

## Armenisch/deutsche Zusammenarbeit zur Beschreibung und Sicherung der armenischen Rebenvielfalt

Erika MAUL<sup>1)</sup>, Gagik MELYAN<sup>2)</sup>, Franco RÖCKEL<sup>1)</sup>, Reinhard TÖPFER<sup>1)</sup> und Kristina MARGARYAN<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> JKI - Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Siebeldingen

<sup>2)</sup> Voskehat Educational and Research Center of Enology, Armenian National Agrarian University, Merdzavan, Armenia

<sup>3)</sup> Research Group of Plant Genetics and Immunology, Institute of Molecular Biology of National Academy of Sciences, Yerevan, Armenia

### Einführung

Im Rahmen eines bilateralen Projektes, das für zwei Jahre (1.7.2017 – 31.6.2019) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde, entstand eine fruchtbare Kooperation und tiefe Freundschaft. Im Projekt ging es um die Suche und Sammlung verschollener Rebsorten in alten Weinbergen, denn das nationale armenische Rebsortiment mit ca. 850 Sorten war Anfang der 1990er Jahre ausgehauen worden. Drei kleinere Sammlungen, die noch existierten, wurden 2015 gerodet. Folglich gab es fast keine einheimischen armenischen Rebsorten mehr, die als Lebendreferenzen hätten dienen können. Mittels genetischem Fingerabdruck, Beschreibungen und Abbildungen sollten die gesammelten Reben bestimmt und am Sortimentsstandort Etchmiadzin gesichert werden. Zur Projektaufgabe gehörten weiterhin Untersuchungen zur Abstammung und der Aufbau der armenischen *Vitis*-Datenbank ([www.vitis.am/eng](http://www.vitis.am/eng)).

Grundlagen und Ergebnisse des Projekts werden nachfolgend vorgestellt. Sie sind auch Gegenstand eines Artikels der vor kurzem erschienen ist: MARGARYAN, K.; MELYAN, G.; RÖCKEL, F.; TÖPFER, R.; MAUL, E.; 2021: Genetic diversity of Armenian grapevine (*Vitis vinifera* L.) germplasm: molecular characterization and parentage analysis. *Biology* MDPI, PDF Version: <https://www.mdpi.com/2079-7737/10/12/1279/pdf>

### Material und Methoden

Gesammelt wurde das Rebmateriale in den fünf traditionsreichen armenischen Weinbauregionen Ararat, Armavir, Aragatsotn, Vayots Dzor, Tavush, und

Syuniq, siehe Abb. 1. Unter den über 120 aufgesuchten Standorten befanden sich auch aufgegebene Weinbergflächen, Gärten und kleinere Privatsammlungen. Weinbergsbesitzer und lokal ansässige Mitglieder der Weinindustrie unterstützten das Auffinden von Haupt- und seltenen Lokalsorten. Fehlten Bezeichnungen, bekamen die Fundstücke Standortnamen und Nummern. Insgesamt wurden 492 Reben lokalisiert, Fotos von Blättern und Trauben angefertigt und Blattproben für die genetische Analyse genommen. Von einem Großteil der Reben wurde Holz geschnitten und wurzelecht in die nationale Sammlung Etchmiadzin überführt. Den genetischen Fingerabdruck erstellte Kristina MARGARYAN mittels 25 Mikrosatellitenmarkern am JKI-Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof (IRZ).

Zu Ihren Aufenthalten am IRZ siehe auch "geilweilerhof aktuell" 46, 2018, Seite 103. Die Sortenidentität wurde durch Vergleich der gewonnenen genetischen Profile mit der SSR-Markerdatenbank (SSR-DB) am IRZ festgestellt. Die Anzahl der genetischen Fingerabdrücke in der SSR-DB ist inzwischen auf über 8000 angewachsen. Die Abbildung der verwandtschaftlichen Beziehungen erfolgte mittels MEGA 7-, die Abstammungsanalyse anhand von Cervus- und die Bestimmung fehlender Elternteile mit Hilfe der Colony-Software.

