

Die nationale Genbank von Agroscope ACW gestern, heute und morgen

Geert Kleijer, Arnold Schori und Beate Schierscher

Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon 1

Auskünfte: Beate Schierscher, E-Mail: beate.schierscher-viret@acw.admin.ch, Tel. +41 22 363 47 26



Geert Kleijer hält das Herbar der Genbank, welches 11 705 Referenz-Ähren enthält, auf dem neuesten Stand.
(Foto: ACW)

Geschichtliches

Die Arbeiten zur Erhaltung der genetischen Ressourcen haben in der Schweiz um 1900 begonnen. In jener Epoche haben die Forscher der Eidgenössischen Anstalt für landwirtschaftliche Versuche von Mont Calme (Lausanne) lokale Sorten von Weizen und Gerste gesammelt. Aus diesen lokalen Populationen haben sie Sorten mit besseren Leistungen ausgewählt. Alle diese Sorten wurden in der Genbank aufbewahrt. Die älteste, noch verfügbare Weizensorte in dieser Sammlung datiert von 1900. Es handelt sich um die Sorte Rouge de Gruyère, welche in einem Feld in Morlon, nahe bei Bulle (Martinet 1931) gefunden worden war. Eine andere Sorte, la Nonette de Lausanne, ist im Jahre 1880 im Buch «Les meilleurs blés» (Die besten Weizen) (Vilmorin-Andrieux) beschrieben worden. Dieser begrante Weizen (*Triticum*

turgidum L. subsp. *turgidum*), auch Kamut genannt, wurde damals verbreitet in Europa angebaut und ist bis heute noch verfügbar.

Ursprünglich war die Genbank stark mit Züchtungsprogrammen verbunden. Wichtige Sammlungen lokaler Sorten sind bis in die 1950er-Jahre von der Forschungsstation Reckenholz (heute Agroscope Reckenholz-Tänikon ART) durchgeführt worden, wobei es vorwiegend um Weizen, Dinkel, Gerste und Mais ging. Bei Weizen und Gerste lag der Schwerpunkt auf Sorten schweizerischen Ursprungs, während bei Dinkel auch Sorten aus Deutschland, Belgien, Luxemburg und Spanien in die Sammlungen Einzug hielten. Diese Arbeiten wurden so gut durchgeführt, dass die nationale Genbank von ACW heute zweifellos die weltweit grösste Sammlung mit mehr als 2100 Sorten von Dinkel umfasst (Tab. 1). Diese Sorten, welche anfänglich in Reckenholz aufbewahrt

wurden, sind zu Beginn der 1990er-Jahre in Changins neu zusammengestellt worden.

Die Weizensammlung ist weiterhin mit dem Züchtungsprogramm verbunden, und sie wurde durch zusätzliche Sorten aus Europa und aus anderen Regionen vergrössert. Sie enthält auch ausgewählte Zuchtlinien. Gegenwärtig umfasst diese Sammlung 5141 Weizensorten (Tab. 1) und wird weiter durch interessante Sorten für das Züchtungsprogramm ergänzt.

Die Sammlung von Gemüsesorten datiert von Anfang 1980. Von diesem Jahr an wurden die alten und traditionellen Sorten mehrerer Arten in beträchtlichem Masse durch Hybridsorten ersetzt. Es wurden Sammlungen organisiert, um schweizerische Sorten und solche, die seit langem in der Schweiz kultiviert wurden, zu retten. Gegenwärtig umfasst diese Sammlung 430 Sorten, welche zu 45 verschiedenen Arten gehören.

