

Die Rebandatenbanken

- Elementare Bausteine und Komplexität -

Erika MAUL

Julius KÜHN-Institut (JKI), Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Siebeldingen

Einleitung

Die Edle Weinrebe (*Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera*) ist eine der ältesten Kulturpflanzen überhaupt und Wein als Kulturgut gehört zu den angenehmsten Begleitern des menschlichen Daseins. Es wird davon ausgegangen, dass weltweit 6.000 bis 8.000 Rebsorten existieren.

Der vorliegende Beitrag beschreibt die historische Entwicklung der kultivierten Weinrebe (*Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera*), beginnend mit der Domestizierung der Wildform im Nahen Osten. Die Migration der Rebsorten nach Westeuropa wird nachgezeichnet und die genetische Erosion der Vielfalt in der jüngeren Zeit hervorgehoben. Die daraus resultierenden Anstrengungen zu ihrer Erhaltung innerhalb der Genbanken und insbesondere die Dokumentation der Sortenvielfalt werden aufgezeigt. Die diesbezügliche Pionierleistung des Instituts für Rebenzüchtung Geilweilerhof wird umfassend dargestellt wie z.B. die standardisierte Erfassung von Daten und die Nutzung von Deskriptoren für die Charakterisierung von Akzessionen.

Im Fokus dieses Beitrags stehen somit die weltweiten Rebenbestände und die Sammlung am Julius KÜHN-Institut (JKI) Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof (IRZ Geilweilerhof) und deren digitale Erfassung. Vorgestellt werden das bibliographische „Register“ „*Vitis* International Variety Catalogue“ (IVVC) (www.vivc.de) und die virtuellen „Register“ European *Vitis* Database (www.eu-vitis.de) und Deutsche Genbank Reben (www.deutsche-genbank-reben.julius-kuehn.de), die die in den Rebsammlungen erhaltenen Akzessionen abbilden. Dabei wird das Problem der Homo- und Synonyme von Weinsorten herausgearbeitet und deren Lösung mit Hilfe der Morphologie und genetischer Marker.

Domestikation und Sortenvielfalt

Nach bisherigen Erkenntnissen lag das primäre Domestikationszentrum der Rebe *Vitis vinifera* L. im Bereich Südostanatolien/Südkaucasus. Dies belegen zahlreiche archäologische Funde. Eine vollständig erhaltene Amphore mit pulvrig kristallinen Weinsteinablagerungen am Gefäßrand wurde im nördlichen Zagrosgebirge (Iran) geborgen, deren Alter mit 7.000 bis 7.400 Jahren angegeben wird (MCGOVERN 2003). Eine in Armenien entdeckte Kelteranlage wird auf den gleichen Zeitraum datiert (BARNARD *et al.* 2011). Aufgrund noch weit älterer Scherben- und Rebsamenfunde im georgischen Shulaveri (CHKHARTISHVILI und MAGHRADZE 2012) dürfte der Zeitraum des Übergangs von der Wild- zur Kulturform über 8.000 Jahre zurückliegen. Dieser sogenannte Domestikationsprozess ist analog zu anderen Kulturpflanzen gekennzeichnet durch eine Vergrößerung der Pflanzenorgane (Gigantismus) (vgl. VAVILOV 1930). Dieses Phänomen sowie

bessere Inhaltsstoffe, kulturdienliche Ernteeigenschaften oder die Änderung der Photoperiode-Sensitivität, d.h. der Abhängigkeit der Pflanzenentwicklung von der Tageslänge, bezeichnet Karl HAMMER (1984) mit der Vokabel „Domestikationssyndrom“. Vergleichbare Ereignisse, sprich Mutationen, brachten auch unsere heutigen Kulturreben hervor:

- (1) **Geschlecht:** Wildreben sind getrenntgeschlechtlich. Durch eine Mutation am Geschlechtsloкус entstanden zwittrige Pflanzen (LEVADOUX 1956, FECHTER *et al.* 2012). Dadurch konnte im Anbau auf den männlichen Bestäuber verzichtet werden.
- (2) **Pflanzenorgane:** Die Trauben und die Beeren vergrößerten sich. Die Frucht als Ganzes wurde dadurch kompakter.
- (3) **Inhaltsstoffe:** Die extrem hohen Mostsäurewerte der Wildform sind in der Kulturrebe nicht mehr anzutreffen, während die hohe Zuckerakkumulation nach Alexander M. NEGRUL (1938) bereits in der Wildform angelegt ist. Das Muskataroma, basierend auf hohen Gehalten an Monoterpenoiden (Geraniol, Linalol und Nerol), geht auf eine Mutation auf Chromosom 5 zurück und dürfte schon früh in der Antike aufgetreten sein (EMANUELLI *et al.* 2012).
- (4) **Beerenfarbe:** Zwei Mutationen am Farblokus führten zunächst zur weißen Beerenfarbe (KOBAYASHI *et al.* 2004, WALKER *et al.* 2007). Daraus entstanden später alle Zwischenstufen von rosa über rot bis violett.

Das leicht bewurzelbare Rebholz dürfte die vegetative Vermehrung und rasche Ausbreitung von reich tragenden, wohlschmeckenden Auslesestöcken im Vorderen Orient begünstigt haben. (ZOHARY *et al.* 2013). Dies belegen Ausgrabungen weit entfernt vom Domestikationszentrum (MCGOVERN 2003). Beispielsweise wurden im neolithischen Dikili Tash in Nordostgriechenland 2.460 Rebsamen, gequetschte Beerenhäute, Weinstein an Gefäßscherben und Rebholz zutage gefördert, die auf Rebenkultur und Weinbereitung zwischen 4.000 und 4.500 v. Chr. hindeuten (VALAMOTI 2015). Das Grab des ägyptischen Herrschers Skorpion I. (ca. 3.200 v. Chr.) in Abydos im mittleren Niltal enthielt etwa 700 Gefäße, darunter Amphoren, deren Rückstände auf Medizinalweine hindeuten. Alkohol wurde zur Extraktion von Wirksubstanzen eingesetzt. Mögliche Kräuter waren vor allem Koriander, ferner Melisse, Pfefferminze, Thymian, Salbei, Senna, Pfefferkraut und Gamander. Die Amphoren und der Wein stammten aus der südlichen Levante (MCGOVERN *et al.* 2009).

Die Vielfalt der Sorten bedingt das Anliegen, die Sortenechtheit und eindeutige Identifikation der Weinrebe gewährleisten zu können. Dazu bedurfte es einer systematischen Klassifikation und verlässlichen Bezeichnung der Rebsorten, die sich erst in der Neuzeit entwickelte. Jedoch gab es schon früh überblicksartige Aussagen zu Differenzierungen und damit Versuche, eine erste Ordnung in die Vielfalt der Reben zu bringen.

Über Weinrebensammlungen aus der Antike gibt es keine Auskunft. Man darf davon ausgehen, dass die einzelnen ‚Sorten‘ entsprechend ihrer Eigenschaften, Fundorte oder Züchter benannt waren. Dies ist uns aus der römischen Antike mehrfach überliefert. VERGIL (70-19 v. Chr.), COLUMELLA (im 1. Jh. n. Chr.) und PLINIUS der Ältere (23-79 n. Chr.) hinterließen etwa 100 Sortenbezeichnungen, wobei alle auf eine weitaus

größere Anzahl hinweisen (KÖNIG 2012). Einen Hinweis diesbezüglich gibt uns Vergil, der meinte: „Aber zahllos sind die vielen Arten und Namen, schließlich, was läge auch dran, mit einer Zahl sie zu fassen? Wer sie zu wissen begehrt, der lerne erst zählen, wie viele Sandkörner wirbelnd der Westwind peitscht durch die libysche Wüste“. Beim Studium des Schrifttums zu den Rebsorten fällt auf, dass auch damals schon die gleiche Rebsorte verschiedene Namen (Synonyme) tragen konnte und manche Rebsorten trotz identischer Bezeichnung (Homonyme) unterschiedlich waren. Diese Gegebenheiten beschäftigen uns heute noch. Sie stellen eine große Herausforderung dar, wenn es darum geht, die wahre Identität von Akzessionen – d.h. Rebsorten in einer Sammlung – zu bestimmen.

Geschichte des Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof und seines Rebsortiments

Dem Zisterzienserkloster Eußertal schenkte Konrad VON RIETH im Jahr 1184 die acht Kilometer entfernte Siedlung „Geilewilre“. Wie alle anderen Orte mit Endung „-weiler“ ist der Geilweilerhof älter als die erste urkundliche Erwähnung. Dies bezeugen zwei merowingische Steinsärge, die auf dem Gelände des Hofes gefunden wurden. Nach einer wechselvollen Geschichte und häufigem Besitzerwechsel erwarb 1895 August LUDOWICI (1866-1945), Sohn des Ziegeleigründers Carl LUDOWICI (1827-1881) in Jockgrim, den Geilweilerhof. Unter seiner Ägide wandelte sich der Hof zu einem landwirtschaftlichen Musterbetrieb. Im Jahr 1925 vermachte er das Gut und 40 ha arrondiertes Gelände dem bayerischen Staat für eine Leibrente von 500 Reichsmark im Monat. Sein liebster Wunsch, es möge eine Rebenzucht- und Versuchsstation dort einziehen, ging in Erfüllung. Landwirtschaftsrat Peter MORIO (1887-1960) pflanzte bereits 1926 3.000 Sämlinge und wurde 1927 mit der Leitung der Außenstelle Geilweilerhof, die nun zur Weinbauschule Neustadt gehörte, betraut. Im Jahr 1947 wurde aus dem Geilweilerhof das „Forschungsinstitut für Rebenzüchtung“ des Landes Rheinland-Pfalz, und 1966 daraus eine Bundeseinrichtung.

