

## **Leitlinien für den integrierten Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau: Aspekte der Unkrautregulierung**

*Guidelines for integrated pest management in sugar beet cultivation: aspects of weed control*

Annett Gummert\*, Erwin Ladewig & Bernward Märländer

Institut für Zuckerrübenforschung an der Universität Göttingen, Holtenser Landstraße 77, D-37079 Göttingen

\*Korrespondierender Autor, gummert@ifz-goettingen.de

DOI: 10.5073/jka.2012.434.042

### **Zusammenfassung**

Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes sollen laut EU-Richtlinie zur nachhaltigen Verwendung von Pestiziden kulturpflanzen- oder sektorspezifisch entwickelt werden. Ihre Anwendung kann dazu beitragen, die mit der Verwendung von Pestiziden verbundenen Risiken und Auswirkungen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu verringern. Innerhalb eines Forschungsprojektes wurde eine Leitlinie für den integrierten Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau entwickelt. An der Erarbeitung und Diskussion der fachlichen Grundlagen der Leitlinie war ein projektbegleitender Arbeitskreis beteiligt, der sämtliche Stakeholder der 'Rohstoffproduktion Zuckerrübe' repräsentierte.

Aufgrund der geringen Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern im Jugendstadium hat die Unkrautregulierung in Zuckerrüben eine hohe wirtschaftliche Bedeutung. Im Mittelpunkt des unkrautspezifischen Auszugs der Leitlinie steht die Anwendung von Herbiziden, die zur Zeit die effizienteste Methode der Unkrautregulierung im Zuckerrübenanbau darstellt.

**Stichwörter:** EU-Richtlinie 2009/128/EG, nachhaltiger Einsatz von Herbiziden, notwendiges Maß

### **Summary**

The EU-Directive for the sustainable use of pesticides encourages member states to develop crop- or sector-specific guidelines for integrated pest management. The implementation of such guidelines helps reducing the risks and impacts of pesticide use on human health and the environment. A guideline for integrated pest management in sugar beet cultivation has been jointly developed in a funded research project. The professional preparation and discussion of the guideline was accompanied by a project-linked working group which represented scientists, sugar beet advisory experts and interest groups of the entire value chain of sugar beets.

Weed control in sugar beet cultivation is essential and of high economical importance as sugar beets are weak competitors. The presented weed specific extract from the guideline focuses on the use of herbicides which is to date the most efficient measure for weed control in sugar beets.

**Keywords:** EU-Directive 2009/128/EC, necessary minimum, sustainable use of herbicides

### **1. Hintergrund und methodischer Ansatz**

Die EU-Richtlinie für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden (2009/128/EG) hat zum Ziel, die mit der Verwendung von Pestiziden verbundenen Risiken und Auswirkungen für die Schutzgüter Mensch, Tier und Umwelt zu verringern. Ein Instrument zur Erreichung dieses Ziels stellt die Anwendung der in der Rahmenrichtlinie beschriebenen, allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes (IPS) dar. Darüber hinaus sollen kulturpflanzen- oder sektorspezifische Leitlinien für den integrierten Pflanzenschutz entwickelt und von den Anwendern von Pflanzenschutzmitteln auf freiwilliger Basis angewandt werden.

Vor dem Hintergrund der EU-Gesetzgebung wurden am Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ) im Rahmen eines Forschungsprojektes Leitlinien für den integrierten Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau entwickelt. Für die Erarbeitung und Diskussion der fachlichen Grundlagen der Leitlinien wurde ein projektbegleitender Arbeitskreis gegründet, der sämtliche an der 'Rohstoffproduktion Zuckerrübe' beteiligten Stakeholder repräsentierte (Zuckerrübenanbauer/Rübenanbauverbände, Zuckerindustrie, Officialberatung, Züchtungsunternehmen, Pflanzenschutzmittelunternehmen, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), internetgestützte Beratungssysteme (BISZ, ISIP, LIZ)).

