

und Substrate“, z.B. auch „Wasser und Bewässerung“, „Pflanzenschutz“, „Energie“ und „Vermarktung und Kundenberatung“.

In den Richtlinien gilt als Grundanforderung für die Düngung, dass die Maßnahmen auf Grundlage der Ergebnisse von Nährstoffanalysen und des Pflanzenbedarfs bzw. von Entzugswerten erfolgen. $N_{\min}$ -Messungen oder vergleichbare Analysen des Bodens erfolgen zu Kulturbeginn und vor einer N-Kopfdüngung (wenn diese nach dem 1. August gegeben werden soll). Als Zusatzanforderung gilt für die Düngung von Topfkulturen in offenen Kultursystemen die Anwendung von Depotdüngern oder bei Bewässerungsdüngung die Einzelpflanzenbewässerung.



<http://www.das-gruene-zertifikat.de/>

2.5.3 Wesentliche Regeln

Mit der umweltschonenden Düngung im Zierpflanzenbau soll, wie im Gemüsebau beschrieben, für ein Nährstoffangebot gesorgt werden, das möglichst genau den Bedarf der Pflanzen deckt, d.h. auch hier gilt:

umweltgerechte
Düngung durch
**genaue Steuerung
der Düngermenge**

**Weg von Faustzahlen. Hin zu Analysen, gut begründeten
Kalkulationsverfahren und visuellen Hilfsmitteln!**

Im Freilandanbau muss die Nährstoffnachlieferung des Bodens berücksichtigt werden. Bei der Düngung von Topfpflanzen auf Freilandstellflächen gilt es, die Bewässerungstechnik, bis hin zu geschlossenen Systemen, zu optimieren.

2.5.4 Umsetzung in die betriebliche Praxis

Maßnahmen für die umweltgerechte Düngung:

- Düngebedarfsermittlung mit Hilfe von Analysen,
- Auswaschungsrisiken bei der Wahl des Düngungszeitpunktes beachten,
- Auswahl des Düngers bzw. der Düngerform auch unter Berücksichtigung von Auswaschungsrisiken,
- sachgerechte Einarbeitung der Ernterückstände,
- Gestaltung der Fruchtfolge unter Berücksichtigung der Nährstoffausnutzung,
- zielgenaue Applikationstechniken verwenden und exakte Steuerung der Düngung.

Düngebedarfsermittlung bei Freiland-Schnittblumen und -stauden

Die große Anzahl unterschiedlicher Arten und Sorten, wie sie für zierpflanzenbaulich genutzte Flächen typisch sind, erschwert es, $N_{\min}$ -Analysen vor jeder Zierpflanzenkultur durchzuführen. Hinzu kommt, dass bei Freiland-Schnittblumen und Schnittstauden nur wenige $N_{\min}$ -Sollwerte aus Düngungsversuchen vorliegen. Meist handelt es sich bei den Angaben wegen der großen Anzahl von Kulturen um Schätzwerte. Die Übertragbarkeit von $N_{\min}$ -Sollwerten aus Düngungsversuchen ist

zudem nur unter Vorbehalt möglich, da diese Werte auf Standorten mit spezifischer Mineralstickstoff-Nachlieferung ermittelt wurden.

Die Mineralstickstoff-Nachlieferung ist erfahrungsgemäß bei langjährig gartenbaulich genutzten Böden beträchtlich und deckt in vielen Fällen den N-Bedarf der Kultur ab. In diesen Fällen ist auch bei niedrigem $N_{\min}$ -Vorrat des Bodens nur eine geringe Startdüngung von 2-4 g N/m² erforderlich. Ein nennenswerter zusätzlicher N-Eintrag kann auch über nitrathaltiges Brunnenwasser erfolgen.

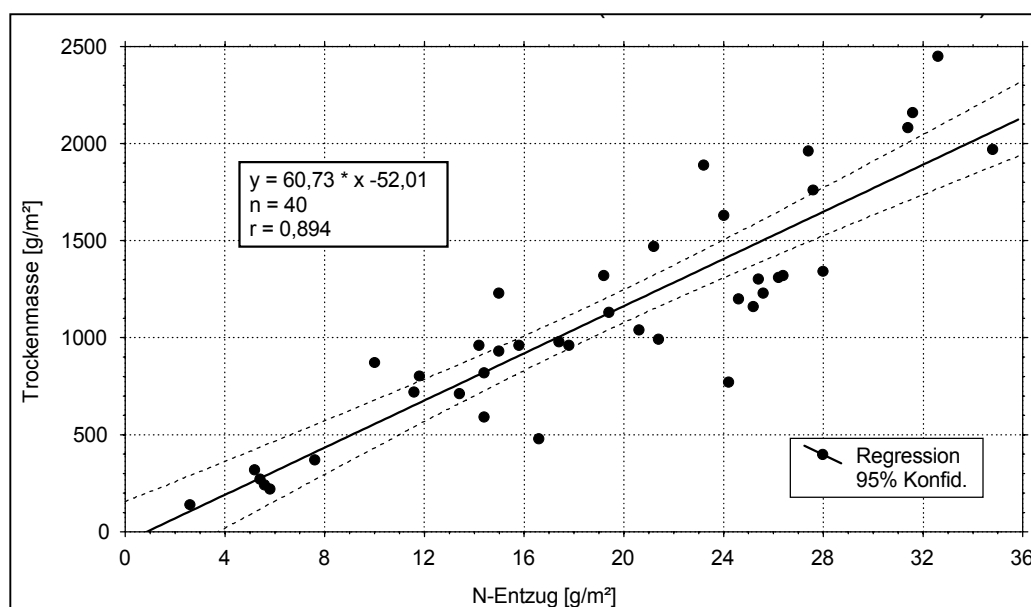
Sofern keine verlässlichen $N_{\min}$ -Sollwerte vorliegen, sollte sich die Bemessung der N-Gabe zu Freiland-Schnittblumen und Sommerblumen im Einzelfall nach dem N-Entzug der Kultur unter Einbeziehung der geschätzten Mineralstickstoff-Nachlieferung richten. Die Einbeziehung des Mineralstickstoff-Vorrates in der durchwurzelbaren Bodenschicht zu Kulturbeginn ist dann sinnvoll, wenn es sich um eine von der Vorkultur und -behandlung her einheitliche Fläche handelt mit niedrigem bis mittlerem N-Mineralisationspotential. Zwischen dem Trockenmasse-Ertrag und dem N-Entzug von Sommerschnittblumen und Schnittstauden besteht eine relativ enge Beziehung (siehe Abbildung 10). Sofern keine genauen Kennwerte über den N-Entzug vorliegen, kann der vermutliche N-Bedarf hinreichend genau aus der Regressionsgeraden abgelesen werden.

Zusammenstellung vorhandener Werte zum N-Entzug und von $N_{\min}$ -Sollwerten für Zierpflanzenarten



siehe Anhang:
Tabelle 5-9

Abbildung 10: Beziehung zwischen N-Entzug und Trockenmasseertrag bei Schnittblumen im Freiland



Quelle: verändert nach HURKA 1998

Applikationstechniken bei Topfpflanzen

Zur Verringerung des Auswaschungsrisikos tragen folgende Maßnahmen bei:

- Die Verabreichung bedarfsgerechter kleiner Nährstoffmengen über eine Bewässerungsdüngung mit Tropfbewässerung,
- eine platzierte Düngung (Reihen-, Punktdüngung an der Pflanzenbasis) und Wahl der Düngerform (langsame Abgabe von Nährstoffen),
- die gezielte Bewässerung und Düngung in die Töpfe oder Container auf Freilandstellflächen und der
- Einsatz des Impulsgießwagens bei Topfkulturen wie z.B. Eriken, Callunen, Azaleen, und Topfchrysanthemen.

Die herkömmliche Bewässerung und Düngung mittels Gießwagen oder Kreisregnern ist aus ökologischer Sicht verbesserungsbedürftig, da ein beträchtlicher Teil des ausgebrachten Gießwassers und der darin enthaltenen Nährstoffe zwischen den Töpfen verloren geht. Bei Impulsgießwagen kann das Auswaschungsrisiko deutlich verringert werden. Allerdings ist die Funktionsfähigkeit dieser Technik offensichtlich nicht immer befriedigend. Bei Verwendung herkömmlicher Gießwagen sollte ein Teil des Nährstoffangebotes als Depotdünger vorgesehen werden.

Regel:

gezielte Bewässerung und Düngung auf Freiland-Stellflächen mit **Impulsgießwagen** und/oder teilweise Nährstoffzufuhr über Depotdünger

Geschlossene Bewässerungssysteme auf Freilandstellflächen

Verschiedene geschlossene Bewässerungsverfahren wurden für Freilandstellflächen entwickelt. Wegen der vergleichsweise hohen Kosten und des nur geringen Flächenerlöses haben sie bislang jedoch nur eine geringe Verbreitung in der Praxis gefunden. Die vom Boden losgelöste Kultur ermöglicht grundsätzlich einen ganzheitlichen Lösungsansatz. Im Vordergrund steht dabei das Ziel, Wasser- und Nährstoffverluste zu vermindern und den Herbizideinsatz zu reduzieren. Hierbei ergeben sich aber auch neue Lösungsansätze in Zusammenhang mit dem hohen Arbeitsaufwand beim Ausstellen der Pflanzen im Frühjahr und beim Räumen des Bestandes im Herbst, der zudem stark witterungsabhängig ist. Ein weiteres Problem stellen bei der herkömmlichen Kultur - eingesenkt im Boden - verschmutzte Töpfe dar, die vor der Vermarktung gesäubert werden müssen.

Es werden folgende Alternativen zur traditionellen Kulturweise praktiziert:

- **Abdeckung der Stellfläche mit wasserdurchlässigem Bändchengewebe (Mypex) und Fixierung der Töpfe mittels speziellen Topfhaltern, Formsteinen oder Paletten.**

Als geschlossene Bewässerungssysteme:

- **Abdeckung der Stellfläche mit wasserdurchlässigem Bändchengewebe (Mypex) und Aufstellung der Töpfe in Rinnen auf dem Boden,**
- **Kultur in aufgeständerten Rinnen oder auf Rolltischen („System Fischer“)**
- **Mattenbewässerung.**

Durch **Abdecken der Stellfläche mit Bändchengewebe** entfällt die Behandlung mit Herbiziden. Im Einzelfall kann eine letztmalige Behandlung vor dem Abdecken sinnvoll sein. Natürliche Niederschläge können nahezu ungehindert versickern, sodass Aufwendungen für das Sammeln und Recyceln von Überschusswasser entfallen. Zudem bleiben die Töpfe der Pflanzen sauber, sodass zusätzlicher Aufwand an Arbeit, Wasser und Energie für die Reinigung der Töpfe vor der Vermarktung entfällt.

Nachteilig bei dieser Verfahrensweise ist, dass auch bei gezielter Applikation von Wasser und Nährlösung in die Töpfe, Verluste in einer Größenordnung von bis zu 20% auftreten, die ungehindert in den Boden versickern. Auch Pflanzenschutzmittel können in gewissem Umfang in den Boden gelangen. Der Anflug von Mineralien und Unkrautsamen kann das Reinigen der Stellfläche und den partiellen Einsatz von Herbiziden erfordern.

Im Boden können sich im Verlauf der Stellperiode beträchtliche Nitratmengen anreichern, die über Winter ausgewaschen werden. Die Höhe der Nitratanreicherung hängt vom Mineralisationspotential des jeweiligen Bodens ab. Sie lässt sich auch durch eine anschließende Begrünung wegen der kurzen verbleibenden Vegetationszeit nicht nennenswert vermindern.

Eine weitere Verbesserung stellt die Installation von **Rinnen mit integriertem Haltesystem** dar. Die Bodenoberfläche wird in diesem Fall zweckmäßigerweise zuvor mit Bändchengewebe abgedeckt. Die Bewässerung erfolgt über die Rinnen im geschlossenen Kreislauf. Die Rinne dient außerdem als Wasserkollektor und mindert so den Aufwand an Gießwasser. Es entsteht in diesem Fall zusätzlicher Aufwand für das Auffangen und Recyceln (Langsamsandfilter) des Überschusswassers.

Rinnen auf Rolltischen („System Fischer“) stellen eine weitere Intensitätsstufe dar. Bei konsequenter Umsetzung können sich dadurch erhebliche arbeitswirtschaftliche Vorteile ergeben. Positiv ist weiterhin die gute Durchlüftung des Pflanzenbestandes, die das Risiko von blattparasitären Pilzerkrankungen verringern kann. Die Stellfläche kann in diesem Fall begrünt werden, sodass Niederschläge ungehindert versickern. Eine Beeinträchtigung des Bodens und des Bodenlebens findet bei dieser Verfahrensweise nicht statt. Die beispielsweise mit dem Gras *Dactylis glomerata* begrünzte Fläche wird einmal jährlich vor Belegen der Stellfläche gemulcht. Untersuchungen belegen, dass es zu keiner Anreicherung von Mineralstickstoff im Boden kommt und demzufolge Nitratstickstoff im Winterhalbjahr kaum ausgewaschen wird.

Stellfläche mit Bändchengewebe Vorteile:

- Herbizidbehandlung entfällt, außer evtl. bei Anflug von Unkrautsamen
- kein Sammeln und Recyceln von Überschusswasser

Nachteile:

- bis zu 20% Verluste von Nährlösung möglich u. Anreicherung von Nitratmengen im Boden

Rinnen mit integriertem Haltesystem:

Vorteil:

- geschlossener Kreislauf, d.h. wenig Wasser- und Nährstoffverluste

Nachteil:

- Aufwand für Auffangen und Recyceln von Wasser und Nährlösung

„System Fischer“:

Vorteile:

- Begrünung der Stellfläche
- Bodenschonung
- kaum Nitrat Auswaschung
- Rinnen als Wasserkollektor außerhalb der Stellperiode
- Ausbaubar als Mobiltischsystem

Nachteil:

- hoher Investitionsaufwand

Die **Mattenbewässerung auf Freilandstellflächen**, ursprünglich zur Bewässerung von Containerpflanzen im Baumschulbereich entwickelt, wird inzwischen auch bei Topfkulturen eingesetzt. Dabei werden die Töpfe durch Einstellen in Paletten fixiert. Die Mattenbewässerung wird auf Beeten erstellt, die zuvor sorgfältig verdichtet, planiert und mit einem Gefälle von etwa 2% versehen wurden. Die Abdichtung erfolgt mit einer geeigneten Folie, die seitlich aufgekantet wird. Die Nährlösung wird entweder an der Beetoberseite (Kopfverteiler) eingespeist oder über Tropfschläuche im Beetverlauf und mittels Glasfaservlies gleichmäßig verteilt. Zum Schutz des Glasfaservlieses erfolgt eine Abdeckung mit Nadelfolie oder besser mit Bändchengewebe (Abbildung 11 und 12). Die Regelung der Bewässerung kann vollautomatisch über Flächentensiometer erfolgen.

Mattenbewässerung, Freiland:

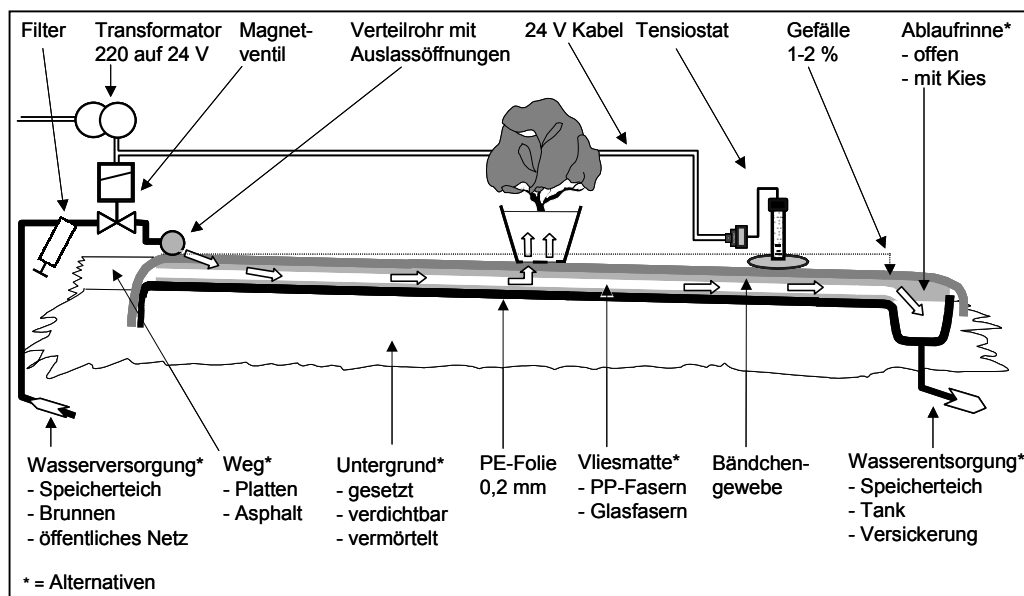
Vorteil:

- gesamte Fläche dient als Wasserkollektor

Nachteile:

- bei Anfall hoher Wassermengen
- Anreicherung von Mineralstickstoff im abgedeckten Boden und Gefahr von Auswaschung nach dem Abdecken

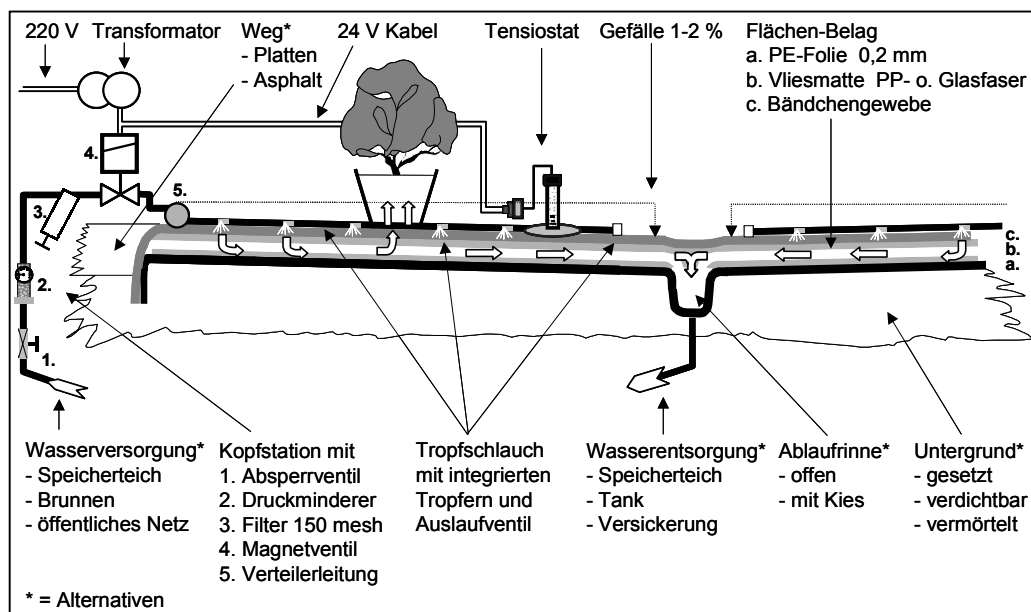
Abbildung 11: Schematischer Aufbau der Flutmattenbewässerung im Querschnitt



Quelle: Bambach u.a. 1993

Die gesamte Kulturfläche dient als zusätzlicher Wasserkollektor, so dass bei richtiger Dimensionierung des Wasserspeichers kein zusätzlicher Wasserbedarf besteht. Nachteile können sich möglicherweise durch kurzfristig hohe anfallende Wassermengen ergeben, die entsorgt werden müssen. Bewährt hat sich in diesen Fällen die Anlage einer Pflanzenkläranlage. Grundsätzlich sollte das Recyclingwasser vor der Wiederverwendung mittels Langsandsfilter oder auf andere geeignete Weise von möglichen phytopathogenen Keimen gereinigt werden. Die Abdichtung der Bodenoberfläche kann zu einer beträchtlichen Anreicherung von Mineralstickstoff durch Mineralisation führen. Sofern eine solche Fläche wieder geöffnet und anderweitig genutzt wird, ist mit einer hohen Belastung der Kultur durch Mineralstickstoff und mit hohen Nitrat-Auswaschungsraten zu rechnen. Das Aufdecken der Flächen sollte deshalb möglichst kurz vor Vegetationsbeginn erfolgen und eine N-bedürftige und -verträgliche Zwischenkultur (z.B. Mais) sollte angebaut werden.

Abbildung 12: Schematischer Aufbau der Matte mit Tropfsystem im Querschnitt



Quelle: Bambach u.a. (1993)

2.5.5 Dokumentation und Erfüllung der Nachweispflichten

Für die in der Regel mittelständischen Zierpflanzenbaubetriebe konzentrieren sich die Vorschriften der Düngeverordnung auf die

- Aufzeichnungen der Nährstoffzufuhr einschließlich der angewandten Verfahren zu ihrer Ermittlung, die
- Aufzeichnungen der Nährstoffabfuhr sowie die
- Gegenüberstellung dieser beiden Größen (Nährstoffvergleich),
und zwar
für N, P, K und Mg, gegebenenfalls Schwefel sowie Spurenelemente.

2.5.6 Quellen

BAMBACH, G.; BEHRENS, V. und BAUS O. (1993): Mattenbewässerung. Wasserversorgung von Containergehölzen. Deutscher Gartenbau 47(12), 740-744.

COLDEWEY-ZUM ESCHENHOFF, H.; Dietrich, F.J. (1990): Stickstoffdüngesplan der Landwirtschaftskammer Rheinland. In: Leitlinien Ordnungsgemäßer Gartenbau. LK Hannover, LK Weser-Ems, Nieders. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1993.

HURKA, W. (1996): Arbeitsblätter der LVG-Kassel.

HURKA, W. (1997): Arbeitsblätter der LVG-Kassel

MOLITOR, H.-D. (1987): Eintrag von Mineralstickstoff aus Stellflächen. Gb+Gw 87(33), 1230-1232.

PAPENHAGEN, A. (1992): Stickstoffdüngung von Freiland-Schnittrosen. - In: Versuchsberichte der Landwirtschaftskammer Rheinland.

SPRAU, G. (1996): Stickstoffdüngung bei Panicum. Deutscher Gartenbau 50(32), 1758-1759.

SPRAU, G. (1998): Stickstoffdüngung bei Scabiosen. Taspo Magazin 7(2), 20 u. 22.

SPRAU, G. (2002): Nährstoffbedarf von Paeonien wird oft überschätzt. Gärtnerbörse 102(5), 21-25.

2.6 Umweltgerechte Bewässerung

Peter-J. Paschold

2.6.1 Vorrangig betroffene Bereiche

Bewässerung ist im Freilandanbau eine der wichtigsten Maßnahmen zur Ertrags- und Qualitätssicherung. Zur Schonung der Wasserressourcen und zur Reduzierung von Nährstoffverlusten ist es wichtig, Wasser sparsam und effizient einzusetzen. Von zunehmender Bedeutung ist es deswegen, den Wassereinsatz nicht allein nach Augenschein und Erfahrungswerten zu steuern, sondern die Bewässerungsmengen und Zeitpunkte der Wassergaben nach messbaren Kriterien festzulegen.

Mit dem Steuern bzw. Regeln des Bodenwassergehaltes im Bereich von etwa 60 bis 90 % der nutzbaren Feldkapazität wird die Verfügbarkeit organischer und mineralischer Nährstoffe besser dem Bedarf der Pflanzen angepasst. Auch die Mineralisierung von Humus im Boden kann mit geringeren Abweichungen berücksichtigt werden. Dadurch wird die Nährstoffbilanzierung wesentlich präzisiert, das angestrebte Ertragsniveau stabiler erreicht und das Risiko der Verlagerung insbesondere von Nitrat verringert. Gleichzeitig kann über die sachgerechte Festlegung der Einzelgabenhöhe und damit die Häufigkeit der Bewässerungsgaben auch das Risiko von Pilzerkrankungen vermindert werden kann.

Mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt ist eine sparsame Verwendung von Wasser gefordert. Um Auskunft über den Verbrauch von Wasser durch den Zusatzwasserbedarf beim Anbau von Gemüse, Obst und Zierpflanzen zu erhalten, sind Bilanzierungen notwendig. Darin geht nicht nur die Entnahme von Wasser ein, sondern auch der Bodenwasservorrat vor und nach der Beregnungssaison. Bodenwasser, das nicht von den Kulturen verbraucht wurde, steht wieder der Grundwasserneubildung zur Verfügung. Damit steht oftmals dem Zusatzwasserbedarf auch eine deutlich frühere Grundwasserneubildung im Herbst gegenüber.

Umweltgerechte Bewässerung fördert:

Ertrags- und Qualitätssicherung

Schutz des Grundwassers vor Nährstoffeinträgen

Sparsame Verwendung von Wasserressourcen

geringere Bestandsfeuchte und dadurch positiver Effekt auf Pflanzenschutz

Vermeidung von Beeinträchtigungen des Wasserhaushaltes

2.6.2 Wesentliche Regeln für die Bewässerung

Der umweltschonende Einsatz von Zusatzwasser erfordert, dass:

- die Termine und Einzelgabenhöhe der Bewässerung möglichst genau an den Bedarf der Pflanzen angepasst werden;
- bei der Ermittlung der Einzelgabenhöhe die Bodenbedingungen, die aktuelle Durchwurzelungstiefe und der Stickstoffgehalt des Beregnungswassers berücksichtigt werden;
- die Bewässerung nach objektiven Kriterien (Bilanzen und Messungen) gesteuert wird;
- die Applikation gezielt, mit möglichst gleichmäßiger Wasserverteilung auf der zu beregnenden Fläche und mit den geringsten Verlusten erfolgt;

- die Bewässerung mit dem Dünger- und PSM-Einsatz und entsprechend dem Typ der Bewässerungstechnik abgestimmt wird, um eine schnelle Verfügbarkeit der Nähr- und Wirkstoffe zu sichern, aber eine Auswaschung zu verhindern;
- mit einer sachgerechten Wahl der Beregnungsintensität das Risiko der Bodenerosion reduziert wird.

Diese Regeln treffen für Gemüse- und Zierpflanzen im Freilandanbau zu. **Schnittblumen** werden aber teilweise auch extensiv kultiviert und daher nicht speziell bewässert. Auf Freilandstellflächen für **Topfpflanzen** ist jedoch zumindest eine gezielte Bewässerung in die Töpfe oder Container erforderlich. Noch besser ist die Erstellung von geschlossenen Bewässerungssystemen, die gleichzeitig auch als Kollektor zum Auffangen natürlicher Niederschläge dienen.

Der Wasserverbrauch der Pflanzen hängt u.a. sehr von der Pflanzenart, ihrer Blattfläche und Vegetationsdauer ab.

2.6.3 Wesentliche Regelwerke

§§ Wichtige gesetzliche Regelungen, die die Bewässerung betreffen, sind:

- die EU-Wasserrahmenrichtlinie,
- die DIN 19655 Bewässerung - Hygienische Belange des Bewässerungswassers,
- das Wasserhaushaltsgesetz und seine Umsetzung in den Bundesländern durch Landeswassergesetze und Wasserschutzverordnungen,
- das Düngemittelgesetz,
- die Düngeverordnung,
- die Bioabfallverordnung.

++ Freiwillige Regelungen zur Bewässerung:

- Richtlinien für den integrierten Anbau von Gemüse, Fachgruppe Gemüsebau des Zentralverbands Gartenbau,
- das Grüne Zertifikat für kontrolliert umweltgerechten Zierpflanzenbau, Bundesverband Zierpflanzen (BVZ) im Zentralverband Gartenbau (ZVG) mit Anforderungen an die Gießwasseruntersuchung, Wassersparende Bewässerungsmethoden, Regenwassernutzung.



Gesetzliche Regelungen und freiwillige Selbstverpflichtungen siehe Kapitel 6 und 7

2.6.4 Umsetzung in die betriebliche Praxis

Reduktion auf das Wichtigste

Folgende Maßnahmen sind beim umweltschonenden Einsatz von Zusatzwasser im Betrieb zu empfehlen:

- Für eine Bewässerung nach objektiven Kriterien ist beim Einsatz von Regnern die Berechnung klimatischer Wasserbilanzen zu empfehlen. Auf der Grundlage mehrjähriger Wasserbilanzen ähnlicher Gebiete kann man den durchschnittlichen Wasserbedarf eines Gebietes kalkulieren. Bei der Tropfbewässerung sind Messungen der Bodenfeuchte zweckmäßig;
- Die Berechnung der Wasserbilanzen sollte nach ergiebigen Niederschlägen oder nach Vorwegberegnung beginnen;
- Die Niederschlagsmessung ist auf dem Schlag oder in dessen Nähe erforderlich, da die Niederschläge lokal sehr unterschiedlich verteilt sind;
- Die mit der Wasser zugeführten Stickstoffmengen sind nach Richtwerten abzuschätzen (vgl. Anhang Tab. 11) und bei der Düngung zu berücksichtigen;
- Für eine optimale Kalkulation der Einzelgabenhöhe sind die gleichen maximalen Durchwurzelungstiefen wie beim Kulturbegleitenden $N_{\min}$ -Sollwertsystem (KNS) zugrunde zu legen;
- Um eine gleichmäßige Wasserverteilung mit geringen Verlusten zu sichern, sollten bei der Beregnungstechnik Regnerverband und Düsentypen aufeinander abgestimmt sein und z.B. elektronische Einzugsregelung bei Beregnungsmaschinen und Düsenwagen zum Einsatz kommen;
- Wenn möglich und ökonomisch vertretbar, ist eine Tropfbewässerung zu installieren, um Wasser zu sparen und den Einsatz von Fungiziden zu reduzieren;
- Auf Freilandstellflächen für Topfpflanzen und Container sollten zumindest Impulsgießwagen zum Einsatz kommen. Nach Möglichkeit sollten geschlossene Bewässerungssysteme installiert werden.



N-Zufuhr durch Gießwasser:
siehe Anhang
Tabelle 11

Objektive Steuerung der Bewässerung

Für die Bewässerungssteuerung ist der Grundsatz voran zustellen:

„...weg von Faustzahlen!“: Faustzahlen bzw. Erfahrungswerte allein sind nicht ausreichend genau, da die entscheidenden Veränderungen der Bodenfeuchte unter der Bodenoberfläche ablaufen und weil deswegen durch eine optische Bewertung der Bodenoberfläche ein völlig falscher Eindruck zum Bodenwassergehalt entstehen kann. Auch der Pflanzenwasserbedarf und die Veränderung der Durchwurzelungstiefe werden nicht unmittelbar sichtbar. Wenn die Pflanzen welken, ist der Schaden durch Wassermangel bereits entstanden. Wasserüberschuss wird noch später erkennbar und ist häufig mit drastischen Schäden verbunden. Bei einer Bewässerung nach Erfahrung werden auch die Wechselwirkungen zur Nährstoffversorgung zu wenig berücksichtigt.

„... hin zu Analysen, visuellen Hilfsmitteln und gut begründeten Kalkulationsverfahren“: Die Kalkulation des durchschnittlichen Wasserbedarfs eines Gebietes ist für die Planung und Rekonstruktion von Bewässerungsanlagen, die Genehmigung von Brunnen und die jährlich erforderliche Wasserbereitstellung erforderlich.

Als Beispiel sind die Angaben, die aus 37-jährigen Witterungsanalysen abgeleitet wurden, für den Standort Geisenheim im Anhang beigelegt (Tabelle 12 bzw. Quelle). Analoge Daten für weitere Standorte (Augsburg, Braunschweig, Freiburg, Geisenheim, Köln, Leipzig, Schleswig) der gemeinsamen Kalkulationen mit dem Deutschen Wetterdienst werden in der „Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft“ veröffentlicht.

Die objektive Steuerung der Bewässerung ist weniger kompliziert als oft angenommen. Aus praktischer Sicht sind gegenwärtig zwei Wege relevant:

- Beim Einsatz von Einzelregnern und Regnerverbänden:
Kalkulation nach klimatischer Wasserbilanz (s.u. Geisenheimer Methode)
- Bei Tropfbewässerung:
Steuerung oder Regelung durch Bodenfeuchtesensoren (z.B. mit Tensiometer).

Berechnung - Geisenheimer Methode

Die Geisenheimer Methode wurde entwickelt, um unter Praxisbedingungen eine ausreichend genaue umweltschonende Berechnung vornehmen zu können, die keine Ertragsminderung bewirkt. Der Wasserbedarf der jeweiligen Pflanzenart wird berechnet, indem die PENMAN-Verdunstungswerte des Deutschen Wetterdienstes mit einem pflanzenartspezifischen Faktor (siehe Anhang, Tabelle 13) multipliziert werden. Dafür liegen kommerzielle Programme vor. Tabelle 14 (im Anhang) zeigt ein Beispiel für die Kalkulation nach der Geisenheimer Methode.

Den Koeffizienten liegen umfangreiche Versuche und Erprobungen unter Praxisbedingungen zugrunde. Neue Erfahrungen fließen ständig ein, was sich in einer Präzisierung der Koeffizienten ausdrückt. Die aktuellen Koeffizienten sind unter: www.forschungsanstalt-geisenheim.de auf der Seite des Fachgebietes Gemüsebau unter „Geisenheimer Steuerung“ einsehbar.

Die Geisenheimer Methode erfordert zwingend die sachgerechte Festlegung der **Einzelgabenhöhe** unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodenbedingungen, da sonst die Effizienz des Wassereinsatzes vermindert wird. Diese Kalkulation der Einzelgabenhöhe erfordert Angaben zu den schlagspezifischen Bodenbedingungen (Bodenart, nFK und Durchwurzelungstiefe). Sie sind ausschlaggebend dafür, über welches Wasserspeichervermögen der Standort verfügt und bis zu welcher Tiefe das Beregnungswasser vordringt. Mit der Höhe der Einzelwassergaben wird Ein-

für den Einsatz von Bewässerung gilt grundsätzlich: **„Weg von Faustzahlen, hin zu Analysen, visuellen Hilfsmitteln und gut begründeten Kalkulationsverfahren!“**



Gesamt- und Zusatzwasserbedarf ausgewählter Gemüsearten:
siehe Anhang
Tabelle 12



Pflanzenkoeffizienten zum Steuern der Berechnung nach Geisenheimer Methode:
siehe Anhang
Tabelle 13
Kalkulationsbeispiel für Geisenheimer Methode:
siehe Anhang
Tabelle 14
Beispiel für die Ermittlung der Einzelwassergabe:
siehe Anhang
Tabelle 15

fluss auf die Durchwurzelungstiefe und damit auf die Stressanfälligkeit der Bestände genommen.

Für die Berechnung der Einzelgabenhöhe ist die **Durchwurzelungstiefe** des KNS zu berücksichtigen. Ansonsten ist die Verfügbarkeit der bei den Bodenanalysen festgestellten Nährstoffgehalte nicht gegeben. Bildet sich das Wurzelsystem wegen zu geringer Einzelwassergaben nicht ausreichend tief aus, so kommt es zu Nährstoffmangel trotz ausreichender Nährstoffgehalte.

Eine Bestimmung der **nutzbaren Feldkapazität** (nFK) des Standortes ist empfehlenswert, um die Einzelgabenhöhe errechnen zu können. Die Werte sind über viele Jahre zu nutzen, da sie sich praktisch nicht verändern. Angeboten werden diese Untersuchungen z.B. von Umweltlabors. Bei Anlieferung kostet die Untersuchung einer Bodenschicht ohne Wiederholung ca. 100 EUR + MwSt. Auf Standorte mit vergleichbaren Bodenbedingungen können die Analysenwerte auch übertragen und so ein Teil der relativ hohen Kosten eingespart werden.

Tropfbewässerung - Bodenfeuchtesensoren

Die Geisenheimer Methode kann auch bei der Tropfbewässerung angewandt werden. Weil durch die Tropfbewässerung die Bodenverdunstung (Evaporation) verringert ist, sind hier jedoch die Koeffizienten vor dem Bestandesschluss um 0,1 bis 0,2 zu reduzieren.

Der Einsatz von Bodenfeuchtesensoren ermöglicht eine automatische Regelung der Bodenfeuchte. Der Sensor wird am besten direkt unter dem Tropfer bzw. an der Tropfleitung in Hauptwurzeltiefe angebracht. Dadurch, dass dort immer eine relativ hohe Bodenfeuchte herrscht, wird vermieden, dass das Tensiometer „leerläuft“. Die Bewässerung muss allgemein bei Gemüse im Bereich von 80 bis 150 hPa eingeschaltet werden, um ein optimales Wachstum zu sichern. Das gilt jedoch nur, wenn der Sensor wie oben beschrieben platziert wurde. Um die Tropfbewässerung automatisch zu regeln, muss an das Tensiometer außerdem ein elektronischer Sensor angeschlossen werden. Wie es schon für die Beregnung beschrieben wurde, sind die Einzelgabenhöhen entsprechend den Bodenbedingungen und der Durchwurzelungstiefe festzulegen. Gegenüber der Beregnung vermindert sich der durchfeuchtete Anteil des Bodens auf einen Teil der Gesamtbodenfläche, was die Höhe der Einzelgaben erheblich mindert (vgl. Anhang, Tabelle 16). Auch dabei sind die unterschiedlichen Wasserkapazitäten der Bodenarten zu berücksichtigen, da sich die „Feuchtigkeitszwiebel“ sehr unterschiedlich ausprägt.

Um schließlich zu prüfen, ob die Steuerung der Bewässerung durch den Einsatz von Feuchtesensoren (z.B. mit Tensiometer) wie gewünscht funktioniert, ist bei ständig relativer hoher Feuchte ein weiteres Tensiometer zur Kontrolle im unteren Bereich der Hauptwurzeltiefe zu empfehlen. Durch einen Gipsblock unter der Hauptwurzeltiefe lässt sich nachweisen, dass keine Vernässung und Nährstoffverlagerung erfolgt ist.



Beispiel für die Ermittlung der Einzelwassergabe: siehe Anhang Tabelle 15



Hinweise zur Handhabung der Geisenheimer Methode und zur Bestimmung von Bodenkennwerten auf den Internetseiten der Forschungsanstalt Geisenheim, Institut für Garten- und Landschaftsbau, Fachgebiet Gemüsebau:

<http://www.gemuesebau.forschungsanstalt-geisenheim.de>

Zusammenfassende Empfehlung

- ⇒ **Bei Beregnung:** Berechnen der klimatischen Wasserbilanz ab Frühjahr nach ergebigen Niederschlägen oder nach Vorwegberegnung bei Folgekulturen.
- ⇒ **Bei Tropfbewässerung:** Steuern oder wenn möglich, automatisches Regeln der Bewässerung in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte (Sensor direkt unter dem Tropfer in Hauptwurzeltiefe). Einzelgabenhöhen entsprechend den Bodenbedingungen und der Durchwurzelungstiefe festlegen.
- ⇒ Überprüfen der Steuerung/Regelung durch Feuchtesensoren (z.B. Tensiometer, Watermark oder mit Einschränkung Gipsblock) unter der Hauptwurzeltiefe, um nachzuweisen, dass keine Vernässung und Nährstoffverlagerung erfolgt.

2.6.5 Dokumentation und Erfüllung der Nachweispflichten

- Führen der Schlagkartei
- Wasseruhr, möglichst schlagspezifisch
- Erstellen der Wasserbilanzen (bei Geisenheimer Steuerung enthalten)
 - mit Hilfe von Vordrucken,
 - mit Hilfe von Computerprogrammen.



Beispiel einer Wasserbilanz mit einem Vordruck
siehe Anhang
Tabelle 17

2.6.6 Quellen

- ALLEN, R.G.; SMITH, M.; PEREIRA, L. S.; PRUITT, W.O. (1997): Proposed revision to the FAO-procedure for estimating crop water requirements. Sec. Int. Symp. On Irrigation of horticultural crops, Acta Horticulturae 449, Vol. 1, 17 – 33.
- BILLIB, H. (1971): Regelung des Wasserhaushaltes. In: Taschenbuch der Wasserwirtschaft. 5. Aufl. Verl. Wasser und Boden, Hamburg.
- HARTMANN, H. D.; PFÜLB, E.; ZENGERLE, K. -H. (2000): Wasserverbrauch und Bewässerung von Gemüse, Geisenheimer Berichte der Forschungsanstalt Geisenheim, Band 44, 194 S.
- MOLITOR, H.-D.; WOHANKA, W. (1993): Umweltverträgliche Produktion von Eriken. Rinnenkultur "System Fischer".- GbGw 93 (10), 482-486.
- MOLITOR, H.-D.; WOHANKA, W.; WIENHAUS, H., ROHLFING, H.-R. (1994): Erfahrungen mit geschlossenen Bewässerungssystemen im Zierpflanzenbau. II. Eriken in Fließrinnen ("System Fischer").- KTBL Arbeitsblatt 0674, oder in: Gartenbau-Magazin 6, 1994, 25-31.
- PASCHOLD, P.-J.; WIETHALER, A. (2000): Eignung von Sensoren zum Steuern der Bewässerung bei Freilandgemüse. Zeitschrift f. Bewässerungswirtschaft, 35, 1, 51-62.
- PASCHOLD, P.-J.; KLEBER, J.; MAYER, N. (2002): Geisenheimer Bewässerungssteuerung. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft 37, 1, 5-1.

2.7 Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln

Georg Backhaus

2.7.1 Vorrangig betroffene Bereiche

- Schutz der Kulturpflanzen und Pflanzenerzeugnisse
- Schutz des Anwenders und der Betriebsangehörigen
- Schutz des Verbrauchers
- Schutz des Bodens
- Schutz des Grundwassers
- Schutz der Oberflächengewässer
- Schutz angrenzender Flächen
- Schutz des Naturhaushaltes

2.7.2 Wesentliche Regeln

Pflanzenschutz darf nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden. Diese gesetzliche Forderung gilt allgemein für alle Maßnahmen und Verfahren des Pflanzenschutzes und ist nicht nur auf den chemischen Pflanzenschutz bezogen. Die gute fachliche Praxis dient insbesondere der Gesunderhaltung und Qualitätssicherung von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen durch vorbeugende Maßnahmen, Verhütung der Einschleppung oder Verschleppung von Schadorganismen und Abwehr oder Bekämpfung von Schadorganismen. Sie dient gleichermaßen auch der Abwehr von Gefahren, die durch die Anwendung, das Lagern und den sonstigen Umgang mit Pflanzenschutzmitteln oder durch andere Maßnahmen des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt, entstehen können.

Nach umfangreicher Diskussion darüber, was unter guter fachlicher Praxis zu verstehen sei, wurden allgemeine und spezielle Grundsätze festgelegt. Die allgemeinen Grundsätze sind:

- Alle Pflanzenschutzmaßnahmen standort-, kultur- und situationsbezogen durchführen und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß beschränken.
- Bewährte kulturtechnische und andere nichtchemische Maßnahmen zur Schadensminderung nutzen, sofern sie praktikabel und wirtschaftlich sind.
- Den Befall durch geeignete Maßnahmen so reduzieren, dass kein wirtschaftlicher Schaden entsteht.
- Die vielfältigen Angebote der amtlichen und sonstigen Beratung sowie Weiterbildung und andere Entscheidungshilfen nutzen.

Zur guten fachlichen Praxis gehört weiterhin, dass die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und des Grundwasserschutzes berücksichtigt werden.

**Pflanzenschutz
nach guter fach-
licher Praxis**

Grundvoraussetzungen für einen bestimmungsgemäßen und sachgerechten chemischen Pflanzenschutz sind zugelassene und für die betreffende Indikation ausgewiesene Pflanzenschutzmittel, registrierte Pflanzenstärkungsmittel sowie geprüfte Pflanzenschutzgeräte und sachkundige Anwender. Wichtig ist hier die Unterscheidung zwischen Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenstärkungsmitteln.

Pflanzenschutzmittel sind Stoffe, die dazu bestimmt sind,

- a) Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen,
- b) Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse vor Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen zu schützen, die nicht Schadorganismen sind,
- c) die Lebensvorgänge von Pflanzen zu beeinflussen, ohne ihrer Ernährung zu dienen (Wachstumsregler),
- d) das Keimen von Pflanzenerzeugnissen zu hemmen.

Als Pflanzenschutzmittel gelten auch Stoffe, die dazu bestimmt sind, Pflanzen abzutöten oder das Wachstum von Pflanzen zu hemmen oder zu verhindern.

Pflanzenstärkungsmittel hingegen sind Stoffe, die

- a) ausschließlich dazu bestimmt sind, die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegen Schadorganismen zu erhöhen,
- b) dazu bestimmt sind, Pflanzen vor nicht parasitären Einflüssen zu schützen,
- c) für die Anwendung an abgeschnittenen Zierpflanzen außer Anbaumaterial bestimmt sind (z.B. sog. Frischhaltemittel).

Die Verfahren der Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln einerseits und der Registrierung und Listung von Pflanzenstärkungsmitteln andererseits sind völlig unterschiedlich. Häufig ist beispielsweise in der Praxis nicht bekannt, dass Pflanzenstärkungsmittel nicht amtlich auf ihre Wirksamkeit oder Pflanzenverträglichkeit hin geprüft werden. Die Aufnahme in die Liste lässt deshalb keinerlei Rückschluss zur Wirksamkeit oder Verträglichkeit zu.

Bei der Anwendung chemischer Präparate ist ebenfalls nach guter fachlicher Praxis zu verfahren. Vor der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist grundsätzlich stets zu prüfen, ob eine Anwendung wirklich notwendig ist. Pflanzenschutzmittel dürfen nicht angewandt werden, soweit der Anwender damit rechnen muss, dass ihre Anwendung im Einzelfall schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder auf Grundwasser oder sonstige erhebliche schädliche Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat. Auf Freilandflächen dürfen Pflanzenschutzmittel nur angewandt werden, soweit es sich um Flächen handelt, die landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden. Sie dürfen nicht in oder unmittelbar an oberirdischen Gewässern und Küstengewässern angewandt werden. Nach Ablauf der Zulassung eines Präparates ist die gesetzlich vorgegebene Aufbrauchsfrist zu beachten. Auch Genehmigungen zur Anwendung in Lückenindikationen nach § 18/18a PflSchG gelten höchstens bis zum Ende der Zulassungsdauer.

Pflanzenschutzmittel dürfen im Freiland nur auf land- und forstwirtschaftlich, sowie gärtnerisch genutzten Flächen angewandt werden.

1. Regeln zum Schutz der Kulturpflanzen

Der Schutz der Kulturpflanzen vor Schadorganismen und nicht parasitären Beeinträchtigungen ist wesentliches Ziel des Pflanzenschutzes. Um Pflanzen mit Hilfe chemischer Verfahren optimal zu schützen, sind wichtige Voraussetzungen zu erfüllen:

- Vor der Verwendung chemischer Pflanzenschutzmittel alle anderen Möglichkeiten, die Pflanzen gesund und leistungsfähig zu erhalten, in Betracht ziehen und nutzen. Dazu zählen (Beispiele):
 - die Verwendung widerstandsfähiger Sorten,
 - die Durchführung mechanischer Verfahren des Pflanzenschutzes, z.B. bei Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung,
 - Maßnahmen der umfassenden Hygiene im Betrieb,
 - die Kontrolle zugekauften Pflanzenmaterials auf Befall mit Schadorganismen; bei Befall Ware aussondern oder unverzüglich zurückgeben,
 - die Nutzung geeigneter Filtersysteme in Bewässerungskreisläufen,
 - die Beseitigung von Unkräutern auf den Kulturflächen, auch unter Tischen, Rinnen oder sonstigen Einrichtungen,
 - die Erstellung einer geeigneten Kulturfolge,
 - die standort-, kultur- und witterungsangepasste Wahl der Saat- und Pflanzzeiten,
 - die Testung der Böden auf Besatz mit gefährlichen bodenbürtigen Krankheitserregern (z.B. *Verticillium*) und ggf. Flächen- oder Kulturwechsel,
 - die Verwendung einwandfreier Substrate und Erden,
 - die Anwendung biologischer Pflanzenschutzverfahren (Nützlinge, Antagonisten),
 - die Schonung und Förderung von Nützlingen (z.B. durch Blütenstreifen, Randstreifen, Hecken),
 - die Nutzung biotechnischer Verfahren, z.B. Kulturschutznetze, Fangtafeln, Klebefallen, Pheromonfallen,
 - die bedarfsgerechte und ausgeglichene Nährstoffversorgung, insbesondere mit Stickstoffverbindungen,
 - die regelmäßige Bestandskontrolle auf Befall und die regelmäßige Beurteilung des Gesundheitszustandes der Kultur,
 - die Ausrichtung der Kultur und der Kulturführung an den Standortbedingungen (Kleinklima, Kaltluftzu- und -abflüsse, Bodeneigenschaften).
- Grundlegende begleitende Maßnahmen, insbesondere der Kulturhygiene, ergreifen. Beispiele:
 - auf Sauberkeit im Betrieb achten,
 - Überhälter und überständige Pflanzen oder befallene Pflanzenreste entfernen,
 - Kulturflächen intensiv reinigen und ggf. desinfizieren,
 - Klimaführung optimieren,
 - mit Pathogenen kontaminierte Vliese, Folien und Stellflächenauflagen entfernen,
 - keine Kompost- oder Abfallhaufen neben frischen Substraten,
 - Unkräuter entfernen,

- geeignete und qualitativ hochwertige Substrate verwenden,
 - sachgerechte Bodenvorbereitung,
 - kein kontaminiertes Pflanzenmaterial auf frische Kulturflächen bringen, etc.
- Durch fachgerechte Diagnose die tatsächliche Schädigungsursache bestimmen.
 - Das für die jeweilige Situation optimal geeignete Präparat auswählen. Besondere Eigenschaften, wie beispielsweise nützlingsschonende Eigenschaften, in Behandlungskonzepten einbeziehen. Beratung in Anspruch nehmen.
 - Anwendungszeitpunkte und Art der Behandlung in Abhängigkeit von den Präparateigenschaften planen und gestalten (z.B. Kontaktpräparate, systemische Präparate).
 - Optimal geeignete und funktionssichere Anwendungstechnik (Applikationsgeräte, Düsenauswahl) verwenden, Beratung in Anspruch nehmen. Beim Gerätekauf die Pflanzenschutzgeräteleiste der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft beachten. Pflanzenschutzgeräte (Feldspritzgeräte und Sprühgeräte) regelmäßig durch amtlich anerkannte Kontrollstellen überprüfen lassen. Bei handgeführten Geräten für gute Benetzung und Bestandesdurchdringung sorgen und auf gleichmäßige Verteilung achten.
 - Sachgerecht dosieren und Aufwandmengen gemäß Gebrauchsanleitung festlegen. Auf geeignete Wasserqualität achten.
 - Pflanzen- bzw. Sortenverträglichkeit der jeweiligen Präparate beachten, ggf. Beratung einbeziehen oder eigene Verträglichkeitsversuche durchführen.
 - Durch geeignete Strategien der Bildung resistenter Schaderreger vorbeugen. Falls möglich, Wirkstoffwechsel vornehmen. Dabei Informationen über Kreuzresistenzen beachten (Beratung, Gebrauchsanleitung). Anwendungshäufigkeiten reduzieren. Wenn möglich, die Behandlung auf Teilflächen oder Befallsherde beschränken. Dadurch Erhaltung der nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.
 - Entscheidungshilfen für die Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen, wie Prognosemodelle, Schadensschwellen, Farbtafeln (Blautafeln, Gelbtafeln), nutzen. Pflanzenschutzdienste und andere Beratungsstellen fragen und, falls vorhanden, Expertensysteme nutzen.
 - Erfahrungen und Beobachtungen der Vorjahre nutzen und Hinweise der amtlichen Beratung berücksichtigen.
 - Die Anwendungshäufigkeit der Pflanzenschutzmittel auf das unbedingt erforderliche Maß reduzieren.