### Ergebnisse

#### ● Identitätsfeststellung

Um Duplikate zu identifizieren wurden die 492 genetischen Profile der armenischen Sorten zunächst untereinander verglichen. Übrig blieben 216 unterschiedliche Fingerabdrücke. Das bedeutet, dass

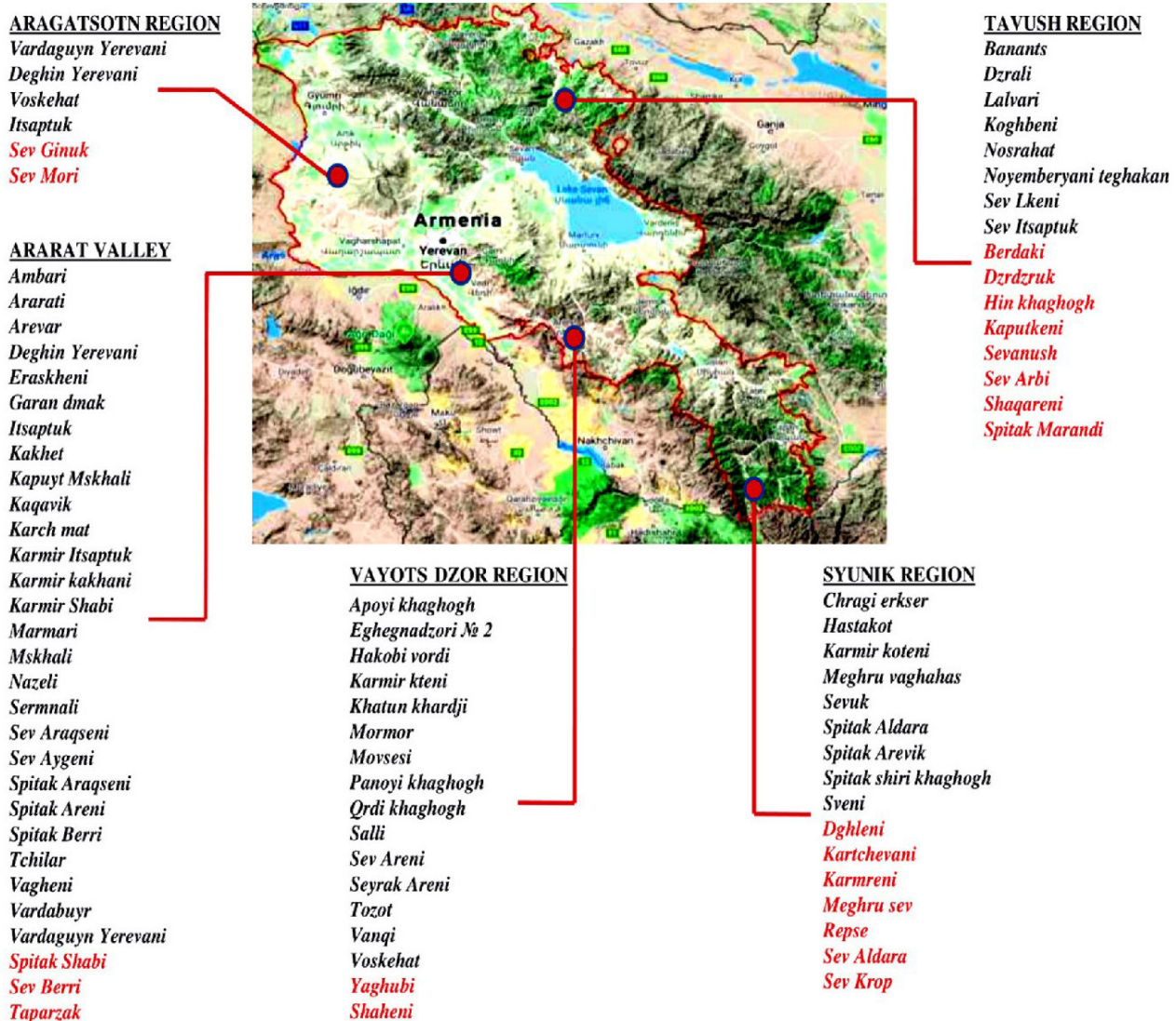


Abb. 1: Die armenischen Weinbaugebiete und ihre wichtigsten Rebsorten. Die Rebsorten in roter Schrift konnten bislang nicht wiedergefunden werden. (MARGARYAN, K.; MELYAN, G.; RÖCKEL, F.; TÖPFER, R.; MAUL, E.; 2021: Genetic diversity of Armenian grapevine (*Vitis vinifera* L.) germplasm: molecular characterization and parentage analysis. Biology MDPI, PDF Version: <https://www.mdpi.com/2079-7737/10/12/1279/pdf>; Abb.: Kristina MARGARYAN).

sich 271 Duplikate unter den Proben befanden und außerdem 5 Mutanten mit vom Ursprungstyp abweichenden Merkmalen. Bei den Mutanten handelte es sich um MORMOR, eine graubeerige Farbmutante von SEV ARENI, der wichtigsten armenischen Rotweinsorte; MARMARI, siehe Abb. 2, ist eine Chlorophyll-Schimäre und KISHMISH ROZOVYI eine rotbeerige Form der weißen Tafel- und Rosinentraube SULTANINA; KISHMISH CHERNYI TEINTURIER besitzt rotes Fruchtfleisch im Vergleich zum farblosen Fruchtfleisch von KISHMISH CHERNYI. Auch die schwarzbeerige Variante vom gelben MUSKATELLER wurde in einem alten Weinberg gefunden.

Die 216 Einzelprofile wurden in die SSR-DB des IRZ eingepflegt. Nach dem Identifikationsdurchlauf war für 149 Profile ein passendes Pendant vorhanden. Nun begann die Verifizierungsphase. Es galt die gefundene Identität mit Hilfe von Beschreibungen und Abbildungen aus Ampelographien zu bestätigen, siehe Abb. 3. Zwei mehrbändige russische Ampelographien von NEGRUL *et al.* (1963-1970) und FROLOV-BAGREEV *et al.* (1946-1956), die Kaukasus Ampelographie von MAGHRADZE *et al.* (2012) und weitere kleinere Werke besaß das IRZ schon. Diese Sammlung osteuropäischer Werke wurde im zweiten Projektjahr durch Schenkungen des armenischen