Ausgangspunkt der Formulierung der Leitlinien war eine ausführliche Literaturrecherche zur integrierten Bekämpfung der wichtigsten Schaderreger der Zuckerrübe, die neben wissenschaftlicher Literatur und Fachzeitschriften auch die Aussagen aller relevanten Beratungsträger umfasste. Im nächsten Schritt wurden für diejenigen Schaderreger, die überregional von Bedeutung sind und für welche integrierte Bekämpfungsverfahren zur Verfügung stehen, handlungsorientierte Aussagen zum IPS formuliert. Die Aussagen wurden dann im Arbeitskreis diskutiert, vom IfZ zusammengefasst und nochmals abschließend zur Diskussion gestellt.

Inhalt und Struktur der Leitlinien orientieren sich an den allgemeinen Grundsätzen des IPS der Europäischen Union, die folgende Aspekte beschreiben: Vorbeugende Maßnahmen, Überwachungsmethoden, Schwellenwerte, direkte nichtchemische und chemische Bekämpfungsmaßnahmen, Begrenzung auf das notwendige Maß, Resistenzvermeidungsstrategien sowie Erfolgskontrolle und Dokumentation. Untergliedert sind die Leitlinien in eine allgemeine Leitlinie, die übergeordnet für alle Belange des Pflanzenschutzes in Zuckerrüben gilt, und schaderregerspezifische Leitlinien, die detaillierte Handlungsanweisungen für die wichtigsten Schaderreger der Zuckerrübe beinhalten. Folgende Schaderreger bzw. Schaderregergruppen der Zuckerrübe wurden in den schaderregerspezifischen Leitlinien berücksichtigt:

- Auflaufkrankheiten (Wurzelbrand)
- bodenbürtige Krankheiten (Rizomania, Rhizoctonia)
- Blattkrankheiten (Cercospora, Ramularia, Mehltau, Rost)
- tierische Schaderreger (Nematoden, Insekten, Mäuse, Schnecken)
- Unkräuter (ein- und zweikeimblättrige Unkräuter, Schosser, Kulturpflanzen als Durchwuchs)

Sowohl in der allgemeinen als auch in den schaderregerspezifischen Leitlinien wurden die Leitgedanken der IPS-Grundsätze auf den Pflanzenschutz in Zuckerrüben übertragen und entsprechend der derzeit verfügbaren, praktikablen Methoden und Verfahren Handlungsanweisungen im Sinne des IPS beschrieben. Bei der Formulierung wurde insbesondere Wert darauf gelegt, Handlungsoptionen und Freiräume für jahres-, standort- und betriebsspezifische Entscheidungen zu ermöglichen. Gleichwohl wurden die Handlungsanweisungen so stringent wie möglich formuliert. Die Leitlinien haben somit einen höheren Anspruch an die Umsetzung des IPS als es die allgemeinen Grundsätze vorsehen. In den schaderregerspezifischen Leitlinien sind den einzelnen Handlungsanweisungen zudem ergänzende Hinweise und Erläuterungen gegenübergestellt, um eine hohe Akzeptanz beim Landwirt zu erreichen.

## 2. Ergebnisse

Die folgende Tabelle gibt den unkrautspezifischen Abschnitt der Leitlinie für den integrierten Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau (GUMMERT et al., 2011) wieder. Unter dem Begriff Unkräuter sind alle ein- und zweikeimblättrigen Unkräuter sowie Schosser und weitere Kulturpflanzen als Durchwuchs zusammengefasst.

**Tab. 1** Leitlinie für den integrierten Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau: Unkräuter.

**Tab. 1** *Sugar beet specific guideline for integrated pest management: weeds.*

Vorbeugende Maßnahmen	Erläuterung/Begründung
Die konsequente Bekämpfung von Problemunkräutern der Zuckerrübe ist in der gesamten Fruchtfolge durchzuführen.	Nicht alle Unkrautarten sind in Zuckerrüben mit den üblicherweise ausgebrachten Herbiziden ausreichend zu bekämpfen. Die Bekämpfung solcher, sogenannter Problemunkräuter führt zu erhöhten Aufwendungen an Herbiziden und ist zum Teil nur durch aufwändige manuelle Bereinigung möglich. Insbesondere in der Vorfrucht Getreide lassen sich verschiedene Problemunkräuter der Zuckerrübe leichter wirkungsvoll regulieren. Der Wechsel von Winterkulturen (z. B. Getreide) zur Sommerkultur Zuckerrübe bietet gute Bekämpfungsmöglichkeiten von herbstkeimenden Ungräsern.

