Grimmer@landkreis-ludwigsburg.de)

Martin Kälber,  
Landratsamt Göppingen, Landwirtschaftsamt, Abteilung 4 Gartenbau, Produktions-  
technik, Wasserschutz und Düngeverordnung im Gartenbau, Pappelallee 10, 73037  
Göppingen, Tel.: 07161/202169  
Mail: [m.kaelber@landkreis-goeppingen.de](mailto:m.kaelber@landkreis-goeppingen.de)

Isabelle Kokula,  
Landratsamt Karlsruhe, Landwirtschaftsamt, Abteilung 3, Übergebietliche Beratung  
Spargelbau, Wasserschutzgebietsberatung, Am Viehmarkt 1, 76646 Bruchsal  
Tel.: 07251/741857, Mobil: 0171/7649008  
Mail: [Isabelle.Kokula@landratsamt-karlsruhe.de](mailto:Isabelle.Kokula@landratsamt-karlsruhe.de)

Magdalena Rahmann,  
Landratsamt Karlsruhe, Landwirtschaftsamt, Abteilung 3, Übergebietliche Beratung  
im Gartenbau in Wasserschutzgebieten, Am Viehmarkt 1, 76646 Bruchsal  
Tel.: 07251/741856, Mobil: 0175/7232536  
Mail: [Magdalena.Rahmann@landratsamt-karlsruhe.de](mailto:Magdalena.Rahmann@landratsamt-karlsruhe.de)

Tobias Storch,  
Landratsamt Tübingen, Abteilung Landwirtschaft, Sachgebiet 2, Wasserschutzbera-  
tung Gartenbau im Reg. Bez. Tübingen, Wilhelm-Keil-Str. 50, 72072 Tübingen  
Tel.: 07071/2074033  
Mail: [T.Storch@kreis-tuebingen.de](mailto:T.Storch@kreis-tuebingen.de)

Hans-Peter Wöllner,  
Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis, Amt 44, Referat 44.03, WSG-Beratung,  
Fachrechtskontrollen, General-Sigel-Str. 12, 74889 Sinsheim  
Tel.: 07261/94665327  
Mail: [Hans-Peter.Woellner@Rhein-Neckar-Kreis.de](mailto:Hans-Peter.Woellner@Rhein-Neckar-Kreis.de)

### **Regierungspräsidien:**

#### Regierungspräsidium Freiburg:

Michael Würth,  
Referent für Obst- und Gartenbau, Bertoldstraße 43, 79083 Freiburg i. Br.,  
Tel.: 0761/2081288, Fax: 0761/208394200, Mail: [michael.wuerth@rpf.bwl.de](mailto:michael.wuerth@rpf.bwl.de)

Regierungspräsidium Karlsruhe:

Angelika Appel,

Referentin für Obst- und Gartenbau, Schlossplatz 4-6, 76247 Karlsruhe,

Tel.: 0721/9262758, Fax: 0721/9262753, Mail: [angelika.appel@rpk.bwl.de](mailto:angelika.appel@rpk.bwl.de)

Regierungspräsidium Stuttgart:

Melanie Fuchs,

Referent für Obst- und Gartenbau, Ruppmannstr. 21, 70565 Stuttgart,

Tel.: 0711/90413316, Fax: 0711 904-11190, Mail: [Melanie.Fuchs@rps.bwl.de](mailto:Melanie.Fuchs@rps.bwl.de)

Regierungspräsidium Tübingen:

Juliane Wulff,

Referentin für Betriebswirtschaft im Gartenbau, Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tü-

bingen, Tel.: 07071/7573365, Fax: 07071/7573190, Mail: [juliane.wulff@rpt.bwl.de](mailto:juliane.wulff@rpt.bwl.de)

**Staatliche Einrichtungen:**

Landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg

Neßlerstr. 23-31, 76227 Karlsruhe, Tel.: 0721/9468-0 Fax: 0721/9468112,

Mail: [poststelle@ltz.bwl.de](mailto:poststelle@ltz.bwl.de)

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg

Diebsweg 2, 69123 Heidelberg, Tel.: 06221/74840, Fax: 06221/748413,

Mail: [poststelle@lvg.bwl.de](mailto:poststelle@lvg.bwl.de)

Staatsschule für Gartenbau und Landwirtschaft

Schloss Hohenheim, Westhof-Nord, 70593 Stuttgart, Tel.: 0711/45922726,

Fax: 0711/45922730, Mail: [sfg@uni-hohenheim.de](mailto:sfg@uni-hohenheim.de)

Universität Hohenheim

70599 Stuttgart, Tel.: 0711/459-0, Fax: 0711/45923960,

E-Mail: [post@uni-hohenheim.de](mailto:post@uni-hohenheim.de)

**Landesministerium Baden-Württemberg:**

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

Kernerplatz 10, 70182 Stuttgart, Telefon: 0711/126-0, Fax: 0711/126-2255,

Mail: [Poststelle@mlr.bwl.de](mailto:Poststelle@mlr.bwl.de)



## 18. Autorenverzeichnis

Dr. Norbert Billen,  
Boden-Nutz+Schutz, Riedgrasweg 26, 70599 Stuttgart  
Tel.: 0711/4560400, Fax: 0711/4515840, Mail: [billen@uni-hohenheim.de](mailto:billen@uni-hohenheim.de)

Anette Braun,  
Beratungsdienst Ökologischer Gemüsebau e.V., Auf dem Wasen 9, 71640 Ludwigs-  
burg, Tel: 07141-2998450, Fax: 07141-2998451, Mobil: 0171/4746612  
Mail: [abraun@bio-beratung.de](mailto:abraun@bio-beratung.de)

