Interreg Slovakia-Austria
European Regional Development Fund

EUROPEAN UNION

ZNÍŽENIE RIZIKA OCHORENÍ VINIČA PRE LEPŠIE A ZDRAVŠIE HROZNO.

SENKUNG DES RISIKOS VON WEINKRANKHEITEN FÜR BESSERE UND GESÜNDERE TRAUBEN

CLIMVINO
gesunde Reben – bessere Trauben
zdravý vinič – kvalitnejšie hrozno

KNIHA VÝSLEDKOV
BUCH DER ERGEBNISSE

VÝŠKA FINANCOVANIA Z EFRR 1 075 556,73 EUR

Inhalt

1 ZIEL 3
2 PROJEKT PARTNER 4
3 GEMEINSAME ERGEBNISSE ERZIELT 5
4 STANDORTE UND ZUGRIFF AUF WETTERDATEN 6
5 WETTERSTATIONEN - BESCHREIBUNG DER EINRICHTUNGEN 7
6 WAS UNS DIE WETTERDATEN ÜBER EINZELNE ORTE IN ÖSTERREICH VERRATEN 14
7 WAS UNS DIE WETTERDATEN ÜBER EINZELNE ORTE IN DER SLOWAKEI SAGEN 30
8 METEOROLOGISCHE DATEN UND REBENPHÄNOLOGIE 35
9 BIODIVERSITÄTSBERICHT 77
10 DIE WITTERUNG IN DEN JAHREN 2020 UND 2021 IN DER WEINBAUREGION BURGENLAND UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE MEHLTAU-ERSTINFEKTION DER REBE IM FRÜHJAHR 95
11 EIGNUNG VON MULTISPEKTRALAUFNAHMEN (UV, SICHTBAR, IR) ZUR FRÜHERKENNUNG VON REBERKRANKUNGEN UND STRESSREAKTIONEN VON REBEN IM WEINGARTEN 119
12 MULTISPEKTRALE DROHNENAUFNAHMEN VON WEINBERGEN IN DER SLOWAKEI 122
13 PATHOGENBELASTUNG DER REBEN 124
14 PATHOGENE BELASTUNG VON REBEN IN DER SLOWAKEI 137
15 MIKROBIOLOGISCHES PROFIL VON STANDORTEN IN DER SLOWAKEI 162
16 LISTE DER BENUTZTEN LITERATUR 170

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

1 Ziel

Weinbau und Weinproduktion sind ein wichtiger Wirtschafts- und Kulturfaktor in der Slowakei und Österreich mit Tausenden von Arbeitsplätzen. Weinberge werden regelmäßig bewirtschaftet und müssen gepflegt werden, da sie ständig von Krankheitserregern, Pilzen und Pflanzenschädlingen befallen werden. Die Rebe erfordert eine angemessene und rechtzeitige Behandlung. Gleichzeitig muss aber auch auf die Umwelt Rücksicht genommen werden, damit diese beim Schutz der Weinberge nicht unnötig belastet und die Biodiversität nicht zerstört wird.

- Einsatz von 25 Mikroklimamessstationen im Burgenland und gleich vielen in der Slowakei
- Regelmäßige Analyse der Daten durch Weinbauexperten und darauf basierende Pflanzenschutzempfehlungen
- Langfristige Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes zum Zwecke der Effizienzsteigerung und Schonung des Bodens
- Gesündere Pflanzen und Trauben
- Garantiert nachhaltige und langfristige Mikroklimamessungen und Prognosetätigkeit

- Forschungstätigkeiten zum Auftreten und zur Verbreitung von Schadorganismen
- Versuchsweiser Einsatz von Drohnen zum Monitoring von Schadorganismen vor ihrer visuellen Sichtbarkeit
- Vermittlung neuer Bewirtschaftungsmethoden in Weingärten durch Weinbauschulen und Veranstaltungen
- Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Projekt stehen allen WinzerInnen der Projektregionen zur Verfügung

-

Projektbudget: 1 265 365,86 Eur
ERDF Kofinanzierung: 1 075 556,73 Eur
Projektzeitraum Juli 2019 - Oktober 2022

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

2 Projekt Partner

Výskumný ústav pre energetiku a environmentálne plánovanie,ekonomiku a analýzu trhu GmbH/Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH

Spolkový úrad pre vinohradníctvo/Bundesamt für Weinbau BAWB
www.bawb.at

Zväz vinohradníkov a vinárov Slovenska, ZVVS/Weinbauverband der Slowakei
www.zvvs.sk

Stredná odborná škola vinársko-ovocinárska, Modra/Weinbauschule Modra
www.svosmo.sk

Spojená škola Rakovice/Schule in Rakovice/Berufliche Oberschule in Rakovice
www.sosrakovice.edupage.org/

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

3 Gemeinsame Ergebnisse erzielt

- 24 Wetterstationen in Österreich
- 23 Wetterstationen in der Slowakei
-
- 2 Wetterstationen in Berufsschulen in der Slowakei
- Daten von Wetterstationen, die alle 15 Minuten aufgezeichnet werden, stehen allen Weinbauern kostenlos zur Verfügung
- Vorhersageprogramm für die Druckvorhersage ausgewählter Krankheiten
- Website www.climvino.eu
- E-Book frei verfügbar ISBN 978 - 80 - 8148 - 665- 4
- Skripten für Berufsschulen ISBN 978 - 80 - 8148 - 666 - 1
- App für Berufsschulen frei verfügbar
- Buch mit Zusammenfassungen der Ergebnisse ISBN 978 - 80 - 8148 - 667 – 8
-
- Bildungsaktivitäten - für Weinbauern, online, vor Ort, in Schulen
- Fachreisen für Studenten und Winzern nach Österreich
- Analyse der Biodiversität - Mikroorganismen, Schädlinge im Weinberg
- Das IC-Gene wurde für die Analyse von Botrytis cinerea (aus Trauben, Apfelwein, Wein), Brettanomyces (Wein), Flavescence dorée (Blätter), Xylella fastidiosa (Blätter) erworben
- Drohnen-Analyse

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

4 Standorte und Zugriff auf Wetterdaten

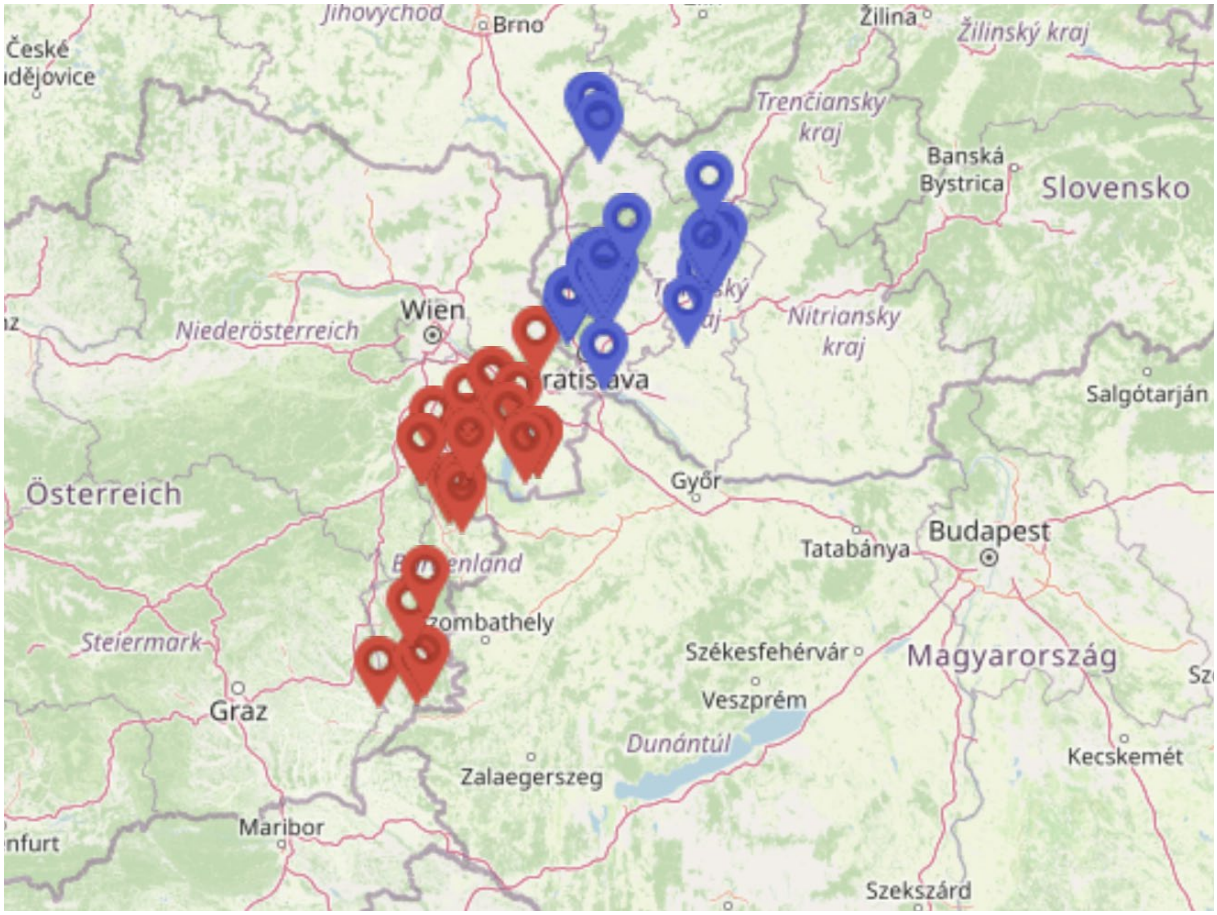


Abb. 1 Standort der Wetterstationen in der Slowakei und Österreich

Standorte sowie Zugriff auf Wetterdaten finden Sie auf der Website www.climvino.eu

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

5 Wetterstationen - Beschreibung der Einrichtungen

Für eine effizientere Bekämpfung von Schadorganismen in den burgenländischen und slowakischen Weingärten werden modernste Klima-Messgeräte eingesetzt. Im Rahmen des Projekts „ClimVino“ werden 50 dieser Klima-Messgeräte in burgenländischen und slowakischen Weingärten eingesetzt.

Abb. 2 Wetterstation ADCON

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 3 Wetterstation BARANI DESIGN

Vorteile für den Weinbau

Vollständig integrierte Datenerfassung und -übertragung Keine Verkabelungs- und Einrichtungsprobleme Minimaler Stromverbrauch Software in mehreren Sprachen verfügbar Integriertes Statistikmodul, Alarme, Ereignislisten Viele Krankheitsmodelle verfügbar, z. B. Echter Mehltau, Falscher Mehltau, Botrytis usw.

Benachrichtigungen online, E-Mail, WAP-Telefon, Mail-to-SMS Einfach zu verstehen und zu verwenden Berechnungen auf Knopfdruck, Grenzwerte ändern, Behandlung aktualisieren Eigene Chemikaliendatenbank Frostwarndienst mit Alarmmeldegerät

Sensoren von Klimamessgeräten

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

WET Blattnässesensor

Der Blattnässesensor hat einen geringen Wartungsbedarf und ist sehr robust. Ein Netzwerk von Leiterbahnen, eingeätzt in die Oberfläche eines schräggestellten, mit Teflon beschichteten Plättchens, simuliert so nah wie möglich die Oberfläche eines Blattes. Als Ausgangssignal erhält der Benutzer Werte zwischen 0 und 10.

Abb. 4.a: *Der Blattnässesensor*

Datenlogger

Der Datenlooger von Adcon (Adcon Serie 6RTU) ist die neue Generation von ferngesteuerten, extrem stromsparenden Datenloggern für die Landwirtschaft, meteorologische und hydrologische Anwendungen. Sie hat eine selbstüberwachende Batterie, einen großen Speicher für bis zu 2 Millionen Werte und eine drahtlose Datenübertragung über Bluetooth. Weitere Vorteile sind die mögliche Datenverschlüsselung zur Gewährleistung der Datensicherheit, das komfortable Datenupdate per Funk sowie ein zukunftssicheres Design, das in IoT-Netzwerke integriert und mit modernsten Kommunikationstechnologien verbunden werden kann. Die einzelnen Versionen haben unterschiedliche Anschlüsse sowie E/A-Ports und sind als 3G, 4G und LTE-Versionen ausgeführt. Mit ihrer 32-Bit-CPU liefern sie die Daten schnell und zuverlässig.

Mit einer entsprechenden SOFTWARE liefert der Datenlogger eine Komplettlösung für jede und alle Überwachungsaufgaben in der Land- und Weinwirtschaft.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 4b: *Datenlogger*

Kombisensor mit Wetterschutz

Der Kombisensor für Lufttemperatur und rel. Feuchte ist ein hochgenauer und zuverlässiger Sensor mit einer langen Lebensdauer. Ein professioneller Strahlenschutzschild sorgt für ausreichende Belüftung und verhindert Messungenauigkeiten durch direkte Sonneneinstrahlung. Die massiven, UV-beständigen Lamellen sind an der Unterseite schwarz beschichtet, um Wärmestau durch Strahlungsreflexionen zu verhindern.

Abb.4c: *Kombisensor mit Wetterschutz*

RG1 Regenmesser

Der Regenmesser mit einer Auffangfläche von 200cm², 0.2mm, (unbeheizt) hat ein geringes Gewicht von nur einem halben Kilo und ist sowohl für die Mast- als auch für die Standmontage geeignet. Gemessen wird mit einer Doppelwippe, die ab Werk entsprechend genau einjustiert wird, um Niederschlagsereignisse mit einer Intensität von bis zu 60mm pro Stunde mit einer Genauigkeit von <2% zu erfassen. Ein entsprechend steiler Anstellwinkel der Wippe führt zu einem raschen Ablaufen des Wassers und verhindert so weitgehend die Ablagerung von Schmutzpartikeln.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 4d: *RG1 Regenmesser*

Solarpanel

Jede Station ist mit einem passenden Solarpanel (RTU) ausgestattet. Die RTUs verbrauchen extrem wenig Energie und sind ungewöhnlich klein.

Die Panels sind in Dual-Schindeltechnik aus monokristallinen Zellen aufgebaut. Sie bieten eine wesentlich höhere Energieausbeute als gleich großen Zellen herkömmlicher Bauweise. Sie haben eine Leistung von 540mA und werden von BOSCH gebaut. Sie zeichnen sich durch einen unübertroffenen Wirkungsgrad von 19% aus. Vandalismus und Diebstahl spielt keine große Rolle, da sie sonst nirgends einsetzbar sind.

Abb.4e: *Solarpanel*

Weitere Sensoren

Die eingesetzten Klima-Messgeräte können je nach Bedarf noch mit weiteren Sensoren ausgerüstet werden – diese kommen jedoch im Rahmen des Projekts „ClimVino“ nicht zum Einsatz.

Bodenfeuchte Sensor

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Der Bodenfeuchtesensor Adcon SM1 ist ein flexibles Messsystem, erhältlich in Längen von 30 bis 150cm, mit dem nicht nur die Bodenfeuchte, sondern auch die Bodentemperatur gemessen werden kann. Die Messmethode ist kapazitiv. Während die Feuchte alle 10cm gemessen wird, befinden sich, je nach Länge des Sensors, zwischen 1 und 5 Temperatursensoren im System.

Zur Installation kann der Sensor sowohl nach der Einschlämmmethode wie auch nach der Zugangsrohrmethode eingebaut werden. Die spezielle Messmethode des Sensors gewährt eine Eindringtiefe ins Erdreich, die deutlich höher ist als bei vergleichbaren Systemen, wodurch die Messung ein wesentlich größeres Volumen an Erdreich erfasst.

Abb.4f: *Bodenfeuchte Sensor*

Pyranometer zur Messung von Solarstrahlung

Der Sensor misst die aus der gesamten Hemisphäre einfallende Solarstrahlung. Der SP-Lite von Adcon ist ideal geeignet für die Messung der verfügbaren Solarenergie in der Photovoltaik, zur Berechnung der Referenzverdunstung, Bestimmung des Pflanzenwachstums, Berechnung thermaler Konvektion, und anderes mehr.

Als Messzelle verwendet der SP-Lite eine Photodiode, die ein Spannungssignal proportional zur einfallenden Strahlung erzeugt. Um die Installation zu vereinfachen, ist ein Signalverstärker eingebaut, der das Ausgangssignal der Photodiode in ein lineares 0 – 2,5VDC Signal umwandelt. Sensorspezifische Einstellungen entfallen somit.

Die gehärtete Linse aus Kristallglas ist um ein vielfaches kratzfester als Linsen aus Plastik. Ihre Pyramidenform hat einen selbstreinigenden Effekt, reduziert die Ablagerung von Staub und Agrochemie, und hat ein erstklassiges Ansprechverhalten auch bei Einstrahlung aus extrem flachem Winkel.

Abb.4g*: Pyranometer*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Windsensor - Windgeschwindigkeit und -richtung

Das neue Windsensorset Vento1 von Adcon wurde für meteorologische Aufgaben entwickelt, bei denen es nicht nur auf hohe Meßgenauigkeit, sondern auch auf robuste Ausführung, geringen Wartungsbedarf und hohe Lebensdauer ankommt. Daher ist dieses Sensorpärchen mit sehr genauen Hall-Sensoren und gekapselten Kugellagern ausgestattet, und in ein Gehäuse aus seewasserfestem Aluminium verpackt. Die beweglichen Teile sind ebenfalls aus Aluminium gefertigt, mit Schrauben befestigt und können im Feld einfach getauscht werden. Der Messbereich des Sensors reicht dabei bis 200km/h.

Abb. 4: *Intelligente drahtlose Netzwerklösungen – für eine umfassende Klimaüberwachung*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

6 Was uns die Wetterdaten über einzelne Orte in Österreich verraten

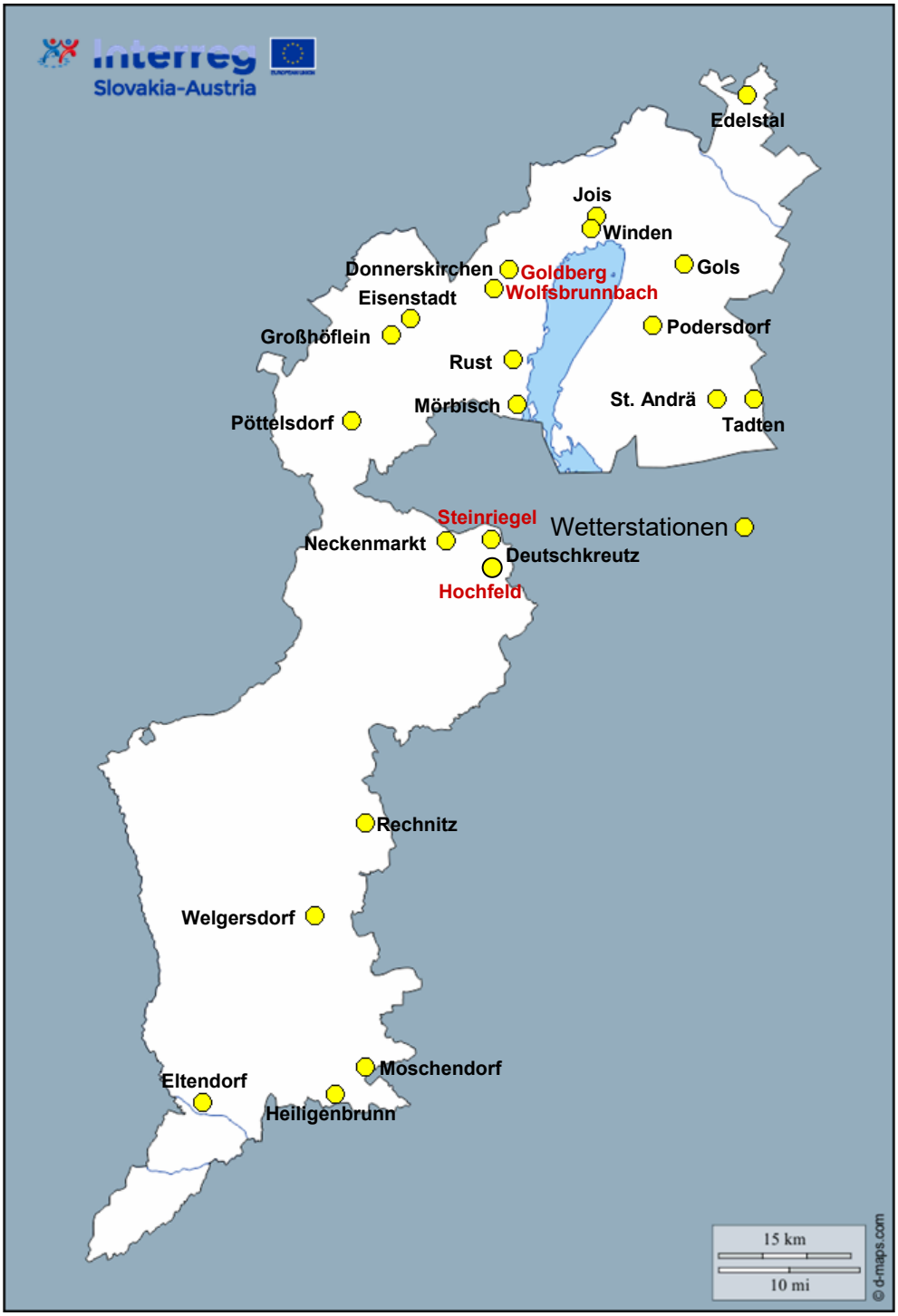


Abb. 5: *Lage der Wetterstationen im Burgenland*

Daten von Wetterstationen im Jahr 2020

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Ein überaus zentraler Aspekt des Projekts: „ClimVino – Reduktion der Pflanzenschutzmittelausbringung durch Erfassung der lokalen Witterung“ war die Aufstellung von insgesamt 23 Wetterdatenstationen in Weingärten des Nord-, Mittel- und Südburgenlandes und von 25 Stationen in der Slowakei. Durch die Verwendung von Wetterdaten in Prognosemodellen für die Populationsentwicklung einiger Pathogene (insbesondere Echter und Falscher Mehltau) sollte die Häufigkeit von Behandlungsterminen herabgesetzt werden. Dies ist auch tatsächlich verwirklich worden, allerdings hatten die Wissenschaftler des Bundesamtes für Weinbau keinen Zugang zu den Behandlungsplänen, sodass die Auswirkung einer Änderung der Spritzmittel-Applikationsquantität nicht kontrollierbar war. Immerhin kann aber ein Vergleich der nun für das Jahr 2020 vollständig vorliegenden Wetterdaten einige Hinweise darauf geben, welche der Standorte besonders anfällig für eine rasche Pathogenentwicklung sind. Die Stationen lieferten in viertelstündlichem Abstand Daten (96 pro Tag bzw. 35.040 pro Jahr) zu folgenden bedeutenden Klimafaktoren („meteorologischen Elementen“): Lufttemperatur (°C), Relative Luftfeuchte (%), Blattnässe (%) und Niederschlag (mm). Insgesamt liefern die 22 hier behandelten Wetterstationen des Burgenlandes also die beeindruckende Menge von 3.083.520 Wetterdaten im Jahr. Die für die Rebe ebenfalls bedeutenden Faktoren: Sonneneinstrahlung, Bodenfeuchte und -temperatur, Windgeschwindigkeit und -richtung wurden hingegen nicht erhoben, da sie von den Prognosemodellen nicht berücksichtigt werden.

- **Lufttemperatur**

Um die Daten bezüglich Lufttemperatur für einen Vergleich der Stationsstandorte verwerten zu können, müssen geeignete Darstellungsformen gewählt werden. Einige davon sind in Abb. 1 präsentiert. Abb. 1a zeigt den Mittelwert über alle Wetterstationen der Lufttemperatur zu bestimmten Tageszeiten vom 1. März bis 31. Oktober, also in jenem Zeitintervall, das für die Entwicklung der Rebe von besonderer Bedeutung ist. Diese Daten lassen sich dank einer speziell dafür entwickelten Software auch für die einzelnen Standorte darstellen. Die höchste Lufttemperatur wurde mit 42,8°C in diesem zeitlichen Intervall in Welgersdorf am 13.06.2020 um 14:30 gemessen. Der niedrigste Wert betrug -7,4°C, festgestellt am 31.03.2020 um 06:45 in Deutschkreutz-Steinriegel. Generell war, erwartungsgemäß, der März im Intervall der kälteste Monat, während von Ende Juni bis Mitte August die höchsten Temperaturwerte beobachtet wurden. Mitte Juli und Anfang August war es aber vergleichsweise kühl.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

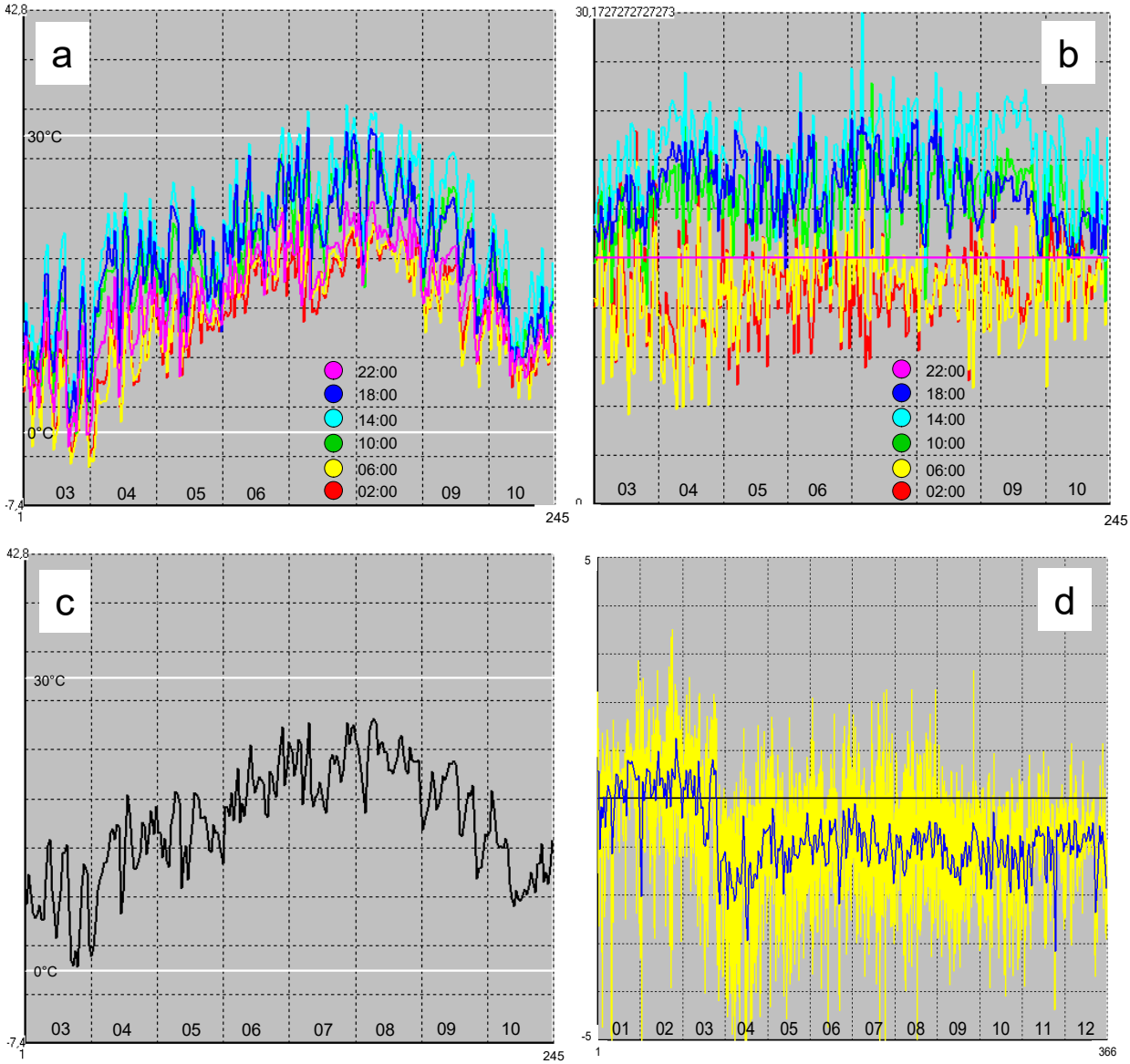


Abb. 6: *Verschiedene Darstellungsformen der Lufttemperatur (in °C) für den Zeitbereich 01.03.2020 bis 31.10.2020 (a-c). Präsentiert ist der Mittelwert über alle Stationen. Abb. 6a: Lufttemperatur zu verschiedenen Tageszeiten. Abb. 6b: wie 6a, wobei allerdings die Abweichung von der Temperatur um 22 Uhr gezeigt wird. Abb. 6c stellt die mittlere Tagestemperatur dar und Abb. 6d die Abweichung der mittleren Tagestemperatur am Standort Podersdorf vom Mittelwert aller Standorte (blaue Linie). Gelb ist die Abweichung für jeden Messzeitpunkt (96 pro Tag) vom Mittelwert aller Standorte dargestellt. In Abb. 6d ist der Zeitbereich 01.01.2020 bis 31.12.2020 gezeigt.*

Die Temperatur, über alle Wetterstationen gemittelt, ist im Tagesdurchschnitt im genannten Zeitintervall nicht unter 0°C gefallen und hat die 30°C-Marke nicht erreicht (Abb. 6c). Zu bestimmten

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Tageszeiten, nämlich zwischen 22 Uhr und 6 Uhr, hat die Temperatur im März allerdings einige Male die 0°C-Linie unterschritten. Von Ende Juni bis Mitte August wurde die 30°C-Grenze um 14 Uhr und gelegentlich auch noch um 18 Uhr überschritten (Abb. 6a). Im März und April, sowie ab August, wird die geringste Tagestemperatur um 6 Uhr erreicht, von Mai bis Juli hingegen bereits um 2 Uhr (Abb. 6a und 6b), d. h. die Erwärmung begann bereits sehr früh. Die Tageshöchsttemperaturen wurden generell um 14 Uhr erreicht, wobei natürlich zu berücksichtigen ist, dass in Abb. 6a jeweils 4 Stunden zwischen zwei dargestellten Uhrzeiten liegen. Insbesondere Anfang April und dann wieder von Juli bis September ist die Temperaturzunahme zwischen 6 Uhr und 10 Uhr rasant erfolgt, sodass in Abb. 6b eine deutliche Lücke zwischen diesen Werten zustande kommt. Im März, Juni und Oktober sieht man hingegen nichts, was auf eine außergewöhnlich rasche Temperaturänderung im Tagesverlauf hindeutet.

