

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Kleinmachnow, und Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau, Braunschweig

Zur Anwendung von flexiblen Schwellenwerten im integrierten Pflanzenschutz

On the use of variable thresholds in integrated plant protection

Von B. Freier, B. Pallutt und M. Hommes

Zusammenfassung

Schwellenwerte bleiben ein unverzichtbares Element im Instrumentarium des integrierten Pflanzenschutzes. Bedeutsame Schwellenwerte im praktischen Pflanzenschutz stellen die Schadensschwelle, die ökonomische Schadensschwelle und die Bekämpfungsschwelle dar. Letztere entspricht im wesentlichen dem Bekämpfungsrichtwert und enthält ein gewisses prognostisches Element. Einige gebräuchliche Schwellenwerte werden zunehmend kritisch betrachtet.

Neben unzureichender wissenschaftlicher Fundierung besteht ein Grund darin, daß Schwellenwerte aus biologischen, ökologischen und ökonomischen Gründen nicht mit einer einzigen Befallszahl darzustellen sind, sondern angesichts vieler Variablen (Befall-Schaden-Relation, Populationsdynamik, ökonomische Parameter) vielmehr einen größeren Wertebereich ausmachen. Deshalb besteht die Aufgabe, der Praxis Entscheidungshilfen für eine Anwendung von variablen Schwellenwerten bereitzustellen. Die Erfahrungen mit situationsbezogenen Schwellenwerten für Getreideblattläuse und Unkräuter, die durchaus im Rahmen einer Zehnerpotenz variieren können, zeigen aber, daß der Landwirt ohne entsprechende Beratungsspezialisten Schwierigkeiten bei der Umsetzung hat.

Abstract

Thresholds remain a required element in the conception of integrated plant protection. In practical plant protection attention is directed to injury levels (Schadensschwelle), economic injury levels (ökonomische Schadensschwelle) and economic thresholds (Bekämpfungsschwelle). The last one corresponds with the control threshold (Bekämpfungsrichtwert) in the former GDR and contains a certain forecasting element. Some common thresholds were examined with increasing criticism. Beside an insufficient scientific basis one reason is that for biological, ecological and economic influences thresholds cannot be represented by a single infestation level, but form rather a greater range because of many variables (infestation-damage-relation, population dynamics, economic parameters). Therefore, the task is to provide decision-aids for a more varied use of thresholds in practice. But experience with flexible thresholds for cereal aphids and weeds, which can vary over a range of a power, show that it cannot be expected of a farmer to use these different thresholds without advisory service.

Einleitung

Die Anwendung von Schadensschwellen u. a. Schwellenwerten stellt im Konzept des integrierten Pflanzenschutzes eine Hauptsäule dar und findet deshalb in den internationalen Definitionen des integrierten Pflanzenschutzes sowie indirekt

auch im Pflanzenschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland vom 15. 9. 1986 entsprechende Beachtung. Mit Hilfe von Schwellenwerten kann man im Bestand registrierte Befalls-situationen quantitativ beurteilen. Unerläßlich ist aber, den Befall zu bonitieren oder auf irgendeine andere Art festzustellen. Schwellenwerte gelten als die wichtigsten Entscheidungshilfen für gezielte Abwehrmaßnahmen gegenüber Schadorganismen. Unter den verschiedenen definierten und empfohlenen Schwellenwerten verdienen Schadensschwellen, ökonomische Schadensschwellen und Bekämpfungsschwellen bzw. Bekämpfungsrichtwerte besondere Aufmerksamkeit im praktischen Pflanzenschutz.

Etwa seit Ende der 60er Jahre stehen Schwellenwerte einhergehend mit der allgemeinen Zuwendung zum Konzept des gezielten Pflanzenschutzes auch im Mittelpunkt der Pflanzenschutzforschung (DIERCKS und OBST, 1968). Den anfänglichen Kenntnisstand kann man dem seinerzeit stark beachteten Standardwerk von BUIHL und SCHÜTTE (1971) „Prognose wichtiger Pflanzenschädlinge in der Landwirtschaft“ entnehmen. Zwischenzeitlich gelang es, für weit mehr als 100 Schadorganismen bzw. Schaderreger-Kulturpflanzen-Komplexe Schwellenwerte zu bestimmen, sei es auf der Grundlage sorgfältiger Experimente zu Befall-Schaden-Relationen, oder sei es mit Hilfe einfacher Kalkulationen nach allgemeinen Kenntnissen zum Schadausmaß. Die Angaben betreffen zumeist tierische Schaderreger, aber auch viele wichtige pilzliche Schadorganismen und in den letzten Jahren Unkräuter. Wenn sich auch zwischenzeitlich eine gewisse Normalität beim Umgang mit einzelnen Schwellenwerten einstellte, offenbarten sich gleichsam Unsicherheiten und Zweifel bei ihrer wiederholten starren Anwendung. Bei kritischer Betrachtung erscheinen nicht wenige Schwellenwerte ungenügend wissenschaftlich getragen, unscharf und sogar fragwürdig (LAUENSTEIN, 1991). Die Gründe liegen hierbei allerdings nicht nur darin, daß keine guten Basiskennnisse vorliegen, sondern vielmehr, daß Befallsentwicklung, Befall-Schaden-Relation, Ertragsbildung und die Wirtschaftlichkeit des Pflanzenschutzes einer beachtlichen Dynamik unterliegen und deshalb in der Praxis keine einheitlichen Schwellenwerte in Form einer einzigen Zahl gelten können. Schwellenwerte liegen eher in einem gewissen Wertebereich. Sie lassen sich unter der Voraussetzung entsprechender wissenschaftlicher Kenntnisse durchaus für unterschiedliche Bedingungen situationsbezogen modifizieren. Auf diesen Anspruch hat auch KRANZ (1992) verwiesen. Die Möglichkeiten der Anwendung flexibler bzw. situationsbezogener Schwellenwerte im integrierten Pflanzenschutz sollen nachfolgend erörtert werden.