Seit 2008 gehört das Institut für Rebenzüchtung zum neu geschaffenen Julius KÜHN-Institut (JKI), einer Forschungseinrichtung und Bundesoberbehörde des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Ziel ist die Züchtung von resistenten Keltertrauben mit hervorragender Weinqualität. Die begleitende molekulare Forschung und die Entwicklung von automatisierten Phänotypisierungswerkzeugen unterstützen die Züchtungseffizienz. Das Rebsortiment des Geilweilerhofs dient der Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen wie der Suche nach neuen Resistenzquellen, Zusammensetzung der Beerenfarbe und Aromaanalyse oder Studien zu klimatischem Verhalten und ist ein unerschöpfliches Züchtungsreservoir.

Der erste Beleg für eine Rebensammlung am Geilweilerhof stellt das „Sortiment-Pflanzverzeichnis“ dar. Das augenscheinlich viel benutzte Heft mit einem marmorierten Kartoneinband enthält 186 Sorten mit Hinweis auf das Blütengeschlecht. Es fehlt jegliche Angabe über das Jahr, in dem die Anlage gepflanzt wurde. Drei Aspekte deuten darauf hin, dass es sich um die erste Sammlung am Geilweilerhof handelt: (1) eine Jahresangabe besitzt das Folgesortiment, das 1948 angelegt wurde, (2) in der Regel erreichen Sortimente ein hohes Alter, mindestens 20 bis 30 Jahre, und (3) die *Vitis vinifera*-Sorten und die zum Teil auch identischen, synonymen Sortenbezeichnungen wie LÄMMERSCHWANZ, SCHIRASTRAUBE, SZEMENDRIANER und WACHTELEI decken sich mit denjenigen aus dem „Reben-Sortiment“ der „Königlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau“ in Neustadt an der Weinstraße. Es ist also davon auszugehen, dass Peter MORIO dieses Neustadter Sortiment am Geilweilerhof dupliziert hat. Beim Abgleich der beiden Listen fiel ein unbekannter Sortenname auf, die nir-

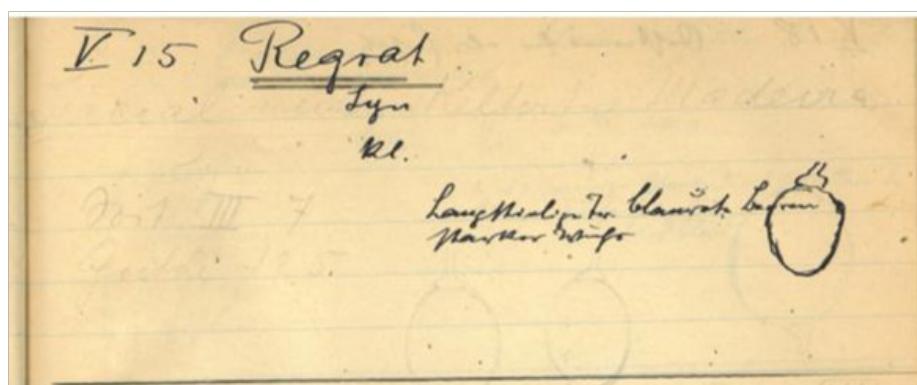


Abb.1: Sortimentseintrag zur Akzession REGRAT.

gends bibliographisch belegte Akzession REGRAT (Abb. 1). Das Heft von Neustadt weist sie in einer Notation von 1917 als starkwüchsig mit dunkelroten länglichen Beeren aus. Der Beschreiber fand es sogar wichtig, die abgestumpft olivenförmige Beere durch eine Zeichnung zu dokumentieren. Von Neustadt aus gelangte die Akzession in die Sammlung von MORIO, die vermutlich Ende der 1920er Jahre oder zu Beginn der 1930er Jahre gepflanzt wurde. Im 1948 neu angelegten Sortiment taucht die als zwittrig bonitierte Sorte ein letztes Mal in Deutschland auf. Nun steht diese Akzession interessanterweise heute noch im weltweit größten Rebsortiment der INRA-Domaine de Vassal à Marseillan-plage (Hérault), Südfrankreich (INRA-Vassal – schriftliche Anfrage vom 12. Januar 2017). Als Donor und Eingangsjahr wird GEILWEILERHOF HUSFELD ALLEMAGNE und 1951 angegeben. Die Nachfrage bei der INRA-Vassal ergab, dass es sich um den rotbeerigen BOUCHEREAU handelt, eine Neuzüchtung von TOURRÈS (Lot-et-Garonne/Frankreich) aus dem 19. Jh. Die Zeichnung der Beerenform von REGRAT im Neustadter Inventar aus dem Jahr 1917 passt genau. So konnte dank der Sammlungs- und Erhaltungsaktivitäten von INRA-Vassal nachträglich die Identität von REGRAT bestimmt werden. Es gibt auch Beispiele dafür, dass seltene Rebsorten, die in manchen Ländern nicht überlebten, von INRA-Vassal wieder in ihre Heimatregion zurückgeführt werden konnten.

Nach dem Zweiten Weltkrieg, um 1948, brachte Prof. Dr. Bernhard HUSFELD (1900-1970) vom „Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung“ in Müncheberg (Direktor des Geilweilerhofes von 1947 bis 1970) sein resistentes Zuchtmaterial mit an seinen neuen Wirkungsort. Das „Pflanzverzeichnis Sortiment Parzelle 7-14“ gibt Auskunft über den Sortenzuwachs. Die 1948 neu erstellte Anlage enthält 408 Sorten, davon sind 200 Edelreben, und weitere 208 Akzessionen bestehen aus Wildarten, Unterlagen und pilzfesten Neuzüchtungen. Das Inventar von 1985 weist insgesamt 1.129 Sorten auf, 664 *Vitis vinifera*-Reben und 465 Resistenzträger. Aktuell beherbergt der Geilweilerhof 4.197 Akzessionen (= Herkünfte) von 3.256 Sorten (Stand: Oktober 2018). Insbesondere von alten, autochthonen Rebsorten werden mehrere Varianten (Klone) erhalten. Von den 3.188 Sorten sind 60 % Resistenzträger und 40 % Edelreben. Eine Geschichte, die sich im vorletzten Kriegsjahr zugetragen hat, ist noch erwähnenswert: Der Raub von Reben aus dem Jalta-Sortiment. In der „NSZ-Rheinfront“ vom 6. April 1944 wird berichtet: „Rebenveredlungsanstalt Dirmstein. Der Leiter der Anstalt, Helmut MÜLLER, holte auf der weinbaulichen Versuchsstation Magaratsch auf der Krim ein einzigartiges Rebsortiment, auch Pfirsich- und Aprikosensorten. Ihm wurde dafür eine Ju-Transportmaschine zur Verfügung gestellt.“ Die Reben kamen direkt zum Geilweilerhof, wo sie zwischen 1950 und 1952 gepflanzt wurden. Die Setzliste enthält 393 Sorten mit Herkunft aus Westeuropa bis Afghanistan. Dies erklärt den Reichtum osteuropäischen Materials am Geilweilerhof.

Aufgaben im Rebsortiment: Beschreibung, Erhaltung, Dokumentation und Evaluierung

Seit Ende der 1970er Jahre avancierten die genetischen Ressourcen der Reben neben der Züchtung und der Züchtungsforschung zum zweiten Standbein des IRZ Geilweilerhof. Diese frühzeitige Weichenstellung bedeutete, neue Aufgaben wahrzunehmen. Als erstes galt es für die international einheitliche Beschreibung von Rebsorten eine standardisierte Merkmalsfassung zu gewährleisten. Prof. Dr. Gerhard ALLEWELDT (1927-2005), der damalige Leiter des IRZ Geilweilerhof, entwarf zu diesem Zweck eine Merkmalsliste in Anlehnung an die Beschreibungsmethode der Union für Pflanzenzüchtungen (UPOV). Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wählte man weit verbreitete Rebsorten als Beispiele für Ausprägungsstufen und ergänzte Zeichnungen zur Veranschaulichung des Merkmals. Diese Liste legte er am 20. Mai 1979 der Expertengruppe „Rebenzüchtung“ der Internationalen Organisation für Rebe und Wein (OIV) vor, deren Vizepräsident er damals war. Durch die Zuarbeit eines international besetzten Gremiums, bestehend aus Ampelographen und aus Vertretern des Internationalen Rats für Pflanzengenetische Ressourcen (IBPGR), erschien dann 1983 die OIV-Merkmalsliste für Rebsorten und *Vitis*-Arten. Sie enthielt 127 Deskriptoren zur Beschreibung von Morphologie, Phänologie, Resistenz gegenüber abiotischen und biotischen Stressfaktoren und Ertragskomponenten. In diesem Kontext entstand die Promotionsarbeit „Ein Modell zur Unterscheidbarkeit von Rebsorten mit Hilfe blattmorphologischer Merkmale“ (MAUL 1987). Es konnte gezeigt werden, dass, wenn man die Beerenfarbe berücksichtigte, mit Hilfe von ampelometrischen, d.h. gemessenen Blattmerkmalen 80 % bzw. 90 % der Rebsorten zu identifizieren waren. Ab 2004 erfolgte die Überarbeitung der OIV-Merkmalsliste mit Ampelographen der OIV-Expertengruppe „Genetische Ressourcen und Rebenzüchtung“ und Delegierten von UPOV und Bioversity International (vormals IPBGR), und wieder koordinierte der Geilweilerhof dieses Projekt. Die zweite, erweiterte Auflage, die nun auch Deskriptoren für die Blattvermessung (18) und Mikrosatellitenmarker (6) umfasste, erschien 2009. Am Geilweilerhof selbst wurden mittels 20 OIV-Deskriptoren von 938 Sorten morphologische Merkmale erhoben, zur Beschreibung der Blattarchitektur 20 Längen und Winkel von 691 Sorten gemessen, die Beerenlänge, -breite und -gewicht von 1.130 Sorten erfasst und von 735 Sorten die Länge, Breite und Gewicht der Rebkerne bestimmt. Fotos von Triebspitzen, Blättern und Trauben liegen bis jetzt von etwa 3.000 Akzessionen vor.