Informationen der Biologischen Bundesanstalt, z.B. über anerkannte Pflanzenschutzgeräte unter:

www.bba.de

- Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Anwendung beachten. Zu hohe (über 25 °C) oder zu niedrige (unter 10 °C) Temperaturen können die Wirksamkeit und Verträglichkeit bestimmter Pflanzenschutz- oder Stärkungsmittel stark beeinträchtigen.
- Regelmäßig Erfolgskontrollen nach Pflanzenschutzmaßnahmen durchführen.
- Durch geeignete Dokumentation die Pflanzenschutzmaßnahmen nachvollziehbar gestalten und Erfahrungen in weitere Planungen einbeziehen (z.B. Schlagkartei, Kulturkartei, Betriebshefte).
- Bei Problemschaderregern oder Quarantäneschadorganismen geeignete, ggf. kulturflächenübergreifende Pflanzenschutzstrategien entwickeln und anwenden. Beratung in Anspruch nehmen.

2. Regeln zum Schutz von Anwendern und Betriebsangehörigen

- Gebrauchsanleitungen und Gefahrenhinweise beachten.
- Tragen geeigneter und sauberer Schutzkleidung bzw. Schutzausrüstung (Anzug, Handschuhe, Atemschutz, Kopfbedeckung, feste Schuhe) bei jeglichem Umgang mit Pflanzenschutzmitteln, insbesondere beim Ansetzen und Ausbringen der Pflanzenschutzmittel sowie beim Reinigen der Geräte. Atemschutzfilter regelmäßig erneuern. Schutzkleidung regelmäßig reinigen. Benutzte Handschuhe vor dem Ausziehen gründlich abwaschen. Daran denken, dass bestimmte Wirkstoffe auch über die Haut aufgenommen werden können.
- Angesetzte Behandlungsflüssigkeiten, unverbrauchte Pflanzenschutzmittel, ungereinigte Behälter und Geräte grundsätzlich nicht unbeaufsichtigt lassen.
- Beachten und Einhalten der Sicherheitsbestimmungen und einschlägigen Vorschriften bei Lagerung von und Umgang mit Pflanzenschutzmitteln (z.B. geeignete Lagereinrichtung, Gefahrstoffverzeichnis führen, Betriebsanweisungen erstellen).
- Die Lagerung von Pflanzenschutzmitteln zeitlich und mengenmäßig auf das notwendige Minimum begrenzen.
- Aufbewahrung der Pflanzenschutzmittel ausschließlich in Originalbehältern und in geeigneten Lagerungseinrichtungen. Beschädigungen der Transportbehälter beim Transport ausschließen.
- Wiederbetretungsfristen für Kulturbestände beachten (Gebrauchsanleitung).
- Vorschriften und Auflagen zum Umgang mit behandeltem Pflanzenmaterial beachten.

- Alte oder nicht mehr zugelassene Pflanzenschutzmittelreste sachgerecht entsorgen (Beratung oder Entsorgungsstellen der Landkreise fragen).
- Wenn bei einem Unfall Pflanzenschutzmittel aus Behältern ausgetreten sind, Polizei bzw. Feuerwehr benachrichtigen und unverzüglich nähere Informationen beim Hersteller oder Händler des Mittels einholen.

3. Regeln zum Schutz des Verbrauchers

- Stets prüfen, ob eine tatsächliche Notwendigkeit für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln gegeben ist.
- Nur zugelassene und für die betreffende Indikation ausgewiesene Pflanzenschutzmittel, registrierte Pflanzenstärkungsmittel verwenden.
- Exakt Dosieren! Überdosierungen bzw. Überschreitungen der Aufwandmengen sind zu vermeiden (Gebrauchsanleitung). Soweit es im Einzelfall vertretbar ist, können die vorgesehenen maximalen Aufwandmengen und Anwendungshäufigkeiten ggf. unterschritten werden. Voraussetzungen sind eine exakte Einschätzung der Befallssituation und die Nutzung von Entscheidungshilfen, speziell auch der Beratung.
- Mischungen verschiedener Präparate vermeiden.
- Keine Abtrift auf benachbarte Kulturen mit anderen Pflanzenarten zulassen. Pflanzenschutztechnik optimieren, Windstärken beachten. Sollte versehentlich Abtrift erfolgt sein, umgehend die Nutzungsberechtigten informieren und auf Vorsorgemaßnahmen hinweisen.
- Wartezeiten einhalten und alle übrigen Bestimmungen der Gebrauchsanleitung beachten.
- Keine überfälligen (alten) Pflanzenschutzmittel verwenden und überalterte Präparate sachgerecht entsorgen. Durch eine zu lange Lagerung von Pflanzenschutzmittelresten können sich sowohl deren Pflanzenverträglichkeit als auch das Abbauverhalten verändern.
- Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Anwendung beachten. Zu hohe (über 25 °C) oder zu niedrige (unter 10 °C) Temperaturen können Wirksamkeit und Verträglichkeit bestimmter Pflanzenschutz- oder Stärkungsmittel stark beeinträchtigen. Eine höhere Anwendungshäufigkeit wäre die Folge.
- Wenn vertretbar, die Anwendung auf Teilflächen oder Befallsherde beschränken.

4. Regeln zum Schutz des Bodens

- Eine anhaltend negative Beeinträchtigung des Bodenlebens vermeiden, weil daraus Veränderungen in der Bodenstruktur, in der Umsetzung organischer Substanzen und in der Abbaugeschwindigkeit von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen resultieren können.
- Behandlungen mit bodenorientierten Pflanzenschutzmitteln (z.B. Herbizide, Bodeninsektizide) so auslegen, dass eine nachhaltige Bodenverseuchung durch Selektion problematischer Schadorganismen/Schadpflanzen unterbleibt.
- Durch Auswahl besonders geeigneter Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel (z.B. auf biologischer Basis) einer langfristigen Verseuchung des Bodens mit pathogenen Organismen vorbeugen. Mittel mit guter Dauerwirkung bei gleichzeitig geringen Nebenwirkungen auf Bodenorganismen bevorzugen.
- Durch Auswahl besonders geeigneter Pflanzenschutzmittel einer Schädigung symbiontischer und nützlicher Bodenorganismen vorbeugen.
- Falls möglich, einer Saatgutbeizung gegenüber späteren Spritz- oder Gießbehandlungen den Vorzug geben.
- Reduzierung der Bodenbelastung durch Teilflächen- oder Herdbehandlungen.
- Exakt Dosieren! Überdosierungen bzw. Überschreitungen der Aufwandmengen vermeiden (Gebrauchsanleitung). Soweit es im Einzelfall vertretbar ist, können die vorgesehenen maximalen Aufwandmengen und Anwendungshäufigkeiten ggf. unterschritten werden. Voraussetzungen sind eine exakte Einschätzung der Befallssituation und die Nutzung von Entscheidungshilfen, speziell auch der Beratung.

5. Regeln zum Schutz des Grundwassers

Der Schutz des Grundwassers vor dem Eintrag von Pflanzenschutzmitteln hat höchste Priorität. Dies wird gewährleistet durch:

- sachgerechte Auswahl der Präparate.
- Beachtung der Anwendungsbestimmungen und Auflagen (Gebrauchsanleitung).
- Beachtung der Bestimmungen der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung.
- Einhaltung der in der Zulassung festgelegten Aufwandmengen und Dosierungen.

- Optimal geeignete und funktionssichere Anwendungstechnik (Applikationsgeräte, Düsenauswahl). Pflanzenschutzgeräte (Feldspritzgeräte und Sprühgeräte) regelmäßig durch amtlich anerkannte Kontrollstellen überprüfen lassen.
- Keine punktförmigen Einträge von Pflanzenschutzmittelbrühen oder gar -konzentrat in den Boden zulassen.

6. Regeln zum Schutz der Oberflächengewässer

- Den Boden so bearbeiten und vorbereiten, dass die Gefahr der Abschwemmung von Oberflächenwasser oder Bodenpartikeln, die mit Pflanzenschutzmitteln behaftet sind, in Oberflächengewässer minimiert wird. Gegebenenfalls Schutzvorkehrungen in Richtung des Gewässers treffen, wie bewachsene Randstreifen oder geeignete bauliche Einrichtungen.
- Die Außenreinigung der Anwendungsgeräte soll auf der Anwendungsfläche erfolgen. Auf keinen Fall mit Pflanzenschutzmitteln belastete Reinigungswässer in Hofabläufe, sonstige Abläufe oder Vorfluter gelangen lassen.
- Den Bedarf an Behandlungsflüssigkeit genau errechnen. Technisch bedingte Restmengen nach der Innenreinigung der Geräte auf einer (unbehandelten) Teilfläche der Behandlungsfläche ausbringen.
- Die Befüllung von Pflanzenschutzgeräten beaufsichtigen. Auf keinen Fall dürfen die Geräte während der Befüllung überlaufen oder überschäumen.
- Pflanzenschutzmittel-Gebinde nach ihrer Entleerung sorgfältig spülen, das Spülwasser der Spritzflüssigkeit zugeben. Gereinigte Behälter sachgerecht entsorgen oder dem Hersteller zur Rücknahme anliefern. Auf keinen Fall dürfen Gebinde oder deren Inhalte mit Oberflächengewässern in Kontakt kommen.
- Jede Abtrift von Pflanzenschutzmitteln oder Pflanzenstärkungsmitteln in Oberflächengewässer vermeiden. Im Freiland führen Anwendungen bei Windgeschwindigkeiten über 5 m/s, Temperaturen über 25 °C oder relative Luftfeuchten unter 30 % zu erheblichen Verlusten durch Abtrift und Verflüchtigung. Behandlungen unter solchen Bedingungen unterlassen. Die Abstandsauflagen in Abhängigkeit von Mittel, Technik, Windrichtung und sonstigen Bedingungen sowie die Hinweise zu abtriftreduzierenden Maßnahmen unbedingt beachten.
- Randbehandlungen ggf. einseitig in die Behandlungsfläche hinein durchführen (in Abhängigkeit von der herrschenden Windrichtung).
- Verunreinigte Behälter und Geräte vor Niederschlägen schützen.
- Lagerung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln nach einschlägigen Vorschriften nur in geeigneten Einrichtungen, die den Austrag von Stoffen

Vorsicht Abtrift und Verflüchtigung!
Hohe Verluste bei:

- über 5 m/s Windgeschwindigkeit
- über 25 °C Temperaturen
- unter 30% relative Luftfeuchte

in Vorfluter und Gewässer verhindern. Wenn bei einem Unfall Pflanzenschutzmittel ausgetreten sind, Polizei bzw. Feuerwehr benachrichtigen und unverzüglich nähere Informationen beim Hersteller oder Händler des Mittels einholen.

7. Regeln zum Schutz angrenzender Flächen

- Flächen, die an Behandlungsflächen angrenzen, vor ungewolltem Eintrag von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln schützen. Das betrifft insbesondere schützenswerte Biotope, Saumstrukturen, Gärten, Wohngebiete, Spielplätze, Freizeit- und Sportflächen, Weiden mit Viehbesatz. Betroffen können aber auch angrenzende Kulturflächen mit anderen Kulturpflanzenarten sein, da phytotoxische Schäden und – bei Nahrungsmitteln – Rückstandsprobleme entstehen können.
- Abtrift von Pflanzenschutzmitteln oder Pflanzenstärkungsmitteln vermeiden. Im Freiland führen Anwendungen bei Windgeschwindigkeiten über 5 m/s, Temperaturen über 25 °C oder relative Luftfeuchten unter 30 % zu erheblichen Verlusten durch Abtrift und Verflüchtigung. Behandlungen unter solchen Bedingungen unterlassen.
- Abtriftreduzierende Maßnahmen ergreifen (z.B. Düsenwahl).
- Die mit der Zulassung erteilten Auflagen, Anwendungsbestimmungen und Hinweise zu abtriftreduzierenden Maßnahmen in Abhängigkeit von Mittel, Technik, Windrichtung und sonstigen Bedingungen beachten bzw. einhalten.
- Bei direkt angrenzenden gefährdeten Objekten die Randbehandlung einseitig in die Behandlungsfläche durchführen (in Abhängigkeit von der herrschenden Windrichtung).
- Sollte trotz aller Vorsichtsmaßnahmen Abtrift auf Nachbarflächen oder -kulturen aufgetreten sein, umgehend die Nutzungsberechtigten informieren und auf Vorsorgemaßnahmen hinweisen.

8. Regeln zum Schutz des Naturhaushaltes

- Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist im Freiland ohne Ausnahmegenehmigung nur auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen gestattet. Vor jeder Anwendung auf anderen Flächen ist eine Genehmigung bei der nach Landesrecht zuständigen Stelle zu beantragen. Wegen der länderspezifischen Regelungen, z.B. darüber, was eine landwirtschaftlich genutzte Fläche ist, unbedingt Rat der zuständigen amtlichen Beratung der Bundesländer einholen.

- Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß beschränken und alle Pflanzenschutzmaßnahmen standort-, kultur- und situationsbezogen durchführen.
- Flächen, die an Behandlungsflächen angrenzen, vor jedem Eintrag von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln schützen. Wertvolle Biotope dürfen nicht beeinträchtigt werden.
- Nützlingsschonenden und spezifisch wirksamen Pflanzenschutzmitteln den Vorzug geben.
- Auflagen und Anwendungsbestimmungen, die zum Schutz des Naturhaushaltes bei der Zulassung erteilt wurden, unbedingt einhalten (siehe Gebrauchsanleitungen, Pflanzenschutzmittel-Verzeichnisse, Beratungshinweise der Pflanzenschutzdienste, etc.).
- Belastungen mit Pflanzenschutz- oder Pflanzenstärkungsmitteln durch Teilflächenbehandlungen, Herdbehandlungen oder – wo möglich und verantwortbar – geringere Aufwandmengen und weniger Behandlungen reduzieren.
- Saumbiotop und Strukturelemente (Hecken, begrünte Streifen, Blütenstreifen) anlegen, soweit kulturtechnisch möglich, oder zumindest erhalten.
- Alle weiteren Grundsätze der guten fachlichen Praxis umsetzen und die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes beachten.

2.7.3 Wesentliche Regelwerke

§§ Gesetzliche Regelungen, die den Einsatz und die Lagerung chemischer Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel betreffen, sind:

- Richtlinie 91/414/EWG des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln
- Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S.971, 1527)
- Gesetz zur Neuorganisation des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und der Lebensmittelsicherheit vom 06. August 2002 (BGBl. I S.3082)
- Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel (Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung, zuletzt geändert durch: Dritte Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung)
- Verordnung über Pflanzenschutzmittel und Pflanzenschutzgeräte (Pflanzenschutzmittelverordnung)
- Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung
- Pflanzenbeschauverordnung, geändert durch 9. Verordnung zur Änderung der Pflanzenbeschauverordnung vom 06. Juni 2002, zuletzt geändert durch Artikel



Gesetzliche Regelungen im Pflanzenschutz, siehe auch Kap. 7.1

44 des 3. Gesetzes zur Veränderung verwaltungsverfahrenrechtlicher Vorschriften (BGBl. I Nr. 34, S. 1789)

- Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz (Bundesanzeiger Nr. 220a vom 21.11.1998)
- Gefahrstoffverordnung
- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundes-Naturschutzgesetz) vom 25. März 2002, BGBl. I, 1193

2.7.4 Dokumentation und Erfüllung von Nachweispflichten

- **Dokumentation** der gelagerten Pflanzenschutzmittel
(Gefahrstoffverzeichnis führen, Betriebsanweisungen erstellen, Stoffeingangs- und Ausgangsbuch führen).
- **Dokumentation** der Überprüfung des technischen Zustandes der Lagerungseinrichtungen.
- **Dokumentation** des Befallsgeschehens und der Ergebnisse der Bestandeskontrollen bzw. der Notwendigkeit zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (z.B. Warnaufrufe amtlicher oder amtlich anerkannter Stellen).
- **Dokumentation** der Pflanzenschutzmaßnahmen durch Kulturkartei:
Aufzeichnen der Maßnahmen mit (empfohlen):
 - Datum, Tageszeit,
 - Flächenbezeichnung,
 - Kulturbestand,
 - Stadium der Kultur,
 - Alter des Bestandes,
 - Art und Ziel der Maßnahme,
 - Pflanzenschutzmittel, Aufwandmenge, Wartezeit,
 - Applikationstechnik,
 - Wasseraufwand,
 - Witterungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte, Windrichtung, Windstärke, Nässezustand des Bestandes),
 - Besonderheiten,
 - Einschätzung der Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit.
- **Dokumentation** sonstiger Maßnahmen des Pflanzenschutzes (mit Datum, Art und Zweck der Maßnahme, Erfolg der Maßnahme).
- **Dokumentation** über den Zukauf von Pflanzenmaterial oder Saatgut und dessen Gesundheitszustand.
- **Dokumentation** über Ergebnisse diagnostischer Laboruntersuchungen zu Schädigungsursachen.

- **Dokumentation** der Unterlagen über Pflanzenpass (nach Pflanzenbeschauverordnung für mindestens 1 Jahr).
- **Anzeigepflicht** für das Auftreten oder den Verdacht des Auftretens der nach Pflanzenbeschauverordnung relevanten Schadorganismen (zuständige Pflanzenschutzdienste) und Aufzeichnungen gemäß Pflanzenbeschauverordnung, z.B. über Art und Stückzahlen bzw. Menge an Pflanzenmaterialien.
- **Nachweispflicht** (auf Verlangen der zuständigen Behörde) der Sachkunde.
- **Anzeigepflicht** für denjenigen, der Pflanzenschutzmittel für andere –außer gelegentlicher Nachbarschaftshilfe – anwenden will, oder zu gewerblichen Zwecken oder im Rahmen sonstiger wirtschaftlicher Unternehmungen andere über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln beraten will. Anzeige bei der für den Betriebssitz und der für den Ort der Tätigkeit zuständigen Behörde.
- **Genehmigungspflicht** für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf Freilandflächen, die nicht landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden (nach Landesrecht unterschiedlich).
- Für **biologisch/ökologisch arbeitende Betriebe** gelten darüber hinaus weitergehende Pflichten der Dokumentation und des Nachweises der Pflanzenschutzmaßnahmen, beispielsweise bezüglich der einschlägigen EU-Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates über den ökologischen Landbau, sowie bezüglich der spezifischen Vorschriften der Ökovermarkter.

2.7.5 Umsetzung in die betriebliche Praxis

Die Umsetzung der Vielzahl an Vorschriften und Erwartungen im Bereich der Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln erfolgt auf Basis der Sachkunde des Anwenders von Pflanzenschutzmitteln, nach dem jeweiligen Stand derjenigen Maßnahmen, die

- in der Wissenschaft als gesichert gelten,
- aufgrund praktischer Erfahrungen als geeignet, angemessen und notwendig erkannt sind,
- von der amtlichen Beratung empfohlen werden und
- den sachkundigen Anwendern bekannt sind.

Dieses sind die Minimalforderungen an den Praktiker. Die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes werden dabei berücksichtigt.

Die hier genannten Regeln und Anforderungen können meist unmittelbar auf die betriebliche Praxissituation umgesetzt werden. Dabei beziehen sich viele der Regeln nicht nur auf die Bereiche, unter denen sie aufgeführt sind, sondern lassen

sich auch auf andere Bereiche übertragen. Es wird davon ausgegangen, dass die vielfältigen Angebote der amtlichen und sonstigen Beratung sowie der Weiterbildung und anderer Entscheidungshilfen vom sachkundigen Anwender genutzt werden. Die Umsetzung aller dieser Regeln gelingt allerdings nur im Rahmen eines betriebs- oder auch zumindest kulturbezogenen Konzeptes, das am besten gemeinsam mit der amtlichen Beratung entwickelt wird und ständig den veränderten Gegebenheiten angepasst werden muss.

Von besonderem Schwierigkeitsgrad ist, wenn Betriebe gezielt und bewusst ein höheres Niveau des praktizierten Pflanzenschutzes umsetzen wollen und damit höherwertige Konzepte des Integrierten Pflanzenschutzes auch auf die Gefahr hin verwirklichen wollen, dass höhere betriebliche Kosten oder sonstige betriebliche Nachteile entstehen können. In diesen Fällen sind Beratung und Betriebsleitung in besonderem Maße gefordert, übergreifende integrierte Pflanzenschutzkonzepte auf Grundlage langjähriger Erfahrungen und der neuesten Erkenntnisse über die Kulturführung, die Sorteneigenschaften und -ansprüche, die Schaderreger und sonstigen Schädigungsfaktoren und die Möglichkeiten der Erhaltung von Qualität und Gesundheit der Pflanzen zu entwickeln.

Weitere Bedingungen und Regelungen müssen beachtet werden, sofern ein Betrieb den spezifischen Bedingungen des ökologischen Landbaus unterliegt.

2.8 Umweltgerechte Ernte- und Nacherntearbeiten

Martin Geyer und Andreas Fricke

2.8.1 Vorrangig betroffene Bereiche

Ernteverfahren, sowie einige Nacherntearbeiten können unmittelbare Umweltwirkungen auf den Kulturflächen zur Folge haben. Der Einsatz von Erntetechnik hat vor allem Auswirkungen auf das Bodengefüge und das Bodenleben. Ernte- und Nacherntearbeiten können sich aber indirekt durch anfallende Pflanzenreste auch auf den Nährstoffhaushalt auswirken. Betont werden muss hier, dass in diesem Handbuch nur Maßnahmen auf dem Feld berücksichtigt werden. Alle Nachernte-Maßnahmen nach der Abfuhr vom Feld bleiben unberücksichtigt. Hinsichtlich der Umweltwirkungen auf den Kulturflächen sollten folgende Bereiche bedacht werden:

- Bodendruck und Bodenverdichtung durch häufiges Überfahren,
- Befahren bei ungünstigen klimatischen, d.h. zu nassen, Bedingungen und mit schweren Erntemaschinen,
- der Anfall von Ernterückständen und ihre Wirkung auf den Nährstoffhaushalt und auf Folgefrüchte.

Erläuterungen zu den Ursachen für Bodenverdichtungen und Möglichkeiten zum Bodenschutz finden sich ausführlicher im Kapitel 2.3. Sie treffen auch hier für den Einsatz von Ernte- und Nacherntetechnik zu.



*Bodenschutz:
siehe Kap. 2.3
Ernterückstände:
siehe Kap. 2.4 und
2.5 Düngung*

2.8.2 Wesentliche Regeln

Mit Hinblick auf den Einsatz von Erntetechnik ist als wesentliches Regelwerk das **Bundesbodenschutzgesetz** hervorzuheben. Auch die Broschüre „Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion“ (BMVEL 2001) gibt umfassende Verhaltensregeln.

Um bei der Erntetechnik die Ressource Boden zu schonen, gelten vor allem folgende Grundsätze:

- Die Zahl der Arbeitsgänge mit Maschinen möglichst reduzieren. Hier müssen alle pflanzenbaulichen Möglichkeiten zum Erreichen eines möglichst einheitlichen Bestandes genutzt werden. Ziel muss eine Einmalernte sein. Möglichst Einsatz mehrreihiger Erntemaschinen.
- Beim Ernteeinsatz die negativen Auswirkungen auf den Boden so gering wie möglich halten. Hier muss der Bodenzustand vor dem Befahren beachtet werden (Bodenfeuchte).
- Zur Vermeidung von Erosion die Arbeitsrichtung quer zum Hang legen und mit der Anbauplanung für geringe Brachezeiten sorgen.



Gesetzliche Regelungen und freiwillige Selbstverpflichtungen siehe Kapitel 6 und 7

2.8.3 Ernteverfahren: Umsetzung in die betriebliche Praxis

Bodendruck und Bodenverdichtung durch häufiges Überfahren

Bei der Ernte von Kulturen wie Einlegegurken oder Bleichspargel mit Erntehilfen wird jede Reihe bzw. eine Zentralreihe über einen Zeitraum von mehreren Wochen fast täglich befahren. Es kommt zum sogenannten Multi-pass Effekt.

Gegenmaßnahmen:

- ⇒ Anlegen von Fahrgassen - sie ermöglichen den Einsatz breiter Reifen,
- ⇒ Nutzung mehrreihiger Erntegeräte,
- ⇒ Begrünen der zentralen Fahrspur z.B. bei Einlegegurken,
- ⇒ bei der Gerätewahl leichte Geräte und Anhänger wählen,
- ⇒ durch die Reifenwahl den Kontaktflächendruck reduzieren, d.h. große Aufstandsfläche der Reifen wählen (großer Durchmesser, Breitreifen oder Zwillingsreifen, Gummibandlaufwerke) und den Reifeninnendruck reduzieren (< 1 bar im Feld),
- ⇒ Nachträgliches tiefes Lockern der Fahrspuren.

Befahren bei ungünstigen klimatischen (zu nassen) Bedingungen mit schweren Erntemaschinen

Die Ernte erfolgt häufig bis tief in den Herbst hinein. Feuchte Böden sind verdichtungsempfindlicher als trockene Böden. Da die Ernte jedoch unabhängig von den Wetterbedingungen erfolgen muss, können Bodenschutzmaßnahmen nur bei der Erntetechnik ansetzen (Bsp. Möhre, Porree, Sellerie).

Gegenmaßnahmen:

- ⇒ Reifenwahl: Kontaktflächendruck reduzieren, durch große Aufstandsfläche der Reifen (großer Durchmesser, Breitreifen oder Zwillingsreifen, Gummibandlaufwerke) und verringerten Reifeninnendruck (< 1 bar im Feld),
- ⇒ Reduzieren der Achslast durch Verteilen des Gewichtes auf mehrere Achsen bzw. durch spurversetzte Fahrwerke,
- ⇒ Zulässiges Gesamtgewicht der Erntemaschinen nicht ausreizen, Bunkerkapazität nicht voll ausnutzen,
- ⇒ Straßen-LKW zum Transport der Ware mit Spezialbereifung ausrüsten.

Ernterückstände

Nach der Ernte können je nach Kultur bis zu 150-250 kg N/ha in Ernterückständen auf dem Feld zurück bleiben (FRITZ und STOLZ 1989, S. 71; SCHARPF und LIEBIG 2002, S. 179), die sich je nach Einarbeitungsgrad und Klimabedingungen unterschiedlich schnell zersetzen. Im Herbst/Winter kann es zu unkontrollierter N-Freisetzung und N-Verlagerung kommen, wenn die Zersetzung zu schnell erfolgt.

Gegenmaßnahmen:

- ⇒ die Mineralisierung aus Ernterückständen in der Düngeplanung berücksichtigen, z.B. durch Abschätzung der in den Ernterückständen enthaltenen Stickstoffmengen und je kg Ernterückstände pro Quadratmeter vom $N_{\min}$ -Sollwert ungefähr 20 kg N/ha abziehen (ausführlich siehe Kap. 2.4),
- ⇒ die Düngeplanung aufgrund von Analysen, gut begründeten Kalkulationsverfahren und visuellen Hilfsmitteln vornehmen (vgl. Kap. 2.4),
- ⇒ Winter(zwischen)früchte anbauen.

2.8.4 Nachernteverfahren beim Gemüsebau

Nachernteverfahren auf den Kulturflächen können das Putzen, Waschen, Bündeln und Verpacken umfassen. Für den Einsatz von Maschinen, beispielsweise für die Feldwäsche und -verpackung von Kopfsalat oder das Bündeln von Möhren, treffen die oben aufgeführten Punkte zum Bodenschutz zu. Der Putzabfall stellt wie die Ernterückstände eine Quelle für Nährstofflieferungen dar, was wie oben aufgeführt, bei der Düngeplanung zu berücksichtigen ist.

Bei der Feldwäsche werden, aufgrund der begrenzten Mitnahme von Wasser, wassersparende Verfahren, wie beispielsweise Kreislaufführung, eingesetzt. Die Gefahr des Verlagerns von Nährstoffen in den Unterboden ist auszuschließen.

Eine geschätzte Waschwassermenge von 200 ml Frischwasser je Salatkopf entspricht bei 100.000 Köpfen je ha nur einer Wassermenge von 20 m³, was einer Regenungsmenge von 2 mm entspricht.

2.8.5 Quellen

BMVEL (2001): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Referat 516, Postfach, 53107 Bonn, 105 S.

FRITZ, D.; STOLZ, W. (1989): Gemüsebau. Ulmer. Stuttgart.

SCHARPF, H.-CHR.; LIEBIG, H.-P. (2002): Ernährung und Düngung. In: Krug, H.; Liebig, H.-P.; Stützel, H. (2002): Gemüseproduktion. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 179.

3.1 Praxisbeispiele und Erfahrungsberichte

3.1.1 „Gedüngt wird nur da, wo meine Kulturpflanzen stehen!“

Interview mit Berthold Huber aus Friesenheim bei Lahr

Herr Huber, Grundwasserschutz spielt in der Rheinebene eine große Rolle. Wie düngen Sie, um Ihre verschiedenen Gemüsekulturen optimal zu ernähren und eine Nährstoffauswaschung in das Grundwasser möglichst zu vermeiden?

Die Düngung in meinem Betrieb wird für jedes Feld und jede einzelne Kultur genau berechnet. Grundvoraussetzung hierfür sind regelmäßige Bodenuntersuchungen auf den pH-Wert, d.h. den Kalkgehalt, und die Grundgehalte an Phosphat (P), Kali (K) und Magnesium (Mg). Sporadisch lasse ich den Boden auch auf die Spurenelemente Bor und Molybdän untersuchen, weil sie im Gemüsebau eine wichtige Rolle spielen.

Jeder Schlag wird mit einer individuell zusammengestellten Düngermischung auf die optimalen Grundgehalte für P, K und Mg („Gehaltsklasse C“) eingestellt. Bei Bedarf kommt noch kohlen-saurer Kalk dazu. Die Felder, auf denen ich selbst schon lange Gemüse anbaue, haben mittlerweile optimale Nährstoffgehalte. „Neue“ Flächen, die per Flächentausch oder Pacht dazukommen, werden grundsätzlich erst untersucht und, wenn erforderlich, entsprechend aufgedüngt.

Eine Kalkung führe ich meist im Januar bei gefrorenem Boden durch, um ihn nicht mehr als unbedingt nötig zu belasten. Auf magnesiumarmen Standorten bevorzuge ich dafür Magnesiumbranntkalk. Die Grunddüngung mit P, K und Mg erfolgt ebenfalls im Januar/ Februar. Die einzelnen Gemüsearten haben aber ganz unterschiedliche Nährstoffbedürfnisse, Brokkoli braucht z.B. viel mehr Nährstoffe als Salat. Deshalb wird erst

im Laufe des Jahres der jeweilige Nährstoffbedarf jeder Kultur kurz vor Aussaat oder Pflanzung beetweise ausgebracht und flach eingearbeitet.



Wie und mit welchen Düngemitteln bringen Sie den erforderlichen Stickstoff an die Pflanze?

Für die Bodenvorbereitung direkt vor der Pflanzung verwende ich bei Kohlar-ten eine Beetkreiselegge, bei Salatarten eine Beetfräse in Verbindung mit einem Dammformer. Der benötigte Stickstoff wird anhand von Entzugszahlen und dem gemessenen Bodenvorrat ($N_{\min}$ -Werte) berechnet und als flüssiges Ammonium durch „Unter-Fuß-Düngung“ direkt in die Pflanzreihe gegeben. Die Erfahrung lehrt, dass Ammoniumstickstoff die stabilste Stickstoffverbin-dung mit der geringsten Auswaschungs-gefahr ist. Vorgewende und Fahrgassen lasse ich ungedüngt. Damit spare ich viel Dünger (und Geld!) und schone das Grundwasser. Aus phytosanitären Grün-den („Kohlhernie“!) verwende ich gerne Kalkstickstoff sowohl für die Grund- als auch für die Kopfdüngung. Der ist aber leider recht teuer.

Berthold Huber mit interessierten Kol-legen im Gespräch über seinen Be-trieb.

Geben Sie Ihren Kulturen überhaupt keine übliche „Kopfdüngung“ mehr?

Bei meinem Düngesystem ist eine Kopfdüngung mit schnellwirkendem Stickstoff kaum noch erforderlich. Nur in „Notfällen“ wird flüssig mit AHL (Ammonharnstofflösung) nachgedüngt, beispielsweise nach sehr starken Niederschlägen.

Sehen Sie weitere Möglichkeiten, Ihren Düngemiteleinsatz zu reduzieren?

Ich habe in den letzten Jahren meinen Düngemiteleinsatz kontinuierlich nach unten gefahren und dafür lieber in punktgenaue Ausbringtechnik investiert. Ich sehe kaum weitere Möglichkeiten noch weniger zu düngen. Die Pflanzen brauchen nun mal eine gewisse Menge an Nährstoffen, um die geforderte Qualität und Größe erreichen zu können.

Wie berechnen Sie die Gemüsekulturen in Ihrem Betrieb?

Gemüse besteht ja zum größten Teil aus Wasser. Für eine optimale Kulturführung ist deshalb auch genügend Wasser erforderlich! Die besonders empfindlichen Jungpflanzen bekommen bei mir beim Pflanzen eine „Anwachsbevässerung“ direkt an die Wurzeln. Dafür sorgt eine Angießvorrichtung der Pflanzmaschine. Wasser ist aber auch das Transportmittel für alle Nährstoffe im Boden. Ist der Boden zu trocken, werden die Nährstoffe nicht gelöst und können von den Pflanzenwurzeln nicht aufgenommen werden. Die Pflanze trocknet und verhungert. Deshalb beregne ich in Trockenzeiten oder zum Anwachsen der Jungpflanzen meine Kulturen mit Wasser aus genehmigten Tiefbrunnen.

Um Wasser zu sparen lege ich großen Wert auf möglichst exakte Ausbringtechnik und Wasserverteilung. Bei mir wird nur noch mit 24 m Rohrabstand und 12 m Regnerabstand im Vierecksverband beregnet. Wegen der höheren Genauigkeit habe ich außerdem noch 2 Gießwagen. Grundsätzlich gebe ich lieber mehrere kleinere Einzelgaben als

große Wassermengen in einer Gabe. Man weiß schließlich nie, was das Wetter macht. Beregnen kostet in jedem Fall viel Zeit und Geld, deshalb beregne ich auch nur dann, wenn es unbedingt nötig ist!

Wie sieht es in Ihrem Betrieb mit Pflanzenschutzmaßnahmen aus?

Mein Betrieb ist anerkannter IP-Betrieb und ich verkaufe meine Produkte unter dem „HQZ-Zeichen Baden-Württemberg“. In den Gewächshäusern werden schon seit Jahren keinerlei Insektizide mehr verwendet, stattdessen setze ich Nützlinge ein zur Bekämpfung von Spinnmilben und Weißer Fliege sowie Hummeln zur Bestäubung der Tomaten. Im Freiland reduziere ich die erforderlichen Pflanzenschutzmaßnahmen auf ein Minimum und spritze so wenig wie möglich. Außerdem verwende ich in meinem Betrieb bevorzugt resistente Sorten. Trotzdem geht es nicht ganz ohne chemischen Pflanzenschutz, vor allem Pilzkrankheiten machen uns Gärtnern zu schaffen! Bei der Auswahl der zugelassenen Pflanzenschutzmittel verwende ich nur solche, die sich biologisch schnell abbauen. Wo es möglich ist, nehme ich außerdem biologische Präparate. Gegen Raupen in Kohl setze ich beispielsweise ungiftige 'Bacillus thuringiensis-Präparate' ein, die völlig ungefährlich sind und ausschließlich schädliche Raupen und keine Nützlinge abtöten. Die Bekämpfung von Unkräutern erledige ich per Maschinenhacke, Herbizide werden nur notfalls und dann auch nur in reduzierter Aufwandmenge eingesetzt.

Eine letzte Frage: Welche Tipps können Sie Ihren Berufskollegen im Hinblick auf „umweltschonende Maßnahmen im Gemüsebau“ geben?

Jeder Gemüsegärtner sollte bei seiner Planung umweltfreundliche Betriebsmittel bevorzugen, auch wenn sie kurzfristig vielleicht etwas teurer sind. Nur so sind unsere Ressourcen Boden und Grundwasser auch für die Zukunft gesichert.

Familie Huber baut auf über 50 ha verschiedene Gemüsekulturen an, Brokkoli und Salate als Hauptkulturen.

Der Betrieb ist anerkannter IP- (Integrierter Pflanzenschutz) Betrieb und vermarktet seine Produkte unter dem „Herkunfts- und Qualitätszeichen (HQZ) Baden-Württemberg“.

Das Interview führte Josef Klapwijk vom Amt für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur Freiburg.

3.1.2 Umweltgerechte Bewässerung von Kopfkohl auf Sandböden

Interview mit Heinz-Peter Frehn aus Sellendorf

Herr Frehn, Sie produzieren auf ca. 190 ha Gemüse. Was sind Ihre Produktionsschwerpunkte?

Zunächst einmal das Industriegemüse: auf ca. 120 ha werden Einlege- und Schälgurken, aber auch Kürbis und Rotkohl und schließlich Dill für die Konservenindustrie angebaut. Darüber hinaus erzeugen wir ca. 70 ha Frischgemüse zum Absatz über nahegelegene Erzeugerorganisationen. Hier insbesondere Porree, sowie verschiedenen Kopfkohl-Arten.

Sie haben überwiegend leichte, sandige Böden von 18 bis 38 Bodenknoten und dann Kohlanbau?

Nun, als Besonderheit in unserem Betrieb wird die Feldbewässerung zu über 90 % mittels Tropfschläuchen durchgeführt, was uns hier klare Vorteile bringt. Lediglich der Dill wird mittels Gießwagen bewässert.

Wo sehen Sie die Vorteile der Tropfbewässerung?

Die Tropfbewässerung hilft uns, insbesondere sparsam mit dem Wasser umzugehen. Wir müssen das Wasser mittels Tiefbrunnen aus ca. 50 m fördern. Durch die Tropfbewässerung können wir außerdem die Wasserverteilung gegenüber anderen Bewässerungssystemen wesentlich verbessern. Die Bewässerung der einzelnen Parzellen erfolgt in mehreren Intervallen am Tag über ca. 150 programmierbare Zeitschaltuhren.

Dabei gelangt das Wasser direkt an die Wurzel der Pflanze. So werden Verdunstungsverluste minimiert. Außerdem brauchen wir bei der Tropfbewässerung die Anlagen nur mit wesentlich geringerem Druck zu fahren.



Haben Sie noch weitere Vorteile von dieser Art der Bewässerung?

Ich sehe auch noch einen großen Vorteil darin, dass bei der Bewässerung die Blätter der Pflanzen trocken bleiben, was der Blattgesundheit zu gute kommt. Noch ein ganz wichtiger Aspekt ist vor allem die Pflanzenernährung.

Inwiefern wirkt sich die Tropfbewässerung positiv auf die Pflanzenernährung aus?

Mittels der Fertigation über die Tropfschläuche kann ich die Bestände bedarfsgerecht, sozusagen löffelchenweise mit den notwendigen Nährstoffen versorgen. Bei den Kulturen (Kopfkohl und Porree), bei denen ohne Mulchfolie gearbeitet wird, ist so auch die Gefahr der Nährstoffauswaschung auf ein Minimum reduziert. Anders wäre auf unseren leichten Böden eine ausgewogene Pflanzenernährung nur sehr schwer zu erreichen. Die Tropfbewässerung ist einer der wichtigsten Gründe, dass ich auf unserem Standort erfolgreich Kopfkohl anbauen kann.

Das Landgut Schöneiche, das Heinz-Peter Frehn bewirtschaftet, liegt im Landkreis Dahme-Spreewald, Brandenburg. Im Bild: Die Bundesfachgruppe Gemüsebau, Bonn, besichtigt die Kohlbestände (im Hintergrund).

Das Interview führte Hubert Kühling Spezialberatung Nunhems Zaden BV. Bild: Jochen Winkhoff, Zentralverband Gartenbau.

3.1.3 Durch Anbau von „Mini-Gemüse“ weniger Flächenverbrauch und geringere Umweltbelastung!

Interview mit Achim Petkens

Herr Petkens, Sie produzieren auf 32 ha Freilandgemüse. Wie praktizieren sie dabei in Ihrem Betrieb Umweltschutz?

Da wir ein intensiv produzierender Betrieb mit drei Freilandkulturen - Kopfsalat, Blumenkohl und Romanesco - sind, hat vor allem der Faktor Boden einen hohen Stellenwert bei uns. Deshalb tauschen wir jährlich alle unsere Flächen mit denen von Landwirten. Durch diese Aufweitung der Fruchtfolge erhalten wir die natürliche Bodenfruchtbarkeit. Im Vergleich zu einer Monokultur bei mehrjährigem Anbau auf einer Fläche hält sich auch der Unkrautdruck in Grenzen. Infolgedessen ist bei uns ein Einsatz von Bodenherbiziden kaum nötig.

Inwieweit wird Ihre Produktionsweise durch das Einkaufsverhalten vom Verbraucher vorgegeben?

Sehr! Der Verbraucher kauft sein Frischgemüse zu 70% im Lebensmitteleinzelhandel ein. Dort wird durch das Vermarktungssystem „Stück“ und „Bund“ vorgegeben, welche Menge der Verbraucher bekommt. Festzuhalten ist hier aber, dass der 2- bis 3-Personenhaushalt oder der Singlehaushalt in beiden Fällen den großen Blumenkohl, Romanesco oder den großen Salat kaufen muss. In den meisten Fällen wandert dann ein Teil des Frischgemüses in die Biotonne.

Welche Alternative sehen Sie, um die Produktion verbrauchergerecht zu gestalten?

Da in unserer Gesellschaft der Anteil an Singlehaushalten und kleineren Familien mit ein bis zwei Kindern zunimmt, sind wir in unserem Betrieb den Weg

gegangen und bauen mehr Pflanzen pro Fläche an. Dadurch wird die Größe des Ernteproduktes nach unten korrigiert. Wir ernten also z.B. einen kleineren Romanesco, der den Anforderungen des „kleineren Haushalts“ gerecht wird. Mit kleineren Pflanzen in geringeren Abständen reduzieren sich Einsatz und Verluste von Dünger, Pflanzenschutz und Wasser. Der Ertrag pro Fläche steigt und der Verbrauch an Fläche wird reduziert.

Im Prinzip eine einfache Lösung, die wir aber nur durch unseren Direktverkauf auf Märkten realisieren konnten, weil der Groß- und Einzelhandel hier noch nicht flexibel genug ist.



Achim Petkens, Kerken
mit einer Stiege Romanesco.

Das Interview führte L.W. Crienien,
Spezialberatung Tuinbouw Advies Buro,
Schafelt (Niederlande).

3.1.4 Schonende Einlagerung von Kohl

Erfolgreiche Praxis auf dem Betrieb Karl-Albert Brandt



In Kaiser-Wilhelm-Koog an der Westküste von Schleswig-Holstein bewirtschaftet Karl-Albert Brandt einen 50 ha Betrieb. Neben 10 ha Zuckerrüben baut er auch 10 ha Möhren und 10 ha Kopfkohl an.

Der Gemüsebau wird auf dem Betrieb von Karl-Albert Brandt nach den Anforderungen des integriert kontrollierten Anbaus durchgeführt. Dazu gehören neben einer standortgerechten Kultur- und Sortenwahl, sowie einer weitgestellten Fruchtfolge durch Zupachtungen, auch die regelmäßige Untersuchung auf pH-Wert, Phosphor, Kali und Magnesium. Aufgrund der windoffenen Lagen und des gleichmäßigen Klimas an der Westküste von Schleswig-Holstein findet der Gemüsebau hier beste Bedingungen. Der Krankheits- und Schädlingsdruck ist so äußerst begrenzt.

Qualität ist die oberste Maxime bei der Erzeugung und Vermarktung des angebauten Gemüses. 3.500 dt lagert Herr Brandt in seinen eigenen Kühllhäusern ein und vermarktet diese in einem Zeitraum von Februar bis Mai. Hierbei ist es entscheidend, dass der Kohl besonders schonend eingelagert wird, um Putzverluste zu vermeiden und die Lagerkosten dadurch zu minimieren.

Vielfach findet man auf der Hofstelle Bereiche, wo aufgrund von Bodenunebenheiten der Kohl bei der Einlagerung mit dem Gabelstapler Stößen ausgesetzt

ist. Mit Hilfe eines Schwingungsdämpfers, welcher in das Hydrauliksystem des Gabelstaplers eingebaut wird, lassen sich diese Stöße minimieren, da die aufgenommene Last bei Bodenunebenheiten durchschwingt. Herr Brandt arbeitet seit der letzten Saison mit dieser Technik und leistet so einen Beitrag zu einer umweltgerechten Produktion.



Text und Bilder: Klaus Kühling
Gemüsebauberatungsring
Dithmarschen e.V.

3.2 Umweltrelevante Aspekte bei der Kultur von Blumenkohl

**Andreas Fricke, Achim Petkens und Hartmut Stützel
unter Mitarbeit von Wit Crien**

3.2.1 Beispiel eines in der Praxis üblichen Verfahrens

Blumenkohl wird in Erddrähstöpfen oder in einem Topfplattensystem im Gewächshaus vorgezogen. Die Grunddüngung mit P, K und Mg erfolgt entsprechend der Gehaltsklasse für die gesamte Kulturfolge des Jahres nach erwartetem Entzug. Unter Berücksichtigung einer $N_{\min}$ -Analyse wird vor der Pflanzung auf einen Wert von ca. 130-150 kg N/ha aufgedüngt. Der restliche Stickstoff bis zum Sollwert von 250 kg N/ha wird in 1-2 Kopfdüngungsgaben ausgebracht. Zum Teil geschieht die N-Düngung im Jahresverlauf ohne vorherige $N_{\min}$ -Analyse mit Hilfe von Kalkulationsverfahren. Je nach Bodengehalt kann eine Schwefeldüngung sinnvoll sein.

Es wird reihenweise in das Freiland gepflanzt (Beetbreite je nach Maschinenausrüstung 1,2-1,5 m, Pflanzabstand ~60*50/60 cm, Bestandesdichte ~2,8 Pflanzen/m²). Bei sehr frühen Pflanzungen (März-April) und bei sehr späten Sätzen wird mit Vlies und/oder Folie abgedeckt (Verfrühung, Frostschutz). Die Unkrautbekämpfung erfolgt meist mechanisch, teilweise wird auch einmal mit einem Herbizid gespritzt. Gegen Alternaria wird ab Befallsbeginn maximal zweimal gespritzt. Dem Befall mit Kohlflye wird durch Abstreuen der Jungpflanzen mit einem Insektizid vor der Pflanzung vorgebeugt. Gegen Raupen, Mehligel Blattläuse usw. wird bei Befallsbeginn gespritzt. Bewässert wird nach Bedarf. Je nach Selbstdeckungsgrad der Sorten muss der sich bildende Kopf zum Schutz vor Strahlung durch Einknicken von Blättern geschützt werden. Die Ernte erfolgt überwiegend bei 6er-Kopfgrößen. Die Erntequote sollte bei 80% liegen.

Ziel- / Wunschvorstellung

Weißer, gesunder Blumenkohl in 2-3 Erntegängen geerntet. Sauber geschnittenes Umblatt ohne Kopfanschnitt. Möglichst hoher Anteil an 6er Köpfen.