Unterschiedliche Schwellenwerte im integrierten Pflanzenschutz

Schwellenwerte beziehen sich immer auf den Zusammenhang zwischen Befall eines Schadorganismus und dessen Schädigung. Deshalb stellen Befall-Schaden-Relationen das wissenschaftliche Fundament für die verschiedenen Schwellenwerte dar. Grundlage hierfür sind aufwendige mehrjährige, den unterschiedlichen Bedingungen angepaßte Freiland-Modellversuche mit konkreten Schaderreger-Kulturpflanzen-Systemen, aus denen sich vereinfachte lineare oder nicht-lineare Regressionsmodelle berechnen lassen. Abbildung 1 veranschaulicht die wesentlichen Zusammenhänge zwischen der Befall-Schaden-Relation und Schadensschwelle, ökonomischer Schadensschwelle bzw. Bekämpfungsschwelle. In Anlehnung an AUST et al. (1991) sind folgende Definitionen zu nennen:

Schadensschwelle: Befallsdichte bzw. Befallsintensität eines Schaderregers, bei der ein eindeutig nachweisbarer (statistisch gesicherter) Schaden eintritt. In der Regel liegt die Nachweisgrenze bei Ertragsdepressionen von 2–5 %.

Ökonomische oder wirtschaftliche Schadensschwelle: Befallsdichte bzw. Befallsintensität eines Schaderregers, bei der Schäden eintreten, die den Aufwand einer vorgelagerten Schadensabwehr ökonomisch rechtfertigen.

Bekämpfungsschwelle: Dichte bzw. Befallsintensität eines Schaderregers zu einem bestimmten Zeitpunkt, bei der eine Schadensabwehr den zu erwartenden Befall unter der ökonomischen Schadensschwelle hält.

Der Bekämpfungsschwelle kann durchaus der in der ehemaligen DDR verwendete *Bekämpfungsrichtwert* gleichgesetzt werden, wenngleich dieser mit einem territorialen Bezug vorgesehen war (EBERT und POLJAKOV, 1981) und deshalb auch noch zusätzlich vom *schlagbezogenen Bekämpfungsrichtwert* gesprochen wurde.

Während Schadensschwelle und ökonomische Schadensschwelle relativ klar auf der Grundlage von Befall-Schaden-Relationen und Kostenrechnungen erklärt werden können, enthält die Bekämpfungsschwelle auch ein prognostisches Element, außerdem eine termin- und PSM-bezogene sowie technische Orientierung (STERN et al., 1959; WILBERT, 1972). Zur Bezeichnung der Bekämpfungsschwelle wurde im englischen

Sprachraum die Bezeichnung *economic threshold* reserviert, während mit *economic injury level* die ökonomische Schadensschwelle verstanden wird (STERN et al., 1959).

Darüber hinaus wurden auch andere bzw. modifizierte Schwellenwerte vorgeschlagen, die sich bislang im praktischen Pflanzenschutz nicht durchgesetzt haben:

Die *physiologische* oder *biologische Schadensschwelle* ist der Schadensschwelle weitestgehend gleichzusetzen.

Eine *ökologisch mitbegründete ökonomische Schadensschwelle* geht von höheren Verlusten aus, weil, wie schon von STEINER (1968) gefordert, mit doppelten Bekämpfungskosten gerechnet wird (FRANZ, 1978).

Die *Alarmzahl* nach BUHL und SCHÜTTE (1971) entspricht im wesentlichen der Bekämpfungsschwelle. Die von den gleichen Autoren empfohlene *Richtzahl* läßt sich im Vorfeld der Alarmzahl im Sinne einer Negativprognose verwenden. Mit der *Warnschwelle* wird versucht, Ergebnisse indirekter Erfassungsmethoden im Rahmen der Negativprognose zu bewerten (FREIER und GOTTWALD, 1992). Schließlich sei auch die *Nutzschwelle* genannt, welche die notwendige Dichte von Nützlingen ausweist, um Schädlinge unter der ökonomischen Schadensschwelle zu halten (WETZEL et al., 1987; FREIER 1993).

Zur Dynamik der Befall-Schaden-Relation

Methodische Probleme

Zunächst ist zu bedenken, daß bei der Darstellung von Befall-Schaden-Relationen für das Schadausmaß keine Prozentzahlen verwendet werden sollten. Besser geeignet erscheinen absolute Maße für Verluste oder Ernteergebnisse (z. B. g/Ähre oder dt/ha), denn mit Prozentangaben werden die Zusammenhänge bis hin zur ökonomischen Schadensschwelle häufig verwischt. Wie Forschungsergebnisse zu Befall-Schaden-Relationen für Unkräuter belegen, genügt es aber oft nicht, nur das Ernteergebnis als quantitativen Bezug heranzuziehen. Weitere Kriterien der Schädigung von Unkräutern stellen die Beeinträchtigung des Ernteablaufes und bei Mähdruschfrüchten auch die Erhöhung der Kornfeuchtigkeit und des Fremdbesatzes dar. Bei gärtnerischen Produkten kann ein Befall, der keinen Einfluß auf den mengenmäßigen Ertrag hat, zu Mehrarbeit bei der Aufbereitung der Ware zum Verkauf, z. B. Abwaschen von Honigtau von Früchten, Entfernen befallener Blätter bei Salat oder Kohl, führen und muß bei der Ermittlung des Schadausmaßes berücksichtigt werden.

Da die Befall-Schaden-Relation eine korrekte Bewertung des Befalls voraussetzt, sei an dieser Stelle auf das Problem der Befallseinschätzung bei Blattläusen und anderen polyvoltinen Schädlingen verwiesen. In der Regel genügt es, das Abundanzmaximum als Kriterium des Befalls zu verwenden. Repräsentativer scheint aber der von RAUTAPÄÄ (1966) eingeführte Blattlausindex bzw. Schaderregerindex zu sein, der die gesamte Fläche unter der Abundanzkurve berücksichtigt und die Summe der Blattläuse/Halm oder andere Bezugsbasis an allen Befallstagen darstellt. Einem Abundanzmaximum von 10 Getreideblattläusen/Halm entspricht gewöhnlich ein Blattlausindex von 200–250 Blattlausstagen/Halm. Da derartige Werte aber berechnet werden müssen, waren sie bislang für die Praxis wenig geeignet.