Tab. 1: *Temperaturabweichung der einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 1. März bis 31. Oktober (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Temperatur-Mittelwert für den Zeitbereich angegeben.*

Standort	3-10	3	4	5	6	7	8	9	10
Podersdorf	-0,981	-0,205	-1,54	-0,997	-0,9	-0,898	-0,948	-1,15	-1,23
Eltendorf	-0,564	-0,233	-0,625	-0,177	-0,543	-1,07	-0,952	-0,609	-0,306
Moschendorf	-0,34	0,022	-0,397	-0,095	-0,253	-0,64	-0,881	-0,38	-0,097
Welgersdorf	-0,201	-0,101	0,121	-0,274	-0,152	-0,324	-0,525	-0,082	-0,256
Rechnitz	-0,183	-0,095	0,268	-0,422	-0,426	-0,373	-0,453	0,143	-0,091
Donnerskirchen_W	-0,177	-0,105	-0,74	-0,285	-0,168	-0,132	0,166	-0,209	0,038
Poettelsdorf	-0,163	-0,026	0,177	-0,227	-0,204	-0,437	-0,197	-0,249	-0,138
Deutschkreutz_S	-0,075	-0,282	-0,548	-0,051	0,239	0,105	0,147	-0,121	-0,1
Tadten	-0,037	-0,168	-0,29	0,167	0,214	0,193	0,068	-0,337	-0,149
Neckenmarkt	-0,027	-1,47	-0,086	0,196	0,184	0,158	0,285	0,356	0,173
Heiligenbrunn	-0,02	0,223	-0,015	0,175	0,047	-0,209	-0,442	-0,016	0,082
Deutschkreutz_H	-0,007	-0,055	-0,008	-0,049	0,095	0,001	-0,036	-0,029	0,028
St_Andrae	0,035	-0,135	-0,344	0,13	0,135	0,251	0,214	-0,014	0,035
Edelstal	0,081	0,094	0,408	-0,358	-0,33	0,355	0,051	0,317	0,118
Eisenstadt	0,088	0,218	0,478	-0,148	-0,24	-0,003	0,268	0,145	-0,011
Rust	0,211	0,129	-0,276	0,433	0,558	0,286	0,33	-0,043	0,259
Gols	0,213	0,004	0,155	0,244	0,202	0,356	0,397	0,235	0,105
Grosshoeflein	0,317	0,486	0,548	0,286	0,158	0,193	0,397	0,291	0,181
Jois	0,363	0,349	0,754	0,171	0,098	0,506	0,276	0,461	0,299
Moerbisch	0,408	0,326	0,509	0,454	0,546	0,298	0,45	0,362	0,327
Winden	0,509	0,384	0,641	0,431	0,448	0,818	0,648	0,421	0,279
Donnerskirchen_G	0,549	0,64	0,802	0,396	0,291	0,561	0,736	0,508	0,458
Mittelwert	15,3	6,88	12,1	14,2	18,9	21	22	16,9	10,8

Um eine grobe Übersicht darüber zu erhalten, welche Standorte als eher kühl und welche als überdurchschnittlich warm zu bezeichnen sind, wurde die Temperaturabweichung der einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen in Tab. 1 dargestellt und die Orte nach dieser Abweichung im Zeitintervall 1. März bis 31. Oktober sortiert. Demnach wäre der kälteste Standort

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

ausgerechnet der als sehr sonnig angepriesene Badeort **Podersdorf** am Neusiedlersee gewesen. Die Abweichung hätte im April sogar durchschnittlich 1,5°C pro Zeitpunkt der Messung betragen. Das ist natürlich unwahrscheinlich und Abb. 1d zeigt, dass ab Ende März die Messwerte recht plötzlich um etwa 1°C gegenüber dem Mittel aller Stationen abgesunken sind, wo sie das restliche Jahr dann verweilten. Bis zum Beweis des Gegenteils zwingen uns Plausibilitätsüberlegungen zu der Annahme, dass ab Ende März die Messergebnisse falsch waren. Unter dieser Annahme war eigentlich das im Südburgenland gelegene **Eltendorf** der kühlste Standort mit durchschnittlich einem halben Grad geringeren Temperaturen. Vergleichsweise besonders kühl waren der Juli und August mit -1,1°C bzw. -0,95°C.

Drei weitere Standorte des Südburgenlands waren überdurchschnittlich kalt, nämlich **Moschendorf** bis auf den März und **Welgersdorf** mit Ausnahme des Aprils, sowie **Rechnitz**, wo es von Mai bis August vergleichsweise kälter war. Das ebenfalls im Südburgenland gelegene **Heiligenbrunn** war hingegen ein durchschnittlich temperierter Ort, lediglich der August war hier sehr kühl.

Von den mittelburgenländischen Standorten ist **Deutschkreutz-Steinriegel**, nahe des Grenzeübergangs zu Ungarn gelegen, der unterkühlteste, wobei besonders der April unterdurchschnittliche Temperaturen aufwies. **Neckenmarkt** zählt nur wegen der außergewöhnlich niedrigen Werte im März (-1,47°C) zu den unterdurchschnittlich warmen Standorten, war sonst aber die meiste Zeit recht warm. Ein kühler März ist wegen der dadurch verzögerten Reb-Entwicklung eher vorteilhaft, da die Pflanze dann gegen etwaige April-Fröste noch besser geschützt ist. Es wird interessant sein, festzustellen, ob sich der hier sehr kühle März auf die Rebphänologie ausgewirkt hat. **Deutschkreutz-Hochfeld** war der von allen Standorten von der Temperatur her durchschnittlichste.

Vom Nordburgenland zählen nur zwei Standorte (abgesehen vom bereits besprochenen Podersdorf) zu den kühleren, nämlich **Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach**, mit niedrigen Apriltemperaturen, und **Pöttelsdorf**, wo besonders im Juli und bis zur Augustmitte niedrige Temperaturen vorherrschten. Die Wetterstation ist auf einem leichten Hang mit Westexposition gelegen, was vielleicht die relativ niedrigen Temperaturen erklärt. Der Standort Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach befindet sich südlich des Ortes, bereits in der Ebene, unweit eines westlich gelegenen Wäldchens. Östlich ist der Neusiedlersee, allerdings in einigen Kilometer Entfernung. **Donnerskirchen-Goldberg** befindet sich hingegen östlich des Ortes in Hanglage mit Südostexposition und ist von allen Standorten jener mit den höchsten Temperaturen. Trotz der geographischen Nähe sind also die Temperaturunterschiede beträchtlich.

Edelstal, **St. Andrä** und **Eisenstadt** sind zwar insgesamt überdurchschnittlich warm, in manchen Monaten aber auch nicht, in St. Andrä betrifft das den beginnenden Frühling (Mitte März und April), in

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Edelstal und Eisenstadt den späteren Frühling (Mai und Juni). In **Rust** war der April vergleichsweise kalt. **Gols**, **Jois**, **Winden** und **Mörbisch**, alle in der Nähe des Neusiedlersees gelegen, waren in allen Monaten überdurchschnittlich warm, ebenso, wie bereits erwähnt, Donnerskirchen-Goldberg. Dies gilt auch für das im Westen von Eisenstadt gelegene **Großhöflein**, das keine Seenähe aufweist.

- **Relative Luftfeuchte**

Gerade wenn es um parasitäre oder kommensalische Pilze geht, die auf Pflanzenoberflächen einen Rasen bilden können, spielt die Relative Luftfeuchte, die ihrerseits wieder mit der Neigung, Wasserfilme auf Oberflächen zu bilden (Blattnässe), stark korreliert ist, eine bedeutende Rolle. Echter (*Erysiphe necator*, Ascomycota) und Falscher Mehltau (*Plasmopara viticola,* Oomycota), Grauschimmel (*Botrytis cinerea,* Ascomycota), aber auch Rußpilze profitieren daher von hoher Luftfeuchte, sofern es um Keimung, Wachstum und Entwicklung geht. Für die Sporenverbreitung ist hingegen trockeneres Wetter für den Echten Mehltau günstiger, während die aktiv beweglichen Zoosporen des Falschen Mehltaus eine Wasserfilm bzw. sehr hohe Luftfeuchte benötigen, aber auch durch Tropfenflug bei Starkregen profitieren. Niedrige Luftfeuchtigkeit (<70%) verkürzt die Sporangien-Lebensdauer. Auch die Keimung und Entwicklung des Grauschimmels profitiert von feuchtwarmem Wetter.

Abb. 7a zeigt, dass die Relative Luftfeuchte während des Tagesverlaufs starken Schwankungen unterlag. Die niedrigsten Werte wurden 2020 wohl als Folge des Temperaturanstiegs (warme Luft vermag mehr Wassermoleküle zu halten) im Allgemeinen am frühen Nachmittag um etwa 14 Uhr erreicht, die höchsten am frühen Vormittag um 6 Uhr, im Juni und Juli oft auch schon früher, um 2 Uhr in der Nacht. Eine besonders hohe Zunahme der Luftfeuchte in der Nacht (von 22 Uhr bis 6 Uhr) ließ sich Ende März und Ende August beobachten, eine besonders niedrige im Juni (Abb. 7b).

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

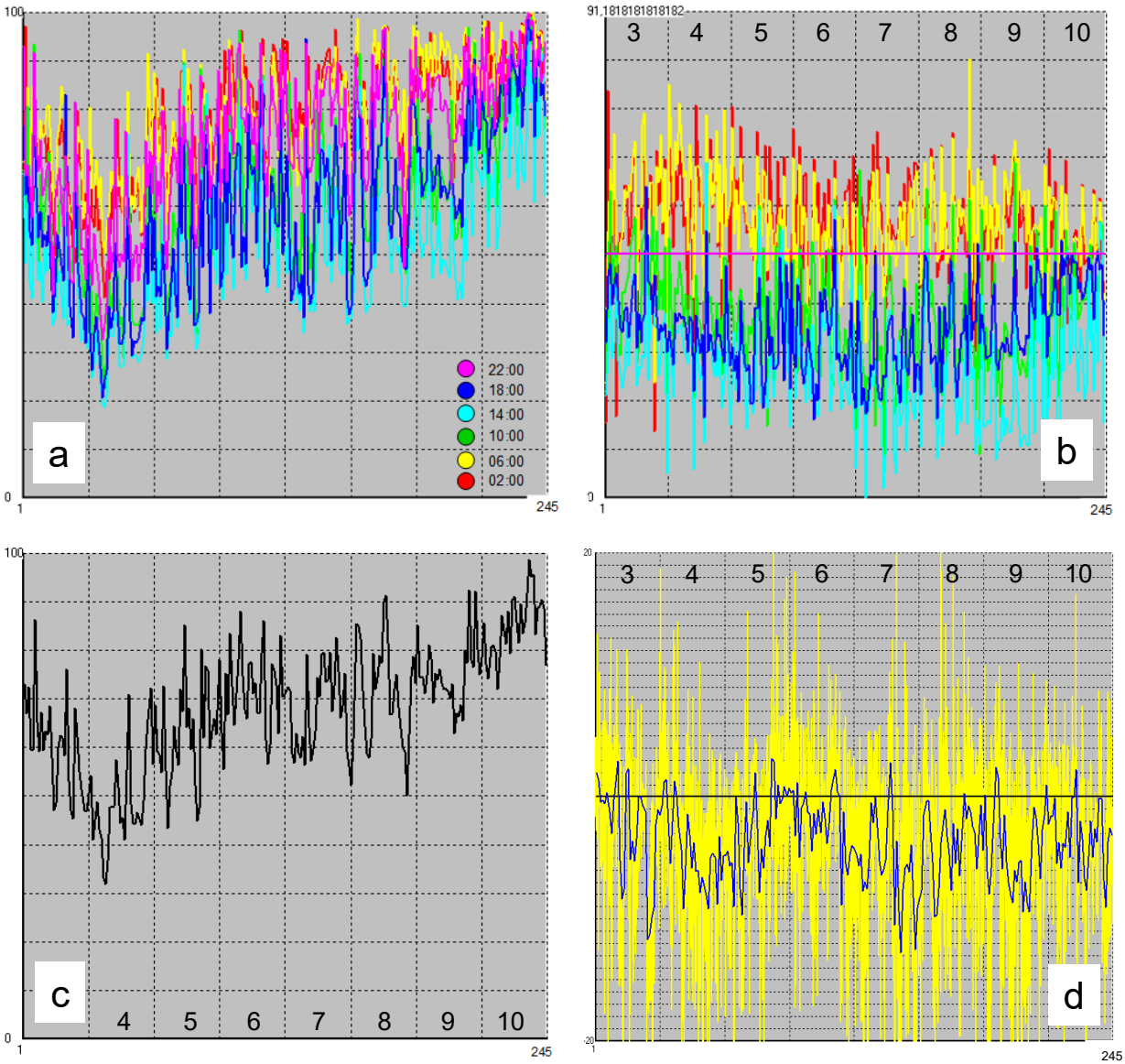


Abb. 7: *Verschiedene Darstellungsformen der Relativen Luftfeuchte (in %) für den Zeitbereich 01.03.2020 bis 31.10.2020. Präsentiert ist der Mittelwert über alle Stationen. Abb. 7a: Relative Luftfeuchte zu verschiedenen Tageszeiten. Abb. 7b: wie 7a, wobei allerdings die Abweichung von der Luftfeuchte um 22 Uhr gezeigt wird. Abb. 7c stellt die mittlere Relative Luftfeuchte dar und Abb. 7d die Abweichung der mittleren Relativen Luftfeuchte am Standort Jois, dem trockensten Ort, vom Mittelwert aller Standorte (blaue Linie). Gelb ist die Abweichung für jeden Messzeitpunkt (96 pro Tag) vom Mittelwert aller Standorte dargestellt.*

Hingegen war die Zunahme der Luftfeuchte am späten Nachmittag zwischen 18 und 22 Uhr gerade im Juni besonders groß.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Betrachtet man den Zeitraum von März bis Oktober 2020 (Abb. 6c, vergleiche auch Tab. 2, letzte Zeile), so lag die Relative Luftfeuchte im Mittel bei 68%. Im Märzverlauf sank sie von z.T. über 80% auf weniger als 50% und Anfang April noch weiter auf kaum mehr als 30%, um dann wieder anzusteigen. Der April ist mit 49% durchschnittlicher Relativer Luftfeuchte der trockenste Monat, im Mai stieg sie wieder, um dann drei Monate lang – von Juni bis August – bei ca. 70% zu verharren. Ab Mitte September stieg sie abermals und erreichte schließlich im Oktober mit 85% das Maximum während des Untersuchungszeitraums (tatsächlich stieg sie aber in den letzten zwei Monaten des Jahres weiterhin).

Die Abweichungen der einzelnen Standorte vom Mittelwert aller Standorte war recht beträchtlich, wie das beispielhaft für Jois, den trockensten Ort, in Abb. 7d gezeigt wird (man beachte die Skala). Ausführlicher ist dies in Tab. 2 präsentiert, wo die Standorte nach der Relativen Luftfeuchte im gesamten Zeitintervall (März bis Oktober) sortiert sind.

Tab. 2: *Abweichung der Relativen Luftfeuchte für die einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 01. März bis 31. Oktober (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Mittelwert der Relativen Luftfeuchte für den Zeitbereich angegeben.*

Standort	3-10	3	4	5	6	7	8	9	10
Jois	-3,59	-2,61	-4,37	-2,72	-1,89	-5,44	-3,83	-4,52	-3,32
Donnerskirchen_G	-3,55	-2,99	-3,16	-2,42	-2,41	-4,64	-5,51	-4,03	-3,17
Rechnitz	-2,71	-3,18	-2,67	-1,19	-2,56	-3,09	-1,37	-4,56	-3,14
Eisenstadt	-2,39	-3,29	-3,58	-0,488	-0,907	-2,41	-4,49	-2,84	-1,09
Neckenmarkt	-2,36	-2,32	-2,68	-1,73	-2,7	-2,74	-2,67	-2,93	-1,17
Grosshoeflein	-2,29	-2,94	-2,47	-1,95	-1,67	-0,997	-3,33	-2,38	-2,56
Winden	-1,24	-0,69	-1,96	-1,19	-0,57	-2,85	-1,94	-0,816	0,062
Moerbisch	-1,18	-0,865	-0,939	-1,53	-2,35	0,12	-1,81	-0,833	-1,24
Poettelsdorf	-0,95	-1,38	-1,49	-0,394	-1,9	0,531	-1,1	-0,374	-1,53
Edelstal	-0,935	-0,036	-3,33	0,521	3,36	-3,58	-1,91	-2,71	0,228
Gols	-0,774	1,08	-1,96	-1,66	0,63	-1,55	-1,95	-1,12	0,339
Podersdorf	-0,124	2,09	1,51	-1,15	-0,479	-0,959	-1,1	-0,332	-0,53
Deutschkreutz_H	-0,032	0,116	-0,377	0,279	-1,1	-0,058	0,15	0,194	0,501
Donnerskirchen_W	0,44	0,123	3,88	1,94	0,429	0,119	-2,38	0,452	-0,937
Grosspetersdorf	0,734	-0,538	-0,941	0,623	-0,118	2,01	2,88	0,599	1,26
Rust	1,03	1,67	2,97	-0,487	-0,901	1,9	0,154	2,77	0,183
Deutschkreutz_S	1,43	2,23	3,29	1,3	-0,672	1,05	0,544	1,75	1,96
St_Andrae	1,7	2,86	2,16	1,53	2,7	0,68	0,72	1,47	1,48
Tadten	3,14	4,43	3,05	1,62	3,16	2,14	2,55	4,82	3,37
Heiligenbrunn	3,35	0,986	3,25	2,35	2,27	4,5	7,2	3,78	2,44
Eltendorf	5,15	2,68	5,29	2,99	3,78	8,48	9,43	5,75	2,79
Moschendorf	5,16	2,56	4,54	3,74	3,91	6,79	9,76	5,88	4,08
Mittelwert	67,8	60,1	48,7	62,9	71,6	68	70,9	75	84,9

Im Allgemeinen waren es die wärmeren Standorte, die eine relativ niedrige Luftfeuchte aufwiesen. Dies gilt für **Jois**, **Donnerskirchen-Goldberg**, **Großhöflein** und auch noch für **Winden** und **Mörbisch**. **Neckenmarkt** war nur im März unterdurchschnittlich warm und so ist die geringe Relative

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Luftfeuchte an diesem Ort ebenfalls von den Temperaturwerten her verständlich. **Eisenstadt** hingegen ist trockener, als man das nach den mittleren Temperaturwerten erwarten könnte, und bei **Rechnitz**, einem eher kühlen (und verregneten) Ort, ist die verhältnismäßige Lufttrockenheit unerwartet, was auch für **Pöttelsdorf** gilt. Vielleicht muss die Erklärung für dieses Phänomen in der lokalen Topologie gesucht werden.

Edelstal ist, sowohl was die Temperatur als auch die Relative Luftfeuchte betrifft, eher im Mittelfeld liegend. Bezeichnenderweise sind es die gleichen Monate (Mai und Juni), in denen dieser Standort sowohl überdurchschnittlich kühl als auch ungewöhnlich feucht ist. **Gols** muss ebenfalls noch als eher lufttrocken bezeichnet werden, außer im März und Juni. Desgleichen ist **Podersdorf** noch eher durch eine geringe Luftfeuchte ausgezeichnet, was nicht zur vorgeblichen Rolle als kühlster Standort passt. Hier konnten trotzdem Pilzschäden beobachtet werden.

Deutschkreutz-Hochfeld war nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der Relativen Luftfeuchte her der durchschnittlichste Standort. In den nun folgenden Standorten wäre 2020 ein erhöhtes Potential für Pilzinfektionen gegeben gewesen, was zur Folge hat, dass hier Pflanzenschutzmaßnahmen besonders bedeutend waren. **Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach** weist bereits eine überdurchschnittlich hohe Luftfeuchte auf und unterscheidet sich dahingehend ebenso deutlich vom zweiten Standort bei Donnerskirchen, wie dies bei der Temperatur der Fall war. Das Nordburgenland hat noch drei weitere, eher feuchte Standorte, nämlich **Rust**, westlich des Neusiedlersees und in seiner Nähe gelegen, sowie **St. Andrä** und **Tadten**, östlich des Steppensees und deutlich weiter von ihm entfernt. Der See dürfte daher für die höhere Luftfeuchte nur in geringem Ausmaß verantwortlich sein. Eher bedeutend ist vielleicht die verhältnismäßig niedrige Position der Wetterdatenstationen (über dem Meeresspiegel), da feuchte Luft die Tendenz hat, abzusinken. Von den mittelburgenländischen Standorten ist **Deutschkreutz-Steinriegel** nicht nur der unterkühlteste, sondern auch jener mit der höchsten Luftfeuchte. Nur im Juni, wo auch seine Temperatur überdurchschnittlich war, war auch seine Luftfeuchte unterdurchschnittlich.

Mit Ausnahme von Rechnitz wiesen alle südburgenländischen Standorte (**Heiligenbrunn**, **Eltendorf** und **Moschendorf**) eine überdurchschnittlich hohe Luftfeuchte auf. Obwohl die dort gepflegten Interspezies-Hybriden eine hohe Mehltau-Resistenz aufweisen, traten besonders in Moschendorf deutliche Mehltauschäden an Beeren auf.

- **Blattnässe**

Ein Vergleich der Abbildungen 7c und 8c zeigen den sehr ähnlichen Jahresverlauf von Relativer Luftfeuchte und Blattnässe, wenngleich natürlich die Werte für die Blattnässe generell viel niedriger liegen. Über den März hin nimmt die Blattnässe ab, bis sie Anfang April ein Minimum erreicht. Ab

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Mitte April und Anfang Mai steigt sie wieder, erreicht im Juni ein Plateau, um dann ab September abermals anzusteigen. Wie man dieser Beschreibung entnehmen kann, wurde die Blattnässe natürlich nicht am Blatt gemessen, das im März noch gar nicht entfaltet war, sondern an einer artifiziellen Oberfläche. Die Tageszeit spielt, wie Abb. 8a und 8c zeigen, eine bedeutende Rolle. Von 22 bis 06 Uhr ist die Blattnässe wesentlich höher als insbesondere um 14 Uhr. Obwohl man das in Abb. 8a nicht klar sehen kann, ist die Blattnässe um 2 Uhr und 6 Uhr deutlich höher als um 22 Uhr (Abb. 8b). Die Blattnässe ist für Keimung und Entwicklung von Oberflächenpilzen von Bedeutung und wird daher von Prognosemodellen zu verschiedenen Pathogen-Arten verwendet. Entsprechend wichtig sind die Standortsunterschiede.

Tab. 3 gibt als Standort mit der geringsten Blattnässe **Großhöflein** an, aber das liegt an den Werten für die Monate August bis Oktober, die sehr niedrig sind (Abb. 8d), während im Juni und Juli die Blattnässe durchaus hoch und damit ein gewisses Mehltaurisiko vorhanden war (Tab. 3). Konstant niedrige Blattnässe wiesen 2020 die Standorte **Edelstal**, **Rust**, **Winden** und **Donnerskirchen-Goldberg** auf. Die relative hohe Blattnässe am Standort der Wetterdatenstation von **Rechnitz** im März ist natürlich, soweit es die Blätter betrifft, ebenfalls ohne Belang, da es zu diesem Zeitpunkt wie gesagt noch keine gegeben hat. Auch die Knospen dürften noch geschlossen gewesen sein, da der Frost Ende des Monats kaum Schaden angerichtet hat. Für die Reifung der Oosporen des Falschen Mehltaus ist allerdings auch diese frühe, recht hohe Nässe von Belang. In **Neckenmarkt**, **Mörbisch** und **Jois** kam es nur im Oktober, nach der Lese, zu erhöhter Oberflächennässe, womit kein Schädigungspotential mehr verbunden war, aber eine gute Basis für die Überwinterung der Pilze gelegt wurde. In **Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach** war die Oberflächenbenetzung nur im September deutlich überdurchschnittlich, in **Podersdorf** im Juli und August und in **Deutschkreutz-Steinriegel** nur im Juli.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

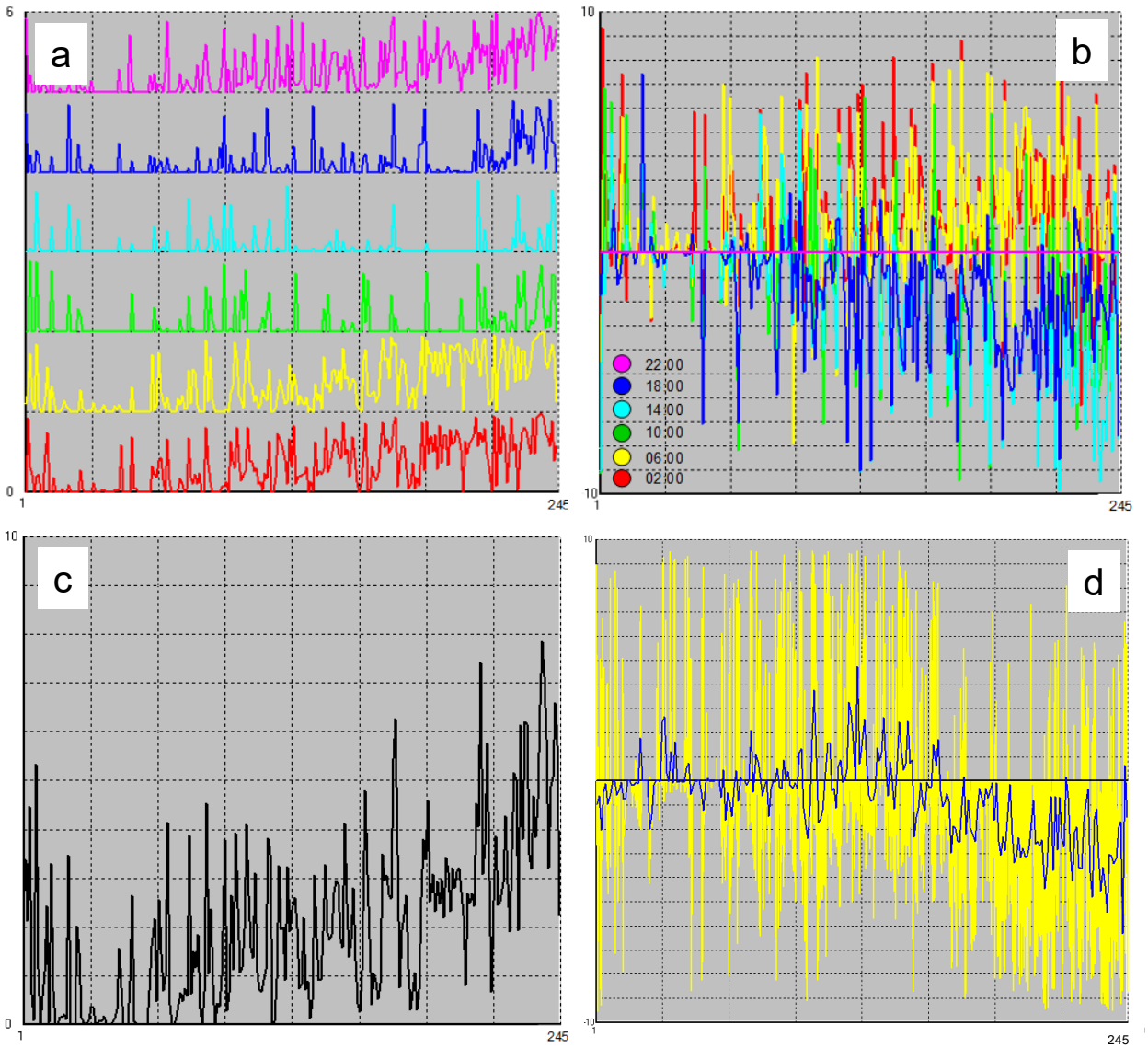


Abb. 8: *Verschiedene Darstellungsformen der Blattnässe (in %) für den Zeitbereich 01.03.2020 bis 31.10.2020. Präsentiert ist der Mittelwert über alle Stationen. Abb. 8a: Blattnässe zu verschiedenen Tageszeiten. Abb. 8b: wie 8a, wobei allerdings die Abweichung von der Blattnässe um 22 Uhr gezeigt wird. Abb. 8c stellt die mittlere Blattnässe dar und Abb. 8d die Abweichung der mittleren Blattnässe gemessen bei Großhöflein, dem trockensten Standort, vom Mittelwert aller Standorte (blaue Linie). Gelb ist die Abweichung für jeden Messzeitpunkt (96 pro Tag) vom Mittelwert aller Standorte dargestellt.*

Eisenstadt und **Heiligenbrunn** zeigten im Frühling erhöhte Blattnässe und damit ein entsprechendes, gesteigertes Risiko eines Gescheinbefalls, während in **Gols**, **Deutschkreutz-Hochfeld** und auch **Tadten** die Oberflächenfeuchte gerade zu dieser Jahreszeit relativ gering war. In **Pöttelsdorf**,

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Moschendorf, **Welgersdorf**, **Eltendorf** und **St. Andrä** war die Blattnässe durchgehend oder fast durchgehend höher als im Durchschnitt. Diese Standorte sind daher für einige Pilzerkrankungen besonders gefährdet und entsprechend wichtig sind Rebschutzmaßnahmen.