Analog zu INRA-Vassal begann 1987 der Aufbau eines *Herbariums* mit Referenzbelegen aus 22 Ländern. Inzwischen beherbergt das Herbarium über 10.500 Aktendeckel mit je bis zu zehn gepressten Blättern und Triebspitzen von etwa 3.800 Rebsorten. Herbarobjekte stellen konservierte Referenzen einer Rebsorte oder Wildart dar. Sie sind für Bestimmungszwecke ganzjährig verfügbar. Insbesondere die Blattarchitektur, z.B. die Lappung, Tiefe und Form der Seitenbuchten und der Stielbucht, Form der Zähnung und die Dichte der Borsten- und Wollhaare liefern wertvolle Hinweise im Vergleich mit Lebendobjekten, Fotos oder bibliographischen Werken. Auf den Aktendeckeln werden Kenn-Nr., Leitname, Beerenfarbe, Herkunft, Sammlungsjahr und Sortenechtheit vermerkt. Stellt sich eine andere Sortenidentität heraus, wird auf dem Etikett jede neue Zuordnung zwecks Rückverfolgbarkeit notiert. Insbesondere bei Umpflanzungen einer Sammlung können Verwechslungen der Vermehrungschargen zu Fehlbezeichnungen führen. In diesem Fall hilft das Herbarium bei der Klärung. Ein weiterer Nutzen erschließt sich durch die Verwendung der getrockneten Pflanzenteile für den genetischen Fingerabdruck. Mittels eines Herbarbelegs aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts konnten MALENICA *et al.* (2014) nachweisen, dass der kroatische TRIBIDRAG identisch mit ZINFANDEL (= PRIMITIVO) ist. Der Spanier Simón DE ROJAS CLEMENTE Y RUBIO begann als erster mit der systematischen Beschrei-

bung von Rebsorten (CLEMENTE 1807) und wird daher als Vater der modernen Ampelographie bezeichnet. Die Korrespondenz der von ihm zwischen 1803 und 1804 gesammelten Blätter von andalusischen Rebsorten mit heutigen Namen wird gerade untersucht (GAGO *et al.* 2018).

In den letzten dreißig Jahren erfuhr das Rebsortiment am Geilweilerhof – jede Akzession wird mit drei Rebstöcken erhalten – eine Expansion auf das Dreieinhalbfache. Dies beweist den hohen Stellenwert, den die genetischen Ressourcen für die Züchtung und Forschung besitzen, und es spiegelt das erfolgreiche Bemühen um die Erhaltung der Rebienvielfalt auch für zukünftige Generationen und für noch nicht vorhersehbare Anforderungen an die Rebe wider. Bezüglich der Aufgabe des IRZ, die Züchtung von Rebsorten mit Widerstandsfähigkeit gegen den Echten und Falschen Mehltau (*Erysiphe necator* und *Pernospora viticola*), Grauschimmel (*Botrytis cinerea*), Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) und andere Krankheiten, liegt der Fokus auf der Akquisition von Resistenzträgern. Auf zwei Sammlungsreisen in die USA (2009 und 2011) wurden Trauben von *Vitis cinerea* (2009), *Vitis aestivalis* (2009) und *Vitis labrusca* (2011) gesammelt. Nach der genetischen Untersuchung der Sämlinge entstanden am IRZ Geilweilerhof Kernsammlungen, die laut einer statistischen Analyse die genetische Vielfalt der aufgegangenen Sämlinge so weit wie möglich repräsentieren. Sie enthalten zurzeit 87 *Vitis cinerea*-, 229 *Vitis aestivalis*- und ca. 500 *Vitis labrusca*-Genotypen. Ihre Pilzfestigkeit wird bewertet und die bekannten genetischen Resistenzmarker eingesetzt. Liefern diese Resistenzmarker keine Treffer, besteht die Chance, einen neuen Resistenzlocus gefunden zu haben. Jeder zusätzliche Resistenzmechanismus stärkt die Abwehrkraft und schützt vor neuen Pilzrassen mit höherer Aggressivität, die einen Zusammenbruch der Resistenz bewirken könnten. Außerdem bekam das Sortiment historischen Zuwachs. Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in Bonn finanzierte von 2007 bis 2010 ein sogenanntes Erfassungsprojekt, um seltene und vergessene Rebsorten in alten Weinberglagen aufzuspüren. In einer umfassenden Bestandsaufnahme identifizierte der mit der Projektleitung betraute Biologe Andreas Jung 351 verschiedene Sorten. Davon waren 226 von historischer Bedeutung. Durch dieses Projekt wurden 90 Akzessionen von fast 70 teilweise verschollen geglaubten Sorten am Geilweilerhof gesichert. Alte Rebsorten haben im Laufe der Jahrhunderte Mutationen angesammelt, die durch die vegetative Vermehrung als Sortenklone erhalten bleiben. Von besonders seltenen Exemplaren werden deshalb mehrere verschiedene Klone aufbewahrt.

Die Sortenechtheitsbestimmung im Sortiment erfolgte bis zum Einsatz des genetischen Fingerabdrucks durch Ampelographie. Die Genotypisierung des Rebsortiments mit 25 Markern in seiner Gesamtheit begann erst im Rahmen des BÖLN-Projekts „Weiterentwicklung von Wissenstransfer- und Informationssystemen zur nachhaltigen Nutzung reben-genetischer Ressourcen“ (2014-2016). Außer der Identitätsfeststellung setzt man auf die Entschlüsselung von Abstammungen. Die Kenntnis der Kreuzungseltern lässt Rückschlüsse auf den Entstehungsort und Migrationsrouten zu und erlaubt die Einschätzung der Eignung der genetischen Ressource für die Züchtung.

In den letzten Jahren wurde das komplette Sortiment auf die Widerstandsfähigkeit gegen den Echten und Falschen Mehltau bonitiert, und mittels zwölf Markern wurden sechs Resistenzloci (*Rpv1*, *Rpv3.1*, *Rpv10*, *Rpv12*, *Ren1* und *Ren3*) untersucht. Als Ergebnis hofft man, Genotypen mit noch unbekanntem Resistenzmechanismus zu entdecken und diese in neue Sorten integrieren zu können. Erwähnenswert an dieser Stelle ist die Pflege der drei Rebiendatenbanken als ständige Aufgabe. Insbesondere der seit 1983 betriebene *Vitis* International Variety Catalogue wird permanent aktualisiert und durch neue sortenspezifische Bereiche ergänzt.

Aufgegeben wurden die Forschungen zur *in vitro*-Erhaltung der Reben unter reduzierten Wachstumsbedingungen. Jede Rebsorte stellt andere Ansprüche an das Kulturmedium, bedarf unterschiedlicher Vermehrungszyklen, und wieder andere Sorten kümmern, d.h. sie widersetzen sich regelrecht der Kultur im Glasröhrchen. Außerdem nimmt die kostspielige *In vitro*-Kultur viel Zeit in Anspruch. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die Pflanze für Züchtungs- und Evaluierungszwecke nicht unmittelbar zur Verfügung steht. Die Regeneration, d.h. die Zeit von der *In vitro*-Pflanze bis zur Gewächshausrebe dauert etwa ein halbes Jahr, und bis zur Gewinnung einer veredelten Pflanze vergehen mindestens zwei Jahre.

Generosion

Die genetische Diversität der Rebe ist weltweit gefährdet. Begleiterscheinungen von Zivilisationsmaßnahmen und Umweltkatastrophen bewirken den Habitatverlust der Wildarten. Beispielsweise sind die chinesischen Wildarten durch Bevölkerungsdruck, Industrialisierung und Ausdehnung der Städte bedroht (WAN *et al.* 2008), ferner ist *Vitis rupestris* im Mittleren Süden der USA durch sich ausweitende Landwirtschaft und Beweidung sehr selten geworden (WALKER 2005), und *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* in den Rheinauen insbesondere durch die Tullasche Rheinbegradigung (1817-1876) bis auf weniger als 100 Individuen geschrumpft (SCHUMANN 1996, LEDESMA-KRIST *et al.* 2014). Während in der Mitte des 19. Jh. noch über 300 Rebsorten und hunderte Klone im deutschen Weinbergen standen, ist die Zahl der im Erwerbsanbau wirtschaftlich bedeutungsvollen Rebsorten auf ein gutes Dutzend und wenige Klone zurückgegangen. Als die wichtigsten Gründe für den Verlust der regionaltypischen und historischen Sorten- und Klonvielfalt sind zu nennen: die Reblausinvasion, die ab 1863 (von Frankreich ausgehend) immense Weinbergflächen vernichtete und infolgedessen die Pfropfrebe eingeführt wurde, wodurch 100-jährige wurzelechte Bestände verschwanden; die Aufgabe von Rebenmischsätzen, in denen im Extremfall 20 bis 30 verschiedene Sorten gemischt im Weinberg vorkamen; strenge Klonselktion mit Fokus auf hohen Ertrag; Konzentration auf wenige Globalsorten und Flurbereinigung.