3.2.2 Handlungsfelder und ihr Management

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Feldauswahl/Fruchtfolge		
Aufgrund des hohen Anteils von Kohlkulturen im Betrieb kann oft nur eine 1-2 jährige Anbaupause eingehalten werden. Wenn möglich wird mit landwirtschaftlichen Flächen getauscht. Bei Problemstandorten wird zur Vermeidung von Kohlherniebefall gekalkt und/oder Kalkstickstoff eingesetzt.	4-jährige Anbaupause, um Gefahr von Kohlhernie- und Xanthomonas-Befall zu minimieren. Mittelschwere Böden mit hohem pH-Wert wählen. Anbau möglichst außerhalb der Kohl-Anbauzentren (weniger Befallsdruck). Die im Wechsel mit Blumenkohl angebauten Kulturen sollten problemmindernd wirken, d.h. nicht Kohlhernie, Xanthomonas, Falschen Mehltau, Alternaria, Kohlfiegen, Umfallkrankheiten und Nitratprobleme fördern.	In Zukunft sollte eine stärkere Integration landwirtschaftlicher Kulturen angestrebt werden.
Qualität von Saatgut und Jungpflanzen		
Wahl gesunden Saatgutes mit hoher Triebkraft, gebeizt gegen pilzliche Erreger. Lieferung des Saatgutes erfolgt mit Angabe der Zertifizierungsnummer. Befall mit Xanthomonas kann auftreten. Bei Jungpflanzenzukauf: Bewertung der Jungpflanzenqualität bei Lieferung insbesondere auf Gesundheitszustand.	Zusätzlich mit Insektizid-Coating, xanthomonasfrei durch Spezialbehandlung. Ein Coating erreicht eine gute Wirkung bei sehr niedriger Aufwandmenge.	Verbesserte Möglichkeiten der Vitalitätsprüfung von Saatgut mit molekularbiologischen Methoden.
Sortenwahl		
Sortenwahl richtet sich hauptsächlich nach Vermarktungskriterien (äußere Qualität) und Ertrag.	Berücksichtigung von Toleranzen gegen Blattfleckenkrankheit und Falschen Mehltau.	Züchtung in Richtung zusätzlicher Resistenzen insbesondere gegen Xanthomonas, Kohlhernie, Blattfleckenkrankheit, Alternaria sowie gegen Kohlfleie, Mehliges Kohlblattlaus, Raupen.
Wahl der Zielgröße des Ernteprodukts		
Markt verlangt 6er Sortierung (>20 cm), daher sehr weite Bestandesdichte nötig.		Falls Klein- und Miniblumenkohl (ca. 10 cm) absetzbar wäre, könnten mehr Köpfe pro Fläche stehen. Dies könnte weniger Unkrautbekämpfung (schnellerer Bestandeschluss) und bessere Nährstoffeffizienz ergeben. Weiterhin wäre eine Einmalерnte möglich.

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz

Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bodenabdeckung/Befallsabwehr		
Es wird auf offenem Boden kultiviert, Flachabdeckung nur zum Frostschutz oder zur Verfrühung.	Einsatz einer Mulchabdeckung bzw. eines Kulturschutznetzes. Dies ist aber nur bei kleinen Flächen leistbar, bei großflächiger Produktion z. Zt. nicht umsetzbar (Kosten, Arbeitskraft).	Einsatz von Untersaaten. Probleme zur Zeit noch: zeitliche Staffelung zwischen Aussaat der Untersaat und Pflanzung des Kohls, Anpassung Düngung und Bewässerung, Anpassung der gesamten Kulturtechnik. Überprüfung des Bodens auf Verticilliumbefall. Entwicklung von Testverfahren für bodenbürtige Schaderreger.

Boden

Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Grundbodenbearbeitung		
Vor jedem Satz wird gepflügt.	Eine nicht wendende Bearbeitung führt auf der einen Seite zur Erhaltung der Bodenstruktur und Verringerung der Erosion, aber auf der anderen Seite zur Erhöhung des Unkrautdruckes. Hier ist eine Entscheidung auf Grundlage des Bodenzustandes, der Bodenart und des vorhandenen Unkrautdruckes notwendig. Zerstören der Bodenoberflächenstruktur durch Fräsen ist zu vermeiden. Möglichst strukturschonende Werkzeuge benutzen.	Weiterentwicklung in der Maschinen- und Gerätetechnik, die zu größerer Bodenschonung führt.
Bodenabdeckung		
Es wird im offenen Boden kultiviert. Unkräuter werden mit Herbiziden oder Kalkstickstoff bekämpft, bei Bedarf wird zusätzlich mechanisch gehackt. Durch die Kultur im offenen Boden kann es zu Erosion kommen. Blumenkohl erreicht allerdings relativ schnell vollen Bestandesschluss.	Verhinderung von Erosion und Unkrautwuchs durch Mulchabdeckung. Dies ist aber nur bei kleinen Flächen leistbar, bei großflächiger Produktion z. Zt. nicht umsetzbar (Kosten, Arbeitskraft). Ansonsten konsequent darauf achten, Unkraut nie in Samen gehen zu lassen. Samen nach Kulturende möglichst auflaufen lassen und bekämpfen, nicht einpflügen.	Einsatz von Untersaaten. Probleme zur Zeit noch: zeitliche Staffelung zwischen Aussaat der Untersaat und Pflanzung des Kohls, Anpassung der Düngung und der Bewässerung, Anpassung der gesamten Kulturtechnik.

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Bodenpflege während der Kultur		
Eine kontinuierliche, tägliche Marktbelieferung muss gewährleis- tet sein. Dies erfordert ein Befah- ren der Fläche auch bei schlech- tem Bodenzustand (Vernässung). Es werden möglichst leichte Ma- schinen mit bodenschonender Be- reifung eingesetzt.	Durch Gerätekombinationen und größere Arbeitsbreiten der Geräte die Zahl der Überfahrten weiter re- duzieren. Einrichten von Fahrgassen.	Anlage von begrünten Fahrgas- sen.

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
N-Bedarfsermittlung		
Meist wird zu Saisonbeginn eine $N_{\min}$ -Analyse gezogen. Die Start- düngung des einzelnen Satzes und deren Kopfdüngungen werden kalkuliert (Erfahrungs- oder Tabel- lenwerte).	Nach KNS-System bei jedem Satz (Beachtung finden N-Nachliefe- rung aus Ernterückständen sowie Bodenart). Das KNS-System ist die genaueste Methode, hat sich aber bisher nicht flächendeckend durchgesetzt (Grund: $N_{\min}$ - Messung zu jeder Kultur). <i>Alternative:</i> $N_{\min}$ -Messungen vor oder während der zweiten Feld- nutzung. Hier findet man meistens nennenswerte $N_{\min}$ -Mengen, die den Düngereinsatz reduzieren können. Die nachfolgenden Dün- gungen mit Hilfe von Expertensys- temen (z.B. N-Expert) kalkulieren oder über Düngefenster festlegen. Auf jeden Fall im Herbst zur letzten Ernte eine Probenahme durchfüh- ren, um die eigenen Maßnahmen zu kontrollieren (s. auch Kap. 2.4). Bei Einsatz von Mulch Düngung auf Grund der höheren N- Mineralisation reduzieren.	Einführung einer standortspezifi- schen Sollwertbestimmung, d.h. unter Berücksichtigung des Er- tragspotenzials des Bodens. Anwendung von Kalkulationsmo- dellen unter Einbeziehung klein- räumiger Niederschlagsmessun- gen. Entwicklung einer ständigen, elekt- ronischen Nitratüberwachung des Bodens z.B. über eine tensiome- terähnliche Saugsonde. Über Funk gelangen die Werte in den PC.

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
P, K, Mg- Bedarfsermittlung		
Analysen erfolgen mindestens alle 6 Jahre. Weiterhin Bilanzierung gemäß Düngeverordnung. Kalkulation zwischen den Messun- gen unter Berücksichtigung der Feldabfuhr, der Bodenart und des Korrekturfaktors für die aktuelle Gehaltsklasse (A-E). Insbesondere für P wichtig in Gewässernähe. Zum Teil erfolgt die Düngung nach langjährigen Erfahrungswerten. Gemüsebaulich genutzte Böden sind oft so hoch mit P versorgt, dass eine Düngung nicht notwendig ist. Bei neu gepachteten Flächen er- folgt eine Vollanalyse.	Je nach Bodenart alle 2-3 Jahre Messung der P-, K- und Mg- Gehalte.	
S-Düngung		
Durch geringere S-Depositionen aus der Luft, ist teilweise eine Schwefeldüngung notwendig.	Beobachtung der Werte durch re- gelmäßige Bodenproben.	
B- und Mb-Düngung		
Die B- und Mb-Versorgung wird durch Gaben im Anzuchtsubstrat und bei den Kopfdüngungen si- chergestellt.	Beobachtung der Werte durch re- gelmäßige Bodenproben.	
Ausbringungstechnik		
Je nach Ausstattung des Betriebes wird mit Kasten-, Kreisel- oder Schleuderstreuern gedüngt.	Nutzung von Präzisionsstreuern, evtl. auch platzierte Reihendün- gung. Arbeitsgassen nicht mitdün- gen. Eine N-Fertigation über Tropfbewässerung ist die beste, aber auch teuerste Methode (standortbezogene Kalkulation ist nötig).	
Anzahl N-Applikationen		
Es werden 1-2 N-Kopfdüngungen mit einem schnell verfügbaren N- Dünger gegeben.	Zur genaueren bedarfsgerechten Düngung grundsätzlich 2-malige Kopfdüngung. Nutzung stabilisier- ter N-Dünger (d.h. kaum Auswa- schung, gleichmäßige Versorgung und bedarfsgerechtere Freiset- zung).	

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bestimmung des Bewässerungszeitpunkts		
Meist wird der Zeitpunkt über Erfahrungswerte festgelegt. Bei knapper Ausstattung mit Bewässerungsrohren oder -maschinen wird nach relativer Bedürftigkeit bewässert.	Festlegung des Zeitpunktes und der Menge nach praktischer Erfahrung unter Berücksichtigung der Bodenfeuchte, des Entwicklungsstadiums, der Bodenart, der Witterungsverhältnisse und der Wettervorhersage. Die ausgebrachte Menge wird über Regenmesser, Wasseruhren oder eine Zeitmessung kontrolliert.	A) Bodenfeuchte: Messung der Bodenfeuchte mit Tensiometern oder TDR-Sonden. B) Geisenheimer Methode: Diese Methode (siehe Kap. 2.4) hat verbesserte Einsatzchancen, wenn die nötige Niederschlagsmessung auf den einzelnen Parzellen elektronisch erfolgt und automatisch in der Schlagkartei gespeichert wird. C) Entwicklung von Verfahren, die den Wasserzustand der Pflanze messbar machen.
Ausbringungstechnik		
Üblich sind Beregnungsmaschinen oder Rohrberegnungssysteme mit Schwinghebelregnern.	Die Anlagen sollten mit Abschaltautomaten ausgerüstet sein. Für eine genaue Verteilung sollten alle 2 statt 3 Rohre Kreisregner gesetzt werden. Stark wassersparend ist eine Tropfbewässerung. Weitere Vorteile sind die Möglichkeit einer gleichzeitigen platzierten Düngung (s.o.), eine kürzere Blattbenetzungsdauer und damit eine geringere Infektionsgefahr.	Weiterentwicklung von Beregnungsmaschinen in Richtung größerer Verteilgenauigkeit und weniger Abtrift.
Witterung während der Ausbringung		
Aufgrund täglicher Betriebsabläufe wird oft auf die Witterung wenig Rücksicht genommen.	Bewässerung wird möglichst morgens nur bei geringer Windgeschwindigkeit (Abtrift) und bei niedrigen Temperaturen (Evaporation) durchgeführt.	Engeres Prognosenetz durch kleinräumige Wettermessungen.
Wahl der Wasserquelle		
Je nach Betriebsstandort und Möglichkeit wird Leitungs-, Oberflächen- oder Brunnenwasser genutzt.	Es wird möglichst nur Oberflächen- oder Brunnenwasser genutzt. Bei Entnahme von Oberflächenwasser ist der hygienische Zustand zu kontrollieren.	
Wassermenge pro Gabe		
Es werden selten Mengenkalkulationen im Betrieb durchgeführt. Oft werden Standardwerte gegeben (über die Beregnungszeit).	Kalkulation der notwendigen Beregnungsmenge über Messung der aktuellen Bodenfeuchte, der Bodenart und der Durchwurzelungstiefe (s. auch Kap. 2.6). Überprüfung der ausgebrachten Menge im Bestand.	

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Bestimmung des Einsatzzeitpunkts		
In der Regel werden Jungpflanzen vor oder nach Pflanzung gegen Kohlflye behandelt. Gegen Drehherzmücke sowie gegen bei- ßende und saugende Insekten wird sofort nach Befallserkennung, gegen pilzliche Erreger vorbeu- gend behandelt.	Behandlung der Jungpflanzen vor Pflanzung gegen Kohlflye spart gegenüber einer Anwendung auf dem Feld sehr viel Wirkstoff ein. Gegen Raupen und Kohlblattläuse kann mit Schadensschwellen ge- arbeitet werden (Schwellen für z.B. Mehliges Kohlblattlaus: 20% befallene Pflanzen mit Besatz < 100 Läuse, bzw. 10% befallene Pflan- zen mit Besatz > 100 Läuse).	Weitere Entwicklungen von Prog- nosemodellen und Schadens- schwellen-Konzepten.
Mittelwahl		
Die Zulassungssituation lässt oft keine Auswahl an Pflanzen- schutzmitteln zu. Zur Zeit ändern sich Zulassungen und Genehmi- gungen in einem rasanten Tempo.	Auswahl möglichst nützlichsscho- nender Mittel.	Wünschenswert wären möglichst spezifisch wirkende Mittel, deren Wirkstoffe schnell abgebaut wer- den und die Möglichkeit, Wirkstoffe wechseln zu können um Resis- tenzbildung zu verhindern.
Umgang mit Wetterrisiko		
Bei entsprechendem Befallsdruck kann es vorkommen, dass auch in Grenzsituationen behandelt wird.	Behandlung nur bei niedriger Windgeschwindigkeit und bei tro- ckener Witterung durchführen (vgl. Kap. 2.7). Bei bestimmten Wirk- stoffen Beachtung geforderter Temperatur- und Strahlungsbedin- gungen.	Engeres Prognosenetz durch kleinräumigere Wettermessungen.
Gerätetechnik		
Ausbringung erfolgt mit geprüften Geräten, vorzugsweise mit abtrift- armen Düsen.	Grundsätzlich Nutzung abtriftarmer Düsen.	Nutzung luftunterstützter Pflanzen- schutzgeräte (weniger Mittelauf- wand und bessere Wirkung). Aus- bringung über installierte Präzisi- ons-Beregnungssysteme.

Unkrautbekämpfung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Vorbeugen		
Reduzieren des Unkrautdruckes über die Kulturfolge und die Bodenbearbeitung. Nutzung der Wirkung von Kalkstickstoff.	Feldhygiene optimieren, Unkraut nicht aussamen lassen.	Einsatz von Untersaaten (s. auch Bodenabdeckung). Nutzung abbaubarer Mulchfolien. Entwicklung einer organischen Mulchspritzung.
Durchführen		
In schwieriger Fruchtfolge wird Kalkstickstoff angewendet. Bei Restverunkrautung wird mechanisch gehackt.	Nutzung neuerer Hacksysteme wie Bürstenhacke, Sternhacke etc. Nutzung von Häufelkörpern zur Bekämpfung in der Reihe. Abflammen vor dem Auflaufen oder in frühem Kulturstadium. In der Regel sind Kombinationen verschiedener Maßnahmen sinnvoll. Entscheidend sind der richtige Zeitpunkt der Maßnahme(n) und auf Boden und Kultur angepasste Maschinen.	GPS gestützte Herdbehandlung. Selektive Bekämpfung durch Bilderkennung.

Ernte		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Wahl des Erntezeitpunkts		
Der Markt verlangt tägliche Belieferung. Deshalb kann es vorkommen, dass zur Ernte auch stärker durchfeuchtete Böden befahren werden müssen (Bodenverdichtung). Es wird morgens geerntet (niedrige Temperatur).	Einführung von Fahrgassen. Einsatz eines Kühlhauses zur besseren Ernteausnutzung.	Anlage von begrünten Fahrgassen.
Gerätetechnik		
Es wird mit Hilfe eines an einem Anhänger montierten Erntebandes (6-12 m) geerntet. Der Anhänger sollte zum Beschatten mit einer Plane ausgestattet sein.	Leichtes Erntegerät / optimale Bereifung einsetzen. Große Arbeitsbreiten wählen, damit eine begrünte Fahrspur sinnvoll wird.	

Ernte		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Häufigkeit		
Je nach Marktlage und Einheitlichkeit des Bestandes wird ein Satz mehrfach (3-4 mal) durchgeerntet.	Ein einheitlicher Bestand (z.B. durch Feldhomogenität und Sortenwahl) führt zu einer geringeren Anzahl von Erntegängen und damit zu weniger Überfahrten.	Züchtung und/oder gezielte Temperaturbehandlungen mit dem Ziel einer synchronen Vernalisation könnten eine Einmalernte ermöglichen.
Ernterückstände		
Die Ernterückstände werden sofort nach Abernte des Feldes zerkleinert und eingearbeitet.	Falls keine weitere Kultur in der Saison folgt, werden die Rückstände erst im nächsten Frühjahr eingearbeitet. Falls doch ein Einarbeiten im Herbst erfolgt, kann mit schnell wachsenden Tiefwurzlern (z.B. Wintergetreide) einer Auswaschung des Stickstoffes der Ernterückstände vorgebeugt werden.	

3.3 Umweltrelevante Aspekte bei der Kultur von Kopfkohl (Frischmarkt)

Andreas Fricke und Hartmut Stützel

unter Mitarbeit von Karl-Albert Brandt und Klaus Kühling

3.3.1 Beispiel eines in der Praxis üblichen Verfahrens

Kopfkohl wird in Erdpresstöpfen oder in einem Topfplattensystem im Gewächshaus vorgezogen. Die Grunddüngung mit P, K und Mg erfolgt entsprechend der Gehaltsklasse für die gesamte Kulturfolge des Jahres nach erwartetem Entzug. Unter Berücksichtigung einer $N_{\min}$ -Analyse wird **vor** der Pflanzung auf einen Wert von ca. 130-150 kg N/ha aufgedüngt. Der restliche Stickstoff bis zum Sollwert von 300 kg N/ha wird in 1-2 Kopfdüngungsgaben ausgebracht. Bei Frühlkohl reicht ein Sollwert von 250 kg N/ha. Zum Teil geschieht die N-Düngung im Jahresverlauf ohne vorherige $N_{\min}$ -Analyse mit Hilfe von Kalkulationsverfahren. Je nach Bodengehalt kann eine Schwefeldüngung sinnvoll sein.

Es wird reihenweise in das Freiland gepflanzt (Beetbreite je nach Maschinenausstattung 1,2-1,5 m, Pflanzabstand je nach Zielgewicht von 50*40 cm bei Frühlkohl bis 60*60/70 cm bei Herbstkohl, Bestandesdichte 5-2,4 Pflanzen/m²). Bei sehr frühen Pflanzungen (März-April) wird mit Vlies und/oder Folie abgedeckt (Verfrühung). Die Unkrautbekämpfung erfolgt meist mechanisch, teilweise wird auch einmal mit einem Herbizid gespritzt. Gegen Alternaria wird ab Befallsbeginn maximal zweimal gespritzt. Dem Befall mit Kohlflye wird durch Abstreuen der Jungpflanzen mit einem Insektizid vor der Pflanzung vorgebeugt. Gegen Raupen, Mehligel Blattläuse usw. wird bei Befallsbeginn gespritzt. Bewässert wird nach Bedarf. Die Ernte erfolgt je nach Zielgewicht zwischen ca. 1,5 kg (Frühlkohl) bis ca. 3 kg (Lagerkohl).

Ziel- / Wunschvorstellung

Kopfkohl in Einmalernnte geerntet. Kopfgewichte je nach Verwendung 1,5-3 kg. Bei Lagerkohl geringe Verluste im Lager.

3.3.2 Handlungsfelder und ihr Management

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Feldauswahl/Fruchtfolge		
Aufgrund des hohen Anteils von Kohlkulturen im Betrieb kann oft nur eine 1-2 jährige Anbaupause eingehalten werden. Wenn möglich wird mit landwirtschaftlichen Flächen getauscht. Bei Problemstandorten wird zur Vermeidung von Kohlherniebefall gekalkt und/oder Kalkstickstoff eingesetzt.	4-jährige Anbaupause, um Gefahr von Kohlhernie-Befall zu minimieren. Mittelschwere Böden mit hohem pH-Wert wählen. Anbau möglichst außerhalb der Kohl-Anbauzentren (weniger Befallsdruck). Die im Wechsel mit Kopfkohl angebauten Kulturen sollten problemmindernd wirken, d.h. nicht Kohlhernie, Xanthomonas, Falschen Mehltau, Alternaria, Kohlfiegen, Umfallkrankheiten und Nitratprobleme fördern.	In Zukunft sollte eine stärkere Integration landwirtschaftlicher Kulturen angestrebt werden.
Qualität von Saatgut und Jungpflanzen		
Wahl gesunden Saatgutes mit hoher Triebkraft, gebeizt gegen pilzliche Erreger. Lieferung des Saatgutes erfolgt mit Angabe der Zertifizierungsnummer. Befall mit Xanthomonas kann auftreten. Bei Jungpflanzenzukauf: Bewertung der Jungpflanzenqualität bei Lieferung insbesondere auf Gesundheitszustand.	Zusätzlich mit Insektizid-Coating, xanthomonasfrei durch Spezialbehandlung. Ein Coating erreicht eine gute Wirkung bei sehr niedriger Aufwandmenge.	Verbesserte Möglichkeiten der Vitalitätsprüfung von Saatgut mit molekularbiologischen Methoden.
Sortenwahl		
Sortenwahl richtet sich hauptsächlich nach Zielgröße (Frühkohl - Lagerkohl).	Berücksichtigung von Toleranzen gegen Blattfleckenkrankheit und Falschen Mehltau.	Züchtung in Richtung zusätzlicher Resistenzen insbesondere gegen Xanthomonas, Kohlhernie, Blattfleckenkrankheit, Alternaria sowie gegen Kohlflye, Mehliges Kohlblattlaus, Raupen.

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz

Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bodenabdeckung/Befallsabwehr		
Es wird auf offenem Boden kultiviert, Flachabdeckung nur zum Frostschutz oder zur Verfrühung.	Einsatz einer Mulchabdeckung bzw. eines Kulturschutznetzes. Dies ist aber nur bei kleinen Flächen leistbar, bei großflächiger Produktion z. Zt. nicht umsetzbar (Kosten, Arbeitskraft).	Einsatz von Untersaaten. Probleme zur Zeit noch: zeitliche Staffelung zwischen Aussaat der Untersaat und Pflanzung des Kohls, Anpassung Düngung und Bewässerung, Anpassung der gesamten Kulturtechnik. Überprüfung des Bodens auf Verticilliumbefall. Entwicklung von Testverfahren für bodenbürtige Schaderreger.

Boden

Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Grundbodenbearbeitung		
Vor jedem Satz wird gepflügt.	Eine nicht wendende Bearbeitung führt auf der einen Seite zur Erhaltung der Bodenstruktur und Verringerung der Erosion, aber auf der anderen Seite zur Erhöhung des Unkrautdruckes. Hier ist eine Entscheidung auf Grundlage des Bodenzustandes, der Bodenart und des vorhandenen Unkrautdruckes notwendig. Zerstören der Bodenoberflächenstruktur durch Fräsen ist zu vermeiden. Möglichst strukturschonende Werkzeuge benutzen.	Weiterentwicklung in der Maschinen- und Gerätetechnik, die zu größerer Bodenschonung führt.
Bodenabdeckung		
Es wird im offenen Boden kultiviert. Unkräuter werden mit Herbiziden oder Kalkstickstoff bekämpft, bei Bedarf wird zusätzlich mechanisch gehackt. Durch die Kultur im offenen Boden kann es zu Erosion kommen. Kopfkohl erreicht allerdings relativ schnell vollen Bestandeschluss.	Verhinderung von Erosion und Unkrautwuchs durch Mulchabdeckung. Dies ist aber nur bei kleinen Flächen leistbar, bei großflächiger Produktion z. Zt. nicht umsetzbar (Kosten, Arbeitskraft). Ansonsten konsequent darauf achten, Unkraut nie in Samen gehen zu lassen. Samen nach Kulturende möglichst auflaufen lassen und bekämpfen, nicht einpflügen.	Einsatz von Untersaaten. Probleme zur Zeit noch: zeitliche Staffelung zwischen Aussaat der Untersaat und Pflanzung des Kohls, Anpassung der Düngung und der Bewässerung, Anpassung der gesamten Kulturtechnik.

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Bodenpflege während der Kultur		
Eine kontinuierliche, tägliche Marktbelieferung muss gewährleis- tet sein. Dies erfordert ein Befah- ren der Fläche auch bei schlech- tem Bodenzustand (Vernässung). Es werden möglichst leichte Ma- schinen mit bodenschonender Be- reifung eingesetzt.	Durch Gerätekombinationen und größere Arbeitsbreiten der Geräte die Zahl der Überfahrten weiter re- duzieren. Einrichten von Fahrgassen.	Anlage von begrünten Fahrgas- sen.

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
N-Bedarfsermittlung		
Meist wird zu Saisonbeginn eine $N_{\min}$ -Analyse gezogen. Die Start- düngung des einzelnen Satzes und deren Kopfdüngungen werden kalkuliert (Erfahrungs- oder Tabel- lenwerte).	Nach KNS-System bei jedem Satz (Beachtung finden N-Nachliefe- rung aus Ernterückständen sowie Bodenart). Das KNS-System ist die genaueste Methode, hat sich aber bisher nicht flächendeckend durchgesetzt (Grund: $N_{\min}$ - Messung zu jeder Kultur). <i>Alternative:</i> $N_{\min}$ -Messungen vor oder während der zweiten Feld- nutzung. Hier findet man meistens nennenswerte $N_{\min}$ -Mengen, die den Düngereinsatz reduzieren können. Die nachfolgenden Dün- gungen mit Hilfe von Expertensys- temen (z.B. N-Expert) kalkulieren oder über Düngefenster festlegen. Auf jeden Fall im Herbst zur letzten Ernte eine Probenahme durchfüh- ren, um die eigenen Maßnahmen zu kontrollieren (s. auch Kap. 2.4). Bei Einsatz von Mulch Düngung auf Grund der höheren N- Mineralisation reduzieren.	Einführung einer standortspezifi- schen Sollwertbestimmung, d.h. unter Berücksichtigung des Er- tragspotenzials des Bodens. Anwendung von Kalkulationsmo- dellen unter Einbeziehung klein- räumiger Niederschlagsmessun- gen. Entwicklung einer ständigen, elekt- ronischen Nitratüberwachung des Bodens z.B. über einen tensiome- terähnliche Saugsonde. Über Funk gelangen die Werte in den PC.

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
P, K, Mg- Bedarfsermittlung		
Analysen erfolgen mindestens alle 6 Jahre. Weiterhin Bilanzierung gemäß Düngeverordnung. Kalkulation zwischen den Messun- gen unter Berücksichtigung der Feldabfuhr, der Bodenart und des Korrekturfaktors für die aktuelle Gehaltsklasse (A-E). Insbesondere für P wichtig in Gewässernähe. Zum Teil erfolgt die Düngung nach langjährigen Erfahrungswerten. Gemüsebaulich genutzte Böden sind häufig so hoch mit P versorgt, dass eine Düngung nicht notwen- dig ist. Bei neu gepachteten Flächen er- folgt eine Vollanalyse.	Je nach Bodenart alle 2-3 Jahre Messung der P-, K- und Mg- Gehalte.	
S-Düngung		
Durch geringere S-Depositionen aus der Luft, ist teilweise eine Schwefeldüngung notwendig.	Beobachtung der Werte durch re- gelmäßige Bodenproben.	
B-Düngung		
Die B-Versorgung wird durch Ga- ben im Anzuchtsubstrat und bei den Kopfdüngungen sichergestellt.		
Ausbringungstechnik		
Je nach Ausstattung des Betriebes wird mit Kasten-, Kreisel- oder Schleuderstreuern gedüngt.	Nutzung von Präzisionsstreuern, eventuell auch platzierte Reihen- düngung. Arbeitsgassen nicht mit- düngen. Eine Fertigation über Tropfbewässerung ist die beste, aber auch teuerste Methode (standortbezogene Kalkulation ist notwendig).	
Anzahl N-Applikationen		
Es wird 1-2 mal eine N- Kopfdüngung mit einem schnell verfügbaren N-Dünger gegeben.	Zur genaueren bedarfsgerechten Düngung grundsätzlich 2-malige Kopfdüngung. Nutzung stabilisier- ter N-Dünger (d.h. kaum Auswa- schung, gleichmäßige Versorgung und bedarfsgerechtere Freiset- zung).	

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Bestimmung des Bewässerungszeitpunkts		
Meist wird der Zeitpunkt über Er- fahrungswerte festgelegt. Bei knapper Ausstattung mit Bewässe- rungsrohren oder -maschinen wird nach relativer Bedürftigkeit bewäs- sert.	Festlegung des Zeitpunktes und der Menge nach praktischer Erfah- rung unter Berücksichtigung der Bodenfeuchte, des Entwicklungs- stadiums, der Bodenart, der Witte- rungsverhältnisse und der Wetter- vorhersage. Die ausgebrachte Menge wird über Regenmesser, Wasseruhren oder eine Zeitmessung kontrolliert.	A) Bodenfeuchte: Messung der Bodenfeuchte mit Tensiometern oder TDR-Sonden. B) Geisenheimer Methode: Diese Methode (siehe Kap. 2.4) hat ver- besserte Einsatzchancen, wenn die nötige Niederschlagsmessung auf den einzelnen Parzellen elekt- ronisch erfolgt und automatisch in der Schlagkartei gespeichert wird. C) Entwicklung von Verfahren, die den Wasserzustand der Pflanze messbar machen.
Ausbringungstechnik		
Üblich sind Beregnungsmaschinen oder Rohrberegnungssysteme mit Schwinghebelregnern.	Die Anlagen sollten mit Abschalt- automaten ausgerüstet sein. Für eine genaue Verteilung sollten alle 2 statt 3 Rohre Kreisregner gesetzt werden. Stark wassersparend ist eine Tropfbewässerung. Weitere Vorteile sind die Möglichkeit einer gleichzeitigen platzierten Düngung (s.o.), eine kürzere Blattbenet- zungsdauer und damit eine gerin- gere Infektionsgefahr.	Weiterentwicklung von Bereg- nungsmaschinen in Richtung grö- ßerer Verteilgenauigkeit und weni- ger Abtrift.
Witterung während der Ausbringung		
Aufgrund der täglichen Betriebsab- läufe wird oft auf die Witterung wenig Rücksicht genommen.	Bewässerung wird möglichst mor- gens nur bei geringer Windge- schwindigkeit (Abtrift) und bei nied- rigen Temperaturen (Evaporation) durchgeführt.	Engeres Prognosenetz durch kleinräumige Wettermessungen.
Wahl der Wasserquelle		
Je nach Betriebsstandort und Mög- lichkeit wird Leitungs-, Oberflä- chen- oder Brunnenwasser ge- nutzt.	Es wird möglichst nur Oberflächen- oder Brunnenwasser genutzt. Bei Entnahme von Oberflächenwasser ist der hygienische Zustand zu kontrollieren.	
Wassermenge pro Gabe		
Es werden selten Mengenkalkula- tionen im Betrieb durchgeführt. Oft werden Standardwerte gegeben (über die Beregnungszeit).	Kalkulation der notwendigen Be- regnungsmenge über Messung der aktuellen Bodenfeuchte, der Bo- denart und der Durchwurzelungs- tiefe (s. auch Kap. 2.6). Überprüfung der ausgebrachten Menge im Bestand.	

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Bestimmung des Einsatzzeitpunkts		
In der Regel werden Jungpflanzen vor oder nach Pflanzung gegen Kohlflye behandelt. Gegen Drehherzmücke sowie gegen bei- ßende und saugende Insekten wird sofort nach Befallserkennung, gegen pilzliche Erreger vorbeu- gend behandelt.	Behandlung der Jungpflanzen vor Pflanzung gegen Kohlflye spart gegenüber einer Anwendung auf dem Feld sehr viel Wirkstoff ein. Gegen Raupen und Kohlblattläuse kann mit Bekämpfungsschwellen gearbeitet werden (Schwellen für z.B. Mehliges Kohlblattlaus: 20% befallene Pflanzen mit Besatz < 100 Läuse, bzw. 10% befallene Pflanzen mit Besatz > 100 Läu- sen).	Weitere Entwicklungen von Prog- nosemodellen und Schadens- schwellen-Konzepten.
Mittelwahl		
Die Zulassungssituation lässt oft keine Auswahl an Pflanzen- schutzmitteln zu. Zur Zeit ändern sich Zulassungen und Genehmi- gungen in einem rasanten Tempo.	Auswahl möglichst nützlichsscho- nender Mittel.	Wünschenswert wären möglichst spezifisch wirkende Mittel, deren Wirkstoffe schnell abgebaut wer- den und die Möglichkeit, Wirkstoffe wechseln zu können um Resis- tenzbildung zu verhindern.
Umgang mit Wetterrisiko		
Bei entsprechendem Befallsdruck kann es vorkommen, dass auch in Grenzsituationen behandelt wird.	Behandlung nur bei niedriger Windgeschwindigkeit und bei tro- ckener Witterung durchführen (vgl. Kap. 2.7). Bei bestimmten Wirk- stoffen Beachtung geforderter Temperatur- und Strahlungsbedin- gungen.	Engeres Prognosenetz durch kleinräumigere Wettermessungen.
Gerätetechnik		
Ausbringung erfolgt mit geprüften Geräten, vorzugsweise mit abtrift- armen Düsen.	Grundsätzlich Nutzung abtriftarmer Düsen.	Nutzung luftunterstützter Pflanzen- schutzgeräte (weniger Mittelauf- wand und bessere Wirkung). Aus- bringung über installierte Präzi- sions-Beregnungssysteme.

Unkrautbekämpfung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Vorbeugen		
Reduzieren des Unkrautdruckes über die Kulturfolge und die Bodenbearbeitung. Nutzung der Wirkung von Kalkstickstoff.	Feldhygiene optimieren, Unkraut nicht aussamen lassen.	Einsatz von Untersaaten (s. auch Bodenabdeckung). Nutzung abbaubarer Mulchfolien. Entwicklung einer organischen Mulchspritzung.
Durchführen		
Es wird Kalkstickstoff angewendet. Bei Restverunkrautung wird mechanisch gehackt. (Kalkstickstoff statt Herbizide)	Nutzung neuerer Hacksysteme wie Bürstenhacke, Sternhacke etc. Nutzung von Häufelkörpern zur Bekämpfung in der Reihe. Abflammen vor dem Auflaufen oder in frühem Kulturstadium. In der Regel sind Kombinationen verschiedener Maßnahmen sinnvoll. Entscheidend sind der richtige Zeitpunkt der Maßnahme(n) und auf Boden und Kultur angepasste Maschinen.	GPS gestützte Herdbehandlung. Selektive Bekämpfung durch Bilderkennung.

Ernte		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Wahl des Erntezeitpunkts		
Je nach Vermarktungsform wird vom Markt z.T. tägliche Belieferung verlangt. Auf die Witterung kann dann zur Ernte keine Rücksicht genommen werden. Es kann somit vorkommen, dass auch stärker durchfeuchtete Böden befahren werden müssen (Bodenverdichtung).	Einführung von Fahrgassen. Einsatz eines Kühlhauses zur besseren Ernteaussnutzung (Standard bei Anbau von Dauerkohl).	Anlage von begrünten Fahrgassen.
Gerätetechnik		
Es wird mit Hilfe eines an einem Anhänger montierten Erntebandes (6-12 m) geerntet. Bei Ernte von Dauerkohl wird direkt in die Lagerkiste geerntet.	Leichtes Erntegerät / optimale Bereifung einsetzen. Große Arbeitsbreiten wählen, damit eine begrünte Fahrspur sinnvoll wird.	Weitere Entwicklung von erntegut-schonender Erntetechnik.

Ernte		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Häufigkeit		
Je nach Marktlage und Einheitlichkeit des Bestandes wird ein Satz mehrfach (1-3 mal) durchgeerntet. Bei Dauerkohl wird eine Einmal-ernte durchgeführt.	Ein einheitlicher Bestand (z.B. durch Feldhomogenität und Sortenwahl) führt zu einer geringeren Anzahl von Erntegängen und damit zu weniger Überfahrten.	
Ernterückstände		
Die Ernterückstände werden sofort nach Abernte des Feldes zerkleinert und eingearbeitet.	Falls keine weitere Kultur in der Saison folgt, Rückstände erst im nächsten Frühjahr einarbeiten. Falls doch ein Einarbeiten im Herbst erfolgt, mit schnell wachsenden Tiefwurzeln (z.B. Wintergetreide) einer Auswaschung des Stickstoffes der Ernterückstände vorbeugen.	

3.4 Umweltrelevante Aspekte bei der Kultur von Möhren (Frischmarkt)

Andreas Fricke und Hartmut Stützel

unter Mitarbeit von Karl-Albert Brandt und Klaus Kühling

3.4.1 Beispiel eines in der Praxis üblichen Verfahrens

Möhren werden je nach Bodenart auf Dämmen oder in Beeten ausgesät. Die Zielbestandesdichte liegt zwischen 1,2 Mio. (Frühmöhren) und 2 Mio. Pflanzen/ha (Lagermöhren) bei einem Reihenabstand von 0,30 m (Damm 0,50-0,75 m). Bei tendenziell schweren Böden wird in kleinen Dämmen gesät, um eine schnellere Bodenerwärmung und ein störungsfreies Wurzelwachstum (Schutz vor Vernässung und Verdichtung) zu erreichen. Die Aussaat für Frühmöhren beginnt Ende Februar; Sommer- und Lagermöhren werden ab April gesät. Die Grunddüngung mit P, K und Mg erfolgt entsprechend der Gehaltsklasse für die gesamte Kulturfolge des Jahres nach erwartetem Entzug. Unter Berücksichtigung einer $N_{\min}$ -Analyse wird vor Aussaat auf einen Wert von 80-100 kg N/ha aufgedüngt. Je nach Bodenart und Versorgungszustand des Bodens kann dies auch bedeuten, dass keine N-Düngung notwendig ist. Zum Teil geschieht die N-Düngung im Jahresverlauf ohne vorherige $N_{\min}$ -Analyse mit Hilfe von Kalkulationsverfahren.

Zur Unkrautbekämpfung vor dem Auflaufen ist ein Abflammen möglich. Es ist auch eine Herbizidspritzung zugelassen. In der Folge wird je nach Unkrautdruck mechanisch, eventuell auch einmal von Hand, gehackt. Gegen Blattläuse, Möhrenblattfloh und Möhrenminierfliege sind Insektizidanwendungen möglich, gegen die Möhrenfliege können Flächen-, Band- oder Reihenbehandlungen durchgeführt werden. Bewässert wird nach Bedarf. Die Ernte erfolgt mit Klemmbandrodern oder Schwingsieb- bzw. Siebkettenrodern. Das Rübengewicht für frühe Sätze liegt bei 75 g, späte Sätze werden bei einem Rübengewicht von ca. 150 g geerntet. Die Erntequote sollte bei 70-85 % liegen.

Ziel- / Wunschvorstellung

Gesunde Möhre mit gesundem kräftigen Laub für die Bundmöhrenproduktion, bzw. mit guten Lagereigenschaften bei Lagermöhrenproduktion. Generell abgestumpfte Rübenform.

3.4.2 Handlungsfelder und ihr Management

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Fruchtfolge/ Feldauswahl		
Es wird versucht, eine mehrjährige Anbaupause einzuhalten (z.B. durch Tausch mit landwirtschaftli- chen Flächen). Eine windoffene Lage ist nicht garantiert.	4-6 -jährige Anbaupause nach sich selbst oder anderen Doldenge- wächsen (Gefahr durch Bakterien- und Pilzkrankheiten sowie Nema- toden). Nutzung windoffener La- gen (gegen Möhrenfliege).	In Zukunft sollte eine stärkere In- tegration landwirtschaftlicher Kultu- ren beachtet werden.
Saatgutwahl		
Wahl gesunden Saatgutes mit ho- her Triebkraft, gebeizt gegen pilzli- che Erreger (einfache Freilandpil- le). Lieferung des Saatgutes erfolgt mit Angabe der Zertifizierungs- nummer. Befall mit Xanthomonas kann auf- treten.	Zusätzlich mit Insektzid-Coating, xanthomonasfrei durch Spezialbe- handlung. Ein Coating erreicht ei- ne gute Wirkung bei sehr niedriger Aufwandmenge.	Verbesserte Möglichkeiten der Vi- talitätsprüfung von Saatgut mit mo- lekularbiologischen Methoden.
Sortenwahl		
Die Wahl der Sorte geschieht nur nach den Kriterien Reifezeit, Laub- qualität (Bundmöhre), Platzfestig- keit, Rübenform, -farbe und -länge.	Nutzung toleranter Sorten gegen Echten Mehltau und widerstands- fähiger Sorten gegen Alternaria und Cercospora.	Züchtung in Richtung Resistenzen insbesondere gegen Möhrenfliege, Blattläuse, Alternaria sowie gegen Nematoden.
Beetform		
Anbau in nicht speziell geformten Beeten oder auf Dämmen (2-3 Reihen). Ein Anbau auf Dämmen führt zu einer stärkeren Durchlüftung des Bestandes und kann den Befall mit pilzlichen Erregern reduzieren. Außerdem positive Effekte durch eine bessere Bodenerwärmung und durch eine Erleichterung der Ernte.		
Bestandsdichte		
Die Zielbestandesdichte liegt zwi- schen 1,2 Mio. (Frühmöhren) und 2 Mio. Pflanzen/ha (Lagermöhren).		Kultur mit geringerer Bestandes- dichte (mögliche Einsparung von Fungiziden durch einen geringeren Befall mit Schadpilzen). Allerdings können auch hohe Bestandesdich- ten zu einer geringeren Umweltbe- anspruchung führen, wenn hier- durch Herbizide eingespart werden können (höhere Bodenbedeckung).

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bodenabdeckung/Befallsabwehr		
Es wird auf offenem Boden kultiviert.	Die Möglichkeit des Einsatzes eines Kulturschutznetzes ist abhängig von der Flächengröße. Bei kleinen Flächen ist dies leistbar, bei großflächiger Produktion kaum umzusetzen (Kosten, Arbeitskraft).	

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Grundbodenbearbeitung		
Vor jedem Satz wird gepflügt.	Eine nicht wendende Bearbeitung führt auf der einen Seite zur Erhaltung der Bodenstruktur und Verringerung der Erosion, aber auf der anderen Seite zur Erhöhung des Unkrautdruckes. Hier ist eine Entscheidung auf Grundlage des Bodenzustandes, der Bodenart und des vorhandenen Unkrautdruckes notwendig. Zerstören der Bodenoberflächenstruktur durch Fräsen ist zu vermeiden. Möglichst strukturschonende Werkzeuge nutzen.	Weiterentwicklung in der Maschinen- und Gerätetechnik, die zu größerer Bodenschonung führt. Auf Grund optimierter Fruchtfolge, entsprechender Bodenbearbeitung und eingeschaltetem Gründungsanbau gibt es keine dauerhaften Verdichtungen.
Bodenabdeckung		
Es wird im offenen Boden kultiviert. Unkräuter werden mit Herbiziden bekämpft, bei Bedarf wird zusätzlich mechanisch gehackt. Durch die Kultur im offenen Boden kann es zu Erosion kommen. Möhren erreichen zusätzlich relativ spät einen vollen Bestandesschluss.	Konsequent darauf achten, Unkraut nie in Samen gehen zu lassen. Samen nach Kulturende möglichst auflaufen lassen und bekämpfen, nicht einpflügen.	
Bodenpflege während der Kultur		
Ein Befahren der Fläche auch bei schlechtem Bodenzustand (Ver Nassung) ist nicht immer zu vermeiden. Es werden möglichst leichte Maschinen mit bodenschonender Bereifung eingesetzt.	Durch Gerätekombinationen und größere Arbeitsbreiten der Geräte die Zahl der Überfahrten weiter reduzieren.	Anlage von begrünten Fahrgassen.

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
N-Bedarfsermittlung		
Meist wird zu Saisonbeginn eine $N_{\min}$ -Analyse gezogen. Die Startdüngung des einzelnen Satzes und deren Kopfdüngungen werden kalkuliert (Erfahrungs- oder Tabellenwerte).	Nach KNS-System bei jedem Satz (Beachtung finden N-Nachlieferung aus Ernterückständen sowie Bodenart). Das KNS-System ist die genaueste Methode, hat sich aber bisher nicht flächendeckend durchgesetzt (Grund: $N_{\min}$ -Messung zu jeder Kultur). <i>Alternative:</i> $N_{\min}$ -Messungen vor oder während der zweiten Feldnutzung. Hier findet man meistens nennenswerte $N_{\min}$ -Mengen, die den Düngereinsatz reduzieren können. Die nachfolgenden Düngungen mit Hilfe von Expertensystemen (z.B. N-Expert) kalkulieren oder über Düngefenster festlegen. Auf jeden Fall im Herbst zur letzten Ernte eine Probenahme durchführen, um die eigenen Maßnahmen zu kontrollieren (s. auch Kap. 2.4). Bei Einsatz von Mulch Düngung auf Grund der höheren N-Mineralisation reduzieren. Bei Möhre kann häufig ganz auf eine N-Düngung verzichtet werden.	Einführung einer standortspezifischen Sollwertbestimmung, d.h. unter Berücksichtigung des Ertragspotenzials des Bodens.
P, K, Mg- Bedarfsermittlung		
Analysen erfolgen mindestens alle 6 Jahre. Weiterhin wird eine Bilanzierung gemäß Düngeverordnung durchgeführt. Kalkulation zwischen den Messungen unter Berücksichtigung der Feldabfuhr, der Bodenart und des Korrekturfaktors für die aktuelle Gehaltsklasse (A-E). Insbesondere für P wichtig in Gewässernähe. Zum Teil erfolgt die Düngung nach langjährigen Erfahrungswerten. Gemüsebaulich genutzte Böden sind häufig so hoch mit P versorgt, dass eine Düngung nicht notwendig ist. Bei neu gepachteten Flächen erfolgt eine Vollanalyse.	Je nach Bodenart alle 2-3 Jahre Messung der P-, K- und Mg-Gehalte.	

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
B-Düngung		
Die Bor-Versorgung muss durch die Düngungsmaßnahmen sichergestellt werden.		
Ausbringungstechnik		
Je nach Ausstattung des Betriebes wird mit Kasten-, Kreisel- oder Schleuderstreuern gedüngt.	Nutzung von Präzisionsstreuern, eventuell auch platzierte Reihendüngung. Arbeitsgassen nicht mitdüngen.	
Anzahl N-Applikationen		
Es wird eine N-Kopfdüngung mit einem schnell verfügbaren N-Dünger gegeben.	Nutzung stabilsierter N-Dünger (d.h. kaum Auswaschung, gleichmäßige Versorgung und bedarfsgerechtere Freisetzung).	

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bestimmung des Bewässerungszeitpunkts		
Meist wird der Zeitpunkt über Erfahrungswerte festgelegt. Bei knapper Ausstattung mit Bewässerungsrohren oder -maschinen wird nach relativer Bedürftigkeit bewässert.	Festlegung des Zeitpunktes und der Menge nach praktischer Erfahrung unter Berücksichtigung der Bodenfeuchte, des Entwicklungsstadiums, der Bodenart, der Witterungsverhältnisse und der Wettervorhersage. Die ausgebrachte Menge wird über Regenmesser, Wasseruhren oder eine Zeitmessung kontrolliert.	A) Bodenfeuchte: Messung der Bodenfeuchte mit Tensiometern oder TDR-Sonden. B) Geisenheimer Methode: Diese Methode (siehe Kap. 2.4) hat verbesserte Einsatzchancen, wenn die nötige Niederschlagsmessung auf den einzelnen Parzellen elektronisch bzw. automatisch in der Schlagkartei erfolgt. C) Entwicklung von Verfahren, die den Wasserzustand der Pflanze messbar machen.
Ausbringungstechnik		
Üblich sind Beregnungsmaschinen oder Rohrberegnungssysteme mit Schwinghebelregnern.	Die Anlagen sollten mit Abschaltautomaten ausgerüstet sein. Für eine genaue Verteilung sollten alle 2 statt 3 Rohre Kreisregner gesetzt werden, oder Beregnungsmaschine mit Düsenwagen zum Einsatz kommen.	Weiterentwicklung von Beregnungsmaschinen in Richtung größerer Verteilgenauigkeit und weniger Abtrift.

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Witterung während der Ausbringung		
Aufgrund täglicher Betriebsabläufe wird oft auf die Witterung wenig Rücksicht genommen.	Die Bewässerung erfolgt möglichst morgens nur bei geringer Windgeschwindigkeit (Abtrift) und bei niedrigen Temperaturen (Evaporation).	Engeres Prognosenetz durch kleinräumige Wettermessungen.
Wahl der Wasserquelle		
Je nach Betriebsstandort und Möglichkeit wird Leitungs-, Oberflächen- oder Brunnenwasser genutzt.	Es wird möglichst nur Oberflächen- oder Brunnenwasser genutzt. Bei Entnahme von Oberflächenwasser ist der hygienische Zustand zu kontrollieren.	
Wassermenge pro Gabe		
Es werden selten Mengenkalkulationen im Betrieb durchgeführt. Oft werden Standardwerte gegeben (über die Berechnungszeit).	Kalkulation der notwendigen Beregnungsmenge über Messung der aktuellen Bodenfeuchte, der Bodenart und der Durchwurzelungstiefe (s. auch Kap. 2.6). Überprüfung der ausgebrachten Menge im Bestand.	

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bestimmung des Einsatzzeitpunkts		
Gegen beißende und saugende Insekten wird sofort nach Befallserkennung behandelt. Gegen pilzliche Erreger (<i>Alternaria</i> und <i>Cercospora</i>) vorbeugend.		Weitere Entwicklungen von Prognosemodellen und Schadensschwellen-Konzepten.
Mittelwahl		
Die Zulassungssituation lässt oft keine Auswahl an Pflanzenschutzmitteln zu. (Zur Zeit ändern sich Zulassungen und Genehmigungen in einem rasanten Tempo.)	Auswahl möglichst nützlingsschonender Mittel.	Wünschenswert wären möglichst spezifisch wirkende Mittel, deren Wirkstoffe schnell abgebaut werden und die Möglichkeit, Wirkstoffe wechseln zu können, um Resistenzbildung zu verhindern.

