



Pflanzenschutz als Teil einer nachhaltigen Produktion*

Ernst BOLLER, Benno GRAF, Daniel GUT, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, (FAW), CH-8820 Wädenswil
 Hans Ulrich AMMON, Franz BIGLER, Hansruedi FORRER, Padruot M. FRIED, Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Reckenholz (FAP), CH-8046 Zürich
 Jacques DERRON, Station fédérale de recherches agronomiques de Changins (RAC), CH-1260 Nyon

Der Pflanzenschutz nimmt auch im Rahmen einer nachhaltigen Landwirtschaft eine wichtige Stellung ein. Unschärfen in seiner Definition (FAO) sind in den letzten Jahren in internationaler Zusammenarbeit geklärt und durch ein gesamtheitliches, auf das Agro-Ökosystem ausgerichtetes Konzept ersetzt worden. Die Entwicklungsstufen spielen eine ebenso grosse Rolle wie der Zielbereich eines umweltschonenden Pflanzenschutzes.

doch die Entwicklungsgeschichte und damit die Entwicklungsstufen, da sich der Integrierte Pflanzenschutz aus einem in erster Linie auf chemische Bekämpfungsverfahren abgestützten Pflanzenschutz entwickelte. Unser Beitrag befasst sich im ersten Teil hauptsächlich mit dieser Entwicklung und legt anschliessend das heute allgemein akzeptierte Konzept des Pflanzenschutzes im Rahmen einer nachhaltigen Produktion dar.

Mit der Einführung von Beiträgen an die Landwirte für besondere ökologische Leistungen in der Schweiz im Jahre 1993 und durch die Förderprogramme der EU haben umweltschonende und nachhaltige landwirtschaftliche Produktionsformen (Biolandbau, Integrierte Produktion) starke Impulse erhalten. Dies hat im Bereich der Normensetzung und des Vollzuges eine Fülle von komplexen Aufgaben mit sich gebracht. Die neue politische Dimension der Diskussion über die grundlegenden Konzepte einer nachhaltigen Landwirtschaft ist in besonderem Masse eine Herausforderung für Behörden und Ämter, die sich mit der Festlegung der Mindestanforderungen und den technischen Details des Vollzuges zu befassen haben. Hilfreich für diese notwendigen Regelungen können Konzepte und technische Rahmenbedingungen sein, die auf internationaler Ebene von Fachleuten in jahrelanger Zusammenarbeit erarbeitet wurden und weitgehende Akzeptanz in der Praxis gefunden haben. Wir sind im Bereich des Biolandbaus sowie der Integrierten Produktion und des Integrierten Pflanzenschutzes in der glücklichen Lage, uns auf solche internationale Dokumente abstützen zu können. Damit kann einerseits eine unnötige Neuentwicklung vermieden und gleichzeitig eine weitgehende Harmonisierung mit anderen Ländern erreicht werden.

Bei der konzeptuellen Entwicklung des Biolandbaus sowie des Integrierten

Pflanzenschutzes (IPS) und der Integrierten Produktion (IP) haben schweizerische Fachleute in internationalen Gremien wesentliche Beiträge geliefert. In den Bereichen des IPS und der IP hat die OILB (Organisation Internationale de Lutte Biologique) in ihrer westpaläarktischen Region (Westeuropa und Mittelmeerraum) seit jeher eine massgebende Rolle gespielt.

Beim Vergleich der heute vorliegenden Konzepte wird deutlich, dass Biolandbau und IP wohl unterschiedliche philosophische und operative Merkmale zeigen, im Kern der Zielsetzung jedoch weitgehend übereinstimmen. Dies gilt auch für die heutigen Konzepte eines nachhaltigen Pflanzenschutzes. Unterschiedlich ist je-

IP: Der Weg ist nicht das Ziel

Aus den wichtigen Dokumenten der OILB der 70er Jahre geht hervor, dass es beim Pflanzenschutz einerseits zwischen den **Entwicklungsstufen des Pflanzenschutzes** von der schematischen chemischen Bekämpfung bis zum Integrierten Pflanzenschutz (OILB/SROP1977), andererseits dem Integrierten Pflanzenschutz als **Ziel** zu unterscheiden gilt.