Im Rahmen des nationalen Aktionsplans zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (NAP) finanziert das Bundesamt für Landwirtschaft BLW seit 1999 Projekte zur Inventarisierung, Erhaltung, Charakterisierung und Evaluierung von Sorten, welche als ausreichend wertvoll eingestuft werden, um in der

Zusammenfassung

Die Genbank von Agroscope ist mehr als hundert Jahre alt. Die seit 1900 gesammelten Sorten werden weiterhin erhalten und stehen zur Verfügung. Die heutigen Konservierungstechniken erlauben die langfristige Aufbewahrung einer bedeutenden Anzahl von Pflanzenarten. Für jene Arten, die als Saatgut aufbewahrt werden, ist eine sichere Aufbewahrung unabdingbar. Diese befindet sich in Norwegen in der Weltgenbank von Svalbard (Svalbard Global Seed Vault). Die Sorten jener Arten, welche vegetativ erhalten werden, müssen in mehreren Exemplaren und an diversen Standorten angebaut werden. Seit 1999 besteht ein nationaler Aktionsplan zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (NAP-PGREL). Dieser ermöglicht einerseits die Erhaltung des genetischen Materials und andererseits erlaubt er, die erhaltenen Sorten zu charakterisieren und agronomisch zu beschreiben. Die gesammelten Daten werden in Form einer Datenbank öffentlich zugänglich gemacht. Es sind verschiedene Wege vorgesehen, um die Bewirtschaftung der Genbanken zu verbessern.

Tab. 1 | Genetisches Material, das in der nationalen Genbank aufbewahrt wird

Art	Sorten durch ACW erhalten	Andere Sorten, die in der Schweiz erhalten werden
Beeren	125	378
Obstbäume		4793
Reben	383	336
Kartoffeln	96	6
Weizen	5141	
Triticale	846	
Dinkel	2198	
Gerste	795	
Roggen	62	
Mais	406	
Soja	36	
Gemüsepflanzen	430	
Futterpflanzen	98	
Medizinalpflanzen	143	
Total	10759	5513
Gesamtzahl der in der Schweiz aufbewahrten Sorten		16272

Schweiz in einer Sammlung aufbewahrt zu werden. Alle erhaltenen Sorten oder solche, die im Rahmen des NAPs studiert wurden, bilden einen integralen Teil der nationalen Genbank. Die Sammlungen von Obstbäumen in Obstanlagen oder die Sammlungen von Reben und Beeren in Freilandanlagen, welche von privaten Organisationen gepflegt werden, sind ebenfalls Teil der nationalen Genbank. Eine Gesamtübersicht der genetischen Ressourcen der Schweiz wurde von Kleijer und Kohler (1995) und von Schierscher und Kleijer (2007) zusammengestellt.

Das Umfeld

Nach der Annahme der Konvention über die biologische Diversität (CBD) im Jahre 1991 sowie des Internationalen Abkommens über pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (IT)¹ aus dem Jahre 2001 wurden internationale und juristisch bindende Instrumente geschaffen. Die Schweiz hat beide der oben erwähnten Abkommen unterzeichnet. Diese Instrumente

¹International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.



Abb. 1 | Rouge de Gruyère.

regeln nicht nur den Zugang zu den genetischen Ressourcen und deren Vorteilsausgleich, sondern unterstreichen auch die Souveränität der Staaten in Bezug auf ihre genetischen Ressourcen und die Notwendigkeit, diese zu bewahren. Die Mehrheit der Genbanken ist glücklicherweise nicht erst mit dem Inkrafttreten von CBD und IT aktiv geworden, was das Verschwinden vieler lokaler und alter Sorten verhindert hat.

Mit dem Parlamentsbeschluss zur Ratifizierung des Abkommens IT hat die Genbank von Agroscope in Changins im Jahre 2004 den Status einer nationalen Genbank erhalten. In diesem Dokument wird sie erstmals als nationale Genbank bezeichnet.

Das oberste Ziel der nationalen Genbank besteht darin, das nationale pflanzengenetische Erbe zu erhalten. Damit wird ein genetisches Reservoir von grossem Wert für die Zukunft lebendig und nutzbar erhalten. Dieses genetische Reservoir sollte das rasche Testen einer grossen Zahl von Sorten erlauben, falls wir mit neuen Pflanzenkrankheiten, mit einer neuen Rasse einer bekannten Krankheit, oder mit klimatischen Unwägbarkeiten konfrontiert würden.