Abb. 2, oben: MARMARI. Eine SULTANINA Mutante mit Panaschüre an Blättern (Winzer Andranik, Artaschat) (Fotos: Erika MAUL).

Abb. 3, rechts: Überprüfung der Sortenidentität mittels Abbildungen und Beschreibungen: Gagik MELYAN und Kristina MARGARYAN in Etchmiadzin, September 2018 (Foto: Erika MAUL).



Projektpartners ergänzt: ASLANYAN, E. (1947), POGHOSYAN (1962), POGHOSYAN (1981), MELYAN (2019) und HOVHANNISYAN (2017). Auch wenn die ersten drei Werke in rein armenischer Sprache verfasst sind, ihr Wert liegt in der Aufzählung der Sorten, die vor 72, 67 und 38 Jahren in Armenien bekannt waren, bzw. gezüchtet wurden. Außerdem sind darin viele Rebsorten durch Schwarzweiss-Fotographien abgebildet. Dies unterstützt die Identifikation. Für unsere Nutzbarkeit hatte Kristina MARGARYAN neben den Sortennamen in armenischer Schrift die lateinische Version geschrieben.

Nach sorgfältiger Überprüfung stand das Ergebnis fest: Unter den 149 Sorten befanden sich 71 (66 plus 5 Mutanten) autochthone armenische Rebsorten, 49 armenische Neuzüchtungen und 34 eingeführte Rebsorten.

Keine Referenzen und keine entsprechenden genetischen Fingerabdrücke existierten von 67 Genotypen, deren Identität somit noch zu klären bleibt. Ein Prachtexemplar von Traube einer unbekannten Rebe zeigt die Abb. 4.

- *In Armenien eingeführte Sorten*

Die 34 Importsorten stammten aus Nachbarländern und entfernteren Staaten von Spanien bis



Abb. 4: Riesentraube eines unbekanntes Genotyps (Foto: Erika MAUL).