Tab. 3: *Abweichung der Blattnässe für die einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 01. März bis 31. Oktober (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Mittelwert der Blattnässe für den Zeitbereich angegeben.*

Standort	3-10	3	4	5	6	7	8	9	10
Grosshoeflein	-0,672	-0,267	0,085	-0,04	0,463	0,316	-0,943	-2,31	-2,67
Edelstal	-0,618	-0,081	-0,3	-0,239	-0,212	-0,985	-0,764	-1,37	-0,997
Rust	-0,586	-0,258	-0,127	-0,286	-0,662	-1,2	-1,01	-0,872	-0,265
Rechnitz	-0,567	0,288	0,09	-0,322	-0,687	-1,22	-0,669	-1,53	-0,5
Winden	-0,488	-0,124	-0,203	-0,062	-0,803	-0,719	-0,617	-0,932	-0,459
Neckenmarkt	-0,322	-0,221	-0,258	-0,133	-0,585	-0,75	-0,092	-0,644	0,091
Donnerskirchen_G	-0,318	-0,164	-0,074	-0,068	-0,595	-0,755	-0,43	-0,368	-0,09
Moerbisch	-0,307	-0,293	-0,2	-0,241	-0,612	-0,739	-0,556	-0,154	0,334
Jois	-0,294	-0,215	-0,223	-0,317	-0,794	-0,734	-0,241	-0,207	0,363
Donnerskirchen_W	-0,104	-0,086	0,014	0,081	-0,283	-0,2	-0,219	0,249	-0,377
Podersdorf	-0,1	-0,276	-0,21	-0,33	-0,054	0,489	0,405	-0,078	-0,749
Deutschkreutz_S	-0,099	-0,103	-0,22	-0,043	-0,193	0,439	-0,367	0,098	-0,399
Eisenstadt	-0,081	0,228	0,126	0,726	0,249	-0,191	-0,491	-0,728	-0,572
Heiligenbrunn	-0,027	0,549	0,395	0,129	0,327	-0,044	-0,532	-0,267	-0,754
Gols	0,094	-0,256	-0,289	-0,325	0,013	0,313	-0,02	0,373	0,936
Deutschkreutz_H	0,466	-0,036	-0,186	-0,122	0,115	0,852	0,735	1,15	1,21
Poettelsdorf	0,521	0,256	-0,122	-0,073	0,377	0,686	0,265	1,45	1,33
Tadten	0,586	-0,273	-0,07	-0,103	0,693	1,13	1,19	1,52	0,618
Moschendorf	0,676	0,559	0,953	0,605	1,07	0,582	0,963	0,846	-0,145
Welgersdorf	0,695	0,327	0,346	0,259	0,356	0,387	0,981	1,18	1,71
Eltendorf	0,769	0,626	0,454	0,59	1,05	1,1	0,902	1,13	0,307
St_Andrae	0,777	-0,177	0,02	0,316	0,765	1,25	1,51	1,45	1,08
Mittelwert	2	1,09	0,41	1,22	1,81	1,83	2,13	3,1	4,39

- **Niederschlag**

An vielen Standorten sind der lokale Regen bzw. Schneefall die einzige Wasserquelle für die Vegetation und entsprechend wertvoll ist der Niederschlag dort. Wie viel Wasser den Wurzeln zu einem bestimmten Zeitpunkt dann tatsächlich zur Verfügung steht, hängt auch von der Speicherkapazität des Bodens und der Evaporation durch Bodenoberfläche und Pflanzendecke ab. Regen kann aber auch der Verbreitung von Zoosporen dienlich sein und fördert die Keimung und das Wachstum von parasitären Pilzen, was sich zum Nachteil für die Rebe entwickeln kann.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

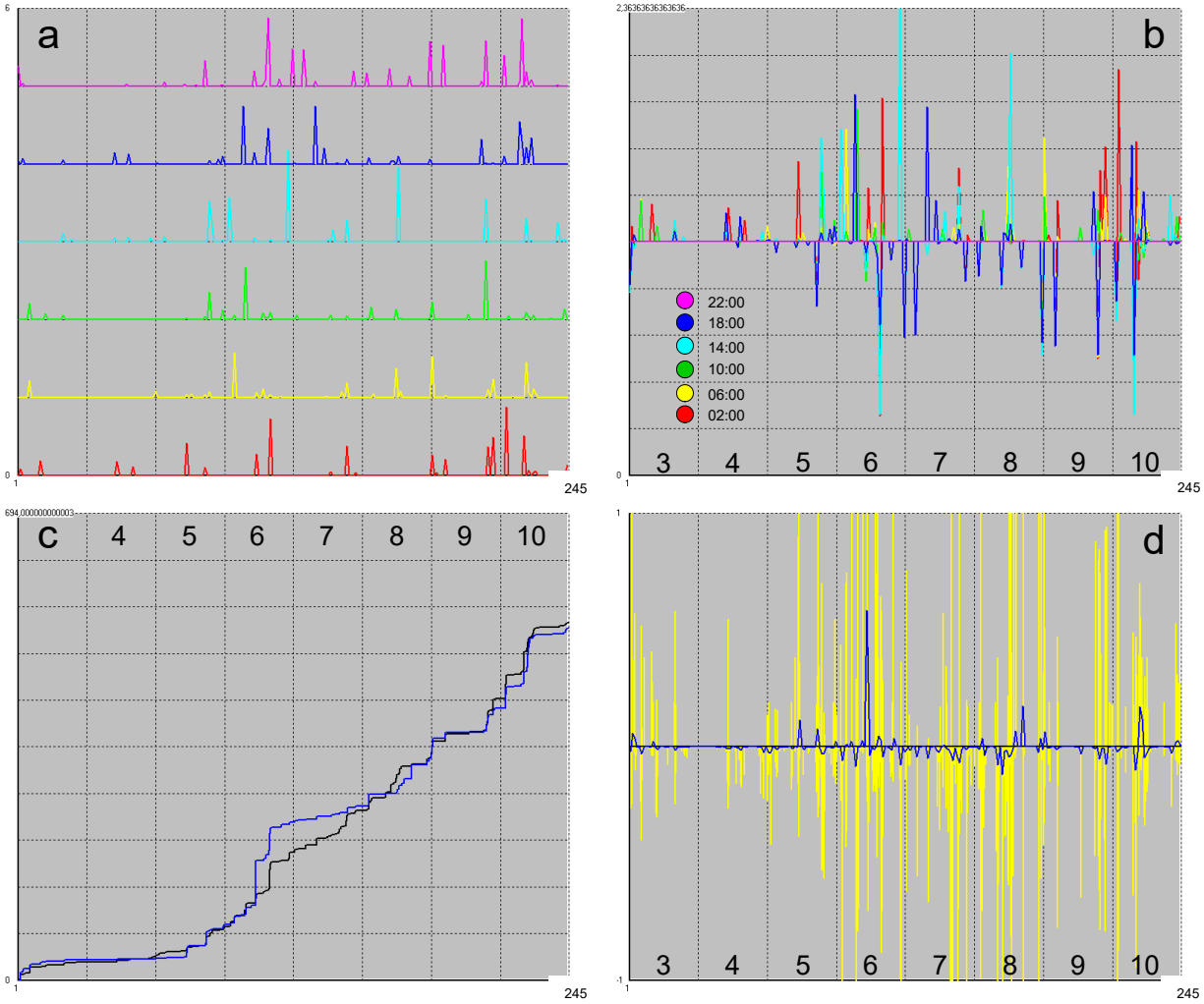


Abb. 9: *Verschiedene Darstellungsformen des Niederschlags (in mm) für den Zeitbereich 01.03.2020 bis 31.10.2020. Präsentiert ist der Mittelwert über alle Stationen in Abb. 9a und 9b. Abb. 9a: Niederschlag zu verschiedenen Tageszeiten. Abb. 9b: wie 9a, wobei allerdings die Abweichung von der Niederschlagsmenge um 22 Uhr gezeigt wird. Abb. 8c stellt den mittleren, kumulativen Niederschlagsverlauf im Zeitintervall dar (schwarz) und zum Vergleich den Verlauf am Standort Edelstal (blau). Abb. 9d stellt die Abweichung des Niederschlags in Edelstal vom Mittelwert aller Stationen dar (blaue Linie). Gelb ist die Abweichung für jeden Messzeitpunkt (96 pro Tag) vom Mittelwert aller Standorte präsentiert.*

Das Jahr 2020 war im beginnenden Frühjahr bis fast Mitte Mai sehr niederschlagsarm (Abb. 9c). Ab Mitte Mai bis Mitte Juni war die Regenmenge fast konstant (die kumulative Niederschlagskurve ist daher weitestgehend linear), dann kam es zu einer ausgeprägten, kurzfristigen Steigerung, einem Peak, und danach wieder zu einer konstanten Phase. Der größte Teil des September war dann regenarm, aber

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

ab Ende des Monats bis Mitte Oktober regnete es viel, ab Mitte Oktober bis Ende des Monats hingegen fast gar nicht mehr. Die Regenmenge war über den Tagesverlauf nicht gleichmäßig verteilt, im Zeitintervall 14:00 bis 18:00 Uhr regnete es vergleichsweise weniger, von 02:00 bis 06:00 am meisten (Abb. 9a und 9b).

Besonders niederschlagsarm waren die Wetterstationsstandorte des Mittelburgenlandes, sowie **Rust** und **Mörbisch** westlich des Neusiedlersees (Tab. 4).

Tab. 4: *Abweichung der Niederschlagsmenge für die einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 1. März bis 31. Oktober (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Mittelwert der Niederschlagsmenge für den Zeitbereich angegeben.*

Standort	NS_03-10	NS_03	NS_04	NS_05	NS_06	NS_07	NS_08	NS_09	NS_10
Deutschkreutz_H	-0,006	-0,004	0	-0,008	-0,006	-0,007	-0,007	-0,007	-0,005
Rust	-0,005	-0,001	-0,002	-0,001	-0,014	-0,002	-0,014	0,003	-0,008
Moerbisch	-0,005	-0,001	-0,002	-0,004	-0,009	-0,001	-0,013	0	-0,006
Deutschkreutz_S	-0,005	-0,003	-0,001	-0,006	-0,008	-0,006	-0,009	-0,004	-0,003
Neckenmarkt	-0,004	-0,001	-0,002	-0,006	-0,003	-0,006	-0,012	-0,004	0
Poettelsdorf	-0,002	-0,001	-0,002	-0,005	-0,017	0,002	0,004	0,005	-0,002
Gols	-0,001	0,005	-0,002	0	0	-0,006	-0,007	0,003	0,002
Edelstal	0	0,001	-0,002	0,002	0,015	-0,013	-0,003	-0,005	0,002
Podersdorf	0	0,001	0,003	-0,001	0,008	-0,004	-0,004	0,004	-0,005
St_Andrae	0	0,002	-0,002	-0,001	0,008	-0,007	-0,003	-0,001	0
Jois	0	0,002	-0,002	0,002	-0,01	-0,007	0,02	-0,002	-0,005
Winden	0,001	0,002	-0,001	0,004	-0,006	-0,008	0,017	0	0
Donnerskirchen_G	0,001	0,003	-0,001	0,005	0,01	-0,009	-0,012	0,004	0,009
Eisenstadt	0,001	0,002	-0,001	0,004	0,007	-0,004	-0,009	0,002	0,008
Grosshoeflein	0,001	0,001	-0,001	0,003	0,007	-0,003	-0,012	0,002	0,01
Tadten	0,002	0,001	-0,001	0,002	0,02	-0,008	-0,005	0,003	0,001
Welgersdorf	0,002	-0,004	0,003	-0,002	-0,006	0,015	0,015	-0,002	-0,005
Moschendorf	0,002	-0,004	0,001	0	-0,008	0,02	0,012	-0,006	0,001
Heiligenbrunn	0,003	-0,003	0,003	0,003	-0,009	0,012	0,016	-0,002	0,001
Donnerskirchen_W	0,004	0,003	0	0,007	0,013	-0,003	-0,008	0,003	0,013
Eltendorf	0,004	-0,001	0,005	-0,002	0,001	0,018	0,02	0,005	-0,01
Rechnitz	0,007	-0,001	0,007	0,004	0,006	0,027	0,011	0	0,002
Mittelwert	0,023	0,009	0,003	0,015	0,038	0,021	0,029	0,028	0,038

Pöttelsdorf war besonders im Frühjahr niederschlagsarm, **Gols** in den Monaten April, Juli und August (Tab. 4). Ziemlich genau der mittleren Regenmenge (über alle Stationen) entsprach der Niederschlag in **Edelstal**, **Podersdorf**, **St. Andrä** und **Jois**. Die Abbildungen 9c und 9d zeigen aber beispielhaft an Edelstal, dass es selbst bei diesen Standorten zu beträchtlichen Abweichungen von der mittleren Regenmenge kam. So hat es im Juni bei dieser Wetterstation viel mehr geregnet als im Mittel, aber im Juli dann deutlich weniger, woraus über den gesamten Zeitintervall eine durchschnittliche Regenmenge resultierte. In **Winden** regnete es 2020 im August in sehr kurzer Zeit deutlich mehr als im

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Durchschnitt aller Standorte, während dies in **Donnerskirchen-Goldberg** im Juni der Fall und der August überdurchschnittlich regenarm war. Der in der Nähe liegende Standort **Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach** war erheblich niederschlagsreicher, insbesondere im Juni und Oktober und war damit von den Stationen in Leithagebirgesnähe die niederschlagsreichste und übertraf daher **Eisenstadt** und **Großhöflein**. **Tadten** ist hingegen der regenreichste Standort des Seewinkels gewesen. Alle fünf Standorte des Südburgenlands sind verhältnismäßig regenreich gewesen, wobei die Monate Juli und August in **Rechnitz** besonders niederschlagsreich waren. Dies ist sicherlich eine Folge der Lage an den Hängen des Günser Gebirges, das mit dem Geschriebenstein die höchsten Erhebung des Burgenlandes aufweist.

Verwendet man die Daten der Tab.n 1-4, lassen sich die Wetterstationsstandorte mithilfe eines multivariaten, statistischen Verfahrens, der Hauptkomponentenanalyse (PCA), so darstellen, dass Orte mit ähnlichem Wetter näher beieinander liegen (Abb. 9). In dieser Abbildung zeigen die vier Pfeile, die die untersuchten Klimafaktoren (meteorologischen Elemente) repräsentieren, in die Richtung, in die der Faktor zunimmt (diese Darstellung ist stark vereinfachend, weil der Einfluss der Faktoren in den unterschiedlichen Monaten etwas verschieden ist). Daran, dass die Pfeile für „Blattnässe“ und „Relative Luftfeuchte“ annähernd in die gleiche Richtung zeigen, erkennt man, dass diese Faktoren positiv korreliert sind. Dem Ursprung nahe liegt **Pöttelsdorf**, das in keiner Hinsicht zu Extremen neigt. Sehr isoliert liegt **Rechnitz** wegen der großen Regenmenge, die hier gefallen ist. Einigermaßen ähnlich ist nur **Podersdorf**, aber, wie besprochen, sind die Temperaturdaten hier wahrscheinlich falsch. Die Standorte in einem Weinbaugebiet sind sich oft nicht besonders ähnlich, soweit es das Wetter betrifft. Am ehesten ist das im Südburgenland (mit Ausnahme von Rechnitz) doch der Fall (niedrige Temperaturen und hohe Rel. Luftfeuchte bzw. Blattnässe), wobei **Welgersdorf** und **Heiligenbrunn** einander besonders ähneln. Ein weiteres Cluster bilden die Standorte nahe **Deutschkreutz** (Mittelburgenland) mit **St. Andrä** und **Tadten** (Seewinkel), Die mittelburgenländische Gemeinde **Neckenmarkt** ähnelt hingegen wegen der höheren Temperaturwerte eher **Winden**, das am Hang des Leithagebirges liegt. Ein weiteres Cluster bilden **Gols**, **Rust** und **Mörbisch**, die dem Neusiedlersee nahe liegen, aber nicht auf der gleichen Uferseite. Einen Cluster, der sich ebenfalls durch hohe Temperaturen auszeichnet, bilden **Jois** und **Donnerkirchen-Goldberg**. Ein von diesen wegen der höheren Regenmenge separierter, lockerer Cluster wird von **Edelstal** mit **Großhöflein**, **Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach** und **Eisenstadt** gebildet. Dies ist eine Darstellung der Situation, wie sie sich 2020 gezeigt hat. Sie kann mit der geographischen Lage verglichen werden. Ob dieses grundsätzliche Ähnlichkeitsmuster sich zufällig ergeben hat oder über mehrere Jahre erhalten bleibt, wird sich bei Untersuchungen der nächsten Jahre zeigen.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

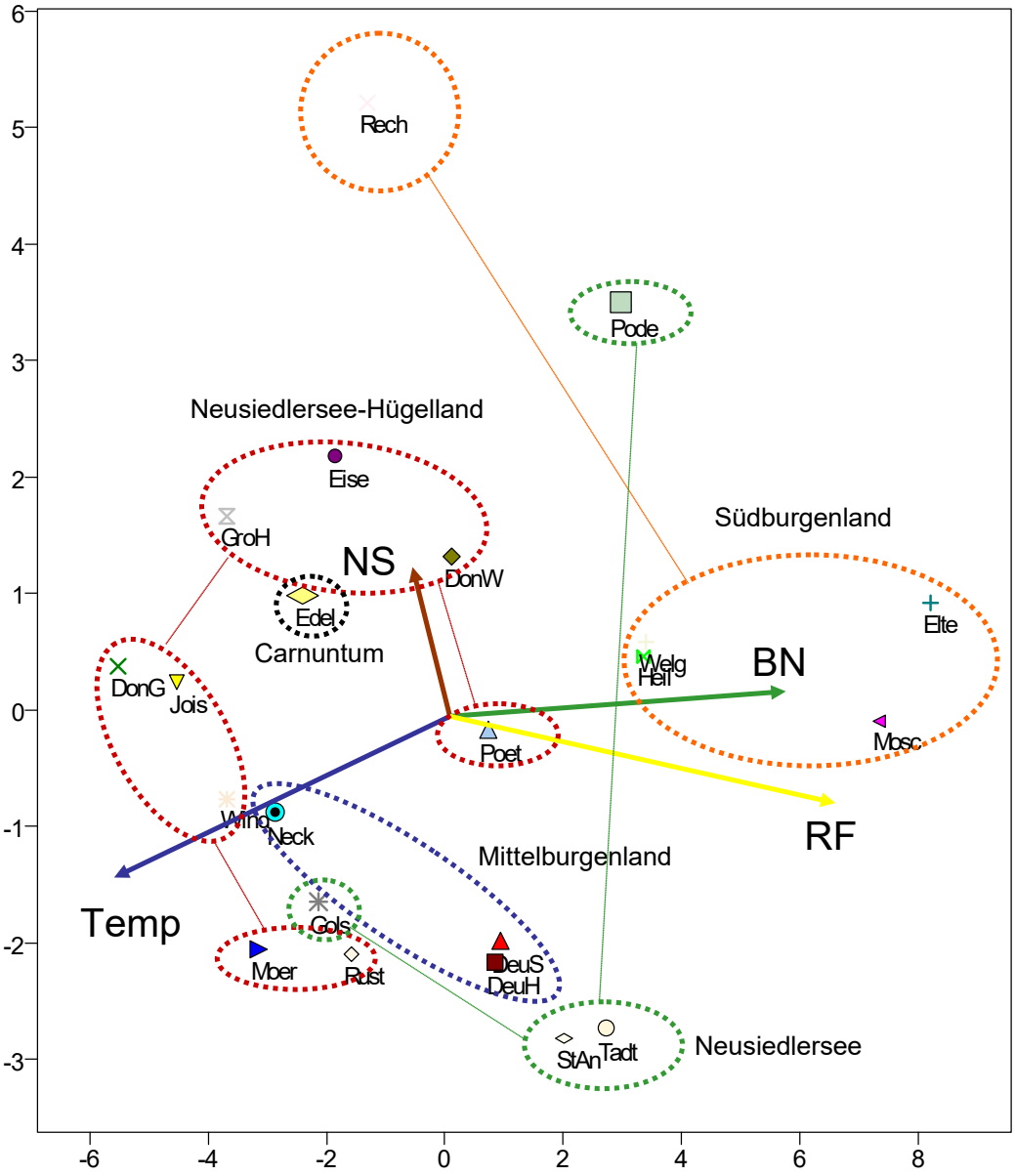


Abb. 10: *Hauptkomponentenanalyse der Wetterdaten der Stationen. Ähnliche Daten bedingen einen geringeren Abstand der Standorte in der Grafik.*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

7 Was uns die Wetterdaten über einzelne Orte in der Slowakei sagen

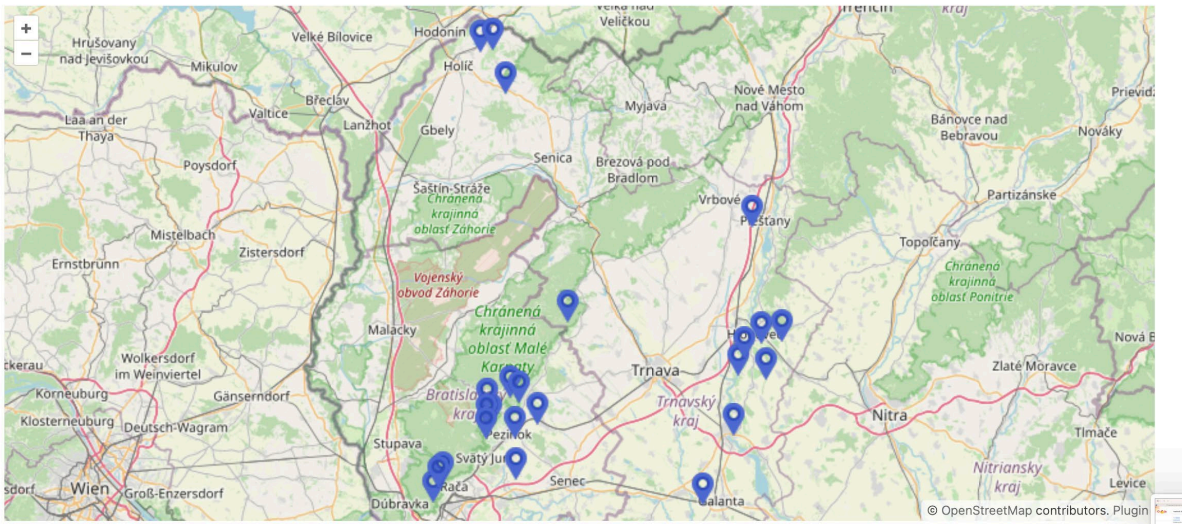


Abb. 11: *Standort der Wetterstationen in der Slowakei*

Jahr 2022

Das Jahr 2022 war von Dürre geprägt. Das Erwachen der Reben begann zum Regeltermin, aber fehlende Frühlingsniederschläge und hohe Sommertemperaturen führten dazu, dass die Reben die Traubenreife im Juli einschränkten. Die Weinlese begann in der letzten Augustwoche. Aus önologischer Sicht sprechen wir von einem durchschnittlichen Jahr. Starke Niederschläge im September verursachten eine Abnahme der optimalen önologischen Parameter – Zuckergehalt und Säuregehalt. Ende September - geringere Niederschläge und Temperaturen ließen die späten Rebsorten reifen. Es wurde ein höherer Krankheitsdruck festgestellt.

Tab. 5: *Meteodaten vom 1. April bis 31. August 2022*

Standort	T min/°C	T max/°C	T Mittlere Temp./°C	Sonneschein/ W/m2	Niederschlag/mm	Blattnäse
Bojničky	-2,1	35,3	18,16	4 909 198	224,6	297,06
Bratislava - Vinohrady	-2,4	35,1	18,50	4 494 670	256,2	338,54
Chorvátksy Grob	-1,9	35,3	18,66	4 587 538	216,6	302,61
Dolné Orešany	-2,7	35,5	18,31	4 267 566		
Dvorníky	-5,5	36,6	18,04	4 280 610	222,0	
Galanta	-4,7	37,0	18,39	4 620 224	194,0	300,67

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Hlohovec-Vinohrady	-1,8	37,0	18,38	4 250 902	274,0	317,90
Koválovec	-3,9	34,4	17,65	4 715 974	257,0	
Pastuchov	-3,3	36,2	17,99	4 680 172	245,2	297,25
Pezinok - Huncpálky	-2,3	35,3	18,58	4 969 594	286,6	
Pezinok - Kalvária	-1,5	35,3	18,53	4 984 148	300,4	300,55
Pezinok - Sahara	-4,1	36,3	18,42	4 726 028	259,4	303,13
Pezinok - Stará Hora	-2,9	37,2	18,50	4 918 186	283,2	301,44
Rača - Krivé	-0,8	35,2	18,91	3 435 442	262,4	300,32
Rača - Pri Dube	-2,9	35,6	16,96	4 748 494	282,4	302,98
SVOŠMO 1	-4,3	35,8	18,60	3 981 828	210,2	308,85
SZASPN1	-3,9	36,8	18,26	4 365 460	224,0	
Sasinkovo	-2,0	35,1	18,47	4 764 484	231,0	
Skalica - Kolébky	-2,9	35,3	17,93	3 558 250	258,6	318,63
Skalica - Vysoké pole	-2,9	34,7	17,74	4 777 790	305,6	310,66
Viničné	-4,8	35,8	18,46	4 339 874	242,8	299,64
Vištuk - Fajdál	-5,4	35,8	18,07	4 834 722	229,4	306,41
Šamorín	-2,2	36,1	18,34	4 558 618	276,2	313,99
Šenkvice - Cerové	-1,7	35,8	18,57	4 954 784	220,0	300,00
Šintava	-2,7	36,1	18,61	4 970 852	275,8	301,09
Mittelwert	-3,0	35,8	18,28	4 547 816	251,6	306,41

Jahr 2021

Jahrgang 2021 - der um drei Wochen spätere Beginn des Rebenerwachens schützte die Reben vor Frühlingsfrösten. Eine solche Verschiebung der Phänophase war insbesondere in den ersten Monaten März – Juni gegenüber dem langjährigen Mittel zu beobachten. Hohe Temperaturen im Juli und August trugen dazu bei, diese Verschiebung der Reifung um 10 Tage zu reduzieren. Die Lese der Trauben der Hauptsorten begann jedoch erst um den 13. September herum, spätestens in den letzten 20 Jahren. Aus önologischer Sicht gilt das Jahr 2021 als hervorragendes Jahr, mit optimalen Parametern für die Reifung sowohl weißer als auch blauer Trauben aller Sorten. Ein langer und trockener Herbst war ein wesentlicher Vorteil.