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Umgang mit Wetterrisiko		
Bei entsprechendem Befallsdruck kann es vorkommen, dass auch in Grenzsituationen behandelt wird.	Behandlung nur bei niedriger Windgeschwindigkeit und bei trockener Witterung durchführen (vgl. Kap. 2.7). Bei bestimmten Wirkstoffen Beachtung geforderter Temperatur- und Strahlungsbedingungen.	Engeres Prognosenetz durch kleinräumigere Wettermessungen.
Gerätetechnik		
Ausbringung erfolgt mit geprüften Geräten, vorzugsweise mit abtriftarmen Düsen.	Grundsätzlich Nutzung abtriftarmer Düsen.	Nutzung luftunterstützter Pflanzenschutzgeräte (weniger Mittelaufwand und bessere Wirkung).

Unkrautbekämpfung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Vorbeugen		
Reduzieren des Unkrautdruckes über die Kulturfolge und die Bodenbearbeitung.	Feldhygiene optimieren, Unkraut nicht aussamen lassen.	
Durchführen		
Es werden in der Regel Herbizide eingesetzt. Zum Teil wird auch mechanisch gehackt. Je nach Betriebsform kann auch eine Handhacke folgen.	Nutzung neuerer Hacksysteme wie Bürstenhacke, Sternhacke etc. Nutzung von Häufelkörpern zur Bekämpfung in der Reihe. Abflammen vor dem Auflaufen oder in frühem Kulturstadium. In der Regel sind Kombinationen verschiedener Maßnahmen sinnvoll. Entscheidend sind der richtige Zeitpunkt der Maßnahme(n) und auf Boden und Kultur angepasste Maschinen.	GPS gestützte Herdbehandlung. Selektive Bekämpfung durch Bilderkennung.

Ernte		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Wahl des Erntezeitpunkts		
Auf die Witterung kann zur Ernte nur bedingt Rücksicht genommen werden. Deshalb kann es vorkommen, dass auch stärker durchfeuchtete Böden befahren werden müssen (Bodenverdichtung).	Für Frischmöhren ist die Ernte bei trockenem Boden zu bevorzugen, um möglichst saubere Möhren zu ernten. Bei Ernte für Lagermöhren ist dies genau umgekehrt. Hier wird ein Erdbesatz angestrebt.	Anlage von begrünten Fahrgassen.
Gerätetechnik		
Es wird mit Hilfe eines oft nur einreihigen Siebketten- oder Klemmbandroders geerntet.	Nutzung mehrreihiger Erntegeräte. Leichtes Erntegerät / optimale Be- reifung einsetzen.	

3.5 Umweltrelevante Aspekte bei der Kultur von Freiland-Kopfsalat

Josef Schlaghecken, Josef Klapwijk und Andreas Fricke
unter Mitarbeit von Berthold Huber

3.5.1 Beispiel eines in der Praxis üblichen Verfahrens

Jungpflanzenanzucht: Für den Anbau von Freilandkopfsalat werden Erdpresstopfpflanzen (meist 4 cm) in den Gewächshäusern spezialisierter Jungpflanzenbetriebe herangezogen. Die weitere Salatproduktion findet fast ausschließlich in spezialisierten Freilandbetrieben statt. Die üblichen Jahresanbauflächen liegen zwischen 30 und 50 ha.

Die **Grunddüngung** mit P, K und Mg erfolgt entsprechend der jeweiligen Bodengehaltsklasse für die gesamte Kulturfolge des Jahres nach der erwarteten Feldabfuhr. Beim **Stickstoff** berücksichtigt man den $N_{\min}$ -Bodenvorrat in der Bodenschicht 0-30 cm. Kurz vor der Pflanzung wird auf einen Wert von ca. 140 kg N/ha aufgedüngt, im Frühanbau bei dichter Pflanzung bis 160 kg N/ha. Die Berücksichtigung der $N_{\min}$ -Bodenvorräte, die etwa ab Mai sinnvoll ist, erfolgt in einer Anzahl von Betrieben durch eine $N_{\min}$ -Messung vor der Pflanzung und in einigen Fällen mit Hilfe eines Kalkulationsverfahren wie z.B. N-Expert. Ein Großteil der Betriebe schätzt die Bodenvorräte mit Hilfe von Erfahrungswerten grob ab.

Pflanzung: Die (abgehärteten) Kopfsalat-Jungpflanzen werden beetweise ins Freiland gesetzt (Beetbreite je nach Maschinenausstattung 1,25 - 2,10 m, Pflanzabstand ca. 28-30 x 30-35 cm, Bestandesdichte 10-11 Pflanzen/m²). Pro ha stehen unter Berücksichtigung von Arbeitsgassen etc. meist ca. 70.000 Pflanzen.

Zur **Unkrautbekämpfung** wird meist kurz nach der Pflanzung ein Herbizid eingesetzt.

Die **Bewässerung** erfolgt nach Pflanzenbedarf meist per Kreisregner, vereinzelt mit Gießwagen, in der Regel ohne Steuerung (Tensiometer, Gipsblock). Eine Tropfbewässerung ist für die schnellwachsende Kopfsalatkultur (Kulturzeit im Sommer nur 5-6 Wochen) unüblich und aus arbeitswirtschaftlichen Gründen unrentabel.

Die **Ernte** des Kopfsalates erfolgt derzeit als 12er Sortierung (Einzelkopfgewicht ca. 400 g). Größere Betriebe setzen hierfür Erntebänder mit Einzelkopfwäsche ein. Die Erntequote sollte mindestens 80 % betragen.

Ziel- / Wunschvorstellung

Gesunder, blattlausfreier und erdfreier Kopfsalat, der mit einem Arbeitsgang zu ernten ist. Erntequote mind. 80-90 %, derzeit ausschließlich 12er-Packung mit einem Kopfgewicht von rund 400 Gramm. Kontinuierliche Marktbeflieferung über die ganze Saison von ca. Ende April bis Anfang November.

3.5.2 Handlungsfelder und ihr Management

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Saatgutwahl		
Bei nicht resistenten Sorten kann das Saatgut mit Septoria und Salatmosaikvirus (LMV) befallen sein.	Bei fehlender LMV-Resistenz sollte geprüftes Saatgut verwendet werden. Saatgut sollte auch auf Septoriabefall getestet sein.	Alle Sorten, auch bei den Blattsalatarten, sollten eine LMV-Resistenz aufweisen
Artenwahl		
Alle Salate werden nur mit ausreichend großem und gesundem Umblatt vermarktet. Gesunde Umblätter erfordern allerdings einen besonders hohen Einsatz an Pflanzenschutzmitteln.	Kopfsalat wird beinahe ausschließlich mit Umblatt vermarktet. Erste Versuche mit der Vermarktung von Salatherzen gibt es. Ein Trend besteht auch zu anderen Salatarten, wie Eissalat, Romana, Little Gem, bei denen ohne Umblatt vermarktet wird.	Salate, die ohne Umblatt vermarktet werden, müssen weniger intensiv mit PSM behandelt werden (siehe Eissalat und Little Gem). Das Gleiche wäre der Fall, wenn kleinere Köpfe vermarktet werden könnten. Die zu erreichende Erntequote liegt bei dieser Nutzung meist höher als sonst üblich.
Sortenwahl		
Oft werden noch Sorten ohne ausreichende Bremia- und Nasonoviarresistenz gewählt.	Nutzung der ersten BL 1-24 sowie von Nasonoviarresistenten Sorten.	Kopfsalatsorten mit möglichst vollständigen Resistenzen gegen Bremia, Blattläuse, Virus, Rhizoctonia, Sklerotinia, Wurzelläuse und guter Toleranz gegen Innenbrand und Glasigkeit.
Keine professionelle Erfolgskontrolle der Sorten im Betrieb bzw. in der Region.	Innerbetriebliche Sortenbeurteilung und Sortenwahloptimierung.	Mehrfährige und überbetriebliche Sortenauswertungen mit Hilfe der EDV-Schlagkartei und überbetrieblicher Datenauswertung im Internet.
Feldauswahl		
Salat wird immer wieder auf denselben Flächen gepflanzt.	Nach Möglichkeit Flächenwechsel zur Vermeidung von Schaderregerproblemen. Wahl eines ausreichend abgetrockneten und möglichst unkrautfreien Feldes.	Auf Grund reichlicher Flächenausstattung Auswahl eines Feldes ohne Bodensenken, Bodenverdichtungen, Staunässe und bodenbürtigen Krankheiten.
Qualität von Saatgut und Jungpflanzen		
Wahl gesunden, pillierten Saatgutes mit mind. 92%iger Keimfähigkeit, gebeizt gegen pilzliche Erreger. Lieferung des Saatgutes erfolgt mit Angabe der Partienummer. Bei Jungpflanzenzukauf: Bewertung der Jungpflanzenqualität bei Lieferung insbesondere auf Gesundheitszustand.	Bei der Jungpflanzenbestellung möglichst genaue Qualitätsanforderungen an die Pflanzengesundheit festlegen.	Verbesserte Möglichkeiten der Vitalitätsprüfung von Saatgut mit molekularbiologischen Methoden.

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Fruchtfolge/ Feldauswahl		
Als Vorkultur steht meist Gemüse. Im schlechtesten Fall Salat oder eine andere Wirtspflanze von Rhizoctonia, Sklerotinia bzw. anderen Schaderregern.	Wahl eines für Kopfsalat gut geeigneten Feldes ohne Korbblütler als Vorkultur und ohne Vorkulturen, die Wirte von aktuellen Krankheiten sind.	Gut geeignete Felder, ohne bodenbürtige Probleme (Rhizoctonia, Sklerotinia, Bodensenken usw.). Fruchtfolge so optimieren, dass sich keine salataktuellen Probleme entwickeln können. Zum Beispiel nicht mehr als 1/3 der Fruchtfolge mit Rhizoctoniawirten. In Zukunft sollte eine stärkere Integration landwirtschaftlicher Kulturen beachtet werden.
Beetform und Düngung		
Es wird auf ebenerdigen Beeten angebaut. Die Düngung erfolgt auf dem gesamten Feld.	Ebenerdiger Anbau. Die Düngung erfolgt nur im Beet und in einem Arbeitsgang mit der Pflanzung. Die Arbeitsgassen werden nicht mit gedüngt.	Ebenerdiger Anbau oder auf Dämmen. Es wird eine Reihendüngung durchgeführt (vor allem für N). Dies macht vor allem bei großen Niederschlägen den Anbau viel sicherer und spart erhebliche N-Mengen.

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Strukturstabilität		
Die Böden sind nach vielen Erntegängen, die trotz hoher Bodenfeuchte durchgeführt werden mussten, vor allem in den Erntewegen verdichtet und verschlämmt.	Eine weite Fruchtfolge strapaziert den Boden nicht so sehr.	Böden können sich nach einer Stressperiode wieder durch eine entsprechende Kur (Gründüngung usw.) regenerieren.
Bodenverdichtung		
Die Bodenstruktur ist auf Grund intensiver Nutzung mit 2-3 Kulturen pro Jahr nicht optimal.	Eine weiter gestellte Fruchtfolge strapaziert den Boden nicht so sehr.	Weiterentwicklung in der Maschinen- und Gerätetechnik, die zu größerer Bodenschonung führt. Anlage von begrünten Fahrgassen. Auf Grund optimierter Fruchtfolge, entsprechender Bodenbearbeitung und eingeschaltetem Gründungsanbau gibt es keine dauerhaften Verdichtungen.

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Unkrautdruck		
Auf Grund der oft unzureichenden Fruchtfolge und eingeschränkter Herbizidauswahl erfolgt eine starke Selektion von Korbblütler-Unkräutern.	Durch gute Feldhygiene und opti- mierte Fruchtfolge kommt es zu weniger Unkrautselektion.	Mit Hilfe einer optimierten Frucht- folge mit weniger als 20% Korb- blütler ist eine Unkrautselektion kein Problem mehr. Nach jeder und vor jeder Kultur wird versucht, vorhandene Unkräuter auflaufen zu lassen. Langfristig könnte ein Spritzmulch aus organischer Masse (Zellulose usw.) weitere Verbesserungen bringen.
Feldhygiene		
Oft werden die Ernterückstände nach Aberntung des Feldes erst Wochen später eingearbeitet.	Kurz nach der Aberntung werden die Ernterückstände eingearbeitet.	Das Unkraut wird immer vor der Samenbildung beseitigt. Maximal 1-3 Tage nach der letzten Ernte werden die Ernterückstände ab- geschlegelt bzw. 5 cm tief vorsich- tig gefräst, so dass auch die Strünke zerkleinert werden. Langfristig ist zu überlegen, ob kranke Pflanzen im Bestand mit ei- nem Suchautomat aufgesucht und zerstört werden könnten (z.B. ab- saugen oder abflammen). Hiermit könnte die z.T. starke Entwicklung von Sklerotien verhindert werden.

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
N-Bedarfsermittlung		
Meist wird zu Saisonbeginn eine $N_{\min}$ -Analyse gezogen. Die Start- düngung des einzelnen Satzes und deren Kopfdüngungen werden kalkuliert (Erfahrungs- oder Tabel- lenwerte).	Nach KNS-System bei jedem Satz (Beachtung finden N-Nachliefe- rung aus Ernterückständen sowie Bodenart). Das KNS-System ist die genaueste Methode, hat sich aber bisher nicht flächendeckend durchgesetzt (Grund: $N_{\min}$ - Messung zu jeder Kultur). <i>Alternative:</i> $N_{\min}$ -Messungen vor oder während der zweiten Feld- nutzung. Hier findet man meistens nennenswerte $N_{\min}$ -Mengen, die den Düngereinsatz reduzieren können. Die nachfolgenden Dün-	$N_{\min}$ -Untersuchungen werden vor jedem Anbau und jeder Dünge- maßnahme durchgeführt. Einführung einer standortspezifi- schen Sollwertbestimmung, d.h. unter Berücksichtigung des Er- tragspotenzials des Bodens. Anwendung von Kalkulationsmo- dellen unter Einbeziehung klein- räumiger Niederschlagsmessun- gen. Entwicklung einer ständigen, elekt- ronischen Nitratüberwachung des

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
	gungen mit Hilfe von Expertensys- temen (z.B. N-Expert) kalkulieren oder über Düngefenster festlegen. Auf jeden Fall im Herbst zur letzten Ernte eine Probenahme durchfüh- ren, um die eigenen Maßnahmen zu kontrollieren (s. auch Kap. 2.4). Bei Einsatz von Mulch Düngung auf Grund der höheren N- Mineralisation reduzieren.	Bodens z.B. über einen tensiome- terähnliche Saugsonde. Über Funk gelangen die Werte in den PC.
P, K, Mg- Bedarfsermittlung		
Analysen erfolgen mindestens alle 6 Jahre. Weiterhin wird eine Bilan- zierung gemäß Düngeverordnung durchgeführt. Kalkulation zwischen den Messun- gen unter Berücksichtigung der Feldabfuhr, der Bodenart und des Korrekturfaktors für die aktuelle Gehaltsklasse (A-E). Insbesondere für P wichtig in Gewässernähe. Zum Teil erfolgt die Düngung nach langjährigen Erfahrungswerten. Gemüsebaulich genutzte Böden sind häufig so hoch mit P versorgt, dass eine Düngung nicht nötig ist. Bei neu gepachteten Flächen er- folgt eine Vollanalyse.	Je nach Bodenart alle 2-3 Jahre Messung der P-, K- und Mg- Gehalte.	
S-Düngung		
Durch geringere S-Depositionen aus der Luft, ist teilweise eine Schwefeldüngung notwendig.	Regelmäßige Bodenprobennah- men.	
Auswahl des Düngemittels		
Auswahl erfolgt nach Eignung und Preis.	Auswahl von schadstoffarmen, stabilisierten Düngemitteln (weni- ger N-Auswaschung, bedarfsge- rechtere Versorgung). Zur vorbeugenden Pilz- und Un- krautbekämpfung wird Kalkstick- stoff eingesetzt.	Nutzung eigener Düngermischun- gen, die für jeden Schlag und jede Kultur optimiert werden.
Düngerausbringung		
Ausbringung erfolgt über übliche Schleuderstreuer, wobei die ge- samte Fläche gedüngt wird.	Nutzung von Exaktstreuern. Es wird nur in den Beeten gedüngt.	Ausbringung der N-Dünger als Un- terfuß- bzw. Reihendüngung bei der Pflanzung. N-Nachdüngung nur noch flüssig über das Blatt. Wege und Schlep- perspuren werden nicht mitgedüngt.

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Anzahl Düngetermine		
Der gesamte Nährstoffbedarf wird vor der Pflanzung gegeben. Nur in Ausnahmefällen (hohe Niederschläge mit Nitratauswaschung und Stickstoffmangel) wird z.B. mit Kalksalpeter nachgedüngt (flüssig oder als Reihendüngung).	Die Grunddüngung erfolgt nach vorheriger Bedarfsermittlung und Berücksichtigung der Bodenwerte. Bei N-Bedarf werden eine oder zwei Kopfdüngungen gegeben.	Eine Grunddüngung erfolgt nur auf der zu bepflanzenden Fläche. Stickstoff wird nur in stabiler Form als Unterfuß-Reihendüngung gegeben.

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bewässerungszeitpunkt / Bewässerungsmenge pro Gabe		
Der Bewässerungszeitpunkt wird nur nach Erfahrungswerten festgelegt. Es wird eine pauschale Menge pro Gabe ausgebracht (Dauer z.B. pauschal 2-4 Stunden).	Festlegung des Zeitpunktes und der Menge nach praktischer Erfahrung unter Berücksichtigung der Bodenfeuchte, des Entwicklungsstadiums, der Bodenart, der Witterungsverhältnisse und der Wettervorhersage. Die ausgebrachte Menge wird über Regenmesser, Wasseruhren oder eine Zeitmessung kontrolliert.	A) Bodenfeuchte: Messung der Bodenfeuchte mit Tensiometern oder TDR-Sonden. B) Geisenheimer Methode: Diese Methode (vgl. Kap. 2.4) hat verbesserte Einsatzchancen, wenn die nötige Niederschlagsmessung auf den einzelnen Parzellen elektronisch bzw. automatisch in der Schlagkartei erfolgt. C) Entwicklung von Verfahren, die den Wasserzustand der Pflanze messbar machen.
Witterung während der Ausbringung		
Ausbringung bei möglichst wenig Wind.	Ausbringung bei Windstille und nicht zu heißer Witterung (Verdunstung ist geringer).	Engeres Prognosenetz durch kleinräumige Wettermessungen.
Tageszeit		
Ausbringung tagsüber.	Ausbringung abends oder nachts (in Ortsnähe abends).	
Wahl der Wasserquelle		
Es wird Leitungswasser, Oberflächenwasser oder Brunnenwasser benutzt.	Möglichst Nutzung von Oberflächenwasser oder aus Tiefbrunnen.	

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln

Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Bestimmung des Einsatzzeitpunkts		
Einsatz erfolgt nach Faustregel und Erfahrung	Einsatz erfolgt bei Pilzkrankheiten vorbeugend und bei Blattläusen bei Befall. Warndienstsyste- me werden genutzt	Nutzung von Prognoseprogram- men z.B. bei Bremia und EDV- Optimierungsprogrammen, die den voraussichtlichen Wetterverlauf (Temperaturen, Wind usw.) be- rücksichtigen. Weitere Entwicklungen von Scha- densschwellen-Konzepten.
Jungpflanzenbehandlung		
Es findet keine längerwirkende, vorbeugende Behandlung der Jungpflanzen statt.	Vorbeugende Behandlung der Jungpflanzen vor tierischen und pilzlichen Erregern kurz vor der Pflanzung.	Verstärkte vorbeugende Behand- lung der Jungpflanzen kurz vor dem Auspflanzen mit Wirkung bis kurz vor der Ernte gegen Bremia, Blattläuse, Salatfäulen, usw.
Wahl des Pflanzenschutzmittels		
Bevorzugt werden schnellwirkende PSM mit langanhaltender (syste- mischer) Wirkung gewählt.	Auswahl erfolgt, soweit noch mög- lich, nach Wirkung und Umweltver- träglichkeit (schneller Abbau) so- wie Nützlingsschonung.	Nach genauer Information (Bera- tung, Warndienst, Internet, Tele- fonbox, Fax, Landhandel, usw.). Wünschenswert wären möglichst spezifisch wirkende Mittel, deren Wirkstoffe schnell abgebaut wer- den, sowie die Möglichkeit, Wirk- stoffe wechseln zu können, um Resistenzbildung zu verhindern.
Witterung, Umgang mit Wetterrisiko		
Ausbringung bei trockener Witte- rung, bei wenig Wind und wenn es nicht zu heiß ist.	Ausbringung bei trockener Witte- rung (auch in den nächsten Stun- den!), bei Windstille und wenn es weder sonnig noch heiß ist (vgl. Kap. 2.7).	Zusätzlich Beachtung noch länger- fristiger Wetterprognosen. Engeres Prognosenetz durch kleinräumigere Wettermessungen. Bei Anwendung von Herbiziden Sicherstellung einer ausreichen- den Wachsschicht auf den Blättern der Kulturpflanzen (vorher etwas trocken kultivieren).
Gerätetechnik		
Einsatz geprüfter Pflanzenschutz- geräte.	Einsatz geprüfter Pflanzenschutz- geräte, genaue und umweltfreund- lichere Düsen nach dem neuesten Stand der Entwicklung (Nachtropf- stopp, evtl. mit Luftunterstützung und „Recycling“).	Weitere technische Entwicklungen in Richtung geringer Verluste durch Abtrift. Ein möglichst hoher Prozentsatz der ausgebrachten Wirkstoffmenge sollte die Pflanze erreichen.

Unkrautbekämpfung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Durchführen		
Die Bekämpfung erfolgt vor Kulturbeginn mit der Bodenbearbeitung sowie nach dem Pflanzen chemisch und mechanisch.	Geschicktes Unkrautmanagement durch Flächentausch, Kulturfolge und frühzeitige Bodenbearbeitung. Mulchen abgeernteter Bestände vor Aussamen des Unkrauts.	Felder werden zum schnelleren Auflaufen der Unkräuter bei Trockenheit beregnet, dann folgt eine wiederholte flache Bodenbearbeitungen zur Vernichtung aufgelaufener Unkräuter (Reduzierung des Samenpotenzials im Boden). GPS gestützte Herdbehandlung. Selektive Bekämpfung durch Bilderkennung.
Herbizideinsatz		
Es findet ein regelmäßiger Herbizideinsatz vor und während der Kultur statt.	Ein geringer Unkrautbesatz ist tolerierbar. Die Unkräuter sollten jedoch keine Samen bilden können. Abschätzung der Herbizide auf ihre Umweltverträglichkeit hin. Mechanische Unkrautbekämpfung je nach Bodenbefahrbarkeit.	Durch optimale und frühzeitige Bodenvorbereitung kann auf Herbizide verzichtet werden. Einmaliger Einsatz von Hackgeräten oder auch eine Kombination verschiedener Hackgeräte reicht aus. Entwicklung gezielt anwendbarer Herbizide mit noch geringeren schädlichen Auswirkungen auf Nützlinge, Boden und Wasser.

Ernte		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Witterung, Wahl des Erntezeitpunkts		
Die Ernte muss bei jedem Wetter erfolgen. Geschnitten wird von Hand direkt in Kisten. Der Abtransport geschieht per Tieflader oder Heckstapler. Es wird morgens geerntet (niedrige Temperatur).	Nutzung von Erntebändern, um die Anzahl Fahrspuren zu reduzieren. Bei Regen erfolgt der Abtransport der Kisten durch den Schlepper, der ausschließlich in den speziellen Erntegassen fährt.	Die Ernte erfolgt bodenschonend per Ernteband. Der Schlepper fährt in speziellen (evtl. begrünten oder befestigten) Erntegassen. Langfristig sind feste Arbeitsgassen, die nicht mehr gepflügt werden, denkbar.
Häufigkeit, Anzahl der Erntegänge		
Meist ist eine Einmalernte möglich. Im Frühjahr oder bei schlechten Anwuchsbedingungen werden evtl. auch zwei Erntegänge notwendig.	Durch gute Pflanzarbeit und Anwachsbevässerung ist grundsätzlich eine Einmalernte bei einer Ausbeute von rund 80% möglich.	Durch bessere Pflanztechnik und optimierte Anwachsbedingungen noch gleichmäßigere Kopfgrößen und -gewichte.

3.6 Umweltrelevante Aspekte bei der Kultur von Frischmarkt-Spinat

Josef Schlaghecken und Andreas Fricke

3.6.1 Beispiel eines in der Praxis üblichen Verfahrens

Der Anbau von Frischmarkt-Spinat erfolgt durch Direktsaat. Für eine kontinuierliche Markbelieferung sät man satzweise von Februar bis Anfang Oktober. Die letzten Saaten sind für die Überwinterung bestimmt und erlauben eine frühe Ernte im Frühjahr. Gesät werden auf der Schlepperspur von 150-200 cm jeweils 6-8 Reihen. Pro m² sollen etwa 250 Pflanzen stehen. Die Kulturdauer beträgt je nach Jahreszeit etwa 40-50 Tage. Für den Überwinterungsanbau entsprechend länger. Frühjahrs-saaten können durch Vliesbedeckung gesichert und verfrüht werden.

Zur Nährstoffversorgung gelten 150 kg N/ha, 35 kg P₂O₅/ha, 200 kg K₂O/ha und 25 kg MgO/ha als Standardwerte. Spinat hat von Natur aus einen hohen Nitratgehalt, der auch mit der gewünschten, dunkelgrünen Blattfarbe korreliert. Der amtliche Grenzwert beträgt 2.500 mg NO₃/kg Frischsubstanz. Um diesen nicht zu überschreiten, muss die N-Verorgung gezielt und unter Berücksichtigung der N_{min}-Bodenvorräte und der Vorkultur erfolgen.

Im Bereich Pflanzenschutz sind vor allem die Unkrautbekämpfung, der Falsche Mehltau sowie Viruskrankheiten und der Blattlausbefall aktuell. Je nach Markt ergibt sich ein Ertrag von 200-400 dt/ha. Die Blätter werden von Hand geerntet oder mit speziellen Beeterntegeräten gemäht und in Kisten gefüllt. Die Vermarktung erfolgt als lose Ware; teilweise gibt es auch schon Spinatblätter im Flowpackbeutel.

Ziel- / Wunschvorstellung

Gesunder und blattlausfreier Spinat, der während der ganzen Saison von April bis Oktober frisch geerntet werden kann. Die Blätter müssen vollkommen gesund sein und frischgrün aussehen.

3.6.2 Handlungsfelder und ihr Management

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Qualität von Saatgut und Jungpflanzen		
Wahl gesunden Saatgutes mit hoher Triebkraft, gebeizt gegen pilzliche Erreger. Lieferung des Saatgutes erfolgt mit Angabe der Zertifizierungsnummer.		Cladosporiumfreies Saatgut. Evtl. Saatgutinkrustierung gegen Blattläuse. Verbesserte Möglichkeiten der Vitalitätsprüfung von Saatgut mit molekularbiologischen Methoden.
Sortenwahl		
Wahl vorwiegend vollständig mehltäures resistenter Sorten (7-fach). Resistente Sorten gegen Gurkenmosaikvirus (CMV) und Cladosporium sind kaum vorhanden.	Nutzung der CMV-toleranten und gegen Cladosporium resistenten Sorten.	Kombinierte Resistenz gegen Falschen Mehltau, Gurkenmosaikvirus und Cladosporium.
Feldauswahl und Fruchtfolge		
Vorkultur Gemüse, im schlechtesten Fall aus der gleichen Familie wie der Spinat selbst (Gänsefußgewächse) oder mit Wirtspflanzen des Gurkenmosaikvirus usw.	Wahl eines für Spinat gut geeigneten Feldes ohne Gänsefußgewächse als Vorkultur. Gut geeignete Felder, ohne bodenbürtige Probleme (Bodensenken usw.). Fruchtfolge so optimiert, dass sich keine spinataktuellen Probleme entwickeln können.	In Zukunft sollte eine stärkere Integration landwirtschaftlicher Kulturen beachtet werden.
Feldauswahl		
Spinat wird häufig auf den gleichen Flächen angebaut.	Wahl eines ausreichend abgetrockneten und möglichst unkrautfreien Feldes. Aufgrund reichlicher Flächenausstattung Auswahl eines optimalen Feldes ohne Bodensenken, Bodenverdichtungen, Staunässe und bodenbürtigen Krankheiten. Keine Parzelle mit hohen Ernterückständen der Vorkultur, die eine unberechenbare N-Quelle darstellen.	

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Strukturstabilität		
Die Böden können nach vielen Erntegängen, die trotz hoher Bo- denfeuchte durchgeführt werden mussten, vor allem in den Ernte- wegen verdichtet und verschlämmt sein.	Eine weite Fruchtfolge strapaziert den Boden weniger. Böden können sich nach einer Stressperiode wieder durch eine entsprechende Kur (Gründüngung usw.) regenerieren.	
Bodenverdichtung		
Die Bodenstruktur ist auf Grund in- tensiver Nutzung mit 2-3 Kulturen pro Jahr nicht optimal.	Aufgrund optimierter Fruchtfolge, entsprechender Bodenbearbeitung und eingeschaltetem Gründün- gungsanbau gibt es keine dauer- haften Verdichtungen.	Anlage von begrünten Fahrgas- sen. Weiterentwicklung in der Maschi- nen- und Gerätetechnik, die zu größerer Bodenschonung führt.
Unkrautdruck		
Aufgrund der oft unzureichenden Fruchtfolge geschieht eine starke Selektion von Unkräutern, die vom Herbizid nicht erfasst werden.	Durch gute Feldhygiene und opti- mierter Fruchtfolge weniger Un- krautselektion.	Mit Hilfe einer optimierten Frucht- folge mit weniger als 20% Kultu- ren, die die gleichen Unkräuter se- lektieren. Nach jeder und vor jeder Kultur wird versucht, vorhandene Unkräuter auflaufen zu lassen.
Feldhygiene		
Oft werden die Bestandsreste nach Aberntung des Feldes erst Wochen später eingearbeitet.	Maximal 1-3 Tage nach der letzten Ernte werden die Bestandesreste eingearbeitet. Unkraut wird immer vor der Sa- menbildung bekämpft.	

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
N-Bedarfsermittlung		
Meist wird zu Saisonbeginn eine $N_{\min}$ -Analyse gezogen. Die Startdüngung des einzelnen Satzes und deren Kopfdüngungen werden kalkuliert (Erfahrungs- oder Tabellenwerte).	Nach KNS-System bei jedem Satz (Beachtung finden N-Nachlieferung aus Ernterückständen sowie Bodenart). Das KNS-System ist die genaueste Methode, hat sich aber bisher nicht flächendeckend durchgesetzt (Grund: $N_{\min}$ -Messung zu jeder Kultur). <i>Alternative:</i> $N_{\min}$ -Messungen vor oder während der zweiten Feldnutzung. Hier findet man meistens nennenswerte $N_{\min}$ -Mengen, die den Düngereinsatz reduzieren können. Die nachfolgenden Düngungen mit Hilfe von Expertensystemen (z.B. N-Expert) kalkulieren oder über Düngefenster festlegen. Auf jeden Fall im Herbst zur letzten Ernte eine Probenahme durchführen, um die eigenen Maßnahmen zu kontrollieren (s. auch Kap. 2.4). Bei Einsatz von Mulch Düngung aufgrund der höheren N-Mineralisation reduzieren.	$N_{\min}$ -Untersuchungen werden vor jedem Anbau und jeder Düngemaßnahme durchgeführt. Der Nitratgrenzwert von 2.500 mg NO_3/kg kann so mit großer Sicherheit unterschritten werden. Einführung einer standortspezifischen Sollwertbestimmung, d.h. unter Berücksichtigung des Ertragspotenzials des Bodens. Anwendung von Kalkulationsmodellen unter Einbeziehung kleinräumiger Niederschlagsmessungen. Entwicklung einer ständigen, elektronischen Nitratüberwachung des Bodens z.B. über einen tensiometerähnliche Saugsonde. Über Funk gelangen die Werte in den PC.
P, K, Mg- Bedarfsermittlung		
Analysen erfolgen mindestens alle 6 Jahre. Weiterhin wird eine Bilanzierung gemäß Düngeverordnung durchgeführt. Kalkulation zwischen den Messungen unter Berücksichtigung der Feldabfuhr, der Bodenart und des Korrekturfaktors für die aktuelle Gehaltsklasse (A-E). Insbesondere für P wichtig in Gewässernähe. Zum Teil erfolgt die Düngung nach langjährigen Erfahrungswerten. Gemüsebaulich genutzte Böden sind häufig so hoch mit P versorgt, dass eine Düngung nicht notwendig ist. Bei neu gepachteten Flächen erfolgt eine Vollanalyse.	Je nach Bodenart alle 2-3 Jahre Messung der P-, K- und Mg-Gehalte.	

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Auswahl der Düngemittel		
Auswahl nach Eignung und Preis.	Auswahl von umweltschonenden, stabilisierten Düngemitteln (weniger N-Auswaschung, bedarfsgerechte Versorgung). Kalkstickstoff zur vorbeugenden Pilz- und Unkrautbekämpfung.	Umweltfreundliche Düngemittel, eigene Mischungen (optimiert für jeden Schlag und jede Kultur).
Düngerausbringung		
Übliche Schleuderstreuer, wobei die gesamte Fläche gedüngt wird.	Nutzung von Präzisionsstreuern, eventuell auch platzierte Reihendüngung. Arbeitsgassen werden nicht mitgedüngt.	
Anzahl Düngetermine		
Der gesamte Nährstoffbedarf wird vor der Pflanzung gegeben. Nur in Ausnahmefällen (hohe Niederschläge mit Nitratauswaschung und Stickstoffmangel) wird z.B. mit Kalksalpeter nachgedüngt (flüssig oder als Reihendüngung).	Grunddüngung nach vorheriger Bedarfsermittlung und Berücksichtigung der Bodenwerte. Bei N-Bedarf eine Kopfdüngergabe. Grunddüngung nur auf der zu bepflanzenden Fläche, Stickstoff nur in stabiler Form.	Grunddüngung nur auf der zu bepflanzenden Fläche, Stickstoff nur in stabiler Form.

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bewässerungszeitpunkt		
Pauschal läuft die Beregnung eine bestimmte Stundenzahl.	Festlegung des Zeitpunktes und der Menge nach praktischer Erfahrung unter Berücksichtigung der Bodenfeuchte, des Entwicklungsstadiums, der Bodenart, der Witterungsverhältnisse und der Wettervorhersage. Die ausgebrachte Menge wird über Regenmesser, Wasseruhren oder eine Zeitmessung kontrolliert.	A) Bodenfeuchte: Messung der Bodenfeuchte mit Tensiometern oder TDR-Sonden. B) Geisenheimer Methode: Diese Methode (vgl. Kap. 2.4) hat verbesserte Einsatzchancen, wenn die nötige Niederschlagsmessung auf den einzelnen Parzellen elektronisch bzw. automatisch in der Schlagkartei erfolgt. C) Entwicklung von Verfahren, die den Wasserzustand der Pflanze messbar machen.

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Ausbringung		
Rohre mit Kreisregnern (18er oder 24er Verband).	Rohre mit Kreisregnern (evtl. mit 2 Düsen pro Regner), 12er oder 18er Verband.	Rohre mit genaueren 2-strahligen Kreisregnern, 12er Verband oder aber mit präzisen Gießwagen. Weiterentwicklung von Beregnungsmaschinen in Richtung größerer Verteilgenauigkeit und weniger Abtrift.
Witterung während der Ausbringung		
Möglichst wenig Wind.	Windstill, nicht zu heiß und wenig Sonne.	Engeres Prognosenetz durch kleinräumige Wettermessungen.
Tageszeit		
Tagsüber	Abends (in Ortsnähe) oder nachts.	
Wahl der Wasserquelle		
Je nach Verfügbarkeit Leitungs-, Oberflächen-, oder Brunnenwasser.	Tiefbrunnen, Oberflächenwasser.	
Einzelgabe		
Beregnung erfolgt 2-4 Stunden.	Je nach Kultur und Bodenart etwa 15-25 mm, Kontrolle erfolgt mit Hilfe von Regenmessern, Wasseruhr und Zeitmessung.	

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bestimmung des Einsatzzeitpunkts		
Einsatz erfolgt bei Pilzkrankheiten vorbeugend und bei Blattläusen bei Befall.	Warndienstsyste werden genutzt	Nutzung von Prognoseprogrammen, die den voraussichtlichen Wetterverlauf (Temperaturen, Wind usw.) berücksichtigen.

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Wahl des Pflanzenschutzmittels		
Bevorzugt schnellwirkende PSM mit langanhaltender (systemischer) Wirkung.	Auswahl nach Wirkung und Umweltverträglichkeit (schneller Abbau) sowie Nützlingsschonung.	Nach genauer Information (Beratung, Warndienst, Internet, Telefonbox, Fax, Landhandel, usw.) wird ein spezifisch wirkendes umweltschonendes PSM ausgewählt. Wünschenswert wären möglichst spezifisch wirkende Mittel, deren Wirkstoffe schnell abgebaut werden und die Möglichkeit, Wirkstoffe wechseln zu können um Resistenzbildung zu verhindern.
Witterung, Umgang mit Wetterrisiko zum Ausbringungszeitpunkt		
Ausbringung bei trockener Witterung, bei wenig Wind und wenn es nicht zu heiß ist.	Ausbringung bei trockener Witterung (auch in den nächsten Stunden!), bei Windstille und wenn es weder sonnig noch heiß ist (vgl. Kap. 2.7).	Zusätzlich Beachtung noch längerfristiger Wetterprognosen. Engeres Prognosenetz durch kleinräumigere Wettermessungen. Bei Anwendung von Herbiziden Sicherstellung einer ausreichenden Wachsschicht auf den Blättern der Kulturpflanzen (vorher etwas trocken kultivieren).
Gerätetechnik		
Ausbringung erfolgt mit geprüften Geräten, vorzugsweise mit abtriftarmen Düsen.	Grundsätzlich Nutzung abtriftarmer Düsen.	Nutzung luftunterstützter Pflanzenschutzgeräte (weniger Mittelaufwand und bessere Wirkung). Ausbringung über installierte Präzisions-Beregnungssysteme.

Unkrautbekämpfung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Durchführen		
Vor Kulturbeginn mit der Bodenbearbeitung, nach der Saat chemisch und bei Restunkräutern mechanisch.	Frühzeitige Bodenbearbeitung und Unkrautunterdrückung. Felder werden zum schnelleren Auflaufen der Unkräuter bei Trockenheit beregnet, wiederholte flache Bodenbearbeitungen.	

Unkrautbekämpfung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Herbizideinsatz		
Herbizideinsatz vor und während der Kultur nach Beurteilung des Unkrautbesatzes und des aktuellen Wirkungsspektrums.	Abschätzung der Herbizide auf ihre Umweltverträglichkeit hin. Mechanische Unkrautbekämpfung je nach Bodenbefahrbarkeit.	Durch optimale und frühzeitige Bodenvorbereitung kann auf Herbizide verzichtet werden. Einmaliger Einsatz von Hackgeräten oder auch eine Kombination verschiedener Hackgeräte reicht aus. Entwicklung gezielt anwendbarer Herbizide mit noch geringeren schädlichen Auswirkungen auf Nützlinge, Boden und Wasser. Nutzung einer Mulchspritzung mit natürlichen, organischen Stoffen.

Ernte		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Witterung, Wahl des Erntezeitpunkts		
Ernte erfolgt bei jedem Wetter, geschnitten wird von Hand direkt in Kisten, oder mit automatischem, selbstfahrendem Spinaternter.		Weiterentwicklung in der Maschinen- und Gerätetechnik, die zu größerer Bodenschonung führt.

3.7 Umweltrelevante Aspekte bei der Kultur von Freiland-Bleichspargel

Joachim Ziegler

3.7.1 Beispiel eines in der Praxis üblichen Verfahrens

Jungpflanzenanzucht: Die Vermehrung erfolgt in spezialisierten Jungpflanzenbetrieben. Im April/Mai wird das Saatgut auf Freilandbeeten ausgesät. Im darauf folgenden Februar/März werden die einjährigen, etwa 50 bis 150 g schweren Jungpflanzen mit Spezialmaschinen gerodet und von Hand nach Gewicht sortiert. Die weitere Spargelproduktion findet fast ausschließlich in spezialisierten Freilandbetrieben statt. Die üblichen Anbauflächen liegen zwischen 2 und 30 ha, einzelne Großbetriebe bewirtschaften 100 bis über 300 ha.

Standortwahl/Bodenvorbereitung: Gute Standorte sind sehr gut wasserdurchlässige Sandböden, aber auch leichte bis mittlere Lösslehme sind aufgrund der heute verfügbaren Bodenbearbeitungstechnik geeignet. Die mindestens einjährige Bodenvorbereitung muss bei dieser tiefwurzelnden Gemüsekultur sehr gründlich vor der Pflanzung erfolgen. Die Nährstoffgehaltsklasse C ist für die Bodenhorizonte 0-30 und 30-60 cm anzustreben. Sie wird durch Zufuhr organischer Substanzen und mineralische Ergänzungsdüngung erreicht.

Die **Grunddüngung** mit P, K und Mg erfolgt entsprechend der jeweiligen Bodengehaltsklasse für die gesamte Kulturfolge des Jahres nach der erwarteten Feldabfuhr und den Nährstoffmengen, die durch das jährliche Wachstum des Wurzelspeichers festgelegt werden. Beim **Stickstoff** berücksichtigt man den $N_{\min}$ -Bodenvorrat in der Bodenschicht von 0-90 cm. Zum Austrieb (Junganlagen) bzw. zum Stechende wird auf die jeweiligen N-Sollwerte, z.B. auf ca. 130 kg N/ha bei Voll-ertragsanlagen, aufgedüngt. Bei extrem ertragsstarken Standorten und dichter Pflanzung kann der Sollwert bis 150 kg N/ha betragen. Zum Teil erfolgt die N-Düngung ohne vorherige $N_{\min}$ -Analyse mit Hilfe von Kalkulationsverfahren (z.B. N-Expert).

Pflanzung: Die Spargelpflanzen werden in Reihen von 2,0 m Abstand und Pflanzabständen von sortenabhängig 0,20 bis 0,38 m in der Reihe im März bis Mai ins Freiland gesetzt (Bestandesdichte 1,3 bis 2,5 Pflanzen/m²). Durch den Einsatz von Schmalspur- oder Hochradschleppern sind keine Arbeitsgassen erforderlich.

Zur **Unkrautbekämpfung** wird in erheblichem Umfang mit schwarzweißer Mulchfolie auf den Spargeldämmen gearbeitet. Durch einmaliges Nachdämmen in der Stechsaison werden auch die Laufgassen unkrautfrei gehalten. Zum Austrieb wird in der Regel einmal ein Herbizid eingesetzt. Wird zum Zweck der Ernteverfrüherung dagegen mit transparenten Dammfolien gearbeitet, so muss vor dem Bedecken eine weitere Herbizidspritzung erfolgen.

Zeitpunkt und Menge der **Bewässerung** richten sich nach dem Pflanzenbedarf. Die Bewässerung erfolgt meist per Kreisregner oder Großregner. Diese Überkopf-

bewässerungssysteme können sowohl als qualitätssichernde Maßnahme während der Ernte wie auch in der Vegetationsphase zur Anwendung kommen. Die Bewässerung wird vereinzelt über entwicklungsabhängige Verdunstungswerte gesteuert. Gelegentlich kommt auch eine über Tensiometer gesteuerte Tropfbewässerung während der Vegetation zur Anwendung.

Die **Ernte** des Bleichspargels erfolgt ausschließlich von Hand. Vielfältige, ein- oder mehrreihige Erntehilfen übernehmen die Handhabung der Folien (Abnehmen und Bedecken) und den Transport der schweren Erntekisten. Die Wirtschaftlichkeit der angebotenen Systeme ist sehr unterschiedlich und hängt u.a. sehr stark von der zu erntenden Stangenzahl pro Reihenmeter ab.

Ziel- / Wunschvorstellung

Es werden gesunde, ertragreiche und langlebige Spargelbestände angestrebt, bei denen ein sehr hoher Anteil Klasse I Extra über den gesamten Erntezeitraum von ca. 50 bis 60 Stechtagen erreicht wird. Die Verwendung unterschiedlichster Foliensysteme (Doppelbedeckung, weißschwarze Folien usw.) soll eine gute Steuerung der Erntemengen und Stangenqualitäten über einen langen Angebotszeitraum ermöglichen.

3.7.2 Handlungsfelder und ihr Management

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Saatgut		
Es gibt keine Resistenz gegen saatgutübertragbare Spargelviren oder Fusarium oxysporum.	Durch eine Saatgutvermehrung unter kontrollierten Bedingungen kann eine Saatgutverseuchung ausgeschlossen werden.	
Sortenwahl		
Die Sortenentscheidung richtet sich vorwiegend nach den Faktoren Qualität und Ertrag. Nur bei Nachbau beeinflussen Teilresistenzen die Entscheidung.	Es gibt nur wenige Sorten, die über eine pflanzenbaulich erkennbare Teilresistenz gegenüber Wurzelfäulen (Fusarium, Phytophthora u.a.) und Blattkrankheiten (Stemphylium, Puccinia, Botrytis) verfügen.	Spargelsorten mit möglichst vollständigen Resistenzen gegen Fusarium oxysporum, Spargelviren, Phytophthora megaspermae, Stemphylium botryosum u.a. Vorrangig ist eine Lösung des Nachbauproblems.
Befriedigende Erfolgskontrolle der Sorten im Betrieb.	Sehr präzise, EDV gestützte innerbetriebliche Sortenbeurteilung und standortbezogene Sortenwahloptimierung unter Einbezug des Folienbedeckungssystems.	

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz

Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Qualität von Saatgut und Jungpflanzen		
Wahl gesunden Saatgutes mit hoher Triebkraft, gebeizt gegen pilzliche Erreger. Lieferung des Saatgutes erfolgt mit Angabe der Zertifizierungsnummer. Bei Jungpflanzenzukauf: Visuelle Bewertung der Jungpflanzenqualität bei Lieferung insbesondere auf Gesundheitszustand.	Anwendung von extern kontrollierten Qualitätssicherungssystemen mit mehrstufigen Labor- und Besichtigungskontrollen von Saatgut, Boden und Jungpflanzen im Jungpflanzenvermehrungsbetrieb.	100%ige Befallsfreiheit bei Wurzelfusariosen nicht zu erreichen. Zu klären wäre, welche Erregerdichte zu frühem Befall und Pflanzenausfällen unter ungünstigen Anwuchsbedingungen führt.
Fruchtfolge und Felddauswahl		
Günstige Vorkulturen sind Getreide und eine lang stehende Gründüngung. Sehr ungünstig ist der Anbau von Spargel nach Spargel. Mindestens 10, besser 20 Jahre Anbaupause wird empfohlen. In vielen Betrieben und Anbaugebieten erfolgt mangels geeigneter Ausweichflächen ein engerer Nachbau.	Wahl eines für Spargel uneingeschränkt gut geeigneten Feldes ohne Belastung mit Wurzelkrankheiten, Bodenverdichtungen, Wasserführungsproblemen oder Humusmangel.	Verstärkte Suche nach Möglichkeiten, das Nachbauprobem zu entschärfen.
Anbauform und Düngung		
Es wird auf möglichst ebenen Flächen angebaut. Die Düngung erfolgt auf dem gesamten Feld. Spargelkraut wird im Vorwinter in den Boden eingearbeitet. Auf leichten Böden wird zum Ausgleich des Humusabbaus nach Ernteabschluss bzw. im Winter organisch gedüngt.	Bei sehr sandigen Böden werden ammoniumstabilisierte N-Dünger verwendet. Geringe organische Düngung während der Standzeit. Präzise und frühzeitig durchgeführte Bewässerungsmaßnahmen, um den Spargelpflanzen die N-Aufnahme rechtzeitig zu ermöglichen. Darüber hinaus sichert die Bewässerung eine Fahrgassenbegrünung (Ölrettich). Diese lockert den Boden, konserviert überschüssigen Stickstoff im Spätherbst und liefert Humus.	Suche nach Anbausystemen, die den Humusvorrat des Bodens wenig oder überhaupt nicht strapazieren, um weitgehend auf die organische Düngung während der Kulturzeit einer Spargelanlage verzichten zu können. Häufig kommt es bei organischer Düngung zu einer zu späten N-Freisetzung, die im Herbst vom abreifenden Spargel nicht mehr genutzt werden kann.