Tab. 1. Die Entwicklungsstufen des Pflanzenschutzes (OILB 1977)

| | |
|---|--|
| 1. Blinde chemische Bekämpfung (Lutte chimique aveugle) Statische Phase | Generelle, schematische, vorausbestimmte Verwendung der wirksamsten Pestizide |
| 2. Chemische Bekämpfung mit Beratung (Lutte chimique conseillée) Statische Phase | Überlegte Verwendung von Pestiziden mit breitem Wirkungsspektrum auf Empfehlung eines Beratungsdienstes |
| 3. Gezielte Bekämpfung (Lutte dirigée) Übergangsphase | Einführung des Begriffes «wirtschaftliche Schadschwelle». Verwendung von Pestiziden mit geringen ökologischen Auswirkungen Schonung der vorhandenen Nützlinge |
| 4. Integrierter Pflanzenschutz (Protection intégrée) Dynamische Phase | Wie gezielte Bekämpfung, zusätzlich Integration biologischer und biotechnischer Methoden und geeigneter Massnahmen des Pflanzenbaues. Grösstmögliche Einschränkung der chemischen Bekämpfung |
| 5. Integrierte landw. Produktion (Production agricole intégrée) Offene dynamische Phase, Weiterentwicklung weltweit möglich | Wie bei integriertem Pflanzenschutz, zusätzlich Berücksichtigung, Integration und Ausnützung aller Faktoren des Agro-Ökosystems nach ökologischen Prinzipien |

Der Übergang von Stufe 4 zu 5 wurde im Originaldokument mit einer durchgehenden Linie klar abgegrenzt. Die durchbrochene Linie unterstreicht die heutige Sicht einer Einbettung des Integrierten Pflanzenschutzes in die Gesamtheit der Bewirtschaftungsmassnahmen im Rahmen der Integrierten Produktion.

* Die Autoren dieses Beitrages sind an der interdisziplinären Lehrveranstaltung «Fallstudien im Pflanzenschutz» für angehende Agronomen der ETH Zürich beteiligt. Das hier dargelegte Konzept bildet seit 1985 eine der Grundlagen der Vorlesung.

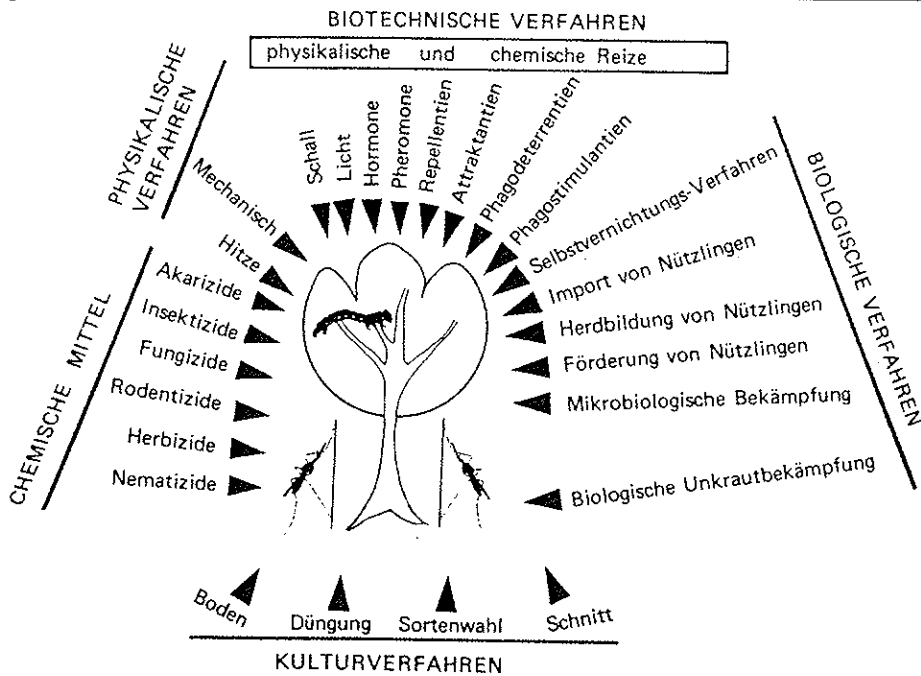


Abb. 1a. Häufige Darstellung des Integrierten Pflanzenschutzes in der Fachliteratur, welche eine Gleichwertigkeit der Massnahmen und eine Beliebigkeit in ihrer Kombination suggeriert. (aus: Franz und Krieg 1976)