Tab. 6: *Meteodaten vom 1. April bis 31. August 2021*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Standort	T min/°C	T max/°C	T Mittlere Temp. /°C	Sonneschein/ W/m2	Niederschlag/ mm	Blattnässe
Bojničky	-2,8	35,1	16,57	5 044 338	289,2	299,93
Bratislava - Vinohrady	0,2	36,4	18,99	4 006 648	347,8	312,68
Chorvátksy Grob	-3,3		17,33	4 455 074	240,6	304,18
Dolné Orešany	2,0	34,6	18,33	3 949 934	317,8	309,26
Dvorníky	-5,5	35,7	16,89	4 776 884	554,6	318,29
Galanta	-3,6	36,1	17,40	4 716 388	257,4	308,87
Hlohovec-Vinohrady	-3,5	35,4	16,94	4 848 832	316,2	306,37
Kováloveс	-3,9	33,5	16,05	4 812 190	358,8	311,25
Pastuchov	-4,6	36,0	16,52	4 643 026	304,0	301,39
Pezinok - Huncpálky	-3,1	35,6	17,29	4 845 306	289,4	302,00
Pezinok - Kalvária	-2,0	35,5	16,94	4 947 334	304,2	311,16
Pezinok - Sahara	-4,9	36,2	17,11	4 774 932	223,4	303,40
Pezinok - Stará Hora	-2,6	36,4	17,01	4 866 274	299,6	303,62
Rača - Krivé	-2,1	35,4	17,39	3 114 796	290,8	304,17
Rača - Pri Dube	-2,9	35,2	18,26	4 709 158	242,8	307,17
SVOŠMO 1						
SZASPN1						
Sasinkovo	-2,7	35,1	17,02	4 795 326	321,2	302,21
Skalica - Kolébky	-2,8	34,7	16,55	3 711 710	278,6	308,68
Skalica - Vysoké pole	-3,3	34,4	16,35	4 790 574	290,8	313,50
Viničné	-4,6	36,0	17,30	4 866 194	222,6	302,53
Vištuk - Fajdál	-5,1	35,3	16,88	4 828 278	224,4	308,89
Šamorín	-4,0	36,6	17,13	4 787 518	297,8	308,04
Šenkvice - Cerové	-4,0	35,5	17,17	4 942 406	212,8	301,25
Šintava	-3,4	36,0	17,24	4 942 374	269,0	302,66
Mittlewert	-3,2	35,5	17,16	4 616 326	293,6	306,59

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

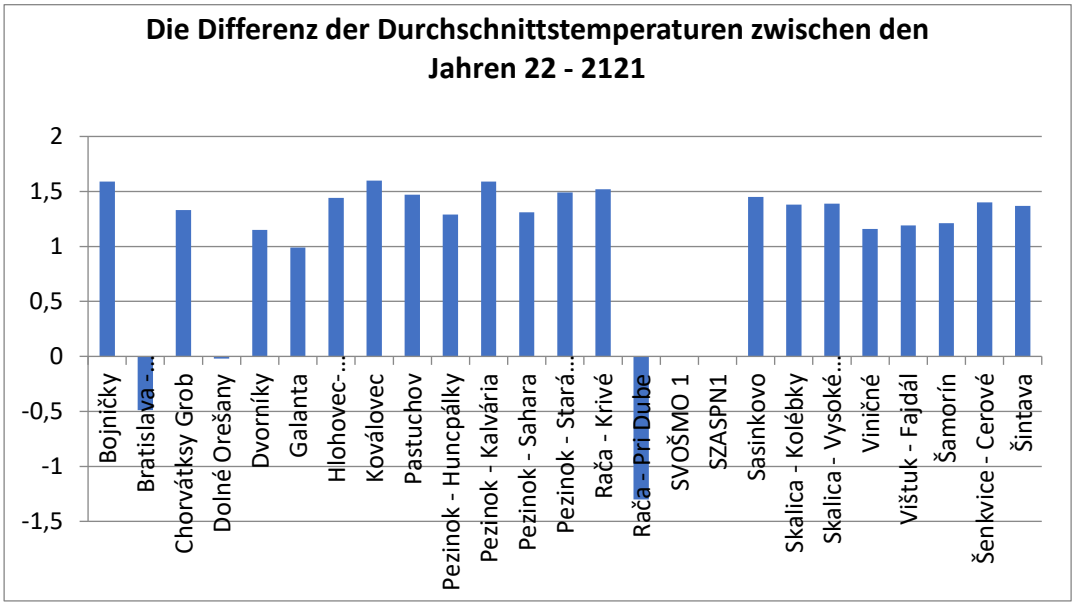
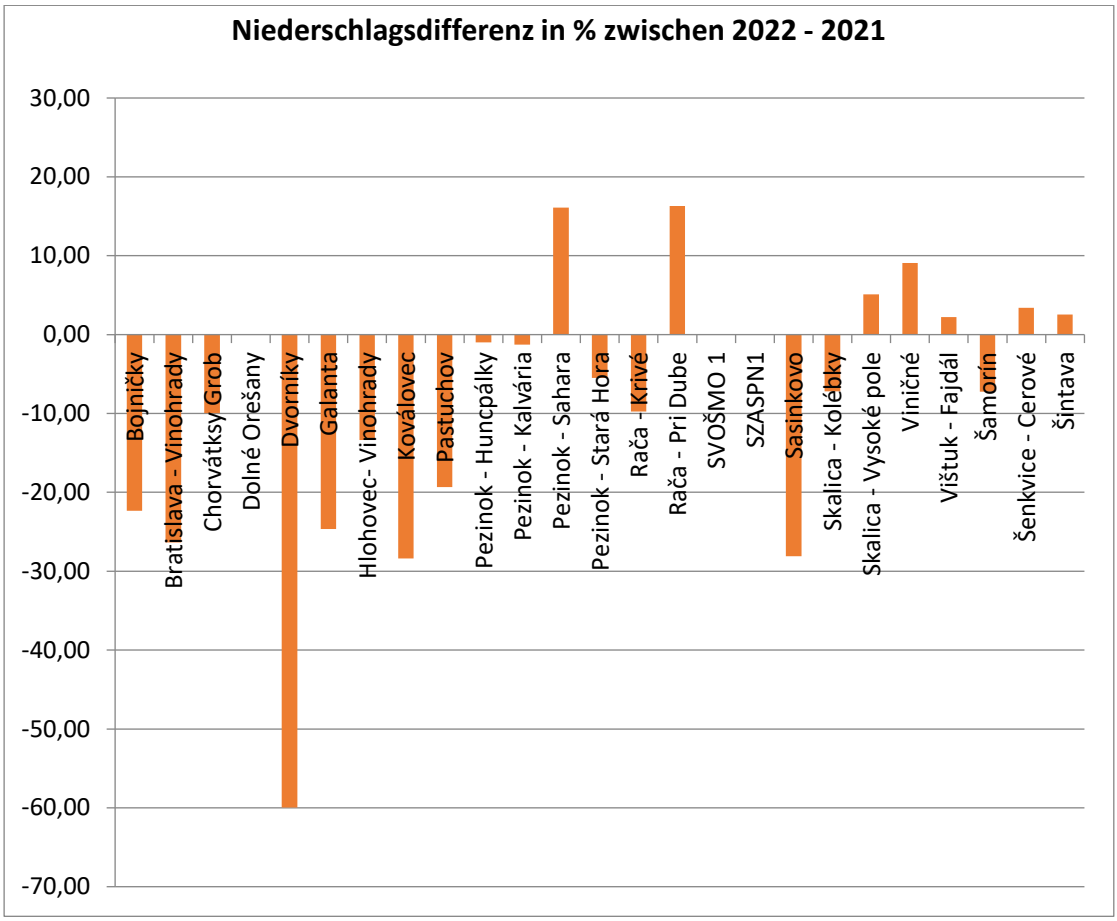


Abb. 12: *Im überwachten Zeitraum war das Jahr 2022 um 1,12 °C wärmer als das Jahr 2021, was sich bis auf zwei Standorte an allen bestätigte.*



Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 13: *Der Niederschlag war im Jahr 2022 im Durchschnitt um 209 mm geringer als im Jahr 2021.*

Das Niederschlagsdefizit bestätigte speziell für das Jahr 2022 in der entscheidenden Vegetationsperiode einen Rückgang der Niederschläge um mehr als 15 %

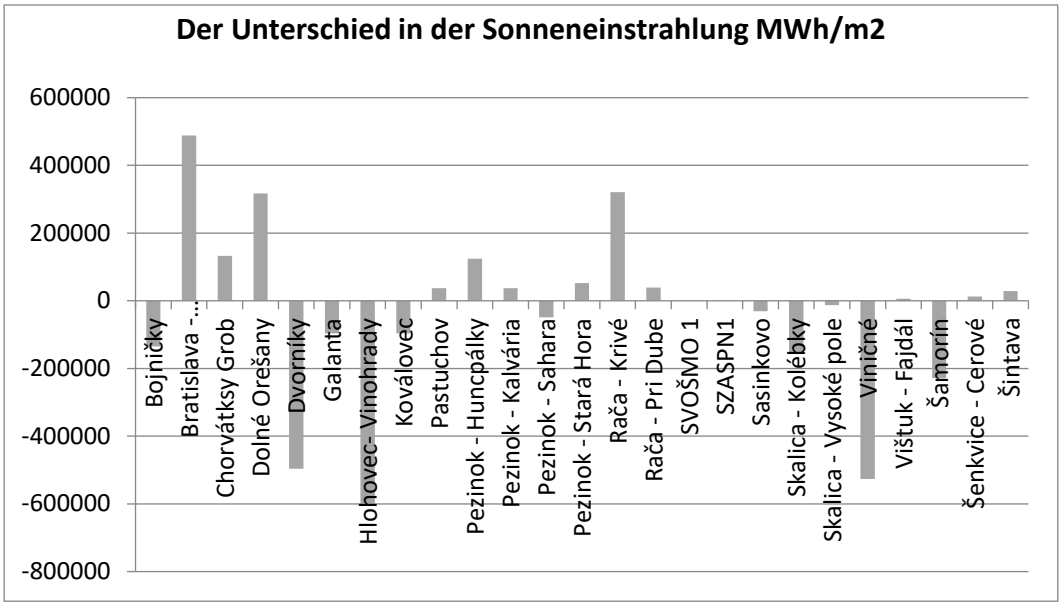


Abb. 14: *Der Unterschied in der Sonneneinstrahlung an einzelnen Orten*

Abchluss

Es ist verfrüht, nach zwei Jahren Testmessungen irgendwelche Schlussfolgerungen zu ziehen. Die Unterschiede zwischen den Jahren waren geringer als zwischen einzelnen Standorten. Die wichtigsten Faktoren für die Qualität und Reifung der Reben sind Niederschläge und die Dauer extrem hoher Temperaturen. Obwohl der Jahrgang 2022 als wärmer eingestuft wurde, die Durchschnittstemperaturen um 1,12 °C höher lagen als der Jahrgang 2021, stellte sich aus önologischer Sicht der Jahrgang 2021 optimaler dar. Bojničky zeigte in beiden Jahren den geringsten Krankheitsdruck, Rača - Pezinok - die wärmsten Orte mit einer Temperatur von 1 - 1,5 °C über dem Durchschnitt, Skalica und Umgebung - die kältesten Orte mit einer Temperatur von 0,7 - 0,9 °C unter dem Durchschnitt.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

8 Meteorologische Daten und Rebenphänologie

ClimVino – Der Einfluss der Witterung und anderer Faktoren auf die Rebentwicklung. Untersuchungsbericht zum Jahr 2020.

Im Rahmen des ClimVino-Projekts wurden 22 Wetterstationen in Weingärten des gesamten Burgenlandes aufgestellt; sie erlauben nun eine Untersuchung des Einflusses der Witterung auf Rebgesundheit und -entwicklung. Die Rebentwicklung wird einerseits durch die Witterung beeinflusst; andererseits wirkt sie sich gemeinsam mit derselben auf die Gesundheit der Weinstöcke aus. So können Temperaturen unter dem Gefrierpunkt manche Entwicklungsstadien beträchtlich schädigen, während andere relativ unempfindlich sind. Das Auftreten mancher Pathogene kann sehr wetterabhängig sein; für den resultierenden Schaden ist aber auch wichtig, welches phänologische Stadium betroffen ist; so ist etwa die Blüte für Befall mit Echtem und Falschem Mehltau besonders empfindlich. Bedeutende Schäden treten aber nur bei vorangehender, entsprechender, mehltaufördernder Witterung auf. Ähnlich verhält es sich mit den meisten tierischen Schädlingen, z. B. *Drosophila suzukii*, die eher feuchtkühle Sommer für den Aufbau einer individuenreichen Population braucht und nur für gewisse Entwicklungsstadien problematisch ist.

Als Phänologie bezeichnet man das Studium von Vegetationszyklen unter externem (insbesondere klimatischem) Einfluss (PEREIRA 2017). Die eingangs erwähnte Interaktion zwischen Witterung und Rebentwicklung hat zur Folge, dass Beobachtungen zum jährlichen Auftreten von Phänophasen (Entwicklungsabschnitten) für weinbauliche Maßnahmen wie z. B. Schutz der Reben vor Witterungsextremen oder vor Pathogenen, für die Bewertung des Schadpotentials von Parasiten und Fraßfeinden (WILLIAMS et al. 1985), darüber hinaus aber auch für die Wahl des Lesezeitpunktes von wesentlicher Bedeutung sein können. Bei der Auswahl geeigneter Sorten in neuen Anbaugebieten (BINDI et al. 1997, GLADSTONES 1992, JARVIS et al. 2017) oder der Abschätzung des langfristigen Einflusses des Klimawandels (de CORTAZAR-ATAURI et al. 2009, COLA et al. 2017) können Untersuchungen über die Rebphänologie ebenfalls eine große Relevanz haben, wobei Temperatur, Niederschläge und Sonneneinstrahlung, sowie Photoperiodismus für die Rebentwicklung fundamentale Einflussgrößen sind (WINKLER et al. 1974, JONES & DAVIS 2000, JONES et al. 2005).

Die hier untersuchten *Vitis*-Arthybriden und *Vitis vinifera* sind perennierend, mit biannualem Zyklus, d.h. ihre Blütenknospen werden in der vorangehenden Saison angelegt (KELLER 2015). Im Frühjahr startet das vegetative Wachstum mit dem Austrieb, der mit dem Aufbrechen der Knospen endet, worauf die Blattentwicklung folgt. Das generative Wachstum beginnt mit der Entwicklung der Blütenanlagen, es folgen die Differenzierung der Blüte, die Fruchtentwicklung und Fruchtreife. Danach

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

kommt es zum Eintreten der Vegetationsruhe: die Holzreife wird abgeschlossen, Laubverfärbung und schließlich Blattfall folgen. Im Winter beobachtet man in Mitteleuropa kein erkennbares Wachstum, die Knospen verharren in Dormanz (TROMP et al. 2005) und vermögen so niedrige Temperaturen zu überdauern.

Verschiedene ordinale Skalen sind kreiert worden, die die kontinuierliche Entwicklung in aufeinander folgende Abschnitte (Phänophasen) zerteilen, die mehr oder weniger gut voneinander zu trennen sind (BAGGIOLINI 1952, BAGGIOLONI und BAILLOD 1993, COOMBE 1995, LORENZ et al. 1994, EICHHORN und LORENZ 1997). LORENZ ET AL. 1994 gliedern in der BBCH-Monographie „Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen" (2. Auflage, 2001, Bearbeitet von Uwe Meier) die vegetative Entwicklung der Rebe in die Makrostadien **Austrieb** (0 bis 9) und **Blattentwicklung** (11 bis 19). Vier Makrostadien werden für die generative Entwicklung unterschieden: Das Makrostadium „**Entwicklung der Blütenanlagen**" (53-57) beginnt damit, dass die Infloreszenzen deutlich sichtbar werden, und endet mit dem Spreizen der Einzelblüten. Darauf folgt das Makrostadium „**Blüte**" (60-69), in dem sich zunächst die ersten Blütenkäppchen vom Blütenboden lösen und anschließend immer mehr dieser Käppchen abgeworfen werden. Über die Vollblüte wird das Ende der Blüte erreicht und das Makrostadium „**Fruchtentwicklung**" (71-79) beginnt mit der einsetzenden Vergrößerung des Fruchtknotens. Mit Beendigung des Traubenschlusses erfolgt der Übergang zum Makrostadium „**Fruchtreife**" (81-89), das mit dem Hell- und Weichwerden der Beeren anfängt und bis zu deren Vollreife andauert. Das Eintreten der Vegetationsruhe beginnt mit dem Abschluss der Holzreife. Es kommt zu Laubverfärbung und schließlich zum Abfallen der Laubblätter (91 bis 99).

Informationen über die Phänologie von *Vitis vinifera* (Vitaceae) sind eher eingeschränkt vorhanden und umfassen dann oft nur wenige Stadien (z.B. weist die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in ihrem Phänologiespiegel die erste Blüte der Weinrebe aus https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/phaenospiegel, 12.02.2019), was daran liegen mag, dass entsprechende Untersuchungen zeitintensiv und daher auch teuer sind (PEREIRA 2017). Noch größer ist der Kenntnismangel bei anderen, weniger bedeutenden Arten der Gattung (VICTOR et al. 2010, KÖSE 2015) und bei *Vitis*-Interspezies-Hybriden, die kommerziell nur lokal von großer Bedeutung sind. Weingärten mit Hybriden von *V. vinifera* und den amerikanischen Arten *V. aestivalis*, *V. labrusca* und *V. riparia* in verschiedener Kombination finden sich im Südburgenland (Bezirke Güssing und Jennersdorf), wo aus deren Trauben ein spezieller Wein, der Uhudler, gekeltert wird. Einige Hybridreben sind auch im Rahmen dieses Projektes untersucht worden. Eine mehrjährige Analyse ihrer Phänologie findet sich in GANGL et al. 2019.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Im Folgenden soll der Verlauf der Rebentwicklung an den Stationsstandorten unter Zuhilfenahme der BBCH-Skala dargestellt und – wo möglich – ein Bezug zu Witterung und Sorte hergestellt werden. Der Untersuchungszeitraum war, bedingt durch einen CoViD-19-Lockdown, eingeschränkt auf die 18. bis 35. Kalenderwoche 2020 (27.04. – 30.08.). Dies ermöglicht zwar eine nahezu vollständige Darstellung der generativen Entwicklung, wesentliche Abschnitte der vegetativen fehlen aber (z. B. der Zeitraum der Frostgefährdung), weshalb diese Untersuchungen 2021 in etwas abgewandelter Form fortgesetzt werden sollen.

Im Untersuchungszeitraum erfolgte die Bonitierung wöchentlich an allen 22 Standorten der Wetterstationen (Tab. 7).

Tab. 7: *Versuchsstandorte. Die Arthybriden (Rubrik Weinsorte) sind kursiv geschrieben*

WBG	ORT	WEINSORTE
Carnuntum	Edelstal	Blaufränkisch
Neusiedlersee	Gols	St. Laurent
	Podersdorf	Traminer
	St. Andrä	Rösler
	Tadten	Blaufränkisch
	Jois	Rheinriesling
	Winden	Blaufränkisch
NS-Hügelland	Donnerskirchen	Muskat Ottonel
	Donnerskirchen	Merlot
	Rust	Weißer Burgunder
	Mörbisch	Blaufränkisch
	Eisenstadt	Muskat Ottonel
	Großhöflein	Blaufränkisch
	Pöttelsdorf	Blaufränkisch
Mittelburgenland	Neckenmarkt	Cabernet Sauvignon
	Deutschkreutz	Chardonnay
	Deutschkreutz	Blaufränkisch
Südburgenland	Rechnitz	Welschriesling
	Welgersdorf	Blaufränkisch
	Moschendorf	*Concord*
	Heiligenbrunn	*Noah*
	Eltendorf	*Noah*

Von zehn, falls möglich in einer Rebreihe aufeinanderfolgenden, pro Standort untersuchten Reben wurde das Entwicklungsstadium von je zehn Knospen bzw. deren Entwicklungsabkömmlingen (=Untersuchungseinheiten) dokumentiert (also von insgesamt einhundert pro Weingarten). Damit wurde es möglich, die Verteilung der Phänostadien zu einem bestimmten Zeitpunkt zu ermitteln. Die BBCH-Skala liefert ordinale Daten, die die Aufstellung einer Rangordnung mithilfe von Rangwerten erlaubt. Die mögliche rechnerische Handhabung umfasst die Ermittlung des Medians und der Quantile,

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

arithmetische Operationen sind hingegen nicht zulässig (BACKHAUS et al. 2016). Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit eigener Software, die mit der IDE Delphi 7 Aurora in Object Pascal (Fa. Borland, Austin, Texas, U.S.A.) programmiert wurde.

Phänologische Stadien und die Lage der Knoten am Strecker

Die Lage der Knoten am Strecker ist für die weitere vegetative Entwicklung nicht unbedeutend. Von den 220 untersuchten basalsten Knoten verblieben die meisten im BBCH-Stadium 1: „Beginn des Knospenschwellens; Augen beginnen sich innerhalb der Knospenschuppen zu vergrößern“. Von den übrigen verweilten während der 19. bis zur 22. Kalenderwoche viele im Stadium 5: „Wolle-Stadium: wolleartiger brauner Haarbesatz deutlich sichtbar“. Nur wenige entwickelten sich bis zum Stadium 19 (neun oder mehr entfaltete Laubblätter am Trieb) weiter und kaum ein Trieb verblieb in einem Stadium zwischen 5. und 19. (exklusive).

Beim zweitbasalsten Knoten überwog in der 19. KW das BBCH-Stadium 5. Bis der Median das 19. Stadium erreichte, dauerte es noch bis KW 26. Man fand bis zum Ende des Untersuchungszeitraums Triebe vom Ein- bis Neunblattstadium.

Ab dem dritten Knoten von der Streckerbasis war der Median in der 19. KW im Dreiblattstadium und stieg dann annähernd linear, bis im Intervall 23. KW – 25. KW das BBCH-Stadium 19 erreicht war. Alle Stadien vom 13. bis zum 19. kamen vor (Abb. 15). Ab der 29. KW (Mitte Juli) wurde das Stadium 1 bei einigen Knoten wieder etwas häufiger, was eine Folge der artifiziellen Triebausdünnung sein kann oder aber einer zu dieser Jahreszeit bereits langsameren Regeneration.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

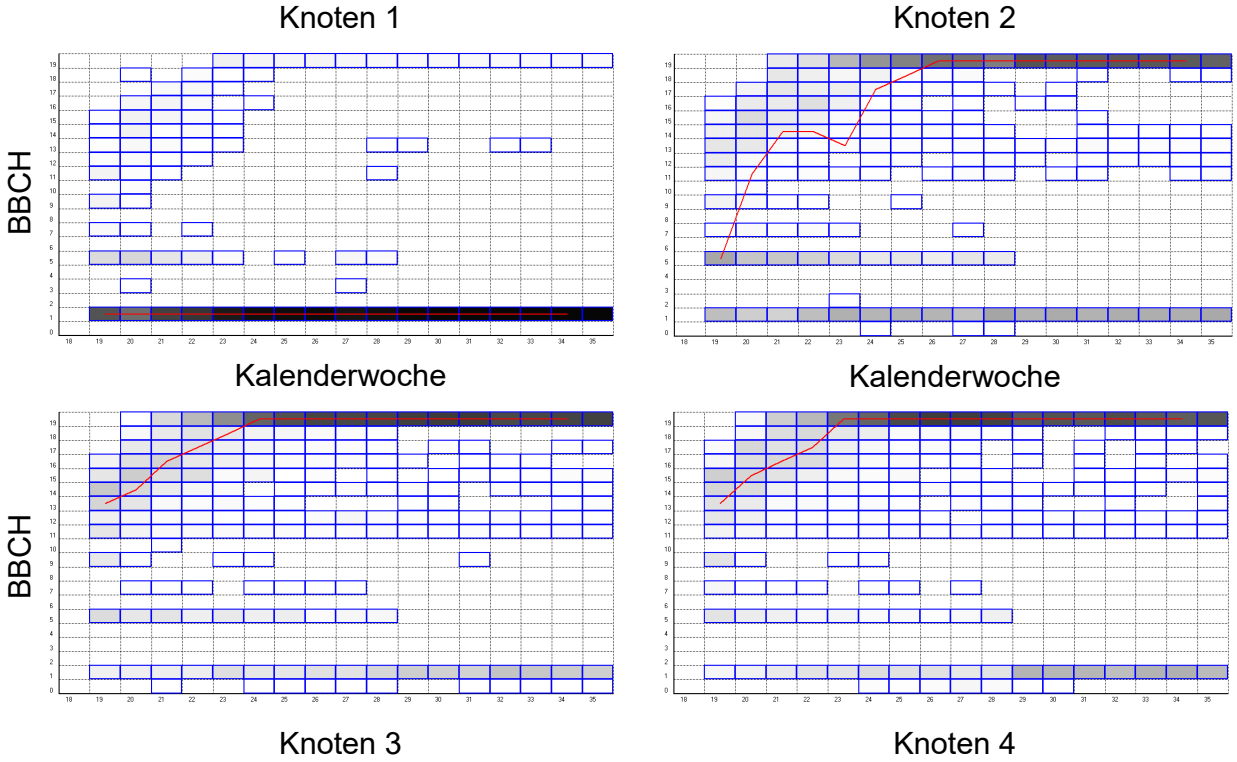


Abb. 15: Die *vegetative Entwicklung der Knoten eines Streckers von basal bzw. proximal (Knoten 1) nach distal (Knoten 4) von der 19. bis zur 35. Kalenderwoche. Zur Stadium-Beschreibung wurde die BBCH-Codierung verwendet. Blau umrahmtes Kästchen: wenigstens einer von 220 Knoten befindet sich zur gegebenen Zeit im entsprechenden Stadium. Die Helligkeit des Kästchens entspricht der Knotenanzahl (256 Grauschattierungen, Maximum: Schwarz), die rote Linie dem Median.*

Sofern sich aus Knoten 1 ein Trieb entwickelte, konnte man auch hier die generative Entwicklung verfolgen (Abb. 16). Der erste Knoten verharrte eine Woche länger in BBCH-Stadium 57 (Infloreszenzen sind voll entwickelt, die Einzelblüten spreizen sich), erreichte auch später Stadium 71 (Fruchtansatz; Fruchtknoten beginnen sich zu vergrößern; «Putzen der Beeren» wird abgeschlossen). Stadium 78 (nach Beginn und vor Ende des Traubenschlusses) wurde hingegen von Knoten 1 ebenso wie von den anderen in KW 30 erreicht. Ab Knoten 2 (bis 10) verlief die Entwicklung am Strecker praktisch gleich.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

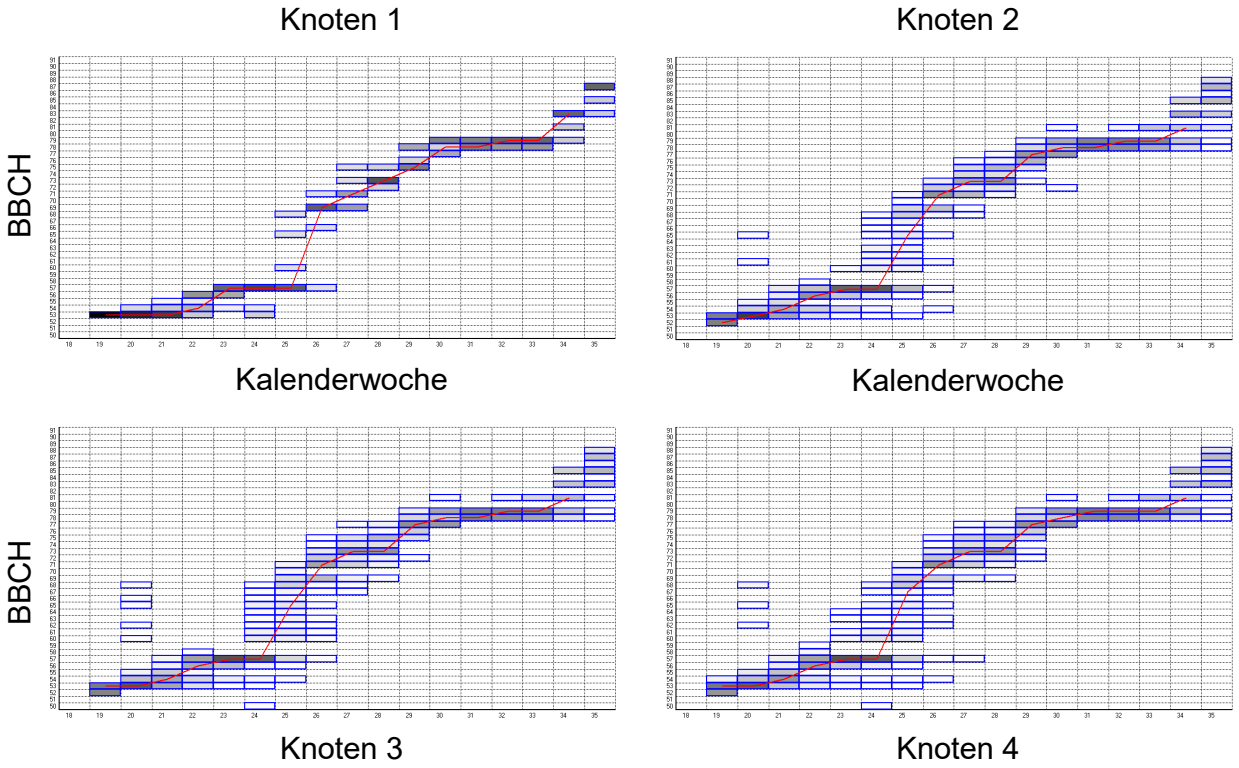


Abb. 16: Die *generative Entwicklung der Knoten eines Streckers von basal bzw. proximal (Knoten 1) nach distal (Knoten 4) von der 19. bis zur 35. Kalenderwoche. Zur Stadium-Beschreibung wurde die BBCH-Codierung verwendet. Blau umrahmtes Kästchen: wenigstens einer von 220 Knoten befindet sich zur gegebenen Zeit im entsprechenden Stadium. Die Helligkeit des Kästchens entspricht der Knotenanzahl (256 Grauschattierungen, Maximum: Schwarz), die rote Linie dem Median.*

Phänologische Stadien und Arthybriden versus Edelreben (*Vitis vinifera*)

In den assoziierten Weingärten befinden sich insgesamt 13 verschiedene Rebsorten, einige sind daher an mehr als einem der Standorte gesetzt: Blaufränkisch (acht Weingärten), Muskat Ottonell (zwei) und Noah (zwei). Noah und Concord sind Arthybriden. Der Unterschied in der Rebentwicklung bei Edelreben und Arthybriden wurde von GANGL et al. 2019 eingehend untersucht. Die Ergebnisse finden sich durch die vorliegende Analyse im Wesentlichen bestätigt, wobei in der erwähnten Arbeit allerdings pro Standort jeweils sowohl ein Arthybrid-Weingarten als auch einer mit Edelreben vorhanden waren und verglichen wurden, entsprechend den Erfordernissen der spezialisierten Fragestellung.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

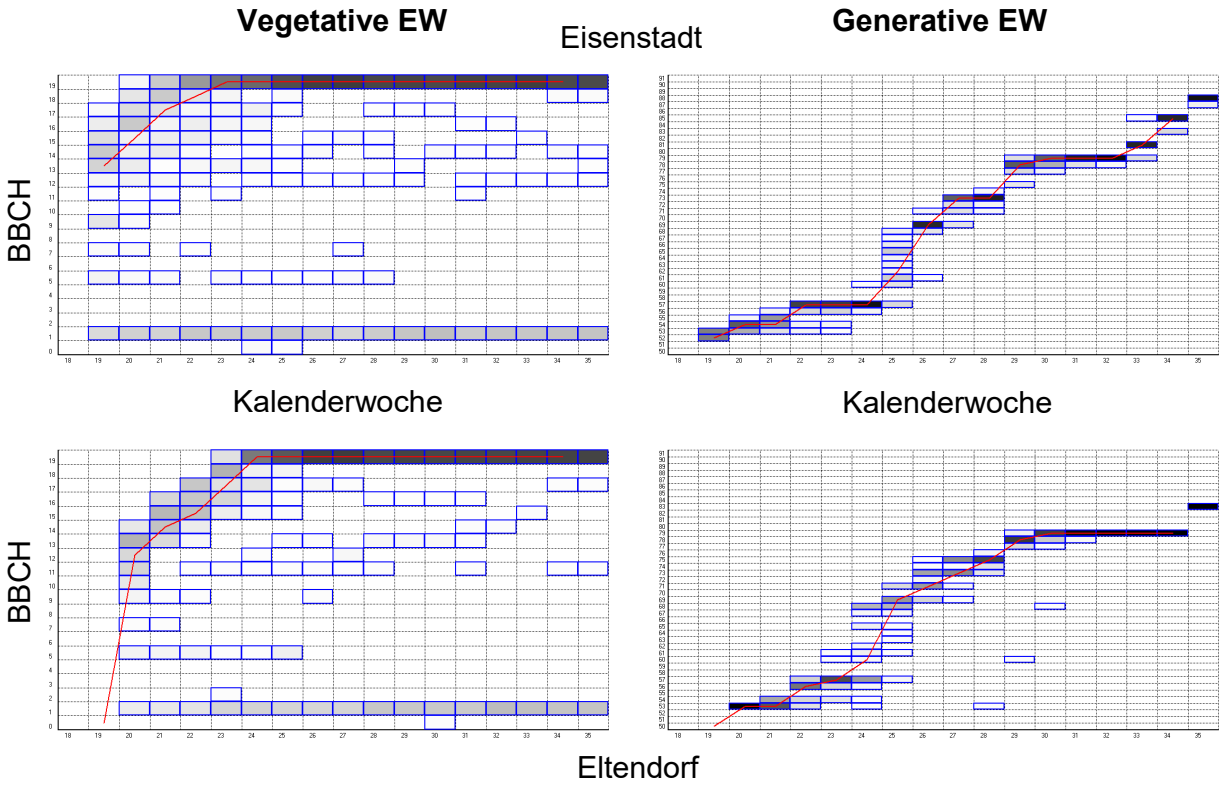


Abb. 17: *Vergleich der Entwicklung bei Edelreben (oben: Eisenstadt – Muskat Ottonell) und Arthybriden (unten: Eltendorf – Noah). Links: vegetative Entwicklung, rechts: generative EW.*