Das aufbewahrte genetische Material

Die Zahl der gesammelten Akzessionen (Samenmuster) in der nationalen Genbank ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Während dem die als Samen erhaltenen Arten physisch in Changins erhalten werden, werden die vegetativ vermehrten Arten wie Obstbäume, Reben

und Beeren hauptsächlich von privaten Organisationen an verschiedenen Orten in der Schweiz sichergestellt. Agroscope ACW besitzt überdies eine bedeutsame Rebensammlung in Pully, eine Beerensortensammlung in Conthey und eine *In-vitro*-Sammlung von Kartoffelsorten und Beeren in Changins. Das von privaten Organisationen betreute genetische Material besteht hauptsächlich aus schweizerischen Sorten oder solchen mit einem bestimmten Bezug zu unserem Land. Einige Organisationen betreuen auch Duplikate von Getreide- und Gemüsesorten. Die Weizensammlung umfasst, wie bereits früher erwähnt, ausländische Sorten und Zuchtlinien. Dieses Material hat nicht das Potenzial zur Züchtung neuer Sorten, aber es enthält interessante Eigenschaften. Die Weizensammlung enthält zu 42% Sorten schweizerischen Ursprungs sowie alte oder lokale Zuchtlinien.

Für die Arten mit Samenvermehrung wird ein Teil der Körner in der Basissammlung langfristig bei $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ aufbewahrt, ein anderer Teil wird für laufende Arbeiten in der Aktivsammlung bei $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ gelagert. Die erste Art der Aufbewahrung wird nur im Fall einer Regeneration der Sorte verwendet, während das gekühlte, aber nicht tiefgefrorene Saatgut bei Anfragen zur Verfügung gestellt wird.

Von allen Akzessionen von Weizen, Dinkel, Gerste, Roggen und Triticale werden zusätzlich typische Ähren aufbewahrt (Tab. 2). Jeweils zwei Ähren werden bei der ersten Vermehrung entnommen. (Abb. 1 und 2). Dies erlaubt im Zweifelsfalle die Identität der Herkunft bei weiteren Vermehrungsschritten zu überprüfen.

Von jeder Sorte wird ein Muster als Duplikat nach Svalbard Global Seed Vault (Spitzbergen, Norwegen) zur sicheren Aufbewahrung geschickt. Gegenwärtig sind dort 9500 Sorten eingelagert.

Die Herausforderungen der Langzeiterhaltung

Für die langfristige Erhaltung sind zwei Elemente wichtig: es muss genügend Saatgut erzeugt werden und dieses muss von hoher Keimfähigkeit sein. Sobald die Menge oder die Qualität abnimmt wird eine neue Ver-

Tab. 2 | Ähren – Herbar

Weizen	5141
Triticale	856
Dinkel	2198
Gerste	795
Roggen	62
Total	11 705



Abb. 2 | Nonette de Lausanne.

mehrung organisiert. Für die Mehrheit der Arten muss eine Keimfähigkeit von über 80 % eingehalten werden. Die Vermehrung geschieht im Feld. Die Getreide werden maschinell gesät, und jede Weizenparzelle ist durch eine Pufferparzelle mit Triticale von der nächsten getrennt, was zur Verhinderung von Saatgutvermischungen bei der Saat dient. In einem Reinigungsschritt werden sortenuntypische Pflanzen entfernt, wodurch die Identität der Sorte bewahrt wird (Kleijer 1986). Um eine gute Saatgutqualität sicher zu stellen, wird nötigenfalls eine Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln durchgeführt. Die Ernte wird beim Erreichen der Körnerreife von Hand vorgenommen. Bei den fremdbestäubenden Arten, wie bei vielen Gemüsen, bei Roggen oder Mais, muss zwischen den Parzellen eine räumliche Trennung von 200 bis 300 Meter eingehalten werden. Oder es wird eine zeitliche Trennung eingehalten, in dem die Vermehrung nur für eine Sorte pro Art im selben Jahr vorgenommen wird. Für die Vermehrung wird ein Minimum von 40 Pflanzen verwendet, damit die genetische Variabilität einer Sorte erhalten bleibt.