Prof. Dr. Wilhelm Claupein,  
Universität Hohenheim, Fachgebiet Allgemeiner Pflanzenbau, Fruwirthstraße 23,  
70599 Stuttgart, Tel.: 0711/45924114, Fax : 0711/45922297,  
Mail : [claupein@uni-hohenheim.de](mailto:claupein@uni-hohenheim.de)

Rudolf Feldmann,  
Staatsschule für Gartenbau und Landwirtschaft, Schloss Hohenheim, Westhof-Nord,  
70593 Stuttgart, Tel.: 0711/45923856, Fax.: 0711/45922730  
Mail: [rudolf.feldmann@uni-hohenheim.de](mailto:rudolf.feldmann@uni-hohenheim.de)

Prof. Dr. Simone Graeff-Hönninger,  
Universität Hohenheim, Fachgebiet Allgemeiner Pflanzenbau, Fruwirthstraße 23,  
70599 Stuttgart, Tel.: 0711/45922376, Fax : 0711/45922297,  
Mail : [graeff@uni-hohenheim.de](mailto:graeff@uni-hohenheim.de)

Dr. Wilfried Hermann,  
Universität Hohenheim, Versuchsstation Agrarwissenschaften, Ihinger Hof,  
71272 Renningen, Tel. : 07159/926422, Fax : 07159/9264472,  
Mail : [wilfried.hermann@uni-hohenheim.de](mailto:wilfried.hermann@uni-hohenheim.de)

Dr. Hella Herrmann,  
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg, Diebsweg 2, 69123  
Heidelberg, Tel: 06221/748474, Fax: 06221/748413,  
Mail: [hella.herrmann@lv.g.bwl.de](mailto:hella.herrmann@lv.g.bwl.de)

Dr. Jan Hinrichs-Berger,  
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg - Außenstelle Stuttgart,  
Reinsburgstr. 107, 70197 Stuttgart, Tel.:0721/9468428  
Mail: [jan.hinrichs-berger@ltz.bwl.de](mailto:jan.hinrichs-berger@ltz.bwl.de)

Gerrit Kleemann,  
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg, Diebsweg 2, 69123  
Heidelberg, Tel: 06221/748428, Fax: 06221/748413,  
Mail: [gerrit.kleemann@lvq.bwl.de](mailto:gerrit.kleemann@lvq.bwl.de)

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Karlheinz Köller,  
Universität Hohenheim, Osteuropazentrum, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart,  
Tel. : 0711/45923139, Fax : 0711/45922712,  
Mail : [koeller@uni-hohenheim.de](mailto:koeller@uni-hohenheim.de)

Dr. Esther Moltmann,  
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg - Außenstelle Stuttgart,  
Reinsburgstr. 107, 70197 Stuttgart, Tel.:0711/6642413, Fax: 0711/6642499,  
Mail: [esther.moltmann@ltz.bwl.de](mailto:esther.moltmann@ltz.bwl.de)

Dr. sc. Agr. Jörg Morhard,  
Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart,  
Tel. : 0711/45922860, Fax : 0711/45922712,  
Mail : [joerg.morhard@uni-hohenheim.de](mailto:joerg.morhard@uni-hohenheim.de)

Dr. Judit Pfenning,  
Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fachgebiet Allge-  
meiner Pflanzenbau - Gemüsebau - ,Emil-Wolff-Str. 25, D-70599 Stuttgart,  
Tel.: 0711/45922356, Fax: 0711/45922351, Mail: [pfenning@uni-hohenheim.de](mailto:pfenning@uni-hohenheim.de)

Dr. Karin Rather,  
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg, Diebsweg 2, 69123  
Heidelberg, Tel: 06221/748423, Fax: 06221/748413, Mail: [karin.rather@lvq.bwl.de](mailto:karin.rather@lvq.bwl.de)

Heike Sauer,  
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Heidelberg, Diebsweg 2, 69123  
Heidelberg, Tel: 06221/748462, Fax: 06221/748413, Mail: [heike.sauer@lvq.bwl.de](mailto:heike.sauer@lvq.bwl.de)

Rita Schäfer,  
Landratsamt Karlsruhe, Landwirtschaftsamt, Am Viehmarkt 1, 76646 Bruchsal,  
Tel.: 07251/741716, Fax: 07251/741705,  
Mail: [rita.schaefer@landratsamt-karlsruhe.de](mailto:rita.schaefer@landratsamt-karlsruhe.de)

Mandy Soltyssek,  
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg - Außenstelle Stuttgart,  
Reinsburgstr. 107, 70197 Stuttgart, Tel.:0721/9468414  
Mail: [mandy.soltyssek@ltz.bwl.de](mailto:mandy.soltyssek@ltz.bwl.de)

Annegret Übelhör,  
Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fruwirthstraße 23,  
70599 Stuttgart, Tel. : 0711/45924310, Fax : 0711/45922297,  
Mail : [annegret.ueblhoer@uni-hohenheim.de](mailto:annegret.ueblhoer@uni-hohenheim.de)

Herausgeber:

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau (LVG) Heidelberg, Diebsweg 2,  
69123 Heidelberg, Tel.: 06221/7484-0, Fax: 06221/748413

Die namentlich gekennzeichneten Beiträge geben die Auffassung der Autoren wieder. Für die fachliche Richtigkeit ist die Redaktion nicht verantwortlich.

Hinweis:

Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sind die jeweiligen Zulassungsbedingungen zu beachten.

Heidelberg, Januar 2013

Titelbild: LVG Heidelberg







Baden-Württemberg