Usbekistan und sogar aus den USA. Aus dem Kaukasus (Georgien, Aserbaidschan und Russischer Föderation) und Asien (Afghanistan, Iran und Usbekistan) kamen 18 Sorten, unter anderem die mit dem *Ren1* Locus ausgestattete und dadurch gegen den echten Mehltau widerstandsfähige DZHANDZHAL KARA. Drei griechische Rebsorten wurden gefunden. Erwartungsgemäß war der WEISSE MUSKATELLER darunter, der weltweit in jedem weinbautreibenden Land vorkommt. Mit der schwarzbeerigen ISABELLA aus den USA musste gerechnet werden, da diese Rebsorte seit Beginn des 18. Jahrhunderts weltweit verbreitet wurde. Besondere Kennzeichen sind ihre Pilzfestigkeit und ihr Erdbeerrauma. Überraschenderweise waren auch GOETHE und SALEM, zwei CARTER x TROLLINGER-Kreuzungen, aus den USA unter den Fundstücken.

### • Duplikate

Von den 271 Duplikaten gehörten die meisten zu ARENI SEV (27), gefolgt von TOZOT (18), KARMIR KAKHANI (15), RIZAMAT (10), APOYI KHAGHOGH (9) und SPITAK AREVIK (9). ARENI SEV und TOZOT, zwei im armenischen Weinsektor vielbeachtete und geschätzte Rotweinsorten, zeigen wohl aufgrund ihres hohen Alters eine breite Klondiversität. Unterschiedliche Traubenformen und Traubendichte von ARENI SEV-Klonen und der Mutante MORMOR sind in Abb. 5 zu sehen. Diese Pflanzen wurden in der Vayots Dzor-Region in über 200 Jahre alten Weinbergen aufgespürt. Die hohe Anzahl Tozot-Klone wird dadurch erklärt, dass die Sorte unter verschiedenen Namen in der Literatur beschrieben und von den Winzern daher auch unterschiedlich genannt wurde. Erst durch dieses Projekt stellte sich

heraus, dass GYOGYAM, KARCH MAT, KARMIR KHACH, KARMIR MILAGH und SALI ein und dieselbe Rebsorte, also TOZOT, darstellen. APOYI KHAGHOGH war nur in alten Weinbergen präsent. KARMIR KAKHANI und SPITAK AREVIK sind historische einheimische Tafeltrauben. Bei der rotbeerigen Tafeltraube RIZAMAT handelt es sich um eine Neuzüchtung aus Usbekistan.

### • Sortengruppierung

Anhand der genetischen Daten wurde ein Dendrogramm erstellt, das die genetische Ähnlichkeit der untersuchten Sorten aufzeigt, siehe Abb. 6. Autochthone armenische Sorten sind mit roten Punkten versehen, armenische Neuzüchtungen mit blauen, nicht identifizierte Sorten mit gelben, eingeführte Rebsorten erhielten rosa und Neuzüchtungen aus anderen Ländern hellblaue Punkte. Mit Hilfe dieser Darstellung konnten verwandtschaftliche Beziehungen sichtbar gemacht werden. Zum Beispiel sind die meisten armenischen Neuzüchtungen (blaue Punkte) und ihre Elternteile im linken oberen Bereich zu finden und belegen etwa ein Drittel des Kreises. Genotypen mit unbekannter Identität (gelbe Punkte) in der Gruppe der Neuzüchtungen, dürften auch als solche gelten. Einheimische Rebsorten sind über die anderen zwei Drittel verteilt. Hier sind teilweise Rückschlüsse möglich, was das Alter oder die geographische Zuordnung der nicht identifizierten Rebsorten betrifft. Ganz rechts oben stehen die ersten sechs rosa Punkte für Rebsorten aus Georgien, die in der Tavush-Region im Nordosten Armeniens gefunden wurden. Bei den zwei Genotypen 71 und 77 könnte es sich also auch um georgische oder zumindest um alte Sorten dieses



Abb. 5: Traubenmorphologie von ARENI SEV. Sammlungsbezeichnungen werden angeführt: 1. ARENI SEV; 2. LYUSTRA; 3. MOVUZ; 4. SEYRAK ARENI; 5. MORMOR (eine ARENI SEV-Mutante/Schimäre mit grauer Beerenfarbe) (Fotos: Kristina MARGARYAN).