Allgemeiner Trend einer Befall-Schaden-Relation

Experimente zu Befall-Schaden-Relationen belegen, daß sich für jede untersuchte Schaderreger-Kulturpflanzen-Kombination ein spezifischer Trend des Zusammenhanges zwischen Befall und Verlust nachweisen läßt. Eine Verallgemeinerung

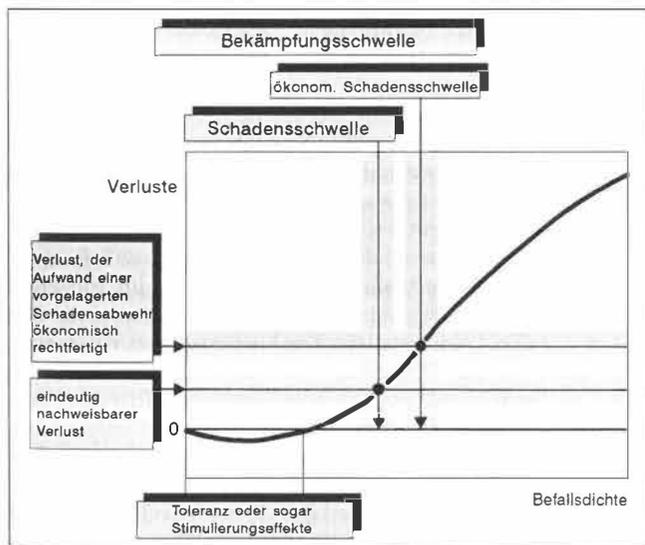


Abb. 1. Zusammenhänge zwischen der Befall-Schaden-Relation und Schadensschwelle, ökonomischer Schadensschwelle bzw. Bekämpfungsschwelle.

von Versuchsergebnissen kann aber auf Grund der Streuung nur mit größter Vorsicht vorgenommen werden. Der Befallsbereich, in dem die Kulturpflanze mit Toleranz, Kompensation oder gar Stimulierung reagiert, ist sehr unterschiedlich breit ausgeprägt. Die sich daran anschließende eigentliche funktionelle Befall-Schaden-Relation verläuft zunächst progressiv und dann bei höheren Befallswerten degressiv proportional (siehe Abb. 1). Mehrere Faktoren sorgen aber dafür, daß die Befall-Schaden-Relationen außerordentlich differenziert ausfallen können.

Einflußgrößen variieren die Befall-Schaden-Relation

Neben der Sorte, der spezifischen Zusammensetzung der Schaderregerpopulation und ihrem Wirkungsort, der unterschiedlichen Individualentwicklung der Schadorganismen vermögen auch das Ertragsniveau sowie der Qualitätsanspruch an die zu vermarktende Ware erheblichen Einfluß zu haben. Hierzu einige Belege: Sorten reagieren mit differenziertem Toleranzvermögen, z. B. kompensieren Weizensorten während der Bestockung sehr unterschiedlich die Attacken der Brachfliege (*Delia coactata* FALLÉN) (WETZEL et al., 1978). Allerdings ist über die Toleranzeigenschaften der Sorten bei den Hauptkulturen nicht allzuviel bekannt, schon eher über die Resistenzeigenschaften, die sich ja bekanntlich auf den Befall und nicht auf die Befall-Schaden-Relation auswirken. Was die Zusammensetzung der Schaderregerpopulation betrifft, so hat das besonders bei den Unkräutern Bedeutung. In der Regel setzt sich die Unkrautflora aus 2–5 bestandsbildenden Arten zusammen, die ein sehr unterschiedliches Konkurrenzvermögen aufweisen. Im Getreide differiert die Konkurrenzkraft der bedeutsamen Unkrautarten im Verhältnis von etwa 1:15 (WILSON, 1986; RÖDER, 1990). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Befall-Schaden-Relationen sowohl für einzelne Unkrautarten als auch für Mischverunkrautungen zu erarbeiten. Die Tatsache, daß in Kulturpflanzenbeständen zumeist Mischverunkrautungen vorkommen, erweist sich als eines der großen Probleme bei der Berechnung und praktischen Anwendung von Schwellenwerten für Unkräuter.

Gleichsam differenziert wirken sich unterschiedliche Zusammensetzungen von Populationen der Getreideblattläuse mit zudem abweichenden Wirkungsorten auf die Befall-Schaden-Relation aus (Abb. 2). Mischpopulationen von *Sitobion avenae* (FABR.), *Metopolophium dirhodum* (WALK.) und *Rhopalosiphum padi* (L.) an den vegetativen Organen verursachen bei gleicher Dichte fast 2½ mal weniger Schäden als *Sitobion avenae* (FABR.) an den Ähren von Weizen.

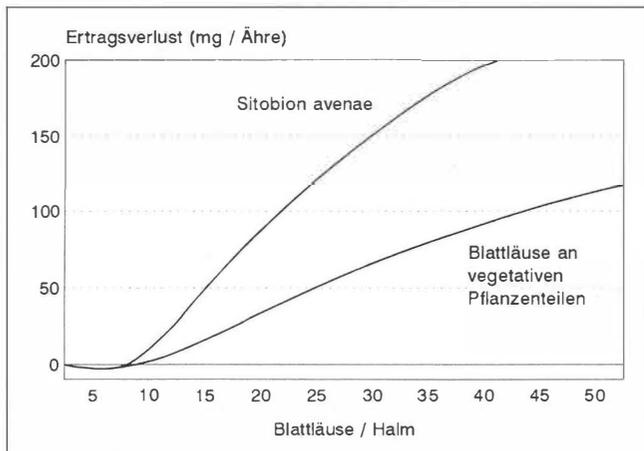


Abb. 2. Befall-Schaden-Relationen für Getreideblattläuse an Winterweizen.