Die vegetative Entwicklung von Arthybriden und Edelreben ist sehr ähnlich. Ein beträchtlicher Anteil der Knospen entwickelte sich nicht über BBCH-Stadium 1 oder 5 hinaus. Der Anteil variierte aber innerhalb der beiden Gruppen so stark, dass sich über einen Unterschied zwischen ihnen nichts aussagen lässt. Zu Beginn der Untersuchung waren die Reben bereits in einem Mehrblattstadium; im Mittel (Median) in der 20. KW im 11. bis 16. bei Edel- und im 11. bis 14. bei Hybridreben. Die Maximalwerte, die in der 20. Kalenderwoche bereits erreicht wurden, lagen bei Edelreben zwischen BBCH 15 und 19, bei Hybriden zwischen 14 und 19. In den folgenden Wochen kam es generell zu einem annähernd linearen Anstieg des Stadium-Medians, der bei Edelreben zwischen der 21. und der 26. KW das BBCH-Stadium 19 erreichte, bei Arthybriden zwischen der 24. und 26 KW. In einigen Weingärten gelangte der Median, bedingt durch die vielen Knospen und deren Derivate, die in niedrigem BBCH-Stadium verweilten, nie zu Stadium 19. Es ist deshalb sinnvoll, auch zu beschreiben, wann Stadium 19 erstmals erreicht wurde. Mit einer Ausnahme (Tadten, 23. KW) war das bei Edelreben in der 20. oder 21. Kalenderwoche der Fall, bei Arthybriden zwischen der 20. und 23. KW.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Im Gegensatz zur vegetativen, verläuft die generative Entwicklung bei Arthybriden und Edelreben unterschiedlich (Abb. 17, rechts). Generell zeigen sich in der reproduktiven Entwicklung Phasen, wo die Stadienvarianz gering ist, und solche, wo das nicht der Fall ist. Besonders stark divergierten die Edelreben von der 24. bis zu 26. KW, die Arthybriden begannen eine Woche früher sich auseinanderzuentwickeln und endeten auch eine Woche später damit. Auf eine längere Verweildauer der Edelreben im Stadium 57 (meist mehr als 2 Wochen für den Median) im Vergleich zu den Hybriden (2 Wochen) haben bereits GANGL et al. 2019 hingewiesen. Ab diesem Stadium kommt es zu einer zunächst sehr raschen und dann wieder etwas verzögerten Entwicklung, bis es zu einem mehrwöchigen Verweilen im BBCH-Stadium 78 bzw. 79 (Ende des Traubenschlusses) kommt. Der Zeitraum, der in diesen Stadien verbracht wurde, erstreckte sich bei Hybridreben über sechs Wochen, bei *Vitis vinifera*-Sorten hingegen meist nur halb so lange. In der 35. KW endete unsere Bonitierung. In dieser Woche lag der Median bei den Arthybriden bei BBCH-Stadium 83 (Fortschreiten der Beeren-Aufhellung bzw. Beerenverfärbung), bei den Edelreben meist deutlich höher, zwischen den Stadien 85 und 88 (Weichwerden der Beeren bis kurz vor Vollreife). Allerdings gibt es zwei Ausnahmen, nämlich Rechnitz (Stadium 83) und Tadten (hier sogar nur Stadium 81: Beginn der Reife, Beeren beginnen hell zu werden bzw. sich zu verfärben). In Rechnitz wurde biologisch bewirtschaftet und, da auch bei den Hybriden deutlich weniger Pflanzenschutzmittel verwendet werden und auch andere Maßnahmen ausfallen, muss die verzögerte generative Entwicklung nicht unbedingt genetische Ursachen haben, sie könnte auch ein Bewirtschaftungsartefakt sein. Dies können nur weitere Untersuchungen klären. Insgesamt wirkt in Abb. 17 jedenfalls die generative Entwicklung der Edelrebe beinahe linear, während die Entwicklungskurve des Arthybriden deutlich bauchig ist.

Phänologische Stadien, Weinbaugebiet und Witterung

- Entwicklungsverzögerung

Wie bereits erwähnt erreichte an manchen Standorten der Median der vegetativen Entwicklung während des gesamten Untersuchungszeitraums das BBCH-Stadium 19 entweder nie oder nicht dauerhaft (Abb. 18), was offensichtlich daran liegt, dass sehr viele Knospen eine verzögerte Entwicklung bzw. ein verfrühtes Entwicklungsende erlebten.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

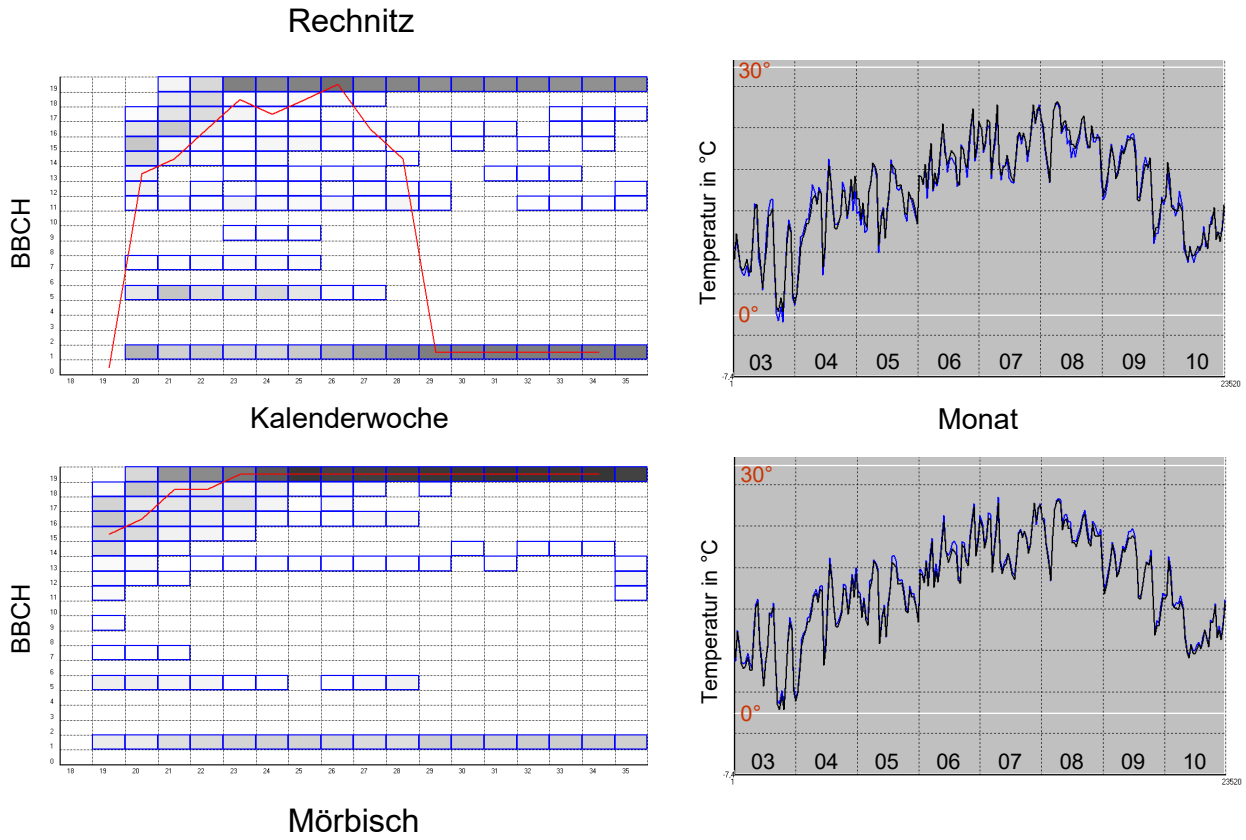


Abb. 18: *Entwicklungsverzögerung bzw. frühes Entwicklungsende vieler Knoten am Standort Rechnitz (oben, links) führt dazu, dass der Median (rote Linie) BBCH-Stadium 19 nicht dauerhaft beibehält. Zum Vergleich Standort Mörbisch (links unten). Rechts: Temperaturverlauf (Tagesmittel) während der Monate März bis Oktober an den beiden Standorten. In Rechnitz wurden im März Tagesmitteltemperaturen unter 0°C erreicht.*

Natürlich ist der zeitliche Verlauf des Medians als Darstellung nicht besonders geeignet, wenn eine zweigipfelige Verteilung vorliegt, außer, wie im vorliegenden Fall, wenn er eben dazu dient, diese Zweigipfeligkeit deutlich zu machen bzw. zu zeigen, welcher Gipfel der dominierende ist. Als Erklärung für das Ausmaß der beobachteten Entwicklungsverzögerung bieten sich verschiedene Möglichkeiten an: Es könnte sich um eine Besonderheit der Rebsorte (oder des Klons) handeln, um die Folge einer Erkrankung oder der Bewirtschaftungsform (die den Rebfraß oder Befall beeinflusst) oder aber auch witterungsbedingt sein. In letzterem Fall könnte eine partielle Frostschädigung mit Ausfall einiger Knospen vorliegen. Die Beiknospen hätten sich dann nur mehr teilweise entwickelt.

Um diese zuletzt erwähnte Möglichkeit zu untersuchen, wurde einerseits ermittelt, an welchen Standorten im März die Tagesmitteltemperatur 2020 unter null Grad gelegen war (es waren insgesamt

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

acht) und andererseits, welche Weingärten Reben mit sehr vielen Knospen mit frühem Entwicklungsende aufwiesen. Letzteres war der Fall in Deutschkreutz-Hochfeld, Donnerskirchen-Goldberg, Heiligenbrunn, Pöttelsdorf, Rechnitz, Tadten und Königsberg.

An fünf dieser sieben Standorte wurden im März negative Tagesmitteltemperaturen erreicht (nicht in Donnerskirchen-Goldberg und Tadten), was einen Witterungseinfluss nahe legt. Auch der Gegenvergleich spricht dafür: Nur in drei Weingärten, in Eltendorf, Moschendorf und Neckenmarkt, wurde trotz negativer Tagesmitteltemperatur kein auffälliger „Knospenausfall“ (also mit frühem Entwicklungsende) registriert. Die statistische Überprüfung des Zusammenhangs ist mit dem Chi-Quadrat-Test nicht möglich, weil einige der erwarteten Zellenhäufigkeiten (Tab. 8 in grau) kleiner als 5 sind und daher die Testvoraussetzung nicht erfüllt ist. Der Fisher’s Exact Test ist geeigneter. Der Signifikanzwert P=0,0524 bedeutet, dass die Nullhypothese, die beiden Faktoren seien unabhängig, gerade nicht abgelehnt werden kann (was natürlich nicht bedeutet, dass ein solcher Zusammenhang nicht existiert, da ja auch Korrelationen mit anderen Faktoren vorhanden sind, z.B. könnte die Frostempfindlichkeit der Rebsorten verschieden sein).

Tab. 8: *Möglicher Zusammenhang zwischen Entwicklungsverzögerung und negativen Tagesmitteltemperaturen*

		Entwicklungsverzögerung		
		moderat	stark	
Tagesmittel-temperatur	nie unter 0°C	12 (9,5)	2 (4,5)	14
	unter 0°C	3 (5,5)	5 (2,5)	8
		15	7	22

Eine nähere Untersuchung des Temperaturverlaufs zeigt, dass auch an Orten, an denen die Tagesmitteltemperatur nicht soweit fiel, Ende März Temperaturen deutlich unter null Grad Celsius erreicht wurden. Es sind hiervon sogar alle Standorte betroffen. Am 23.03.2020 lag um 05:00 z. B. in Jois und Gols die Temperatur bei -3,4°C, in Edelstal sogar bei -3,5°C. Da die phänologische Erhebung erst zwei Wochen später gestartet werden konnte, ist nicht bekannt, in welchem Stadium sich die Reben zu diesem Zeitpunkt befanden. Die Arthybriden lagen aber anfangs in der Entwicklung etwas zurück, was ihre Empfindlichkeit um den 23.03.2020 eventuell reduziert haben könnte. Das hätte dann die Signifikanz des durchgeführten Tests wesentlich beeinflusst bzw. verschleiert. Dies muss aber Spekulation bleiben, bis Daten aus Jahren vorliegen, in denen im Frühjahr kein CoViD-19 Lockdown die Faktenerhebung verhindert.

Dafür, dass die Temperatur eine Rolle spielt, spricht auch, dass fünf der sieben Standorte mit verzögerter Knospenentwicklung sich in insgesamt kühlerer Lage befinden (siehe Bericht „Das Wetter

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

im Jahr 2020 – ein Vergleich der ClimVino-Standorte“, Tab. 1; der Signifikanzwert für den Exakttest P=0,0635 bedeutet aber auch in diesem Fall, dass ein Zusammenhang nicht angenommen werden muss, und abermals könnte unterschiedliche Sortenempfindlichkeit hier eine beeinflussende Rolle spielen). Donnerskirchen-Goldberg gehört zu den Standorten mit oft sehr frühem Knospen-Entwicklungsende, war 2020 aber am wärmsten (0,55° über dem Durchschnitt aller Stationen). Diese Diskrepanz ist allerdings möglicherweise dadurch zu erklären, dass die Merlot Reben an GFLV, einem Nepovirus, erkrankt waren. Für Entwicklungsverzögerungen sind also sicherlich mehrere Ursachen verantwortlich, aber jedenfalls scheint keiner der anderen untersuchten Klimafaktoren einen Einfluss darauf zu haben (wie der Vergleich mit den Tab.n 2 bis 4 des erwähnten Berichts zeigt).

- Entwicklungsverlauf

Da der Entwicklungsverlauf der Rebe keinem einfachen Gesetz folgt, das durch wenige Konstanten beschrieben werden könnte, sind die phänologischen Kurven oft sehr schwer vergleichbar. Zudem sind die erhobenen Werte zu einem bestimmten Zeitpunkt (KW) oft über viele Phänostadien verteilt. Entsprechend schwierig ist es, den Einfluss bestimmter Parameter zu analysieren, da diese außerdem noch sehr unterschiedlich sind: neben Umweltfaktoren (z. B. lokale Witterung, Exposition, Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit und Zusammensetzung des Untergrundes) sind noch genetische Faktoren (Art und Sorte), sowie Rebgesundheit und Vitalität zu berücksichtigen, aber auch die Interaktionen zwischen diesen Parametern. Ein magerer Standort, der an sich schon die Entwicklung erschwert, kann außerdem noch die Anfälligkeit für Pathogene steigern, etc. Neben einzelnen Faktoren wie z. B. Temperatur können auch noch mögliche Einflusskomplexe untersucht werden, z. B. ob ein Zusammenhang zwischen Entwicklungsgeschwindigkeit der Rebe und dem Weinbaugebiet existiert, in dem sie steht. „Weinbaugebiet“ ist nicht nur komplex, sondern auch uneinheitlich. Es ist außerdem nicht ohne weiteres möglich, vom Komplex auf die einzelnen Parameter zurück zu schließen.

Um trotz all dieser Schwierigkeiten Aussagen über Einflussgrößen treffen zu können, wurde zunächst ein nichtparametrisches Analyseverfahren entwickelt, d. h. eine Prozedur, die keine genauen Kenntnisse über die Gesetzmäßigkeiten der Rebentwicklung voraussetzt. Wir betrachten hier die Mediane der BBCH-Werte am Standort in einer bestimmten Kalenderwoche als Merkmalsausprägung und jede Kalenderwoche als Merkmal (damit liegen 17 Merkmale vor). Die zu vergleichenden Objekte sind die Weingärten, die mithilfe einer Hauptkomponentenanalyse verglichen werden. Dieses Verfahren reduziert den hochdimensionalen Merkmaleraum auf wenige, in diesem Fall auf drei, Dimensionen (die dritte Dimension ist allerdings nur durch die relative Größe der Symbole dargestellt). Die Dimensionen – und damit die Koordinatenachsen – sind nicht gleichwertig: PC1 hat mehr Erklärungswert als PC2 und diese wiederum mehr als PC3. Weingärten mit ähnlicher Entwicklung werden in der Darstellung

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

als Punkte mit geringem Abstand präsentiert. Die Untersuchung von Einflussfaktoren geschieht über Indexierung, d. h. etwa über eine geeignete Zuteilung von Symbolen. Dargestellt ist das in Abb. 19 für Weinbaugebiete.

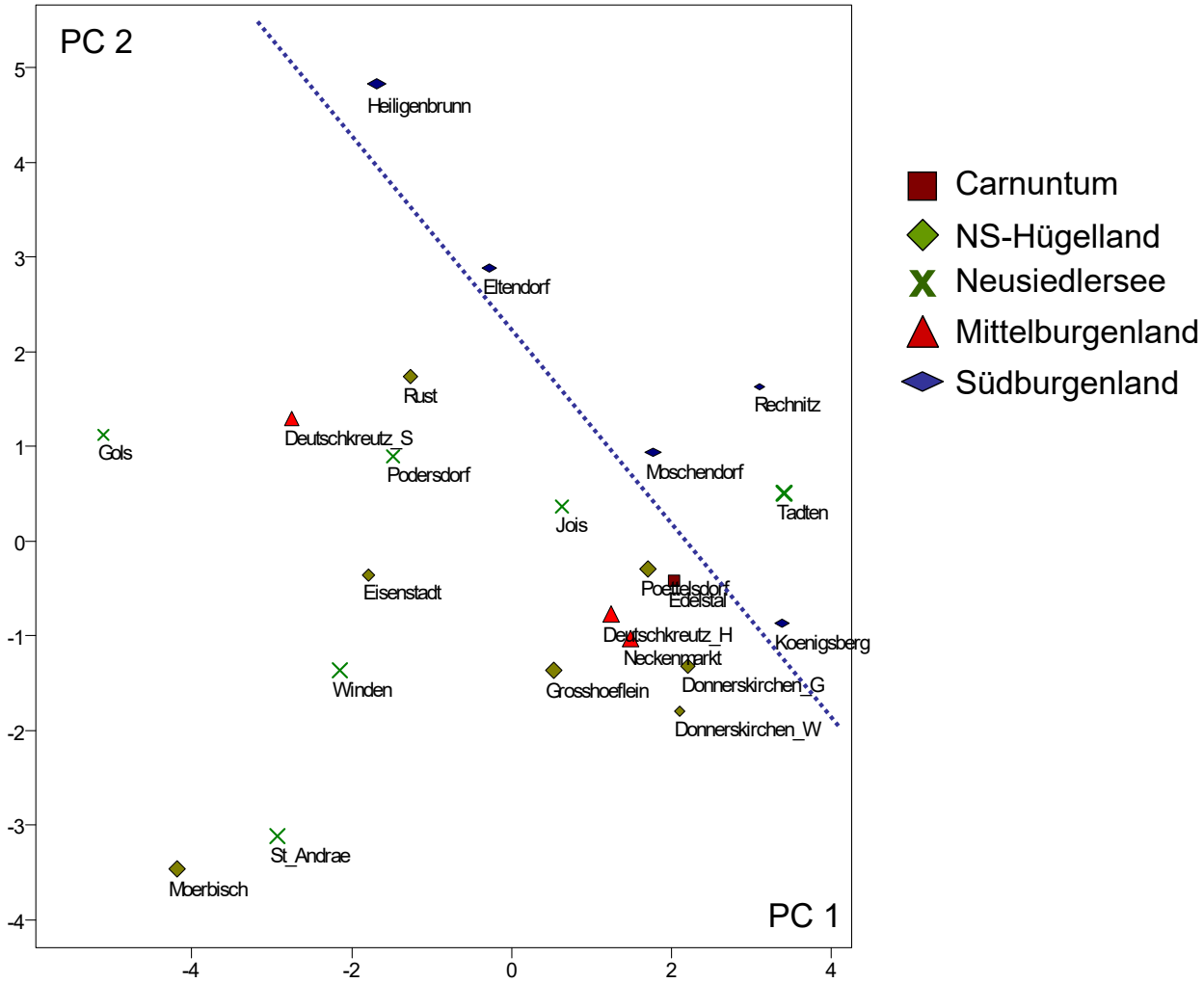


Abb. 19: *Ähnlichkeit der Rebentwicklung in verschiedenen Weingärten im Burgenland. Alle Standorte sind Teil der ClimVino-Studie. Symbolisch unterschieden werden die Weinbaugebiete.*

Wie man erkennt, lassen sich die Standorte des Südburgenlandes durch die Forderung von den anderen Weinbaugebieten abtrennen, dass die Summe der Koordinatenwerte von PC1 und PC2 des Standorts groß sein muss (rechts oben von der blauen Linie). Alle fünf Standorte erfüllen diese Bedingungen, aber nicht nur sie, sondern auch Tadten, das ja ebenfalls in anderer Hinsicht aus dem Rahmen fällt. Abb. 20 zeigt die Entwicklung der Blaufränkisch-Reben 2020 in diesem Weingarten.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

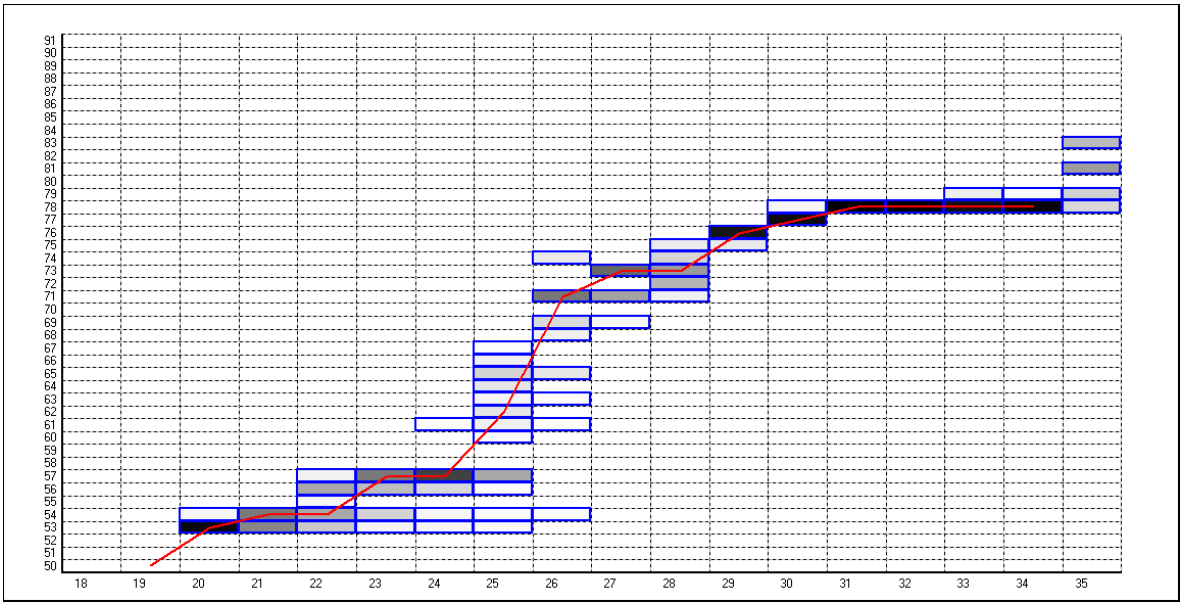


Abb. 20: *Generative Rebentwicklung am Standort Tadten (Blaufränkisch 2020).*

Auffällig ist das lange Verweilen im Stadium 78, wie es z. B. auch für die Reben in Eltendorf (Abb. 3) und die anderen südburgenländischen Weinpflanzen charakteristisch ist, unabhängig von der Sorte, wenngleich dies bei Arthybriden besonders ausgeprägt ist. Über die Ursache dieses Zusammenhangs verrät die Hauptkomponentenanalyse nichts. Das Südburgenland ist relativ kühl und feucht, die Weingärten befinden sich oft in Hanglage und an drei der fünf Weingärten sind Arthybriden (Moschendorf, Eltendorf, Heiligenbrunn) angepflanzt. All dies kann für die, verglichen mit den anderen Weinbaugebieten, aberrante Rebentwicklung von Bedeutung sein.

Die PCA Abb. 19 kann die anderen Weinbaugebiete offenbar nicht voneinander trennen. Auffällig ist auch, dass sich in einem Cluster sehr ähnlicher Weingärten oftmals viele Weinbaugebiete wiederfinden (Abb. 19, rechts unten). So sind Pöttelsdorf (NS-Hügelland, Blaufränkisch) und Edelstal (Carnuntum, Blaufränkisch) einander besonders ähnlich, liegen aber auch nahe an Deutschkreutz H (Mittelburgenland, Blaufränkisch), Königsberg (Südburgenland, Blaufränkisch), Neckenmarkt (Mittelburgenland, Cabernet Sauvignon), Donnerskirchen G (NS-Hügelland, Merlot) und W (NS-Hügelland, Muskat Ottonell), sowie Großhöflein (NS-Hügelland, Blaufränkisch). Für die Existenz dieses Clusters mag die Sortenzuordnung von Bedeutung sein, wenngleich sicherlich (bzw. offensichtlich) nicht ausschließlich (siehe auch Abb. 21).

Die Standorte des Weinbaugebiets Neusiedlersee finden sich überwiegend bei negativen Werten von PC1, mit Ausnahme von Jois und Tadten. Bei den Reben in Jois wurden Nepoviren, GFLV,

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

festgestellt, was sicherlich eine entwicklungsbeeinflussende Rolle spielt; bei jenen in Tadten liegt aber (erstaunlicher Weise) keine bekannte Erkrankung vor, auf die die Pflanzen getestet worden waren.

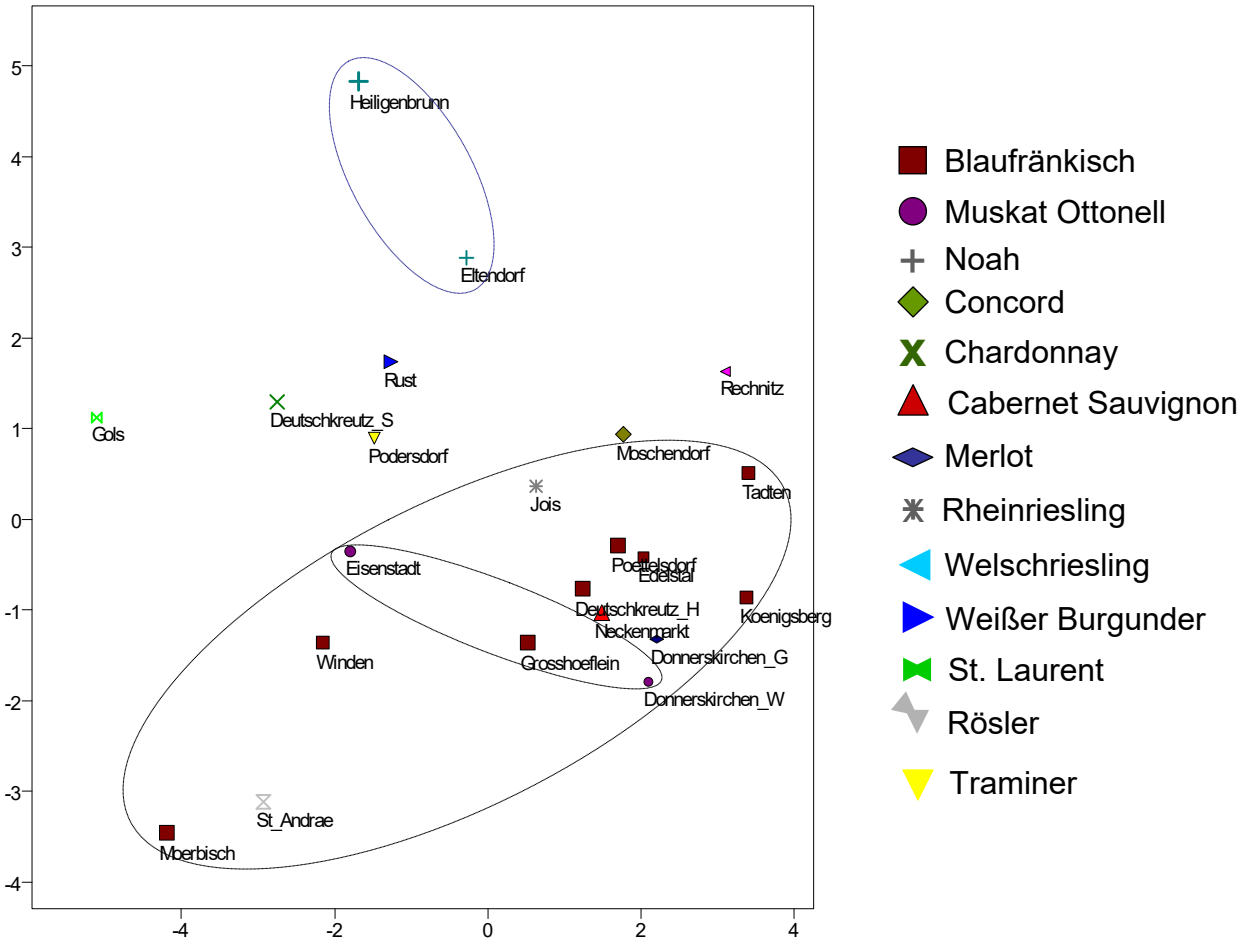


Abb. 21: *Ähnlichkeit der Rebentwicklung in verschiedenen Weingärten im Burgenland. Alle Standorte sind Teil der ClimVino-Studie. Symbolisch unterschieden werden die Rebsorten.*

Abb. 21 zeigt die Zuordnung der Standorte zu den 13 Rebsorten. Nur drei Sorten kommen an mehreren Standorten vor und verdienen damit besondere Berücksichtigung. Es sind dies neben Blaufränkisch auch noch Muskat Ottonell und Noah, die an je zwei der Wetterstationen-Standorten vorkommen. Die beiden Edelrebsorten findet man (mit Ausnahme von Tadten) nur bei negativen Werten von PC2, den Arthybriden bei positiven. Ein gewisser Einfluss der genetischen Ausrüstung auf die Rebentwicklung ist damit gegeben, wird aber von den Auswirkungen der unterschiedlichen lokalen Witterung überlagert. Umgekehrt bieten jene Sorten, die an mehreren, oft witterungsmäßig recht

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

unterschiedlichen Standorten vorkommen, eine Möglichkeit den Einfluss klimatischer Faktoren näher zu untersuchen (Abb. 22).

