

Forschungsbeiträge zur ökologischen Intensivierung für einen nachhaltigen Schweizer Nutzpflanzenanbau

Lukas Bertschinger¹, Robert Baur¹, Christoph Carlen², Jürg Frey¹, Bernard Jeangros³, Willy Kessler⁴, Olivier Viret³ und Jean-Philippe Mayor³

¹Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 8820 Wädenswil, Schweiz

²Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 1264 Conthey, Schweiz

³Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 1260 Nyon, Schweiz

⁴Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, 8064 Zürich, Schweiz

Auskünfte: Lukas Bertschinger, E-Mail: lukas.bertschinger@agroscope.admin.ch



Versuchsbesichtigung: Die Weiterentwicklung von Klee-Gras-Mischungen für einen leistungsfähigen Futterbau und eine gesunde Fruchtfolge setzt einen engen Kontakt mit der Praxis voraus. (Foto: Andreas Lüscher, Agroscope)

Einleitung

Die Entwicklung der wirtschaftlichen und klimatischen Rahmenbedingungen und der Anforderungen der Gesellschaft sind für den Schweizer Pflanzenbau eine grosse Herausforderung. Wird sie auch zur Chance?

Bereits in der Vergangenheit hat Agroscope, das Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung und Entwicklung, die Rolle einer Pionierin bei der Entwicklung von Problemlösungen für eine wettbewerbsfähige, umweltschonende Land- und Ernährungswirtschaft wahrgenommen. Nutzpflanzensorten und Anbaumethoden wurden entwickelt und zur Verfü-

gung gestellt, die einen wirtschaftlichen Pflanzenbau bei gleichzeitiger Schonung der Umwelt ermöglichen. Das hat ganz wesentlich zum Aufbau der integrierten Produktion und zur Weiterentwicklung von Methoden des biologischen Anbaus beigetragen (siehe z. B. Baur und Gut 2000; Nemecek *et al.* 2011; Steiner 1977; Steffek *et al.* 2003; Viret 2014). Innovationen von Agroscope ermöglichen es laufend, Nutzpflanzensorten weiterzuentwickeln und Anbaumethoden und -systeme zu verbessern und sie damit neuen Herausforderungen anzupassen.

Bei den Herausforderungen an den Schweizer Pflanzenbau haben sich in den letzten Jahren die Akzente verschoben. Die Gesellschaft fordert einerseits mehr

denn je die Bereitstellung von Lebensmitteln, bei denen ein absolutes Minimum an Hilfsstoffen eingesetzt wird. Andererseits muss die Landwirtschaft insgesamt hochproduktiv sein. Durch eine stetig wachsende Bevölkerung und die kontinuierliche Urbanisierung muss die Landwirtschaft tendenziell mehr produzieren, hat aber weniger Fläche zur Verfügung. Die für Ackerkulturen genutzte Fläche nahm zwischen 1985 und 2009 um 25 % ab, bei Obst-, Reb- und Gartenbau gar um 30 %. Über 20700 ha Ackerfläche sind in diesem Zeitraum verschwunden, wobei 44 % davon neuen Siedlungen geopfert und 56 % für Spezialkulturen, Naturwiesen oder Heimweiden umgenutzt wurden (BFS 2015). Der auf den bebauten Flächen erzielte, gesamte Produktionswert blieb aber erstaunlicherweise weitgehend konstant. Nun aber steht der Pflanzenbau vor der Herausforderung, den Produktionswert entscheidend zu steigern, denn: Der Lebensmittelbedarf steigt laufend, es besteht der Anspruch, möglichst viele Lebensmittel unter Vermeidung von Verlusten in der Schweiz zu produzieren und gleichzeitig schreitet die Verknappung der Landreserven voran.

Neue Akzente

War vor 20 bis 25 Jahren noch vom Bedarf für eine ökologische Extensivierung die Rede, so besteht nun Bedarf für eine akzentuierte ökologische Intensivierung: den Produktionswert der Landwirtschaft steigern trotz weiter abnehmender Landreserven und unter Minimierung negativer Umweltwirkungen. Die Steigerung der Ökosystemleistungen der Primärproduktion muss wettbewerbsfähig, nachhaltig erfolgen. Bei den Begrifflichkeiten für die anstehenden Herausforderungen gibt es Unterschiede (Cassmann 1999; Ritter 2015; Tittone 2013), die zu Grunde liegende Faktenlage und Herausforderungen sind aber weitgehend die Gleichen.