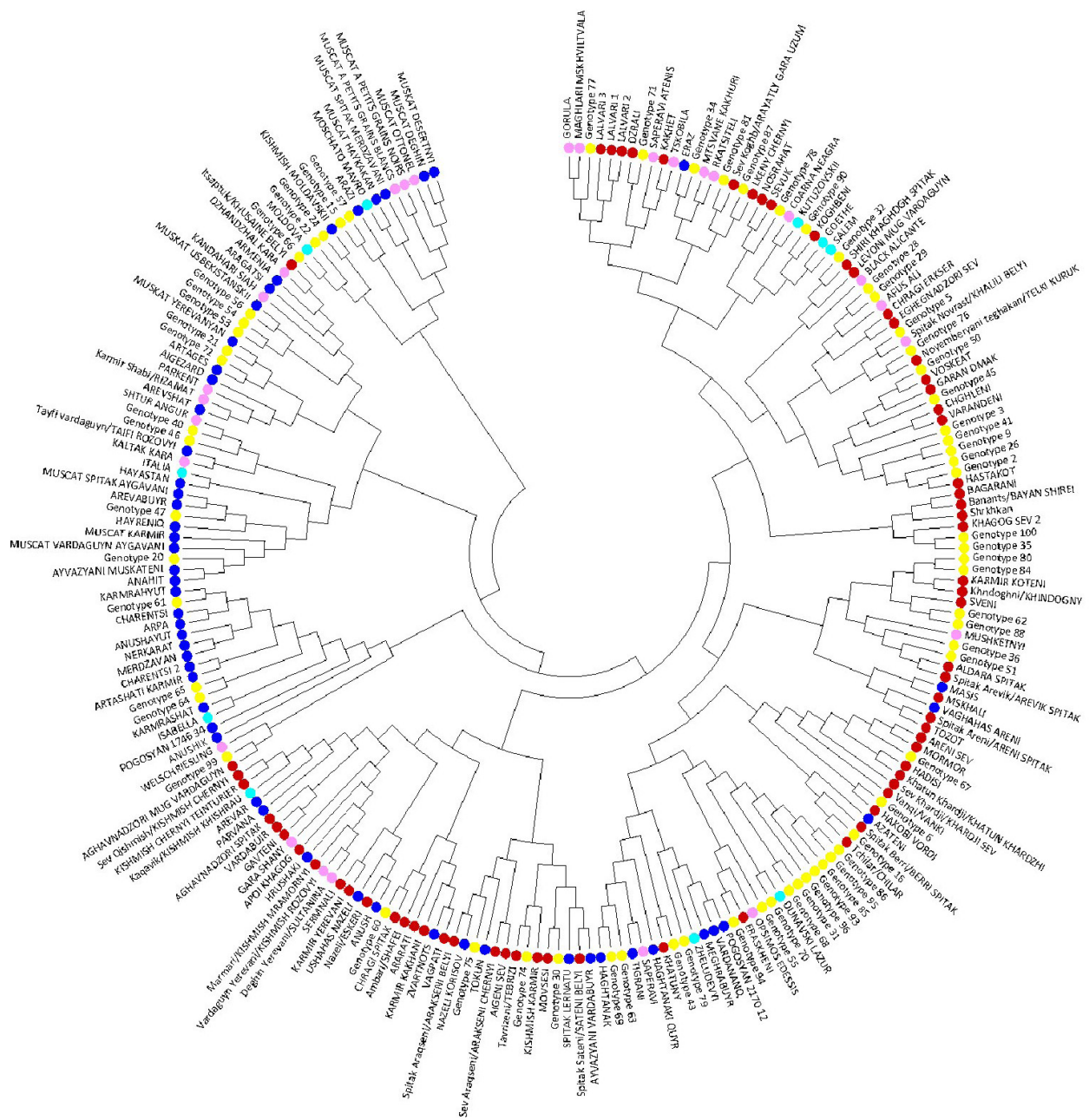


Abb. 6: Dendrogramm, basierend auf den 221 verschiedenen genetischen Fingerabdrücken, die im Rahmen der Studie ermittelt wurden.