Die in Tabelle 1 dargestellten Entwicklungsstufen des Pflanzenschutzes wurden 1977 von Entomologen beschrieben, doch hat das dargelegte Konzept noch heute in seinen Grundzügen Gültigkeit. Wichtiger Entwicklungsschritt ist Stufe 3, welche den Übergang einleitet von einem ausschliesslich mit chemischen Mitteln betriebenen Pflanzenschutz zu einem **gezielten Pflanzenschutz** (*lutte dirigée*), der erstmals die Instrumente der Schadensschwellen (Toleranzgrenzen) und des nützlingschonenden Einsatzes von Pestiziden vorsieht. Er unterscheidet sich insofern noch wesentlich vom modernen Kon-

zept des Integrierten Pflanzenschutzes, als die Massnahmen ausschliesslich aus dem Instrumentarium des direkten Pflanzenschutzes (v.a. Pestizide) stammen. Diese Form des Pflanzenschutzes ist heute noch weit verbreitet und wird – zu Unrecht – oft mit Integriertem Pflanzenschutz gleichgesetzt.

Unschärfen im Zielbereich: Die Ausgestaltung des IPS hat längere Zeit zu Diskussionen Anlass gegeben. Dies nicht zuletzt deshalb, weil dieser Zielbereich der Entwicklung aufgrund einer Definition der FAO (1967) und der späteren Adaptation durch die OILB grosse

Unschärfen aufweist und dadurch einen breiten Interpretationsspielraum gestattet:

Integrierter Pflanzenschutz

(Definition der FAO 1967, *kursiv die spätere OILB Adaptation*)

«Ein Verfahren, bei dem alle wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbaren Methoden verwendet werden, um Schadorganismen unter die wirtschaftliche Schadensschwelle zu bringen, wobei die *bewusste Ausnützung aller natürlichen Begrenzungsfaktoren im Vordergrund steht*»

Der IPS wird zum Teil noch heute als eigenständiges Element und Endstufe der Entwicklung des Pflanzenschutzes betrachtet. Dieser Standpunkt sowie eine mechanistische Betrachtungsweise manifestiert sich noch oft in der gängigen Fachliteratur der Phytomedizin. Häufig wird auf eine Darstellung von Franz und Krieg (1976) Bezug genommen (Abb. 1a). Diese zeigt eine ungewichtete Darstellung aller Bekämpfungsmassnahmen, welche um die Kulturpflanze und ihren Komplex von Schaderregern gruppiert sind. Es bleibt dem Einzelnen überlassen, aus allen Möglichkeiten die ihm als richtig erscheinende Mischung aus den vorhandenen Optionen zusammenzustellen (= «Integration»). Dies kann im Extremfall dazu führen, dass der Integrierte Pflanzenschutz vereinfachend wie folgt definiert wurde: «Das Prinzip dieser Methode ist eine Kombination von biologischen und chemischen Verfahren» (Börner 1981), eine Sicht, die heutigen Erkenntnissen nicht mehr gerecht werden kann (Delucchi 1987).

Eine mögliche Sicht des modernen Integrierten Pflanzenschutzes ist schematisch in Abbildung 1b dargestellt. Auch hier steht im Zentrum der Betrachtung die Kulturpflanze, welche jedoch in die Lebensgemeinschaft (Biozönose) des Agro-Ökosystems eingebettet ist. Um dieses herum gruppieren sich wie auf einem konzentrischen Ring die Massnahmen des Betriebsleiters (Steuervariablen), mit denen er das Geschehen innerhalb des Agro-Ökosystems während der Vegetationsperiode steuern kann. Dazu gehören die Instrumente eines umweltschonenden Pflanzenschutzes.