Je nach angewandtem Bodenbearbeitungssystem kann eine Unkrautbekämpfung bereits nach der Ernte der Vorfrucht durch die Stoppel- bzw. Grundbodenbearbeitung und weiter-hin im Zuge der Saatbettbereitung zur Aussaat der Zuckerrüben erfolgen.

Die Etablierung eines homogenen Zuckerrübenbestandes ohne Lücken und mit hoher Bestandesdichte sollte angestrebt werden.

In Regionen mit höherem Risiko von Temperaturen zwischen 2 und 10 °C über einen längeren Zeitraum nach der Aussaat sollten Sorten mit geringerer Schossneigung bevorzugt werden.

Durch eine (mehrfache, zeitlich gestaffelte) Bodenbearbeitung nach der Ernte der Vorfrucht werden Unkrautsamen sowie beispielsweise Ausfallgetreide in den Boden eingearbeitet und zum Keimen angeregt. Eine sorgfältige Saatbettbereitung, die zu gleichmäßigen, optimalen Auflaufbedingungen der Zuckerrüben führt, dient auch dem einheitlichen Auflaufen der Unkräuter und ermöglicht somit eine wirksame, herbizidsparende Unkrautbekämpfung.

Durch einen gleichmäßigen und hohen Feldaufgang in Verbindung mit Bestandesdichten von mindestens 80.000 Pflanzen/ha kann der Bestandesschluss frühzeitiger erreicht, die Konkurrenzkraft der Rüben erhöht und das Unkraut somit besser unterdrückt werden als bei niedrigeren Bestandesdichten. Die Erfahrungen der Praxis zu Blattstellung und Beschattung von Sorten sollten genutzt werden. Lücken im Bestand sowie ein später und uneinheitlicher Bestandesschluss erhöhen das Risiko der Spätverunkrautung. Dies kann den benötigten Herbizidaufwand deutlich steigern. Eine fehlende Bereinigung der Spätverunkrautung kann zu Ertragsverlusten und erheblichen Ernteerschwernissen führen.

Die Zuckerrübe bildet als zweijährige Pflanze im ersten Jahr den Rübenkörper und erst nach einem Kältereiz (Vernalisation) im zweiten Jahr den Samenträger (Schosser). Durch langanhaltende, ungünstige Kälteperioden nach der Aussaat kann auch schon im ersten Jahr eine Schossauslösung erfolgen. Der Anbau von Zuckerrübensorten mit geringer Schossneigung kann den späteren Aufwand zur Beseitigung der Schosser durch nichtchemische oder chemische Verfahren verringern. Allerdings muss je nach erwartetem Auftreten anderer Schaderreger eine Abwägung der Sorteneigenschaften zueinander erfolgen, so dass dem Merkmal Schossneigung unter Umständen eine geringere Priorität zugemessen werden kann.

---

### Überwachungsmethoden

Das Auftreten von Unkräutern und die Zusammensetzung der Unkrautgesellschaft sind mit Feldbeobachtungen (Bestimmen der Unkräuter) zu überwachen.

Eine frühzeitige Erkennung des Unkrautspektrums ist eine wesentliche Voraussetzung, um die Mittelauswahl und Aufwandmengen optimal anpassen zu können und die Unkrautbekämpfung kostengünstig und umweltschonend durchzuführen.

Programme im Internet (BISZ: <http://bisz.suedzucker.de>, LIZ: <http://www.liz-online.de>) ermöglichen eine einfache und schnelle Bestimmung aller relevanten Unkrautarten.

---

### Schwellenwerte

Bekämpfungsschwellen sind derzeit nicht relevant. Obwohl für einige Unkräuter Schadensschwellen ermittelt sind, ist deren Anwendung wegen des Fehlens wirksamer Herbizide bei fortgeschrittenen Entwicklungsstadien von wichtigen zweikeimblättrigen Unkräutern meist nicht möglich. Die Anwendung von Bekämpfungsschwellen gestaltet sich zudem schwierig, da die Unkrautbekämpfung am effektivsten (geringster Aufwand an Pflanzenschutzmitteln) im Keimblattstadium der Unkräuter erfolgt.