Tab. 1. Konkurrenzindizes (Ertragsverlust in kg/ha je m² in Abhängigkeit von der Getreideart und Standorteinheit für Regionen mit mittleren Jahresniederschlägen unter 600 mm (modifiziert nach PALLUTT und RÖDER, 1992)

Unkrautart	Wintergerste		Winterweizen		Winterroggen
	D- ¹⁾	Lö- ²⁾	D-	Lö-	D-Standort
<i>Capsella bursapastoris</i> L.	4	2	4	2	1
<i>Centaurea cyanus</i> L.	16	10	12	8	6
<i>Galium aparine</i> L.	30	15	20	15	–
<i>Stellaria media</i> (L.)	8	6	6	4	2
<i>Viola arvensis</i> MURR.	3	2	3	2	1
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. B.	8	4	8	5	2

¹⁾ Diluvialstandort (meist sandiger Boden)

²⁾ Lößstandort (Lehmboden)

In ähnlicher Weise heterogen wirkt sich auch der Raupenbefall an Kohl aus. Abgesehen davon, daß an Kohl bis zu 15 verschiedene Arten schädigen können, erweist sich Raupenbefall an den Außenblättern als nahezu bedeutungslos, während ihr Auftreten direkt am Kopf Totalausfall zur Folge hat.

Die besondere Bedeutung der Individualentwicklung von Unkräutern

Beachtlichen Einfluß auf die Konkurrenzkraft der Unkrautarten hat deren Individualentwicklung in Abhängigkeit von den Standortbedingungen, dem Witterungsverlauf und vom Kulturpflanzenbestand, z. B. Bestandesdichte. Den gegenwärtigen Erkenntnisstand über die spezifische Konkurrenzwirkung wichtiger Unkräuter in Abhängigkeit von der Getreideart und den Standortverhältnissen veranschaulicht Tabelle 1. Die hier definierten Konkurrenzindizes sind allerdings auf Grund unterschiedlicher Witterungsverläufe und Getreidebestände abermals Schwankungen unterworfen, die sich häufig im Bereich von 1:3 und z. T. noch darüber hinaus bewegen können. Beispielsweise verursachte *Galium aparine* L. in Winterweizen auf dem Standort Schafstädt infolge unterschiedlicher Witterung und Bestände Ertragsverluste zwischen 3 und 20 kg/ha je Pflanze/m² (PALLUTT, 1992). Von einer ähnlichen Variabilität berichten auch MÜLLVERSTEDT (1985) und WILSON (1986). Die in diesen Versuchen ermittelte Pflanzenlänge von *Galium aparine* L. variierte von 80 cm im Jahre 1991 bis 120 cm im Jahre 1988 und hing ursächlich mit der Niederschlagsmenge im betreffenden Wachstumszeitraum zusammen.

Den Einfluß des Kulturpflanzenbestandes auf das Unkrautwachstum belegen Experimente auf dem D-Standort Güterfelde in den Jahren 1989–1991. So bildete *Apera spica-venti* (L.) P. B. in Wintergerstenbeständen mit ca. 500 Ähren/m² in den Jahren 1989 und 1990 mehr als 2 Rispen/Pflanze und 1991 in einem Bestand mit ca. 700 Ähren/m² nur 0,5 Rispen/Pflanze. Diese Zusammenhänge verdeutlichen, daß Prognosen über den unkrautbedingten Ertragsverlust im Einzelfall häufig mit erheblichen Abweichungen verbunden sind. Mit den in Tabelle 1 dargestellten Konkurrenzindizes ist in etwa 10 % der Fälle mit Differenzen von mehr als 35 % zwischen dem kalkulierten und tatsächlich eingetretenen Ertragsverlust zu rechnen. Größere Genauigkeit verlangt die Einbeziehung der Kriterien Lückigkeit und Wüchsigkeit der Getreidebestände (GEROWITT, 1987) sowie das Verhältnis der Entwicklungsstadien der Unkräuter und des Getreides (GEROWITT und HEITFUSS, 1990), wobei infolge der unzulänglichen Wetterprognosen immer eine Restvarianz bleiben wird. Schließlich läßt sich konstatieren, daß regionalisierte bzw. situationsbezogene Befall-Schaden-Relationen für Unkräuter in jeweiligen

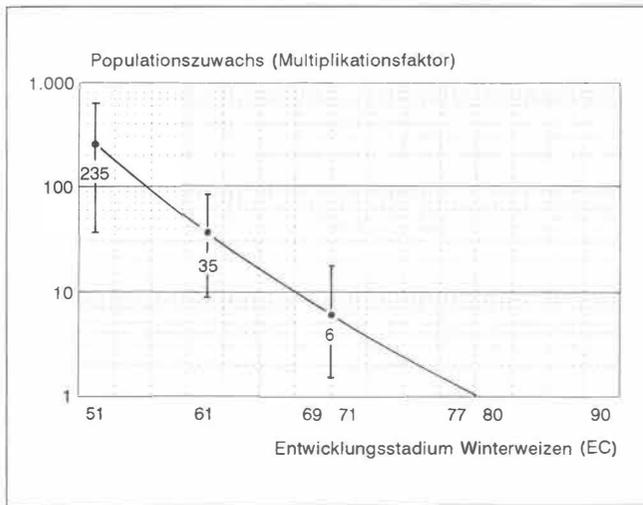


Abb. 3. Zuwachsraten der Populationsdichte der Getreideläus (*Sitobion avenae* (FABR.)) an Winterweizen zwischen EC 51, 61 bzw. 69/71 und 77 (etwa Populationsmaximum der Aphiden).

Kulturen gewünscht, aber auf Grund des äußerst dynamischen Beziehungsgefüges schwierig zu quantifizieren sind.

Befall-Schaden-Relationen bei unterschiedlichem Ertragsniveau

Sehr gegensätzlich muß man den Einfluß des standortbezogenen Ertragsniveaus auf die Befall-Schaden-Relation bewerten. Für viele Schaderreger gilt: bei höherem Ertrag verursacht eine bestimmte Befalldichte ein größeres Schadausmaß als bei einem niedrigen Ertragslevel. Das scheint plausibel, wenn man Schädlinge wie den Moosknopfkäfer (*Atomaria linearis* STEPH.) und den Apfelwickler (*Cydia pomonella* L.) betrachtet, die pro Befallsinheit eine bestimmte Anzahl Pflanzen bzw. Ernteorgane zerstören und der absolute Verlust letztlich durch das mittlere Erntegewicht der Rübe oder des Apfels bestimmt wird.