Ende der 1970er Jahre war man sich dessen in allen europäischen Weinbauländern bewusst geworden und stand damit vor fast unüberwindlichen Aufgaben. Angesichts dieser Gefährdungssituation entstand die IBPGR-Arbeitsgruppe „*Vitis* Genetische Ressourcen“, die 1979 in Rom und 1982 in Thessaloniki (ANONYM 1983) tagte und Gegenmaßnahmen erörterte. Zeitgleich, 1982, bemühte sich die Organisation Rebe und Wein (OIV) mit einer zukunftsweisenden Resolution um Unterstützung. Die treibende Kraft in beiden Gremien war der damalige Leiter des Instituts für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Gerhard Alleweldt, der auch der IBPGR-Arbeitsgruppe vorstand. Die IBPGR-Arbeitsgruppe „*Vitis* Genetische Ressourcen“ beschloss 1982 v.a.:

- (1) die Bestandsaufnahme zu Erhaltungsaktivitäten in Europa,
- (2) die Unterstützung der Sammlung alter Rebsorten,
- (3) die Beschreibung der Rebsorten zur Identifikation von Synonymen unter
- (4) Anwendung der eigens zusammengestellten Deskriptorenliste,

die aus 21 morphologischen Merkmalen bestand (IBPGR 1983). Die OIV-Resolution N° 2/82 „Sammlung und Erhaltung der genetischen Ressourcen der *Vitis* ssp.“ empfahl unter anderem:

- (1) die Sammlung in Zentren mit hoher genetischer Vielfalt,
- (2) die Erhaltung der *Vitis*-Arten, -Sorten und -Klone in Sortimenten,
- (3) die Entwicklung der internationalen Zusammenarbeit zwischen Genbanken und
- (4) die Dokumentation der *Vitis*-Arten, -Sorten und -Klone.

Genetischer Fingerabdruck zur Sortenbestimmung

Als Folge dieser Empfehlungen wurde der Austausch zwischen Rebsortimenten intensiviert, und europaweit begann die Suche nach verschollenen Rebsorten in alten Weinbergen. Dabei stieß die traditionelle Methode der Sortenbestimmung mittels morphologischer Merkmale, die sogenannte Ampelographie (von griech.: *ampelos* für Wein), an ihre Grenzen. In Anbetracht der umfangreicher gewordenen nationalen Rebsortimente – das weltweit größte der INRA-Vassal umfasst heute mehr als 8.000 Akzessionen – waren unterstützende Werkzeuge für die Sortenerkennung gefordert. Zunächst kam die Methode der Bestimmung der Isoenzyme zur Sortendifferenzierung auf (BENIN *et al.* 1988). Wenige Jahre später schienen DNA-Fragmente, die durch Restriktionsenzyme geschnitten wurden, die sogenannte RFLP-Analyse, ein geeignetes Mittel, bis die Australier Mark R. THOMAS und Nigel S. SCOTT 1993 Mikrosatelliten für die Sortendifferenzierung entdeckten (THOMAS und SCOTT 1993). Mikrosatelliten sind Genloci, die dadurch charakterisiert sind, dass sich einfache Basenabfolgen (z.B. Cytosin-Guanin) mehrfach wiederholen. Die Anzahl der wiederholten Basenabfolgen können von Rebsorte zu Rebsorte variieren. Man spricht dabei von Längenpolymorphismus. Durch die ausschließlich vegetative Vermehrung der Rebe wird diese Information konserviert. SEFC *et al.* (2001) hielten sechs hochpolymorphe Mikrosatellitenmarker für eine Differenzierung zwischen den Rebsorten für ausreichend. Sie hatten errechnet, dass fünf ungekoppelte Marker mit fünf gleich häufig vorkommenden Allelen 700.000 verschiedene Genotypen produzieren. Inzwischen steht fest, dass man dieses Ziel zu 98 % mit neun Markern erreicht, da es für die Differenzierung von eng verwandten Rebsorten zusätzlicher Marker bedarf (im Extremfall bis zu 20), besonders bei rückgekreuzten Sorten. Um Abstammungsanalysen abzusichern, werden als Faustregel 25 Mikrosatellitenmarker genannt.

Der genetische Fingerabdruck mittels Mikrosatellitenmarker revolutionierte diese dringenden Arbeiten der Sortenbestimmung, indem er Sortenidentitäten aufdeckte, die dann mittels morphologischer Merkmale gegengeprüft werden konnten. Im Rahmen von drei europäischen Projekten konnte ein weites Netzwerk europäischer Rebsortimente begründet werden. Es begann die Sortenechtheitsfeststellung nicht nur auf nationaler Ebene, sondern europaweit.

Dokumentation: Das bibliographische „Register“ VIVC, die virtuellen „Register“ Europäische *Vitis* Datenbank und Deutsche Genbank Reben

Bibliographisches „Sortenregister“ VIVC

Die Dokumentation der weltweit existierenden und beschriebenen Rebsorten, Wildarten und Zuchtstämme begann 1983 am Geilweilerhof. Gerhard ALLEWELDT initiierte die Registrierung der Rebsorten mit persönlichem Einsatz und Vehemenz. Er selbst definierte die im ersten Guss aufgenommenen 13.485 Leitnamen, indem er in den Ampelographien neben den Sortennamen mit Bleistift den Leitnamen und die

wichtigsten Passportdaten schrieb. Zwei Mitarbeiterinnen und unzählige Zeithilfskräfte (Schüler- und Studentin) übertrugen die Passportdaten in dafür vorgesehene Felder auf DIN A4-Karteikarten. Für jeden Leitnamen wurde eine solche Karteikarte angelegt. Für einen Laien waren jedoch die Zuordnung von Synonymen und die Trennung der Homonyme mit aufwändigen Literaturstudien verbunden. Damit das Auffinden der entsprechenden Leitnamen überhaupt möglich war, wurden für über 20.000 Synonyme DIN A7-Karten angelegt, auf denen das Synonym und der bezügliche Leitname vermerkt waren. Außerdem lieferte eine Umfrage der OIV 1982 die Inventare von fast 120 Rebsortimenten aus aller Welt. Die darin aufgeführten Akzessionen/Sorten wurden als erhaltende Einrichtung den Leitnamen zugeordnet und deshalb auf den Karteikarten der Leitnamen notiert. Daran schloss sich die Eingabe in Tabellen auf elektronischen Datenträgern an. ALLEWELDT behielt sich vor, bei allen Unklarheiten gefragt zu werden und Entscheidungen zu treffen. Als Schlüsselfeld wurde für jeden Leitnamen eine Kenn-Nummer eingeführt, um jeden aufgenommenen Leitnamen eindeutig identifizieren zu können.

Regeln für die Erfassung von Passportdaten

Im Folgenden werden „Werkzeuge“ und Hilfsmittel beschrieben, die für einen geordneten Aufbau und standardisierte und zuverlässige Tabellen- und später Datenbankeinträge sorgen sollten. Zentral waren hier die Aspekte: Vokabular, Sprache, Schreibweisen, Transliteration und Abkürzungen. Vorrangig von Bedeutung ist der Hauptname einer Sorte, auch Leitname genannt, unter dem die sortenspezifischen Daten geführt werden. Per Definition haben die originäre Bezeichnung und damit der Name, unter dem die Sorte vornehmlich in ihrem Ursprungsland vorkommt, Priorität. Kennt man das Ursprungsland nicht, fällt die Wahl auf den Namen, unter dem die Sorte am weitesten verbreitet ist. Die Regeln für die Rebsortenbezeichnung sahen eine einheitliche Schreibweise der Leitnamen vor. So sollte der Sortenname an erster Stelle stehen, danach das Merkmal, wie z.B. Reifezeit, Ursprungsort, Geschmack und am Ende die Beerenfarbe. Das schrieb sich dann so: PINOT PRECOCE NOIR oder MALVASIA DI SARDEGNA oder CHASSELAS MUSQUE BLANC. In Zeiten komfortabler Suchprogramme ist diese strenge Verfahrensweise teilweise gelockert worden. Sortennamen aus russischen Ampelographien und Sortimentslisten sollten standardisiert in die lateinische Schrift übersetzt werden. Für die Transliteration der kyrillischen Buchstaben in lateinische Schriftzeichen wurde deshalb ausschließlich entsprechend der Regeln der Zeitschrift „Chemical Abstracts“ verfahren. Nach dem Zerfall der Sowjetunion stieg jedoch die Synonymievielfalt durch alternative Schreibweisen aus armenischen, aserbaidshanischen, georgischen sowie bulgarischen Literaturquellen. Die osteuropäischen Sammlungsbetreuer schickten nach anderen Regeln transliterierte Sortenlisten.

Alle Passportdaten sind durchgängig in englischer Sprache, außer der Beerenfarbe. Sie wird bis heute französisch abgekürzt, weil 1984 das entscheidende Gremium der Organisation für Rebe und Wein (OIV) von Franzosen dominiert wurde: „B“ für blanc, „G“ für gris, „RS“ für rosé, „RG“ für rouge und „N“ für noir. Vier Nutzungskriterien wurden festgelegt, „W“ für wine grape, „T“ für table grape, „R“ für raisin und „RS“ für rootstock (Unterlage). Für die Herkunftsländer und die Ländercodes für Rebsortimente benutzte man dreibuchstabige Länderkürzel (ALPHA 3) aus der ISO 3166-1-Kodierliste, die schon 1974 herauskam. Politische Änderungen wie der Zerfall Jugoslawiens und der Sowjetunion führen zu neuen Länderkürzeln. Notwendigerweise musste auch das Ursprungsland einer Sorte erneut recherchiert und den neu entstandenen Staaten zugeordnet werden.

Alle Sorteneinträge wurden und werden heute noch durchgängig großgeschrieben. Damit entging man u.a. den heute noch andauernden Diskussionen über die Groß- und Kleinschreibung von Sortenbenennungen wie z.B. CABERNET FRANC oder CABERNET FRANC. Außerdem wurden Umlaute umgeformt und Sonderzeichen ignoriert. Die Sonderzeichenproblematik stellt sich wegen der Vielsprachigkeit heute noch in der Europäischen *Vitis*-Datenbank, in die 28 Länder ihre Passportdaten importieren. Mit der gerade laufenden Neuprogrammierung der Europäischen *Vitis*-Datenbank wird dieser unbefriedigende Sachverhalt gelöst.