Vor der langfristigen Einlagerung werden die Saatkörner bei 23 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von

10 % während zwei bis drei Wochen in einem Spezialschrank getrocknet. Nach der Trocknung pendeln sich die Getreide bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 5 bis 6 % ein. Gewisse Arten wie Bohnen können nicht bis zu einem so tiefen Feuchtigkeitsgehalt getrocknet werden, da sonst die Körner sehr brüchig werden. Die Samen dieser Arten werden auf einen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 7,5 % eingestellt. Die Körner werden anschliessend in plastifizierten Aluminiumbeuteln hermetisch verschlossen, bevor sie tiefgefroren werden. Es werden drei oder vier Beutel pro Sorte aufbewahrt. Restposten werden für eine mittelfristige Lagerung in Papiertüten abgefüllt. Für Getreide werden etwa 200 Gramm Körner für die langfristige und weitere 200 Gramm Körner für die mittelfristige Aufbewahrung eingelagert. Bei den Gemüsesorten variiert die Saatgutmenge beträchtlich in Abhängigkeit von der Art und der Grösse der Körner. Für die selbstbestäubenden Arten wird ein Minimum von 2000 Körnern eingelagert während es für die fremdbestäubenden Arten 5000 Körner sind.

Die Benutzer der Genbank

Die phylogenetischen Ressourcen müssen bewahrt werden zur Sicherstellung der Ernährungsbasis. All die eingelagerten Sorten können im Bedarfsfall wieder verwendet werden. Um sie richtig auswählen zu können, muss man ihre Eigenschaften gut kennen und beschreiben. Die Charakterisierung und die agronomische Bewertung sind wesentlich für die gezielte Verwendung dieser Ressourcen, und sie stellen einen wichtigen Mehrwert dieses Materials dar. Während der Vermehrung der Getreidesorten werden die gemachten Beobachtungen in die Datenbank eingebracht, welche alle verfügbaren Informationen enthält (www.bdn.ch). Im Rahmen von NAP werden mehrere Projekte abgewickelt, dies in Zusammenarbeit mit privaten Organisationen, um Gemüsesorten und Getreidesorten zu bewerten.

Der Zugang zu den Sorten der nationalen Genbank ist frei. Die Sorten werden in Übereinstimmung mit dem Internationalen Abkommen über die pflanzengenetischen Ressourcen für die Ernährung und die Landwirtschaft zur Verfügung gestellt. Dieses Vertragswerk regelt die Übergabe von Standardmaterial. Das Vertragswerk umschreibt die Verpflichtungen der Lieferanten von genetischem Material sowie jene der Empfänger. Die Gründe für Gesuche sind sehr unterschiedlich. Es kann sich bei den Anfragen um solche botanischer Gärten handeln, es kommen aber auch Anfragen von Schaugärten und landwirtschaftlichen Schulen vor. Andere Gesuchsteller möchten eine Sorte erneut an ihrem Ursprungsort einführen, um deren historischen oder kulturellen Bezug zu betonen. Einige alte Gemüsesorten

aus der nationalen Genbank werden auf dem Markt von Produzenten biologischer Samen erneut eingeführt und sind für private Gärten bestimmt. Private Züchter sind regelmässig interessiert, die genetische Basis ihrer Zuchtprogramme auszudehnen und fragen mehrere Sorten nach, um sie unter ihren klimatischen Bedingungen zu prüfen und behalten nur die für sie geeignetsten. Es kann sich dabei um krankheitsresistente Sorten handeln oder um solche mit Kälteresistenz wie etwa lokale Maissorten aus dem Rheintal, zum Beispiel der Ribelmals (Peter *et al.* 2006). Die Resistenz gegen Schneefäule bei einer Weizensorte aus dem Münstertal (Kleijer 1988) ist übrigens von japanischen Forschern studiert und verwendet worden.

Die Universität von Minnesota in den Vereinigten Staaten hat lokale Gerstensorten aus der Schweiz getestet und dabei interessante Resistenzen gegen Schwarzrost gefunden, eine Krankheit mit hohem Zerstörungspotenzial in dieser Gegend. In Changins wurden im Rahmen des Projektes NAP durch Agroscope verschiedene Resistenztypen gegen die Ährenfusariose in Dinkel gefunden. Es wurden Kreuzungen mit Weizen durchgeführt, um diese Resistenz zu übertragen. Weitere Anwendungsbeispiele sind in der Publikation von Kleijer *et al.* (1990) enthalten.