Anders bei Saugschädlingen. So nehmen unabhängig vom Ertragsniveau gleich viele Getreideblattläuse an Winterweizen etwa identische Phloemsaftmengen auf. Wie Vergleiche unterschiedlicher Versuche andeuten, kann bei hohem Ertragsniveau allerdings ein größeres Kompensationsvermögen der Pflanzen vermutet werden, d. h., daß der erntewirksame Substanzverlust/Blattlaus bei geringerem Ertrag durchaus höher liegen kann. Dieser Wirkungstrend, daß gleicher Befall bei höherem Ertragsniveau weniger Verluste verursacht, läßt sich auch bei Unkräutern feststellen (PALLUTT und RODER, 1992), obwohl auch über genau umgekehrte Zusammenhänge berichtet wird (THOLE und HEITEFUSS, 1992).

Bei einigen Kulturen interessiert hingegen das Ertragsniveau als Bezug einer Befall-Schaden-Relation überhaupt nicht. So kommt es bei Zierpflanzen, Blumenkohl, Gurken und anderen Gartenbaukulturen eher auf die Anzahl geernteter bzw. durch Schaderreger zerstörter Produkte an als auf deren Gewicht.

Die Bedeutung der Befallsentwicklung für die Bekämpfungsschwelle

Wie wir gesehen haben, kann also die Schadensschwelle infolge der Variabilität der Befall-Schaden-Relation deutlich divergieren. Das muß sich letztlich auch in der vorgelagerten Bekämpfungsschwelle widerspiegeln. Hinzu kommt aber noch, daß im Vorfeld der eigentlichen Schadwirkung der

Befallsaufbau (Progradation) bei einzelnen Schaderregern, besonders bei polyvoltinen Schadinsekten, wie Spinnmilben und Blattläusen, keineswegs einheitlich stattfindet. Auch das hat Auswirkungen auf die Festlegung der Bekämpfungsschwelle.

Die Progradation eines Schaderregers kann von verschiedenen abiotischen und biotischen Einflußfaktoren geprägt werden. Besonders bedeutsam sind diese Zusammenhänge bei der Definition der Bekämpfungsschwelle für Getreideblattläuse. Abbildung 3 veranschaulicht die mittleren und möglichen Zuwachsraten der Populationsdichte der Getreideläus (*Sitobion avenae* [FABR.]) an Winterweizen zwischen EC 51, 61 bzw. 69/71 und EC 71 und 77 (etwa Populationsmaximum der Aphiden) in Abhängigkeit von Umweltvariablen (Wetter, Pflanze, Antagonisten). Man erkennt, daß im kurzen Zeitraum zwischen EC 71 und Dichtemaximum der Blattläuse (ca. 2-3 Wochen) der Befallszuwachs durchaus im Rahmen einer Zehnerpotenz streuen kann.

Die wirtschaftliche Seite von Schadens- und Bekämpfungsschwellen

KRANZ (1992) hat in einem interessanten Beitrag ein Arbeitsschema zur Festlegung von ökonomischen Schadensschwellen vorgeschlagen. Die verallgemeinerten Zusammenhänge berücksichtigen auch, daß neben den bisher besprochenen Variablen auch die wirtschaftlichen Komponenten von Schwellenwerten, also die Kosten, der Wirkungsgrad sowie der Mehrerlös durch Pflanzenschutzmaßnahmen, ebenfalls einer Varianz unterliegen können. Geringe Erlöse für Agrarprodukte (DM/dt), hohe Kosten (DM/ha) und ein geringer Wirkungsgrad (%) der Pflanzenschutzmaßnahmen erhöhen die ökonomische Schadensschwelle und die daran gekoppelte Bekämpfungsschwelle.

Wie stark sich die ökonomischen Komponenten auf die Schadensschwellen auswirken, wird an Hand eines Beispiels aus dem Gemüsebau deutlich. Im Gegensatz zu den meisten ackerbaulichen Kulturen gibt es für Kulturen aus dem gartenbaulichen Bereich keine festen Preise. Die Preise richten sich hier fast ausschließlich nach Angebot und Nachfrage und unterliegen aufgrund wechselnder Einfuhrmengen und Anbauflächen sowie unterschiedlicher Witterung enormen Schwankungen, wie aus der Abbildung 4 deutlich zu erkennen ist. In dieser Graphik sind die halbmonatlichen Durchschnittspreise für Weißkohl in der Bundesrepublik für 1990 und 1991 dargestellt. Im Jahre 1990 bewegte sich der Preis zwischen

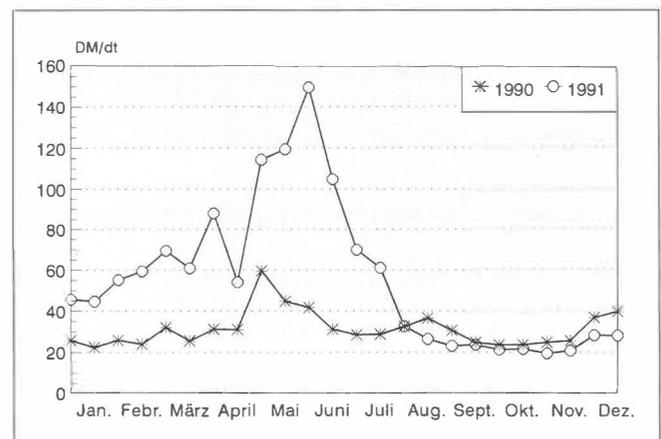


Abb. 4. Preisentwicklung bei Weißkohl im Jahresverlauf (Quelle: ZMP Bilanz Gemüse 91).

22,40 und 59,53 DM/dt, d. h. um einen Faktor von 2,7. Im darauffolgenden Jahr pendelte der Preis zwischen 19,24 und 149,54 DM/dt (Faktor 7,8). Diese großen, nicht vorhersehbaren Preisschwankungen innerhalb eines Jahres und auch zwischen den Jahren (Durchschnittspreis 1990: 29,69 DM/dt, 1991: 45,68 DM/dt) machen die Festsetzung eines exakten Schwellenwertes nahezu unmöglich. Dies um so mehr, da zum Zeitpunkt der anstehenden Bekämpfungsentscheidung keine genauen Angaben über den zu erwartenden Erlös gemacht werden können.