---

### direkte Bekämpfungsmaßnahmen

Für die Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben stehen sowohl chemische als

Die Unkrautregulierung ist die wichtigste ertragssichernde Maßnahme im Zuckerrübenanbau. Ohne Unkrautregulierung

auch nichtchemische Verfahren zur Verfügung. Eine möglichst frühzeitige und vollständige Bekämpfung der Unkräuter ist anzustreben. Dies ist auch aus phytosanitärer Sicht erforderlich, da viele Unkrautarten (Zwischen-) Wirte für Krankheiten und Schädlinge der Zuckerrübe sind.

Die chemische Bekämpfung erfolgt mit einer wiederholten Applikation von Herbizidmischungen, die auf die standortspezifische Unkrautgesellschaft abzustimmen sind.

Eine mechanische Unkrautbekämpfung kann bis zum Bestandesschluss der Rüben durchgeführt werden. Bei der mechanischen Unkrautbekämpfung mit Hackgeräten müssen in besonderer Weise die Vor- und Nachteile dieses Verfahrens gegeneinander abgewogen werden.

werden die Rübenpflanzen in ihrem Wachstum stark beeinträchtigt, so dass erhebliche Ertragsverluste entstehen und eine maschinelle Beerntung erschwert oder unmöglich werden kann.

Die chemische Bekämpfung mit Herbiziden ist gekennzeichnet durch eine hohe Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit dieses Verfahrens. Die mechanische Unkrautbekämpfung durch den alleinigen Einsatz von Hackgeräten ist mit den bisher anwendbaren Verfahren nicht ausreichend, da die Unkräuter in der Saatreihe und insbesondere mit geringem Abstand zur Zuckerrübenpflanze nicht erfasst werden können. Dies erfordert die Ergänzung des Hackgeräteeinsatzes durch eine Bandspritzung von Herbiziden oder eine manuelle Bereinigung der verbliebenen Unkrautpflanzen.

Als thermische Bekämpfungsmaßnahme ist das Abflammen im Voraufbau der Zuckerrüben ganzflächig oder in einem Band auf den Saatreihen möglich. Diese Technik eignet sich sowohl aufgrund der unsicheren Wirkung als auch der hohen Verfahrenskosten (geringe Flächenleistung, hoher Energiebedarf) nur sehr begrenzt für die Praxis.

Eine gezielte Wirkstoffkombination, die sich flexibel an die jeweilige Unkrautgesellschaft und Jahreswitterung (Einsatzbedingungen) anlehnt, ist unverzichtbar, um ein gutes und sicheres Bekämpfungsergebnis zu erreichen. Entscheidend für einen hinreichenden Bekämpfungserfolg ist es, die Mittelkombinationen (evtl. unter Zusatz von Additiven), Aufwandmengen und Applikationszeitpunkte optimal aufeinander abzustimmen, um bei hohem Wirkungsgrad das Wachstum der Rüben nicht oder möglichst wenig zu beeinträchtigen. Hierzu sind die regionalen Hinweise anerkannter Beratungsträger (amtliche Beratung, Rübenanbauverbände, Zuckerindustrie) zu beachten. Programme zur Wahl von spezifischen Herbizidmischungen (HerbInfo bei BISZ, LIZ-Herbizid) im Internet berücksichtigen Leitverunkrautung, Witterung, Boden, Bekämpfungstermin und Vorbehandlungen. Bei einer reinen Nachaufbaubehandlung werden die Herbizide gezielt im Keimblattstadium, dem optimalen Bekämpfungszeitpunkt in der Entwicklung von Unkräutern, eingesetzt. Vor allem im Mulchsaatenverfahren kann zur Beseitigung von Altverunkrautung sowie bei Vorkommen von bestimmten Problemunkräutern der Einsatz von Breitbandherbiziden erforderlich sein.

Sofern seitens der Beratung wirksame Herbizide mit geringeren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt empfohlen werden, sollen diese bevorzugt angewendet werden.

Einige Problemunkräuter und Unkrautrüben lassen sich in Zuckerrüben nur mit mechanischer Bekämpfung zumindest teilweise zurückdrängen.

Die mechanische Unkrautbekämpfung mit Hackgeräten kann das Risiko der Bodenerosion erheblich erhöhen. Für den erosionsmindernden Zuckerrübenanbau im Mulch- oder Direktsaatenverfahren ist der Hackgeräteeinsatz daher nicht geeignet.