Die Effizienz des Einsatzes der sich verknappenden Ressourcen (wie beispielsweise Anbaufläche, Nährstoffe, Wasser, ...) muss markant verbessert werden in diesem Kontext. Ein entscheidender Ansatz ist diesbezüglich, das Ertragspotenzial der Nutzpflanzen und dessen Ausnutzung zu erhöhen (Bommarco *et al.* 2012). Dabei dürfen die ökologischen Errungenschaften der vergangenen Jahre nicht gefährdet werden (Agroscope 2013).

Agroscope befasst sich im Rahmen von 24 Tätigkeitsfeldern mit dieser Thematik. Die Ökologische Intensivierung ist ein Pfeiler der Strategie 2014–2017 von Agroscope (Agroscope 2013). Dieser Artikel gibt einen Überblick über die in diesem Zusammenhang angestrebten Problemlösungen. >

Zusammenfassung ■ Agroscope will im Rahmen seines Arbeitsprogrammes 2014–17 den grossen Herausforderungen des Schweizer Nutzpflanzenbaus mit konkreten Problemlösungen begegnen. Die Wettbewerbsfähigkeit des Nutzpflanzenbaus und eine gesunde Umwelt sind das oberste Ziel. Die wegen Bevölkerungswachstum und Verknappung der Landreserven akzentuierte Ausgangslage erfordert eine ökologische Intensivierung: mehr Ertrag und Qualität pro investierte Ressourceneinheit unter Vermeidung unerwünschter Auswirkungen auf die Umwelt. Die verstärkte Orientierung an Öko-Prinzipien und Nutzung neuer Technologien sollen dabei helfen. Damit aus den immer umfassenderen und präziseren Forschungsdaten praxistaugliche Problemlösungen werden, braucht es einen starken und kontinuierlichen Wissensaustausch zwischen Praxis und Forschung und eine zunehmend ganzheitliche Arbeitsweise.

Problemlösungen für den Pflanzenanbau

Eine zunehmende Herausforderung für den Anbau von Nutzpflanzen ist – im oben geschilderten Kontext, verknüpft mit dem Klimawandel und der verstärkten Mobilität der Bevölkerung (Globalisierung) – die sich laufend ändernde Bedrohung durch Schädlinge, Krankheiten und auch neue, invasive Pflanzen. Für die nötige Intensivierung der Produktion sind natürliche Regulierungsmechanismen zu fördern und alternative, die Umwelt weniger belastende Verfahren zu entwickeln. Auch alternative Düngungsformen für Nutzpflanzen und möglichst lokal geschlossene Stoffkreisläufe sind gefragt in Anbetracht sich verknappender pflanzenverfügbarer Nährstoffe. Verluste an Nähr- und Hilfsstoffen sind zu minimieren, das Ertragspotenzial der Nutzpflanzen weiter zu steigern und die Differenz zwischen Ertragspotenzial und erzieltm Ertrag zu minimieren. Wenn die entwickelten und verfügbar gemachten Nutzpflanzensorten, Sortenmischungen und Anbaumethoden Antworten liefern auf diese Herausforderungen unter den spezifischen Schweizer Anbaubedingungen, dann leisten sie einen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit, zur Biodiversität und damit auch zur Resilienz und insgesamt zur Nachhaltigkeit des Schweizer Nutzpflanzenanbaus (Lüscher *et al.* 2014).

In der Folge werden die laufenden und beabsichtigten Arbeiten von Agroscope gruppiert in drei Bereichen dargestellt. Die drei Bereiche zeichnen sich aus durch eine Vision, die in ca. 15–20 Jahren erreichbar sein könnte. Anschliessend an die Vision werden konkretere Hauptproblemlösungen umschrieben, die bis im Jahre 2017 erreicht werden sollen.

Züchtung, Sortenprüfung, Zertifizierung und Genressourcen

Vision

Die Schweizer Landwirtschaft verfügt über Nutzpflanzensorten, Rebenklone und Futterpflanzenmischungen, die es erlauben, die Anforderungen der Märkte zu erfüllen, Erträge und Lebensmittelqualität zu steigern, Krankheitserreger zu bekämpfen, Ressourcen zu sparen und den Einsatz von Produktionsmitteln zu beschränken. Die Genressourcen der Nutzpflanzen werden charakterisiert, konserviert und verfügbar gemacht und tragen zum Erhalt und zur Weiterentwicklung der Artenvielfalt bei Pflanzen bei.