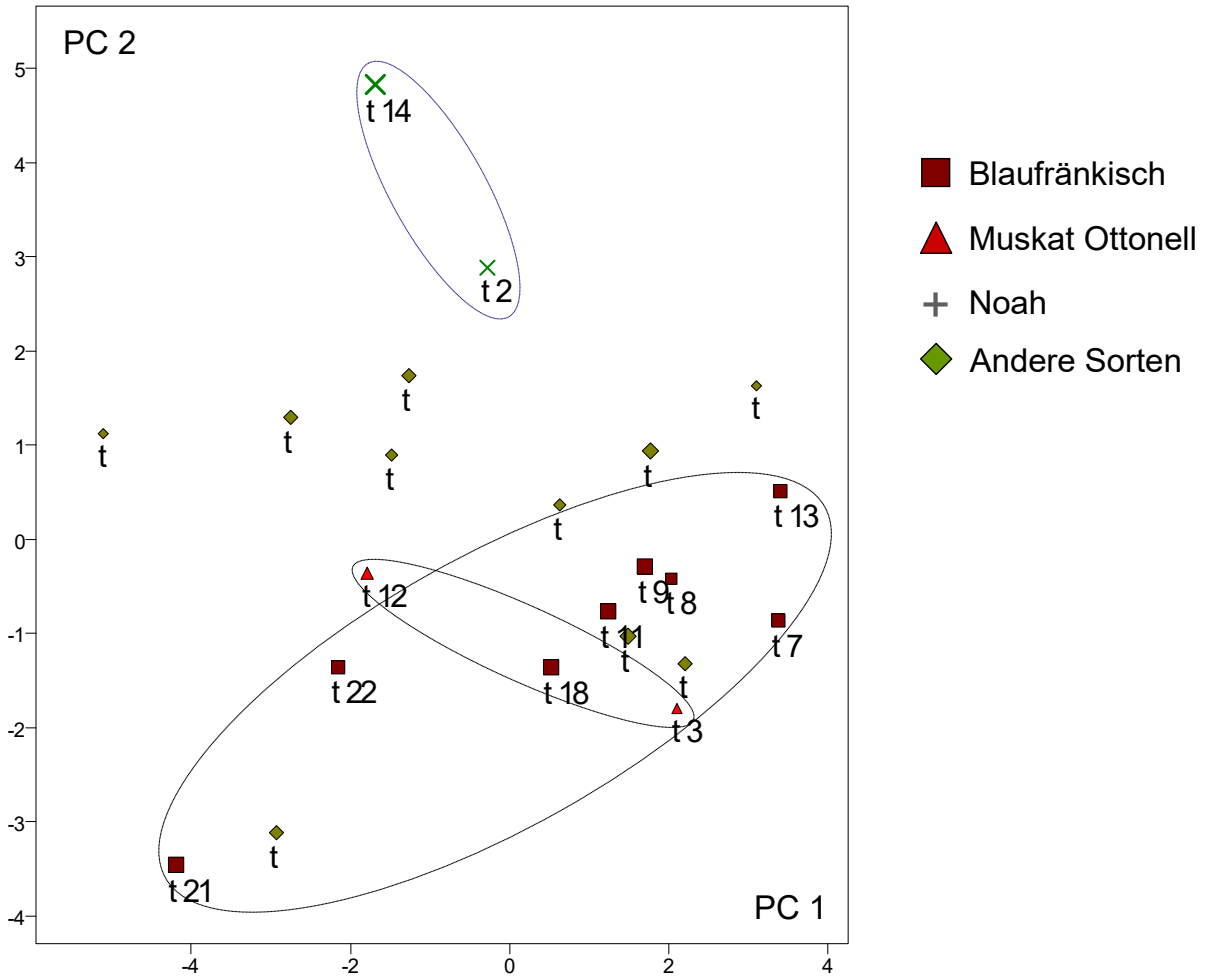


Abb. 22: *Ähnlichkeit der Rebentwicklung in verschiedenen Weingärten im Burgenland. Alle Standorte sind Teil der ClimVino-Studie. Symbolisch unterschieden werden die Rebsorten, die in mehr als einem Weingarten vorhanden waren. Der Text unterhalb der Symbole bezieht sich auf die Rangzahl der mittleren lokalen Temperatur in den Monaten April bis Juni.*

Um das zu erreichen wurden die Standorte nach der mittleren Temperatur während der für die Rebentwicklung besonders bedeutenden Monate April bis Juni sortiert und ihnen entsprechend eine Rangzahl so zugeordnet, dass dem Ort der niedrigsten Temperatur auch die geringste Rangzahl zukam. Diese Rangzahlen sind in Abb. 22 präsentiert und es zeigt sich, dass sie, wenn man die verschiedenen Sorten gesondert betrachtet, mit zwei Ausnahmen genau PC1 folgen, wobei allerdings einem geringeren Wert von PC1 eine höhere Rangzahl entspricht. Die Ausnahmen sind einerseits die Vertauschung von

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Mörbisch (t21) und Winden (t22), die allerdings ohnehin benachbart sind, sodass diese Vertauschung in Hinblick auf die Auswertung kaum eine Rolle spielt, und andererseits die Lage von Tadten (t13). Dieser Standort ist in der Hauptkomponentenanalyse zu weit rechts gelegen. Bei Noah und Muskat Ottonell liegt der wärmere Standort in der PCA weiter links. Betrachtet man die Sorten allerdings nicht getrennt, geht der eindeutige Zusammenhang verloren, aber für jede Sorte gilt, dass Standorte mit höherer Temperatur niedrigeren PC1-Werten entsprechen und dass daher – da in die PCA nur Daten der Rebentwicklung eingegeben worden sind – ein nachweisbarer Zusammenhang zwischen generativer Rebentwicklung und Standort-temperatur während der Monate April bis Juni existiert. Die Beziehung bleibt auch bestehen, wenn man die mittlere Temperatur der Standorte für den Zeitraum von März bis Oktober (inklusive) bildet (nicht dargestellt).

Welcher Art die Auswirkung der Temperatur ist, kann man durch Untersuchung der Gleichung herausfinden, die den Zusammenhang zwischen der Position eines Standortes auf der ersten Hauptkomponente (PC1, als Koordinatenachse betrachtet) und deren BBCH-Werten in den einzelnen Kalenderwochen darstellt. Sie hat die folgende Form:

1) PC1 = -(0,0857415*KW 18 + 0,249714*KW 19 + 0,237255*KW 20 + 0,244353*KW 21 + 0,12599*KW 22 + 0,315599*KW 23 + 0,305529*KW 24 + 0,213324*KW 25 + 0,316176*KW 26 + 0,294377*KW 27 + 0,170368*KW 28 + 0,168701*KW 29 + 0,161182*KW 30 + 0,198034*KW 31 + 0,306857*KW 32 + 0,293718*KW 33 + 0,264997*KW 34)

Alle Einflussmerkmale (Kalenderwochen) haben das gleiche Vorzeichen und die Werte der zugeordneten Konstanten sind, bis auf KW 18, relativ homogen. Das ist nicht überraschend, da sie ja nicht unabhängig voneinander sind: Ein einmal erworbener Entwicklungsvorsprung bleibt zumindest noch einige Zeit bestehen. Gl. 1 lässt sich in Zusammenhang mit Abb. 8 folgendermaßen interpretieren: Je höher die Temperatur am Standort, desto niedriger seine PC1-Werte und desto höher daher (wegen des negativen Vorzeichens) der Entwicklungsvorsprung (die BBCH-Werte). Dieses Ergebnis ist natürlich nicht überraschend, aber es zeigt, dass selbst die Verwendung von ordinalen Daten hinreichend sein kann, um diesen Zusammenhang zu quantifizieren (es gäbe durchaus andere Möglichkeiten). Gl. 1 zeigt, dass der Entwicklungsvorsprung bereits in KW 19 existiert und bis KW 21 fast unverändert erhalten bleibt, um dann abrupt abzunehmen. Danach steigt der temperaturbedingte Entwicklungsvorsprung wieder, sogar über das Ausmaß von KW 19 bis KW 21 hinaus. Ab KW 28 bis KW 31 nimmt er abermals ab, um danach wieder das Niveau zu erreichen, das von KW 23 bis KW 27 existiert hat. Die spätere Reduktion des Entwicklungsvorsprungs stimmt zeitlich in etwa mit jener Phase

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

überein, in der BBCH-Stadium 79 erreicht wird, eine (zumindest scheinbare) Entwicklungspause, in der die Reben einige Wochen verweilen. Hier geht ein Vorsprung in der Phänophase zunächst einmal verloren, ist aber nach der Pause wieder vorhanden. Man darf bei der Interpretation die Tatsache nicht aus den Augen verlieren, dass bei ordinalen Daten der Abstand benachbarter Werte nicht vergleichbar ist, also z. B. BBCH54 – BBCH 53 nicht gleich BBCH 79 – BBCH 78 ist.

Es wäre naheliegend, zwischen der Rebentwicklung, wie sie in Abb. 7 bis zur 35. KW vergleichend dargestellt ist, und der Beerenreife (in °KMW) in der 36. KW eine Korrelation zu vermuten, aber zumindest für die Sorte Blaufränkisch ist diese nicht in signifikantem Ausmaß gegeben.

Die einzelnen Klimafaktoren sind voneinander nicht unabhängig. Deshalb verwundert es nicht, dass eine Korrelation zwischen PC1 und anderen Klimaparametern existiert (nicht dargestellt). So nimmt etwa die relative Luftfeuchte mit dem Wert von PC1 zu und für diesen Zusammenhang ist Tadten keine Ausnahme, denn an diesem Standort ist nicht nur die Position entlang PC1 sehr weit rechts, sondern auch die Luftfeuchte sehr hoch. Ebenfalls hoch war 2020 die Blattnässe in Tadten und auch Königsberg. Auch hier findet sich zumindest für die Sorte Blaufränkisch ein Zusammenhang zu PC1 und damit zur Rebentwicklung. Luftfeuchte und Blattnässe sind korreliert. Auch die Niederschlagsmenge der Standorte einer Sorte nimmt in Richtung steigender PC1-Werte meist zu; der Zusammenhang ist aber nicht so klar ersichtlich, wie das bei der Temperatur der Fall ist.

Für die Folgejahre wäre eine nochmalige oder erweiterte Erhebung der Rebpathologie von Vorteil. Die Bonitierung der Rebentwicklung sollte sich über die gesamte Saison erstrecken. Der Fokus sollte zunächst auf eine einzige Sorte gelegt werden, deren Phänologie in möglichst vielen Weingärten beobachtet werden sollte, damit die Auswirkung von weniger Einflussgrößen (2020 waren es definitiv zu viele) umfangreicher dokumentiert werden kann.

Der Einfluss der Witterung auf die Rebentwicklung. Untersuchungsbericht zum Jahr 2021 und ein Vergleich mit dem Vorjahr.

Zweiundzwanzig Wetterstationen in Weingärten des gesamten Burgenlandes ermöglichen seit 2020 eine Untersuchung des Einflusses der Witterung auf die Rebentwicklung. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Rebphänologie neben der Witterung auch noch durch Pathogene beeinflusst sein kann. Negative Auswirkungen der Witterung sind oft stadienspezifisch, d. h. in manchen Entwicklungsstadien kann eine Schädigung des Weinstocks unmittelbar eine Folge des Wetters sein, während andere relativ resistent sind. Niedrige Temperaturen können nach dem Knospenaufbruch die Rebe beträchtlich schädigen (Frostschäden durch Temperaturen unter dem Gefrierpunkt), während sie davor relativ gut geschützt sind. Auch die Empfindlichkeit gegenüber längeren Phasen der Trockenheit

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

bzw. hoher Bodensaugspannungen des Bodens ist unterschiedlich. So ist es für das Lesegut vorteilhaft, wenn vier bis sechs Wochen nach der Blüte und unmittelbar vor der Reife verhältnismäßig wenig bewässert wird. Ein zu viel an Sonneneinstrahlung kann die Epidermis und selbst das Parenchym insbesondere bei jungen Blättern beeinträchtigen. Auch die Sensibilität gegenüber manchen Pathogenen ist stadienspezifisch. Die Blüte ist für den Befall mit Echtem und Falschem Mehltau besonders empfindlich. Eine ausgeprägte Anfälligkeit gegenüber Echtem Mehltau tritt auch in der Phase der Streckung der Gescheine ein und dauert an, bis die Beeren Schrotkorngröße erreichen. Es ist also durchaus von praktischem Interesse, die Rebentwicklung genau zu beobachten und die zahlreichen Einflussgrößen zu untersuchen.

Die Rebentwicklung lässt sich folgendermaßen zusammenfassen: Im Frühjahr startet das vegetative Wachstum mit dem Austrieb, der mit dem Aufbrechen der Knospen endet, worauf die Blattentwicklung folgt. Das generative Wachstum beginnt mit der Entwicklung der Blütenanlagen, es folgen die Differenzierung der Blüte, die Fruchtentwicklung und Fruchtreife. Danach kommt es zum Eintreten der Vegetationsruhe: die Holzreife wird abgeschlossen, Laubverfärbung und schließlich Blattfall folgen. Im Winter beobachtet man in Mitteleuropa kein erkennbares Wachstum, die Knospen verharren in Dormanz und vermögen so niedrige Temperaturen zu überdauern.

Mithilfe der „BBCH-Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien der Weinrebe“ von Lorenz et al. 1994 wurde die kontinuierliche Entwicklung der Rebe in aufeinander folgende Phänophasen gegliedert (Austrieb, Blattentwicklung, Entwicklung der Blütenanlagen, Blüte, Fruchtentwicklung und Fruchtreife sowie Eintreten der Vegetationsruhe). Damit steht eine ordinale Skala zur Verfügung, die auch die Möglichkeiten der Auswertung festlegt.

Im Vorjahr wurden bereits wesentliche phänologische Aspekte untersucht, z. B. wie sich die Lage der Knoten am Strecker auswirkt; weiters wurde ein Entwicklungsvergleich von Arthybriden und Edelreben durchgeführt, die vier Weinbaugebiete des Burgenlandes miteinander verglichen und der Einfluss der klimatischen Faktoren untersucht. Bedingt durch einen COVID-19 Lockdown war es 2020 nicht möglich, die gesamte vegetative Entwicklung zu dokumentieren; die frühen Stadien fehlen. 2021 konnte die Untersuchung hingegen vollständig durchgeführt werden. Gegenüber dem Vorjahr wurde die Sortenanzahl drastisch reduziert – es wurden nur noch Blaufränkischreben analysiert – weil zu viele Einflussfaktoren die Aussagekraft der Ergebnisse unter Umständen einschränken können. Tab. 9 gibt die Versuchsstandorte im Jahr 2021 wieder. Gols und Donnerskirchen sind für den Jahresvergleich nicht geeignet, da hier 2020 andere Sorten untersucht worden sind als 2021. Der Schwerpunkt lag 2021 auf der Erforschung des Witterungseinflusses im Jahresvergleich, wobei allerdings die Pathogenauswirkung nicht eliminiert werden konnte.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Tab. 9: *Versuchsstandorte. Blaufränkischweingärten mit naher Wetterdatenstation.*

WBG	ORT
Carnuntum	Edelstal
Neusiedlersee	Gols
	Tadten
	Winden
NS-Hügelland	Donnerskirchen
	Mörbisch
	Eisenstadt
	Großhöflein
	Pöttelsdorf
Mittelburgenland	Neckenmarkt
	Deutschkreutz
Südburgenland	Königsberg

Phänologische Stadien und Witterung

Um zu untersuchen, wie sich die Klimafaktoren Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Blattnässe und Niederschlagsmenge auf die Blaufränkisch-Entwicklung auswirken, wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt (Abb. 23 und Abb. 24).

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

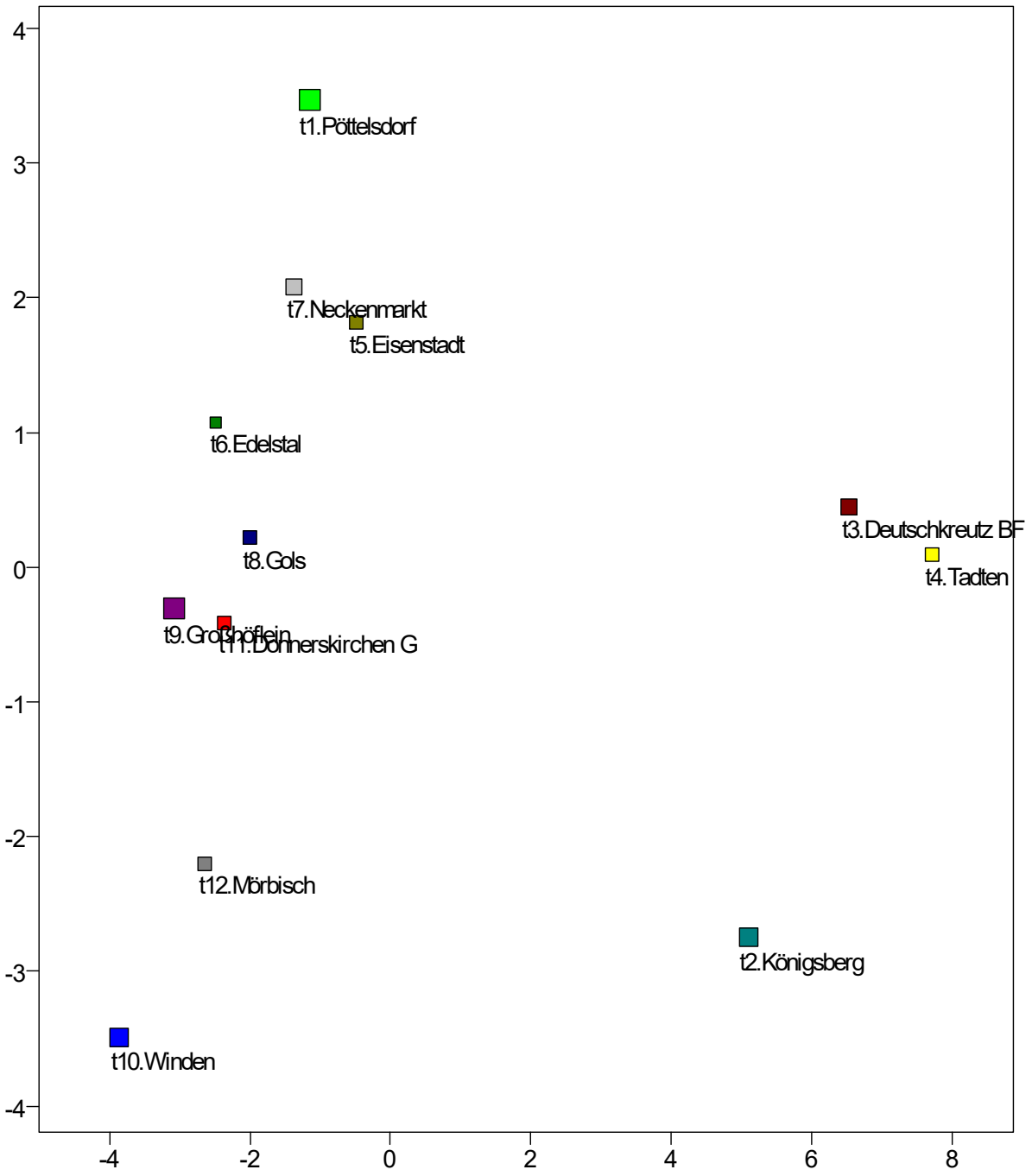
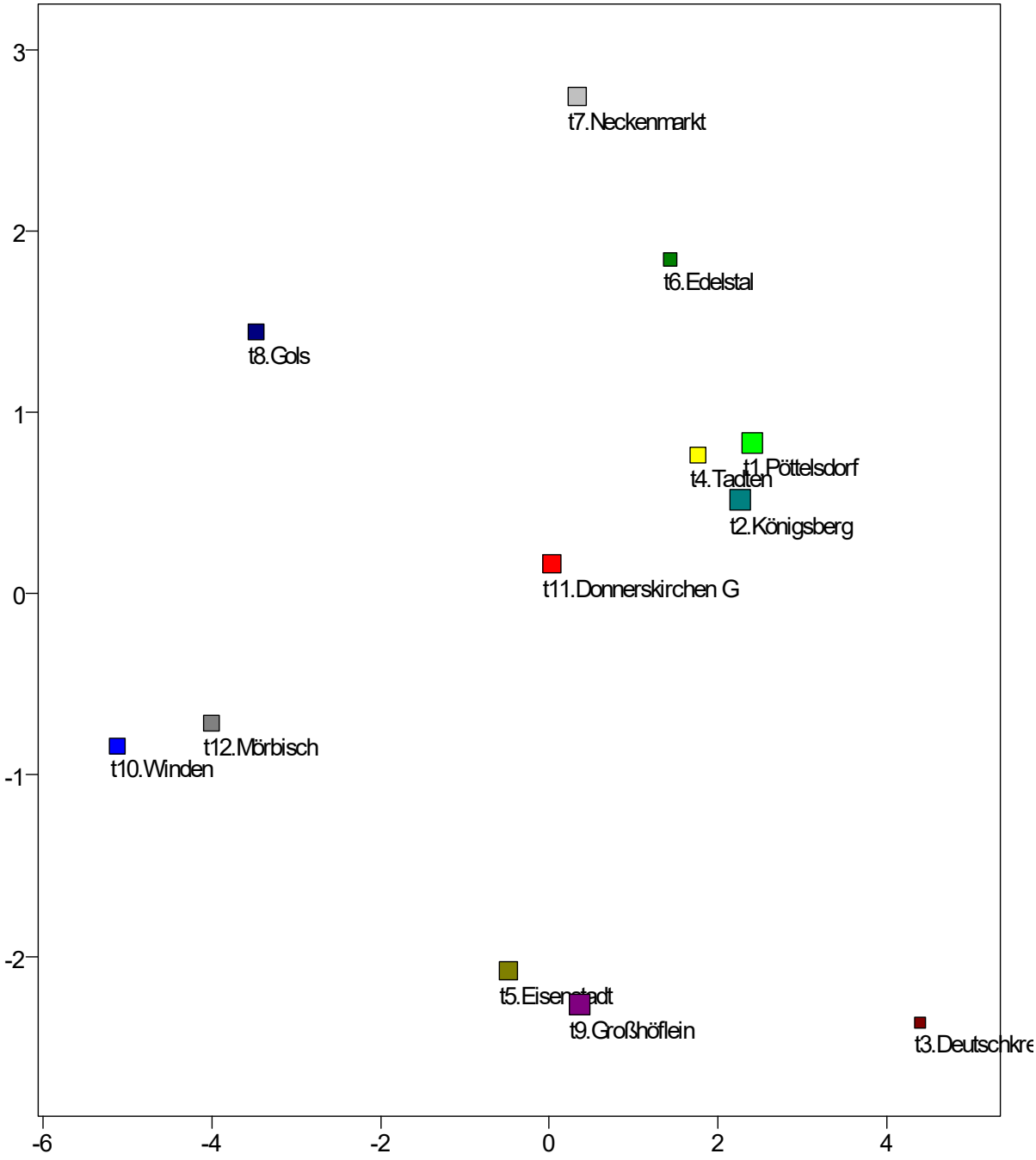


Abb. 23: *Hauptkomponentenanalyse, wobei die BBCH-Werte für die* ***vegetative*** *Entwicklung der Blaufränkischreben am Standort die Daten liefern. Merkmale: Kalenderwochen, Objekte: Standorte. Die Objektbeschreibung (Text) liefert Information über die Reihung der Standorte nach der Lufttemperatur.*

Als Merkmale wurden die BBCH-Werte der Kalenderwochen verwendet, Objekte sind die Standorte, deren Reihung nach einem der Klimafaktoren ebenfalls angegeben ist: So bedeutet z.B. „t1.Pöttelsdorf“,

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

dass dieser Standort von allen dargestellten 2021 im phänologisch relevanten Zeitraum die niedrigste Lufttemperatur aufgewiesen hat (t: Lufttemperatur; 1: niedrigster Wert). Abb. 1 zeigt das Ergebnis für die vegetative Entwicklung, wobei zunächst auffällt, dass von der ersten Hauptkomponente („horizontale“ Achse) drei Standorte (rechts) von allen anderen abgesondert werden (die zweite trennt auch noch die Standorte der Ebene vom hügeligeren Standort Königsberg).



Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 24: *Hauptkomponentenanalyse, wobei die BBCH-Werte für die* ***generative*** *Entwicklung der Blaufränkischreben am Standort die Daten liefern. Merkmale: Kalenderwochen, Objekte: Standorte. Die Objektbeschreibung (Text) liefert Information über die Reihung der Standorte nach der Lufttemperatur.*

Wie man der Legende (der Beschriftung unterhalb der Symbole) entnehmen kann, setzt sich diese Gruppe aus relativ kühlen Standorten zusammen: Königsberg ist in dieser Hinsicht an zweite Stelle gereiht, Deutschkreutz an dritte und Tadten an vierte. Hingegen befinden sich die wärmsten Standorte weit links in der Darstellung (Mörbisch, Winden und Donnerskirchen- Goldberg). Es ist also naheliegend, einen gewissen Einfluss der Lufttemperatur auf die Rebentwicklung anzunehmen, wenngleich der im Untersuchungszeitraum kühlste Standort (Pöttelsdorf) nicht sehr weit rechts in der Abbildung liegt.

Bei der PCA zur generativen Entwicklung (Abb. 24) sind die Standorte homogener über die Fläche verteilt. Abermals kommen die kühleren Standorte weiter rechts zu liegen als die wärmeren, wobei die wärmsten sich weit rechts und von den kühlsten klar separiert befinden. Auffälligste Ausnahme ist allerdings Donnerskirchen-Goldberg. Sie liegt so, als würde die Rebentwicklung unter deutlich kühleren Bedingungen stattfinden. Zwar ist die Wetterdatenstation hier etwas weiter vom Weingarten entfernt als dies bei den anderen Orten der Fall ist. Es ist aber unwahrscheinlich, dass dieser Aspekt sich so gravierend auswirkt. Wesentlich wahrscheinlicher ist die verzögerte Rebentwicklung in Donnerskirchen-Goldberg eine Folge der Erkrankung dieser Reben an einer Virose, die durch GFLV, ein Nepovirus, ausgelöst wird und die oft eine erhebliche Senkung der Vitalität mit sich bringt.

Man kann nun in ähnlicher Weise auch den Einfluss der anderen Klimafaktoren auf die Rebentwicklung untersuchen (nicht dargestellt). Für die relative Luftfeuchte ergibt sich bezogen auf die generative Entwicklung keine erkennbare Beeinflussung, für die vegetative hingegen schon, wobei aber natürlich zu berücksichtigen ist, dass die Klimafaktoren miteinander korreliert sind und sich damit indirekt auch wieder die Lufttemperatur ausgewirkt haben könnte. Was die Blattnässe betrifft, muss auch für die vegetative Entwicklung keine Auswirkung angenommen werden. Bezüglich des Niederschlags weist die PCA-Analyse auf eine geringe Einwirkung auf die generative Entwicklung hin, nicht jedoch auf die vegetative. In besonders trockenen Jahren ist dies bei Fehlen einer künstlichen Bewässerung aber sicherlich anders.