Gebiets handeln. Weitere Hypothesen zum Ursprung konnten formuliert werden, beispielsweise, wenn unbekannte Genotypen mit bekannten Rebsorten eine Elternteil-Kind-Beziehung aufwiesen, wie Genotyp 87 mit LKENI CHERNYI (rechte Seite, 18. und 19. Punkt), die ebenfalls in der Tavush-Region aufgesammelt wurden.

• Klärung von Abstammungen

Die Abstammungsanalyse hatte zum Ziel: (1) die Identität der Neuzüchtungen durch die Bestätigung

der vom Züchter angegebenen Abstammung nachzuweisen und (2) Beziehungen zwischen einheimischen Rebsorten aufzudecken. Analog zu zahlreichen renommierten Rebsorten wie MERLOT, TEMPRANILLO, BARBERA, PORTUGIESE und SILVANER, deren Elternteile in alten Weinbergen gefunden wurden, resultierte die Vermutung, dass auch unter den armenischen Sorten verwandtschaftliche Beziehungen existieren müssten.

Der ursprüngliche Datensatz mit 216 genetischen Profilen wurde durch weitere 44 Sorten aus

dem eigenen Datenpool und Publikationen ergänzt. Es handelte sich dabei um armenische Rebsorten, die bislang noch nicht wiederentdeckt, solche, die in der Kreuzungszüchtung eingesetzt wurden oder als Elternteile historischer Sorten bereits bekannt waren.

Die verwendete CERVUS-Software zur Ermittlung von Nachkommen und ihren Elternteilen fand 63 Nachkommen und schlug dazu Mutter und Vater, d.h. eine vollständige Abstammung vor. Darunter befanden sich allein 53 Neuzüchtungen. Davon konnten für fünfundzwanzig die von den Züchtern genannten Kreuzungseltern bestätigt, bei sieben entweder der Vater oder die Mutter zurückgewiesen und neue Elternteile gefunden werden und bei vier Neuzüchtungen wurden komplett neue Kreuzungseltern identifiziert. Bei weiteren fünfzehn Neuzüchtungen fehlte die Angabe der Eltern. Sie konnten aufgrund der verwendeten Elternteile als solche identifiziert werden. Unter den letztgenannten fünfzehn neuen Sorten waren allein neun unbekannte Genotypen, deren Identität bis dato nicht feststeht. Für ihre besonderen Dienste ist an dieser Stelle die Colony-Software zu erwähnen. Mit ihrer Hilfe wurden nicht mehr existierende Zuchtstämme wie SEYANETS 1563/1+21, SEYANETS S 1262 und SEYANETS S 484 rekonstruiert und Abstammungen in 16 Fällen vervollständigt. In der nachfolgenden Tabelle sind historische armeni-

sche Rebsorten aufgeführt, deren beide Elternteile bestimmt werden konnten. Auch hier sind wieder zwei unbekannte Genotypen (16 und 60) beteiligt, bei denen es sich um alte Reben handeln muss, da ihre Nachkommen BERRI SPITAK, CHILAR und CHRAGI SPITAK in den alten Ampelographien beschrieben sind. In der letzten Spalte sind LOD-Werte angegeben, die aussagen, ob ein Kreuzungspaar wahrscheinlich ist. In unserer Analyse bestätigen LOD-Werte über 30 die gefundenen Trios.