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Strukturstabilität		
Die Böden sind nach den täglichen Erntegängen, die trotz hoher Bodenfeuchte durchgeführt werden mussten, oberflächlich in den Fahrgassen verdichtet und verschlämmt. Bei hängigen Lagen kommt es im Folienanbau zu Erosion.	Während oder spätestens nach Ernteabschluss werden die Fahrgassen so tief wie möglich (Wurzelverletzungen) gelockert. Evtl. Wasserlöcher werden ausgepumpt.	Böden können sich nach einer Stressperiode wieder durch eine jährliche Fahrgassenbegrünung regenerieren.
Bodenverdichtung		
Die Bodenstruktur wird bei sachgemäßer Durchführung der Bodenbearbeitungsmaßnahmen geschont. Bei dringend notwendigen Pflegemaßnahmen (Pflanzenschutz) kommt es zu Verdichtungen im Fahrgassenbereich.	Hochradschlepper sind im Pflegebereich günstiger als Schmalspurschlepper zu beurteilen. Durch sie bleiben evtl. Druckschäden auf die Fahrgassenmitte begrenzt.	Bei entsprechender Bodenbearbeitung und eingeschaltetem Gründungsanbau gibt es keine dauerhaften Verdichtungen.
Unkrautdruck		
Aufgrund der langstehenden Kultur und der Bodenbearbeitung erfolgt häufig eine starke Selektion und Ausbreitung von bestimmten Dauerunkräutern wie z.B. Ackerwinde und Ackerdistel. Auch der Einsatz von Spargelherbiziden kann eine spezifische Unkrautflora erzeugen.	Durch eine sehr gute Feldauswahl und rechtzeitige Beseitigung von evtl. Dauerunkräutern in der Bodenvorbereitungszeit lassen sich die Probleme minimieren. Sehr gute Feldhygiene in den Anfangsjahren und Etablierung von stark wüchsigen Spargelanlagen verhindert Unkrautselektion und Unkrautdruck. Mulchfolien wirken positiv.	Wünschenswert sind transparente, photosensitive Folien, die Unkrautwachstum komplett unterbinden.
Feldhygiene		
Sauber abgemulchtes Spargellaub, sachgemäße Zerkleinerung der Strünke und perfekt hochgepflügte Winterdämme sorgen für eine schnelle Verrottung evtl. mit Krankheitserregern besetzter Ernterückstände und verhindern eine frühzeitige Verunkrautung im Frühjahr.	Kurz nach der Abreife des Spargellaubes (nicht vor Anfang November) wird das Laub gemulcht und in die Winterdämme eingearbeitet.	

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
N-Bedarfsermittlung		
Es werden kaum bzw. nur spora- disch N_{min} -Untersuchungen durch- geführt.	N_{min} -Untersuchungen finden jähr- lich zum Düngetermin statt.	N_{min} -Untersuchungen werden auf jedem Schlag und vor jeder Dün- gemaßnahme durchgeführt.
P, K, Mg- Bedarfsermittlung		
Analysen erfolgen mindestens alle 6 Jahre. Weiterhin wird eine Bilan- zierung gemäß Düngeverordnung durchgeführt. Die Bedarfsermittlung erfolgt nach Tabellenwerten der Beratung. Bei neu gepachteten Flächen er- folgt eine Vollanalyse.	Bodenuntersuchungen werden mindestens alle 3 Jahre durchge- führt.	Durchführung jährlicher Boden- untersuchungen.
Auswahl der Düngemittel		
Auswahl erfolgt nach Eignung und Preis.	Auswahl von schadstoffarmen, stabilisierten Düngemitteln (weni- ger N-Auswaschung, bedarfsge- rechtere Versorgung). Zur vorbeugenden Pilz- und Un- krautbekämpfung wird Kalkstick- stoff eingesetzt.	Nutzung eigener Mischungen, die für jeden Schlag optimiert werden.
Düngerausbringung		
Ausbringung erfolgt über übliche Schleuderstreuer, wobei die ge- samte Fläche gedüngt wird.	Nutzung von Exaktstreuern. Auch geringe Gaben sind genau verteil- bar. Nachdüngung bei geringem Bedarf über das Blatt.	Für eine evtl. Nachdüngung sind gesicherte Nährstoffgehalte im Spargellaub notwendig.
Anzahl Düngetermine		
Der gesamte Nährstoffbedarf wird vor dem Austrieb gegeben. Nur in Ausnahmefällen (sehr san- dige Böden, hohe Niederschläge mit Nitratauswaschung und Stick- stoffmangel) wird nachgedüngt.	Die Grunddüngung erfolgt nach vorheriger Bedarfsermittlung und Berücksichtigung der Bodenwerte. Bei N- und K-Bedarf werden gege- benenfalls eine oder zwei Kopf- düngungen gegeben.	

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bewässerungszeitpunkt/ Bewässerungsmenge pro Gabe		
Der Bewässerungszeitpunkt wird nur nach Erfahrungswerten festgelegt. Es wird bodenartabhängig eine pauschale Menge pro Gabe ausgebracht (Dauer z.B. pauschal 20 bis 50 mm).	Festlegung des Zeitpunktes und der Menge nach praktischer Erfahrung unter Berücksichtigung der Bodenfeuchte, des Entwicklungsstadiums, der Bodenart, der Witterungsverhältnisse und der Wettervorhersage. Die ausgebrachte Menge wird über Regenmesser, Wasseruhren oder eine Zeitmessung kontrolliert.	A) Bodenfeuchte: Messung der Bodenfeuchte mit Tensiometern oder TDR-Sonden. B) Geisenheimer Methode: Diese Methode (vgl. Kap. 2.4) hat verbesserte Einsatzchancen, wenn die nötige Niederschlagsmessung auf den einzelnen Parzellen elektronisch bzw. automatisch in der Schlagkartei erfolgt.
Witterung während der Ausbringung		
Ausbringung bei möglichst wenig Wind.	Ausbringung bei Windstille und nicht zu heißer Witterung (Verdunstung ist geringer).	
Tageszeit		
Ausbringung tagsüber.	Ausbringung abends oder nachts (in Ortsnähe abends).	Forschungsbedarf über den Einfluss von Bewässerungszeitpunkt und -dauer auf die Entwicklung von Blattkrankheiten (Wirkungsdauer der applizierten Fungizide).
Wahl der Wasserquelle		
Es wird Leitungswasser, Oberflächenwasser oder Brunnenwasser benutzt.	Möglichst Nutzung von Oberflächenwasser oder aus Tiefbrunnen.	

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bestimmung des Einsatzzeitpunkts		
Einsatz erfolgt nach Erfahrungswerten und Befall, bei Pilzkrankheiten i.d.R. vorbeugend.	Einsatz erfolgt bei Pilzkrankheiten vorbeugend und bei tierischen Schädlingen (Spargelfliege, Erdraupen, Spargelhähnchen u.a.) bei Befall. Warndienstsyste werden genutzt.	Nutzung von Prognoseprogrammen z.B. bei Stemphylium in der Erprobungsphase. Wetterverlauf (Temperaturen, Wind usw.) berücksichtigen.
Jungpflanzenbehandlung		
Es findet keine längerwirkende, vorbeugende Behandlung der Jungpflanzen statt.	Gießbehandlungen nach dem Roden oder vor dem Auspflanzen werden zur Anwachsicherung empfohlen.	Verstärkte vorbeugende Behandlung der Jungpflanzen kurz vor dem Auspflanzen mit Wirkung gegen Spargelfliege usw.

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Wahl des Pflanzenschutzmittels		
Bevorzugt werden schnellwirkende Pflanzenschutzmittel mit langanhaltender (teilsystemischer) Wirkung gewählt.	Auswahl erfolgt, soweit möglich, nach Wirkung und Umweltverträglichkeit (schneller Abbau) sowie Nützlichkeitschonung.	Nach genauer Information (Beratung, Warndienst, Internet, Telefonbox, Fax, Landhandel, usw.) wird ein spezifisch wirkendes umweltschonendes Pflanzenschutzmittel ausgewählt. Die Entwicklung von systemischen Fungiziden würde die Arbeit mit Prognosesystemen und Applikation nach Befallsauftreten erleichtern.
Witterung, Umgang mit Wetterrisiko zum Ausbringungszeitpunkt		
Ausbringung bei trockener Witterung, bei wenig Wind und wenn es nicht zu heiß ist.	Ausbringung nur bei trockener Witterung (auch in den nächsten Stunden!), bei Windstille und wenn es weder sonnig noch heiß ist. (d.h. Ausbringung bei Windgeschwindigkeit unter 5 m/s, Temperaturen unter 25 °C und rel. Luftfeuchte über 30%)	Zusätzlich Beachtung noch längerfristiger Wetterprognosen. Bei Anwendung von Herbiziden Sicherstellung einer ausreichenden Wachsschicht auf den Blättern der Kulturpflanzen (vorher etwas trocken kultivieren).
Gerätetechnik		
üblicher Einsatz der Pflanzenschutzgeräte (Sonderausrüstungen und Sondergeräte unterliegen derzeit noch nicht der regelmäßigen gesetzlichen Prüfverpflichtung, dies ist jedoch künftig analog zu den Feldspritzen zu erwarten). Spargel als Raumkultur stellt durch seine dichte und hohe Laubwand hohe Anforderungen.	Einsatz exakt eingestellter, verlustmindernder Pflanzenschutzgeräte, genaue und umweltfreundlichere Düsen nach dem neuesten Stand der Entwicklung (Nachtropfstopp, Injektordüsen, Düsenanzahl pro Halbreihe). Teilnahme an freiwilligen Prüfungen der Sondergeräte. Verwendung ausreichender Wassermengen.	Weitere technische Entwicklungen in Richtung geringer Verluste durch Abtrift. Ein möglichst hoher Prozentsatz der ausgebrachten Wirkstoffmenge sollte die Pflanze auch im Innern erreichen. In diesem Zusammenhang ist die Wirkung von neuen Additiven zu prüfen. Außerdem gleichmäßige Ausbringung, durch Technik, die verhindert, dass sich Unebenheiten in der Spur auf das Spritzgestänge übertragen. Bandspritzung bei Herbizidanwendungen (Dämme).

Unkrautbekämpfung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Durchführen		
Die Bekämpfung erfolgt vor der Pflanzung und während der Standdauer einer Anlage mit der Bodenbearbeitung und chemisch vorwiegend nach Beendigung der Ernte. Ein hoher Anteil der Spargelflächen wird während der Erntezeit mit schwarzweißer Mulchfolie bedeckt.	Durch geschickte Auswahl von Flächen und Vorkulturen kann das Unkrautmanagement verbessert werden. Sachgemäße und frühzeitige Bodenbearbeitungsmaßnahmen und Begrenzung der Herbizidmaßnahmen auf dem Spargeldamm (Bandspritzung).	Optimierung von Mulchverfahren und Bodenbearbeitungstechniken.
Herbizideinsatz		
Es findet ein regelmäßiger Herbizideinsatz zum Austrieb der Kultur statt.	Herbizideinsatz nur auf dem Spargeldamm, in den Fahrgassen mechanische Unkrautbekämpfung.	Verträgliche und gut wirksame Nachauflaufherbizide zur Unterblattspritzung im Bandspritzverfahren. Die Auswirkung von rein mechanischen Hackmaßnahmen auf die durch Verunkrautung stark beeinflussbare Ertrags- und Qualitätsbildung in Abhängigkeit von Bodenart, Anlagenalter und Sorte ist noch zu klären.

Ernte		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Witterung, Wahl des Erntezeitpunkts		
Die Ernte muss bei jedem Wetter erfolgen. Gestochen wird von Hand mit Spargelmessern direkt in Alu-Kisten. Diese werden per Hand aus den Reihen getragen. Es wird morgens und spätnachmittags geerntet.	Nutzung von Spargelerntehilfen, um die Ernte (Folienabnahme und -bedeckung, Kistentransport übernimmt Gerät) zu erleichtern und die Stechleistung zu erhöhen. Bei Regen und kaltem Wetter sind die Erntehilfen standortabhängig nicht einsetzbar bzw. häufig unwirtschaftlich.	Weiterentwicklung der Erntehilfen unter besonderer Berücksichtigung ergonomischer Aspekte und Erarbeitung geräteabhängiger, wirtschaftlicher Einsatzgrenzen.
Häufigkeit, Zahl der Erntegänge		
Während der Stechzeit sind normalerweise bei Verwendung von schwarzweißer Folie ein Erntegang pro Tag, bei transparenten Folien ein bis zwei Erntegänge pro Tag erforderlich, um gute Kopfqualitäten zu erhalten.		Entwicklung neuer Sorten, die weniger schnell zu Färbungen (rot, violett) nach dem Durchstoßen neigen.

4.1 Praxisbeispiele und Erfahrungsberichte

4.1.1 Herbizide durch Bändchengewebe ersetzt

Interview mit Wolfgang Hentschel

Herr Hentschel, Sie und Ihr Bruder produzieren auf 7 ha Freilandfläche Gartenchrysanthemen. Was tun Sie, um den Eintrag von Nitrat ins Grundwasser zu verringern?

Die Nährstoffversorgung unserer Freiland-Topfchrysanthemen erfolgt überwiegend mit Depotdüngern. Bei uns wird wöchentlich der Salzgehalt im Substrat mit einem Aktivitätsmessgerät gemessen. Erst bei Unterschreiten eines vorgegebenen Wertes wird flüssig nachgedüngt, in diesem Jahr war dies während der Freilandphase durchschnittlich nur 4x nötig.

Bewässert wird bei Ihnen per Gießwagen. Welchen Stellenwert haben in Ihrem Betrieb Impulsgießwagen?

Wir haben 3 von 10 Gießwagen mit Impulstechnik ausgestattet. Die Impulsgießwagen bringen etwa 40 % weniger Wasser und Nährstoffe aus. Wegen der höheren Anschaffungskosten und des höheren Wartungsaufwands rüsten wir aber momentan keine weiteren Gießwagen um.

Sehen Sie Möglichkeiten die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln bei Ihren Freilandkulturen zu verringern?

Ja. Den Großteil der Stellfläche decken wir vor dem Ausstellen der Topfchrysanthemen mit Bändchengewebe ab. Dadurch konnten wir den Herbizideinsatz stark reduzieren. In puncto Weißer Chrysanthemenrost haben wir in diesem Jahr aufgrund unserer Erfahrung aus dem Vorjahr in 14-tägigem Abstand vorbeugend mit Fungiziden behandelt. Hier ist meiner Ansicht nach im Zierpflanzenbau noch erheblicher Forschungsbedarf, z.B. die Züchtung widerstandsfähiger Sorten-



gruppen oder die Erarbeitung eines Prognosemodells zur Bestimmung exakter Behandlungstermine.

Was raten Sie Ihren Berufskollegen in Bezug auf umweltschonende Maßnahmen im Zierpflanzenbau?

Die Gärtner sollten bereits ohne gesetzliche Auflagen und Zwänge umweltschonend produzieren. Wenn man seine Kulturweise immer wieder aufs Neue überdenkt, findet man Alternativen für sich, die häufig mit einfachen Mitteln zu realisieren sind. Unsere Rezeptur für die Depotdüngung der Topfchrysanthemen basiert z.B. auf Erfahrungen der letzten 10 Jahre.

Nächstes Jahr wollen wir einen Versuch mit biologisch abbaubarer Folie wiederholen. In unserem ersten Versuch wurde das Unkrautauflkommen, v.a. Hühnerhirse und Ackerkratzdistel, nicht ausreichend unterdrückt. Zu dem teuren und arbeitsaufwändigen Abdecken der Stellfläche mit Bändchengewebe inklusive Zusammenrollen sehen wir darin aber eine echte Alternative. Die abbaubare Folie kann nach der Ernte in den Boden eingearbeitet werden.

Der Gartenbaubetrieb Hentschel & Söhne GbR in Hainburg liegt ca. 25 km östlich von Frankfurt a.M. Auf 7 ha Freilandfläche werden Gartenchrysanthemen in 13er-Töpfen und 3 Liter-Containern produziert. 5,5 ha Stellfläche werden vor dem Ausstellen mit Bändchengewebe abgedeckt.

Das Interview wurde geführt von Dipl.-Ing. Günter Wilde, Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz Darmstadt.

4.2 Umweltrelevante Aspekte bei Schnittblumenkulturen im Freiland

Ludger Hendriks, Wolfgang Schorn und Günter Wilde

Die Produktion von Freiland-Schnittblumen hat vor allem in direktabsetzenden Betrieben sowie in stadtnahen Produktionsbetrieben nach wie vor eine nennenswerte Bedeutung. Neben Chrysanthemen, Rosen und Sonnenblumen wird ein umfangreiches Sortiment an Sommerblumen, Schnittstauden und Schnittgehölzen produziert. Hinzugekommen sind Selbstpflückfelder, die sich wachsender Beliebtheit erfreuen.

Besondere Kennzeichen der Freilandproduktion sind eine überwiegend nur kurze Flächennutzung mit langen Brachephasen und bei starkzehrenden Arten wie Chrysanthemen ein kurzzeitig hoher Nährstoffbedarf. Die Vielzahl an Kulturen und ihre je nach außerklimatischen Bedingungen unterschiedliche Wüchsigkeit erschweren die exakte Düngerbemessung. Der geringe Flächenerlös von nur etwa 10-20 Euro pro Nettoquadratmeter und Jahr schränkt zudem das Investitionspotenzial für umweltschonende Technologien stark ein.

Auswirkungen auf die Umwelt

Jede **Düngung**, unabhängig davon, ob sie in Form von Mineralstoffen oder als organischer Dünger zugeführt wird, kann auf offenen Kulturflächen zu einer Nitrat- auswaschung in das Grundwasser oder zum Phosphateintrag in Oberflächengewässer führen. Das Risikopotenzial ist neben der Düngungshöhe auch von der Nährstoffform, der Art der Nährstoffzufuhr sowie von klimatischen Faktoren und Standortbedingungen abhängig. Besonders risikoträchtig sind Mineralisationschübe im Herbst und Starkniederschläge unmittelbar nach der Düngung. Konzepte zur Umweltschonung sind eine streng bedarfsorientierte Düngung und Nährstoffzufuhrstrategien mit geringem Auswaschungsrisiko.

Daneben hat auch der Eintrag von Stickoxiden in die Atmosphäre infolge Denitrifikation und der Schwermetalleintrag in Böden durch Verwendung ungeeigneter Komposte in Einzelfällen Auswirkungen auf die Umwelt.

Gelegentliche Engpässe bei der Bereitstellung von **Trinkwasser** haben den Einsatz von Stadtwässern im Gartenbau inzwischen grundsätzlich zu einem umweltrelevanten Phänomen erhoben. Bei der Produktion von Freiland-Schnittblumen sind vor allem das anfänglich hohe Evaporationspotenzial, die Verwendung einfacher Bewässerungssysteme und das Fehlen von Bewässerungssteuersystemen kritisch. Konzepte zur Reduzierung oder Vermeidung der Trinkwasserverwendung sind eine Regenwassersammlung, gleichmäßigere Wasserverteilungssysteme (z.B. Tröpfchenbewässerung) und der Einsatz von Tensiometern zur Verbesserung der Wasserdosierung.

Bei **Pflanzenschutzmaßnahmen** werden im Freiland-Schnittblumenanbau wie im Unterglasanbau Insektizide, Fungizide und Herbizide eingesetzt. Durch den Einsatz von Mulchmaterialien oder eine mechanische Unkrautbekämpfung sind Herbizidanwendungen im Freilandanbau zwar ersetzbar, die Alternativen oftmals aber mit höheren Kosten verbunden. Fungizidbehandlungen sind vor allem im Schnittrosenanbau nach wie vor nicht zu umgehen, da das Angebot an widerstandsfähigen bzw. resistenten Sorten noch sehr begrenzt ist. Bei vielen anderen Arten können Fungizidbehandlungen durch die Verwendung widerstandsfähiger bzw. resistenter Sorten und/oder eine größere Standweite entweder ausgeschlossen, zumindest aber stark eingeschränkt werden. Insektizidbehandlungen sind bei entsprechendem Befallsdruck, z.B. bei Blattlausflug, zur Sicherung des Kulturerfolges notwendig.

4.2.1 Beispiel eines in der Praxis üblichen Kulturverfahrens für Freiland-Schnittchrysanthemen

Nachfolgend wird beispielhaft ein in der Praxis bekanntes Kulturverfahren kurz vorgestellt. Bedingt durch die Heterogenität der Betriebe sowie bodenspezifische und klimatische Rahmenbedingungen können andere Produktionsverfahren zum Teil erheblich davon abweichen.

Schnittchrysanthemen im Freiland werden üblicherweise ohne Vorkultur oder Folgekultur angebaut. Nach der Ernte werden die Freiflächen häufig nur gemulcht und im zeitigen Frühjahr gepflügt oder mit einer Spatenmaschine bearbeitet. Ein Fruchtwechsel wird angestrebt. Vor der Pflanzung werden die Flächen üblicherweise gefräst. Humuszusätze werden gelegentlich gleichzeitig mit der Grunddüngung verabreicht. Die Düngerbemessung basiert hierbei entweder auf Erfahrungswerten oder vorausgegangenen Bodenanalysen.

Als Ausgangsmaterial werden üblicherweise bewurzelte Jungpflanzen aus Spezialbetrieben verwendet. Sie werden in Netze gepflanzt, wobei zur Qualitätssicherung bei gestutzter Ware 20 Pflanzen pro Nettoquadratmeter üblicherweise nicht überschritten werden.

Bewässerung und Düngung während der Kultur erfolgen entweder im Rahmen einer Bewässerungsdüngung (Nährstoffzufuhr auf niedrigem Niveau bei jeder Bewässerung) oder im Rahmen wöchentlicher bis 14-tägiger Nachdüngungsintervalle. Zur Ausbringung der Nährlösung werden in der Regel Tropfschläuche verwendet. Im extensiven Anbau findet man überwiegend noch den Einsatz von Kreisregnern oder eine manuelle Bewässerung verbunden mit einer Grunddüngung aus Mehrnährstoff- und Depotdüngern.

Pflanzenschutzmaßnahmen werden üblicherweise bei Bedarf mit Karren- oder Rückenspritzen, in Großbetrieben mit Schlepperanbauspritzen (Feldspritzen) durchgeführt. Durch das große Spektrum potentieller Schädlinge und Krankheiten sind bei Chrysanthemen bis zu 5 Behandlungen innerhalb einer Kultur nicht ungewöhnlich.

4.2.2 Handlungsfelder und ihr Management

Beispiel Freiland – Schnittchrysanthemen

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Sortenwahl		
Sortenwahl richtet sich hauptsächlich nach Marktkriterien und bedingt auch nach kulturtechnischen Kriterien.	Auswahl unter Berücksichtigung wenig rostempfindlicher und minierfliegenunempfindlicher Sorten (bislang nur wenige Erfahrungen im Freiland).	Zertifizierte Jungpflanzen mit garantierter Testung.
Hygiene		
Übliche Hygienemaßnahmen im Rahmen der guten fachlichen Praxis.	Intensive Hygienemaßnahmen mit nicht-chemischen Verfahren.	
Feldauswahl/Fruchtfolge		
Bedingt durch begrenzte Flächenkapazitäten und die nur kurze Kulturdauer ist ein konsequenter Flächenwechsel nur selten möglich.	Gelegentlicher Flächenwechsel.	Regelmäßiger Fruchtwechsel unter Einbeziehung von Zwischenfrüchten.
Standweite		
Je nach Sorte werden üblicherweise 49-64 Chrysanthemenstiele pro Nettoquadratmeter produziert.		
Bodenabdeckung/Befallsabwehr		
ohne	Vermeidung von Unkrautwuchs durch Mulchmaterial.	Verrottbare Mulchmaterialien.

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Grundbodenbearbeitung		
Mulchen der Erntereste und Pflügen im Herbst, Fräsen im Frühjahr.	Zwischenfrucht im Winter und ggf. Mulchen im Frühjahr.	
Bodenabdeckung		
Pflanzung im offenen Boden.	Verwendung von Mulchmaterialien zur Unkrautvermeidung und Reduktion des Auswaschungsrisikos.	Verwendung verrottungsfähiger/recyclingfähiger Mulchmaterialien.

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bodenpflege während der Kultur		
Keine Bodenpflegemaßnahmen während der Kultur.		

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
N-Bedarfsermittlung		
N-Düngung nach Augenschein und Erfahrungswerten, bzw. unter Einbeziehung von Sollwerten.	N _{min} -Analyse vor Kulturbeginn und Düngung nach Sollwerten (siehe Tabellen im Anhang, Kap. 8.1).	Flächenbezogenes N-Bedarfsmanagement unter Einbeziehung des Ertragspotenzials, des Ergebnisses der N _{min} -Analyse vor Kulturbeginn und Berechnung der N-Zufuhr unter Anwendung des N-Expert-Programms.
P, K, Mg- Bedarfsermittlung		
Untersuchung auf P, K und Mg gemäß Düngeverordnung und Düngung gemäß Eingruppierung in verschiedene Gehaltsklassen.	Untersuchung auf P, K und Mg alle 3 Jahre und ggf. Aussetzen der Düngung bei hohen Bodenvorräten.	
Ausbringungstechnik		
Grunddüngung vor Auspflanzung oder Einstreuen nach dem Stutztermin.	Bedarfsgerechte Grunddüngung als Kopfdüngung und kontinuierliche flüssige Nachdüngung (Bewässerungsdüngung) über Tropfschläuche.	

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bewässerungssystem		
Düsenrohre.	Tröpfchenbewässerung, Düsenrohre.	Tröpfchenbewässerung mit Druckkompensation.
Bewässerungssteuerung		
Manuelle Ein- und Ausschaltung.	Manuelle Einschaltung der Bewässerung mit automatischer Endabschaltung.	Sensorgesteuertes Bewässerungsmanagement unter Berücksichtigung verschiedener Bodenschichten und klimatischer Faktoren.

Bewässerung

Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Wahl der Wasserquelle		
Auswahl vorrangig nach ökonomischen Kriterien und Verfügbarkeit; überwiegend Oberflächenwasser, Brunnenwasser und Brauchwasser.	Nutzung von Regenwasser.	

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln

Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bestimmung des Einsatzzeitpunkts		
Gegen tierische Schädlinge Bekämpfung unmittelbar nach Befallserkennung, prophylaktische Behandlungen bei Befallsdruck gegen pilzliche Erreger, insbesondere gegen ‚Weißen Chrysanthemenrost‘.	Aufmerksame Bestandskontrolle (Monitoring).	Einsatz von Prognosemodellen, insbesondere bei der Bekämpfung pilzlicher Schaderreger (z.B. Rostpilze, Botrytis).
Mittelwahl		
gemäß Zulassungssituation.	gemäß Zulassungssituation und unter Berücksichtigung von Nützlichlingsschonung, rascher Abbaubarkeit, Mittelwechsel zur Resistenzvermeidung und geringer Anwendertoxizität.	Züchtung resistenter Sorten.
Gerätetechnik		
handgeführte Karren- oder Rückenspritze, Feldspritzen.	Einsatz moderner Applikationstechnik im Zusammenhang mit Feldspritzen.	Technikoptimierung: u.a. genaue Bestimmung der notwendigen Wassermenge zur Mittelausbringung bzgl. Pflanzengröße, Düse, Fahrgeschwindigkeit und Erreger.
Herbizideinsatz		
Falls notwendig ein Herbizideinsatz vor der Pflanzung.	Einsatz von Mulchfolien zur Unkrautunterdrückung.	Verrottbare Mulchfolien
Insektizideinsatz		
Bei erstem Befall.	Pflanzenstärkungsmittel.	Pflanzenstärkungsmittel (Antagonisten), Anwendung nichtchemischer Maßnahmen im Rahmen des integrieren Pflanzenbaus.
Fungizideinsatz		
Bei Befallsdruck oder ersten Symptomen.	Pflanzenstärkungsmittel.	Resistenzzüchtung, Pflanzenstärkungsmittel.

4.3 Umweltrelevante Aspekte bei der Topfpflanzenproduktion auf Freiland-Stellflächen

Ludger Hendriks, Günter Wilde und Wolfgang Hentschel

Die Produktion von Topfpflanzen auf Freiland-Stellflächen ist auf Grund günstiger Klimabedingungen in den Sommermonaten und geringer Investitionskosten nach wie vor bei einer Reihe von Kulturen verbreitet. Neben Kulturen wie Callunen, Eriken, Hortensien und vielen Stauden werden Violen und vor allem Gartenchrysanthemen zeitweilig auf Freiland-Stellflächen produziert. Anbauzentren sind u.a. der Niederrhein und Unterfranken.

Besonderes Kennzeichen ist die überwiegend nur kurzzeitige Flächennutzung, wobei viele Kulturen gerade in dieser Phase besonders hohe Wachstumsraten aufweisen und demzufolge hohe Nährstoffansprüche haben. Bei Gartenchrysanthemen und Eriken reicht die Aufstellzeit üblicherweise nur von Juni bis Oktober während einige Stauden, ähnlich wie Containerkulturflächen in Baumschulen, auch ganzjährig aufgestellt werden.

Auswirkungen auf die Umwelt

Auswaschung von Düngemitteln

Besondere Beachtung bei Stellflächen-Kulturen muss der Auswaschung von **Nitrat in das Grundwasser** gewidmet werden. Die kurze Kulturzeit von wenigen Monaten mit einem besonders hohen Nährstoffbedarf in der 6-8-wöchigen Hauptwachstumsphase und die Bevorzugung von gut drainenden Böden tragen hierzu wesentlich bei. Daneben können Phosphate wie von allen Freilandflächen in nahe-liegende Oberflächengewässer eingetragen werden. Stickoxide gelangen in geringem Umfang infolge von Denitrifikation in die Atmosphäre.

Um **unerwünschte Nährstoffeinträge** zu vermeiden, sind in den vergangenen Jahren verschiedene Konzepte erarbeitet worden. Sie reichen von der streng bedarfsorientierten Düngung bis zum Einsatz geschlossener Bewässerungssysteme. Vergleichsweise einfach ist die bedarfsorientierte Düngung und der Einsatz von Depotdüngern. Infolge ihrer Freisetzungsscharakteristik und des kurzfristig hohen Nährstoffbedarfs einzelner Kulturen können Depotdünger eine flüssige Nährstoffzufuhr jedoch nur zum Teil ersetzen.

Durch den Einsatz von Impuls-Gießwägen kann das Auswaschungspotenzial zwar erheblich gemindert werden, hier sind jedoch noch technische Optimierungen notwendig. Verbesserungsfähig sind vor allem die nach wie vor hohe Fehlerquote bei den Schaltvorgängen und die Robustheit des Systems. Aber auch bei konventionellen Gießwägen kann das Auswaschungspotenzial durch eine höhere Verteilgenauigkeit und eine Mengengrenzung verbessert werden.

Weitere Konzepte zur Verringerung der Auswaschungsgefahr sind der Einsatz einer Tröpfchenbewässerung bei Großcontainern und die Einrichtung von Fließbrinnen mit geschlossenen Bewässerungssystemen. Die hohen Investitionskosten für geschlossene Bewässerungssysteme und die vergleichsweise geringen Flächenerlöse haben ihren Praxiseinsatz auf Freiland-Stellflächen jedoch eng begrenzt.

Wasserverbrauch

Neben dem Nährstoffeintrag ist der vergleichsweise hohe **Wasserverbrauch** von Freiland-Stellflächen von umweltrelevanter Bedeutung. Problematisch ist vor allem der nur kurzfristige, dafür aber sehr hohe Bedarf, das hohe Evaporationspotenzial und die geringe Wasserpufferung von Stellflächen. Konzepte zur Umweltschonung sind neben der Verwendung von Niederschlagswässern vor allem eine gezieltere Wasserzufuhr durch Verwendung von Impuls-Gießwägen oder Tröpfchenbewässerung und eine stärkere Bedarfsorientierung durch den Einsatz von Sensoren. Zirkulierende Systeme würden den Wasserbedarf durch den Ausschluss von Versickerungsverlusten erheblich reduzieren, sie sind, wie bereits erwähnt, jedoch nur in Ausnahmefällen ökonomisch rentabel.

Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

Wie auf allen Kulturfleichen zählt die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Form von Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden und Wachstumsregulatoren auch auf Freiland-Stellflächen zu den üblichen Kulturmaßnahmen zur Sicherung des Kulturerfolges. Besonders der Einsatz von sogenannten Voraufbau-Herbiziden zur Vermeidung von Unkrautkonkurrenz war früher weit verbreitet. Ökologische, arbeitswirtschaftliche und hygienische Aspekte haben inzwischen dazu geführt, dass Topfkulturen im Freiland immer häufiger auf Bändchengewebe kultiviert werden, wodurch auch der Herbizideinsatz nicht mehr notwendig wird. Daneben sind auch in den anderen Bereichen Strategien zur Verringerung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes entwickelt oder verbessert worden. Hierzu zählen u.a. die Verwendung resistenter oder gegen Krankheiten und Schädlinge weniger anfälliger Sorten, eine Vermeidung von Stickstoffüberdüngung und die Optimierung der Applikationstechnik.

4.3.1 Beispiel eines in der Praxis üblichen Kulturverfahrens für Garten-Chrysanthemen

Vor der Aufstellung im Freiland werden Chrysanthemen in Gewächshäusern vorkultiviert, wobei dieser Kulturabschnitt je nach angestrebter Pflanzengröße 6 bis 8 Wochen dauern kann. In dieser Zeit werden die Stecklinge bewurzelt (je nach angestrebter Pflanzengröße werden 1-3 Pflanzen pro Topf gesteckt), 1-2 mal gestutzt und kontinuierlich mit einer Nährlösung von etwa 1 Gramm Mehrnährstoffdünger pro Liter Nährlösung versorgt. Nennenswerte Umwelteingriffe erfolgen in dieser Zeit nicht, da üblicherweise auf geschlossenen Bewässerungssystemen kultiviert

wird, die Einstrahlung bereits einen großen Teil des Energiebedarfs liefert und in dieser Phase bei Chrysanthemen nur selten Pflanzenschutzmaßnahmen notwendig sind. Etwa 4 Wochen vor dem Ausräumen werden die Pflanzen in die endgültigen Gefäße umgetopft, wobei diesen Substraten häufig 2-4 kg/m³ eines Depotdüngers von üblicherweise 3-4-monatiger Freisetzungsdauer beigemischt werden. Diese Maßnahme hat sich bewährt, um einerseits in niederschlagsreichen Phasen die Nährstoffversorgung sicherzustellen und zum anderen, um die Nährlösungskonzentration verringern zu können und damit das Auswaschungsrisiko zu reduzieren.

Mit zunehmendem Platzbedarf und dem Eintritt günstiger außerklimatischer Bedingungen, in unseren Breiten ab Mitte/Ende Juni, werden die Pflanzen ins Freiland geräumt. Im Extensivanbau werden die Stellflächen gefräst, mit einem Vorauf-Herbizid behandelt und die Pflanzen nachfolgend in vorgestanzte Pflanzlöcher eingesenkt.

Verbreiteter und umweltfreundlicher ist die Aufstellung der Töpfe oder Container auf speziell hergerichteten Stellflächen, die üblicherweise mit wasserdurchlässigen Bändchengeweben (z.B. My-Pex-Folien) abgedeckt sind. Im fortgeschrittenen Kulturstadium wird das Gewebe üblicherweise durchwurzelt und die Pflanzen decken einen Teil des Wasser- und Nährstoffbedarfs aus den darunter befindlichen Bodenschichten.

Die Wasser-/Nährlösungszufuhr erfolgt im Intensivanbau üblicherweise mit Gießwägen, bei Großcontainern auch mit einer Tröpfchenbewässerung. Während bei Chrysanthemen üblicherweise während der gesamten Kulturzeit die anfangs eingestellte Nährlösungskonzentration (bei einer Bewässerungsdüngung etwa 1.0 Gramm, bei wöchentlicher Nachdüngung etwa 2 Gramm eine Mehrnährstoffdüngers pro Liter Nährlösung) beibehalten wird, erfolgt bei Eriken eine phasenspezifische Düngung.

Wegen der Vielzahl der an Chrysanthemen auftretenden Krankheiten und Schädlinge können je nach Bedingungen und Befallslage 2-4, gelegentlich jedoch auch 6-8 Pflanzenschutzbehandlungen erforderlich sein. Als wenig rostempfindliche Garten-Chrysanthemensorten werden genannt (pers. Auskunft der Firma Yoder):

- | | | |
|----------------|------------------|-----------|
| • Beth | • Yellow Triumph | • Janice |
| • Bravo | • Nicole | • Sarah |
| • Donna | • Marilyn | • Shelly |
| • Dark Triumph | • Golden Marilyn | • Sundoro |

Der Einsatz von Wachstumsregulatoren ist bei Gartenchrysanthemen unüblich.

Verkaufsbeginn ist üblicherweise Anfang September und die Flächen sind bereits Anfang Oktober weitgehend geräumt. Es folgt in der Regel eine lange Brachephase, häufig bis zum Juni des Folgejahres. Bei Flächen mit Folienabdeckungen werden diese nach Beendigung der Kultur gereinigt, eingelagert und im späten Frühjahr erneut ausgelegt.

4.3.2 Handlungsfelder und ihr Management

Beispiel Topf-Chrysanthemen auf Freiland-Stellflächen

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Sortenwahl		
Sortenwahl richtet sich überwiegend nach Wuchseigenschaften, Witterungsbeständigkeit und Marktkriterien.	Vereinzelt Berücksichtigung weniger anfälliger Sorten.	Einsatz weniger krankheits- und schädlingsanfälliger /resistenter Sorten, Einkauf zertifizierter Jungpflanzen.
Jungpflanzen		
Hoher Qualitäts- und Hygienestandard bei Bezug der Jungpflanzen von renommierten Firmen.	Auswahl getesteter Pflanzen (Labortestung und Resistenzen bezüglich Weißrostanfälligkeit und Thripsanfälligkeit).	Aufbau eines Zertifizierungssystems für Zierpflanzen.
Standweite		
Üblicherweise ausreichende Standweite z.B. 3l Container 3,5 Pfl./NQM 12 cm Töpfe 16 Pfl./NQM		
Bodenabdeckung/Befallsabwehr		
Einsenken in den Boden oder Aufstellen auf Stellflächen mit Bändchengewebe.		Unkrautverhinderung durch abbaubare Mulchfolien.

Boden		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Grundbodenbearbeitung		
Fräsen der Flächen vor der Aufstellung im Freiland.		
Bodenabdeckung		
Ohne bzw. Abdeckung von Stellflächen mit Bändchengewebe.		Abdeckung mit abbaubarer Mulchfolie.

Substrate und Abdeckmaterialien		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Kultursubstrate		
Verwendung torfdominierter Industrieerden.	Verwendung torfarmer, allerdings gütegesicherter Substrate mit organischen Reststoffen.	Torffreie Substrate mit den gleichen physikalischen Eigenschaften wie wenig zersetzte Hochmoortorfe.
Verpackungsmaterial		
Kleinverpackungen in 80l Folien Säcken.	Substrate in Großgebinden (Mehrwegverpackungen oder lose Substrate).	
Abdeckmaterialien		
Bändchengewebe.	Verwendung verrottbarer Mulchfolien und damit Rückführung in den Naturkreislauf.	

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
N-Bedarfsermittlung		
Ausschließlich an Erfahrungswerten orientierte N-Zufuhr, häufig mit einem Sicherheitszuschlag.	Bedarfsorientierte Düngung unter Berücksichtigung des Wachstumsverlaufes.	Intelligentes Düngungsmanagement unter Berücksichtigung des Wachstumsverlaufes und der Stellflächenvorräte, mehrfache Kontrolle des Düngungsprogramms im Kulturverlauf.
P, K, Mg- Bedarfsermittlung		
Ohne, statische Anbindung an Leitelement Stickstoff gemäß Formulierung des Mehrnährstoffdüngers (üblicherweise K-betonte Mehrnährstoffdünger), Kontrolle im gesetzlichen Rahmen.	Verwendung bedarfsorientierter Mehrnährstoffdünger.	Bedarfsorientierte Einzelnährstoffdüngung.
Ausbringungstechnik		
Mineralische Grunddüngung der Substrate und flüssige Nachdüngung über Gießwagen oder Tröpfchenbewässerung.	Einbeziehung von Depotdüngern in die Grunddüngung der Substrate zur Reduzierung der Nachdüngungskonzentration.	Einbeziehung von Depotdüngern und bedarfsorientierte, phasenspezifische Nachdüngung als Bewässerungsdüngung.
Anzahl Applikationen		
Wöchentliche Nachdüngung.	Bewässerungsdüngung (Nährstoffzufuhr bei jedem Wässern).	

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Ausbringungstechnik		
Gießwagen.	Impulsgießwagen, Tröpfchenbewässerung bei Großcontainern.	Weniger störanfällige Gießwagen, mit höherer Verteilgenauigkeit und Mengenbegrenzung.
Bewässerungssteuerung		
Nach Augenschein.	Sensorgesteuerte Bewässerung (üblicherweise mit Hilfe von Tensiometern).	Intelligentes Bewässerungsmanagement unter Einbeziehung mehrerer Signalgeber (Substratfeuchte, Einstrahlung, Wasserstress-Signale von Pflanzen).
Wahl der Wasserquelle		
Brauchwasser und/oder Niederschlagswasser.	Niederschlagswasser.	

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bestimmung des Einsatzzeitpunkts		
Gegen tierische Schädlinge Bekämpfung unmittelbar nach Befallserkennung. Gegen pilzliche Erreger prophylaktische Maßnahmen bei Befallsdruck, insbesondere gegen weißen Chrysanthemenrost.	Umfangreiches und sorgfältiges Monitoring.	Prognosemodelle.
Mittelwahl		
Gemäß Zulassungs- und Genehmigungssituation, im Einzelfall Genehmigungen von Pflanzenschutzmitteln nach § 18 b PstG.	Gemäß Zulassungssituation und unter Berücksichtigung von Nützlingen, rascher Abbaubarkeit, geringer Anwendertoxizität und Mittelwechsel zur Resistenzvermeidung.	Züchtung resistenter Sorten.
Umgang mit Wetterrisiko		
Bei starker Vernässung kein Befahren der Stellflächen und keine Pflanzenschutzmaßnahmen möglich.	Durch den Einsatz umgerüsteter Gießwagen für die Pflanzenschutzmittelausbringung Behandlungen auch bei stärkerer Flächenvernässung möglich.	Optimierung der Applikationstechnik.

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln

Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Gerätetechnik		
Handgeführte Karren- oder Rückenspritzen, z.T. Feldspritzen.	Einsatz von umgerüsteten Gießwagen für Pflanzenschutzmaßnahmen, moderne Düsenteknik.	Technikoptimierung: Genaue Bestimmung der notwendigen Wassermenge zur Mittelausbringung in Bezug zur Pflanzengröße, Düsentyp, Fahrgeschwindigkeit und Erreger.
Fungizideinsatz		
Bei Befallsdruck oder ersten Symptomen.	Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln.	Resistenzzüchtung; Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln.
Herbizideinsatz		
Falls notwendig ein Herbizideinsatz vor Ausbringung der Töpfe, beim Einsatz von Bändchengewebe kein Herbizideinsatz notwendig.	Einsatz von Mulchfolien bzw. Bändchengewebe zur Unkrautunterdrückung.	Verrottbare Mulchfolien, nichtchemische Verfahren.
Insektizideinsatz		
Bei erstem Befall.	Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln.	Pflanzenstärkungsmittel (Antagonisten), Anwendung nichtchemischer Maßnahmen.

5.1 Umweltrelevante Aspekte bei der Containerpflanzenkultur in der Baumschule

**Henning Schacht, Niels Sommer, Hans-Peter Wessels, Dank-
wart Seipp, Ralf Lüttmann, Heinrich Beltz, Martin Posner, Jür-
gen Schlenz**

5.1.1 Beispiel eines in der Praxis üblichen Verfahrens

Der hohe Wettbewerbsdruck zwingt heute alle Produzenten von Baumschulwaren dazu, Produkte in hoher Qualität zu erzeugen. Bereits geringfügige Mängel hinsichtlich Wuchs und Ausfärbung führen entweder zu erheblichen Preisabschlägen oder sie schließen die Ware vom Markt aus. Vor diesem Hintergrund haben Produzenten und Verwender Richtlinien für die Qualität von Baumschulpflanzen (FLL-Gütebestimmungen) erarbeitet. Umweltschonende Konzepte müssen diesen Sachverhalt berücksichtigen und dürfen keine Qualitätsbeeinträchtigungen nach sich ziehen.

Im vorliegenden Beispiel wird die Containerkultur beschrieben. Daran werden praktizierte sowie zukünftige Möglichkeiten zur umweltschonenden Produktion aufgezeigt.

Ziel dieses Beitrags ist es, den Produzenten die Einordnung ihrer Verfahren zu ermöglichen und zudem Versuchsanstellern und Industrie die Aufgabenfelder im Bereich Umweltschutz aufzuzeigen.

Die Produktion verkaufsfähiger Pflanzen benötigt in der Regel eine Vegetationsperiode. Umweltrelevant sind bei diesem Produktionsverfahren neben dem effizienten Bewässerungsmanagement vor allem die bedarfsorientierte Düngung, optimierter Pflanzenschutzmitteleinsatz und die Abfallvermeidung.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass in der Praxis häufig verschiedene Kulturen auf der gleichen Kulturfläche angezogen werden müssen und somit der unterschiedliche Wasserbedarf der einzelnen Arten nur bedingt berücksichtigt werden kann.

5.1.2 Handlungsfelder und ihr Management

Vorbereitende Maßnahmen		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Pflanzenmaterial		
Jungpflanzen werden kontrolliert, sie müssen frei sein von Krankheiten, Schädlingen sowie keimfähigen Unkrautsamen und Pflanzenteilen.	Auf Resistenz und Toleranz gegenüber Schaderregern und schädlichen Umwelteinflüssen selektierte Sorten werden zum Teil eingesetzt, stehen allerdings bei Landschaftsgehölzen im Konflikt zu den immer häufiger geforderten gebietsheimischen Pflanzen (beispielsweise bei Taxus). Vermehrung von Material, dessen Gesundheitszustand geprüft und als gut befunden wurde.	Optimierung der Jungpflanzenanzucht auf Gesundheit und Unkrautfreiheit. Züchtung bzw. Nutzung resistenter Sorten.
Betriebshygiene		
Mechanische und/oder chemische Reinigung und Desinfektion der Containerkulturflächen und Randbereiche. Saubere (gedämpfte, gütegesicherte) Substrate tragen zur Reduzierung der anschließenden Unkrautbekämpfungsmaßnahmen bei. Saubere Töpfe verhindern eine frühzeitige Kontaminierung mit Schaderregern.	saubere Substrate und deren geschützte Lagerung.	Prüfung, ob gedämpfte Substrate in der Praxis Probleme mit Schädlingen und Krankheiten verringern oder verstärken. Topfwaschstraße (z.Zt. in einem Betrieb in Erprobung).
Topfen und Aufstellen		
a) Die Pflanzen werden in der Halle getopft, wo die Jungpflanzen, das Substrat sowie die Container lagern können. Anschließend werden die frisch getopften Pflanzen mit Transportwagen und -anhängern auf die vorbereitete Containerkulturfläche transportiert. b) Die Pflanzen werden neben der Containerkulturfläche getopft. Die Jungpflanzen, das Substrat sowie die Container müssen zur Fläche transportiert werden. c) Töpfe werden flächig ausgestellt, mit Substrat befüllt und dann hineinpikiert.	Neben dem Transport mit Fahrzeugen kann mittlerweile der Gießwagen zum Transportmittel technisch erweitert werden. Pflanzen werden per Fließband zur Endposition transportiert und mit Ausstellgabeln abgegriffen.	Mobiltischsysteme

Bauweisen von Containerkulturflächen		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Stellflächensysteme – Alternativen bei der Abdeckung		
a) offenes System ohne Abdeckung b) offenes System mit wasser-durchlässiger Abdeckung (Kies, Folienbahnen oder Bändchengewebe) c) System mit wasserundurchlässiger Abdeckung der Kulturfläche (Folie) und weitgehender Wiederverwendung des Rücklaufwassers	Um Unkrautkeimung vorzubeugen und damit Herbizide zu sparen, kann die Kulturfläche bei Düngung mit ummantelten Depotdüngern mit wasserdurchlässigem Bändchengewebe gegen Unkraut abgedeckt werden (System b). Bei regelmäßiger Flüssigdüngung ist – abhängig vom Bewässerungsverfahren – die Abdeckung der Kulturfläche mit wasserundurchlässiger Folie (System c) sinnvoll, um ablaufendes Wasser wieder zu verwenden und damit Nährstoffauswaschung ins Grundwasser zu verhindern.	Überwinterung/Frostschutz stabiler Unterbau

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Nährstoffbedarfsermittlung		
Die Topfgröße wird an die angestrebte Pflanzengröße angepasst. Der Bedarf wird nach vorliegenden Bedarfsgruppen ermittelt.	Anpassung der Düngung an den Bedarf durch eigene Düngungsversuche. Düngung in Systemen mit Wasserrückführung mit Messung und Anrechnung der Nährstoffmengen im Wasser (EC-Wert-Steuerung) wenn hohe Nährstoffgehalte vorliegen, z. B. nach intensiver Flüssigdüngung.	Ergänzung und Optimierung des Bedarfsgruppensystems (bedarfsgerechte Düngung unter Berücksichtigung von Auswaschungsverlusten und nicht freigesetzten Restmengen der Langzeitdünger). Erarbeitung von optimalen Blattspiegelwerten zur Beurteilung des Ernährungszustandes. Forschungsbedarf: Spurenelementversorgung. Optimierung der flüssigen Nachdüngung durch Berechnung der Restmengen im Gießwasser. Ermittlung von Grenzwerten im Substrat, bei deren Unterschreiten nachgedüngt werden muss. Entwicklung und Optimierung von praxistauglichen Schnelltestmethoden. Optimierung der spezifischen Düngungsstrategien für einzelne Kulturen.