Zu beachten ist, dass durch den Einsatz von Hackgeräten die Rübenpflanzen verletzt werden können. Dies ist zu vermeiden, da Verletzungen der Pflanzenoberfläche Eintrittspforten für Krankheitserreger darstellen.

Die Bekämpfung von Schossern und Unkrautrüben in Zuckerrübenbeständen sollte vor der Blüte mit mechanischen oder chemischen Maßnahmen durchgeführt werden.

Die Bekämpfung von Schossern ist von hoher Bedeutung für einen nachhaltigen Zuckerrübenanbau, da pro Schosser mehrere Tausend Samen gebildet werden können, die über viele Jahre hinweg auflaufen und damit zu langfristigen Problemen mit Unkrautrüben führen. Auf Flächen mit sehr hohem Besatz kann ein wirtschaftlicher Rübenanbau für mehrere Jahre unmöglich werden. Die anerkannten Beratungsträger erteilen Auskunft darüber, bei welchem Besatz an Schossern bzw. Unkrautrüben/ha welche Maßnahmen zu ergreifen sind. Im Internet sind Informationen dazu bei BISZ, ISIP und LIZ abrufbar (BISZ: <http://bisz.suedzucker.de>, ISIP: <http://www.isip.de>, LIZ: <http://www.liz-online.de>).

---

### Begrenzung auf das notwendige Maß

---

Der Herbizideinsatz in Zuckerrüben wird vor allem nach dem Auflaufen der Zuckerrüben im Keimblattstadium der Unkräuter (NAK) zu mehreren Terminen durchgeführt. Die Auswahl und der Anwendungszeitpunkt der Herbizide erfolgen gezielt entsprechend der vorhandenen Unkrautgesellschaft.

Die Anwendung von Herbiziden im Keimblattstadium der Unkräuter ist bei geeigneter Witterung mit geringen Mengen möglich. Durch die im Zeitverlauf wiederholte Anwendung gegen neu aufgelaufene Unkräuter bleibt der Aufwand insgesamt gering. Auch die Nutzung von an die Verunkrautung angepassten Herbizidmischungen trägt zu einer Minimierung des Herbizidaufwandes bei.

Eine frühzeitige Beseitigung von Altverunkrautung mit einem nichtselektiven Herbizid sollte vor der Aussaat angestrebt werden, da Anwendungen nach der Aussaat, vor dem Auflaufen der Zuckerrüben die Kulturpflanzen schädigen können.

Die Vor- und Nachteile einer weiteren Begrenzung des Herbizideinsatzes, z. B. durch eine Verringerung der Aufwandmenge oder Teilflächenanwendung, müssen hinsichtlich der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme gegeneinander abgewogen werden.

Durch die übliche wiederholte Applikation von Herbiziden im Nachauflauf werden unnötig hohe Aufwandmengen weitestgehend vermieden. Zur weiteren Begrenzung des Herbizideinsatzes können verschiedene Herangehensweisen in Abhängigkeit der flächenspezifischen Verunkrautungssituation und betriebsindividuellen Gegebenheiten bzw. Möglichkeiten genutzt werden.

mechanische Bekämpfung in Kombination mit Bandspritzung

Eine Kombination aus Bandspritzung und Hackgeräteeinsatz ist möglich. Begrenzende Faktoren für dieses Verfahren sind die maschinelle Ausstattung der Betriebe, die verminderte Flächenleistung und damit verbunden die höheren Arbeiterledigungskosten im Vergleich zur rein chemischen Unkrautbekämpfung. Probleme können hinsichtlich des Erosionsschutzes entstehen.

teilflächenspezifische Herbizidapplikationen

Die teilflächenspezifische Unkrautbekämpfung ermöglicht die Einsparung von Herbiziden und möglicherweise eine Reduktion der Arbeits- und Gerätestunden. Genutzt werden kann dieses Verfahren beispielsweise bei Unkräutern, die nesterweise auftreten.