Hauptproblemlösungen

- Neue resistente Weizen- und Sojasorten, die wenig Produktionsmittel erfordern und für nachhaltige

Produktionssysteme (ÖLN, Extenso, Bio) geeignet sind, werden gezüchtet und sind ein wichtiger Bestandteil der von den Branchenorganisationen für den Schweizer Anbau empfohlenen Sorten. Ein Teil dieser Sorten wird auch im Ausland angebaut.

- Für die futterbaulich wichtigsten Arten von Klee und Gräsern werden neue Sorten gezüchtet, die die Spitzenplätze auf der Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen erobern und in der Schweiz einen Marktanteil von 50 % oder mehr erreichen. Mindestens eine Sorte pro Art wird als «biologisch gezüchtet» anerkannt.
- Die **Apfel-, Birnen- und Aprikosenzüchtung** stellt unter Verwendung modernster Methoden vor allem resistente und robuste Sorten mit bedeutender Produktions- und Marktrelevanz zur Verfügung. Diese Sorten werden durch einen Partner von Agroscope in den Markt eingeführt und eignen sich für eine konkurrenzfähige, umwelt- und ressourcenschonende Produktion von gesunden Früchten.
- Die Züchtung neuer, gegen Pilzkrankheiten resistenter **Rebsorten**, die anpassungsfähig sind und qualitativ hochstehende Weine ergeben, ermöglicht eine Diversifizierung des Schweizer Weinsortiments. Neue autochthone und traditionelle Rebenklone, die an die klimatischen Bedingungen angepasst sind und den Erwartungen des Marktes entsprechen, werden für die Schweizer Zertifizierung zugelassen.
- Die Züchtungsarbeiten mit **Medizinal- und Aromapflanzen** resultieren in homogenen Sorten mit hohem Wertschöpfungspotential für Schweizer Firmen, guten Resistenzeigenschaften und Eignung für den Anbau im Schweizer Berggebiet.
- Die Leistungen neuer **inländischer und ausländischer Sorten für den Acker- und Futterbau** werden in Versuchsnetzen unter den unterschiedlichen Bedingungen betreffend Klima und Boden in der Schweiz beurteilt. Die Untersuchungen erlauben es, die Listen der empfohlenen Sorten für den Schweizer Anbau regelmässig zu aktualisieren.
- Die **Saatgut-zertifizierung** unterstützt die Saatgutbranche bei der Marktversorgung mit gesundem, keimfähigem und sortenechtem Saatgut und sichert damit die Verfügbarkeit des genetischen Fortschritts für die Praxis und die geforderte Rückverfolgbarkeit in Labelprogrammen.
- Ein Teil der 10 000 Akzessionen (Lokalsorten, Linien, neue und alte Sorten) der **Genbank** wird jedes Jahr angebaut, um die Akzessionen zu beschreiben und die Erneuerung der pflanzengenetischen Ressourcen zu gewährleisten. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei Gemüse-, Weizen-, Gerste- und Dinkel-Sorten.

- Dank der Anwendung moderner biotechnologischer Methoden (z. B. *In-vitro*-Kulturen) kann bei der **Erhaltung und Verbesserung der pflanzengenetischen Ressourcen von Kartoffeln und Beeren** gesundes und zertifiziertes Vermehrungsmaterial bereitgestellt werden.

Ressourceneffiziente Anbaumethoden und resiliente Anbausysteme

Vision

Dem Schweizer Pflanzenbau stehen Anbaumethoden zur Verfügung, die eine immer effizientere Nutzung der sich verknappenden Ressourcen (Boden, Dünger, Wasser, Energie, Arbeit, Kapital, ...) ermöglichen. Die Produktionskosten können mit neuen Anbausystemen gesenkt werden, um die Konkurrenzfähigkeit des Schweizer Nutzpflanzenanbaus zu verbessern. Innovative Anbaumethoden fördern die Biodiversität und verstärken die Resilienz der Anbausysteme und unterstützen eine langfristige Ernährungssicherheit, ohne dabei die ökologischen und sozialen Errungenschaften der bisherigen Entwicklung der Land- und Ernährungswirtschaft zu gefährden.