Düngung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Ausbringungstechnik		
a) Gleichmäßiges Einmischen in das Substrat b) Pflanzlochdüngung c) Düngung mit Löffel oder Dosierrohr d) Flüssige Düngung mit der Bewässerungsanlage e) Blattdüngung durch Spritzung Mit den Methoden a), b) und c) ist eine Vollbevorratung möglich, zum Beispiel mit ummanteltem Depotdünger. Die Methoden c), d) und e) eignen sich zur Nachdüngung.	Gezielte Flüssigdüngung z.B. mit Tropfbewässerung oder Kapillarbewässerung (Matte, Anstau) bei Wasserrückführung	Impulsgießwagen
Düngerarten		
a) für Bevorratung: kunststoffumhüllte Depotdünger oder organische Langzeitdünger b) für Nachdüngung: kunststoffumhüllte Depotdünger, organische Langzeitdünger oder Kompaktate c) für Flüssigdüngung: wasserlösliche Ein- oder Mehrnährstoffdünger	Wasserlösliche Ein- und Mehrnährstoffdünger in Kombination mit verlustarmer Bewässerungsmethode wie Tropfbewässerung oder wie Kapillarbewässerung (mit Wasserrückführung).	Die Anpassung der Nährstofffreisetzung von Depot- und Langzeitdüngern an den Nährstoffbedarf der Pflanze wird weiter optimiert, um die Auswaschung zu reduzieren (offene Systeme) und um vor allem Betriebsmittel (Ressourcen) zu sparen sowie Salzsäuren an den Kulturen vorzubeugen. Produktqualität (Chargengleichmäßigkeit, Freisetzungsverhalten etc.) der unterschiedlichen Produkte. Für Biobaumschulen: Strategien für rein organische Düngung.

Bewässerung		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon verein- zelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es be- steht noch Forschungs- und Ent- wicklungsbedarf!
Wahl der Wasserherkunft		
Die Qualität (auch Freiheit von rele- vanten Krankheitserregern) des zur Verfügung stehenden Wassers ist einer der wichtigsten Standortfakto- ren für Containerbetriebe. Als Wasserherkünfte werden ver- wendet: eigener Brunnen, Sammel- becken, Regenwasser beispielswei- se von Dachflächen, Rücklaufwas- ser von Stellflächen und in Ausnah- mefällen: Stadtwasser.	Baumschulen nutzen auch eigene Sammelbecken, in denen Wasser zur Bewässerung aufgefangen wird. Bei wenigen Pflanzengattungen ist die Nutzung des Rücklaufwassers aus den Kulturen wegen einer möglichen Kon- tamination mit Schaderregern proble- matisch.	Forschungsvorhaben zu Reduzie- rung der Kontamination des Was- sers durch Krankheitserreger kön- nen Sammelbecken attraktiver machen. Ein Projekt zu dieser Problematik läuft aktuell unter Fe- derführung der BBA (Thema: Fil- tration von Recyclingwasser in Containerbaumschulen zur nicht- chemischen Bekämpfung von Phy- tophthora spp. im Wasser).
Ausbringungstechnik		
Folgende Bewässerungsmöglich- keiten sind im Einsatz: - Kreisregner - Gießwagen - Düsenbewässerung (auch auf Stativ) - Tropfbewässerung - Mattenbewässerung mit Mess- und Regeltechnik - Anstauverfahren Diese Alternativen werden in Ab- hängigkeit von den wirtschaftlichen Möglichkeiten, der Wasserqualität und der Umweltrelevanz gewählt.	Techniken zur Unterkronen- sowie Einzeltopfbewässerung, aber auch Kapillarbewässerungssysteme, verringern den Befall von pilzlichen Schädlingen; diese Techniken werden z.Zt. optimiert und sind mit hohen Investitionskosten verbun- den. Die Wasserausbringung mit Gieß- wagen wird optimiert.	In der Entwicklung sind Bewässe- rungsdüsen, die u.a. unter Modifi- zierung der Tropfengröße die Ab- trift verringern. Weiterentwicklung von Modellen für eine klimatische Wasserbilanz in Abhängigkeit von klimatischen Parametern.
Steuerung/ Regelung der Bewässerung		
Neben der Erfahrung des Betriebs- leiters werden Zeitschaltuhren so- wie Tensiometer (bei Mattenbe- wässerung) eingesetzt.	Mattentensiometer und Tensiome- ter (Einstichtensiometer) in Con- tainern stehen zur Verfügung.	Optimierung der Tensiometertechn- ik: Ermittlung von Schaltpunkten für Einstichtensiometer. Direkte Messtechniken an der Pflanze.
Aufbereitung des Wassers zur Verbesserung der Wasserqualität		
In Abhängigkeit von der vorhande- nen Wasserqualität werden zwei Verfahren eingesetzt: - Filtrationstechniken, mechanisch - Verschneiden beispielsweise mit Regenwasser - Enteisenung durch Belüftung	- Der Zusatz von physiologisch sauer wirkenden Düngemitteln kann bei Gießwasser mit hohen Härtegraden eingesetzt werden. - Pflanzenkläranlagen - Langsamsandfiltration - Blähtonfiltration - Enteisenung durch Wasserglas (Natriumsilikat)	Physikalische Sterilisationsverfah- ren - Hitzesterilisation - UV-Technik Vermeidung der Anreicherung und Verbreitung von Schaderregern in Systemen mit Wasserrückführung. Vermeidung der Algenbildung.

Substrate und Töpfe		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Substrate		
Einsatz von reinen Torfsubstraten oder von Substraten aus Torf und bis zu 30% Zuschlagsstoffen. Einsatz gütegesicherter Substrate.	Einsatz geeigneter Torfersatzstoffe (bis 50 Vol.-%): eine Umweltschonung durch den Einsatz von Torfersatzstoffen ist aber noch nicht nachgewiesen, da entsprechende Ökobilanzen fehlen.	Erstellung von Ökobilanzen für verschiedene Torfe und Torfersatzstoffe. Entwicklung geeigneter Torfersatzstoffe. Erarbeitung von Informationen über Ansprüche einzelner Kulturen an die Substrate (Salzempfindlichkeit, pH-Werte, Nährstoffe etc.). Nachträgliche Regulierung von ungünstigen pH-Werten im Substrat.
Töpfe		
Einsatz von PE- und PP-Töpfen sowie PE-Folienbeuteln (selten).	Stoffeinsparungen durch tiefgezogene Töpfe. Einsatz von recycelten Materialien. Einsatz von verrottbaren Töpfen aus organischen Materialien.	Ökobilanzen unterschiedlicher verrottbarer und herkömmlicher Töpfe. Einsatz von verrottbaren Töpfen (biologisch abbaubaren Materialien). Verbesserung der Maschinentauglichkeit bei verrottbaren Töpfen. Verbesserung der Wirtschaftlichkeit abbaubarer Töpfe.

Vorbeugender nicht chemischer Pflanzenschutz		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Alternative Pflanzenschutzverfahren		
Vielfältige alternative Verfahren (Nützlinge z.B. Nematoden, Fallen z.B. Gelbtafeln, etc.).	Abdeckung der getopften Pflanzen mit Mulchscheiben oder Schüttmulch zur Unkrautunterdrückung; unterstützend kann Matten- oder Kapillarbewässerung angewandt werden.	Schadschwellen. Nützlingseinsatz. Optimierung des Einsatzes von Mulchmaterialien (Schüttmulch).

Anwendung von Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Unkrautbekämpfung auf der Substratoberfläche der Töpfe		
Boden- und Blattherbizide, evtl. mittels Überkopfbehandlung. Handarbeit (Jäten). Streichstäbe (wenig verbreitet).	Mulchen. Mattenbewässerung.	Optimierung der Mulchverfahren. Optimierung des Herbizideinsatzes (sortenspezifische Verträglichkeit, Wirkungsspektrum etc.).
Schädlingsbefall		
Rechtzeitiger beschränkter Einsatz von Insektiziden in Befallsherden. Einsatz biologischer Verfahren: Nematoden, Bakterien. Einsatz nützlingsschonender Pflanzenschutzmittel.		Die zu erwartende Reduzierung der zur Verfügung stehenden Pflanzenschutzmittel wird einen erhöhten Forschungs- und Entwicklungsbedarf nach sich ziehen: - Entwicklung von Schadschwellenstrategien - Einmischen von Insektiziden - Optimierung des Einsatzes von Insektiziden und Akariziden
Befall durch pilzliche und bakterielle Krankheitserreger		
Prävention (z.B. Fungizide). Hygienemaßnahme (siehe dort). rechtzeitige Behandlung gezielt nach Befall.	Bewässerung von unten (Kapillarbewässerung, Unterkronenbewässerung, Tropfbewässerung etc.). Gut drainierende Substrate, Töpfe und Kulturflächen.	Einsatz von <i>Mykorrhiza</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Bacillus subtilis</i> etc. Optimierung der Bestandsbelüftung zur Regulierung der Feuchtigkeit. Optimierung des Fungizideinsatzes. Optimierung der Drainage von Substraten, Töpfen und Kulturflächen.

Kulturmaßnahmen		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Bestandshygiene		
Nicht vitale Pflanzen entfernen. Regelmäßige Kontrolle: - gleichmäßige Bewässerung - Primärinfektionen vermeiden	Desinfektionen punktuell von Containerkulturflächen nach Entfernen von Befallsherden.	Entwicklung von Früherkennungssystemen von nicht vitalen Pflanzen (z.B.: Infrarot-Erkennung).

Kulturmaßnahmen		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Überwinterung		
Auf der Containerkulturfläche belassen, zusammenrücken, übertunneln, schattieren, Container einfüttern. Transport an geschützte Standorte. Frostschutzbewässerung (gegen Früh- und Spätfröste). Temperaturmessungen.	Verbesserung der Winterschutzmaterialien: - Verbesserung der Haltbarkeit zur Mehrfachverwendung - Recycling von bereits genutzten Materialien Cabrio-Häuser Schirmhallensysteme	Empfindlichkeiten von Wurzel und Spross in Abhängigkeit von Temperatur, Feuchte, Wind und Strahlung.

Rückbau der Flächen		
Beispiel eines zur Zeit üblichen Kulturverfahrens (Stand der Technik)	Umweltschonende Alternativen bzw. Ergänzungen, schon vereinzelt im Einsatz	Zukünftige Möglichkeiten? Es besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf!
Offene Fläche		
nach fachgerechter Bewirtschaftung (Lockerung, Gründüngung) keine Probleme.		
Systeme mit stabilem Unterbau und befahrbarer Unterschicht (mit Wasserrückführung)		
Folien entsorgen. Unterbau bei natürlichen Stoffen wie Leca-Ton einarbeiten, bei nicht verrottbaren Materialien abfahren, wenn ackerbauliche Folgenutzung oder in örtlichen Vorgaben geregelt. Der Boden belebt sich wieder, das Gleichgewicht der Bodenbiologie stellt sich innerhalb kürzester Zeit ein. Mattensysteme mit Lava und Kunststoffgeweben („Rollrasensysteme NL“) müssen entsorgt werden.		

6.1 Checkliste für Aufzeichnungen und Eigenkontrollen zur Betriebs- und Kulturführung im Freiland

Hans Joachim Brinkjans und Angelika Thomas

Aufzeichnungen und sonstige Eigenkontrollen sind Hilfsmittel, um den umweltgerechten Anbau von Freilandkulturen im eigenen Betrieb zu überprüfen und zu dokumentieren. Die folgenden Tabellen sollen dazu einen Überblick über die vorhandenen Möglichkeiten und Anforderungen geben. Dabei wird zwischen Aufzeichnungen unterschieden, die sich bereits als Pflicht durch gesetzliche Anforderungen ergeben und solchen Aufzeichnungen und Eigenkontrollen, die zusätzlich empfehlenswert sind oder die auf freiwilligen Verpflichtungen beispielsweise für den kontrollierten Integrierten Anbau basieren.

Die erste Spalte gibt wider, um welche Aufzeichnungspflichten und Empfehlungen es sich handelt. Vor allem für die bundesweiten gesetzlichen Regelungen ist der Überblick - was den Anbau von Kulturen im Freiland anbelangt - umfassend. Bei länderspezifischen Gesetzen und Verordnungen und den Richtlinien von Verbänden empfiehlt es sich aber zu überprüfen, ob sich daraus weitere Dokumentationen und Eigenkontrollen für den Betrieb ergeben.

In der Zusammenfassung (Seite 162) sind die verschiedenen Aufzeichnungen und Dokumentationen aufgelistet und danach gekennzeichnet, ob sie auf rechtlichen Regelungen (mit § gekennzeichnet) beruhen und/oder auf freiwilligen Selbstverpflichtungen (mit x gekennzeichnet). Freiwillige Selbstverpflichtungen gehen je nach geltenden Richtlinien in verschiedenen Punkten über die bestehenden gesetzlichen Regelungen hinaus. In der Checkliste (Seite 163) werden deswegen die relevanten Gesetze und die im Gartenbau verbreiteten freiwilligen Richtlinien unterschieden und die wichtigsten Einzelheiten der Regelungen in den Anmerkungen mit aufgeführt.

Die Bundesfachgruppen Obst und Gemüse im Bundesausschuss Obst und Gemüse erarbeiteten Richtlinien für den kontrollierten Integrierten Anbau und schreiben sie regelmäßig fort.

Der Bundesverband Zierpflanzenbau (BVZ) im ZVG gibt die Richtlinien zum kontrollierten umweltgerechten Zierpflanzenbau „Das Grüne Zertifikat“ heraus.

Zusammenfassung - Aufzeichnungen und Eigenkontrollen für den Gärtner betreffen:

in den Bereichen	entsprechend		
	rechtlichen Regelungen	Selbstverpflichtungen/ Richtlinien	oder weiteren freiwilligen Empfehlungen
Betrieb allgemein, Angaben im Überblick:			
Betriebs-Kenndaten			X
Standorteigenschaften (Bodenart, Hangneigung)			X
Boden:			
N-Vorrat des Bodens (N _{min} Probe o. Richtwerte), mind. 1x/Jahr	§	X	
P und K-Gehalt des Bodens, Bodenanalyse alle 6 Jahre, ab 1ha	§	X	
pH o. Kalkgehalt des Bodens, Bodenanalyse alle 6 Jahre, ab 1 ha	§	X	
Magnesium u. Schwefelgehalt im Bodens, Proben o. Richtwerte	§	X	
Schwermetallgehalte im Boden, pH-Wert	§	X	X
Humusgehalt des Bodens		X	X
Spurennährstoffe (Proben oder Richtwerte)	§	X	
Bodenpflege		X	X
Düngung:			
N-Düngebedarfsermittlung, Berechnungen	§	X	
P und K Düngebedarfsermittlung	§	X	
N, P, K Gehalt in Wirtschaftsdüngern, Proben o. Richtwerte	§	X	
Nährstoffbilanz (Zufuhr - Abfuhr), für N jährlich	§	X	
Nährstoffvergleich für P,K alle 3 Jahre	§	X	
Dokumentation: schlagbezogene Anwendung von Düngemitteln	§	X	
Kontrolle der Düngerlösung auf pH u. Salzgehalt (Bewässerung)		X	
jährlicher Düngerverbrauch		X	
Dokumentation Lagerung von Düngemitteln	§	X	
Pflanzenschutz			
Dokumentation des Befalls, Bestandskontrollen		X	X
Dokumentation der Pflanzenschutzmaßnahmen		X	X
Dokumentation gelagerter PS-Mittel	§	X	
Dokumentation: Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (Schlag)	§	X	
Geräte Kontrolle	§	X	
Sachkundenachweis	§	X	
Wasser/ Bewässerung:			
Gießwasseruntersuchung jährlich oder mindestens alle 3 Jahre		X	
Wasserbeschaffung, Wasserbilanz		X	X
Wasserverbrauch, ggf. monatlich		X	
Sonstige:			
Hygiene		X	
Zukauf von Betriebsmitteln und Dienstleistungen		X	
Entsorgungsnachweis	§		
Erfassung von Betriebsabfällen aller Art	§	X	X
Schutzgebiete (Landschaft u.a.), Biotopverbund (% Betriebsfläche)			X

Aufzeichnungen und Eigenkontrollen zur Betriebs- und Kulturführung				Checkliste																
				6.1																
Checkliste Aufzeichnungen/ Eigenkontrollen für den Gärtner	Bezugsgröße:			Rechtliche Regelungen, die Aufzeichnungspflichten bestimmen									Aufzeichnungen und Kontrollen bei Selbstverpflichtung entsprechend:					weitere zu empfehlende Aufzeichnungen	Verpflichtungen in Förderprogrammen	
	Betrieb (B)	Schlag, Satz, Bewirtschaftungseinheit (BE)	Kultur (K)	Düngeverordnung DüngeV	Pflanzenschutzmittelverordnung	Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung	Kreislaufwirtschafts- u. Abfallgesetz KrW-/AbfG	Bioabfallverordnung BioAbfV	Gefahrstoffverordnung GefStoffV	Bundesnaturschutzgesetz BNatSch NeuregG	Gewerbeabfallverordnung	Auflagen aus Schutzgebieten	Kontrolliert- integrierter Anbau von Gemüse	QS Gemüse	DGZ	EU-Ökobaubau-Verordnung	Öko-Verbände			
Gegenstand der Aufzeichnungen																				
gesetzlich vorgeschriebene Aufzeichnungen: §, freiwillige oder weitere zu empfehlende Aufzeichnungen oder Kontrollen: x																				
Betrieb allgemein, Angaben im Überblick:																				
Betriebs-Kenndaten																		x		
Standorteigenschaften (Bodenart, Hangneigung)		BE											x					x		
Boden:												entsprechend den Landesregelungen, Gebietsaufträgen oder vertraglichen Vereinbarungen								
N-Vorrat des Bodens (N _{min} Probe o. Richtwerte), mind. 1x/Jahr		BE		§									x ⁸	x ⁸	x ^{16,17}	entsprechend der Richtlinien	entsprechend der Richtlinien			
P und K-Gehalt des Bodens, Bodenanalyse alle 6 Jahre, ab 1 ha		BE		§									x ⁹	x ⁹	x ¹⁶					
pH oder Kalkgehalt des Bodens, Bodenanalyse alle 6 Jahre, ab 1ha		BE		§									x ⁹	x ⁹	x ¹⁶					
Magnesium- u. Schwefelgehalt im Boden, Proben o. Richtwerte, ab 1ha		BE		§									x ¹⁰	x ¹⁰						
Schwermetallgehalte im Boden, pH-Wert		BE						§ ¹												x
Humusgehalt des Bodens		BE											x ¹¹					x		
Spurennährstoffe (Proben oder Richtwerte)		BE		§																
Bodenpflege		BE														x ¹⁸		x		
Düngung:																				
N-Düngebedarfsermittlung, Berechnungen		BE		§										x	x	x ¹⁹				
P und K Düngebedarfsermittlung		BE		§										x	x	x				
N, P, K Gehalt in Wirtschaftsdüngern, Proben o. Richtwerte				§																
Nährstoffvergleich (Zufuhr - Abfuhr), für N jährlich, für P,K alle 3 Jahre	B			§ ²										x	x ¹⁴					
Dokumentation der schlagbezogenen Anwendung von Düngemitteln		BE	K	§						§ ³				x	x	x ²⁰				
Kontrolle der Düngerlösung auf pH u. Salzgehalt bei Bewässerungsdüngung		BE												x	x					
jährlicher Düngerverbrauch	B														x ²¹					
Dokumentation Lagerung von Düngemitteln	B								§ ⁴				x	x						
Pflanzenschutz																				
Dokumentation des Befalls, Bestandskontrollen		BE	K										x ¹⁵	x ¹⁵	x ^{15,22}		x			
Dokumentation der Pflanzenschutzmaßnahmen		BE	K										x	x	x		x			
Dokumentation gelagerter PS-Mittel	B								§ ⁴				x	x	x					
Dokumentation der schlagbezogenen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln		BE								§ ³			x	x	x					
Geräte Kontrolle	BE				§ ⁵								x ¹²	x	x					
Sachkundenachweis	B					§								x	x					
Wasser/ Bewässerung:																				
Gießwasseruntersuchung jährlich oder mindestens alle 3 Jahre	B														x ²³					
Wasserbeschaffung, Wasserbilanz		BE													x ²⁴					
Wasserverbrauch, ggf. monatlich	B												x ¹³		x ²⁵					
Sonstige:																				
Hygiene	B													x	x					
Zukauf von Betriebsmitteln und Dienstleistungen	B													x	x					
Entsorgungsnachweis	B						§ ⁶				§ ⁷									
Erfassung von Betriebsabfällen aller Art	B						§ ⁶								x		x			
Schutzgebiete (Landschaft u.a.), Biotopverbund (% Betriebsfläche)	B																x			

Anmerkungen zur Checkliste

- 1 nicht bei Verwendung gütegesicherter Bioabfälle, wobei die zuständige Behörde die Träger der Gütesicherung (Gütegemeinschaften) von der Vorlage der Untersuchungsergebnisse befreit haben muss; Generell freigestellt sind Betriebe mit insgesamt < 1 ha Bewirtschaftungsfläche
- 2 Nährstoffvergleiche für Betriebe mit mehr als 10 ha LN oder mehr als 1 ha Gemüse, Hopfen, Erdbeeren oder Tabak
- 3 Aufzeichnungen nach Maßgabe des Fachrechts; wird in Kürze im Pflanzenschutzgesetz und im Düngemittelrecht verankert
- 4 sofern als Gefahrstoff gekennzeichnet
- 5 Kontrolle der Pflanzenschutzgeräte für Flächen- und Raumkulturen alle 2 Jahre, Nachweis durch Prüfplakette
- 6 nur bei einem Anfall von mehr als 2000 kg Sonderabfällen pro Jahr bzw. 2000 t überwachungsbedürftigen Abfällen pro Jahr. Nachweise, bzw. Erstellung von Abfallkonzepten und -bilanzen entsprechend der Verordnung über Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen.
- 7 Sofern gemeinsame Erfassung der Abfallfraktionen Papier/Pappe, Glas, Kunststoffe, Metalle, biologisch abbaubare Abfälle (d.h. nicht getrennt) Nachweis der ordnungsgemäßen Entsorgung bei einer Vorbehandlungsanlage (kein Nachweis sofern geringe Menge oder bei besonderen Umständen des Einzelfalls)
- 8 N_{min} -Probe zeitnah vor Aussaat/Pflanzung oder vor jeder N-Düngung; mindestens 1 Probe pro Jahr
- 9 Wiederholung der Bodenprobe spätestens nach 4 Jahren
- 10 Untersuchungen für Magnesium mindestens alle 4 Jahre (ohne Schwefel)
- 11 ausreichenden Humusgehalt bzw. ausgeglichene Humusbilanz anstreben
- 12 Die jährliche Prüfpalette durch „PS-TÜV“ (durch amtlich anerkannte Kontrollbetriebe) ist vorgeschrieben (gesetzlich = alle 2 Jahre)
- 13 Pro Einzelgabe maximal 20 mm
- 14 Nährstoffvergleiche jährlich
- 15 Einsatz von Überwachungsgeräten (Gelbschalen, Leimtafeln, u.a.)
- 16 Boden: Analyse der Hauptnährstoffe einschl. pH-Wert vor Anlage einer Dauerkultur, sonst mindestens alle 4 Jahre je Produktionseinheit; *Zusatzanforderung*: jährliche Analyse
Substratanalyse bei Topfkultur und vergleichbaren Kultursystemen: Analyseergebnis der Hauptnährstoffe, einschl. pH-Wert; *Zusatzanforderung*: Zwischenuntersuchungen
- 17 Boden: Anwendung der N_{min} -Messmethode oder vergleichbarer Methoden zu Kulturbeginn und vor einer N-Kopfdüngung, wenn diese nach dem 1. August erfolgen soll; *Zusatzanforderung*: N_{min} -Messmethode oder vergleichbare Methoden mindestens dreimal jährlich je Kultur
- 18 *Zusatzanforderungen*: für die Bodenpflege sind Begrünungsmaßnahmen auf mindestens 25% oder 50% der Freilandanbaufläche, Mulchverfahren zur Unkrautregulierung auf mindestens 25% oder 50%, sowie Wintereingrünung mit Abfuhr auf mindestens 25% oder 50% der Freilandanbaufläche durchzuführen
- 19 Düngungsmaßnahmen erfolgen auf der Grundlage der Ergebnisse von Nährstoffanalysen und des Pflanzenbedarfs bzw. von Entzugswerten. *Zusatzanforderung* bei Topfkulturen im Freiland: Düngung mit Depotdüngern oder bei Bewässerungsdüngung Einzelpflanzenbewässerung
- 20 Kulturbezogene Aufzeichnungen über Düngermaßnahmen (*Zusatzanforderung*)

- ²¹ Dokumentation des jährlichen Düngerverbrauchs für den Gesamtbetrieb
- ²² incl. Eingangskontrollen; Dokumentation der Bestandesüberwachung;
Zusatzanforderung: Aufzeichnung der Messwerte für die Klimaführung (Luftfeuchte);
- ²³ Gießwasseruntersuchung bei Brunnen- oder Regenwasser mindestens alle 3 Jahre; Vorlage des Analyseergebnisses für Wasser aus der öffentlichen Wasserversorgung; *Zusatzanforderung:* jährliche Analyse des Brunnen- oder Regenwassers
- ²⁴ *Zusatzanforderungen:* Regenwassernutzung ≥ 25 %;
- ²⁵ Einsatz wassersparender Bewässerungsmethoden; Aufzeichnungen über Wasserverbrauch, bei mehr als 10% aus öffentlicher Wasserversorgung monatlich;
Zusatzanforderungen: monatliche Aufzeichnungen über Wasserverbrauch bei Verwendung von Regen- oder Brunnenwasser

Überblick und Erläuterungen zu umweltrechtlichen Grundlagen im Freiland-Gartenbau

Hans Joachim Brinkjans und Angelika Thomas

Gesetze und Verordnungen legen für die Betriebe die rechtlichen Rahmenbedingungen fest. Dabei muss berücksichtigt werden, dass sich das Umweltrecht und das landwirtschaftliche Fachrecht laufend verändern, deshalb veraltet eine detaillierte Zusammenstellung schnell. Die Informationen auf den folgenden Seiten sind als Einstieg und erster Überblick gedacht. Für Detailinformationen und gezielte Einzelfallbewertung sollte jeder Betriebsinhaber enge Verbindung zu Berufsstand und Officialberatung haben.

Ein Bereich der Anforderungen betrifft die Aufzeichnungspflichten, die je nach Rechtsbereich (Pflanzenschutz, Düngung etc.) unterschiedlich geregelt sind. Zusätzliche Dokumentationen und Aufzeichnungen können die Betriebsführung weiter unterstützen. Die Checkliste in Kapitel 6 zeigt, welche Aufzeichnungspflichten und -möglichkeiten es gibt.

In diesem Kapitel folgen Erläuterungen zu den gesetzlichen Grundlagen der einzelnen Bereiche und zwar ausführlich zum Pflanzenschutz und im Überblick für weitere wichtige Gesetze und Verordnungen. Die folgenden Abschnitte behandeln umweltrechtliche Regelungen bei:

- Pflanzenschutz
- Boden und Bodenbearbeitung
- Düngung
- Abfall
- Wasser und Bewässerung
- Natur-, Biotop- und Artenschutz
- Betrieb und Anbauflächen

und in sonstigen Bereichen des Gartenbaubetriebs.

Quellennachweise von Gesetzesgrundlagen

Gesetze und Rechtsverordnungen des Bundes werden im Bundesgesetzblatt verkündet. Die amtliche Fassung eines Gesetzes oder einer Rechtsverordnung enthält nach geltendem Recht nur die Papierausgabe des Bundesgesetzblattes, das vom Bundesministerium der Justiz herausgegeben wird und über die Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 13 20, 53003 Bonn, bezogen werden kann. Eine unentgeltliche Nur-Lese-Version des Bundesgesetzblattes Teil I ab 1998 bietet die Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH über ihre Homepage im Internet an:

<http://www.bundesanzeiger.de/index.php?main=5&sub=2>

Weil im Bundesgesetzblatt oft nur die Änderungen zu den bestehenden Gesetzen und Verordnungen veröffentlicht werden, bieten Verlage und Online-Anbieter die aktuellen Fassungen der Stammgesetze an, in die diese Änderungen eingefügt wurden. Diese Veröffentlichungen sind **nicht amtliche Texte**. Die Bereitstellung der Daten zu Bundesgesetzen und -rechtsverordnungen erfolgt durch z.B. die juris GmbH, auch im Internet:

<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/index.html>

Literatur zum Umweltrecht (Auswahl)

BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (BiBB) und ZENTRALVERBAND GARTENBAU (ZVG) (Hrsg.) (2000): Umweltschutz in der Berufsbildung. Ein Handbuch für Ausbilder, Lehre und Auszubildende. Gartenbau. (V Umweltrecht im Gartenbau V1-V26).

ZENTRALVERBAND GARTENBAU (ZVG) (versch. Jahre): Umweltsammelblätter zu aktuellen Umweltrechtsfragen. ZVG Gartenbau Report

STUDT-JÜRS, Inke et. al. (2001): Umweltschutz im EU-Recht - Bundesrecht - Landesrecht für die Landwirtschaft. Gesetze - Verordnungen - Richtlinien - Erlasse. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen. Nr. 548/549 2001. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. Abteilung Betriebsführung und Beratung.

7.1 Gesetzliche Bestimmungen im Bereich des Pflanzenschutzes

Georg Backhaus

Quellen:

Pflanzenschutzgesetz (PflSchG): Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen, i.d.F.d.Bek. vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S.1505, ber. S.1527, 3512), zul. geänd. d. G. vom 20. Juni 2002 (BGBl. I S.2076)

Richtlinie 91/414/EWG des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (EG-Amtsblatt Nr. L 230 vom 19/08/1991, 0001 - 0032)

Gesetz zur Neuorganisation des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und der Lebensmittelsicherheit vom 6. August 2002 (BGBl. I, S.3082)

Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung: Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel in der Fassung vom 10. November 1992 (BGBl. I, S.1887), zuletzt geändert durch die 3. Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung vom 23.07.2003 (BGBl. I S.1533)

Pflanzenschutzmittelverordnung: Verordnung über Pflanzenschutzmittel und Pflanzenschutzgeräte vom 17. August 1998 (BGBl. I, S.2161), zuletzt geändert durch Verordnung vom 9. November 2001 (BGBl. I, S.3031, ber. 2002, S.559)

Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung vom 28. Juli 1987 (BGBl. I, S. 1752). zul. geändert durch Verordnung vom 7. Mai 2001 (BGBl. I, S. 885).

Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz. Bundesanzeiger Nr. 220 a vom 21. November 1998.

Gefahrstoffverordnung: (GefStoffV) Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen vom 26. Oktober 1993 (BGBl. I, S.1783). Neugefasst durch Bek. v. 15.11.1999, BGBl. I, S.2233; ber. S.739, 2000; geänd. d. VO vom 25. Mai 2000 (BGBl. I S.747), vom 26.6.2000 (BGBl. I S.932) und vom 20.7.2000 (BGBl. I S.1045), u. diverse folgende Änderungen, zul. geänd. d. VO vom 23.10.2002 (BGBl. I, S.4123)

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 25. März 2002 (BGBl. I, S. 1193)

Mit dem 1. Juli 1998 trat das novellierte „**Erste Gesetz zur Änderung des Pflanzenschutzgesetzes**“ (Pflanzenschutzgesetz - PflSchG) in Kraft. Es hat erhebliche Auswirkungen auf die verfügbaren Pflanzenschutzmittel und -verfahren. Es überträgt die im Rahmen der EU festgelegten Normen für die gemeinsame Bewertung der Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln nach einheitlichen Grundsätzen, für die Zulassung und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in nationales Recht. Diese sind in der **Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (91/414/EWG)** festgeschrieben. Sinn ist, die europäischen Verhältnisse bezüglich des Pflanzenschutzes, insbesondere hinsichtlich der Verfügbarkeit und Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel, zu harmonisieren.

Seit dem 1. November 2002 gelten für die Zulassung bzw. Genehmigung von Pflanzenschutzmitteln neue Zuständigkeiten. Die Neuerungen auch hinsichtlich des Pflanzenschutzgesetzes sind festgelegt im **Gesetz zur Neuorganisation des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und der Lebensmittelsicherheit** vom 06. August 2002. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) ist nunmehr

die Zulassungsbehörde. Das Umweltbundesamt prüft als Einvernehmensbehörde den Bereich der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf den Naturhaushalt. Das neu gegründete Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) bewertet als Benehmensbehörde die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Gesundheit von Mensch und Tier und die Biologische Bundesanstalt (BBA) prüft als Benehmensbehörde den Prüfbereich Wirksamkeit und den Nutzen von Pflanzenschutzmitteln.

Die **Biologische Bundesanstalt** berät und unterrichtet die Bundesregierung in allen Bereichen des Pflanzenschutzes, des Vorratsschutzes und in Sicherheitsfragen der grünen Gentechnik.

Zweck des Pflanzenschutzgesetzes ist es (§1 PflSchG):

- Pflanzen, insbesondere Kulturpflanzen, und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen und nichtparasitären Beeinträchtigungen zu schützen, und
- Gefahren abzuwenden, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder durch andere Maßnahmen des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt entstehen können.

Diese Ziele stehen einander gleichrangig gegenüber (§1 Nr.1 bis 4 PflSchG).

Unter „Naturhaushalt“ werden seine Bestandteile Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenarten sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen verstanden (§2 PflSchG). Der Gesetzgeber geht davon aus, dass nicht nur chemische, sondern auch biologische, mechanische und andere Pflanzenschutzmaßnahmen potentiell Gefahren beinhalten können, die es zu verhindern gilt. Das weitere Ziel ist die Durchführung von Rechtsakten der Europäischen Gemeinschaft im Bereich des Pflanzenschutzrechts (§1 Nr.5 PflSchG), wodurch deutlich wird, dass der Pflanzenschutz weitestgehend auf europäischen Vorgaben fußt.

Die Bestimmungen des Gesetzes betreffen den Pflanzenschutz im Rahmen der Produktion von Kulturpflanzen in Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft. Sie betreffen darüber hinaus auch die Durchführung von Maßnahmen des Pflanzenschutzes im Haus- und Kleingartenbereich.



Informationen der Biologischen Bundesanstalt, über im Pflanzenschutz relevante Gesetze und Verordnungen: www.bba.de

Gute Fachliche Praxis im Pflanzenschutz

§2a Abs.1 S.1 PflSchG ist eine Kernbestimmung. Sie legt fest: „Pflanzenschutz darf nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden“. Das betrifft nicht allein die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel (wie vergleichsweise nochmals in §6 aufgeführt), sondern insgesamt alle Maßnahmen und Verfahren des Schutzes von Kulturpflanzen. Dabei müssen die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und der Schutz des Grundwassers berücksichtigt werden. Die gute fachliche Praxis dient gemäß §2a Abs.1 S.2 PflSchG insbesondere:

1. der Gesunderhaltung und Qualitätssicherung von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen durch vorbeugende Maßnahmen, durch Verhütung der Einschleppung und Verschleppung von Schadorganismen, und durch Abwehr oder Bekämpfung von Schadorganismen,
2. der Abwehr von Gefahren, die durch die Anwendung, das Lagern und den sonstigen Umgang mit Pflanzenschutzmitteln oder durch andere Maßnahmen

des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt, entstehen können.

Nach ausführlichen Diskussionen zwischen Behörden, Wissenschaft und Praxis wurde ein gemeinsames Verständnis über die gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz gefunden. Allgemeine wie auch spezifische Grundsätze wurden in Form eines **Leitfadens** niedergeschrieben.

Gute fachliche Praxis ist die machbare und zumutbare Handlungsanforderung an jeden, der Pflanzenschutzmaßnahmen durchführt. Sie ist von der speziellen Situation einer Kultur und eines Betriebes geprägt und kann deshalb nur mit Blick auf den Einzelfall beurteilt werden. Gute fachliche Praxis entspricht dem Status quo des Pflanzenschutzes und stellt als Basisstrategie die machbare und zumutbare Handlungsanforderung für jeden dar, der Pflanzenschutzmaßnahmen durchführt. Als Summe der Erfahrungen, die bislang im Pflanzenschutz gesammelt wurden, schließt sie außer den chemischen auch pflanzenbauliche und weitere nichtchemische Maßnahmen ein. Sie wird in Form eines fließenden Systems beständig weiterentwickelt.

Gute fachliche Praxis beinhaltet die Pflanzenschutzmaßnahmen, die in der Wissenschaft als gesichert gelten, aufgrund praktischer Erfahrungen als geeignet, angemessen und notwendig erkannt sind, von der amtlichen Beratung empfohlen werden und sachkundigen Anwendern bekannt sind. Sie ist damit die Grundlage jeden Handelns im praktischen Pflanzenschutz. Zwischen dem integrierten Pflanzenschutz, der ein deutlich höheres Niveau der Handlungsmaxime darstellt, und der guten fachlichen Praxis wird es immer fließende Übergänge geben. Grundsätze, die den Begriff beschreiben, sind im Bundesanzeiger Nr. 220a vom 21.11.1998 veröffentlicht. Dabei wurden folgende allgemeine **Grundsätze der Guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz** beschrieben:

- Alle Pflanzenschutzmaßnahmen standort-, kultur- und situationsbezogen durchführen und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß beschränken.
- Bewährte kulturtechnische und andere nichtchemische Maßnahmen zur Schadensminderung nutzen, sofern sie praktikabel und wirtschaftlich sind.
- Der Befall ist durch geeignete Maßnahmen so zu reduzieren, dass kein wirtschaftlicher Schaden entsteht. Dabei ist keine Vernichtung der Schadorganismen anzustreben. In Einzelfällen kann aus anderen Gründen eine regionale oder punktuelle Eliminierung angezeigt sein.
- Die vielfältigen Angebote der amtlichen und sonstigen Beratung sowie Weiterbildung und andere Entscheidungshilfen nutzen.

Darüber hinaus wurden spezielle Grundsätze beschrieben, wie für vorbeugende Maßnahmen des Pflanzenschutzes, für die Einschätzung und Bewertung von Schäden, für die Auswahl der Abwehr- und Bekämpfungsmaßnahmen, für die sachgerechte Anwendung nichtchemischer Pflanzenschutzmaßnahmen, für die be-



Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis als Heft erhältlich (BMVEL: www.verbraucherministerium.de) oder unter: www.bba.de

stimmungsgemäße und sachgerechte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, für den bestimmungsgemäßen und sachgerechten Einsatz von Pflanzenschutzgeräten, für das Lagern, das Entsorgen und den sonstigen Umgang mit Pflanzenschutzmitteln, sowie für die Erfolgskontrolle und Dokumentation von Pflanzenschutzmaßnahmen.

Diese Grundsätze berücksichtigen die dem Standort und der Situation angepassten Möglichkeiten zur Schadensabwehr. Sie schließen Methoden ein, die praktikabel und unter Beachtung wirtschaftlicher Aspekte anwendbar sind. Die Forderung der guten fachlichen Praxis ist erfüllt, wenn eine Notwendigkeit für Pflanzenschutzmaßnahmen besteht und die richtige Auswahl der Gegenmaßnahme getroffen wurde. Wird eine chemische Pflanzenschutzmaßnahme als sachgerecht erachtet, sind weitere Voraussetzungen zu beachten. Das ausgewählte Pflanzenschutzmittel muss für das entsprechende Anwendungsgebiet zugelassen sein, die Anwendungsbestimmungen und sonstigen Auflagen müssen beachtet werden, nur einwandfrei arbeitende Pflanzenschutzgeräte dürfen zur Ausbringung benutzt werden.

Zulassungsbedürftigkeit und Indikationszulassung

Nach Pflanzenschutzgesetz (§11 PflSchG, geändert durch Artikel 4 des Gesetzes zur Neuorganisation des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und der Lebensmittelsicherheit vom 06. August 2002 dürfen Pflanzenschutzmittel in der Formulierung, in der die Abgabe an den Anwender vorgesehen ist, nur in Verkehr gebracht oder eingeführt werden, wenn sie vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit zugelassen sind. Diese als „Vertriebszulassung“ bezeichnete Bestimmung besteht seit Einführung einer Zulassungspflicht für Pflanzenschutzmittel in Deutschland. Geprüfte und zugelassene Pflanzenschutzmittel werden mit Zulassungsnummer und Zulassungszeichen versehen. Nach §6a des novellierten Pflanzenschutzgesetzes dürfen Pflanzenschutzmittel einzeln oder gemischt mit anderen nur angewandt werden, wenn sie zugelassen sind, und nur:

1. in den in der Zulassung festgesetzten und in der Gebrauchsanleitung angegebenen bzw. gesondert genehmigten Anwendungsgebieten und
2. entsprechend den in der Zulassung festgesetzten und in der Gebrauchsanleitung angegebenen bzw. gesondert bekannt gemachten Anwendungsbestimmungen.

Diese für Deutschland relativ neue Bestimmung wird auch als **Indikationszulassung** bezeichnet. Ein Abweichen von der verbindlich festgelegten Kultur, die mit diesem Pflanzenschutzmittel vor einem bestimmten Schadorganismus geschützt werden kann, kann ein Bußgeldverfahren und einen Bußgeldbescheid zur Folge haben. Nach wie vor werden mit der Zulassung bußgeldbewehrte Anwendungsbestimmungen festgelegt. §6a PflSchG verankert diese strengen Bestimmungen für den Anwender von Pflanzenschutzmitteln.

Diese Bestimmung, die mit einer Übergangsfrist bis 31.06.2001 versehen war, hat fundamentale Bedeutung für die Bekämpfung von Schaderregern und die chemi-

sche Beseitigung von Konkurrenzpflanzen in der Praxis. Die Anwendung eines Mittels zum Zweck des Pflanzenschutzes setzt dessen Zulassung (oder eine Genehmigung nach §11 PflSchG) voraus. Das bedeutet im Umkehrschluss, nicht zugelassene Mittel dürfen zum Zweck des Pflanzenschutzes nicht nur nicht vertrieben oder eingeführt, sie dürfen auch nicht angewendet werden!

Weiterhin muss sich die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln an den in der Gebrauchsanleitung aufgeführten Anwendungsgebieten und -bestimmungen orientieren. So ist beispielsweise die Anwendung eines Insektizides, das zur Anwendung gegen Blattläuse an Gemüsekulturen zugelassen ist, gegen Blattläuse oder gar andere Insekten an Ziergehölzen grundsätzlich nicht zulässig, auch wenn möglicherweise bekannt ist, dass eine gute Wirksamkeit gegeben sein könnte und keine phytotoxischen Schäden zu erwarten wären.

Pflanzenschutzmittel werden zukünftig nur noch dann eine reguläre Zulassung erhalten, wenn ihre Wirkstoffe nach Abschluss eines EU-weiten einheitlichen Bewertungsverfahrens in eine spezielle Liste, den sog. Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG aufgenommen worden sind. Mittel, deren Wirkstoffe noch nicht abschließend bewertet wurden, erhalten allenfalls eine „vorläufige Zulassung“ mit einer Gültigkeit von maximal 3 Jahren (§15c PflSchG). Mittel, deren Wirkstoffe endgültig nicht in den Anhang I aufgenommen werden, dürfen künftig keine Zulassung mehr erhalten. Die Zulassung bereits zugelassener Pflanzenschutzmittel ist sogar zu widerrufen, wenn die Europäische Gemeinschaft entschieden hat, den im Pflanzenschutzmittel enthaltenen Wirkstoff nicht in den Anhang I aufzunehmen (§16a PflSchG).

Eine weitere Neuerung des Pflanzenschutzgesetzes aus 1998 ist, dass die Anwendbarkeit von Pflanzenschutzmitteln nach der Beendigung der Zulassung befristet ist. Pflanzenschutzmittel, deren Zulassung endet, dürfen nur noch bis zum Ablauf des zweiten auf das Ende der Zulassung folgenden Jahres angewandt werden (§6a, Abs. 3 PflSchG). Spätestens danach sind sie sachgerecht zu entsorgen. Diese sog. Aufbrauchsfrist gilt nicht für solche Mittel, deren Zulassung widerrufen wird, beispielsweise, weil deren Wirkstoff endgültig nicht in den Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG aufgenommen worden ist.

Genehmigungsverfahren nach §18 PflSchG

Mit dem Übergang zur Indikationszulassung treten in der pflanzenbaulichen Praxis erhebliche Bekämpfungslücken auf. Eine Vielzahl wichtiger Krankheitserreger und Schädlinge, besonders in den Kulturen des Erwerbsgartenbaus, kann nicht mehr hinreichend bekämpft werden, weil an sich wirksame Pflanzenschutzmittel für diese Anwendungsgebiete in der Zulassung nicht ausgewiesen sind. Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft bemüht sich gemeinsam mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder seit dem Jahr 1993 intensiv darum, solche Bekämpfungslücken zu schließen, speziell für Pflanzenschutzprobleme in Kulturen mit geringem Anbauumfang oder geringer gesamtwirtschaftlicher Bedeutung.

Zur Lösung dieser Problematik hat das novellierte Pflanzenschutzgesetz neben dem regulären Zulassungsverfahren nach §15 PflSchG ein Verfahren für die **Genehmigung** der Anwendung eines zugelassenen Pflanzenschutzmittels in einem anderen als den mit der Zulassung festgesetzten Anwendungsgebieten festgelegt (§§18 - 18a PflSchG). Diese Genehmigung kann sowohl vom Hersteller und Verreiber, als auch von demjenigen beantragt werden, der Pflanzenschutzmittel zu gewerblichen Zwecken oder im Rahmen sonstiger wirtschaftlicher Unternehmungen in einem Betrieb der Landwirtschaft, einschließlich des Gartenbaus, oder der Forstwirtschaft anwendet. Dies können auch juristische Personen sein. Amtliche und wissenschaftliche Einrichtungen, die in den Bereichen Landwirtschaft, einschließlich des Gartenbaus, oder der Forstwirtschaft tätig sind, können ebenfalls Antragsteller sein. Die Voraussetzungen für die Genehmigung sind vielfältig und beinhalten beispielsweise, dass an der Anwendung ein öffentliches Interesse besteht, dass die erforderliche Angaben und Unterlagen vorgelegt werden und dass die Anwendung vorgesehen ist an Pflanzen mit geringfügiger Bedeutung oder geringfügigem Anbauumfang und gegen Schadorganismen, die nur gelegentlich oder in bestimmten Gebieten erhebliche Schäden verursachen. Das Pflanzenschutzmittel kann nach der Bekanntmachung der Genehmigung im Bundesanzeiger angewendet werden. Der Haus- und Kleingartenbesitzer kann jedoch nicht von dieser Genehmigung Gebrauch machen.

Eine weitere Regelung soll den zuständigen Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer ermöglichen, dringende Probleme des Pflanzenschutzes auf Antrag Betroffener selbst lösen zu können. Nach §18b PflSchG kann die (nach Landesrecht) zuständige Behörde im Einzelfall die Anwendung eines zugelassenen Pflanzenschutzmittels in einem anderen als den mit der Zulassung festgesetzten Anwendungsgebieten unter speziellen Voraussetzungen genehmigen, wenn die Anwendung vorgesehen ist

- a) an Pflanzen, die nur in geringfügigem Umfang angebaut werden, oder
- b) gegen Schadorganismen, die nur in bestimmten Gebieten erhebliche Schäden verursachen,

und die vorgesehene Anwendung derjenigen in einem mit der Zulassung festgesetzten Anwendungsgebiet entspricht. Anträge sind in der Regel an die vor Ort befindlichen Pflanzenschutzdienststellen zu richten.

Die genannten Genehmigungsverfahren setzen voraus, dass die betreffenden Pflanzenschutzmittel in Deutschland zugelassen sind und sie gelten maximal für die Dauer der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels.

Das neue Pflanzenschutzgesetz ermächtigt auch zur Erstellung von Vorschriften über das Inverkehrbringen und die Verwendung von Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen zur Bekämpfung bestimmter Schadorganismen und schließt damit eine Lücke bezüglich des Nützlingseinsatzes zu Zwecken des Pflanzenschutzes.

Verantwortung des Anwenders

Bei allem Bemühen, die Pflanzen zu schützen, ist immer zu bedenken, dass Pflanzenschutzmittel nicht angewendet werden dürfen, soweit der Anwender damit rechnen muss, dass ihre Anwendung im Einzelfall schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder sonstige erhebliche schädliche Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat (§6 PflSchG). Deshalb müssen Anwender von Pflanzenschutzmitteln in einem Betrieb der Landwirtschaft, einschließlich des Gartenbaus, oder der Forstwirtschaft die dafür erforderliche Zuverlässigkeit und die erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten haben (§10 PflSchG). Die erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten sind der zuständigen Behörde (der Bundesländer) auf Verlangen nachzuweisen. Genauer wird durch die **Sachkunde-Verordnung** geregelt. Die zuständige Behörde kann die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sogar ganz oder teilweise untersagen (§10, Abs.2 PflSchG), wenn Tatsachen die Annahme rechtfertigen, dass der Anwender die Voraussetzungen nicht erfüllt, beispielsweise indem er in krasser Form gegen bekannte Bestimmungen verstößt, oder Menschen, Tiere oder Naturhaushalt gefährdet.

Wichtige Bestimmungen des Pflanzenschutzgesetzes zur **Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf Freilandflächen** führen oftmals in der Praxis zu Verständnisschwierigkeiten. §6 Abs.2 PflSchG legt fest, dass Pflanzenschutzmittel auf Freilandflächen nur angewandt werden dürfen, soweit die Flächen landwirtschaftlich, gärtnerisch oder forstwirtschaftlich genutzt werden. Pflanzenschutzmittel dürfen nicht in oder unmittelbar an oberirdischen Gewässern und Küstengewässern angewandt werden. Über den Inhalt des Verbots der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in oder unmittelbar an Gewässern besteht eine weitgehend einheitliche Auffassung. Oberirdische Gewässer werden durch ihre Uferoberkanten begrenzt. Der Begriff „Gewässer“ ist durch das Wasserhaushaltsgesetz und weitere wasserrechtliche Regelungen der Bundesländer vorgegeben. Auch die Definition des Begriffes der „Freilandflächen“ findet allgemeinen Konsens als „die nicht durch Gebäude oder Überdachungen ständig abgedeckten Flächen, unabhängig von ihrer Beschaffenheit oder Nutzung; dazu gehören auch Verkehrsflächen jeglicher Art wie Gleisanlagen, Straßen, Wege, Hof- und Betriebsflächen oder sonstige durch Tiefbaumaßnahmen veränderte Landflächen“ (§2 PflSchG).