Minimengenstrategie

Die Anwendung der Minimengenstrategie als Kombination vieler Wirkstoffe mit geringen Aufwandmengen (etwa 1/3 der zugelassenen Aufwandmenge) kann bei günstigen Witterungsbedingungen hohe Wirkungsgrade bei verminderten Mittelkosten und geringerem Behandlungsindex erreichen. Dieses Verfahren setzt eine genaue Kenntnis der Unkrautgesellschaft, das Fehlen von Problemunkräutern, eine termingenaue Applikation und damit hohe Managementanforderungen voraus. Bei dieser Strategie besteht jedoch das Risiko, dass durch den wiederholten Einsatz von geringen Aufwandmengen einzelner Wirkstoffe weniger sensitive

Unkrautpopulationen, die mit den zugelassenen Aufwandmengen noch gut erfasst werden, selektiert werden können.

---

### Resistenzvermeidungsstrategien

---

Resistenzvermeidungsstrategien sind innerhalb der Fruchtfolge anzuwenden. Für den Pflanzenschutz speziell in Zuckerrüben sind derzeit keine spezifischen Resistenzvermeidungsstrategien notwendig.

Durch den sich wiederholenden Einsatz der relativ wenigen im Zuckerrübenanbau verfügbaren Wirkstoffe besteht ein ständiger Selektionsdruck auf die Unkrautgesellschaft. Allerdings ist durch das übliche Mischen von Herbiziden und deren Wirkstoffen der Selektionsdruck deutlich vermindert. Das mögliche Auftreten von Resistenzen ist gleichwohl mit besonderer Aufmerksamkeit zu verfolgen. Beobachtungen von Wirkungsschwächen sollen den anerkannten Beratungsträgern mitgeteilt werden. Nach Möglichkeit sollten mindestens zwei Wirkstoffe mit unterschiedlichen Wirkmechanismen, abgestimmt auf die vorhandene Unkrautgesellschaft, eingesetzt werden. Die Hinweise der anerkannten Beratungsträger und der Hersteller von Pflanzenschutzmitteln sind zu beachten.

---

### 3. Diskussion und Ausblick

Zuckerrüben sind gekennzeichnet durch eine vergleichsweise langsame Jugendentwicklung und eine geringe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern vom Auflaufen bis zum Reihenschluss (BRÄUTIGAM, 1998). Das häufig auf Zuckerrübenfeldern vorkommende Unkraut *Chenopodium album* kann beispielsweise den bereinigten Zuckerertrag (BZE) um 5 - 9 % je Pflanze/m<sup>2</sup> verringern, wenn es im 2- bis 5-Blattstadium der Rüben aufgelaufen ist (WELLMANN, 1999). Werden Zuckerrüben ohne jegliche Unkrautregulierungsmaßnahme angebaut, können Ertragsverluste von bis zu 95 % entstehen (PETERSEN, 2003). Auch bei Anwendung von Herbiziden können die von Unkräutern verursachten Ertragsverluste in Abhängigkeit von Standort, Unkrautpopulation und Zeitpunkt der Unkrautregulierung bzw. Dauer der Verunkrautung 5 - 15 % des BZE betragen. Wobei die Verluste umso geringer ausfallen, je später die Unkräuter auftreten bzw. je früher eine Bekämpfungsmaßnahme durchgeführt wird (BRANDES, 2000; MITTLER et al., 2002). Die Unkrautregulierung und der Erfolg von Bekämpfungsmaßnahmen haben somit eine hohe Bedeutung für den Zuckerrübenanbau und sind entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des Anbauverfahrens.

Zum integrierten Unkrautmanagement stehen den Anbauern sowohl vorbeugende indirekte als auch direkte nichtchemische und chemische Bekämpfungsverfahren zur Verfügung. Die in der Leitlinie beschriebenen vorbeugenden Maßnahmen, wie z. B. die Bekämpfung von Unkräutern im Zuge der Stoppel- und Grundbodenbearbeitung, sind allein allerdings nicht ausreichend wirksam und erfordern zusätzliche direkte Bekämpfungsmaßnahmen. Da die Unkrautpflanzen, die innerhalb der Rübenreihe wachsen, beim Einsatz von z. B. Hackgeräten derzeit nicht erfasst werden können, ist bei der Anwendung mechanischer Verfahren eine Nachbereinigung der Felder per Hand unumgänglich (KOUWENHOVEN et al., 1991; VAN DER WEIDE et al., 2008). Für die manuelle Unkrautregulierung werden im ökologischen Zuckerrübenanbau ein Arbeitszeitbedarf je nach Verunkrautung von 50 - 125 (200) AKh/ha und Arbeiterledigungskosten je nach Lohnniveau von 380 - 960 €/ha angenommen (KOLBE und PETZOLD, 2002; ÖKOLANDBAU, 2011).