Einen weiteren Aspekt lieferte die Abstammungsanalyse. Sie förderte die Bedeutung von alten Rebsorten zutage, die heute nur vereinzelt in Weinbergen anzutreffen sind. So wurde im Rahmen der Sammlungsreisen nur eine einzige HADISI-Pflanze am Hadis-Berg auf 1650 m über NN gefunden. Der Farmer kannte ihren Namen nicht, er glaubte sie sei der Abkömmling einer Kulturrebe und von Vögeln gebracht worden. Ihre Identität konnte mittels zwei vorhandenen Fingerabdrücken in der SSR-DB bestimmt werden. Nun stellte sich heraus, dass das Unikat oder die Seltenheit Hadisi ein wichtiges Elternteil ist. Sie ist an den Trios BERRI SPITAK, CHILAR und KHATUN KHARDZHI beteiligt, siehe Tabelle. CHILAR wird als sehr alte Rebsorte beschrieben.

Mit der CERVUS-Software wurden auch Eltern-Kind-Beziehungen ermittelt. Diese werden als

Tabelle: Liste der Trios, d.h. Mutter und Vater der Nachkommen sind identifiziert

Nachkommen		Elternteil 1		Elternteil 2		LOD score
VIVC Leitname	VIVC Kennnummer	VIVC Leitname	VIVC Kennnummer	VIVC Leitname	VIVC Kennnummer	
AIGENI SEV	149	ARAKSENI CHERNYI	530	ARARATI	553	36,09
ARENI SPITAK	577	ARENI SEV	576	TOZOT	12600	52,54
BERRI SPITAK	1192	HADISI	65	Genotyp 16		46,36
CHILAR	2558	HADISI	65	Genotyp 16		53,95
CHRAGI SPITAK	27096	CHRAGI ERKSER	2622	Genotyp 60		42,91
ESKERI <sup>1)</sup>	3960	BLANC D'IRAN	24179	SULTANINA	12051	36,96
GORA CHIRINE FAUX <sup>1)</sup>	41934	HRUSHAKI	10412	SULTANINA	12051	34,86
KHATUN KHARDZHI	6168	HADISI	65	VANKI	25977	40,59
KARMIR YEREVANI	12896	AREVIK SPITAK	583	SULTANINA	12051	38,58
Genotyp 81		ARAYATLY GARA UZUM	21888	RKATSITELI	10116	45,02

<sup>1)</sup> Bestätigung einer früheren Publikation von LACOMBE *et al.* 2013



Duos bezeichnet, da nicht zu klären ist, welche Sorte der Nachkomme und welche das Elternteil darstellt, solange eine vollständige Abstammung einer der beiden nicht nachgewiesen ist. Vom historischen HADISI existierten gleich vier Elternteil-Kind-Beziehungen, nämlich mit dem legendären ARENI SEV, GARAN DMAK, VOSKEHAT und Genotyp 67.

- *Gesicherte Erhaltung im nationalen Rebsortiment*

Ein Großteil der Sammlungsmuster wurden im nationalen Sortiment Etchmiadzin mit acht bis zehn Reben wurzelecht gepflanzt. Die wurzelechte Pflanzung stellt eine Gefahr dar, da die saugende Reblaus die Wurzel der europäischen Kulturrebe dermaßen schädigt, dass sie abstirbt. Von der Reblaus, die im 19. Jahrhundert aus Nordamerika eingeschleppt wurde, war Armenien bis vor wenigen Jahren verschont geblieben. Im Ararat-Tal verursacht sie mittlerweile große Schäden. In dem neuen deutsch-armenischen Projekt, das im Juli 2022 startet und drei Jahre läuft, ist die Pfropfung des Sortiments auf reblausfeste Unterlagen vorgesehen.

- *Duplikaterhaltung*

Um die Identifikationsresultate als Pflanze und genetische Ressource zu sichern wurden siebenundvierzig Rebsorten nach Deutschland eingeführt. Sie stehen in Quarantäne. Sie werden nach ihrer Veredlung und Rebschule in einigen Jahren in die Sammlung des Instituts für Rebenzüchtung Geilweilerhof überführt.