Bei der Übertragung von Passportdaten und Beschreibungsdaten auf elektronische Datenträger war der limitierende Faktor der geringe Speicherplatz. Darum wurden anfangs viele Namen manchmal bis zur Unkenntlichkeit abgekürzt, was später wieder mühsames Zusammensetzen erforderte. Auch sollten deshalb als Synonyme nur unterschiedliche Namen, keine alternative Schreibweisen und keine Übersetzungen aus anderen Sprachen aufgenommen werden. Ihr Vorhandensein in der Datenbank hätte jedoch eine Menge Sucharbeit in Karteikarten, Bibliographie und Inventaren erspart. Eine 20 MB-Speicherplatte die 1986 vom Geilweilerhof angeschafft wurde, kostete sage und schreibe 20.000 DM. Der Arbeitsspeicher betrug 64 kB. Im Vergleich dazu liegt der Preis für die 1.000.000-fache (20 Terabyte) Speicherkapazität aktuell je nach Angebot zwischen 1.000 und 2.500 Euro, und einen Stick mit 1 Gigabyte kann man schon für einen Euro erwerben.

Passport-Deskriptoren

In der Aufbauphase des *VIVC* enthielten die Karteikarten nur wenige Kriterien. Auf der Vorderseite befanden sich die Passportdeskriptoren Leitnamen, Beerenfarbe, *Vitis*-Art, Synonyme, Nutzung, Herkunftsland, Sortimentskode, Züchter, Abstammung und bibliographische Referenzen, und auf der Rückseite Tabellen für 21 Deskriptoren der Merkmalsliste des OIV, die sich zur Sortenidentifikation besonders eigneten. Im Rückblick war die Aufnahme der beschreibenden Merkmale ein guter Ansatz, konnte doch die Richtigkeit der Zuordnung von Literaturzitaten und Akzessionen zu Leitnamen überprüft werden und unterschiedliche Boniturnoten wiesen direkt auf Homonymie oder Fehlbezeichnungen hin. Der personelle Aufwand für die Extraktion der Information aus bibliographischen Quellen und den Eintrag auf die Karteikarten war jedoch zu groß. Karteikarten sind auch heute noch in Gebrauch. Für jeden neu angelegten Leitnamen wird eine Karteikarte mit den wichtigsten Passportdaten angelegt. Aktuell werden für den *VIVC* einundzwanzig Passportdeskriptoren erfasst (Abb. 2 Passportdaten von CALARDIS BLANC).

Programmierung

Von 1987 bis 2004 fand die Programmiersprache dBASE Verwendung. Nun konnten die einzelnen Tabellen für Leitnamen, Synonyme, Sortimente und Literatur anhand des Schlüsselfeldes Kenn-Nr. in einer Anwendung verbunden werden. In Anbetracht des geringen Arbeitsspeichers waren Abstürze nicht selten. In einer Übergangsphase von 2001 bis 2004 wurde in Zusammenarbeit mit der IT-Arbeitsgruppe des JKI in Quedlinburg auf das Datenbankverwaltungssystem MySQL und die Programmiersprache Delphi umgestellt. Eine benutzerfreundliche lokale Arbeitsstation entstand, deren Funktionen permanent optimiert werden, um die Pflege der Daten effektiv und sicher zu gestalten.


 Vitis International Variety Catalogue		www.vivc.de
Passport data		
Prime name	CALARDIS BLANC	
Color of berry skin	BLANC	
Variety number VIVC	22828	
Country of origin of the variety	GERMANY	
Species	VITIS VINIFERA LINNÉ SUBSP. VINIFERA	
Pedigree as given by breeder/bibliography	GEILWEILERHOF GA-47-42 X S. V. 39-639 KL. 1	
Pedigree confirmed by markers		
Prime name of parent 1	CALARDIS MUSQUE	
Prime name of parent 2	SEYVE VILLARD 39- 639	
Parent - offspring relationship		
Offspring		
Breeder	Eibach, Rudolf; Töpfer, Reinhard	
Breeder institute code	DEU098	
Breeder contact address	Julius Kühn-Institut (JKI) Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof	
Year of crossing	1993	
Year of selection	2000	
Year of protection	24.01.2018	
Formation of seeds	COMPLETE	
Sex of flowers	HERMAPHRODITE	
Taste	NONE	
Chlorotype		
Photos of the cultivar	13	
SSR-marker data		
Degree of resistance		
Loci of traits		
Table of accession names	YES	
Table of area		
Registered in the European Catalogue		
Links to:		
- Bibliography		
- Remarks to prime names and institute codes		
Synonyms: 2		
GEILWEILERHOF 1993-022-0006	GF. 93-22-6	
Holding institutions (institute codes): 1		
DEU098		
Utilization		
WINE GRAPE		
<small>October 30, 2018</small> <small>© Institute for Grapevine Breeding - Geilweilerhof JKI Julius Kühn-Institut</small>		

Abb. 2: Passportdaten der pilzfesten Keltertraubensorte CALARDIS BLANC.

Im Laufe der Jahre wurde ein immer umfangreicheres und verwobeneres Datenmodell aufgebaut. Weitere Ergänzungen orientieren sich an neuen Forschungsergebnissen und finden permanent statt. Abb. 3 zeigt Tabellen, die Passport-, Akzessions-, Charakterisierungs-, Evaluierungs-, Instituts-, Züchter-, Flächen-, und Virusdaten, sowie Fotos und Bibliographie enthalten und ihre Beziehungen. In dieser Darstellung sind die Tabelleninhalte nur teilweise abgebildet. Auf eine vollständige Listung wurde, zugunsten der Vermittlung der Komplexität der Tabellenverknüpfungen, verzichtet. Für die Internetpräsentation der Datenbanken werden maßgeblich die folgenden Programmierwerkzeuge eingesetzt:

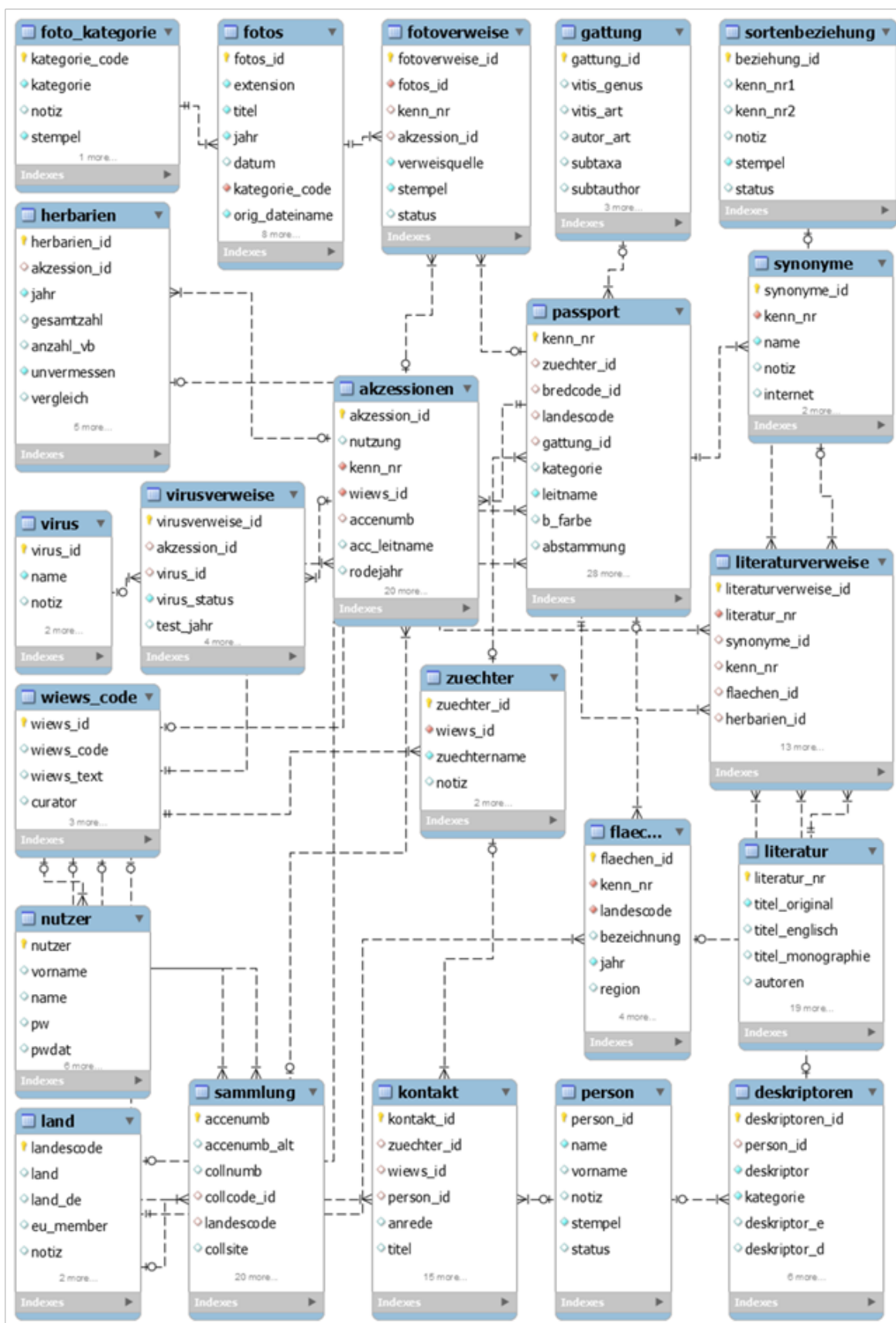


Abb. 3: Datenmodell des IVC.

- (1) die Internetprogrammiersprache PHP,
- (2) JavaScript,
- (3) Cascading Style Sheets,
- (4) Pear-Spreadsheet,
- (5) FPDF,
- (6) Ajax,
- (7) das Betriebssystem LINUX,
- (8) der Webserver APACHE und aktuell Yii, ein Open Source- und komponentenbasiertes Framework.