Hauptproblemlösungen

- Es stehen **Gras-Klee-Mischungen** höchster Qualität zur Verfügung, die bestes Futter liefern und durch die gezielte Nutzung der funktionellen Biodiversität, insbesondere der symbiotischen Stickstoff-Fixierung, sich durch höchste Ressourceneffizienz auszeichnen und einen hohen Fruchtfolgewert haben.
- Für die **Ackerkulturen** werden neue Anbaumethoden entwickelt, welche den Grundsätzen der konservierenden Landwirtschaft entsprechen und Probleme des Stickstoffmangels und der chemischen Unkrautbekämpfung vermeiden.
- Die wissenschaftlichen Grundlagen für eine erhöhte Effizienz des Einsatzes von **Pflanzennährstoffen** im Schweizer Nutzpflanzenanbau werden ergänzt.
- Es wird ein Index für die **Phosphatversorgung** entwickelt, welcher die Eigenheiten einer Kultur und des Bodentypes berücksichtigt, und es werden neue, erneuerbare Phosphor-Quellen evaluiert.
- Der Proteingehalt von **Brotgetreide** wird gezielt bewirtschaftet ohne verstärkte Stickstoffdüngung, basierend auf einer Kartierung der limitierenden Faktoren, einer verbesserten Kenntnis der Anpassungsfähigkeit der Sorten an diese Faktoren und die Zuhilfenahme von Methoden der Fernerkundung (via Warnsystem).
- Innovative Kulturführungsmassnahmen im **Obstbau**, wie beispielsweise praxistaugliche, wirtschaftliche Methoden der nicht-chemischen Fruchtausdünnung unterstützen die Qualitätsproduktion.

- Empfehlungen zu Bewässerungsstrategien und Wasserverteilsystemen ermöglichen eine Optimierung von Ertrag, Qualität und Wasserverbrauch im **Obstbau und Weinbau**. Empfehlungen zu Trockenheitsindikatoren auf der Grundlage von neuen Messmethoden und entsprechender Datenübertragung (ICT) ermöglichen, die Bewässerung ressourcenschonend zu steuern.
- Ertragsausfälle durch bodenbürtige Krankheiten im **Freilandgemüsebau**, verursacht durch Chalara und Kohlhernie, sowie im **Gewächshausgemüsebau und Beerenbau**, können auf der Grundlage von kulturtechnischen und präventiven Empfehlungen von Agroscope vermindert werden.
- Den verschiedenen Schweizer Branchen werden neue nachhaltige und qualitätsfördernde Produktionsprozesse und Verarbeitungsprozesse nach der Ernte vorgeschlagen, insbesondere für **Beeren und Medizinalpflanzen**.
- Für **Gewächshauskulturen und Beeren** werden neue Produktionsstrategien entwickelt, die eine Reduktion des Wasserverbrauches und des Hilfsstoffeinsatzes sowie eine Verbesserung der Lichteffizienz ermöglichen.
- Methoden zur Verbesserung der **Energieeffizienz von Gewächshäusern** (thermodynamische Luftentfeuchtung, Temperaturintegration, Schirmführung) werden in der Praxis eingeführt und angewendet.

Pflanzenschutz

Vision

Der Pflanzenschutz sichert in allen Kulturen des Pflanzenbaus Quantität und Qualität der Erträge als Voraussetzung für eine wirtschaftlich rentable Produktion. Der Pflanzenschutz der Zukunft basiert auf den neusten Erkenntnissen und Forschungsmethoden in den Bereichen Diagnostik, Biologie und Epidemiologie der Schadorganismen. Praktikable und moderne Methoden stehen zur Verfügung für die Prävention, die Prognose und das Monitoring von Schadorganismen, die Nutzung natürlicher Regulationsmechanismen für nicht-chemische Pflanzenschutzmassnahmen und auch für eine verbesserte Applikation der Pflanzenschutzmittel. Neuartige Methoden stehen für die Produktion von gesundem, qualitativ hochstehendem Saat- und Pflanzgut mit Mehrwert für die nachhaltige Qualitätsproduktion zur Verfügung.