Die Zukunft der Genbank

Bis in die 1970er-Jahre wurden die Weizensorten jedes Jahr vermehrt. Dies war möglich weil die Anzahl Sorten in der Genbank noch beschränkt war. Bei 12 000 Sorten ist eine jährliche Vermehrung nicht mehr vorstellbar. Glücklicherweise erlauben verbesserte Lagerhaltungstechniken Sorten während 50 oder mehr Jahren aufzubewahren. Dies erlaubt einerseits, die Sorten in der Genbank gut zu verwalten, und andererseits, der Charakterisierung und Evaluierung noch mehr Aufmerksamkeit zukommen zu lassen. Eine nicht jährliche Vermehrung bietet auch den Vorteil, die Risiken zufälliger Kreuzungen zwischen eingelagerten Sorten sowie Fehler bei der Saat und der Ernte zu minimieren. Die genetische Variabilität in einer Genbank ist sehr breit aufgrund der Anzahl eingelagerter Sorten, aber gewisse Sorten, die aus derselben Region oder derselben Kreuzung entstammen, können genetisch recht nahe beieinander liegen. Eine Technik, welche auf morphologischen, agronomischen und molekularen Analysen beruht, erlaubt es, die genetische Variabilität einer Sammlung zu messen. Zudem lässt sich damit eine Kernsammlung erzeugen, welche 10% der Akzessionen vertritt, und zugleich 95 % der gesamten genetischen Variabilität umfasst. Wenn man Nachforschungen zum Auffinden einer spezifischen Eigenschaft in einer Sammlung anstellen will, ist es dabei möglich in einem ersten Schritt nur die Kernsammlung

zu berücksichtigen. Nur wenn dies nicht zum Erfolg führt, muss die Suche auf die Gesamtheit der verfügbaren Akzessionen ausgedehnt werden. Eine Kernsammlung für lokale schweizerische Maissorten ist an der ETH Zürich ins Leben gerufen worden (Eschholz 2008).

Der NAP erlaubt nicht nur die Erhaltung der für die Schweiz wichtigen genetischen Ressourcen sicher zu stellen, sondern auch, um morphologische und agronomische Evaluierungen durchzuführen, welche einer besseren Charakterisierung der Sorten dienen. Dank dem NAP ist zwischen öffentlichen und privaten Organisationen eine gute Zusammenarbeit zustande gekommen, was einer nachhaltigen Erhaltung und Nutzung der genetischen Ressourcen der Schweiz zugute kommt. Es ist wichtig, dass der NAP seine Arbeiten weiterführen kann, so dass Synergien zwischen öffentlichen und privaten Organisationen sichergestellt werden. Dies wird ermöglicht dank der Unterstützung der schweizerischen Kommission für die Erhaltung von Kulturpflanzen. Diese Kommission fasst alle diese öffentlichen und privaten Organisation der Schweiz zusammen.

Die molekularen Analysen werden sicher zukünftig vermehrt verwendet, was erlauben wird, Duplikate in den Sammlungen besser zu untersuchen. Dies gilt besonders für die Arten mit vegetativer Vermehrung. Die Erhaltung dieser Duplikate ist oft wesentlich teurer als bei jenen Arten, die als Saatgut gelagert werden. Weitere Techniken werden entwickelt, wie die Kryo-Konservierung, welche es auch erlaubt, vegetativ vermehrte Arten kostengünstig einzulagern. Diese Techniken müssen jedoch leistungsfähiger sein und die Regeneration aller so gelagerten Sorten ermöglichen.