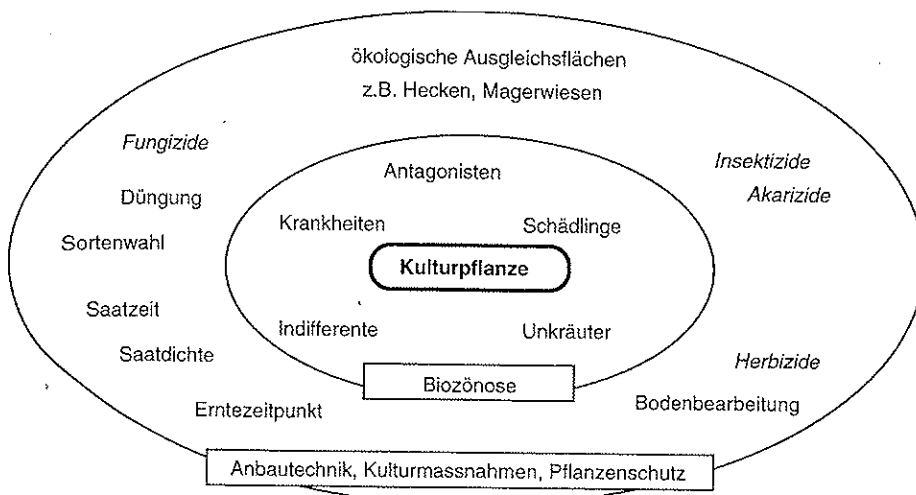


Abb. 1b. Heutige gesamtheitliche Sicht des Pflanzenschutzes mit seiner Einbettung ins Agro-Ökosystem. Die Auswirkungen auf das System bestimmen die Prioritäten der zu treffenden Massnahmen. (aus: Boller et al. 1988)

Tab. 2. Pflanzenschutzmassnahmen im Rahmen einer nachhaltigen Landwirtschaft (IP, Bio)

| | |
|---|---|
| Indirekter Pflanzenschutz | <p>1. Ressourcen optimal ausnutzen z.B. Standortgerechte Produktion; angepasste Ertragsersparung; resistente Sorten und Klone; Unkrautlenkung mit adaequater Konkurrenzstärke; Sorten- und Kulturgemische; optimale Saatzeit und Erziehungssysteme; ökologische Ausgleichsflächen. (Diese Faktoren werden auch Systemparameter* genannt)</p> |
| | <p>2. Bewirtschaftungsmassnahmen ohne negative Auswirkungen auf das Agro-Ökosystem z.B. keine Überversorgung mit Nährstoffen (v.a. N); optimale Bestandes- und Laubdichte (Ventilation); Bodenschonende Bodenbearbeitung und Anbauverfahren; Unkrautlenkung (Bodenschutz); Habitat-Management (Biodiversität)</p> |
| | <p>3. Schutz und Förderung von Antagonisten (Nützlinge, Pilze, Pflanzen) z.B. Biologie und Gewichtung von Antagonisten; Ansiedlungsaktionen; suppressive Böden; Habitat-Management</p> |
| <p>Entscheid für Übergang zu direkten Massnahmen: Warndienst Epidemiologie und Prognosemodelle (Zeitpunkt- und Risikoprognosen), wirtschaftliche Schadensschwellen und Toleranzgrenzen</p> | |
| Direkter Pflanzenschutz | <p>4. Pflanzenschutzmassnahmen mit ausschliesslicher Wirkung auf Zielorganismen z.B. Biologische und biotechnische: Sterile-Insekten-Technik; repetitive Anwendung von selektiven Parasitoiden, Prädatoren, Entomopathogene (z.B. Viruspräparate) und pilzlichen Antagonisten; induzierte Resistenzen; Konkurrenz- und Ablenkpflanzen; Mycoherbizide und selektive Herbivoren in der Unkrautbekämpfung; Selektive chemische: Pheromone (z.B. Verwirrungstechnik)</p> |
| | <p>5. Anwendung anderer Massnahmen, wo vorangehende Schritte allein wirtschaftlich unbefriedigende Resultate zeitigen: Teileselektive Pestizide: z.B. <i>Bacillus thuringiensis</i>, Insekten-Wachstumsregulatoren, Sterolsynthesehemmende Fungizide; Nicht-selektive Pestizide: kurze Wirkungsdauer</p> |