Der unzureichende Bekämpfungserfolg des Hackmaschineneinsatzes und die hohen Kosten der rein mechanischen Maßnahmen (inkl. Handhacke) führen dazu, dass im konventionellen Zuckerrübenanbau in Deutschland auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Unkrautregulierung nicht verzichtet werden kann. Bei Wirkungsgraden von > 95 % und Herbizidkosten von durchschnittlich 215 €/ha stellt die Anwendung von Herbiziden die effizienteste und wirksamste Methode der Unkrautregulierung in Zuckerrüben dar (MÄRLÄNDER et al., 2003; BISZ, 2011; VASEL et al. 2012). Im Jahr 2010 wurden Herbizide auf 99,8 % der Rübenanbaufläche Deutschlands eingesetzt. Üblich sind wiederholte Flächenapplikationen von Herbizidmischungen mit

reduzierten Aufwandmengen im Nachauflauf der Rüben zum Keimblattstadium der Unkräuter. Im Voraufbau werden vor allem im Mulchsaatverfahren zunehmend nichtselektive Herbizide eingesetzt (BUHRE et al., 2011). Die Behandlungshäufigkeit von Herbiziden beträgt laut der NEPTUN-Erhebung von 2009 3,76 und der Behandlungsindex 2,25, was 80 % bzw. 69 % des gesamten Pflanzenschutzmitteleinsatzes in Zuckerrüben entspricht (ROßBERG et al., 2010). Voraussetzung für deren nachhaltigen Einsatz und die Begrenzung der Anwendung auf das notwendige Maß ist die gezielte Abstimmung der eingesetzten Wirkstoffe, Aufwandmengen und Applikationszeitpunkte auf die feldspezifischen Bedingungen. Dafür ist eine genaue Kenntnis der jeweiligen Unkrautpopulation auf dem Feld unerlässlich. Eine weitere Reduktion des Herbizideinsatzes ist mit den in der Leitlinie vorgestellten Verfahren möglich (mechanische Bekämpfung in Kombination mit Bandspritzung, teilflächenspezifische Herbizidapplikationen, Minimengenstrategie). Diese Verfahren erfordern jedoch eine spezifische Technik und/oder eine besondere Sachkenntnis, die nicht auf jedem landwirtschaftlichen Betrieb gegeben sind bzw. nicht als Standard angenommen werden können.

Mit dieser Leitlinie steht dem Praktiker ein zielorientierter Handlungsrahmen für die integrierte Unkrautkontrolle im Zuckerrübenanbau zur Verfügung, der im Einklang mit den Vorgaben und Zielen der EU-Gesetzgebung und den Forderungen der Gesellschaft bezüglich des nachhaltigen Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln steht. Die IPS-Leitlinien können somit einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Zuckerrübenanbaus in Deutschland leisten. Um eine möglichst flächendeckende Anwendung des gesamten Leitlinienkonzepts zu gewährleisten, wäre es denkbar, die Leitlinien zukünftig verpflichtend in die Anbauverträge zwischen Zuckerunternehmen und Anbauern ("Branchenvereinbarung") zu integrieren.