Hauptproblemlösungen

- Informationen und Methoden auf der Grundlage von Untersuchungen von Wirt-Pathogen-Beziehungen im **Acker- und Weinbau**, der Erforschung natürlicher Wirkstoffe, der Beobachtung der epidemiologischen



Abb. 1 | Die ökologische Intensivierung muss sich auf nachhaltige Pflanzenschutzmethoden abstützen können mit einem rationalen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, wenn keine anderen wirksamen und machbaren Massnahmen zur Verfügung stehen. Bild: Kirschesigfliege (*Drosophila suzukii*). (Foto: Stefan Kuske, Agroscope)

Entwicklung von Pathogenen und Vorhersage von Infektionsrisiken ermöglichen einen gezielten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Die Diagnostik zum Nachweis von Pathogenen und die Unterstützung der Produktion von Basismaterial für die Zertifizierung sind die Grundlage für eine nachhaltige Landwirtschaft.

- Die Bekämpfung von Schädlingen im **Ackerbau und Weinbau** basiert auf Informationen und Methoden zur Beurteilung des Befallsrisikos und der Schädlichkeit neuer Schädlinge und der Aktualisierung von Schadschwellen.
- Die Bekämpfung von **Unkräutern**, invasiven Pflanzen und Neophyten im Ackerbau basiert auf Strategien, die Gründünger und ihre allelopathischen Eigenschaften einbeziehen, im Hinblick auf die Minimierung oder gar Vermeidung des Herbizideinsatzes in der Landwirtschaft.
- Die nationale Überwachung der **Herbizidresistenz von Unkräutern** trägt zur Erarbeitung von Empfehlungen für das Unkrautmanagement bei.
- Zur Bekämpfung des Erdmandelgrases im **Ackerbau und Gemüsebau** können gesamtbetrieblich umsetzbare Strategien empfohlen werden, welche chemische und nicht-chemische Massnahmen optimal kombinieren.
- Alternative Beiz- oder Aufbereitungsverfahren der Samen von Acker- und Gemüsekulturen werden geprüft und empfohlen, um den Ersatz der chemisch synthetischen Saatgutbeizung als Standardmassnahme zu ermöglichen.
- Der Beratung und Branche stehen für **alle Hauptkulturen** Informationen über das Auftreten und Entwicklung von wichtigen Schädlingen und Krankheiten zur Verfügung, um zeitgerecht praxistaugliche Pflanzenschutzmassnahmen anwenden zu können.
- Für den im **Obst-, Beeren- und Rebbau** auftretenden Schlüsselschädling *Drosophila suzukii* (Abb.1) stehen Pflanzenschutzstrategien zur Verfügung, welche basierend auf den neusten Erkenntnissen präventive Massnahmen mit nicht-chemischen Massnahmen und einem gezielten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln gemäss Monitoring und Prognose kombinieren.
- Im **Obstbau** können Massnahmen zur Minimierung des Umweltrisikos und zum gezielten Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln in Kombination mit alternativen Kulturpflagemassnahmen so eingesetzt werden, dass ein wirtschaftlicher und effektiver Pflanzenschutz sichergestellt ist.
- Zur Bekämpfung von Feuerbrand im **Kernobstanbau** existieren geprüfte, auf chemischen und biologischen



Abb. 2 | Charakterisierung der ökologischen Intensivierung für den Schweizer Pflanzenbau, Agroscope Arbeitsprogramm 2014–17.

Wirkstoffen basierende Strategien, welche insbesondere in Kombination mit dem Anbau von robusten Sorten einen Anbau ohne den Einsatz von Antibiotika erlauben.