- *Aufbau der armenischen Vitis Datenbank (www.vitis.am/eng)*

Im Rahmen des Projekts entstand ein sehr ansprechender und nutzerfreundlicher Sortenkatalog. Er wurde im April 2019 freigeschaltet. Die Datenbank beinhaltet 167 Rebsorten. Über „Database search“ gelangt man zu den Sorten, die mit Passportdaten, dem Mikrosatellitenprofil und Merkmalsdaten ausgestattet sind. Von vielen Sorten sind Fotos vorhanden. Diese Datenbank wird als Aushängeschild der rebengeneti-

schen Ressourcen wahrgenommen. Sie soll helfen die Unterstützung der politischen Entscheidungsträger in Armenien zu sichern, insbesondere die Erhaltung der Rebsammlung in Etchmiadzin.

### **Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

Die Suche nach Rebsorten in traditionellen armenischen Weinbaugebieten gab Einblick in die enorme dort vorherrschende genetische Vielfalt. Die Kombination von nuklearen Mikrosatellitenmarkern und Ampelographie erwies sich als geeignet, um die Identität von 71 autochthonen armenischen Rebsorten, 49 armenischen Neuzüchtungen und 34 eingeführten Rebsorten zu bestimmen. Ihre korrekte Bezeichnung ist Voraussetzung für die weinbauliche Nutzung und das Management in Genbanken. Synonym-, Homonym- und Fehlbezeichnungen konnten geklärt werden.

Weiterhin sind Anstrengungen nötig, zum Beispiel um die 67 Genotypen zu identifizieren, die



Abb. 7: Die Vielfalt der armenischen Sorten drückt sich auch in ihrer Beerenform aus. KHUSAINÉ BELYI: fingerförmige und „Cornichon“-artige Beeren. (Winzer ANDRANIK, Artaschat) (Foto: Erika MAUL).

aufgrund fehlender genetischer Profile in SSR-Datenbanken oder fehlender Namen nicht identifiziert werden konnten. Dazu sind bibliographische Studien und die Zusammenarbeit mit anderen Genbanken nötig. Der Austausch mit internationalen Rebsortimenten dient auch dazu, verlorengegangenes Material nach Armenien wieder zurückzuführen. Die Suche nach historischen Rebsorten wird fortgesetzt, auch mit dem Ziel vermisste Elternteile zu entdecken.

Zahlreiche genetische Beziehungen ersten Grades zwischen bedeutenden autochthonen Sorten wurden aufgedeckt. Manche Exemplare wie HADISI, von der nur eine Pflanze gefunden wurde, jedoch mit Beziehungen zu mehreren Sorten, erwiesen sich als Relikte aus früheren Zeiten, in denen sie eine größere Verbreitung hatten. Dadurch konnten spontan Kinder entstehen, analog zur Rolle des WEISSEN HEUNISCH als Genspender in früheren Jahrhunderten in Europa. Die große Zahl der Neuzüchtungen spiegelt die enorme Züchtungsaktivität in Armenien wider und die Tatsache, dass die Weinbauern offen dafür waren und damit experimentierten. Auch hier gelang es Züchterangaben zu Kreuzungseltern zu bestätigen, zu revidieren oder zu ergänzen.

Die vorliegende Studie ist die erste repräsentative und umfassende Analyse der armenischen Rebsortenvielfalt. Im nationalen Rebsortiment Etchmiadzin steht das Sammlungsmaterial zurzeit noch unveredelt. Aufgrund der Ankunft der Reblaus im Ararat-Tal ist das Pfropfen auf Unterlagen dringend erforderlich

Die armenischen Rebsorten sind in der Armenischen Vitis-Datenbank ([www.vitis.am](http://www.vitis.am)) und im Vitis Internationalen Sortenkatalog ([www.vivc.de](http://www.vivc.de)) dokumentiert.

### Danke

Diese Studie wurde durch das MES-BMBF-Projekt "Erforschung des Züchtungspotentials der armenischen rebsortigen Ressourcen durch multidisziplinäre Charakterisierung" (Förderkennzeichen: BFDF17034) gefördert. Aufenthalte von Kristina Margaryan wurden durch die COST Action CA 17111 INTEGRAPPE und teilweise vom DAAD-57552334-Projekt gedeckt. Wir möchten der „Vine and Wine Foundation of Armenia“ (VWFA) für ihren Beitrag zu den Exkursionen danken.