Bibliographische Quellen

Die im *VIVC* eingetragenen Daten fußen fast ausschließlich auf Angaben der Fachliteratur. Bibliographische Quellen erhalten fortlaufende Nummern. Sie umfassen etwa 900 Werke ampelographischer Natur in unterschiedlichsten Sprachen aus aller Welt, 1.500 Sortenbeschreibungen, 70 Artikel zu Resistenzverhalten und 400 Publikationen mit genetischen Markerprofilen. Obgleich digitalisierte Versionen existieren, ist die Gesamtheit der benutzten Quellen gedruckt vorhanden. Dies dient der Sicherheit und der Arbeitsweise im Umgang mit der Literatur. Zu jeder beschriebenen Sorte werden im Werk Leitname und Kenn-Nummer vermerkt, gegebenenfalls Passportdaten, sowie Kommentare bei Auffälligkeiten, z.B. wenn abgebildete Fotos nicht der morphologischen Beschreibung entsprechen oder Synonyme durcheinandergeraten sind. Diese Dokumentation „schwarz auf weiß“ erweist sich immer wieder als nützlich für die Rückverfolgbarkeit von Sachverhalten und die Erklärung von einstmals getroffenen Entscheidungen. Mit einem Blick wird alles erfasst. So kann z.B. mittels der Handschriften von Gerhard ALLEWELDT und allen beteiligten Personen auf den Zeitpunkt der Bearbeitung geschlossen werden. Die Arbeit mit Referenzliteratur ist wegen der fortwährend notwendigen Identitätsüberprüfungen der Leitnamen ein Kontinuum. Ende der 1990er Jahre ergab sich die Gelegenheit, im Nachhinein die Seitenzahlen und Bezeichnungen, unter denen die Sorten in den Werken beschrieben sind, in die Datenbank aufzunehmen. Dadurch konnten sie einfacher und schneller gefunden werden, insbesondere wenn man an die zahlreichen Werke mit anderen Schriftzeichen denkt. Diese Information dient ebenso den Nutzern des *VIVC*.

Von 1987 bis 1995 wurden die Datenbankinhalte noch in Form von zwei Drucklisten publiziert: mit über 20.000 Synonymen und Verweisen auf Leitname (455 Seiten) und mit Leitnamen und den folgenden Passportdaten: Beerenfarbe, Synonyme, Herkunftsland, *Vitis*-Art, Abstammung und erhaltende Einrichtung (546 Seiten). Seit 1996 ist der *VIVC* online und listet aktuell 24.768 Leitnamen. Für wesentliche Suchkriterien wie Sortennamen, Fotos und Bibliographie wurden einfache Suchoptionen programmiert, bei der erweiterten Recherche können siebzehn Deskriptoren beliebig kombiniert werden. Die Datenbank wird strukturell und inhaltlich permanent dem aktuellen Erkenntnisstand angepasst. Mitte 2016 bekam der *VIVC* ein moderneres Layout mit zusätzlichen Recherchemöglichkeiten. Heutzutage erfreut sich der *VIVC* mit einer Besucherfrequenz von ca. 4.800 unterschiedlichen Nutzern im Monat (Statistik von 2018) und mit steigender Tendenz einer durchaus hohen Beliebtheit.

Virtuelles „Register“ Europäische Vitis-Datenbank

Seit den Empfehlungen von IBPGR und OIV vergingen noch 15 Jahre bis dann durch europaweite Zusammenarbeit die Europäische *Vitis*-Datenbank implementiert werden konnte, die die Bestände der größten Rebsammlungen in Europa listet. Grundlegend war die Projektausschreibung der Europäischen Kommission zur Erhaltung der genetischen Ressourcen Mitte der 1990er Jahre (ANONYM 1994). Bereits im ersten Projekt GENRES81 (Laufzeit 1997-2002) waren 19 Partner involviert (MAUL und THIS 2008). In der Europäischen *Vitis*-Datenbank entspricht das Schlüsselfeld der Akzessionsnummer, d. h. einer eindeutigen Nummer, die nur einmalig bei der Aufnahme der Akzession/Sorte ins Sortiment vergeben wird.

Zurzeit (Oktober 2018) sind in der Europäischen *Vitis*-Datenbank 59 Rebsortimente mit 38.121 Akzessionen erfasst. Hierin enthalten sind Passport- und Markerdaten, Charakterisierungsdaten, Fotos und Virusdaten. Im Rahmen des EU-Projekts GrapeGen06 (Laufzeit 2007-2011) entstand ein Online Zugang, durch den das Einpflegen und der Export von allen Akzessionen und den sie beschreibenden Daten durch die Partner selbst möglich ist (MAUL *et al.* 2012). Damit wurde erreicht, dass – auch nach Projektabschluss – die Kuratoren der Sortimente ihre Bestandslisten und Beschreibungsdaten aktualisieren können. Es bedarf nicht mehr der Unterstützung des Datenbankmanagers, die Kuratoren garantieren selbst für die Zuverlässigkeit der hochgeladenen Inhalte. Bilanzierend kann festgestellt werden, die Europäische *Vitis*-Datenbank schafft Transparenz über Ländergrenzen hinweg und begünstigt als Netzwerk die bilaterale und multilaterale Klärung von Sortenfragen.

Virtuelles „Register“ Deutsche Genbank Reben

Seit 2010 gibt es außerdem die Deutsche Genbank Reben, in der die Akzessionen der deutschen Sammlungen registriert sind. Auch hier entspricht das Schlüsselfeld der Akzessionsnummer. Die Deutsche Genbank Reben listet 4.192 Akzessionen aus sieben deutschen Rebensammlungen. Im Rahmen des BÖLN-Projekts „Weiterentwicklung von Wissenstransfer- und Informationssystemen zur nachhaltigen Nutzung rebengenetischer Ressourcen“ (2014-2016) fand die Sortenechtheitsfeststellung der Sammlungsbestände statt. Mit Hilfe des genetischen Fingerabdrucks und Ampelographie konnte die Identität von 93 % der *Vitis vinifera*-Akzessionen eindeutig bestimmt werden.

Identifikation: Ampelographie, Herbar, Genetischer Fingerabdruck

Der Begriff Ampelographie (*ampelos* = Weinstock, *graphie* = beschreiben) wurde 1661 von Philipp Jakob SACHS (1627-1672) mit seinem Werk „Ampelographia“ geprägt. Zehn Jahre zuvor war posthum die „Historia Plantarum Universalis“ von Jean BAUHIN (1541-1612) erschienen. Darin enthalten waren minutiöse Beschreibungen von 22 Rebsorten, womit BAUHIN als der erste moderne Ampelograph gelten kann. Eine erste Klassifikation von Rebsorten nach stabilen, d.h. zuverlässig unveränderlichen Merkmalen, stellte der bereits erwähnte Dámian SIMÓN-ROXAS CLEMENTE Y RUBIO (1777-1827) auf. In seinen sechs Übersichtstabellen zu Rebstock, Trieben, Blättern, Blüten, Trauben und Beeren hatte er alle gefundenen Ausprägungen eines Merkmals angeordnet. Ein Nutzer wurde somit anhand der Tabellen von einer Eigenschaft zur nächsten geführt bis zur vollständigen Beschreibung einer Sorte. Drei Autoren mögen beispielhaft für die deutschsprachigen Länder genannt werden. Sie nahmen die Klassifikation der Reben nach Beerenform und

-größe vor und banden z.T. auch Blattmerkmale ein und legten umfangreiche und detailgenaue Beschreibungen vor. Diese Präzision unterstützt heute die Entscheidungsfindung bei der Identifikation seltener und einst verschollener Rebsorten. Dies waren Johann Christian METZGER (1789-1852) in seinem Werk „Der Rheinische Weinbau“ (1827), Lambert Joseph Leopold Reichsfreiherr VON BABO (1790-1862) in der Ampelographie „Der Weinstock und seine Varietäten“ (1844) und Franz Xaver TRUMMER (1800-1858) mit seiner Arbeit „Systematische Classification und Beschreibung der im Herzogthume Steiermark vorkommenden Rebensorten“ (1841). Die darin enthaltenen Beschreibungen sind wie gesagt für die Bestätigung von Sortenidentitäten von unschätzbarem Wert, besonders in Verbindung mit Abbildungen wie z.B. den 126 noch erhaltenen Gutachen der Brüder Vinzenz (1808-1888) und Conrad KREUZER (1810-1861). Ein Glücksfall, dass sie 2001 der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurden (KREUZER und KREUZER 2001). Die Arbeit der Ampelographen und der Nutzer ihrer Werke wäre leichter gewesen, hätte ein einheitlicher Bestimmungsschlüssel und Beschreibungsmodus sowie ein übereinstimmendes Vokabular vorgelegen. Mehrbändige Ampelographien des 20. Jh.s aus Frankreich, Italien, Rumänien, Russland usw. stellten ebenfalls die auf ihrem Territorium kultivierten Sorten überaus exakt dar. Hier kommt noch die Vielsprachigkeit hinzu, die Übersetzungen erforderten. Der Franzose Pierre GALET (*1921) hängt als einziger seinen Ampelographien (GALET 1990) einen mehrstufigen Bestimmungsschlüssel an, ausgehend von sieben Merkmalen, wie z.B. Behaarung der Triebspitze, Blattform, Tiefe der Blattbuchten und Dichte der Wollbehaarung der Blattunterseite, usw. Mit diesen Büchern war es wohl möglich, die häufigsten einheimischen Sorten zu bestimmen. Allerdings hatte man es in den Sammlungen auch mit vielen ausländischen Sorten zu tun, deren Sortenechtheit es zu überprüfen galt. Diese mittels ampelographischer Merkmale zu bestimmen, erwies sich jedoch als mühsam. Früher widmete ein Ampelograph fast sein ganzes Berufsleben der Beschreibung und Erkennung von Rebsorten, und es bedurfte eines photographischen Gedächtnisses. Diese Einrichtung eines Ampelographen kann sich heute ein Institut kaum mehr leisten in Zeiten, in denen seine Wertigkeit nach Anzahl der Publikationen in hoch bewerteten Zeitschriften beurteilt wird. So begann mit dem Einsatz der Mikrosatelliten-Analyse eine neue Zeitrechnung für die Sortenbestimmung. Die Methode überzeugte durch ihre Treffsicherheit und Schnelligkeit.