Klare hierarchische Prioritätenordnung

Im Rahmen der konzeptuellen Weiterentwicklung der Integrierten Produktion in den 80er Jahren wurde auch der Bereich des IPS präzisiert. Wichtigste Neuerung war die Herauslösung des Pflanzenschutzes aus seiner isolierten Betrachtung und seine Einbettung in die Gesamtheit der Bewirtschaftungsmassnahmen der Integrierten Produktion. Der moderne Pflanzenschutz geht davon aus, dass es im Rahmen einer nachhaltigen Landwirtschaft nicht genügt, Schäden zu verhindern oder zu reparieren, welche durch falsche vor-

gängige Massnahmen mitverursacht worden sind. Somit orientiert sich der umweltschonende Pflanzenschutz an den Auswirkungen aller Bewirtschaftungsmassnahmen auf das Agro-Ökosystem und legt aus dieser Sicht eine klare Prioritätenordnung in der Wahl der zu ergreifenden phytomedizinischen Massnahmen fest (Tab. 2). Der gesamtheitliche Systemansatz mit den Agro-Ökosystemen im Zentrum setzt die Schwergewichte des Pflanzenschutzes in erster Priorität auf die **präventiven Massnahmen** (= indirekte Pflanzenschutzmassnahmen), welche drei Elemente umfassen: An erster Stelle im hierarchisch gegliederten Konzept steht die optimale Ausnutzung der Ressourcen in der Vorbereitungsphase der betreffenden Parzellenbelegung. Die in Tabelle 2 aufgeführten Beispiele zeigen die Bedeutung einer standortgerechten Produktion mit entsprechender Wahl und Einsatz der Ressourcen (Systemparameter*), welche die Qualität und Dynamik des entstehenden Agro-Ökosystems grundlegend beeinflussen werden. Später - jedoch mit gleicher Wichtigkeit - folgt die optimale Bewirtschaftung der Kultur (nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen wie

Bodenfruchtbarkeit, physiologisch ausgeglichene Kulturpflanzen und natürliche Regulationsmechanismen; Minimierung der ausserbetrieblichen Hilfsstoffe, insbesondere solcher, welche das Agro-Ökosystem negativ beeinflussen).

Ein geeignetes Instrumentarium des **Warndienstes** (Diagnostika, Prognosemethoden, wirtschaftliche Schadensschwellen) dient der wichtigen Entscheidungsfindung des Landwirtes, ob und wann **direkte Pflanzenschutzmassnahmen** (= Einsatz ausserbetrieblicher Hilfsmittel) als zweites und hierarchisch nachgeordnetes Element ergriffen werden müssen. Die zentrale Bedeutung des Warndienstes für eine nachhaltige Landwirtschaft ist schon vor Jahrzehnten von der landwirtschaftlichen Forschung im In- und Ausland erkannt worden und hat an den phytomedizinischen Arbeiten der pflanzenbaulichen Forschungsanstalten der Schweiz einen beachtlichen Anteil. Ist der Einsatz **direkter Bekämpfungsmassnahmen** unumgänglich, so werden in einer nachhaltigen Landwirtschaft die Prioritäten auf selektive und umweltschonende Verfahren gelegt, während unselektive Bekämpfungsmethoden oder gar der Einsatz persistenter chemischer Hilfsmittel erst als letzte Option benutzt werden sollen.

In diesem Sinne ergibt sich zum Beispiel auf dem Sektor der tierischen Schädlinge eine Reihenfolge der Präferenz für hochselektive biologische und biotechnische** Bekämpfungsverfahren mit ausschliesslicher Wirkung auf Zielorganismen (z.B. Verwirrungstechnik mit Sexualpheromonen, gewisse Viruspräparate, Sterile Insekten-Technik) und nachgeordnet für teileselektive Verfahren (zum Beispiel Parasitoide und Räuber, Bakterienpräparate, Insekten-Wachstumsregulatoren und Juvenilhormon-Analoga). Breitwirksame Insektizide mit kurzer bis mittlerer Wirkungsdauer werden in letzter Priorität eingesetzt, wenn schonendere Massnahmen nicht zur Verfügung stehen oder zum Beispiel aus Gründen der Resistenzstrategie ökologisch weniger günstige Wirkstoffe eingesetzt werden müssen. Obschon diese konzeptuellen Elemente in den OILB-Dokumenten aus dem Jahre 1977 ansatzweise erkennbar sind, wurden sie damals noch nicht mit der notwendigen Konsequenz weiterbearbeitet oder gar in die Praxis umgesetzt. Heute bildet das hier dargestellte Konzept eines modernen Integrierten Pflanzenschutzes eine wichtige Arbeitsgrundlage der OILB, wie sie im

* Im dargelegten Konzept umfassen die Systemparameter diejenigen standortbedingten und geplant einsetzbaren Faktoren, welche den Aufbau und die Dynamik eines Agro-Ökosystems wesentlich bestimmen. Sie unterscheiden sich von den kontrollierbaren Variablen (Steuerparameter), mit welchen der Landwirt nach Etablierung des Systems im Verlaufe der Vegetationsperiode Einfluss auf die Entwicklung der Kultur nimmt.