In Europa bietet das europäische Zusammenarbeitsprogramm seit 1980 eine engere Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen europäischen Genbanken an. Vor einigen Jahren hat dieses Programm eine integrierte Genbank auf die Füsse gestellt und weiterentwickelt. Jede Genbank behält ihre Identität und ihre Aktivitäten. Jede dieser Genbanken garantiert die Erhaltung der Sorten des jeweiligen Landes und die Aufbewahrung von einmaligem Material, das sich in der jeweiligen Genbank befindet. Damit soll vermieden werden, dass gewisse Sorten zwei- oder dreifach in verschiedenen Genbanken eingelagert werden. Man schätzt die Häufigkeit von Duplikaten in den verschiedenen Genbanken auf über 50 %. Dieses Programm wird eine bessere Führung der Genbanken ermöglichen. Zugleich erhalten die Genbanken mehr Möglichkeiten, um prioritär Arbeiten der Regeneration und der Evaluierung der Akzessionen vorzunehmen. Das System wird zurzeit nur langsam umgesetzt, da die Koordination unter den Genbanken aus über vierzig Ländern eine komplexe Angelegenheit ist. ■

Riassunto**La banca genetica nazionale di Agroscope ACW, ieri, oggi e domani**

La banca genetica di Agroscope ACW esiste da oltre cent'anni e le varietà raccolte inizio 1900 sono sempre conservate e disponibili. Le tecniche di conservazione permettono attualmente il mantenimento a lungo termine di un importante numero di specie. Per le specie conservate come semente è stata realizzata in Norvegia all'interno di una «banca genetica mondiale» di Svalbard (Svalbard Global Seed Vault), una conservazione indispensabile di sicurezza. Le varietà delle specie a conservazione vegetativa devono essere coltivate in diversi esemplari e luoghi. Dal 1999, il Piano nazionale d'azione per la conservazione delle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura (PAN) permette da un lato di assicurare la conservazione, e dall'altro di effettuare delle caratterizzazioni e valutazioni agronomiche delle varietà conservate. I dati raccolti sono messi a disposizione del pubblico attraverso una banca dati. Sono considerati diversi modi per migliorare la gestione delle banche dati genetiche.

Summary**The national genebank of Agroscope yesterday, today and tomorrow**

The genbank of Agroscope ACW is more than one hundred years old and landraces, collected at the beginning of 1900 are still conserved and available. The actual conservation techniques allow the long term preservation of an important number of species. For the species conserved by seeds, the backup conservation is carried out in Norway, at the global genebank of Svalbard (Svalbard Global Seed Vault). Varieties of vegetatively conserved species have to be cultivated with several plants at several locations. Since 1999, the National plan of action for the conservation of plant genetic resources for food and agriculture makes it possible to ensure not only the conservation but also the characterisation and agronomic evaluation of the conserved varieties. A database makes these data available for everybody. Different approaches to improve the management of the database are discussed.

Key words: long term conservation, plant genetic resources, Swiss national genebank.

Literatur

- Eschholz T.W., 2008. Genetic diversity and relationships of Swiss Flint maize (*Zea mays* L. ssp. *mays*) landraces. Diss. ETH-Nr. 17715
- Kleijer G., 1986. La collection des blés à Changins. *Revue suisse Agric.* **15**, 281–288.
- Kleijer G., 1988. La résistance de nos variétés de blé à la pourriture des neiges. *Revue suisse Agric.* **20**, 65–67.
- Kleijer G., Badoux S. & Corbaz R., 1990. Les variétés locales suisses: une grande richesse. *Revue suisse Agric.* **22**, 157–164.
- Kleijer G. & Kohler A., 1995. Les ressources phytogénétiques en Suisse. *Revue suisse Agric.* **27**, 255–261.
- Martinet G. 1931. Résultats d'essais avec diverses céréales sélectionnées. *Annuaire agricole de la Suisse*, 79–96.
- Peter R., Eschholz T. W., Stamp P. & Liedgens M., 2006. Swiss maize landraces - early vigour adaptation to cool conditions. *Acta Agronomica Hungarica* **54**, 329–336.
- Schierscher-Viret B. & Kleijer G., 2007. L'état des ressources phytogénétiques en Suisse. *Revue suisse Agric.* **39**, 261–266.
- Vilmorin-Andrieux & Cie, 1880. Les meilleurs blés. Description et culture des principales variétés de froments d'hiver et de printemps, p. 175.