Ein breit angelegter Versuch im GENRES81-Projekt bewies die Eignung von Mikrosatellitenmarkern zur Sortenidentifikation, unabhängig von Labor und Geräten (THIS *et al.* 2004). Diesem folgte das Schwarzmeerprojekt (Laufzeit 2003-2007). Beteiligt waren die Kaukasusländer und weitere das Schwarze Meer angrenzende Nationen (MAGHRADZE *et al.* 2009). Mit der Bewilligung des zweiten EU-Projekts GrapeGen06 (Laufzeit 2007-2011) wurde erstmals in größerem Umfang der genetische Fingerabdruck zur Charakterisierung von Akzessionen eingesetzt. Aktuell sind die genetischen Profile von 4359 Akzessionen für registrierte Nutzer möglich. Bei der COST-Aktion FA1003¹ (Laufzeit 2010-2014; MAUL, TÖPFER *et al.* 2015) stand die Evaluierung und Genotypisierung von Akzessionen in osteuropäischen Rebsammlungen im Fokus.

Homonyme, Synonyme, Fehlbezeichnungen und Markerprofile

Auf der Wanderung der Ackerbauern aus dem anatolischen Hochland nach Westeuropa sind außer Haustieren und ackerbaulichen Fruchtarten auch Reben mitgeführt worden. Sicher ist, dass die vor allem Handel treibenden und kolonisierenden Phönizier, Griechen und Römer für die Ausbreitung der Kultursorten im Mit-

¹ COST: European Cooperation in Science and Technology.

telmeerraum sorgten. Dadurch trafen Reben aus verschiedenen geographischen Herkünften aufeinander, und durch Kreuzungen entstand erneut Rebsortenvielfalt mit einer Kulminationsphase von Beginn des Hochmittelalters bis weit in die Neuzeit hinein. Handel, Pilgerrouen, Netzwerke der Klöster und Maßgaben der Obrigkeit führte zu einem regen Sortenverkehr. Die dabei weitestgehend mündliche Weitergabe der Sortennamen führte nicht nur zu phonetischen Änderungen, sondern es wurden gänzlich neue Begriffe (Synonyme) für die gleichen Objekte erzeugt, umso mehr, je weiter die zurückgelegten geographischen Distanzen waren (MAUL *et al.* 2008). Die Sortenbezeichnungen können manchmal auf die Herkunft bezogen werden, z.B. einen Ort (DATTIER DE BEYROUT, GAMAY, CHARDONNAY), eine Region (TRAMINER, ITALIA, MALVASIA DI SARDEGNA), auf den Züchter (MÜLLER-THURGAU, SEYVAL, SCHEUREBE), den Entdecker (RULÄNDER, ORTLIEBER) oder die Kreuzung (CABERNET SAUVIGNON, RIESLANER) einer speziellen Eigenschaft (TEMPRANILLO (= frühreif), MUSCAT À PETITS GRAINS (Muskatgeschmack), TEINTURIER (gefärbtes Fruchtfleisch), KISHMISH (samenlos), usw. Doch häufig ist das Zustandekommen eines Namens unbekannt.

Ein Paradebeispiel liefert der einstmals flächenmäßig weit verbreitete WEISSE HEUNISCH und direkter Vorfahre von 128 Rebsorten (LACOMBE *et al.* 2013, MAUL, EIBACH *et al.* 2015). Anhand seiner Nachkommen, wie die FRANCUSE aus Moldawien, XYNOMAVRO aus Griechenland, FURMINT in Ungarn, RIBOLLA GIALLA in Italien, WEISSER RIESLING in Deutschland und CHARDONNAY BLANC in Frankreich wäre die Wanderung von Ost nach West denkbar. Allerdings ist sie nicht gesichert, wie auch der Ursprungsort des WEISSEN HEUNISCH nicht bekannt ist. Auf ihrem Weg nach Westeuropa wechselte die Sorte häufig ihren Namen. Viele der dabei entstandenen 224 Synonyme und alternativen Schreibweisen, wie z.B. FOIRARD BLANC, GOUAIS BLANC, KRAPINSKA BELINA, LISEIRET, PERVEIVRAL, REBULA STARA und TEJER SZOZELOE sind nicht voneinander ableitbar, stehen phonetisch in keinem Zusammenhang. GIGANTE BRANCO ist eine treffende Beschreibung, bezugnehmend auf die großen Trauben und Beeren. Unter diesem Namen steht der WEISSE HEUNISCH heute noch im offiziellen nationalen Sortenkatalog von Portugal (EIRAS-DIAS *et al.* 2013).

Umgekehrt passiert es ebenfalls, nämlich dass genetisch verschiedene Sorten den gleichen Namen erhalten (Homonymie). So sind im VIVC drei verschiedene Sorten mit Namen RUBIN und elf Sorten, die die Bezeichnung RUBIN enthalten registriert. Sie können anhand der Passportdaten, insbesondere *Vitis*-Art, -Herkunft und -Abstammung differenziert werden. Jedoch um einen RUBIN-Genotyp darüber hinaus in einer Sammlung als „sortenecht“ zu deklarieren, bedarf es ampelographischer Referenzen oder der genetischen Profile.

Neben Synonymie und Homonymie spielen Fehlbezeichnungen in Rebsortimenten eine Rolle. Der rege internationale Austausch von Pflanzenmaterial zwischen Botanischen Gärten, privaten und staatlichen Sortimenten, Züchtern und Wissenschaftlern hat eine lange Tradition. Von dem Schneiden und der Kennzeichnung der Ruten bis zur Neupflanzung sind es mehrere Arbeitsschritte. Daraus erklärt sich, dass in der Vergangenheit in den weltweiten Rebsortimenten mit ca. 10 % Fehlbezeichnungen zu rechnen war. Dies ergab eine Studie, in der von 900 Sorten Herbarbelege aus verschiedenen Sammlungen zusammengetragen worden waren (DETTWEILER-MÜNCH 1992).

Seit fast 15 Jahren wird nun, neben den morphologischen Merkmalen der Rebe (Ampelographie), der genetische Fingerabdruck routinemäßig zur Feststellung der Sortenechtheit und zur Suche nach Eltern-Kind-Beziehungen eingesetzt. Zur Prüfung der Sortenechtheit bedient sich der Geilweilerhof einer umfangreichen

Markerdatenbank, die von über 4.000 Sorten die genetischen Fingerabdrücke enthält (MAUL und TÖPFER 2015). Diese wurden aus etwa 400 wissenschaftlichen Artikeln und Markerdatenbanken zusammengetragen sowie durch umfangreiche eigene Analysen ergänzt. Im *VIVC* sind derzeit 3.675 genetische Sortenprofile abrufbar. Datengrundlage sind zunächst neun Marker, die ausreichen, um die Identität von Sorten zu bestimmen.

Digitalisierung der Bestände

Ein fast dreißigjähriger Vergleich zeigt, welchen Stellenwert die Erhaltung der Rebenvielfalt in Europa mittlerweile genießt. In den größeren nationalen Sortimenten hat sich die Zahl der Akzessionen teilweise vervielfacht. Der Zuwachs erklärt sich teilweise durch die Entdeckung von historischen Rebsorten auf alten Weinbergsgeländen und die Intensivierung der Kontakte zu Osteuropa, insbesondere der Kaukasusländer. Außerdem wurden zahlreiche kleinere Sammlungen neu eingerichtet, die Sorten von regionaler Bedeutung bergen. Somit befinden sich die großen nationalen Rebsortimente Europas bislang noch auf Expansionskurs. Eine breite genetische Vielfalt ist die Grundlage für Forschung und Züchtung und letztendlich für einen zukunftsfähigen Weinbau. Eine Rationalisierung durch Eliminierung von Duplikaten findet hier nur ausnahmsweise statt. Gerade die Klonvielfalt der Jahrhunderte alten Rebsorten gilt es zu bewahren. In den französischen „conservatoires“ werden bis zu 600 Klone ein und derselben Rebsorte aufbewahrt, um die infraspezifische Sortenvielfalt zu sichern. Die Digitalisierung der Bestände ist bei immer größer werdenden Sammlungen eine große Stütze, um die Vielfalt an sortenspezifischen Informationen zusammenzuführen. Die Europäische *Vitis* Datenbank mit Beschreibungs- und Evaluierungsdaten, Fotos, genetischen Fingerabdrücken, usw. als virtuelles Bestandsregister kann zukünftig dem Monitoring der genetischen Ressourcen dienen. Voraussetzung wäre, dass die Sortenechtheitsbestimmung in den Sortimenten abgeschlossen ist und der sammlungsübergreifende Vergleich der Markerprofile und Morphologie der Akzessionen stattgefunden hat. Als Resultat würde ersichtlich, welche Genotypen Unikate darstellen und entsprechend besonders beachtenswert sind. Die Duplikaterhaltung für seltene Individuen könnte damit in die Wege geleitet werden.

Somit hat die zunehmende Digitalisierung erreicht, dass die Kollektionen von 28 Ländern in der Europäischen *Vitis*-Datenbank konzentriert und für jeden zugänglich sind. Jeder Nutzer kann zielgerichtet Akzessionen anhand der Beschreibungsdaten auswählen und die Sorten bestellen. Auch haben fünfzehn Institute 960 autochthone Sorten als AEGIS-Akzessionen vorgeschlagen und damit ihre Absicht zur langfristigen Erhaltung deklariert. Mittlerweile ist die Europäische *Vitis*-Datenbank ein Medium, an das sich beliebig Module angliedern lassen, wie z.B. die oben angeführte Dokumentation der europäischen Standorte von *Vitis sylvestris*-Populationen und die On-farm-Erhaltung seltener historischer Rebsorten im Weingut. Die Attraktivität der On-farm-Rubrik liegt darin, dass sich das Modul an Winzer, Weinkonsumenten, Rebveredler, Händler und Journalisten gleichermaßen richtet, die an Nischenerzeugnissen und einer höheren Wertschöpfung interessiert sind. Es besteht außerdem die Chance, ein Netzwerk einzurichten, das im Fall der Aufgabe von Flächen bei der Weitergabe des Materials hilft.