Demgegenüber spielen die Kosten für eine Bekämpfungsmaßnahme von ca. 100 DM/ha sowie der Wirkungsgrad eine eher untergeordnete Rolle. Aufgrund der enormen Preisschwankungen für die Ernteprodukte können der Praxis lediglich grobe Anhaltspunkte für Schwellenwerte gegeben werden. So errechnet sich für Weißkohl bei einem durchschnittlichen Ertragsniveau von 600 dt/ha und einem mittleren Preis von 30 DM/dt ein Ertragspotential von 18000 DM/ha. Bei Kosten für eine Insektizidapplikation von ca. 100 DM/ha liegt der Gegenwert bei etwas über 0,5 % des Erlöses und sogar nur 0,1 % bei einem Preis von 150 DM/dt.

Auch im Falle der Unkräuter sind einige besondere wirtschaftliche Aspekte bei der Festlegung von situationsbezogenen ökonomischen Schadensschwellen bzw. Bekämpfungsschwellen zu berücksichtigen. Ausgangspunkt ist die Aufnahme bzw. Einschätzung der Verunkrautung (Pflanzen je Art/m²) und die Verlustermittlung mit Hilfe der Befall-Schaden-Relationen bei Einbeziehung von Konkurrenzindizes bzw. Konkurrenzfaktoren. Nun gilt es, den erwarteten herbizidbedingten Mehrertrag zu kalkulieren, wobei die verbleibende Restverunkrautung auf Grund der artspezifischen Mittelwirkung einzuschätzen und daraufhin der reale Mehrertrag aus der Differenz zwischen potentielltem Verlust und dem aus der Restverunkrautung resultierenden Verlust mit Hilfe der Konkurrenzindizes zu berechnen ist. Zusätzlich müssen eventuelle Ernteerschwernisse sowie Trocknungs- und Reinigungskosten berücksichtigt werden. Schließlich erfolgen der Vergleich der erwarteten herbizidbedingten Leistungen (Mehrerlös, Einsparung von Trocknungskosten u. a.) mit den Behandlungskosten (Herbizid, Ausbringung, Information) und die Festlegung eines situationsbezogenen Schwellenwertes.

Beispiele für die Anwendung flexibler Schwellenwerte

Auf der Grundlage umfangreicher experimenteller Vorleistungen und eines detaillierten Datenmaterials sowohl zur Variabilität der Befall-Schaden-Relation und der Populationsdynamik der Schaderreger als auch zur Wirtschaftlichkeit des Pflanzenschutzes lassen sich für einzelne Schaderreger-Wirtspflanzen-Systeme flexible bzw. situationsbezogene Bekämpfungsschwellen darstellen. Hierzu einige Beispiele:

Obstbaumspinnmilbe (*Panonychus ulmi* KOCH) an Apfel: 3–20 bewegliche Stadien/Blatt, niedrige Zahl gilt vor Mitte Juni und ohne Raubmilbenbesatz, hohe Zahl gilt ab Mitte Juli und bei mind. 1 Raubmilbe/Blatt (FREIER et al., 1992).

Miniermotten an Apfel: 0,1–10,5 Eier und Minen/Blatt, niedrige Zahl gilt für die Art *Leucoptera malifoliella* COSTA in der 1. Generation bei hohem Ertragsniveau, engem Blatt-Frucht-Verhältnis und ohne Parasitierung, hohe Zahl für die Arten *Stigmella malella* STAINTON und *Phyllonorycter blancardella* (F.) in der 2. Generation bei niedrigem Ertragsniveau, weitem Blatt-Frucht-Verhältnis und höherer Parasitierung (BAUFELD und FREIER, 1992).

Getreideläus (*Sitobion avenae* [FABR.]) an Winterweizen: 1–10 Blattläuse/Halm z. Z. EC 69, niedrige Zahl gilt bei

geringem Nützlingsauftreten u. a. günstigen Gradationsbedingungen, hohe Zahl gilt bei starkem Antagonistenaufreten (HOLZ und WETZEL, 1989).

Schadlepidopteren an Kopfkohl: 1. *Anbau für Frischmarkt und Einlagerung* – 25 % befallene Pflanzen bis 8-Blatt-Stadium, 50 % befallene Pflanzen 8-Blatt-Stadium bis Beginn Kopfbildung und 5 % ab Kopfbildung bis zur Ernte. 2. *Anbau für industrielle Verarbeitung* – 25 % befallene Pflanzen bis 8-Blattstadium, 50 % befallene Pflanzen 8-Blatt-Stadium bis Beginn Kopfbildung, 5 % Beginn bis Abschluß Kopfbildung und 25 % ab Abschluß Kopfbildung bis zur Ernte (FORSTER et al., 1992).

Unkräuter (*Apera spica-venti* (L.) P. B., *Viola arvensis* MURRAY, *Stellaria media* (L.) VILL., etwa im gleichen Verhältnis) an Winterweizen: 30–100 Pflanzen/m², niedrige Zahl gilt in konkurrenzschwachen Beständen bei frühem Applikationstermin mit geringer Herbizidaufwandmenge, hohe Zahl gilt in konkurrenzstarken Beständen bei spätem Applikationstermin mit hoher Aufwandmenge.

Abschließend muß allerdings eingeschätzt werden, daß die bisherigen Empfehlungen, Schwellenwerte flexibel, also situationsbezogen anzuwenden, in der Praxis nur zögerlich angenommen werden. Auf Grund notwendiger Vorkenntnisse, spezieller Bonituren und Erfahrungen bedürfen die Landwirte und Gärtner einer größeren Unterstützung von Beratern.