- Für die Vielfalt der **Freilandgemüseulturen** existieren für die wichtigsten Schädlinge, Krankheiten und Problemgräser und -kräuter Strategien für einen umweltschonenden, auf Qualität und Ertragssicherheit ausgerichteten chemischen Pflanzenschutz.
- Für den **Pflanzenschutz auf der Südseite der Alpen** wird eine Strategie zur Bekämpfung der Goldgelben Vergilbung der Rebe erarbeitet. Schädlinge, die aufgrund der besonderen geografischen Situation dieser Region wiederholt oder neu auftreten, werden überwacht. Es wird ein auf die Blattflächen angepasstes Dosierungssystem für die reduzierte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gemüsebau in Gewächshäusern entwickelt, und die Dynamik der Populationen des Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera*) wird überwacht.
- Für **Nematoden** in allen Kulturen existieren zuverlässige Diagnosemethoden und Empfehlungen zu präventiven Massnahmen. Diese tragen bei zur Bereitstellung von zertifiziertem Pflanzgut bei Kartoffel und der Qualitätsproduktion anderer Nutzpflanzenkulturen.
- Nutzpflanzenkrankheiten, die durch **Viren, Phytoplasmen und Bakterien** verursacht werden, können mit molekularbiologischen und serologischen Methoden nachgewiesen werden. Mit epidemiologischen Studien und der Überwachung von Quarantänekrankheiten wird die Verbreitung von phytopathologischen Problemen vermieden, die sonst unlösbar werden. Die früher für die Zertifizierung von Kartoffelpflanzen verwendete ELISA-Methode wird durch eine neue bessere Methode zum Nachweis von Viren ersetzt.
- Durch die Erhaltung der pflanzengenetischen Ressourcen von **Kartoffeln und Beeren** und deren Befreiung von Krankheitserregern wird gesundes, auf der Grundlage moderner biotechnologischer Methoden (z. B. *In-vitro*-Kultivierung) zertifiziertes Vermehrungsmaterial zur Verfügung gestellt und damit der «Nationale Aktionsplan zur Erhaltung der pflanzengenetischen Ressourcen» unterstützt.
- Durch die **Expertisen** im Rahmen des **Zulassungsverfahrens** zur Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln, zu deren Umweltverhalten und zur Rückstandsbildung auf Erntegütern kann das Risiko für Mensch und Umwelt reduziert werden.
- Expertenwissen betreffend **Applikationstechnik** von Pflanzenschutzmitteln steht der Beratung und den

Behörden zur Verfügung. Sie ermöglicht eine signifikante Verminderung der Abdrift von Pflanzenschutzmitteln, womit Nicht-Zielorganismen weitestgehend geschont, der Aufbau von Resistenzen vermieden und Rückstände minimiert werden.

- Die Entwicklung der **Agrarumweltindikatoren** «Verbrauch Pflanzenschutzmittel» und «Risiko für aquatische Organismen» zeigt auf, in welche Richtung sich der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft bewegt und wo Forschungsbedarf besteht zur Minimierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln.

Schlussfolgerungen

Agroscope erarbeitet im Rahmen von 24 Tätigkeitsfeldern (Arbeitsprogrammes 2014–2017) konkrete Problemlösungen für die Herausforderung der ökologischen Intensivierung des Schweizer Nutzpflanzenanbaus, die fünf Zielbereichen zugeordnet werden können (Abb. 2). Die einzelnen Projekte erforschen und entwickeln **Problemlösungen** für die landwirtschaftliche Praxis, bearbeiten aber auch Fragen und Aufgaben für die Politikberatung und Vollzugsaufgaben.

Die Fragestellungen, welche die Praxis an Agroscope heranträgt, sind so herausfordernd und komplex wie die betrieblichen Realitäten, in denen die Land- und Ernährungswirtschaft steht. Aus übergeordneter Sicht betrachtet, ist die Hauptherausforderung aber einfach: **mehr**

mit weniger – oder etwas ausführlicher gesagt: Nutzpflanzensorten, Anbau- und Pflanzenschutzmethoden müssen insgesamt noch mehr qualitativ hochstehende Nahrungsmittel ermöglichen bei geringerem Aufwand und geringeren Verlusten, unter verstärkter Berücksichtigung von natürlichen Regulationsmechanismen und grösster Schonung der Umwelt.

Oft sind Praktiker und Forscher bei der Arbeit mit diesen Realitäten starken Widersprüchen ausgesetzt, beispielsweise zwischen Produktions- und Umweltzielen. Sie zu lösen ist dann die grösste, kreative Herausforderung. Die Forschung muss diese Arbeit vorantreiben. Wenn es gelingt, diese **Widersprüche zu durchbrechen**, entstehen Chancen für den Schweizer Nutzpflanzenanbau.

Es braucht eine starke Intensivierung des Wissens pro Flächeneinheit (Buckwell *et al.* 2014) und einen **starken und kontinuierlichen Wissensaustausch zwischen Praxis und Forschung**, um die geschilderten Herausforderungen bewältigen zu können. Um das von immer rascheren und präziseren Messmethoden bereitgestellte, immer umfassendere Detailwissen nutzen zu können, muss auch der Forschungsansatz in zunehmendem Masse eine **gesamtheitliche Sicht** ermöglichen. ■

Riassunto

Contributi della ricerca di Agroscope verso l'intensificazione ecologica per una produzione vegetale svizzera sostenibile