Differierende Auffassungen bestehen jedoch darüber, was eine landwirtschaftlich, gärtnerisch oder forstwirtschaftlich genutzte Freilandfläche ist. Begriffsdefinitionen und die Ausnahmegenehmigung für chemische Pflanzenschutzmaßnahmen fallen in die Zuständigkeit der Bundesländer. Unterschiedliche Zielstellungen und Strategien ließen dabei eine Begriffsvielfalt entstehen. Die Definitionen zur landwirtschaftlichen, gärtnerischen oder forstwirtschaftlichen Nutzung weichen weit voneinander ab. Einige Bundesländer schränken diesen Begriff sogar auf die „erwerbsgärtnerisch genutzte Fläche“ ein. Andere beziehen die Flächen nicht auf die Anwendung von Herbiziden, die generell untersagt werden.

Folgende **Beispiele** sollen das Problem verdeutlichen:

In **Niedersachsen** gilt gemäß Nr. 1.3 des Erlasses des Landwirtschaftsministeriums vom 16.03.1989 (Niedersächsisches Ministerialblatt 1989, S.285) folgende Begriffsbestimmung: Landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerische Nutzung umfassen die Formen der Landbewirtschaftung, die nachhaltig betrieben werden und dabei auf die Beweidung, auf die Gewinnung von Pflanzen, Pflanzenteilen oder Pflanzenerzeugnissen oder auf die gärtnerische Gestaltung und Pflege ausgerichtet sind; maßgebend ist die tatsächliche Nutzung. Damit zählen in Niedersachsen sowohl die erwerbsgärtnerisch genutzten Flächen als auch Haus- und Kleingärten, sowie andere Flächen, die durch gärtnerische Gestaltung und Pflege geprägt sind, zu den gärtnerisch genutzten Flächen. Unter dem Begriff „andere Flächen“ sind nach den Ausführungen des Erlasses Flächen dann zu subsumieren, wenn „*die Erscheinungsform der Grundfläche durch menschlichen Gestaltungswillen und durch regelmäßiges, systematisches und intensives Eingreifen in die natürliche Vegetationsentwicklung entscheidend gekennzeichnet ist.*“ Wege, Böschungen, Feldraine, Hecken, Feldgehölze, Kinderspielplätze, umgrünte Sandspielplätze, Spiel- und Liegewiesen werden in Niedersachsen nicht zu den gärtnerisch genutzten Flächen gezählt. Ausnahmegenehmigungen sind Einzelfallentscheidungen auf Antrag.

Im Bundesland **Berlin** sind diese Sachverhalte im Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege von Berlin (NatSchGBln) in der Fassung vom 10. Juli 1999 (GVBl 1999, S.390) geregelt. Nach §29 Abs.3 dürfen im Freien außerhalb landwirtschaftlich und erwerbsgärtnerisch genutzter Flächen Stoffe, die dazu bestimmt sind, Pflanzen abzutöten oder Flächen von Pflanzenwuchs freizumachen oder freizuhalten (Herbizide), sowie sonstige Pflanzenschutzmittel im Sinne des Pflanzenschutzgesetzes, die nach der Gefahrstoffverordnung als sehr giftig oder giftig eingestuft werden oder eine Wasserschutzgebietsauflage haben, nicht angewendet werden. Das Anwendungsverbot gilt insbesondere für Hausgärten, Kleingärten und sonstige Gärten; begrünte Dachflächen und Fassaden; Park- und Grünanlagen; Sportanlagen; Friedhöfe und Waldflächen. Die dazu erlassene Richtlinie der Stadt Berlin zur Durchführung von §29 Abs.2 u. 3 NatSchGBln in Verbindung mit §6 PflSchG definiert u.a. den Begriff Freilandfläche und es werden zusätzlich zu den genannten Flächen auch Wege, Böschungen, Feldraine, Hecken, Feldgehölze sowie Wege, Plätze und ähnliche Flächen, wenn sie in entsprechend genutzten Grundstücken gelegen sind, nicht zur landwirtschaftlich oder erwerbsgärtnerischen Nutzung gerechnet. Auch hier sind auf Antrag Ausnahmegenehmigungen möglich.

Gemäß §6 Abs.3 PflSchG kann die (nach Landesrecht) zuständige Behörde Ausnahmen vom Verbot nach §6 Abs.2 PflSchG genehmigen, wenn der angestrebte Zweck vordringlich ist, mit zumutbarem Aufwand auf andere Weise nicht erzielt werden kann und überwiegende öffentliche Interessen, insbesondere des Schutzes von Tier- und Pflanzenarten, nicht entgegenstehen. Nachdem diese Bestimmung eine Ermessensentscheidung ist und die Abwägungselemente (angestrebter Zweck, zumutbarer Aufwand, etc.) unterschiedlich von den Bundesländern ausgestaltet werden, ist mit unterschiedlichen Verwaltungsentscheidungen je nach Bundesland zu rechnen. Das bedeutet in der Praxis, dass Behandlungen auf solchen Flächen, die im einen Bundesland ohne weiteres erlaubt sind, im anderen Bundesland nicht

ohne eine spezielle Ausnahmegenehmigung durchgeführt werden dürfen. Besonders im Bereich des Garten- und Landschaftsbaus führt diese Regelung immer wieder zu Diskussionen über mögliche Wettbewerbsverzerrungen.

Höchstmengen

Eine wichtige Grundlage des Verbraucherschutzes ist das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz. Auf seiner Basis wird durch die **Höchstmengenverordnung** festgelegt, bis zu welchem Grenzwert Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf dem Erntegut geduldet werden. Die für die jeweiligen Anwendungsgebiete festgelegten Wartezeiten geben Auskunft über die Anzahl an Tagen, die zwischen der letzten Behandlung und Ernte liegen müssen, damit sichergestellt ist, dass die Höchstmengenwerte mit Sicherheit nicht überschritten werden. Die Höchstmengen sind inzwischen auf EU-Ebene bereits sehr weitgehend harmonisiert.

Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel

Von besonderer Bedeutung für die Praxis sind Bestimmungen des Pflanzenschutzgesetzes, die über untergesetzliche Regelungen präzisiert werden. Eine solche untergesetzliche Regelung ist die auf §7 PflSchG basierende Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel (**Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung**) vom 10. November 1992, geändert durch das Gesetz vom 6. August 2002 (BGBl. I S.3082), zuletzt geändert durch die 3. Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung vom 23.07.2003 (BGBl. I. S.1533). Die Verordnung wird in unregelmäßigen Abständen novelliert und dem Stand der Erkenntnisse angepasst. In ihr sind alle Wirkstoffe (nicht Präparate!) genannt, deren Anwendung zu Zwecken des Pflanzenschutzes in Deutschland verboten oder nur eingeschränkt anwendbar sind.

Die **Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung** beschreibt in der **Anlage 1 vollständige Anwendungsverbote** für Stoffe, deren Verwendung aufgrund ihrer starken negativen Nebenwirkungen nicht verantwortet werden kann (beispielsweise Aldrin, Arsen, Dieldrin, 1,3-Dichlorpropan, Dinoseb, Endrin, Nitrofen, Pentachlorphenol, u.a.). In der **Anlage 2** sind **eingeschränkte Anwendungsverbote** aufgeführt für z.B. Zinkphosphid, Blausäure, Phosphorwasserstoff entwickelnde Verbindungen. Die hier aufgeführten Stoffe dürfen nur in ganz eng umschriebenen Fällen verwendet werden. (z.B. Anwendung von Aldicarb nur zur Bodenbehandlung außerhalb von Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten im Zierpflanzen- und Zuckerrübenbau, in Baumschulen, Rebschulen und Erdbeervermehrungsanlagen). Die **Anlage 3** der Verordnung enthält **Wirkstoffe mit Anwendungsbeschränkungen**. Dazu zählen besonders die **Wirkstoffe, deren Anwendung in Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten untersagt ist**. Ausnahmen sind nur in sehr speziellen Einzelfällen, beispielsweise für geschlossene Kultursysteme in Gewächshäusern, möglich. Jeder, der mit Pflanzenschutzmitteln in Wasserschutzgebieten oder auch im Einzugsbereich von Grund- und Trinkwassergewinnungsanlagen umgehen will, muss sich unbedingt vorher vergewissern, ob der

betreffende Stoff in dieser Verordnung verzeichnet ist. Jedoch auch dann, wenn das nicht der Fall ist, können Präparatespezifische Auflagen die Anwendungsmöglichkeiten erheblich einschränken. Diese Auflagen sind in der Gebrauchsanleitung aufgeführt und unbedingt zu beachten. Die Bestimmungen der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung sind unabhängig von der jeweiligen Zulassungssituation.

Auflagen und Anwendungsbestimmungen

Mit der Zulassung werden eine teils erhebliche Zahl an Auflagen und Anwendungsbestimmungen erteilt, die unbedingt vom Anwender zu beachten sind. Sie dienen dem Zweck, die Gesundheit von Mensch und Tier sowie den Naturhaushalt vor schädlichen Auswirkungen durch die Anwendung eines Mittels zu schützen (§15 PflSchG). Berührt sind insbesondere die Aufwandmengen, die Wartezeiten sowie die zum Schutz von Gewässern oder anderen Naturelementen erforderlichen Abstände bei der Anwendung. Die Abstände, die der Anwender zu Gewässern einhalten muss, richten sich nach Gewässertyp, Ufervegetation und sind gestaffelt, insbesondere entsprechend der vorhandenen technischen Ausstattung der Anwendungsgeräte. So lassen sich die Mindestabstände bei kritischen Pflanzenschutzmitteln durch Nutzung abtrifftmindernder Geräte stark reduzieren. Neuerdings kommen auch entsprechende Bestimmungen zum Schutz von Nichtzielorganismen hinzu.

Den Bienen wird durch die **Bienenschutzverordnung** vom 22. Juli 1992 ein besonderer Schutz gewährt. Pflanzenschutzmittel werden im Rahmen des Zulassungsverfahrens auch auf ihre Bienengefährlichkeit hin untersucht und in vier Kategorien eingeordnet. Entsprechend der Verordnung dürfen bienengefährliche Pflanzenschutzmittel (Kennzeichnung B1) nicht an blühenden Pflanzen und an Pflanzen, wenn sie von Bienen beflogen werden, angewandt werden. Bienengefährliche Pflanzenschutzmittel dürfen auch nicht so angewandt werden, dass blühende oder von Bienen beflogene Pflanzen mitgetroffen werden. Weiterhin dürfen bienengefährliche Mittel nicht so gehandhabt, aufbewahrt oder beseitigt werden, dass Bienen mit ihnen in Berührung kommen können. Mit B2 werden Mittel gekennzeichnet, die nur dann nicht bienengefährlich sind, wenn sie nach Beendigung des täglichen Bienenfluges bis spätestens 23:00 Uhr ausgebracht werden. Mit B3 gekennzeichnete Mittel stellen aufgrund der durch die Zulassung festgelegten Anwendungen für Bienen keine Gefährdung dar. Mit B4 sind Mittel gekennzeichnet, die als nicht bienengefährlich gelten.

Sonstige gesetzliche Bestimmungen mit Auswirkungen auf den Pflanzenschutz

Mit der „**Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen**“ (Bekanntmachung der Neufassung der **Gefahrstoffverordnung** vom 15. November 1999, berichtigt am 18. Mai 2000, BGBl I, 52, 2233-2281), zuletzt geändert am 15.10.2002 (BGBl. I S.4123) liegen Bestimmungen vor, die Menschen vor arbeitsbedingten und sonstigen Gesundheitsgefahren und die Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen schützen sollen. Hinsichtlich des Umgangs mit Pflanzenschutzmitteln, sofern diese

zu den Gefahrstoffen zählen, liefert diese Verordnung eine Reihe wichtiger allgemeiner Regelungen, die dem sachkundigen Anwender bekannt sein sollten. Beispielsweise sind hier die Gefährlichkeitsmerkmale (Gefahrensymbole, z. B. T+, T, Xn, Xi, C) und sonstigen Kennzeichnungen für Chemikalien und damit auch für Pflanzenschutzmittel, sofern sie Gefahrstoffe sind, festgelegt. Weiterhin gibt es hier Bestimmungen zur allgemeinen Schutzpflicht und zu Schutzmaßnahmen für Arbeitgeber, die mit Gefahrstoffen umgehen.

Beispiele sind:

- *„Der Arbeitgeber, der mit Gefahrstoffen umgeht, hat die zum Schutz des menschlichen Lebens, der menschlichen Gesundheit und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen nach den allgemeinen und besonderen Vorschriften zu treffen“ (§ 17).*
- *„Gefahrstoffe sind so aufzubewahren und zu lagern, dass sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden. Es sind dabei geeignete und zumutbare Vorkehrungen zu treffen, um den Missbrauch oder einen Fehlgebrauch nach Möglichkeit zu verhindern“ (§ 24).*
- *„Mit T+ und T gekennzeichnete Stoffe und Zubereitungen sind unter Verschluss oder so aufzubewahren, dass nur fachkundige Personen Zugang haben“ (§ 24).*

Außer dem Pflanzenschutzrecht und dem Chemikalienrecht bzw. Gefahrstoffrecht enthalten auch das Bundesnaturschutzgesetz, das Wasserhaushaltsgesetz und das Bundes-Bodenschutzgesetz Regelungen, die den Pflanzenbau und den Pflanzenschutz berühren und beachtet werden müssen.

Haus- und Kleingartenbereich

Der Pflanzenschutz im Bereich der Haus- und Kleingärten wird seit Jahren kontrovers diskutiert. Einige Bundesländer haben zum Pflanzenschutz eigene Gesetze oder andere Vorschriften mit relativ strengen Bestimmungen erlassen. Wesentlicher Grund ist, dass im Haus- und Kleingartenbereich viele Anwender weder über die notwendige Sachkunde im Umgang mit Pflanzenschutzmitteln verfügen noch die erforderlichen Schutzausrüstungen und Applikationstechniken kennen und besitzen. Das gilt besonders im Hinblick auf die Vielzahl der verfügbaren Pflanzenschutzmittel mit unterschiedlichsten Wirkstoffen, Zusammensetzungen, Eigenschaften und Anwendungsbereichen. Das novellierte Pflanzenschutzgesetz enthält deshalb eine Bestimmung, durch die Gefahren für diesen Anwenderkreis wie auch für den Naturhaushalt soweit wie möglich ausgeschlossen werden sollen (§6a PflSchG): *„Sie (die Pflanzenschutzmittel) dürfen im Haus- und Kleingartenbereich nur angewandt werden, wenn sie mit der Angabe „Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich zulässig“ gekennzeichnet sind.“* Diese Bestimmung setzt voraus, dass Pflanzenschutzmittel, die für diesen Bereich vorgesehen werden sollen, einer besonderen Bewertung unterzogen werden. Dementsprechend bestimmt §15 Abs.2 PflSchG: *„Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicher-*

heit entscheidet im Rahmen der Zulassung ... über ... die Eignung des Pflanzenschutzmittels für die Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich, unter besonderer Berücksichtigung insbesondere der Eigenschaften der Wirkstoffe, der Dosierfähigkeit, der Anwendeform und der Verpackungsgröße.“ Zwischen Zulassungsbehörde und den ehemaligen Einvernehmensbehörden wurde ein Kriterienkatalog abgestimmt, anhand dessen die Eignung eines Pflanzenschutzmittels für den Haus- und Kleingartenbereich geprüft wird. Wenn ein Präparat die Kriterien erfüllt, wird es mit „Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich zulässig“ gekennzeichnet. Auch der sachkundige Anwender, z.B. ein ausgebildeter Gärtner, darf im Haus- und Kleingartenbereich nur die entsprechend gekennzeichneten Präparate verwenden.

Weiterführende Literatur

- ANONYM (1998): Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz. Broschüre hrsg. vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 53107 Bonn, 56 S.
- BACKHAUS, G. F., GÜNDERMANN, G. (2001): Das novellierte Pflanzenschutzgesetz – Auswirkungen auf das urbane Grün. In: Dujesiefken, D., Kockerbeck, P.: Jahrbuch der Baumpflege 2001, 86-98, Thalacker-Medien.
- BÖNING, K. (1972): Zur Geschichte der Polizeiverordnungen über Gifte und giftige Schädlingsbekämpfungsmittel. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. **24**, 104-108.
- DREES, H. (1987): 50 Jahre Pflanzenschutzgesetz. Gesunde Pflanzen **39**(3), 120-122.
- FREIER, B., BURTH, U., KLINGAUF, F., 1999: Integrierter Pflanzenschutz als Leitbild – Die Anforderungen liegen über der derzeitigen Handlungsnorm der guten fachlichen Praxis. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. **51**(3), 66-70.
- GÜNDERMANN, G. (1998): Das novellierte Pflanzenschutzgesetz. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. **50**(9), 233-237.
- JAHN, M.; BURTH, U. (2000): Pflanzenstärkungsmittel – Erfahrungen bei der Umsetzung des novellierten Pflanzenschutzgesetzes. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. **52**(10), 241-243.
- KOHSIEK, H. (1999): Anforderungen an die Eignung eines Pflanzenschutzmittels für die Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich (HuK). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. **51**(1), 23-24.
- OTTE, A. (1998): Die Unterlassung des obrigkeitlich gebotenen Raupens – erste Pflanzenschutzbestimmung für das Deutsche Reich. In: Laux, W. (Hrsg.): 100 Jahre Pflanzenschutzforschung – Information, Recht, Geschichte. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft **348**, S. 7 – 8
- PALLUTT, W., MÜLLER, R., LINDNER, K. (2000): Lückenindikationen – gegenwärtiger Stand und Probleme. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. **52**(5), 111-115.
- PETZOLD, R.; LINN, H. (1998): Das Pflanzenschutzgesetz. Broschüre hrsg. vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Referat Öffentlichkeitsarbeit, 53107 Bonn.

7.2 Boden und Bodenbearbeitung

Hans Joachim Brinkjans und Angelika Thomas

Quellen:

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz- BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I 1998, 502) geändert d. G. vom 9. September 2001 (BGBl. I S. 2331)

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999 (BGBl. I S. 1554)

Der Boden mit seinen natürlichen Funktionen und seiner Funktion als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte ist Hauptgegenstand des Bodenschutzgesetzes. Das Gesetz trifft Regelungen zur Vorsorge, und zur Abwehr schädlicher Bodenveränderungen sowie zur Schadensbeseitigung. Der Vorsorgepflicht gemäß **Bundes-Bodenschutzgesetz** (BBodSchG) kommen Gärtner durch die Einhaltung der guten fachlichen Praxis bei der Bodennutzung nach (§17 BBodSchG). Die dort festgelegten Grundsätze betreffen im wesentlichen Vorsorgeaspekte im Hinblick auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens.

Die gute fachliche Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung dient der nachhaltigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource. Zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gemäß §17 BBodSchG gehört insbesondere, dass:

1. die Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen hat,
2. die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird,
3. Bodenverdichtungen, insbesondere durch Berücksichtigung der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit, und des von den zur landwirtschaftlichen Bodennutzung eingesetzten Geräten verursachten Bodendrucks, soweit wie möglich vermieden werden,
4. Bodenabträge durch eine standortgemäße Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung, möglichst vermieden werden,
5. die naturbetonten Strukturelemente der Feldflur, insbesondere Hecken, Feldgehölze und Ackerterrassen, die zum Schutz des Bodens notwendig sind, erhalten werden,
6. die biologische Aktivität des Bodens durch entsprechende Fruchtfolgegestaltung erhalten oder gefördert wird und
7. der standorttypische Humusgehalt des Bodens insbesondere durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz oder durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität, erhalten wird.



Quellen im Internet:

http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/GESAMT_index.html

Bundesbodenschutzgesetz:

<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bbodschg/index.html>

Bundesbodenschutzverordnung:

<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bbodschv/index.html>

oder:

www.umweltbundesamt.de/altlast/web1/deutsch/bboschv.pdf

Die landwirtschaftlichen Beratungsstellen vermitteln die entsprechenden Grundsätze.

Aufzeichnungspflichten im Bundesbodenschutzgesetz betreffen die ergänzenden Vorschriften für Altlasten: Wenn eine Altlast vorliegt, kann die zuständige Behörde Eigenkontrollen, insbesondere Boden- und Wasseruntersuchungen verlangen (BBodSchG §15 (2)). Die Ergebnisse sind aufzuzeichnen und mindestens fünf Jahre aufzubewahren (BBodSchG §15 (3)).

Die **Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung** (BBodSchV) konkretisiert die Anforderungen des Bundes-Bodenschutzgesetzes an die Untersuchung und Bewertung von Flächen mit dem Verdacht einer Bodenkontamination oder Altlast. *„Auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen kommen bei schädlichen Bodenveränderungen oder Altlasten vor allem Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen durch Anpassungen der Nutzung und der Bewirtschaftung von Böden sowie Veränderungen der Bodenbeschaffenheit in Betracht. Über die getroffenen Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen sind Aufzeichnungen zu führen. Mit der zuständigen landwirtschaftlichen Fachbehörde ist Einvernehmen herbeizuführen“* (BBodSchV §5 (5)).

Mit der Bodenschutz- und Altlastenverordnung werden u.a. die Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien (v.a. Bodenmaterial, Bodenmaterial-Abfall-Gemische) auf oder in den Boden geregelt und Anforderungen an die Gefahrenabwehr und an die Sanierung entsprechender Kontaminationen festgelegt. Wesentliche Anforderungen sind vor allem im §12 der BBodSchV niedergelegt. Vor dem Auf- und Einbringen sind die notwendigen Untersuchungen der Materialien durchzuführen. Hier handelt sich aber nicht um eine generelle Untersuchungspflicht, sondern je nach Notwendigkeit, z.B. je nach herrschenden Bodenwerten des Herkunftsortes. Da die Regelungen im §12 relativ vielfältig sind, erarbeitet die Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Boden (LABO) derzeit eine Vollzugshilfe, die im Laufe 2003 verabschiedet werden soll.

Das Bundes-Bodenschutzgesetz und die Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung definieren außerdem einheitliche Bodenwerte (Prüfwerte, Maßnahmenwerte und Vorsorgewerte) und legen Pflichten sowie Ausgleichsregelungen für Bewirtschaftungsauflagen und Schäden durch Dritte fest.

Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Bodenveränderungen im Zusammenhang mit Stoffeinträgen durch Düngemittel oder Pflanzenschutzmittel sind im Düngemittelrecht und im Pflanzenschutzrecht geregelt. So ergeben sich hinsichtlich des Bodens auch Aufzeichnungspflichten über Gehalte an Nährstoffen, an organischer Substanz oder Schwermetallen im Boden, die in diesen Gesetzestexten formuliert sind. Die Düngeverordnung betrifft v.a. Untersuchungen und Schätzungen über den Nährstoffgehalt in Böden, während die Bioabfallverordnung und die Klärschlammverordnung Bodenuntersuchungen auf Schadstoffe regeln.

7.3 Düngung

Hans Joachim Brinkjans und Angelika Thomas

Quellen:

Düngemittelgesetz vom 15. November 1977 (BGBl. I 1977, 2134) zul. geänd. d. VO vom 29. Oktober 2001 (BGBl. I S.2785)

Düngemittelverordnung l.d.F.d.Bek. vom 4. August 1999. (BGBl. I, S. 1758) zul. geänd. d. VO vom 5. Dezember 2001 (BGBl. I S.3371)

Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26. Januar 1996. (BGBl. I 1996, S. 118) geänd. d. VO vom 16. Juli 1997 (BGBl. I. S. 1835)



Gesetze zur Düngung im Internet:

Düngemittelgesetz:

http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/d_ngmg_1977/index.html

Düngeverordnung:

http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/d_ngev/index.html

Wie beim Pflanzenschutzrecht, soll das Düngemittelrecht mit seinen gesetzlichen Regelungen, Verordnungen und teilweise freiwilligen Vereinbarungen die optimale Anwendung von Düngemitteln aufzeigen und andererseits auch zum Schutz von Wasser- und Naturhaushalt beitragen.

Das **Düngemittelgesetz** regelt u.a. die Grundsätze des Einsatzes von Düngemitteln: „(Sie) dürfen nur nach guter fachlicher Praxis angewandt werden. Die Düngung nach guter fachlicher Praxis dient der Versorgung der Pflanzen mit notwendigen Nährstoffen...“

In den Anlagen der **Düngemittelverordnung** ist festgelegt, welche Düngemitteltypen zugelassen und wie diese zu kennzeichnen sind. Ferner macht die Verordnung Aussagen über die qualitative Zusammensetzung der zugelassenen Düngemitteltypen, u.a. auch über deren Schwermetallgehalte. Die geltende Düngemittelverordnung wird derzeit weitgehend überarbeitet und voraussichtlich Mitte 2003 verabschiedet. Sie regelt die Qualität sowie die Kennzeichnung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln bei Herstellung und Handel. Der Geltungsbereich wird also erweitert und die Ansprüche an die Ausgangsstoffe werden erhöht, v.a. im Hinblick auf die Unbedenklichkeit (z.B. Schadstoffgrenzwerte).

Die **Düngeverordnung** ist die derzeit wichtigste Verordnung, die die Düngung im Freilandanbau betrifft. Von Kammern und Ministerien gibt es ausgearbeitete Unterlagen für die Umsetzung der Düngeverordnung im Gartenbau. Sie regelt auf Grundlage der EG-Nitratrichtlinie und des Düngemittelgesetzes die **gute fachliche Praxis für die Anwendung von Düngemitteln** auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen. Sie gilt nicht für Haus- und Nutzgärten sowie für geschlossene, bodenunabhängige Kulturverfahren.

Grundsätze der Düngemittelanwendung sind:

- die Düngemittel im Rahmen guter fachlicher Praxis zeitlich und mengenmäßig so auszubringen, dass
 - die Nährstoffe von den Pflanzen weitgehend ausgenutzt werden können,

- und damit Nährstoffverluste bei der Bewirtschaftung sowie damit verbundene Einträge in die Gewässer weitestgehend vermieden werden.
- die sachgerechte Mengenbemessung und Verteilung sowie verlustarme Ausbringung durch Geräte, die den Regeln der Technik entsprechen,
- stickstoffhaltige Düngemittel nur so aufzubringen, dass die darin enthaltenen Nährstoffe wesentlich während der Zeit des Wachstums der Pflanzen in einer am Bedarf orientierten Menge verfügbar werden.

Für die **Düngerbedarfsermittlung** gilt, dass:

- der Nährstoffbedarf des Pflanzenbestandes für die unter den jeweiligen Standort- und Anbaubedingungen zu erwartenden Erträge und Qualitäten berücksichtigt wird,
- sowie die im Boden verfügbaren Nährstoffmengen während des Wachstums des jeweiligen Pflanzenbestandes,
- wozu Ergebnisse von obligatorisch zu ziehenden Bodenproben, Pflanzenuntersuchungen, Beratung und Prognosemodell einzubeziehen sind.

In der Düngeverordnung ist im Detail festgelegt, wie für welchen Nährstoff in welchen Zeitabständen die verfügbaren Nährstoffmengen im Boden zu ermitteln sind.

Nährstoffvergleiche:

- „Betriebe mit mehr als ... 1 Hektar Anbau von Gemüse, ... haben auf Betriebsebene für Stickstoff jährlich, für Phosphat und Kali mindestens alle drei Jahre für den zurückliegenden Zeitraum Vergleiche...über die Nährstoffzufuhr und –abfuhr ... zu erstellen.“
- Nährstoffvergleiche sind auch in Betrieben durchzuführen, die mehr als 10 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche bewirtschaften.

Die Düngeverordnung formuliert **Aufzeichnungspflichten** für:

- die Ergebnisse der Boden- und Pflanzenuntersuchungen bzw. der
- Berechnungs- und Schätzverfahren zur Bodenuntersuchung und die Berechnungen auf Grundlage angewandter Richtwerte,
- sowie den Nährstoffvergleich.

Sie müssen mindestens 9 Jahre aufbewahrt werden.

7.4 Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen

Hans Joachim Brinkjans und Angelika Thomas

Quellen:

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG): Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen vom 27. September 1994 (BGBl. I 1994, S.2705) zul. geänd. d. VO vom 29. Oktober 2001 (BGBl. I S.2785)

Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 15. April 1992 (BGBl. I 1992, S.912) zul. geänd. d. VO vom 25. April 2002 (BGBl. I S. 1488)

Bioabfallverordnung (BioAbfV): Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden vom 21. September 1998 (BGBl. I 1998, S.2955) zul. geänd. d. VO vom 25. April 2002 (BGBl. I S.1488)

Das **Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz** zielt auf die Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen und auf die Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (§1). Nach dem Gesetz sind u.a. Abfälle in erster Linie zu vermeiden, insbesondere durch Verminderung ihrer Menge und Schädlichkeit. In zweiter Linie sind sie stofflich zu verwerten oder zur Gewinnung von Energie zu nutzen (§4). Abfälle, die nicht verwertet werden, sind dauerhaft von der Kreislaufwirtschaft auszuschließen und unter Wahrung des Allgemeinwohls zu beseitigen (§10).

Anforderungen an die Kreislaufwirtschaft im Bereich der landwirtschaftlichen Düngung ergeben sich aus (§8):

- der Beachtung von Verboten und Beschränkungen für die Verwertung/Aufbringung von Abfällen als Sekundärrohstoffdünger oder Wirtschaftsdünger,
- den Untersuchungen der Abfälle oder Wirtschaftsdünger oder des Bodens.

Nachweisverpflichtungen und Nachweisverfahren betreffen überwachungsbedürftige Abfälle, die in besonderem Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend, explosibel oder brennbar sind oder Erreger übertragbarer Krankheiten enthalten. Sie betreffen die Besitzer von solchen Abfällen und die Betreiber von entsprechenden Abfallbeseitigungsanlagen.

Die Nachweisverordnung zum Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz legt fest: Betriebe, die jährlich bis insgesamt 2000 kg besonders überwachungsbedürftige Abfälle (alle Abfallschlüssel zusammen) außerhalb des eigenen Betriebes zu entsorgen bzw. zu verwerten haben, können dies nach der einfachen Kleinmengenregelung tun. Der Abfalltransport ist dabei ohne besondere Abfalltransportgenehmigung möglich. Der Entsorgerfachbetrieb stellt einen Übernahmeschein aus, der gesammelt als Nachweis der ordnungsgemäßen Entsorgung ausreicht. Betriebe mit mehr als die o.g. Kleinmengen pro Jahr und/oder mehr als 2000 t überwachungsbedürftige Abfälle je Abfallschlüssel müssen Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen erstellen (§ 19 KrW-/AbfG).



http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/krw-_abfg/index.html

http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/abfkl_rv_1992/index.html

<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bioabfv/inhalt.html>

Anforderungen an die Untersuchung und Verwertung von Abfällen oder Wirtschaftsdüngern sind in der **Klärschlammverordnung** und in der **Bioabfallverordnung** näher konkretisiert (s.u.).

Zweck der **Klärschlammverordnung** ist, den Einsatz von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen einzugrenzen. Hierdurch sollen einerseits der Schadstoff- und Nitratreintrag in Boden und Grundwasser vermindert, andererseits eine risikofreie Nahrungsmittelproduktion gesichert werden. Sie verpflichtet den Betreiber der Abwasserbehandlungsanlage zu Bodenuntersuchungen. Von dem Lieferschein, der Angaben zu den Boden- und Klärschlammuntersuchungen sowie zum genauen Ort und Zeitpunkt der Ausbringung erhält, behält der Abnehmer eine Durchschrift.

Klärschlamm-VO:
das Aufbringen von Klärschlamm auf Gemüse- und Obstanbauflächen ist verboten.

Wichtig für den Gemüsebau: § 4 Absatz 2: „*Das Aufbringen von Klärschlamm auf Gemüse- und Obstanbauflächen ist verboten. Auf Ackerflächen, die auch zum Anbau von Feldgemüse genutzt werden, ist im Jahr der Aufbringung des Klärschlammes und dem darauffolgenden Jahr der Anbau von Feldgemüse verboten.*“

Die **Bioabfallverordnung** regelt die Ausbringung von Bioabfällen (z.B. Komposte), die von außen in den Betrieb gebracht werden. U.a. ist festgelegt, dass innerhalb von drei Jahren maximal 30 Tonnen behandelte oder unbehandelte Bioabfälle/ha (Trockenmasse) ausgebracht werden dürfen, sofern die folgenden Schwermetallgrenzwerte in dem aufzubringenden Material nicht überschritten werden:

Höchstzulässige Schwermetallgehalte in Bioabfällen	max. 30 t TS zulässig [mg/kg TM]	max. 20 t TS zulässig [mg/kg TM]
Blei	100	150
Cadmium	1	1,5
Chrom	70	100
Kupfer	70	100
Nickel	35	50
Quecksilber	0,7	1
Zink	300	400

Vor dem erstmaligen Ausbringen von Bioabfällen ist eine Bodenuntersuchung auf Schwermetalle und den pH-Wert durchzuführen, deren Ergebnisse spätestens drei Monate nach Aufbringen der zuständigen Behörde vorgelegt werden müssen. Übersteigen die ermittelten Schwermetallgehalte im Boden die zulässigen Grenzwerte, soll die erneute Ausbringung untersagt werden. Die generelle einmalige Bodenuntersuchungspflicht besteht nur dann, wenn Materialien verwertet werden, die nicht der Kontrolle behördlich anerkannter Gütesicherungsinstitutionen unterliegen (z.B. Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.). Bei der Verwertung gütegeicherter Materialien wird somit wegen der Annahme, dass die Bioabfälle besonders intensiven Kontrollen unterliegen, auf die generelle Pflicht zur Bodenuntersuchung verzichtet. Eine freiwillige Bodenuntersuchung ist dennoch sinnvoll.

Die Bioabfall-Verordnung gilt nicht, soweit die Klärschlammverordnung Anwendung findet und sie gilt nicht für die Eigenverwertung von unbehandelten pflanzlichen Bioabfällen.

Die Bioabfallverordnung enthält die Verpflichtung für die Flächenbewirtschafter, gegenüber der zuständigen Behörde einmalig die Flächen zu benennen, auf die Bioabfälle oder Gemische aufgebracht werden (spätestens 14 Tage nach der ersten Bioabfallaufbringung). **Nachweispflichten** über die verwendeten Materialien bei der Behandlung oder bei den Mischvorgängen betreffen die Bioabfallbehandler und Gemischhersteller. Sie müssen 10 Jahre aufgehoben werden.

7.5 Wasser und Bewässerung

Hans Joachim Brinkjans und Angelika Thomas

Quellen:

EU-Wasserrahmenrichtlinie: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Abl. L 327 vom 22.12.2000

Wasserhaushaltsgesetz (WHG): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts i. d. F. d. Bek. vom 12. November 1996 (BGBl. I 1996, S. 1695), zul. geänd. d. G vom 18. Juni 2002 (BGBl. I S.1914)

Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Verbrauch i. d. F. d. Bek. vom 21. Mai 2001. BGBl. I, S.959

Außer internationalen Abkommen zum Schutz der Gewässer gibt es eine Reihe von EU-Regelungen, die den Rahmen für wichtige Gesetze im Wasserschutz vorgeben. Durch die **Wasserrahmenrichtlinie** (WRRL) vom 22.12.2000 werden bisherige europäische Einzelregelungen zum Erreichen eines guten chemischen und ökologischen Zustands der Oberflächengewässer zusammengeführt. Es erfolgt die Umstellung auf einen flussgebietsbezogenen Gewässerschutz, d.h. es werden nicht mehr nur unmittelbar die Gewässer betrachtet. In diesem Rahmen wird in Zukunft auch ein größeres Augenmerk auf die landwirtschaftliche Praxis gerichtet werden. Zunächst müssen aber gebietsbezogene Daten erhoben werden, um den Zustand der Gewässer zu klassifizieren. Anschließend sind Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne zu entwerfen. Ziel der WRRL ist die Erreichung eines guten Gewässerzustandes in allen Gewässern der EU innerhalb von 15 Jahren (bis Ende 2015).

Die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in nationales Recht hat begonnen, wird aber noch einen relativ langen Zeitraum in Anspruch nehmen. Das Wasserhaushaltsgesetz ist inzwischen schon novelliert, die Länder-Wassergesetze in Deutschland müssen nach Vorgabe der WRRL bis Ende 2003 angepasst sein. Wesentliche Details werden aber erst im untergesetzlichen Regelwerk beschrieben (Verordnungen und Verwaltungsvorschriften). Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne sind bis Ende 2009 aufzustellen.

Zweck des **Wasserhaushaltsgesetzes** (WHG) ist der Schutz des Wassers im Allgemeinen und der Erhalt bzw. die Wiederherstellung einer bestimmten Wasserqualität. Die Gewässer - oberirdische Gewässer, Küstengewässer und Grundwasser - sind diesem Gesetz nach als Bestandteil des Naturhaushalts so zu bewirtschaften, dass zum Wohl der Allgemeinheit jede vermeidbare Beeinträchtigung ihrer ökologischen Funktion unterbleibt (§1).

Das Wasserhaushaltsgesetz enthält Regeln für die Ausweisung von Wasserschutzgebieten. Die Bundesländer setzen das Wasserhaushaltsgesetz in **Landeswassergesetzen** um, weisen Wasserschutzgebiete aus, erlassen Schutzgebietsverordnungen.



<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/whg/index.html>

<http://www.mu1.niedersachsen.de/>

http://www.mu1.niedersachsen.de/master/0,,C1736122_N11561_L20_D0_1598,00.html

www.goinform.de/demo/umwelt/wa/bw/schalvo.pdf

gen und treffen nach §19 Abs. 4 WHG Regelungen über Art und Höhe von Ausgleichszahlungen. Die Umsetzungsverordnungen können in einzelnen Bereichen voneinander abweichen. Beispiele für **länderspezifische Regelungen** sind:

Niedersächsische Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten (SchuVO) vom 24. Mai 1995 (veröffentlicht im Nds. GVBl. Nr. 11/1995). Gilt für die Bewirtschaftung von Flächen in den Wasserschutzzonen I, II und III.

Bei gleicher Zielsetzung regelt die **Baden-Württembergische Verordnung** über Schutzbestimmungen und die Gewähr von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten (SchALVO) sehr genau Einzelheiten zur Bewirtschaftung und zur Überprüfung der Nitratstickstoffgehalte im Boden. Die Regelung über die Nitratwerte zur Überwachung gilt nicht in Gewächshäusern.

Die **Trinkwasserverordnung** zur Umsetzung der EU-Trinkwasserrichtlinie bezweckt, einer Beeinträchtigung des Trinkwassers vorzubeugen und dem Verbraucher eine einwandfreie Beschaffenheit des Trinkwasser zu garantieren. Enthalten sind Grenzwerte für Krankheitserreger und chemische Stoffe, darunter Nitrat (50 mg/l) und Pflanzenbehandlungsmittel (0,0001 mg/l Einzelwirkstoff oder 0,0005 mg/l insgesamt).

7.6 Natur-, Biotop- und Artenschutz

Hans Joachim Brinkjans und Angelika Thomas

Quellen:

Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege und zur Anpassung anderer Rechtsvorschriften (BNatSchGNeuregG) vom 25. März 2002. BGBl. I 2002, 1193:

Art. 1: Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege;

Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV): Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten, vom 14 Oktober 1999 (BGBl. I S. 1955, ber. S. 2073) , zul. geänd. d. G vom 25. März 2002 (BGBl. I S. 1193)



Bundesnatur-
schutzgesetz:

http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bnatschg_2002/index.html

Zweck des Bundesnaturschutzgesetzes ist die Formulierung von Zielen und Grundsätzen zum Schutz und zur Pflege von besiedelter und unbesiedelter Natur und Umwelt.

Nach dem Bundesnaturschutzgesetz (§1) sind Natur und Landschaft so zu schützen, zu pflegen und zu entwickeln, dass:

1. die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts,
2. die Regenerationsfähigkeit und Nutzungsfähigkeit der Naturgüter,
3. die Tier- und Pflanzenwelt und ihre Lebensstätten und Lebensräume sowie
4. die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft

auf Dauer gesichert sind.

Das Bundesnaturschutzgesetz ist ein Rahmengesetz, das der Ausführung durch die Länder bedarf.

Durch die Änderungen des alten Bundesnaturschutzgesetzes sind u.a. Regelungen zum Biotopverbund neu aufgenommen worden. Die Länder schaffen ein **Netz verbundener Biotope** durch Kernflächen, Verbindungsflächen und -elemente, das durch Ausweisung geeigneter Gebiet, durch planungsrechtliche Festlegungen und durch Vereinbarungen wie den Vertragsnaturschutz dauerhaft gesichert werden soll (§3).

Entsprechend den Vorschriften in den Ländern erhalten Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft einen **Ausgleich von Nutzungsbeschränkungen** (§5 Abs. 2). Der Ausgleich erstreckt sich auf Bewirtschaftungsauflagen, die über die festgelegten Anforderungen an die gute fachliche Praxis hinausgehen.

Bei Eingriffen durch die Flächenbewirtschaftung (z.B. Baumaßnahmen im Außenbereich) wird ein Ausgleich durch die Bewirtschafter gefordert (z.B. Eingrünung auf Ausgleichsflächen), der jeweils im einzelnen festgelegt wird. Neben den An-

forderungen, die sich aus den Fachgesetzen und §17 Abs. 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes ergeben, sind von den Bewirtschaftern insbesondere die folgenden **Grundsätze der guten fachlichen Praxis** (§5 Abs. 4) zu beachten:

- standortangepasste Bewirtschaftung und Gewährleistung der nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit und langfristige Nutzbarkeit der Flächen,
- Unterlassung vermeidbarer Beeinträchtigungen von Biotopen,
- Erhalt und möglichst Vermehrung von Landschaftselementen für die Vernetzung von Biotopen,
- ausgewogenes Verhältnis von Tierhaltung zum Pflanzenbau,
- kein Grünlandumbruch auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand sowie auf Moorstandorten,
- keine Beeinträchtigung der natürlichen Ausstattung der Nutzfläche (Boden, Wasser, Flora, Fauna) über das zur Erzielung eines nachhaltigen Ertrages erforderliche Maß hinaus,
- schlagspezifische Dokumentation über den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln nach Maßgabe des landwirtschaftlichen Fachrechts.

Naturentnahmen von Exemplaren geschützter Arten unterliegen Artenschutzregelungen hinsichtlich Nachweis (CITES) und Begleitpapier (CITES Einfuhr- und Ausfuhrgenehmigungen und Pflanzengesundheitszeugnis mit entsprechendem Eintrag). In erleichterter Form trifft dies auch für Exemplare geschützter Arten aus gärtnerischer Vermehrung zu („künstlich vermehrt“). Die Einfuhr- und Ausfuhrgenehmigungen sind für den Handel mit gefährdeten Exemplaren über EU-Drittlandgrenzen erforderlich. Der Handel im EU-Binnenmarkt ist frei.

7.7 Betrieb und Anbauflächen

Hans Joachim Brinkjans und Angelika Thomas

Regelungen durch Schutzgebietsflächen wurden z.B. beim Wasserschutz und Naturschutz angesprochen. Auflagen für die Errichtung und Bewirtschaftung von Betrieben bzw. ihren Freiflächen bestehen in:

- Landschaftsschutzgebieten,
- Naturschutzgebieten,
- Wasser- und Heilquellenschutzgebieten,
- Naturparks,
- Nationalparks,
- Biosphärenreservaten,
- und in geschützten Landschaftsbestandteilen.

Die Auflagen bzw. Einschränkungen oder auch Aufzeichnungspflichten für Flächen, die in Schutzgebieten liegen, können die Bewirtschaftung betreffen, die Kulturenwahl, den Umgang mit Altlasten, Pflanzenschutz, Düngung und mit den vorhandenen Arten, Biotopen und Böden. Entsprechend den landesrechtlichen Regelungen und den Regelungen in der Ausweisungsverordnung kann ein Ausgleichsanspruch geltend gemacht werden. Erhöhte Anforderungen, die die ordnungsgemäße Bewirtschaftung beschränken, sind ausgleichspflichtig, d.h. die durch die Auflagen verursachten wirtschaftlichen Nachteile sind entsprechend den dafür geltenden Rechtsregelungen angemessen auszugleichen.

7.8 Übersicht über umweltrechtliche Gesetze und Verordnungen

Die folgende Zusammenstellung listet relevante Rechtsregelungen in folgenden Bereichen auf:

- Abfall
- Emissionen und Immissionen
- Düngung, Boden
- Erzeugnisse
- Naturschutz, Artenschutz, Planungsrecht
- Pflanzenschutz
- Wasser

Details sind jeweils den gültigen Rechtsvorschriften zu entnehmen.