Literatur

- AUST, H.-J., H. BUCHENAUER, F. KLINGAUF, P. NIEMANN, H. M. PÖHLING und F. SCHÖNBECK, 1971: Glossar Phytomedizinische Begriffe. Schriftenreihe DPG 3. Ulmer Verl., Stuttgart.
- BUHL, C. und F. SCHÜTTE, 1971: Prognose der wichtigsten Pflanzenschädlinge in der Landwirtschaft. Verl. Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- DIERCKS, R. und A. OBST, 1968: Zur Problematik der Schadensschwellen im praktischen Pflanzenschutz. *Gesunde Pflanzen* 20, 8–15.
- EBERT, W. und I. J. POLJAKOV, 1981: Überwachung und Prognose – Grundlagen eines gezielten Pflanzenschutzes. Akad. Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin.
- FORSTER, R., R. HILDENHAGEN, M. HOMMES und K. SCHORN-KASTEN, 1992: Integrierter Pflanzenschutz im Gemüsebau – Praktizierung von Bekämpfungsschwellen für Kohlschädlinge. Schriftenreihe Bundesminister Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Reihe A: Angew. Wiss., Heft 411, 64 S.
- FRANZ, J. M., 1978: Das Konzept des integrierten Pflanzenschutzes. *Gesunde Pflanzen* 30, 177–181.
- FREIER, B., 1993: Nutzensschwellen für Schädlingsfeinde in Agrar-Ökosystemen – eine neue Kategorie von Schwellenwerten und Entscheidungshilfen. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 45, 123–126.
- FREIER, B., R. GOTTWALD, P. BAUFELD, W. KARG und S. STEPHAN, 1992: Integrierter Pflanzenschutz im Apfelanbau. *Mitt. BBA* 278, 141 S.
- FREIER, B. und R. GOTTWALD, 1992: Zeitliche und quantitative Beziehungen zwischen Pheromonfallenfängen und der Eiablage des Apfelwicklers (*Cydia pomonella* L.). *Gesunde Pflanzen* 44, 194–198.
- GEROWITT, B., 1987: Unkrautbekämpfung nach Schadschwellen im Wintergetreide – Überprüfung und Weiterentwicklung des Konzepts mit Hilfe einer bundesweiten Versuchsserie und Erarbeitung eines computergestützten Entscheidungsmodells. Dissertation, Univ. Göttingen.
- GEROWITT, B. und R. HEITFUSS, 1990: Weed economic thresholds in cereals in the Federal Republic of Germany. *Crop Protection* 9, 223–231.
- HOLZ, F. und TH. WETZEL, 1989: Ein Fallstudienkatalog als schlagbezogene Entscheidungshilfe für die gezielte Bekämpfung der Getreideläus (*Macrosiphum avenae* (FABR.)). *Nachrichtenbl. Pflanzenschutz DDR* 43, 58–60.
- KRANZ, J., 1992: Schadensschwellen – eine Aufgabe für die Forschung. *Gesunde Pflanzen* 44, 425–426.
- LAUENSTEIN, G., 1991: Schwellenwerte für tierische Schädlinge – wichtige Bausteine des Integrierten Pflanzenschutzes oder unzuverlässiger Notbehelf? *Gesunde Pflanzen* 43, 346–350.
- MÜLLVERSTEDT, R., 1985: Einfluß der Witterung auf die Schadschwellen von Unkräutern. *Gesunde Pflanzen* 37, 52–54.

PALLUTT, B., 1992: Beiträge zur integrierten Unkrautbekämpfung im Getreidebau, Teil II. Gesunde Pflanzen **44**, 255–264.

PALLUTT, B. und W. RÖDER, 1992: Zur Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit von unkrautbedingten Kornertragsverlusten bei Wintergetreide. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. **XIII**, 129–137.

RAUTAPAA, J., 1966: The Effect of the English grain aphid *Macrosiphum avenae* (F.) (Hom., Aphididae) on the yield and quality of wheat. Ann. Agric. Fenn. **5**, 334–341.

STEINER, H., 1968: Das Prinzip des integrierten Pflanzenschutzes. Anz. Schädlingskd. **41**, 129–131.

STERN, V. M., R. F. SMITH, R. VAN DEN BOSCH und K. S. HAGEN, 1959: The Integrated Control Concept. Hilgardia **29**, 81–101.

THOLE, R. und R. HEITFUSS, 1992: Quantifizierung der Konkurrenzbeziehungen zwischen Wintergetreide und ausgewählten Unkrautarten. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. **XIII**, 139–148.

WETZEL, TH., G. LUTZE und F. MENDE, 1978: Die Brachfliege. Die Neue Brehm-Bücherei **506**, A. Ziemsen Verl. Wittenberg.

WETZEL, TH., F. HOLZ und A. STARK, 1987: Bedeutung von Nützlingspopulationen bei der Regulation von Schädlingspopulationen im Getreidebestand. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **39**, 1–7.

WILBERT, H., 1972: Integrierter Pflanzenschutz – Pest management. Ber. Landwirtschaft. **50**, 426–440.

WILSON, B. J., 1986: Yield responses of winter cereals to control of broad-leaved weeds. Proc. EWRS Symp. Economic Weed Control. **75–82**.

Mitteilungen

Sitzung des CEN/TC233 Arbeitskreises „Biotechnologie-Anwendungen in der Umwelt“ am 6. und 7. Dezember 1993 in Berlin

Gastgeber der Sitzung, die im Wechsel in unterschiedlichen Normierungsinstitutionen stattfindet, war diesmal das DIN. Ein Bericht von dieser Sitzung soll mit den gegenwärtigen Bemühungen bekanntmachen, Beobachtungs-(Monitoring-)Verfahren bei der Anwendung gentechnisch veränderter Organismen in der Umwelt (und Landwirtschaft) zu standardisieren.

Durch die Unterzeichnung eines „Mandats“ am 15. Dezember 1992 wurde durch die EG-Kommission ein offizielles Arbeitsprogramm für das technische Komitee (TC233) mit dem CEN vereinbart. Die Normierungsarbeit soll auf einer untergesetzlichen Ebene zur einheitlichen Interpretation der Kriterien für die Anwendung gentechnisch veränderter Organismen (GVO) im geschlossenen System (RL 90/219/EWG) und bei der Freisetzung (90/220/EWG) beitragen. Das Programm enthält 54 Arbeitspunkte (working items – WI's). Darunter fallen in den Aufgabebereich der Arbeitsgruppe 3 (WG3) die Nummern WI 55–WI 67 mit einer Auswahl an Beobachtungsverfahren (Monitoring), die im Kriterienkatalog des Anhangs der Freisetzungsrichtlinie enthalten sind.