## Danksagung

Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

## Literatur

- BISZ, 2011: BERATUNG UND INFORMATION FÜR DEN SÜDDEUTSCHEN ZUCKERRÜBENANBAU - PFLANZENSCHUTZ, HERBIZIDEMPFEHLUNGEN, REGIONAL. [HTTP://BISZ.SUEDZUCKER.DE](http://bisz.suedzucker.de).
- BRANDES, A., 2000: ERTRAG UND QUALITÄT VON ZUCKERRÜBEN IN ABHÄNGIGKEIT VON RESTVERUNKRAUTUNG UND STANDORT. DISSERTATION, UNIVERSITÄT GÖTTINGEN.
- BRÄUTIGAM, H., 1998: UNTERSUCHUNGEN ZUR KONKURRENZ ZWISCHEN UNKRAUT UND ZUCKERRÜBEN - AUFTRETEN, URSACHEN UND KONSEQUENZEN FÜR DIE UNKRAUTREGULIERUNG. DISSERTATION, UNIVERSITÄT GÖTTINGEN.
- BUHRE, C., P. FECKE, F. NELLES, G. SCHLINKER UND E. LADEWIG, 2011: ENTWICKLUNGEN IM PFLANZENSCHUTZ IN ZUCKERRÜBEN AUS DER UMFRAGE PRODUKTIONSTECHNIK IM VERGLEICH ZUR ERHEBUNG NEPTUN. SUGAR INDUSTRY **136**, SONDERHEFT 10. GÖTTINGER ZUCKERRÜBENTAGUNG, 13-20.
- GUMMERT, A., E. LADEWIG, P. LUKASHYK UND B. MÄRLÄNDER, 2011: LEITLINIEN DES INTEGRIERTEN PFLANZENSCHUTZES IM ZUCKERRÜBENANBAU. HRSG.: INSTITUT FÜR ZUCKERRÜBENFORSCHUNG, GÖTTINGEN.
- KOLBE, H. UND W. PETZOLD, 2002: ZUCKERRÜBENANBAU IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU - INFORMATIONEN FÜR PRAXIS UND BERATUNG. HRSG.: SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, DRESDEN.
- KOUWENHOVEN, J.K., J.D.A. WEVERS UND B.J. POST, 1991: POSSIBILITIES OF MECHANICAL POST-EMERGENCE WEED CONTROL IN SUGAR BEET. SOIL & TILLAGE RESEARCH **21**, 85-95.
- MÄRLÄNDER, B., C. HOFFMANN, H.-J. KOCH, E. LADEWIG, R. MERKES, J. PETERSEN UND N. STOCKFISCH, 2003: ENVIRONMENTAL SITUATION AND YIELD PERFORMANCE OF THE SUGAR BEET CROP IN GERMANY: HEADING FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. JOURNAL OF AGRONOMY & CROP SCIENCE **189**, 201-226.
- MITTLER, S., J. PETERSEN UND H.-J. KOCH, 2002: BEKÄMPFUNGSSCHWELLEN BEI DER UNKRAUTREGULIERUNG IN ZUCKERRÜBEN. JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PROTECTION **SONDERHEFT XVIII**, 499-509.
- ÖKOLANDBAU, 2011. KULTURDATENBLATT ZUCKERRÜBE. [WWW.OEKOLANDBAU.DE](http://www.oekolandbau.de).
- PETERSEN, J., 2003: A REVIEW ON WEED CONTROL IN SUGARBEET: FROM TOLERANCE ZERO TO PERIOD THRESHOLD. IN: INDERJIT (HRSG.): WEED BIOLOGY AND MANAGEMENT, PP. 467-483. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, DORDRECHT.
- ROßBERG, D., E.-H. VASEL UND E. LADEWIG, 2010: NEPTUN 2009 - ZUCKERRÜBE. BERICHT AUS DEM JULIUS KÜHN-INSTITUT **152**.
- VAN DER WEIDE, R.Y., P.O. BLEEKER, V.T.J.M. ACHTEN, L.A.P. LOTZ, F. FOGELBERG UND B. MELANDER, 2008: INNOVATION IN MECHANICAL WEED CONTROL IN CROP ROWS. WEED RESEARCH **48**, 215-224.

VASEL, E.-H., E. LADEWIG UND B. MÄRLÄNDER, 2012: WEED COMPOSITION AND HERBICIDE STRATEGIES IN SUGAR BEET CULTIVATION IN GERMANY. *IN VORBEREITUNG.*

WELLMANN, A., 1999: KONKURRENZBEZIEHUNGEN UND SCHADENSPROGNOSE IN ZUCKERRÜBEN BEI VARIERTEM ZEITLICHEN AUFTRETEN VON *CHENOPODIUM ALBUM* L. UND *CHAMOMILLA RECUTITA* (L.) RAUSCHERT. DISSERTATION, UNIVERSITÄT GÖTTINGEN.