Die Auswirkung der Witterung auf die Rebphänologie sollte sich auch im Jahresvergleich widerspiegeln. Dargestellt ist dies am Beispiel der generativen Entwicklung in Abb. 35.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

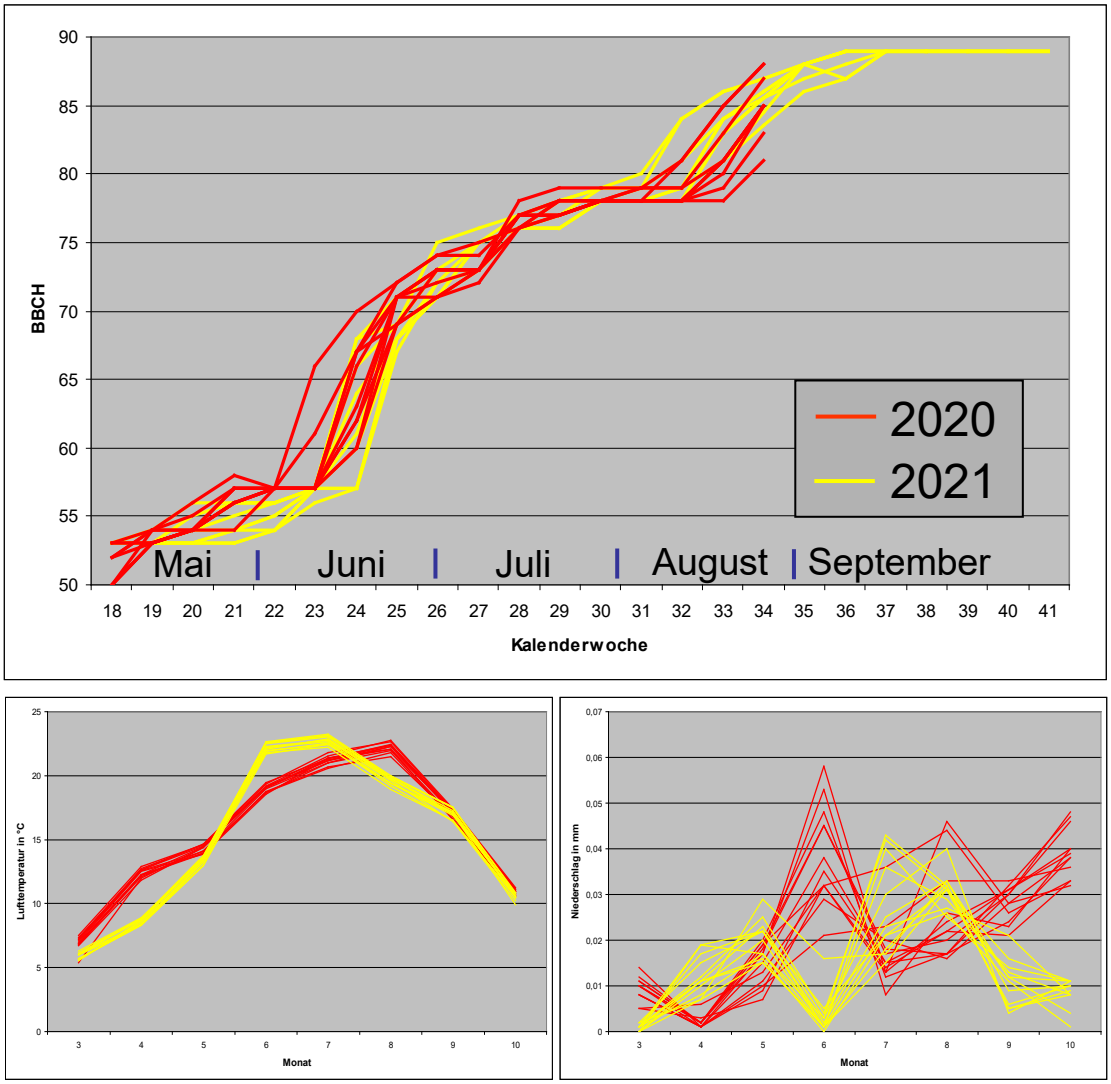


Abb. 25: *Jahresvergleich (2020 vs. 2021) der generativen Rebentwicklung (BBCH-Stadien) in den Monaten Mai bis September und Verlauf der Lufttemperatur und Niederschlagsmenge für alle Standorte.*

In der oberen Abbildung erkennt man, dass im Mai die Entwicklung der Blütenanlagen 2020 früher begonnen hat und auch die Blütenentwicklung im Juni zunächst noch voraus war, Ende Juni/Angang Juli dann allerdings nicht mehr. Trotzdem fand der Traubenschluss 2020 früher statt (Mitte bis Ende Juli) und der Beginn der Fruchtreife ließ wesentlich länger auf sich warten als 2021 („Dormanz"), die dann allerdings 2020 recht rasant erfolgte. Im Jahr 2021 verlief also die Fruchtentwicklung viel kontinuierlicher.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Man kann nun versuchen, diesen Trend zur Witterung in Bezug zu setzen. Soweit es die Lufttemperatur betrifft, wiesen die Standorte verhältnismäßig wenig Streuung auf (Abb. 25, links unten). Die höheren Temperaturen im April 2020 waren wohl ausschlaggebend für die früher beginnende Blütenentwicklung. Im Juni war es hingegen im Folgejahr wärmer, was vermutlich erklärt, warum die Fruchtentwicklung Ende des Monats zum Teil sogar weiter fortgeschritten war. Auch die geringere Niederschlagsmenge 2021 mag dazu beigetragen haben, wenngleich die diesbezügliche Streuung an den Standorten relativ hoch war. Im Juli und auch noch im August war an den meisten Standorten hingegen 2021 der Niederschlag intensiver, was möglicherweise mit der kontinuierlicher erfolgenden Fruchtentwicklung in diesem Jahr zusammenhängt und damit eine Folge der besseren Wasserverfügbarkeit in diesem Zeitabschnitt gewesen wäre. Wie andernorts bereits geschildert, lag die Zuckergradation in der 34. bzw. 35. Kalenderwoche beim Blaufränkisch in den untersuchten Weinbaugebieten 2021 höher als im Vorjahr, was sich erst in der 40. KW nivellierte.

In den letzten zwei Absätzen wurde lediglich über den allen Standorten gemeinsamen phänologischen Trend berichtet; allerdings gibt es natürlich auch Unterschiede zwischen den Standorten (Abb. 26). So waren etwa die Reben in Tadten 2021 fast während der gesamten Saison in der generativen Entwicklung gegenüber 2020 voraus, was sonst an anderen Orten abgesehen vom August eher nicht der Fall ist. Mörbisch, Neckenmarkt und Deutschkreutz zeigen 2020 einen deutlichen Entwicklungsvorsprung im Juni (weniger deutlich auch noch Winden und Königsberg), Eisenstadt und Winden hingegen im August. Der Unterschied der Standorte lässt sich durch Temperaturstreuung zwischen den Loci nicht erklären, weil sie dazu zu gering ist (Abb. 4 links unten). Die Niederschlagsmenge unterliegt zwar einer höheren Streuung, es sind hier aber die Standorte Königsberg und Winden, die sich im Jahresvergleich im August aberrant verhalten (2020 höher als 2021). Das unterschiedliche Entwicklungsverhalten in den zwei Untersuchungsjahren kann an den verschiedenen Standorten nicht eindeutig als Reaktion auf die Jahresunterschiede in der Witterung gedeutet werden.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

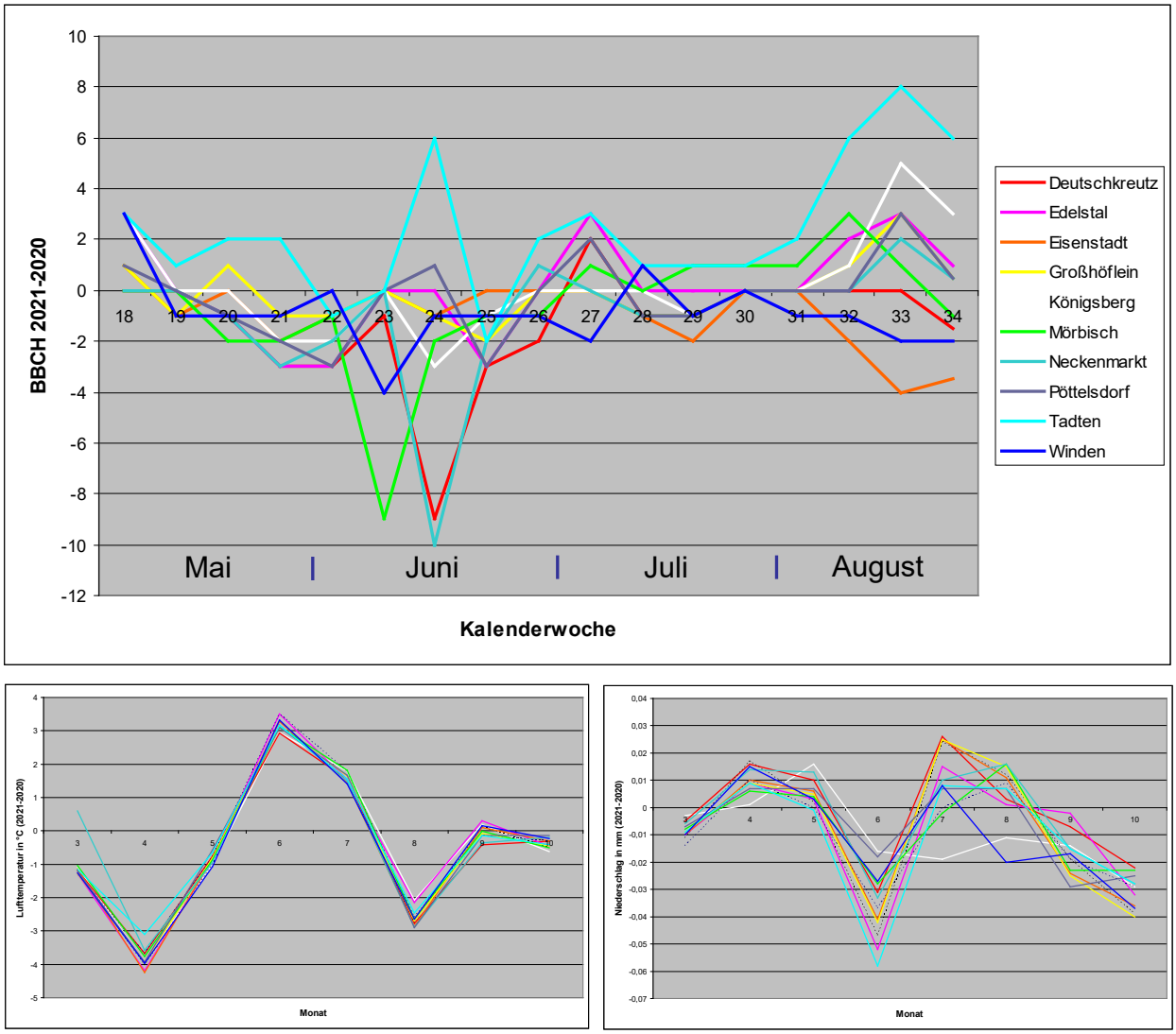


Abb. 26: *Phänologie, Lufttemperatur- und Niederschlagsvergleich an den Standorten. Dargestellt ist jeweils die Differenz zwischen 2021 und 2020 an den Standorten.*

Im Rahmen der vegetativen Entwicklung ist das Datum des Knospenaufbruchs für manche Modelle zur Ascosporendynamik des Echten Mehltaus besonders wichtig. Es gibt zwei BBCH-Stadien, die sich darauf beziehen, nämlich Stadium 7: Beginn des Knospenaufbruchs: grüne Triebspitzen werden sichtbar, und Stadium 9: Knospenaufbruch: grüne Triebspitzen deutlich sichtbar. Wir haben den Tag des Knospenaufbruchs mit dem ersten Tag jener Kalenderwoche definiert, in der wenigstens 20% der Knospen Stadium 7 erreicht oder überschritten hatten. Wegen der pandemiebedingten Unterbrechungen bei der Datenerhebung im Freiland mussten z. T. Schätzungen vorgenommen werden. In den beiden Untersuchungsjahren erfolgte der so definierte Knospenaufbruch zwischen der 15. und der 18. Kalenderwoche.

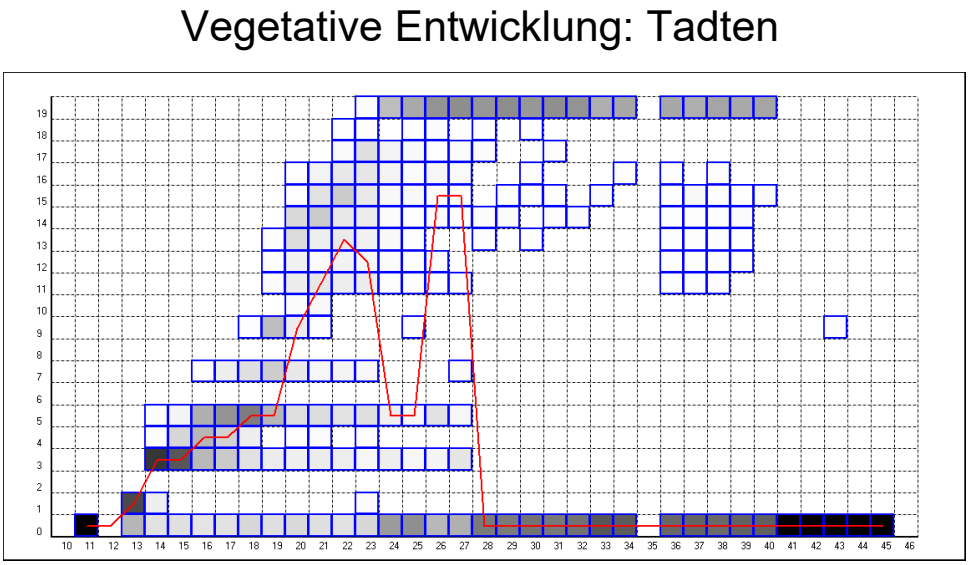
Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Tab. 10: *Knospenaufbruch an den Untersuchungsstandorten (z. T. geschätzt)*

Kalenderwoche		
Standort	**2020**	**2021**
Deutschkreutz_H	16	**17**
Deutschkreutz_S	16	17
Donnerskirchen_G	17	**15**
Donnerskirchen_W	16	15
Edelstal	17	**17**
Eisenstadt	15	**15**
Eltendorf	16	17
Gols	16	**16**
Grosshoeflein	16	**16**
Heiligenbrunn	16	17
Jois	15	15
Königsberg	16	**16**
Moerbisch	15	**15**
Moschendorf	17	17
Neckenmarkt	17	**17**
Podersdorf	16	16
Poettelsdorf	17	**17**
Rechnitz	17	17
Rust	16	15
St_Andrae	17	17
Tadten	18	**18**
Winden	15	**15**

Wie Abb. 5 erkennen lässt, ist die vegetative Entwicklung keineswegs ein einfacher, kontinuierlicher Prozeß über die Stadien Austrieb, Knospenaufbruch und Blattentwicklung. Wahrscheinlich bedingt durch interne Hemmung bleibt die basalste Knospe eines Streckers sehr oft in der Entwicklung zurück; die distalen Knospen sind den proximaler gelegenen oftmals in der Entwicklung voraus. Kommt eine Knospe oder deren Derivat durch Insekten- oder Säugetierfraß zu Schaden, oder auch durch Pathogene oder Parasiten bzw. etwas später im Jahr auch durch Pflegemaßnahmen, entwickelt sich die Sekundärknospe oft in unterschiedlichem Ausmaß und verschiedener Geschwindigkeit. Das Ergebnis ist, dass die Knospen und deren Derivate zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Verteilung über die BBCH-Stadien aufweisen, die oft zweigipfelig ist. Entsprechend ist der Median als einziges für ordinale Daten geeignetes Mittelwertmaß dann „überfordert“. Eine geringe Änderung kann bedingen, dass dieser den Verlauf des einen Maximums (BBCH-Stadium 19: neun Laubblätter oder mehr entfaltet) verlässt und zum anderen „springt“ (meist BBCH-Stadium 0: Knospenschuppen mehr oder weniger geschlossen). Das kann zu unterschiedlichen Zeiten der Fall sein, tritt aber meistens erst nach der 40. Kalenderwoche, also Anfang September, auf (Abb. 27, unten), nach Beendung der Fruchtreife.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349



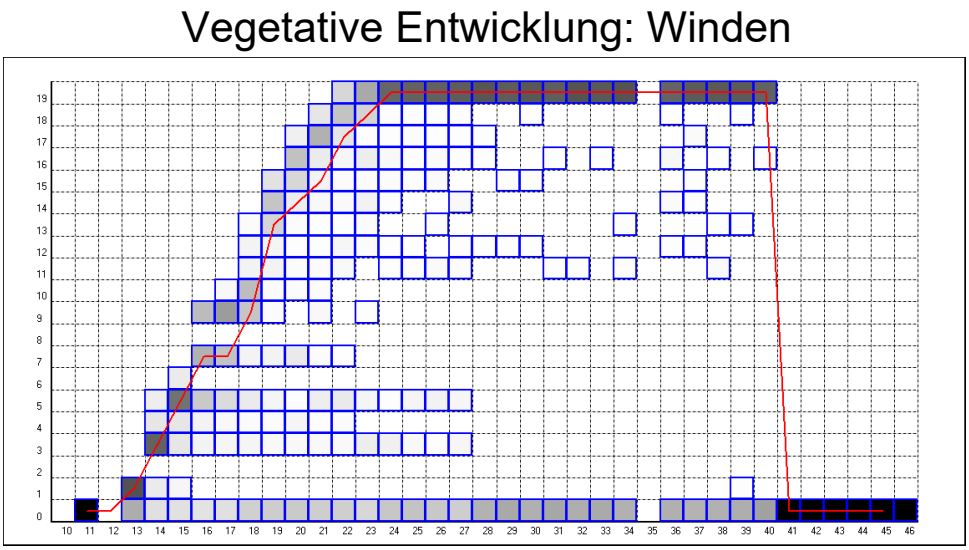


Abb. 27: *vegetative Entwicklung der Blaufränkisch-Reben an den Standorten Tadten und Winden.*

Dies war auch 2021 an den meisten Standorten der Fall. Lediglich bei den Wetterstationen Tadten, Deutschkreutz und Königsberg erfolgte der Übergang bereits um die 30. Kalenderwoche (Ende Juli), zu Beginn der Fruchtreife (beispielhaft gezeigt für Tadten in Abb. 27, oben). Diese sind in der PCA von Abb. 1, die die vegetative Entwicklung vergleicht, auch deutlich von allen anderen isoliert. Ein Zusammenhang mit der Standorts-Lufttemperatur wurde bereits diskutiert. Pöttelsdorf als kältester der in Tab 9 zusammengefassten Standorte zeigt diesen Übergang allerdings erst in der 43. Kalenderwoche. Abb. 6 vergleicht an zwei Standorten und Untersuchungsjahren die generative Entwicklung. Die größte Diversität (und damit die größte Vertikalerstreckung in Abb. 28) beobachtet man im Makrostadium „Blüte“, d. h. man kann dessen Stadien (BBCH 60 bis BBCH 69) alle in einem einzigen Weingarten an

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

nur einem oder allenfalls zwei aufeinanderfolgenden Beprobungsterminen bonitieren. In Tadten waren das in beiden Jahren die 25. und 26. Kalenderwoche (d. h. 2020 Mitte bis Ende Juni und 2021 letztes Junidrittel bis Anfang Juli), also 2021 etwas später und in Mörbisch 2021 ebenfalls die 25. und 26. KW, 2020 hingegen die 24. und 25. KW (zweite und dritte Juniwoche), d. h. im ersten Untersuchungsjahr deutlich früher. Offenbar waren die im April 2020 höheren Temperaturen entscheidender als die niedrigeren im Juni dieses Jahres. Falls Regenfälle einen Einfluss hatten, hätte sich Regen im Juni verzögernd, Niederschlage im Mai hingegen fördernd ausgewirkt.

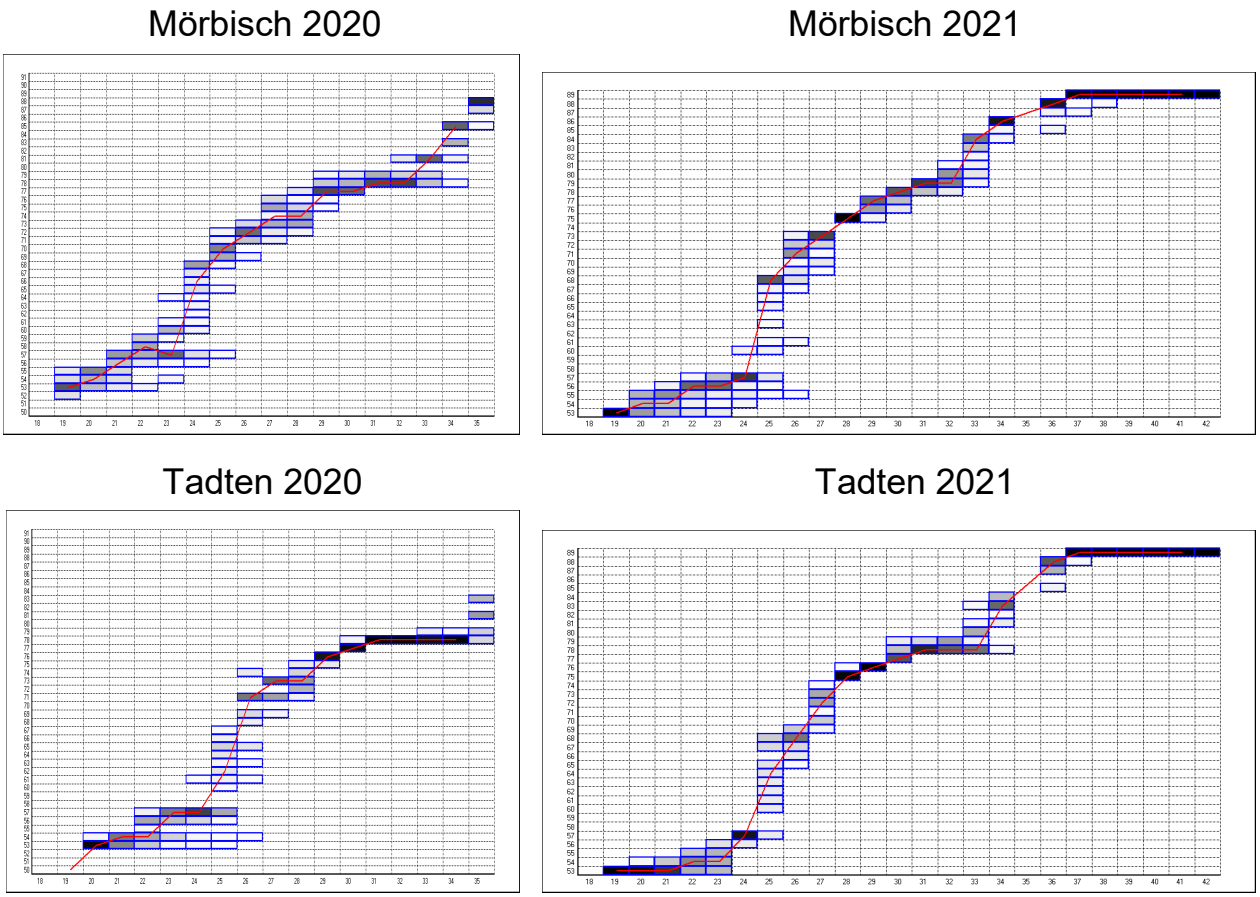


Abb. 28: *Generative Entwicklung in den beiden Untersuchungsjahren an den Standorten Mörbisch und Tadten*

Die generative Entwicklungskurve wird durch die Phase Traubenschluss bis Fruchtreifebeginn (BBCH 77 bis BBCH 81) ebenfalls sehr deutlich geprägt (Größte Horizontalerstreckung in Abb. 28). Die Dauer dieser Phase variiert allerdings sehr, wie man in den ausgewählten Abbildungen (Abb. 28) erkennen

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

kann. Im Weingarten von Tadten wurde im Jahr 2020 das BBCH-Stadium 77 erstmals in der 30. KW, das Stadium 81 erstmals in der 35 KW registriert, was einer Dauer von fünf Wochen entspricht, im Jahr 2021 verweilten die Reben hingegen von der 30. KW bis 33. KW in dieser phänologischen Phase, also nur 3 Wochen. In Mörbisch hingegen erstreckte sich die Verweildauer 2020 von der 28. bis zur 31. KW und 2021 von der 29. bis zur 32. KW, beide Male also nur 3 Wochen. Noch deutlicher wird der Unterschied zwischen den Jahren und Standorten, wenn man die Verweildauer des Medians im 78. BBCH-Stadium (Traubenschluss) beobachtet. Für Tadten beträgt sie 2020 vier Wochen und 2021 drei, für Mörbisch 2020 zwei Wochen und 2021 lediglich eine. Es bleibt weiters zu untersuchen, ob ein frühes Blühen stets mit einer längeren Traubenschlussphase einhergeht und welche Konsequenzen letztere für die Fruchtreifung hat. In diesem Zusammenhang ist interessant, dass Tiefenbrunner et al. 2018 gezeigt haben, dass die Witterung im Mai für den Reifeverlauf besonders bedeutend ist. Sie haben dies auf die Entwicklung der Blütenanlage in diesem Monat zurückgeführt, wobei dieser physiologische Abschnitt für die gesamte generative Entwicklung einschließlich der Beerenreife von besonderer Bedeutung sein soll.

Reifeverlauf der Weinbeeren 2020

Der Reifeverlauf wurde ab der 32. Kalenderwoche (03.08.2020) bis zur 41. KW (05.10.2020) erfasst. Dazu wurden Zuckergradation und pH, sowie Gehalt an titrierbarer Säure, Wein- und Äpfelsäure bestimmt. Diese Daten dienen zur Ermittlung des geeigneten Lesezeitpunktes.

Tab. 11: *Verlauf der Gradation (in °KMW) im Jahr 2020 in den burgenländischen Weinbaugebieten für verschiedene Rebsorten. KW: Kalenderwoche.*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Weinbaugebiet	Weinsorte	KW 32	KW 33	KW 34	KW 35	KW 36	KW 37	KW 38	KW 39	KW 40	KW 41
Neusiedlersee	Blaufränkisch			11,70	14,20	15,47	16,27	17,67	18,47	18,70	18,80
	Bouvier	12,50	15,00								
	Cabernet Sauvignon					16,20	17,00	18,00		2,00	2,60
	Chardonnay			12,20	14,60	16,85	18,10	18,87	2,60		
	Gelber Muskateller			12,10	13,60	16,00					
	Grüner Veltliner			1,77	12,80	15,67	16,27	17,27			
	Merlot					17,40	18,20	19,10	2,50	2,60	
	Müller Thurgau			12,50	13,70	16,40	16,80	17,80			
	Rösler			11,90	15,40	16,60	17,20				
	Sauvignon Blanc				13,40	15,20	16,80				
	St. Laurent			14,10	15,50	16,20	16,90	16,60	18,00		
	Welschriesling				12,40	13,90	14,85	15,30	16,80	16,80	
	Zweigelt			13,25	14,60	15,70	16,25	17,53	18,80		
NS-Hügelland	Blaufränkisch			11,65	13,35	14,94	15,66	16,70	17,54	18,33	
	Cabernet Sauvignon				12,40	13,00	14,50	15,70	16,90	17,60	17,40
	Chardonnay			12,20	14,13	15,93	17,67	17,40	19,80		
	Grüner Veltliner			11,80	13,80	15,20	15,95	17,33	19,40	18,40	21,20
	Merlot				13,70	15,30	15,47	16,80	18,33	18,20	19,80
	Rheinriesling				13,60	14,40	16,40	17,20			
	Sauvignon Blanc				13,80	15,00	16,00	17,40			
	St. Laurent										
	Syrah				14,60	14,80	14,80	15,40	18,40	18,00	
	Welschriesling				12,10	13,45	14,75	16,87	18,00	17,60	
	Zweigelt			13,10	13,23	15,47	16,17	17,44	17,95		
Mittelburgenland	Blaufränkisch				13,71	15,37	16,74	17,80	18,74	19,17	19,80
	Chardonnay			11,70	14,30	16,10	17,00	18,60	18,60		
	Zweigelt				14,80	15,88	16,88	18,40	18,96		
Südburgenland	Blaufränkisch				11,20	13,80	14,53		14,13	16,20	18,10
	Welschriesling				8,00	1,30	12,90		11,90	15,60	
	Zweigelt				13,80	15,20	15,70		13,80		

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Der Reifeverlauf 2020 kann dem vorangehender Jahre gegenüber gestellt werden. Für die in allen Weinbaugebieten Burgenlands vorhandene Sorte Blaufränkisch zeigt das Abb. 1 für das Mittelburgenland. Noch in der 35. Kalenderwoche liegt die Zuckergradation (in °KMW) im 15-Jahresvergleich an letzter Stelle, um innerhalb der nächsten zwei Wochen einen immerhin durchschnittlichen Wert zu erreichen. Der Aufwärtstrend bleibt bestehen und bei der Lese in der 41. Woche ist der von allen Jahren höchste Wert erreicht (19,8° KMW), allerdings wohl nur, weil in vielen Jahren schon in der Vorwoche gelesen wurde. In anderen Weinbaugebieten ist der Trend allerdings weniger positiv, im WBG Neusiedlersee bleibt die Gradation bis zuletzt unterdurchschnittlich und die Lese erfolgt bei 18,8° KMW. Ähnlich ist der Verlauf im WBG NS-Hügelland, wo die Gradation bei der Lese (die allerdings eine Woche früher stattfand) noch niedriger ist. Im WBG Südburgenland ist die Gradation bis zur 39. KW extrem niedrig, erst dann findet eine sehr rasche Steigerung auf immerhin noch 18,1° KMW statt.

Auch andere Sorten erreichen zum Lesezeitpunkt oftmals zumindest mittlere Gradation (im Südburgenland).