Die Bestandserhaltung als solche bleibt an praktische Bedingungen geknüpft wie die weinbauliche Pflege der Reben und die Sorge um die ihre langfristige Erhaltung. Probleme bereiten Holzkrankheiten wie Esca und Eutypiose durch Rebholz-befallende Pilze (u.a. *Eutypa lata*) und Virusbefall. Diesbezügliche Stockausfälle werden erfasst und Nachpflanzungen eingeleitet.

Zukünftige Herausforderungen

Es ist keine Kosten-Nutzen-Rechnung, die für die Bewahrung der Rebendiversität und damit unseres kulturellen Erbes aufgestellt werden kann, denn Sortimente halten immer wieder Überraschungen bereit, die zuvor nicht absehbar waren. Zwei Beispiele mögen dies belegen:

- (1) Man ging davon aus, dass alle europäischen Reben anfällig gegenüber Echtem und Falschem Mehltau sind. Dies wurde widerlegt durch HOFFMAN *et al.* (2008), die mit *Ren1* in der usbekischen Rebensorte KISHMISH VATKANA einen Locus mit hoher bis sehr hoher Abwehrkraft gegenüber Echtem Mehltau gefunden haben. Die ausschließlich in wenigen osteuropäischen Kollektionen existierende KISHMISH VATKANA und die mit dem gleichen Resistenzmechanismus ausgestattete DZHANDZHAL KARA erlebten einen Run und sind unmittelbar nach Bekanntwerden ihrer Widerstandsfähigkeit international in Resistenzzüchtungsprogramme eingeflossen.
- (2) Als ein Ergebnis des Erfassungsprojekts (s.o.) von Jung wurden fast 70 alte Sorten dem Geilweilerhof-Sortiment hinzugefügt. Der genetische Fingerabdruck brachte bei einer Sorte ein besonderes Resultat. JUNG hatte anhand von den Gutachten der Gebrüder KREUZER (KREUZER und KREUZER 2001) und der Beschreibung von TRUMMER (1841) einen unbekanntem Rebstock als untersteiermärkische SCHWARZE ZIMMETTRAUBE identifiziert. Dieser Genotyp stellte ein sogenanntes „missing link“ dar, d.h. das fehlende Elternteil von BLAUEM PORTUGIESER (BLAUE ZIMMETTRAUBE x SILVANER) und BLAUEM LEMBERGER (BLAUE ZIMMETTRAUBE x WEISSER HEUNISCH) (MAUL *et al.* 2016). Mit dieser Entdeckung war es möglich, die Herkunftsfrage insbesondere des BLAUEN PORTUGIESERS zu klären. Der Name PORTUGIESER nährte nämlich die Vermutung, er könnte aus Portugal stammen. Diese Annahme wurde durch alte Quellen unterstützt, nach denen der Bad Vöslauer Hofrat Johann Graf VON FRIES (1719-1785) die Sorte von Porto in Portugal bezogen hatte. Nun kommt die BLAUE ZIMMETTRAUBE laut der ampelographischen Literatur des frühen 19. Jahrhunderts nur in der Untersteiermark im heutigen Nordostslowenien vor. Dort waren zur gleichen Zeit auch Silvaner und WEISSER HEUNISCH präsent, die zusammen mit der BLAUEN ZIMMETTRAUBE, dem BLAUEN PORTUGIESER und dem BLAUEN LEMBERGER zeugten. Somit konnte Slowenien als plausibles Herkunftsland des Portugiesers erklärt werden. Die beschriebenen Zusammenhänge reihen sich in eine Serie ebenso spektakulärer Sortenfunde ein, mit denen es gelang, verschiedene Stammbäume international bekannter Rebsorten wie MERLOT = MAGDELEINE NOIRE DE CHARANTE x CABERNET FRANC (BOURSIQUOT *et al.* 2009), TEMPRANILLO = ALBILLO MAYOR x BENEDICTO (IBAÑEZ *et al.* 2012) und vielen anderen zu rekonstruieren, (CIPRIANI *et al.* 2010, GARCIA-MUÑOZ 2011, MENA *et al.* 2014). Somit kommt den Rebsammlungen die bedeutsame und vornehme Aufgabe zu, genetische Ressourcen für neue Fragestellungen und Anforderungen zu sichern.

In diesem Kontext sollte eine der großen Herausforderungen für die Zukunft angesprochen werden, nämlich, über die allgemeine Unterweisung von jungen Forschern im Fach Ampelographie hinaus, ihnen die Möglichkeit einräumen die ampelographischen Fähigkeiten kontinuierlich zu schulen und das ampelographische Wissen, bzw. Sortenrepertoire zu erweitern. Das vorangegangene Beispiel zeigt, dass namenlose Fundstücke und verschollene Sorten nicht einfach per genetischem Fingerabdruck identifiziert werden können. Die

genetische Identifikation setzt voraus, dass ein passendes Profil bereits in einer Datenbank existiert und dieses zudem zu einer beschriebenen Sorte gehört.

Dank der europäischen Projekte gestaltet sich die Erhaltungssituation in Europa gut. Was fehlt, ist die vollständige sortimentsübergreifende und internationale Klärung von Fragen der Sortenidentität. Auch hier ist der Fortschritt unbedingt eine Zeitfrage, denn diese Abklärungen sind mühsam und mit aufwändigen Literaturrecherchen verbunden, und die vielen Fragen sind sicherlich nur mittelfristig lösbar. Insbesondere die Diversität in Osteuropa ist extrem reichhaltig und noch wenig untersucht. In Armenien wurde erst vor wenigen Jahren begonnen, die genetische Sortenvielfalt aus Weinbergen in einem Sortiment zu sammeln. So bedarf es trotz der COST-Aktion FA1003 weiterer Forschungsanstrengungen.

Die Sicherheits-Duplizierung seltener Sorten unter den Vorgaben von AEGIS, d. h. ihre Erhaltung an zwei verschiedenen Standorten, vorzugsweise in verschiedenen Ländern, ist ein weiteres Anliegen. Außerdem ist in Anbetracht der Klimaveränderungen die Evaluierung der rebengenetischen Ressourcen bezüglich phänologischer Eigenschaften sowie biotischer und abiotischer Resistenzen ein notwendiges Vorhaben. In Anbetracht zivilisatorischer Bedrohungen wie z.B. des Baues von Staudämmen für Bewässerungszwecke (etwa in Spanien) ist die Sicherung der *In situ*-Bestände der europäischen Wildrebe *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* ebenfalls eine dringende Aufgabe.

Die digitalisierte Darstellung der Rebsorten, Wildarten und Zuchtstämme im bibliographischen „Register“ *VIVC* erfordert permanente Pflege. Dazu gehören die Extraktion von Informationen auch aus fremdsprachigen Literaturquellen, Auswertung von Sortimentslisten und ihre Ergänzung in der Datenbank. Um die Aufnahme von Daten effizienter zu gestalten, ist für einzelne Kriterien bereits ein Import mittels Excel-Tabellen eingerichtet. Sorgfältiges Arbeiten, verantwortungsvolles Umgehen mit Inhalten und die zuverlässige Eingabe von Daten, die unmittelbar online gehen, ist nötig. All diese Daueraufgaben verlangen Personal auf unbefristeten Stellen, das nicht nur weinbaulich, ampelographisch und fremdsprachlich, sondern noch dazu im IT-Bereich geschult ist und sich an die fortlaufenden technischen Neuerungen anpassen kann.

Rein technisch betrachtet, könnte der *VIVC* weitaus mehr Daten zu Rebsorten aufnehmen, z.B. ihre flächenmäßige Verbreitung und genomische Daten. So könnte zielgerichteter nach Sorten gesucht werden, die einen bestimmten Resistenzlocus tragen.

Rückblickend ist festzuhalten, dass in den letzten dreißig Jahren Enormes zur Sammlung, Erhaltung, Beschreibung, Identifikation und Dokumentation der rebengenetischen Ressourcen erreicht wurde. Die Förderung der Zusammenarbeit durch europäische und nationale Projekte hat viel dazu beigetragen.

Danksagung

Dieser modifizierte Beitrag fußt auf einer Publikation, die unter dem Titel „Weinsorten digital: Die Reben (*Vitis* L.)-Datenbanken als bibliographisches und virtuelles Register“ in der Reihe Lebenswissenschaften im Dialog, Nr. 25 auf den Seiten 251-286 (Theorien der Lebenssammlung. Pflanzen, Mikroben und Tiere als

Biofakte in Genbanken. KARAFYLLIS, N. C. (Ed.). Karl ALBER, Freiburg/München) erschienen ist. Prof. Nicole KARAFYLLIS und Uwe LAMMERS danke ich für das hartnäckige Betreiben den Werdegang der Datenbanken zu recherchieren und die vielen redaktionellen Anregungen. Allen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe „Genetische Ressourcen“ danke ich für ihren stetigen Einsatz und ihre spürbare Freude die Inhalte der Datenbanken und das Herbarium zu pflegen und die Programmierung zu optimieren. Erwähnen möchte ich die aktuell beteiligten Personen: Ursula BRÜHL, Alina GANESCH, Marion HUNDEMER, Andrea MAHLER-RIES, Franco RÖCKEL und Martina WALK.

Literatur

Auf einen Abdruck der umfangreichen Literaturliste wurde verzichtet. Sie kann bei der Autorin nachgefragt werden.