** Biotechnische Verfahren im phytomedizinischen Bereich sind Bekämpfungsmassnahmen, welche das Verhalten oder die Entwicklung von Organismen beeinflussen, ohne sie direkt abzutöten.

Grundsatzdokument über die Prinzipien der Integrierten Produktion und der technischen Richtlinien publiziert worden ist (El Titi *et al.* 1993).

Interessant ist, dass ein identisches Konzept schon 1976 von Diercks in Deutschland für den Pflanzenschutz im Feldbau (Diercks 1983) und unabhängig davon in der Schweiz für den Weinbau (Boller und Basler 1987) entwickelt wurde. Letzteres wurde anlässlich einer Tagung der Schweizerischen Gesellschaft für Phyto-medizin über «Vernetztes Denken in der Landwirtschaft» im Jahre 1987 an der ETH Zürich vorgestellt (Boller *et al.* 1988).

Konsequenzen

Bei der Beurteilung der Qualität einer nachhaltigen Betriebsführung im Bereich Pflanzenschutz gewinnt die Beurteilung der vorbeugenden betrieblichen Massnahmen eine grosse Bedeutung. Die alleinige Erfassung des mengenmässig reduzierten Pestizideinsatzes würde wenig über die ökologische Qualität der angewendeten Pflanzenschutz-Strategie aussagen.

Die Bedeutung eines umweltschonenden Pflanzenschutzes, der Dienstleistungen der Forschungsanstalten für die Reduktion des Pestizideinsatzes (Entwicklung nachhaltiger Produktionsformen, verbesserte Applikationstechnik, offizielle Warndienste) sowie der Arbeitsweise der Eidgenössischen Bewilligungsbehörde für Pflanzenbehandlungsmittel (Zulassung von Präparaten mit ausreichender Wirkung bei möglichst geringen negativen Nebenwirkungen) ist seitens der politischen Behörden erkannt worden, und sie dürften auch in den künftigen Arbeitsschwerpunkten der pflanzenbaulichen Forschungsanstalten ihren Niederschlag finden.

Neuentwicklungen im Instrumentarium des Pflanzenschutzes bedürfen bezüglich ihrer ökologischen Tauglichkeit der kritischen Überprüfung. So ist in einem Agro-Ökosystem-zentrierten naturnahen Pflanzenschutz zum Beispiel der Sinn einer Förderung von pestizidresistenten Antagonisten (v.a. Raubmilben) und herbizidresistenten Kulturpflanzen zu diskutieren. Der Entwicklung von krankheits- und schädlingstoleranten beziehungsweise -resistenten Sorten ist ein hoher Stellenwert einzuräumen. Die Tauglichkeit transgener Pflanzen mit eingebautem bioziden Schutz durch