Zwei Arbeitspunkte beziehen sich nicht auf einen Einsatz von gentechnisch veränderten Organismen:

- Kontrolle der Identität, Stabilität und Reinheit von Mikroorganismen und Produkten, die diese enthalten (66) und
- Qualitätskontrolle von Diagnoseverfahren für die Landwirtschaft, die bei der Prüfung von Krankheiten und Schaderregern bei Pflanzen und Tieren sowie für die Ermittlung von Umweltkontaminationen eingesetzt werden (67).

Vor der Sitzungsarbeit wurden vom Vorsitzenden der Arbeitsgruppe (Convincor: Dr. Alan Deshayes) der Realität etwas angepaßte Zieldaten für die Verabschiedung der in Arbeitsgruppen abgestimmten Papiere bekanntgegeben. Auch im modifizierten Zeitplan wird für fünf Dokumente die Vorlage bis Ende Februar 1994 erwartet. Gleichzeitig wurde mitgeteilt, daß die Dokumente der Gruppe den Status von Normen (EN) erhalten sollen. Bisher war die Vorstellung, in dem sich rasch technisch fortentwickelnden Bereich der WG seien nur (generell unverbindlichere) Vorkommen (ENV) zu formulieren, einvernehmliche Arbeitsgrundlage der Gruppe.

Obwohl der Status der Normierungsarbeit schon im Mandat keine Ausnahmestellung für das Arbeitsprogramm der WG 3 vorgesehen hatte, wurde von verschiedenen Teilnehmern geäußert, daß man eine neue Situation sehe, die eventuell ein Überdenken der Arbeitspapiere und eine genauere Prüfung der Verbindlichkeit der Formulierungen erfordere. Mr. Deshayes kündigte die Aufnahme einer Erläuterung der allgemeinen Zielsetzung der Normen in die jeweiligen Einführungen an. Bei der Arbeit im TC 233 hat sich inzwischen auch eine breite Spannweite der Auffassungen über Normierungsinhalte durchgesetzt, die von der Formulierung von Leitlinien bis hin zu dezidierten technischen Anforderungen reicht. Deshalb veranlaßt die Klarstellung der Arbeitsgrundlage sicher keine neuen Inhaltsdefinitionen.

1. Detektion von GVOs, gentechnischen Veränderungen und freier DNA
Probenahmeverfahren für die Detektion der GVOs (Pflanzen)
2. Charakterisierung der gentechnischen Veränderung
Methoden für die Bestimmung der Sequenz
3. Charakterisierung der gentechnischen Veränderung
Methoden für die Bestimmung der eingeführten Veränderung
4. Charakterisierung der gentechnischen Veränderung
Methoden für die Bestimmung der Reinheit der Veränderung
5. Detektion von GVOs, gentechnischen Veränderungen und freier DNA
Die Anwendung von molekularen Markern für die Detektion.

Eine direkte redaktionelle Bearbeitung, wofür das DIN Textverarbeitungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt hatte, konnte wegen des eingeschränkten Teilnehmerkreises, unter dem die Federführenden zweier Entwürfe fehlten, nur begrenzt erfolgen.

Die Dokumente liegen alle in mehrfach überarbeiteter Fassung vor und waren – mit mäßiger Resonanz – vor der Sitzung allen Gruppenmitgliedern neu zur Kritik vorgelegt worden. Die Entwürfe, auf die hier inhaltlich nicht näher eingegangen wird, sind noch wenig aufeinander abgestimmt und werden den von der Gruppe selbst formulierten Zielvorstellungen (s. u.) in sehr unterschiedlicher Weise und nur teilweise gerecht. Herr DESHAYES bestand mit dem Hinweis auf die bisherigen Korrekturmöglichkeiten auf der termingerechten Einreichung beim technischen Komitee des CEN. Die endgültigen Entwürfe werden zur letzten Korrektur den Mitgliedern Mitte Januar zugehen und sollen mit dem schriftlichen Einverständnis, das er erwartet, Ende Februar fertiggestellt sein. Diese Zielvorstellung bekannte er klar auch gegen vorsichtige Einwände von Seiten des Sekretariats. Hier wurden leidvolle Erfahrungen mit der Ablehnung von Entwürfen durch nationale Delegationen nach Abstimmung in der Arbeitsgruppe ins Feld geführt.

Das CEN-Komitee kann grundsätzlich die Entwürfe sowohl aus inhaltlichen Gründen wie auch wegen mangelhafter Abstimmung innerhalb der Gruppe zur weiteren Überarbeitung an die Gruppe zurückreichen, bevor die nächste Stufe der Normenabstimmung eingeleitet wird.

In der Sitzung wurden weiterhin vier neue Normenentwürfe vorgelegt und in ihrer Zielsetzung und Inhalt kurz besprochen.

Zum Abschluß wurde in den letzten zwei Stunden ein Dokument der deutschen Delegation zur Überarbeitung des Arbeitsprogrammes der Gruppe und die weitere Vorgehensweise diskutiert. Aufgrund von unaufhebbar Problemen bei der Interpretation weiterer Arbeitstitel war in der vergangenen Sitzung die deutsche Delegation (ad personam: der Berichterstatter) aufgefordert worden, ein Konzept für die weitere Arbeit der Gruppe zu entwerfen und vorzulegen. Dieses Arbeitspapier wurde von mir als Federführendem nach interner Abstimmung mit dem Spiegelgremium im DIN – und Überarbeitung – vor der Sitzung dem CEN-Sekretariat eingereicht und lag den Teilnehmern als Diskussionsgrundlage vor. Es versucht, die in den bisherigen Diskussionen in der Arbeitsgruppe erreichte Übereinstimmung über Inhalte, Konzept und Zielrichtung der Normierungsarbeit zu formulieren und in neuen Arbeitstiteln zu strukturieren.

Als Begründung für eine Neustrukturierung der Arbeitstitel wird vor allem das unklare Konzept und die Probleme der inhaltlichen Interpretation des vertraglich vereinbarten Arbeitsprogrammes angeführt. Für die Charakterisierung des gesamten Arbeitsprogrammes als pränormativ wird neben der rasch fortschreitenden internationalen wissenschaftlichen Entwicklung der Methoden auch der einge-