Pflanzenschutz

- Pflanzenschutzgesetz
- Gesetz zur Neuorganisation des gesundheitlichen Verbraucherschutzes
- EG-Richtlinie über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln
- Pflanzenschutzmittelverordnung
- Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung
- Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung
- Pflanzenbeschauverordnung
- Anbaumaterialverordnung
- Bienenschutzverordnung
- EG-Richtlinie über Pflanzenbeschau
- Feuerbrandverordnung
- Bisamverordnung
- Kartoffelschutzverordnung
- Nelkenwicklerverordnung
- San-José-Schildlaus-Verordnung
- Scharka-Verordnung
- Gefahrstoffverordnung
- Chemikalien-Verbotsverordnung
- Lebensmittelbedarfsgegenständengesetz
- Rückstands-Höchstmengenverordnung
- Bundesnaturschutzgesetz
- Wasserhaushaltsgesetz
- Gerätesicherheitsgesetz
- EU-Verordnung über den ökologischen Landbau
- Amtliche Veröffentlichungen über zugelassene Pflanzenschutzmittel und -geräte sowie angemeldete Pflanzenstärkungsmittel

Düngung, Boden

- Düngemittelgesetz
- Düngemittelverordnung
- Düngeverordnung
- Bundes-Bodenschutzgesetz
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
- Güte- und Prüfbestimmungen für Komposte von RAL/Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
- Fachnormen über Qualitäts- und Anwendungsbestimmungen für organische Mulchstoffe und Komposte im Landschaftsbau (FLL)
- Güte- und Prüfbestimmungen für Substrate, Substratausgangsstoffe und Rinden von RAL/Gütegemeinschaft Substrate im Pflanzenbau e.V.
- EG-Verordnung über umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren

Emissionen und Immissionen

- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- TA-Luft
- TA-Lärm
- BImSch-Verordnung über Großfeuerungsanlagen
- BImSch-Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen
- BImSch-Verordnung über Kleinf Feuerungsanlagen
- BImSch-Verordnung über Schwefelgehalt von leichtem Heizöl und Dieselmotorkraftstoff
- BImSch-Verordnung Emissionserklärung
- Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung

Natur- und Artenschutz, Planungsrecht

- Bundesnaturschutzgesetz
- Bundesartenschutzverordnung
- Washingtoner Artenschutzübereinkommen (WA) von 1973
- WA-Vertragsstaatenkonferenzbeschlüsse (alle 2 Jahre)
- EG-Verordnung 338/97 (mit WA-Anhängen in Novellierung); (regelmäßige Änderungen entsprechend den WA-Beschlüssen!)
- EG-Verordnung 2724/2000 (Änderungen der VO 338/97)
- EG-Verordnung 1808/2001 mit Durchführungsbestimmungen (WA-DurchführungsVO)
- EG-Formularverordnung (VO's: 3626/82, 3418/83, 939/97, 1808/2001)
- Kostenverordnung Artenschutz
- Verwaltungsvorschriften Artenschutz
- Bekanntmachung Artenschutzformulare
- Bekanntmachung WA-Sachverständige

- Bekanntmachung WA-Zolldienststellen
- Bekanntmachung WA-Zolltarif-Code-Nr.
- Berner Konvention (Europäischer Naturschutz)
- EG-Richtlinie Fauna, Flora, Habitat (EG-Naturschutz)
- Ramsar Konvention (UNESCO-Feuchtgebiete)
- Landesnaturschutzgesetze
- Länderverwaltungsvorschriften Naturschutz/Artenschutz
- Ländergebührenordnungen
- Raumordnungsgesetz
- Flurbereinigungsgesetz
- Baugesetzbuch

Wasser

- Wasserhaushaltsgesetz
- Wassergesetze der Länder
- Bundesseuchengesetz
- Trinkwasserverordnung
- EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
- EG-Richtlinie zum Schutze der Gewässer gegen Nitrate aus landwirtschaftlichen Quellen (EG-Nitrat-Richtlinie)
- EU-Wasserrahmenrichtlinie

Abfall

- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
- Verpackungsverordnung
- Bioabfallverordnung
- Klärschlammverordnung
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
- TA Abfall
- TA Siedlungsabfall
- Abfallwirtschaftskonzept- und -bilanzverordnung
- Nachweisverordnung
- Abfallverzeichnis-Verordnung
- Altholzverordnung
- Gewerbeabfallverordnung
- Altölverordnung
- Abfallverbringungsgesetz und -verordnung
- Altfahrzeugverordnung
- Batterieverordnung
- EG-Richtlinie über Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten (in Vorbereitung)
- Duale Entsorgungssysteme

- Abwasserabgabengesetz
- Abwassergesetz
- Abfallgesetze und Verordnungen der Länder

Erzeugnisse

- Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz
- Rückstands-Höchstmengenverordnung
- EG-Verordnung zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (Nitrat-Höchstmengen)
- Diätverordnung (z.B. Nitrat)
- EG-Richtlinie über die Bestrahlung von Lebensmitteln
- Verordnung Lebensmittelbestrahlung
- EG-Verordnung über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel
- EG-Verordnung über ein gemeinschaftliches System zur Vergabe eines Umweltzeichens
- EG-Richtlinie Lebensmittelhygiene (s.a. HACCP-Konzept)
- Richtlinien zum kontrollierten Integrierten Anbau von Obst und Gemüse (Berufsstand)
- Betäubungsmittelgesetz
- Liste kompostierfreundliche Materialien für die Binderei/ Zeichen kompostierbarer Grabschmuck

Gefahrenschutz

- Chemikalien-Verbotsverordnung
- Gefahrstoffverordnung
- Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter
- Gefahrgutverordnung Straße
- Störfallverordnung (BImSch-Verordnung)
- Verordnungen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Länder)
- Verordnung über brennbare Flüssigkeiten
- TRGS Brennbare Flüssigkeiten
- TRGS-Lagerung
- TRGS-Begasung
- TRGS-Asbest
- Unfallverhütungsvorschriften
- Berufsgenossenschaft Vorsorgeuntersuchung

Strafbestimmungen/Haftungen

- Umwelthaftungsgesetz
- Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz

- EU-Richtlinie Umwelthaftung (in Vorbereitung)
- Produkthaftungsgesetz
- Strafgesetzbuch §§ 324-330
- Ordnungswidrigkeitengesetz

8.1 Umweltgerechte Düngung

**zusammengestellt von
Hans-Christoph Scharpf und Ulrike Weier (Gemüse)
und Heinz-Dieter Molitor (Zierpflanzen)**

8.2 Umweltgerechte Bewässerung

**zusammengestellt von Peter Paschold (Gemüse)
und Heinz-Dieter Molitor (Zierpflanzen)**

Tab. 1: N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur
(verändert nach Fink, 2001)

Kulturname	Marktertrag	Kulturdauer	Probenahmetiefe	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert gerundet
	dt/ha	Tage	cm	kg N/ha		
Blumenkohl	350	63	60	251	40	300
Blumenkohl, früh	350	70	30	251	40	290
Blumenkohl, starker Aufwuchs	400	63	60	292	40	350
Brokkoli	150	64	60	260	40	310
Brokkoli, früh	150	88	30	260	40	290
Brokkoli, starker Aufwuchs	200	64	60	300	40	360
Buschbohnen, Handernte	120	70	60	121	20	110
Buschbohnen, Industrie	80	63	60	108	20	100
Chicoree	450	160	90	188	0	90
Chicoree, für frühe Treiberei	350	140	90	163	0	80
Chinakohl, gepflanzt	700	56	60	195	20	210
Chinakohl, gepflanzt, früh	700	63	60	195	40	230
Chinakohl, gepflanzt, Herbst	700	77	60	195	20	190
Chinakohl, gesät	700	70	60	195	20	200
Chinakohl, gesät, Herbst	700	91	60	195	20	180
Dill	300	49	30	96	40	120
Feldsalat	80	50	15	45	40	80
Feldsalat, früh	80	60	15	45	40	80
Feldsalat, Herbst	80	65	15	45	40	70
Grünkohl, Handernte, Blatt	200	134	60	208	20	160
Grünkohl, maschinelle Ernte	400	120	60	231	20	200
Gurke, Einleger, gepflanzt	700	119	30	205	40	190
Gurke, Einleger, gesät	700	127	30	205	40	190
Knollenfenchel, gepflanzt	400	60	60	170	40	200
Knollenfenchel, gepflanzt, früh	400	80	60	170	40	180
Knollenfenchel, gepflanzt, Herbst	400	65	60	170	40	200
Knollenfenchel, gesät	400	88	60	170	40	180
Knollenfenchel, gesät, Herbst	400	93	60	170	40	170
Kohlrabi	450	42	30	179	40	230
Kohlrabi, früh	450	63	30	179	40	210
Kohlrabi, Herbst	450	53	30	179	40	220
Kürbis	400	140	60	200	0	120
Möhren, Bund-	600	85	60	119	20	90
Möhren, Bund-, früh	500	90	60	102	20	70

Kulturname	Marktertrag	Kulturdauer	Probenahmetiefe	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert gerundet
	dt/ha	Tage	cm	kg N/ha		
Möhren, Bund-, Herbst	600	90	60	119	20	90
Möhren, Industrie	900	198	60	207	0	80
Möhren, Wasch-	700	95	60	151	0	100
Möhren, Wasch-, früh	600	110	60	138	0	70
Möhren, Wasch-, Herbst	700	100	90	151	0	100
Pastinake	400	205	60	200	0	60
Petersilie, Blatt-, bis 1. Schnitt	260	80	60	132	40	140
Petersilie, Blatt-, früh, bis 1. Schnitt	260	90	60	132	40	130
Petersilie, Blatt-, gepflanzt, früh, bis 1. Schnitt	260	49	60	132	60	190
Petersilie, Blatt-, nach einem Schnitt	150	42	60	88	40	120
Petersilie, Wurzel-	400	126	60	168	0	90
Porree, gepflanzt	500	100	60	225	40	230
Porree, gepflanzt, früh	400	90	60	200	40	210
Porree, gepflanzt, Herbst und Winter	500	110	60	225	40	220
Porree, gesät, Sommer	400	170	60	200	40	140
Radies	300	28	15	70	40	110
Radies, früh	300	50	15	70	50	100
Radies, Herbst	300	40	15	70	40	100
Rettich, Bund-	500	40	30	102	40	140
Rettich, Bund-, früh	500	56	30	102	40	120
Rettich, Bund-, Herbst	500	60	30	102	40	120
Rettich, deutsch	550	45	60	137	40	170
Rettich, deutsch, früh	550	60	60	137	40	160
Rettich, deutsch, Herbst	550	65	60	137	40	160
Rettich, japanisch	1000	50	60	184	40	230
Rettich, japanisch, früh	900	65	60	153	40	180
Rettich, japanisch, Herbst	1000	72	60	184	40	210
Rosenkohl, mittlere Entwicklungszeit	250	150	90	423	0	300
Rosenkohl, lange Entwicklungszeit	250	195	90	423	0	260
Rosenkohl, kurze Entwicklungszeit	250	140	90	423	0	310
Rote Rüben	600	140	60	268	20	230
Rote Rüben, Baby Beet	400	80	60	162	20	150
Rote Rüben, Bund	500	95	60	162	20	140
Rotkohl, mittelschnellwachsend	500	100	60	230	20	220
Rotkohl, schnellwachsend	400	75	60	193	40	220
Rotkohl, langsamwachsend	600	125	90	282	20	260

Kulturname	Marktertrag	Kulturdauer	Probenahmetiefe	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert gerundet
	dt/ha	Tage	cm	kg N/ha		
Rucola, 1 Schnitt	175	36	30	108	40	150
Rucola, 1 Schnitt, früh	175	55	30	108	40	130
Rucola, 1 Schnitt, Herbst	175	50	30	108	40	140
Salate, Baby Leaf Lettuce	140	36	30	53	50	90
Salate, Baby Leaf Lettuce, früh	140	56	30	53	50	80
Salate, Baby Leaf Lettuce, Herbst	140	40	30	53	50	90
Salate, Blatt-, grün (Lollo, Eichblatt, Krul)	350	30	30	86	40	130
Salate, Blatt-, grün, früh	350	43	30	86	40	110
Salate, Blatt-, grün, Herbst	350	41	30	86	40	120
Salate, Blatt- rot (Lollo, Eichblatt, Krul)	300	33	30	76	40	110
Salate, Blatt- rot früh	300	45	30	76	40	100
Salate, Blatt- rot Herbst	300	46	30	76	40	100
Salate, Eissalat	600	45	30	104	40	140
Salate, Eissalat, früh	450	60	30	78	40	90
Salate, Eissalat, Herbst	600	55	30	104	40	130
Salate, Endivien, Frisee	350	45	60	113	40	150
Salate, Endivien, Frisee, früh	350	60	60	113	40	130
Salate, Endivien, Frisee, Herbst	350	50	60	113	40	140
Salate, Endivien, glattblättrig	600	60	60	160	40	190
Salate, Endivien, glattblättrig, früh	600	65	60	160	40	190
Salate, Endivien, glattblättrig, Herbst	600	65	60	160	40	190
Salate, Kopfsalat	500	35	30	108	40	150
Salate, Kopfsalat, früh	500	56	30	108	40	130
Salate, Kopfsalat, Herbst	500	49	30	108	40	140
Salate, Radicchio	280	65	60	125	40	140
Salate, Radicchio, früh	280	75	30	125	40	130
Salate, Radicchio, Herbst	280	75	60	125	40	130
Salate, Romana	450	45	60	110	40	140
Salate, Romana, früh	450	70	30	110	40	120
Salate, Romana, Herbst	450	55	60	110	40	130
Salate, Romana Herzen	300	32	60	107	40	150
Salate, Romana Herzen, früh	300	50	60	107	40	130
Salate, Romana Herzen, Herbst	300	45	60	107	40	140
Salate, Zuckerhut	600	60	60	160	40	190
Salate, Zuckerhut, früh	600	66	60	160	40	180
Salate, Zuckerhut, Herbst	600	75	60	160	30	160

Kulturname	Marktertrag	Kulturdauer	Probenahmetiefe	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert gerundet
	dt/ha	Tage	cm	kg N/ha		
Schnittlauch, gesät, bis 1. Schnitt	300	120	60	180	50	170
Schnittlauch, nach einem Schnitt	200	28	60	120	50	180
Schnittlauch, gepflanzt, bis 1. Schnitt	300	84	60	180	50	210
Schnittlauch, Anbau für Treiberei	280	182	60	250	20	170
Schwarzwurzel	200	190	90	96	0	0
Sellerie, Bund-	600	65	30	173	40	200
Sellerie, Bund-, früh	500	75	30	147	40	160
Sellerie, Knollen-	500	130	60	200	40	180
Sellerie, Stangen-	500	85	30	200	50	230
Spinat, Frischmarkt	250	40	30	126	40	170
Spinat, Frischmarkt, früh	250	70	30	126	40	140
Spinat, Frischmarkt, Herbst	250	55	30	126	40	150
Spinat, Industrie	300	47	30	144	40	180
Spinat, Industrie, früh	300	77	30	144	40	160
Spinat, Industrie, Herbst	300	62	30	144	40	170
Stangenbohne	250	105	60	243	0	140
Weißkohl, Frischmarkt, mittelschnellwachsend	600	90	60	270	20	270
Weißkohl, Frischmarkt, schnellwachsend	400	65	60	208	40	240
Weißkohl, Frischmarkt, langsamwachsend	700	130	90	290	20	260
Weißkohl, Industrie, mittelschnellwachsend	1000	125	90	350	20	340
Weißkohl, Industrie, schnellwachsend	800	105	60	310	20	310
Weißkohl, Industrie, langsamwachsend	1000	150	90	350	20	320
Wirsing, langsamwachsend	400	120	90	300	20	280
Wirsing, mittelschnellwachsend	350	105	60	263	20	250
Wirsing, schnellwachsend	300	65	60	225	40	260
Zucchini, gepflanzt, Sommer und Herbst	500	112	60	230	20	200
Zucchini, gepflanzt, frühe Kurzkultur	500	95	60	230	40	240
Zucchini, gesät, Sommer und Herbst	500	119	60	230	20	200
Zuckermais, mittelschnellwachsend	200	105	90	190	20	160
Zuckermais, schnellwachsend	170	85	90	159	40	170
Zuckermais, langsamwachsend	200	115	90	190	20	150
Zwiebel, Bund-	680	75	30	160	50	190
Zwiebel, Bund-, früh	680	95	30	160	50	170
Zwiebel, Trocken-, mittelschnellwachsend	600	140	60	168	30	120
Zwiebel, Trocken-, schnellwachsend	600	125	60	168	30	130
Zwiebel, Trocken-, langsamwachsend	600	160	60	168	30	100

Tab. 2: N_{min}-Sollwerte für ausgewählte Kulturen bei Messung zur Pflanzung bzw. Saat und zum Kopfdüngungstermin

(zusammengestellt aus Fink, 2001)

Kultur	erwarteter Marktertrag	Messung zur Pflanzung		Messung zur Kopfdüngung		
	dt/ha	Nmin-Sollwert kg N/ha	Probenahmetiefe cm	Kultur-woche	Nmin-Sollwert kg N/ha	Probenahmetiefe cm
Blumenkohl	350	91	30	3	303	60
Brokkoli	150	92	30	3	312	60
Chinakohl, gepflanzt	700	46	30	3	214	60
Eissalat	600	52	30	3	144	30
Kohlrabi	450	68	30	3	233	30
Kopfsalat, früh	500	45	30	5	146	30
Möhre, Wasch *)	700	0	30	6	126	60
Porree, gepflanzt	500	36	30	7	252	60
Rosenkohl, mittl. Entw.zeit	250	186	60	9	174	90
Rote Rüben	600	52	30	7	220	60
Rotkohl, mittelschnell	500	94	60	9	182	60
Sellerie, Knollen	500	50	30	8	204	60
Weißkohl, FM, mittelschnell	600	154	60	8	178	60
Wirsing, mittelschnell	350	125	60	9	186	60

*) braucht lange zur Keimung, kann danach in den ersten Wochen vom Bodenvorrat leben

Tab. 3: Schätzrahmen für den $N_{\min}$ -Vorrat zu Beginn der Vegetationsperiode in 0 bis 60 cm Bodentiefe

(Fink, 2001)

Bodenart	Ernterückstände	Niederschlag mm	$N_{\min}$ -Vorrat kg N/ha
Sand	wenig*	100	30
		200	20
		300	20
	viel*	100	50
		200	30
		300	20
Lehmiger Sand	wenig	100	80
		200	30
		300	20
	viel	100	150
		200	100
		300	50
Lehm	wenig	100	130
		200	80
		300	30
	viel	100	200
		200	150
		300	100

*viel = nicht oder gering beerntete Felder und normal geernteter Rosenkohl, Blumenkohl, Brokkoli, Kopfkohl;

*wenig = alle anderen Gemüsearten

Tab. 4: Stickstoff-, Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalte in der Feldabfuhr (Fink, 2001)

Kulturname	Feldabfuhr										
	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
	dt/ha			kg/ha				kg/100 dt			
Blumenkohl	350	250	400	28	4.5	30	1.2	98	16	105	4
Blumenkohl, früh	350	250	400	28	4.5	30	1.2	98	16	105	4
Blumenkohl, starker Aufwuchs	400	300	450	28	4.5	30	1.2	112	18	120	5
Brokkoli	150	80	200	45	6.5	38	2.0	68	10	57	3
Brokkoli, früh	150	80	200	45	6.5	39	3.0	68	10	59	5
Brokkoli, starker Aufwuchs	200	120	250	45	6.5	38	2.0	90	13	76	4
Buschbohnen, Handerte	120	80	200	25	4.0	25	2.5	30	5	30	3
Buschbohnen, Industrie	80	60	150	25	4.0	25	2.5	20	3	20	2
Chicoree *	450	300	550	25	5.3	45	4.0	113	24	203	18
Chicoree, für frühe Treiberei *	350	200	450	25	5.3	45	4.0	88	19	158	14
Chinakohl, gepflanzt	700	500	800	15	4.0	24	1.0	105	28	168	7
Chinakohl, gepflanzt, früh	700	500	800	15	4.0	25	1.0	105	28	175	7
Chinakohl, gepflanzt, Herbst	700	500	800	15	4.0	25	1.0	105	28	175	7
Chinakohl, gesät	700	500	800	15	4.0	25	1.0	105	28	175	7
Chinakohl, gesät Herbst	700	500	800	15	4.0	25	1.0	105	28	175	7
Dill *	300	200	350	30	4.0	50	2.5	90	12	150	8
Feldsalat	80	50	120	45	4.3	54	4.3	36	3	43	3
Feldsalat, früh	80	40	120	45	4.3	54	4.3	36	3	43	3
Feldsalat, Herbst	80	50	120	45	4.3	54	4.3	36	3	43	3
Grünkohl, Handerte, Blatt	200	150	250	60	8.0	45	2.5	120	16	90	5
Grünkohl, maschinelle Ernte	400	300	500	49	7.1	49	2.5	196	28	198	10
Gurke, Einleger, gepflanzt	700	400	1000	15	3.0	20	1.2	105	21	140	8
Gurke, Einleger, gesät	700	400	1000	15	3.0	20	1.2	105	21	140	8
Knollenfenchel, gepflanzt	400	200	500	20	3.0	40	2.0	80	12	160	8
Knollenfenchel, gepflanzt, früh	400	200	500	20	3.0	40	2.0	80	12	160	8
Knollenfenchel, gepflanzt, Herbst	400	200	500	20	3.0	40	2.0	80	12	160	8
Knollenfenchel, gesät	400	200	500	20	3.0	40	2.0	80	12	160	8
Knollenfenchel, gesät, Herbst	400	200	500	20	3.0	40	2.0	80	12	160	8
Kohlrabi	450	300	700	28	4.5	35	1.5	126	20	158	7
Kohlrabi, früh	450	300	700	28	4.5	35	1.5	126	20	158	7
Kohlrabi, Herbst	450	300	700	28	4.5	35	1.5	126	20	158	7
Kürbis *	400	300	500	25	9.0	46	4.8	100	36	184	19
Markerbse, *											
Reifegruppe früh bis mittelfrüh	60	30	80	100	10.0	30	3.5	60	6	18	2
Reifegruppe mittelspät bis spät	60	30	80	100	10.0	30	3.5	60	6	18	2
Möhren, Bund-	600	400	700	17	3.6	44	2.7	102	22	264	16
Möhren, Bund-, früh	500	400	600	17	3.6	44	2.7	85	18	220	14
Möhren, Bund-, Herbst	600	400	700	17	3.6	44	2.7	102	22	264	16

Fortsetzung Tab. 4 Feldabfuhr	Mittel	von	bis	N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
Kulturname	dt/ha			kg/ha				kg/100 dt			
Möhren, Industrie	900	700	1300	13	3.5	35	1.5	117	32	315	14
Möhren, Wasch-	700	500	1000	13	3.5	35	1.5	91	25	245	11
Möhren, Wasch-, früh	600	500	900	13	3.5	35	1.5	78	21	210	9
Möhren, Wasch-, Herbst	700	500	1000	13	3.5	35	1.5	91	25	245	11
Pastinake *	400	300	500	25	10.3	60	5.3	100	41	240	21
Petersilie, Blatt-, 1.Schnitt *	240	200	300	45	5.0	55	2.2	108	12	132	5
Petersilie, Blatt-, je weiteren Schnitt *	160	100	200	45	5.0	55	2.2	72	8	88	4
Petersilie, Wurzel- *	400	250	500	42	6.0	70	5.5	168	24	280	22
Porree, gepflanzt	500	300	650	25	3.5	30	2.0	125	18	150	10
Porree, gepflanzt, früh	400	300	500	25	3.5	30	2.0	100	14	120	8
Porree, gepflanzt, Herbst und Winter	500	300	650	25	3.5	30	2.0	125	18	150	10
Porree, gesät, Sommer	400	300	500	25	3.5	30	2.0	100	14	120	8
Radies	300	200	350	20	3.0	28	2.0	60	9	84	6
Radies, früh	300	200	300	20	3.0	28	2.0	60	9	84	6
Radies, Herbst	300	200	350	20	3.0	28	2.0	60	9	84	6
Rettich, Bund- *	500	400	550	17	3.3	30	1.6	85	17	150	8
Rettich, Bund-, früh *	500	400	550	17	3.3	30	1.6	85	17	150	8
Rettich, Bund-, Herbst *	500	400	550	17	3.3	30	1.6	85	17	150	8
Rettich, deutsch *	550	450	600	14	3.5	33	1.0	77	19	182	6
Rettich, deutsch, früh *	550	450	600	14	3.5	33	1.0	77	19	182	6
Rettich, deutsch, Herbst *	550	450	600	14	3.5	33	1.0	77	19	182	6
Rettich, japanisch	1000	750	1200	10	2.6	28	1.2	100	26	280	12
Rettich, japanisch, früh	900	600	1000	10	2.6	28	1.2	90	23	252	11
Rettich, japanisch, Herbst	1000	750	1200	10	2.6	28	1.2	100	26	280	12
Rosenkohl,											
mittlere Entwicklungszeit	250	150	300	65	8.5	55	2.5	163	21	138	6
kurze Entwicklungszeit	250	150	300	65	8.5	55	2.5	163	21	138	6
lange Entwicklungszeit	250	150	300	65	8.5	55	2.5	163	21	138	6
Rote Rüben	600	400	1000	28	5.0	40	3.0	168	30	240	18
Rote Rüben, Baby Beet *	400	300	700	28	5.0	40	3.0	112	20	160	12
Rote Rüben, Bund	500	350	700	27	4.5	46	5.0	135	23	230	25
Rotkohl, mittelschnellwachsend	500	400	600	22	3.5	30	1.5	110	18	150	8
Rotkohl, schnellwachsend	400	300	550	22	3.5	30	1.5	88	14	120	6
Rotkohl, langsamwachsend	600	400	750	22	3.5	30	1.5	132	21	180	9
Rucola, 1 Schnitt *	175	150	250	40	4.5	44	3.0	70	8	77	5
Rucola, 1 Schnitt, früh *	175	140	220	40	4.5	44	3.0	70	8	77	5
Rucola, 1 Schnitt, Herbst *	175	140	220	40	4.5	44	3.0	70	8	77	5
Salate, Baby Leaf Lettuce *	140	100	160	35	3.5	50	2.7	49	5	70	4
Salate, Baby Leaf Lettuce, früh *	140	100	160	35	3.5	50	2.7	49	5	70	4
Salate, Baby Leaf Lettuce, Herbst*	140	100	160	35	3.5	50	2.7	49	5	70	4
Salate, Blatt-, grün *	350	200	450	19	3.0	37	1.2	67	11	130	4
Salate, Blatt-, grün, früh *	350	200	400	19	3.0	37	1.2	67	11	130	4
Salate, Blatt-, grün, Herbst *	350	200	450	19	3.0	37	1.2	67	11	130	4

Salate, Blatt- rot *	300	200	400	19	3.0	37	1.2	57	9	111	4
Salate, Blatt- rot früh *	300	200	350	19	3.0	37	1.2	57	9	111	4
Salate, Blatt- rot Herbst *	300	200	400	19	3.0	37	1.2	57	9	111	4
Salate, Eissalat	600	400	800	13	2.5	25	1.0	78	15	150	6
Salate, Eissalat, früh	450	300	600	13	2.5	25	1.0	59	11	113	5
Salate, Eissalat, Herbst	600	400	800	13	2.5	25	1.0	78	15	150	6
Salate, Endivien, Frisee	350	200	500	25	2.6	46	1.8	88	9	161	6
Salate, Endivien, Frisee, früh	350	200	450	25	2.6	46	1.8	88	9	161	6
Salate, Endivien, Frisee, Herbst	350	200	500	25	2.6	46	1.8	88	9	161	6
Salate, Endivien, glattblättrig *	600	400	700	20	2.6	46	1.8	120	16	276	11
glattblättrig, früh *	600	400	600	20	2.6	46	1.8	120	16	276	11
glattblättrig, Herbst *	600	400	700	20	2.6	46	1.8	120	16	276	11
Salate, Kopfsalat	500	300	700	18	3.0	30	1.5	90	15	150	8
Salate, Kopfsalat, früh	500	300	600	18	3.0	30	1.5	90	15	150	8
Salate, Kopfsalat, Herbst	500	300	700	18	3.0	30	1.5	90	15	150	8
Salate, Radicchio *	280	150	400	25	4.0	40	2.0	70	11	112	6
Salate, Radicchio, früh *	280	150	350	25	4.0	40	2.0	70	11	112	6
Salate, Radicchio, Herbst *	280	150	400	25	4.0	40	2.0	70	11	112	6
Salate, Romana *	450	400	650	20	4.0	33	1.3	90	18	149	6
Salate, Romana, früh *	450	350	600	20	4.0	33	1.3	90	18	149	6
Salate, Romana, Herbst *	450	400	650	20	4.0	33	1.3	90	18	149	6
Salate, Romana Herzen	300	200	400	24	4.0	33	1.3	72	12	99	4
Salate, Romana Herzen, früh	300	200	400	24	4.0	33	1.3	72	12	99	4
Salate, Romana Herzen, Herbst	300	200	400	24	4.0	33	1.3	72	12	99	4
Salate, Zuckerhut, früh *	600	400	700	20	5.0	25	1.0	120	30	150	6
Salate, Zuckerhut, Herbst *	600	400	700	20	5.0	25	1.0	120	30	150	6
Salate, Zuckerhut, Sommer *	600	400	700	20	5.0	25	1.0	120	30	150	6
Schnittlauch, 1. Schnitt	300	200	350	50	6.0	45	3.5	150	18	135	11
Schnittlauch,weiterer Schnitt	200	100	250	50	6.0	45	3.5	100	12	90	7
Schnittlauch, Anbau für Treiberei *	280	200	350	50	6.0	45	3.5	140	17	126	10
Schwarzwurzel *	200	150	300	23	7.0	32	2.5	46	14	64	5
Sellerie, Bund- *	600	500	650	27	5.5	47	2.0	160	33	280	12
Sellerie, Bund-, früh *	500	400	600	27	5.5	47	2.0	133	28	233	10
Sellerie, Knollen-	500	350	800	25	6.5	45	1.5	125	33	225	8
Sellerie, Stangen- *	500	400	600	25	5.0	45	2.0	125	25	225	10
Spinat, Frischmarkt	250	180	350	36	5.0	55	5.0	90	13	138	13
Spinat, Frischmarkt, früh	250	150	350	36	5.0	55	5.0	90	13	138	13
Spinat, Frischmarkt, Herbst	250	180	350	36	5.0	55	5.0	90	13	138	13
Spinat, Industrie	300	200	450	36	5.0	55	5.0	108	15	165	15
Spinat, Industrie, früh	300	200	450	36	5.0	55	5.0	108	15	165	15
Spinat, Industrie, Herbst	300	200	450	36	5.0	55	5.0	108	15	165	15
Stangenbohne *	250	200	300	25	4.0	25	2.5	63	10	63	6

* bei diesen Kulturen sind die Daten noch als vorläufig zu bewerten, weil sie auf weniger als fünf Versuchen beruhen.

Tab. 5: Stickstoffentzug von Sommerblumen und Freilandschnittstauden – Ergebnisse aus verschiedenen Düngungsversuchen

Kultur	Stickstoffentzug g N/m ²	Quellenangabe
<i>Alchemilla mollis</i>	20	(2)
<i>Antirrhinum majus</i> 'Goldgelb'	17	(1)
<i>Calendula officinalis</i> 'Midas Tieforange'	18	(1)
<i>Chrysanthemum-Indicum-Hybriden</i> 'Wendy '	20 –26	(1)
<i>Chrysanthemum parthenium</i> 'Weißer Pompon'	13	(1)
<i>Chrysanthemum spectabile</i> 'Gefüllte Annette'	28	(1)
<i>Cirsium japonicum</i> 'Rose Beauty'	11-14	(1)
<i>Dephinium consolida</i> 'Blaue Pyramide'	13	(1)
<i>Helichrysum bracteatum</i> 'Kupferrot'	19	(1)
<i>Lobelia gerardii</i> 'Indian Blue'	8	(1)
<i>Limonium sinuatum</i> 'Midnight Blue'	28	(1)
Paeonien	6-8	(2)
<i>Panicum virgatum</i> 'Rehbraun'	9-12	(2)
<i>Rudbeckia hirta</i> 'Goldilochs'; 'Meine Freude'	11 24	(1)
<i>Scabiosa caucasica</i> 'Fama'	13-16	(2)
<i>Tagetes-Erecta-Hybriden</i> 'Double Eagle'	22	(1)
<i>Trachelium ceruleum</i>	10	(1)
<i>Verbena bonariensis</i>	17	(1)
<i>Zinnia elegans</i> 'Cherry Ruffles'	24-29	(1)

(1) MOLITOR (unveröffentl. Ergebnisse)

(2) SPRAU (2002)

Tab. 6: Aktuelle Düngungsempfehlungen für Schnittblumen

Pflanzenart	Empfehlung
<i>Ageratum houstonianum</i>	120 N/ha
<i>Callistephus chinensis</i>	150 N/ha
<i>Chrysanthemum-Indicum-Hybriden</i>	150 N/ha
<i>Helianthus annuus</i>	100 N/ha

Quelle: Veröffentlichungen der LVG Heidelberg (1998)

**Tab. 7: N_{min}-Sollwerte für verschiedene Freilandschnittstauden
(COLDEWEY ZUM ESCHENHOFF UND DIETRICH 1990)**

Düngung entsprechend dem N-Bedarf auf mindestens zwei Gaben aufteilen

Produktionsziele	Sollwert (kg/ha N)			
Intensive Produktion in Vollertragsjahren	120	180	240	300
extensive Produktion; kleine Blütenstände	60	120	180	240
im Jahr der Pflanzung	40	80	120	160
Ziffer in der Übersicht	1	2	3	4

Achillea filipendulina	4	Gentiana 'Royal Blue'	2
Aconitum arendsii	4	Goniolimon (L. tataricum)	2
Alchemilla	1	Gypsophila	3
Alstroemeria	3	Helenium	2
Aquilegia	2	Helianthus	4
Armeria	1	Helichrysum arenarium	1
Asclepias	2	Heliopsis	3
Asparagus officinalis	2	Helleborus	1
Asphodeline	1	Hemerocallis	3
Aster ericoides	2	Hosta	2
Aster novi-belgii	2	Kniphofia	2
Astilbe	1	Leontopodium	1
Bellis	1	Liatris	2
Bergenia	1	Ligularia	3
Campanula glomerata	2	Lupinus	1
Carlina	1	Lychnis chalcedonica	1
Centaurea macrocephala	2	Lysimachia clethroides	1
Centranthus	1	Myosotis	2
Chelone	3	Monarda	2
Chrysanthemum coccineum	2	Narcissus	1
Chrysanthemum leucanthemum	2	Ornithogalum	1
Cimicifuga	2	Paeonia	3
Convallaria	1	Papaver	3
Coreopsis	3	Phlox paniculata	2
Cortaderia	2	Physostegia	2
Crocasmia	3	Primula	1
Cynara	3	Rudbeckia	3
Delphinium	3	Scabiosa	2
Dicentra spectabilis	2	Sedum	1
Doronicum	1	Solidago	2
Echinacea	3	Thalictrum	1
Echinops	3	Trollius	2
Eremurus	3	Solidago	2
Erigeron	4	Veronica longifolia	3
Eryngium	2	Veronica spicata	3
Gaillardia	3	Veronica virginica	3

**Tab. 8: N_{min}-Sollwerte für verschiedene Sommerblumen
(COLDEWEY ZUM ESCHENHOFF und DIETRICH 1990)**

Düngung entsprechend dem N-Bedarf auf mindestens zwei Gaben aufteilen

Produktionsziele	Sollwert (kg/ha N)			
Intensive Produktion in Vollertragsjahren	120	180	240	300
extensive Produktion; kleine Blütenstände	60	120	180	240
im Jahr der Pflanzung	40	80	120	160
Ziffer in der Übersicht	1	2	3	4

Amaranthus	2	Helichrysum bracteatum	1
Antirrhinum majus	3	Helipterum roseum	1
Anthriscus	1	Helipterum maculata	1
Calendula officinalis	2	Helipterum sanfordii	1
Callistephus chinensis	2	Lathyrus odoratus	1
Carthamus tinctorius	2	Lavatera trimestris	2
Celosia	2	Limonium sinuatum	2
Centaurea cyanus	1	Limonium sinense	2
Chrysanthemum parthenium	2	Limonium perezii	2
Chrysanthemum segetum	2	Limonium suworowii	2
Chrysanthemum spectabile	2	Molue laevis	2
Cirsium japonicum	3	Nigella damascena	2
Cosmos bipinatus	2	Penstemon-Hybriden	1
Coreopsis	2	Rudbeckia hirta	3
Craspedia globosa	1	Salvia farinacea	2
Dianthus caryophyllus	3	Scabiosa atropurpurea	2
Dianthus barbatus	3	Scabiosa stellata	2
Didiscus caeruleus	2	Trachelium caeruleum	2
Eucalyptus globulus	2	Zinnia elegans	2
Euphorbia marginata	1	Ziergräser	1
Gaillardia pulchella	2		
Gomphrena globosa	2		
Gypsophila elegans	2	Schnittgehölze	1
Helianthus annuus	4	Freiland-Rosen	3

Tab. 9: N_{min}-Sollwerte für einjährig kultivierte Beetpflanzen unter Berücksichtigung des N-Mineralisierungspotentials des Bodens (nach HURKA 1997; LVG Kassel)

1. Anbauintensität	N _{min} -Sollwerte (kg/ha)				
1.1 Intensiver Freilandanbau oder stark wachsende Sorten	40	80	120	160	200
1.2 Extensiver Freilandanbau oder schwach wachsende Sorten	20	40	80	120	160
→ Ziffer zur Höhe des N-Entzugs in Gattungs- und Artenliste	1	2	3	4	5

2. N-Mineralisationspotential des Bodens am Anbauort, gemäß Bodenuntersuchung (kg N/ha von Mai bis September)		mittel ca. 50-100	hoch > 100
3. Gattung und Art, sowie ihr N-Entzug		Ziffern zur Höhe des N-Entzuges	
Ageratum houstonianum	niedrig	2	1
Antirrhinum majus	niedrig	2	1
Argyranthemum frutescens	mittel	3	2
Begonia-Knollenbegonien-Hybriden	niedrig	2	1
Begonia-Semperflorens-Hybriden	niedrig	2	1
Calceolaria integrifolia	niedrig	2	1
Calendula officinalis	mittel-hoch	3	2
Coleus pumilus	mittel	3	2
Gazania-Hybriden	mittel	3	2
Heliotropium arborescens	niedrig	2	1
Impatiens-Neu-Guinea-Hybriden	niedrig-mittel	3	2
Impatiens walleriana	niedrig	2	1
Lobelia erinus	niedrig	2	1
Lobularia maritima	mittel	3	2
Mimulus luteus	niedrig	1	-
Nemesia strumosa	niedrig	2	1
Nicotiana x sanderae	mittel	3	2
Nolana napiformis	hoch	4	3
Pelargonium-Zonale-Hybriden	mittel	3	2
Petunia-Hybriden	mittel	3	2
Rudbeckia hirta 'Toto'	mittel	3	2
Sanvitalia procumbens	mittel	3	2
Senecio bicolor	mittel-hoch	3	2
Tagetes patula	mittel-hoch	3	2
Verbena-Hybriden	niedrig-mittel	2	1
Zinnia augustifolia	mittel	3	2

Tab. 10: Richtwerte für die Beregnung (mm/h) auf unterschiedlichen Standorten

Hangneigung %	Bodenbedeckung	mittel (Lö)	mittelleicht (sL)	leicht (IS)	sehr leicht (S)
bis 4	gering > 50 %	8 - 19 10 - 25	13 - 25 18 - 35	18 - 35 25 - 60	25 - 50 35 - 75
4 bis 8	gering > 50 %	5 - 13 8 - 18	10 - 18 15 - 25	13 - 25 25 - 35	18 - 35 25 - 60
über 8	gering > 50 %	4 - 8 6 - 10	8 - 13 10 - 18	10 - 18 15 - 25	13 - 25 18 - 35

Quelle: nach BILLIB 1971

Tab. 11: N-Zufuhr (kg/ha) durch den NO₃-Gehalt des Gießwassers

Bewässerungsmenge		NO ₃ -Gehalt (mg/l) des Gießwassers			
mm	m ³ /ha	30	50	100	200
20	200	1,4	2,3	4,5	9,0
50	500	3,4	5,6	11,3	22,6
100	1000	6,8	11,3	22,6	45,2
500	5000	33,9	56,5	113	226

Tab. 12: Gesamt- und Zusatzwasserbedarf ausgewählter Gemüsearten, kalkuliert für Geisenheim bei Bewässerung nach Geisenheimer Steuerung

Gemüseart	Anbauzeitraum	Wasserbedarf		Niederschlag		Berechnungsbedarf	
		minimal	max.	minimal	max.	max.	Durchschnitt
Brokkoli	15.03. - 31.05.	203	327	57	205	239	210
	06.08.-16.10.	134	214	77	202	137	50
Blumenkohl	15.03.-03.06.	229	373	79	207	284	220
	06.08.-16.10.	150	238	77	202	161	53
Einlegegurke	01.05.-15.08.	357	521	99	264	422	305
Buschbohne	01.05.-20.07.	229	381	63	223	318	90
	15.07.-25.09.	142	241	56	246	186	50
Weisskohl	15.03.-16.05.	115	181	38	116	143	90
	15.06.-20.09.	342	521	83	223	438	284
Bundmöhren	15.03.-20.06.	247	363	96	242	268	130
	20.07.-15.10.	168	266	95	293	171	110
Waschmöhren	15.03.-10.07.	389	597	53	248	544	241
	10.07.-10.10.	218	357	115	300	242	152
Porree	15.03.-15.06.	294	432	92	230	340	289
	15.07.-01.11	230	348	106	302	241	39
Radies	15.03.-11.05.	114	187	58	127	129	78
	15.09.-25.10.	42	82	12	120	70	23
Spargel	20.06.-15.10	214	330	131	227	198	100
	20.06.-01.09.	150	241	88	193	153	96
	20.06.-15.09.	177	265	71	205	195	104
Sommer-Zwiebel	15.03.-20.07.	280	412	96	300	316	110
Knollenfenchel	15.03.-14.06.	289	432	92	230	340	272
	10.08.-26.10.	143	219	77	197	142	61
Chinakohl	15.03.-30.05.	179	294	57	205	205	178
	15.08.-31.10.	115	171	77	158	94	0
Kohlrabi	15.03.-05.05	104	178	43	74	135	69
	25.08.-15.10.	76	127	26	129	80	71
Eissalat	15.03.-19.05.	160	247	76	127	170	128
	15.08.-10.10.	106	173	49	152	107	96
Kopfsalat	15.03.-14.05.	134	214	61	99	152	103
	01.09.-29.10.	76	116	44	185	73	0
Sellerie	25.05.-01.10.	424	580	140	262	440	277
Spinat	15.03.-29.05.	178	289	83	205	206	118
	01.09.-25.10.	78	125	42	175	83	0
Zucchini	10.05.-15.08.	339	495	97	253	398	226
	15.06.-15.09.	287	403	104	222	299	206
Bundzwiebeln	15.03.-19.06.	287	426	96	242	330	232
	15.07.-10.10.	205	333	95	286	237	134

Tab. 13: Pflanzenkoeffizienten (kc-Werte) zum Steuern der Berechnung bei Gemüse und ausgewählten landwirtschaftlichen Arten nach der Geisenheimer Methode - Aktualisierung 2002

Die dem neuesten Untersuchungsstand entsprechenden aktualisierten Koeffizienten der Tabelle 4 sind abrufbar unter: www.forschungsanstalt-geisenheim.de auf der Seite des Fachgebietes Gemüsebau unter „Geisenheimer Steuerung“.

Gemüseart	kc je Entwicklungsstadium der Pflanze			
	Stadium 1	Stadium 2	Stadium 3	Stadium 4
*Blumenkohl	ab Pflanzung 0,5	Pfl.-Ø 30 cm 0,8	Pfl.-Ø 60 cm 1,2	Höhe: > 60 cm 1,4
Brokkoli	ab Pflanzung 0,5	ab 9. Blatt 0,8	ab 14. Blatt 1,4	
Bohnen, Busch-	ab Auflaufen 0,4	ab Blühbeginn 0,6	Ab massiver Hül- senbild. 1,0	
*Chinakohl	ab Pflanzung 0,5	ab 6. Blatt 0,8	Best.schluss 1,2	
*Eissalat	ab Pflanzung 0,5	ab 7.- 9. Blatt 0,8	ab verst. Blatt- bild. 1,0	Best.schluss 1,2
*Endivien	nach Pflanz. 0,5	ab 7. Blatt 0,8	ab 9. Blatt 1,2	
**Erbse, grün	ab Auflaufen 0,4	Blühbeginn 1,2	Hülsenbildung 1,1	
Gurken, Einleger	ab Auflaufen 0,5	ab Blühbeginn 0,8	Erntebeginn 1,1	
*Grünkohl	ab Pflanzung 0,5	> 6. Laubbl. 0,8	ab verst. Blatt- bild. 1,2	Best.schluss 1,4
Feldsalat	ab Auflaufen 0,4	bis Ernte 0,4		
*Kartoffeln, früh	nach Legen 0,5	ab Blatt- u. Stänge- lausbild. 0,8	Längenwachstum 1,0	Bestandes- schluss 1,2
Kartoffeln, spät	nach Legen 0,4	Triebe > 10 cm 0,6	Längenwachstum 0,9	Best.schluss 1,1
Knollenfenchel	ab Pflanzung 0,5	ab 6. Blatt 1,0	ab 8. Blatt. 1,4	
Körnermais	ab Auflaufen 0,4	Höhe > 0,5 m 0,4 – 0,5***	Höhe > 1,0 m 0,5 – 0,6	Höhe > 1,5 m 0,6 – 0,8
Kohlrabi	ab Pflanzung 0,5	ab 6. Blatt 0,7	Kno. > Ø 2 cm 1,0	
Kopfkohl	ab Pflanzung 0,5	ab 8. Blatt 0,8	ab 11. Blatt 1,2	Beg. Ko-bild. 1,4

Fortsetzung	kc je Entwicklungsstadium der Pflanze			
Gemüseart	Stadium 1	Stadium 2	Stadium 3	Stadium 4
Kopfsalat	ab Pflanzung 0,5	Ø >15 cm 0,8	Ø >25 cm 1,2	
Lollo rossa	ab Pflanzung 0,5	Ø >15 cm 0,7	Ø >20 cm 0,9	
Möhren	ab Auflaufen 0,3	ab 5. Blatt 0,6	Best.schluss 0,8	
Porree	ab Pflanzung 0,5	Schaft-Ø > 13 mm 0,8	Schaft-Ø > 16 mm 1,2	Schaft-Ø > 20 mm 1,4
*Puffbohnen	ab Auflaufen 0,5	Höhe > 10 cm 0,8	Blühbeginn 1,2	Hüls.ansatz 1,4
Radies	ab Auflaufen 0,5	ab 3. Laubbl. 0,7		
*Rosenkohl	ab Pflanzung 0,5	ab 6. Blatt 0,8	Best.schluss 1,2	Rös.ansatz 1,4
*Rote Bete	ab Auflaufen 0,4	ab 5. Blatt 0,8	ab 9. Blatt 1,2	Best.schluss 1,4
Spargel (Neuanlage)	ab Aufwuchs 0,5	ab vollst. Ausbild. d. Phyllokladien 0,7 – 0,8	A. Sept. 0	
Spargel ab 2. Standjahr	ab Stechende 0,6	ab vollst. Ausbild. d. Phyllokladien 0,8 – 1,1***	A. Sept. 0	
Sellerie, Knollen-	ab Pflanzung 0,5	ab 7. Blatt 0,8	Beg. Kno.entw. 1,1	Best.schluss 1,4
Sommergetreide	ab Auflaufen 0,3	Best.schluss 0,4 – 0,6***	Beg. Gelbreif. 0	
Sommerzwiebel	ab Auflaufen 0,5	ab 5. Blatt 1,0	ab 8. Blatt 1,2	Schlottenknick 0
** Spinat	ab Auflaufen 0,7	ab 7. Laubblatt 1,0		
* Tomate, Freiland	ab Pflanzung 0,5	ab 0,75 m Höhe 0,8	ab 1,0 m Höhe 1,2	
Wintergetreide	ab Auflaufen 0,2	Beg. Schossen 0,4	Beg. Gelbreif. 0	
*Zucchini	ab Auflaufen 0,5	ab Blühbeginn 0,8	ab Fruchtansatz 1,2	
Zuckerrübe ¹	ab Auflaufen 0,3	ab 5. Blatt 0,4	Best.schluss 0,4 - 0,6***	Rübe > 12 cm 0,5 – 0,8

*- nach Hartmann, Pflüb; Zengerle (2000)

** - nach Allen et al. 1997

*** - Abhängig von der Bestandesentwicklung: überdurchschnittlich entwickelte Bestände = höherer Faktor

¹ Berechnungsschluss Ende August

Tab. 14: Beispiel der Geisenheimer Bewässerungssteuerung

1. Vorgabe Bewässerungsmenge je Termin = 30 mm
2. Errechnen der Wasserbilanz:

Tägliche Bilanz:

Datum	PENMAN-Wert	Faktor (kc)	- Niederschlag	= tägl. Wasserbilanz
25. 7.	5,2	0,8	0,0	4,2
26. 7.	5,9	0,8	4,0	0,7

mit Formel:

(Penman-Wert x kc) - Niederschlag = tägliche Wasserbilanz

Wenn Gesamtbilanz $\geq$ Vorgabe Bewässerungsmenge, dann Zusatzbewässerung geben.

Errechnen des Bewässerungszeitpunktes über die tägliche Wasserbilanz:

Datum	tägl. Wasserbilanz (mm)	Gesamtbilanz	Berechnung
25. 7.	4,2	4,2	-
26. 7.	0,7	4,9	-
27. 7.	6,5	11,4	-
28. 7.	6,9	18,3	-
29. 7.	7,0	25,3	-
30. 7.	5,1	30,4	30 mm
31. 7.	6,5	6,9	-

Tab. 15: Beispiel für das Ermitteln der Einzelwassergabe bei Berechnung von Freilandgemüse

Bodenschicht	Sandboden (nFK)		Lehmiger Sand (nFK)	
cm	Vol. %	mm	Vol. %	mm
0 - 30	9,1	27	16,4	49
30 - 60	7,6	23	15,1	45
60 - 90	7,5	22	12,9	39
Gesamt	8,1	72	14,8	133

z. B. bei Spargel kann die Bodenfeuchte zeitweise bis auf etwa 60 % der nFK ohne wesentliche Ertragsminderung absinken, also sind nur 40 % dieser Gesamtwasserkapazität für die Pflanze nutzbar.

Deshalb ist zu berechnen:

Bei Sand: 72 mm x 40 % = 28,8 mm

und bei LS: 133 mm x 40 % = 53,2

Daraus resultieren für 90 cm Bodentiefe:

	Sandboden		Lehmiger Sand (IS)	
Nutzbare Wassermenge		29		53

Eine Wassergabe in dieser Gabenhöhe füllt den Boden wieder auf 100 % nFK auf. Bei höheren Gaben kommt es zur Verlagerung. Auch bei unerwarteten Niederschlägen kommt es sehr schnell zu Nährstoffauswaschungen, deshalb die untere Bodenschicht (60–90 cm) nur von 60 auf 80% nFK auffüllen. Damit ist die Kapazität dieser Schicht in der Kalkulation um 20% gegenüber den obigen Werten zu vermindern.

Bei Sand: $22 \text{ mm} \times 20 \% = 4,4 \text{ mm}$

und bei IS: $39 \text{ mm} \times 20 \% = 7,8$

Sachgerecht sind dann unter den vorgegebenen Bodenbedingungen folgende Einzelgaben:

Gabenhöhe		25		45
-----------	--	-----------	--	-----------

Eine Bodenprobe gibt Informationen zum Bodentyp des jeweiligen Schlages!

Tab. 16: Berechnen der Einzelwassergabe für Sandboden

bei einem Abstand der oberirdisch verlegten Tropfleitungen von 1 m, wobei die Bodenfeuchte in einem Bereich von 70 bis 100 % der nFK geregelt wird.

Bodenschicht cm	nFK mm	bewässerter Bodenanteil* % der Fläche	Einzelgabe mm
0 - 30	27	30	$8,1 \times 0,3 = 2,4$
30 - 60	23	40	$6,9 \times 0,4 = 2,8$
Gesamt	50	35	5,2 mm

*geschätzt

Tab. 17: Beispiel einer Wasserbilanz mit Hilfe eines Vordruckes

Datum	Niederschlag	Bewässerung	Gesamtwasser
04.05.2002	0,1		0,1
05.05.2002	2,3		2,4
06.05.2002	1,4		3,8
07.05.2002	2,3		6,1
08.05.2002	0,7		6,8
10.05.2002	0,4		7,2
11.05.2002	1,2		8,4
12.05.2002	0,7		9,1
13.05.2002	0,1		9,2
14.05.2002	0,8		10
15.05.2002		9	19
18.05.2002	0,3		19,3
19.05.2002	0,8		20,1
21.05.2002		12	32,1
22.05.2002	0,2		32,3
26.05.2002		10	42,3
28.05.2002	0,3	10	52,6
01.06.2002		10	62,6
02.06.2002	0,2		62,8
03.06.2002	2		64,8
04.06.2002	1,7	20	86,5
05.06.2002	2,1		88,6
08.06.2002	7		95,6
11.06.2002		20	115,6
13.06.2002	0,3		115,9
14.06.2002	0,2		116,1
15.06.2002		20	136,1
17.06.2002	3,1		139,2
18.06.2002		30	169,2
20.06.2002	3,1		172,3
21.06.2002	2,4		174,7
24.06.2002		30	204,7

**Tab. 18: Wasserbedarf auf Freilandstellflächen
(Eriken, Baumschulcontainer)**

Bewässerungsverfahren	Wasserverbrauch (l/m ² und Jahr)	Wassereinsparung i. Vergl. zur trad. Kultur (l/m ² und Jahr)
traditionelle offene Kultur eingesenkt im Boden mit Überkopfberegnung oder Gießwagen	300 - 1400	
offene Bewässerung mit Tropfbewässerung oder Impulsgießwagen	120 - 700	180 - 700
geschlossene Bewässerung mit Stellflächenabdeckung oder Rinnen	110 - 500	190 - 900
geschlossene Bewässerung mit Stellflächenabdeckung oder Rinnen und ganzjähriger Nutzung als Wasserkollektor	110 - 500	300 - 1400 (plus Wasserüberschuss bei ganzjähriger Stellflächenabdeckung!)

Anmerkungen:

- Die niedrigeren Werte betreffen den Wasserverbrauch bei der Erikenkultur, die nur für etwa 4 Monate die Stellfläche belegt. Die höheren Werte betreffen den Wasserverbrauch von Container-Baumschulgehölzen.
- Bei der ganzjährigen Abdeckung der Bodenoberfläche mit Folie übersteigt die aufgefangene Wassermenge den Wasserverbrauch der Kultur erheblich.