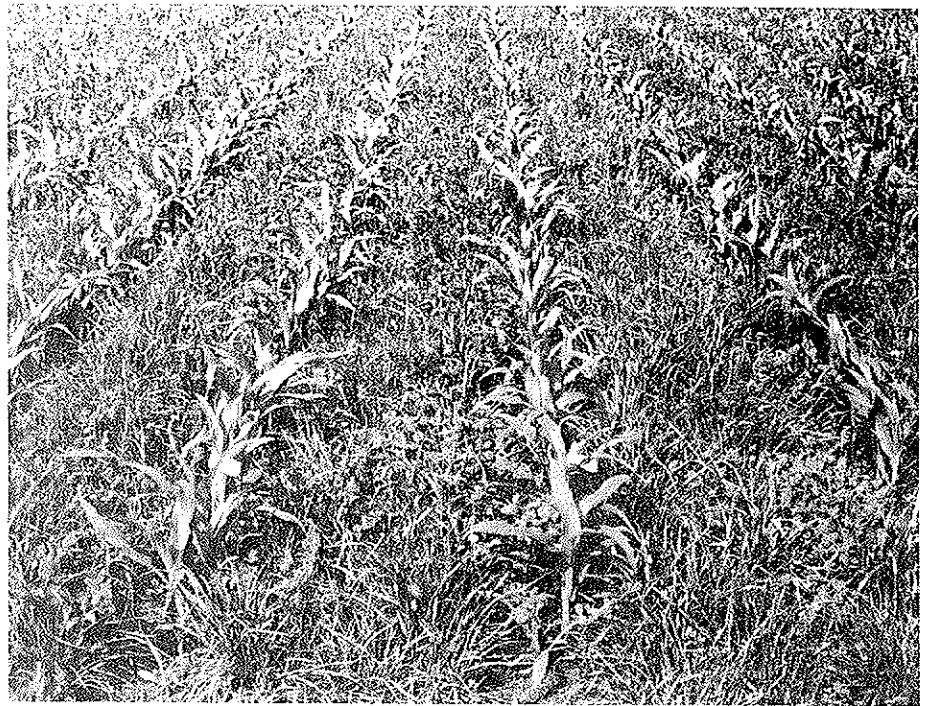


Abb. 2. Die Maiswiese schützt nicht nur vor Erosion, sie ist auch ein Lebensraum für Nützlinge.

Wirkstoffe von kommerzialisierten Pflanzenschutzmitteln (z.B. Mais mit Endotoxin von *Bacillus thuringiensis* gegen Maiszünslerbefall) ist bezüglich des Resistenzpotentials der anvisierten Schaderreger und anderer Nebenwirkungen kritisch zu hinterfragen.

LITERATUR

Boller E. und Basler P., 1987. Pflanzenschutzmassnahmen im Weinbau im Rahmen der Integrierten Produktion. *Schweiz.Z.Obst-Weinbau* 123, 61-63.

Boller E., Bigler F., Derron J.O., Forrer H.R. und Fried P.M., 1988. Allgemeiner Aufbau eines Agro-Ökosystems aus phytomedizinischer Sicht und mögliche Anwendung in der Praxis. *Schweiz. Landw. Forschung* 27, 49-53.

Börner H., 1981. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, UTB Ulmer Verlag, 406 S.

Delucchi V., 1987. La protection intégrée des cultures. In: Protection intégrée: Quo vadis?, *PARASITIS* 86, 7-22.

Diercks R., 1983. Alternativen im Landbau. Verlag Ulmer Stuttgart, 379 S.

El Titi A., Boller E.F. und Gendrier J.P. (Eds.) 1993. Integrated Production: Principles and Technical Guidelines, *Bull. OILB/SROP* 16 (1), 96 pp. (Text englisch, französisch, deutsch).

Europäische Union, 1992. Verordnung (EWG) Nr. 2078/92 vom 30. Juni 1992 für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren.

Franz J. und Krieg A., 1976. Biologische Schädlingsbekämpfung. 2. Aufl. Pareys Studentexte 12.

OILB/SROP, 1977. Vers la production agricole intégrée par la lutte intégrée. *Bull. OILB/SROP* 1977/4, 163 pp.

RÉSUMÉ

La protection des végétaux comme élément d'une production agricole respectueuse de l'environnement

La définition de la protection intégrée (FAO, OILB) permet une grande liberté d'interprétation. Des concepts modernes, se basant sur une approche holistique et sur l'agroécosystème comme élément clé permettent de clarifier la situation. Les étapes de développement de la protection phytosanitaire sont présentées. La priorité est donnée aux mesures indirectes (préventives). Les mesures directes n'interviennent qu'en second lieu.

SUMMARY

Plant protection as integral part of a sustainable agriculture

The definition of integrated plant protection (FAO, IOBC) allows a large degree of interpretation. Modern concepts using a holistic approach and the agro-ecosystems as important element have clarified the objectives. The traditional evolutionary steps of plant protection are presented and the elements of the modern concept are discussed. They consider in the first place the use of indirect (preventive) measures and only in the second place the application of direct control techniques.

KEY WORDS: integrated plant protection, concept, sustainable agriculture, agro-ecosystems