Nell'ambito del suo programma d'attività 2014–17, Agroscope intende affrontare con soluzioni concrete le grandi sfide della produzione vegetale svizzera. La concorrenzialità produttiva e un ambiente sano sono gli obiettivi primari. La crescita demografica e la scarsità di superfici agricole di riserva esigono un'intensificazione ecologica, vale a dire un aumento della resa e della qualità per unità di risorse investita evitando nel contempo effetti indesiderati sull'ambiente. Un incremento dell'orientamento verso i principi ecologici e l'uso di nuove tecnologie devono contribuire al raggiungimento di questi obiettivi. Un intenso e continuo scambio di conoscenze tra pratica e ricerca e un approccio orientato verso una metodologia di lavoro più globale rappresentano una necessità affinché si possa proporre alla pratica soluzioni applicabili derivanti da dati di ricerca sempre più completi e precisi.

Literatur

- Agroscope. 2013. Strategische Planung 2014–2017. Agroscope, Schwarzenburgstrasse 161, Liebefeld, 3003 Bern, 26 p.
- Baur R. & Gut D., 2000. Begrünungspflege und Biodiversität im Deutschschweizer Rebbau. *Agrarforschung* 7 (9), I-VIII.
- Bundesamt für Statistik, 2015. Die Bodennutzung in der Schweiz. Auswertungen und Analysen. Bearbeitet von David Altwegg und Sektion Geoinformation. ISBN 978-3-303-02125-5. 60 p.
- Bommarco R., Kleijn D. & Potts S. G., 2012. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* 28 (4), 230–238.
- Cassmann K.G., 1999. Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proc. Natl. Sci. U.S.A.* 96, 5952–5959.
- Buckwell A., Uhre A. N., Williams A., Polakova J., Blum W. E.H., Schoeger J., Lait G. J., Heissenhuber A., Schiessl P., Krämer C. & Haber W., 2014. The sustainable intensification of European Agriculture. A review sponsored by the RISE foundation. Center for European Policy Studies (CEPS). 96 p. Zugang: http://www.risefoundation.eu/images/pdf/si%202014_%20full%20report.pdf
- Lüscher A., Mueller-Harvey I., Soussana J.F., Rees R.M. & Peyraud J.L., 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science* 69, 206–228.

Summary

Contributions of Agroscope's research to ecological intensification for sustainable crop production in Switzerland

Agroscope's working programme 2014–17 aims at providing specific solutions for key challenges of Swiss crop production. The competitiveness of crop production and a healthy environment are overarching objectives. The critical context exacerbated by population growth and scarcity of land reserves requires ecological intensification: increasing yields and food quality per invested resource unit while avoiding undesirable side effects on the environment. This effort shall be supported by a strengthened guidance by ecological principles and the use of new technologies. An intensive and continuous knowledge exchange between practitioners and research representatives is needed in order to facilitate that feasible problem solutions evolve based on increasingly comprehensive and precise research data.

Key words: ecological intensification, research strategy, sustainability, breeding, variety testing, certification, genetic resources, resource efficiency, crop production, resilience, crop protection, problem solutions.

- Nemecek T., Dubois D., Huguenin-Elie O. & Gaillard G., 2011. Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Agricultural Systems* 104/3, 217–232.
- Ritter M., 2015. Nachhaltige Intensivierung: Chance für die Schweizer Landwirtschaft? Referat anlässlich der 82. Delegiertenversammlung der Schweizer Gemüseproduzenten, 24. Mai 2015, Arbon.
- Steffek R., Bylemans D., Nikolova G., Carlen C., Faby R., Daugaard H., Tirado L., Pommier J. J., Tuovinen T., Nyerges K., Manici L., Macnaeidhe F., Trandum N., Wander J., Evenhuis B., Labanowska B., Bielenin A., Svensson B., Fitzgerald J., & Blumel S., 2003. Status of integrated strawberry production practices within Europe in relation to IOBC standards. *Pflanzenschutzberichte* 61 (1), 29–39.
- Steiner H. 1977. Vers la production agricole intégrée par la lutte intégrée. *Bull. OILB/SROP* 1977/4, 153 pp.
- Tittonell Pablo. 2014. Ecological intensification of agriculture – sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2014, 8, 53–61.
- Viret O., 2014. Integrated grape production in Switzerland and its ecological impact in reducing pesticide use. *Integrated protection and production in Viticulture IOBC-WPRS Bulletin* Vol. 105, 1–9.