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

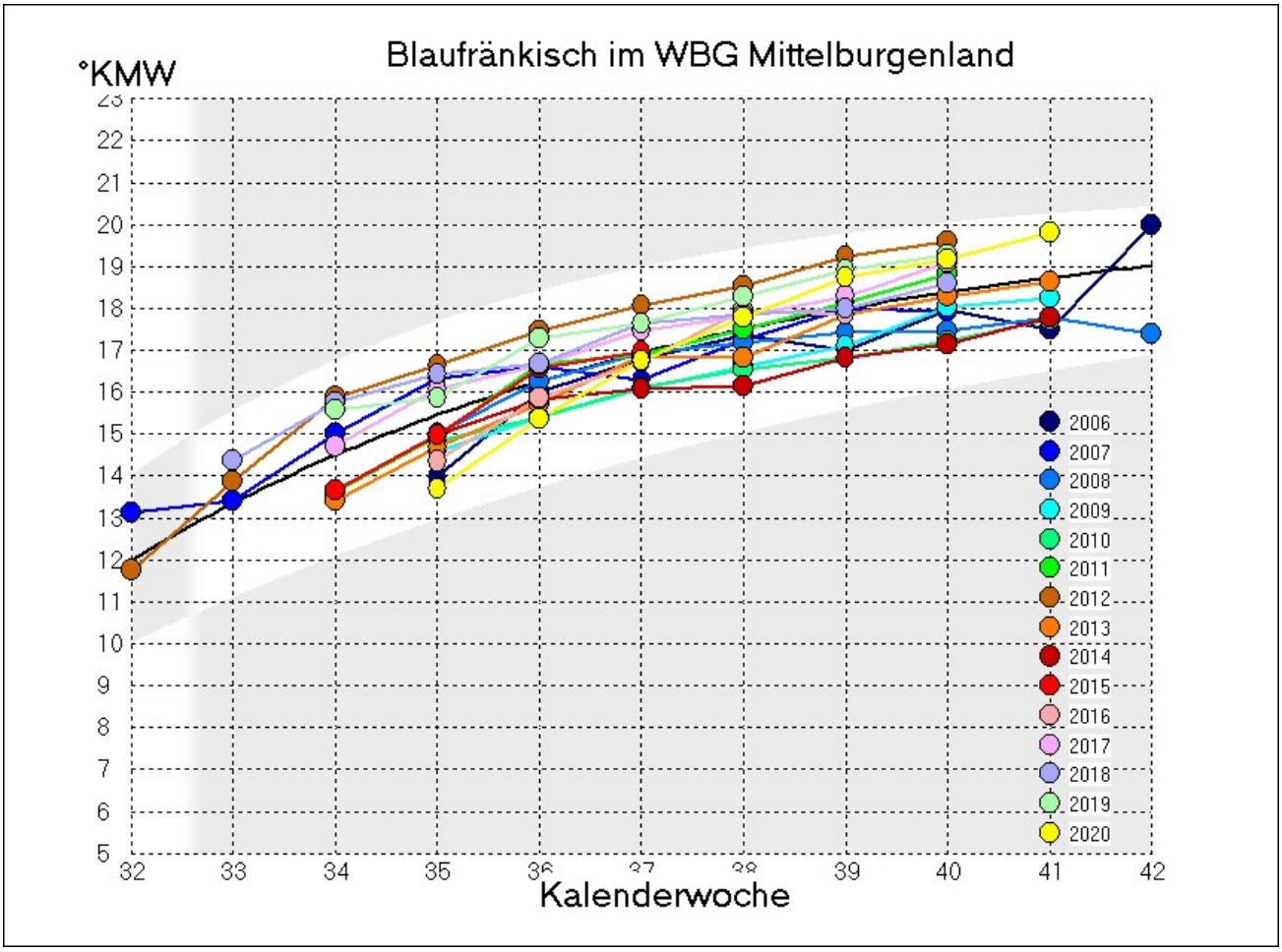


Abb. 29: *Vergleich des Traubenreifeverlaufs von der 32. bis zur 42. Kalenderwoche.*

Reifeverlauf der Weinbeeren 2020

Der Reifeverlauf wurde ab der 32. Kalenderwoche (03.08.2020) bis zur 41. KW (05.10.2020) erfasst. Dazu wurden Zuckergradation und pH, sowie Gehalt an titrierbarer Säure, Wein- und Äpfelsäure bestimmt. Diese Daten dienen zur Ermittlung des geeigneten Lesezeitpunktes.

Tab. 12: *Verlauf der Gradation (in °KMW) im Jahr 2020 in den burgenländischen Weinbaugebieten für verschiedene Rebsorten. KW: Kalenderwoche.*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Weinbaugebiet	Weinsorte	KW 32	KW 33	KW 34	KW 35	KW 36	KW 37	KW 38	KW 39	KW 40	KW 41
Neusiedlersee	Blaufränkisch			11,70	14,20	15,47	16,27	17,67	18,47	18,70	18,80
	Bouvier	12,50	15,00								
	Cabernet Sauvignon					16,20	17,00	18,00		2,00	2,60
	Chardonnay			12,20	14,60	16,85	18,10	18,87	2,60		
	Gelber Muskateller			12,10	13,60	16,00					
	Grüner Veltliner			1,77	12,80	15,67	16,27	17,27			
	Merlot					17,40	18,20	19,10	2,50	2,60	
	Müller Thurgau			12,50	13,70	16,40	16,80	17,80			
	Rösler			11,90	15,40	16,60	17,20				
	Sauvignon Blanc				13,40	15,20	16,80				
	St. Laurent			14,10	15,50	16,20	16,90	16,60	18,00		
	Welschriesling				12,40	13,90	14,85	15,30	16,80	16,80	
	Zweigelt			13,25	14,60	15,70	16,25	17,53	18,80		
NS-Hügelland	Blaufränkisch			11,65	13,35	14,94	15,66	16,70	17,54	18,33	
	Cabernet Sauvignon				12,40	13,00	14,50	15,70	16,90	17,60	17,40
	Chardonnay			12,20	14,13	15,93	17,67	17,40	19,80		
	Grüner Veltliner			11,80	13,80	15,20	15,95	17,33	19,40	18,40	21,20
	Merlot				13,70	15,30	15,47	16,80	18,33	18,20	19,80
	Rheinriesling				13,60	14,40	16,40	17,20			
	Sauvignon Blanc				13,80	15,00	16,00	17,40			
	St. Laurent										
	Syrah				14,60	14,80	14,80	15,40	18,40	18,00	
	Welschriesling				12,10	13,45	14,75	16,87	18,00	17,60	
	Zweigelt			13,10	13,23	15,47	16,17	17,44	17,95		
Mittelburgenland	Blaufränkisch				13,71	15,37	16,74	17,80	18,74	19,17	19,80
	Chardonnay			11,70	14,30	16,10	17,00	18,60	18,60		
	Zweigelt				14,80	15,88	16,88	18,40	18,96		
Südburgenland	Blaufränkisch				11,20	13,80	14,53		14,13	16,20	18,10
	Welschriesling				8,00	1,30	12,90		11,90	15,60	
	Zweigelt				13,80	15,20	15,70		13,80		

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Der Reifeverlauf 2020 kann dem vorangehender Jahre gegenüber gestellt werden. Für die in allen Weinbaugebieten Burgenlands vorhandene Sorte Blaufränkisch zeigt das Abb. 1 für das Mittelburgenland. Noch in der 35. Kalenderwoche liegt die Zuckergradation (in °KMW) im 15-Jahresvergleich an letzter Stelle, um innerhalb der nächsten zwei Wochen einen immerhin durchschnittlichen Wert zu erreichen. Der Aufwärtstrend bleibt bestehen und bei der Lese in der 41. Woche ist der von allen Jahren höchste Wert erreicht (19,8° KMW), allerdings wohl nur, weil in vielen Jahren schon in der Vorwoche gelesen wurde. In anderen Weinbaugebieten ist der Trend allerdings weniger positiv, im WBG Neusiedlersee bleibt die Gradation bis zuletzt unterdurchschnittlich und die Lese erfolgt bei 18,8° KMW. Ähnlich ist der Verlauf im WBG NS-Hügelland, wo die Gradation bei der Lese (die allerdings eine Woche früher stattfand) noch niedriger ist. Im WBG Südburgenland ist die Gradation bis zur 39. KW extrem niedrig, erst dann findet eine sehr rasche Steigerung auf immerhin noch 18,1° KMW statt.

Auch andere Sorten erreichen zum Lesezeitpunkt oftmals zumindest mittlere Gradation (im Südburgenland).

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

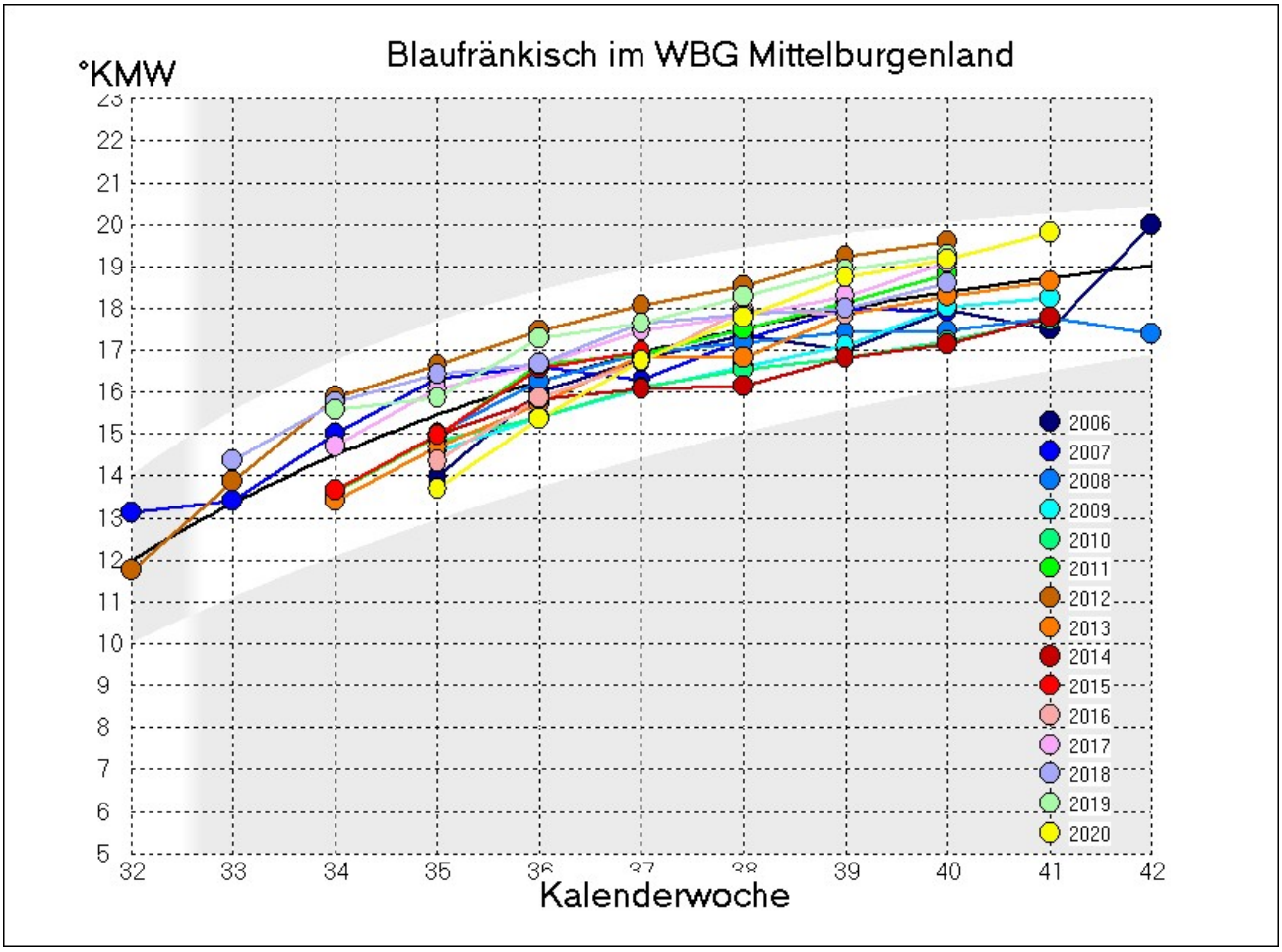


Abb. 30: *Vergleich des Traubenreifeverlaufs von der 32. bis zur 42. Kalenderwoche.*

Reifeverlauf der Weinbeeren 2021 im Burgenland

Der Reifeverlauf wurde ab der 32. Kalenderwoche (09.08.2021) bis zur 41. KW (11.10.2021) erfasst. Dazu wurden Zuckergradation und pH, sowie Gehalt an titrierbarer Säure, Wein- und Äpfelsäure bestimmt. Diese Daten dienen zur Ermittlung des geeigneten Lesezeitpunktes. Die Messwerte für die Zuckergradation in °KMW kann man der folgenden Tab. entnehmen.

Tab. 13: *Verlauf der Gradation (in °KMW) im Jahr 2021 in den burgenländischen Weinbaugebieten (plus Carnuntum) für verschiedene Rebsorten. Wo pro Weinbaugebiet mehrere*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Weingärten einer Rebsorte untersucht wurden, sind Mittelwerte angegeben. KW: Kalenderwoche; WBG: Weinbaugebiet.

WBG	WEINSORTE	KW 32	KW 33	KW 34	KW 35	KW 36	KW 37	KW 38	KW 39	KW 40	KW 41
Carnuntum	Blaufränkisch				15,2	16,8	18,4	18,4			
Mittelburgenland	Blaufränkisch			12,3	15,1	16,5	17,7	18,1	18,9	19,3	19,2
	Cabernet Sauvignon				13,8	15,4	16,4	17,6	17,8	18,4	19,2
	Chardonnay				14,0	16,0	17,2	19,2	20,4		
	Zweigelt			13,8	15,0	17,2	18,2	18,7	19,1		
Neusiedlersee	Blaufränkisch				15,4	16,7	17,9	18,7	19,1	18,6	
	Bouvier	13,0	15,6								
	Cabernet Sauvignon					17,4	17,2	18,2	18,4	19,0	19,2
	Chardonnay			15,7	17,0	18,3	19,9	20,1	19,6	20,0	
	Gelber Muskateller			11,2	12,6	14,8					
	Grüner Veltliner			13,0	14,8	16,3	18,7	19,0	19,6		
	Merlot					18,1	20,0	20,4	20,2	20,4	
	Müller Thurgau		12,6	14,1	15,1	16,5					
	Rheinriesling				14,2	15,8	17,2	18,0	18,4		
	Rösler				17,8		20,6	20,8			
	Sauvignon Blanc				14,0	16,4					
	St. Laurent		13,5	14,3	15,1	15,9	17,2	17,8			
	Traminer				15,4	16,2	18,6				
	Welschriesling				12,8	14,8	16,6	17,7	18,8		
	Zweigelt			15,6	16,2	17,7	19,0	19,5	19,5		
NS-Hügelland	Blaufränkisch			13,1	14,1	16,5	17,7	18,4	18,9	19,4	18,8
	Cabernet Sauvignon						17,4	17,6	18,8	18,6	19,0
	Chardonnay			14,0	14,1	17,4	19,0	18,8			
	Grüner Veltliner			12,8	14,3	16,5	18,4	20,2	20,6		
	Merlot				15,0	16,6	17,7	18,9	19,0	19,6	19,8
	Muskat Ottonell			13,6	13,6	15,5	17,6	18,4			
	Rheinriesling			12,6	13,8	16,0	16,6	17,4			
	Sauvignon Blanc			12,4	13,2	14,4	17,4	17,2			
	Weißer Burgunder				13,6	15,5	17,1	18,1	18,7		
	Welschriesling			10,6	12,8	14,9	16,5	16,7	18,5		
	Zweigelt			13,3	15,6	17,5	18,5	18,9			
Südburgenland	Blaufränkisch				14,9	17,1	17,2	18,6	19,3	19,5	19,6
	Concord				11,6	12,2	13,6	14,9	16,8		
	Noah				13,4	13,0	14,4	16,0			
	Welschriesling				12,5	14,4	16,2	17,5	18,2		
	Zweigelt				15,8	17,2	16,6	18,8	20,0		

Der Reifeverlauf 2021 kann dem vorangehender Jahre gegenüber gestellt werden. Für die in allen Weinbaugebieten Burgenlands vorhandene Sorte **Blaufränkisch** zeigt das Abb. 31 für das Südburgenland (gelbe Kurve). Nur in der 35. Kalenderwoche liegt die Zuckergradation unterhalb des langjährigen Durchschnitts (schwarze Kurve), um bereits in der nächsten Woche einen geringfügig überdurchschnittlichen Wert zu erreichen. Der Aufwärtstrend bleibt mit Ausnahme der 37. KW bestehen und bei der Lese in der 41. Woche ist der von allen Jahren in dieser KW höchste Wert erreicht (19,6° KMW); allerdings wurde in einigen Jahren bereits früher gelesen. Auffällig ist der gewaltige Unterschied zum Vorjahr, denn 2020 war der Reifeverlauf der Sorte Blaufränkisch im Südburgenland sehr deutlich verzögert; erst in der 41. KW wurde eine Gradation erreicht, die mit nur mehr einem Grad Differenz wenigstens einigermaßen an das langjährige Mittel heranreichte.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

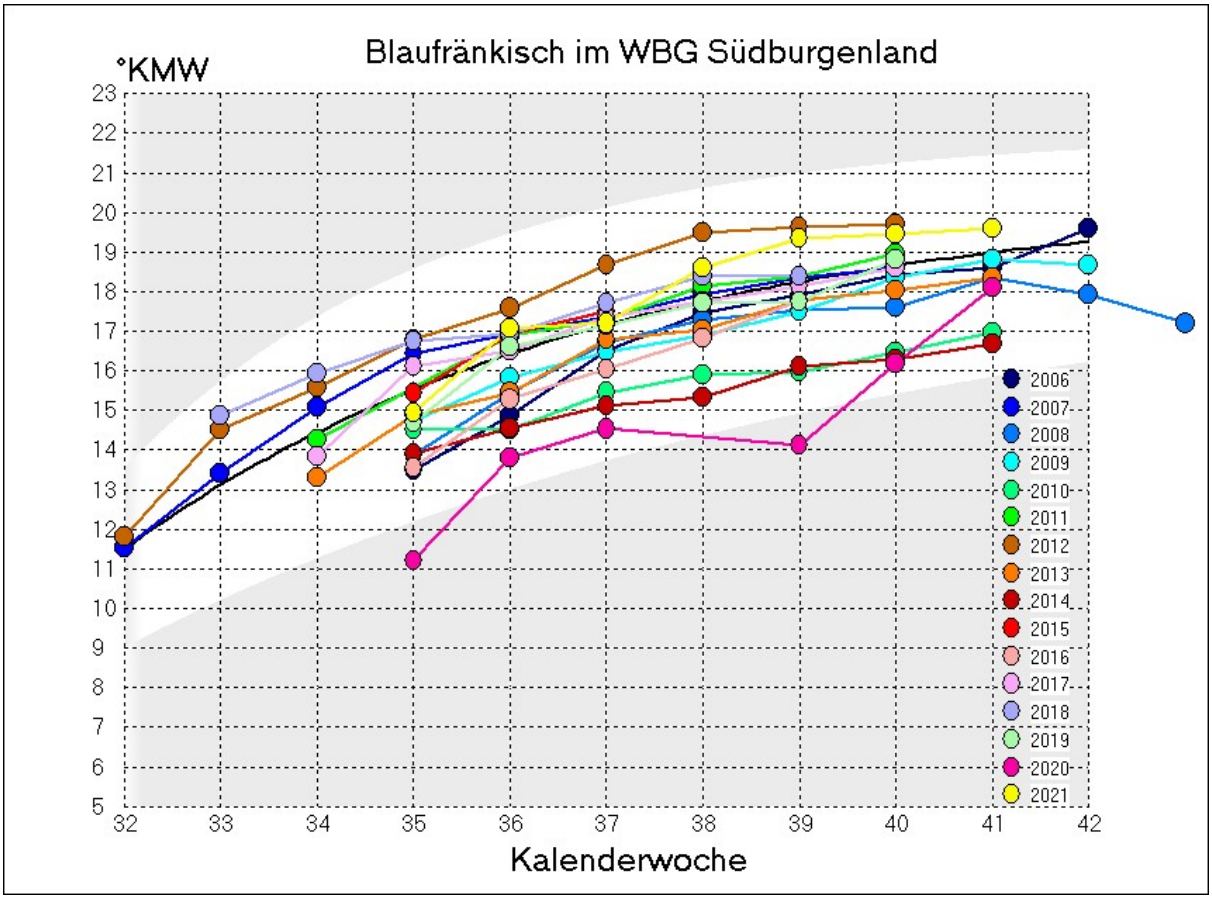


Abb. 31: *Vergleich des Traubenreifeverlaufs von der 32. bis zur 42. Kalenderwoche von 2006 bis 2021. Blaufränkisch im Südburgenland*

Ähnlich positiv ist der Reifungstrend der Weinbeeren im Mittelburgenland. Hier wird ab der 36. Woche eine überdurchschnittliche Gradation erreicht. Eher durchschnittlich verläuft bei dieser Sorte der Reifungsprozess hingegen in den Weinbaugebieten Neusiedlersee und NS-Hügelland. Anfangs ist die Reife hier unterdurchschnittlich und bleibt dann ab der 37. KW im mittleren Bereich. Die Lesegradation beträgt 18,6° KMW in der 40. bzw. 19,2° KMW in der 41. Woche.

Die Reifung der Rebsorte **Zweigelt** erfolgt in den Weinbaugebieten ganz ähnlich wie die der Blaufränkischsorte (und soll deshalb hier erwähnt werden, obwohl sie nicht mit einer der Wetterstationen assoziiert ist), allerdings lag diese im WBG Neusiedlersee von Anfang an im überdurchschnittlichen Bereich.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Neben der Sorte Blaufränkisch sind noch 14 weitere Rebsorten in Weingärten vorhanden, in denen Wetterstationen in Zusammenhang mit dem ClimVino-Projekt aufgestellt wurden. Sie sollen hier kurz in alphabetischer Reihenfolge besprochen werden.

Der Reifeverlauf des **Cabernet Sauvignon** im WBG Neusiedlersee erfolgte 2021 gemessen am langjährigen Vergleich eher mittelmäßig und damit sogar langsamer als im Vorjahr (Abb. 32), zumindest ab der 39. KW.

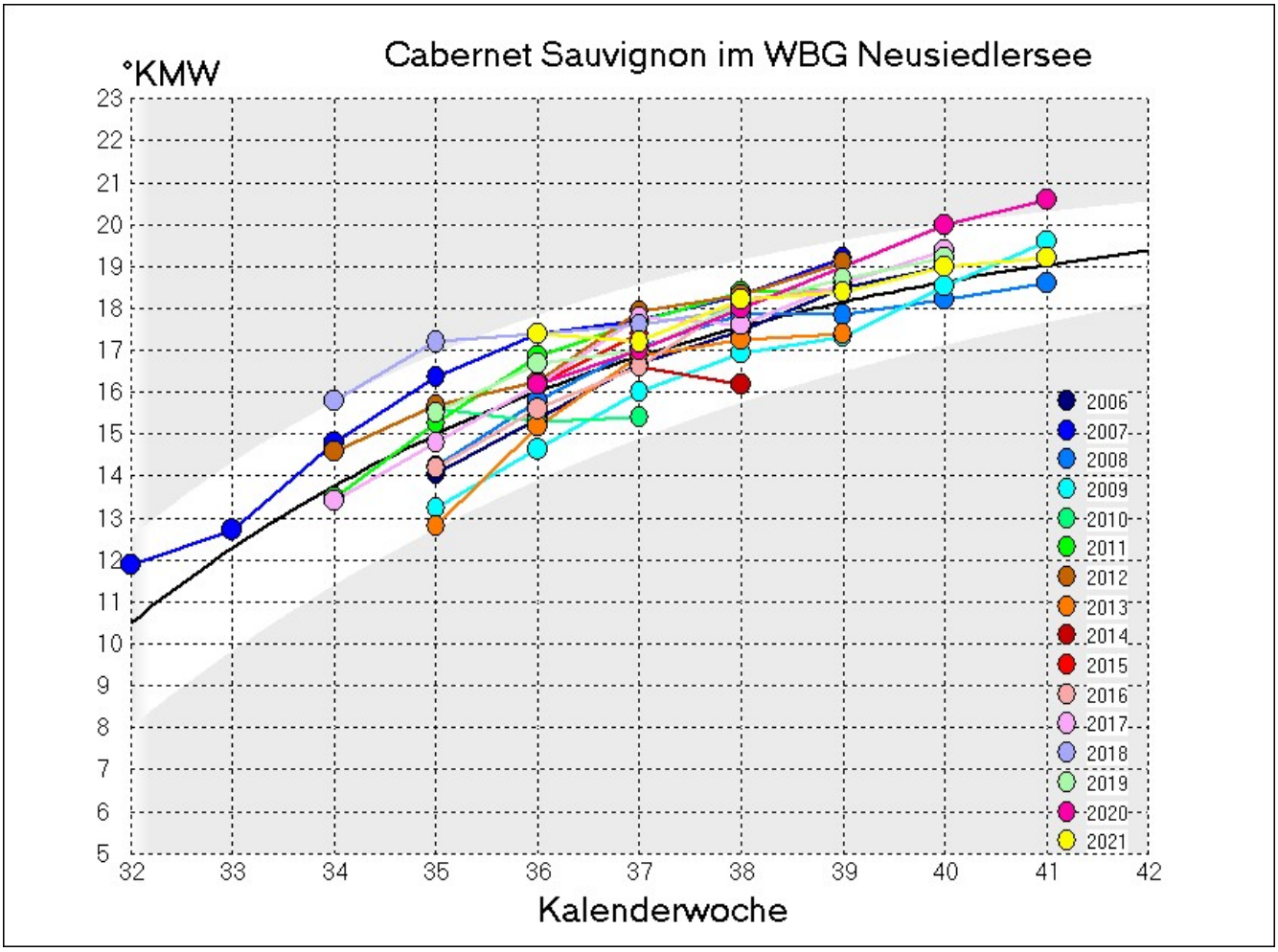


Abb. 32: *Vergleich des Traubenreifeverlaufs von der 32. bis zur 42. Kalenderwoche von 2006 bis 2021. Cabernet Sauvignon im WBG Neusiedlersee*

Im WBG NS-Hügelland erfolgte die Reifung hingegen rascher als in vielen anderen Jahren und auch deutlich schneller als 2020. Im Mittelburgenland steigt die Gradation deutlich langsamer als im WBG NS-Hügelland, erreichte aber in der 41. Woche ebenfalls den Wert 19,2° KMW.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Der **Chardonnay** lag in der 35. KW in der Reife im Mittelburgenland deutlich zurück – mit 14°KMW war die Gradation sogar niedriger als 2020 – aber danach führte das konstant gute Wetter des Spätsommers zu einem sehr raschen Anstieg der Zuckergradation, sodass in der 39. KW bereits ein Wert von 20,4° KMW erreicht wurde. Im WBG NS-Hügelland ist zunächst der Anstieg der Gradation ebenfalls rasch, aber die Sorte profitiert zuletzt nicht mehr so stark wie im Mittelburgenland. Im WBG Neusiedlersee liegt 2021 zunächst eine vergleichsweise frühe Reife vor, aber ab der 39. Woche ist sie nur noch mittelmäßig; immerhin wird aber in der 40. KW ein Wert von 20° KMW erreicht.

Concord ist einer der beiden Arthybriden, die im Rahmen von ClimVino im Südburgenland beobachtet wurden. Sie reifte 2021 eher langsam, in der Woche vor der Lese, der 39. KW, betrug die Gradation 16,8° KMW.

Die Rebsorte **Merlot** ist schon mit den Witterungsbedingungen 2020 im WBG-NS Hügelland überdurchschnittlich gut zurecht gekommen, insofern man den Reifungsprozess betrachtet. Noch mehr gilt dies für das Jahr 2021. Bereits in der 35. KW liegen 15° KMW vor was bei dieser Sorte deutlich über dem Mittel zu dieser Zeit liegt. Zeitweise ist die Gradation höher als in allen anderen Beobachtungsjahren, zuletzt (41. KW) beträgt sie 19,8° KMW, was sehr deutlich über dem vieljährigen Durchschnitt liegt, wenngleich nicht höher ist als 2020. Eine überdurchschnittliche Gradation wurde auch im WBG Neusiedlersee erreicht, sie liegt hier aber unter jener von 2020.

ClimVino Weingärten mit **Muskat Ottonell**-Reben befinden sich Eisenstadt und Donnerskirchen. Auch ein Merlot-Weingarten befindet sich in Donnerskirchen, wenn auch an einer witterungsmäßig begünstigteren Position. Ob sorten- oder lagebedingt, jedenfalls reiften die Muskat Ottonell-Trauben langsamer als diejenigen des Merlot. In der Vorwochen der Lese (37. KW) wurden 17,2° KMW in Eisenstadt und 18,4° (38. KW) in Donnerskirchen erreicht.

Noah ist die zweite Arthybridsorte, deren Beerenreifung im Rahmen von ClimVino im Südburgenland analysiert wurde. Der Weingarten liegt an einem Hang mit günstiger Exposition und die Gradation lag während des gesamten Untersuchungszeitraums vor jener des zweiten Arthybriden, Concord. Die Lese erfolgte auch eine Woche früher, die in der Vorwoche (38 KW) gemessene Gradation betrug 16° KMW.

Beim **Rheinriesling** im Weingarten zu Jois konnte eine zwar überdurchschnittlich, aber nicht außergewöhnlich, frühe Reife konstatiert werden. Zu Anfang der Untersuchungsperiode lag die Reife sogar unter dem langjährigen Durchschnitt.

Die Sorte **Rösler** gehört eindeutig zu den Profiteuren der diesjährigen Witterung; in keinem der untersuchten Jahre lag die Gradation vor der Reife so hoch wie 2021. Sie betrug in der 38. KW 20,8°KMW. Die Diskrepanz zum Vorjahr ist bei dieser Sorte besonders ausgeprägt.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

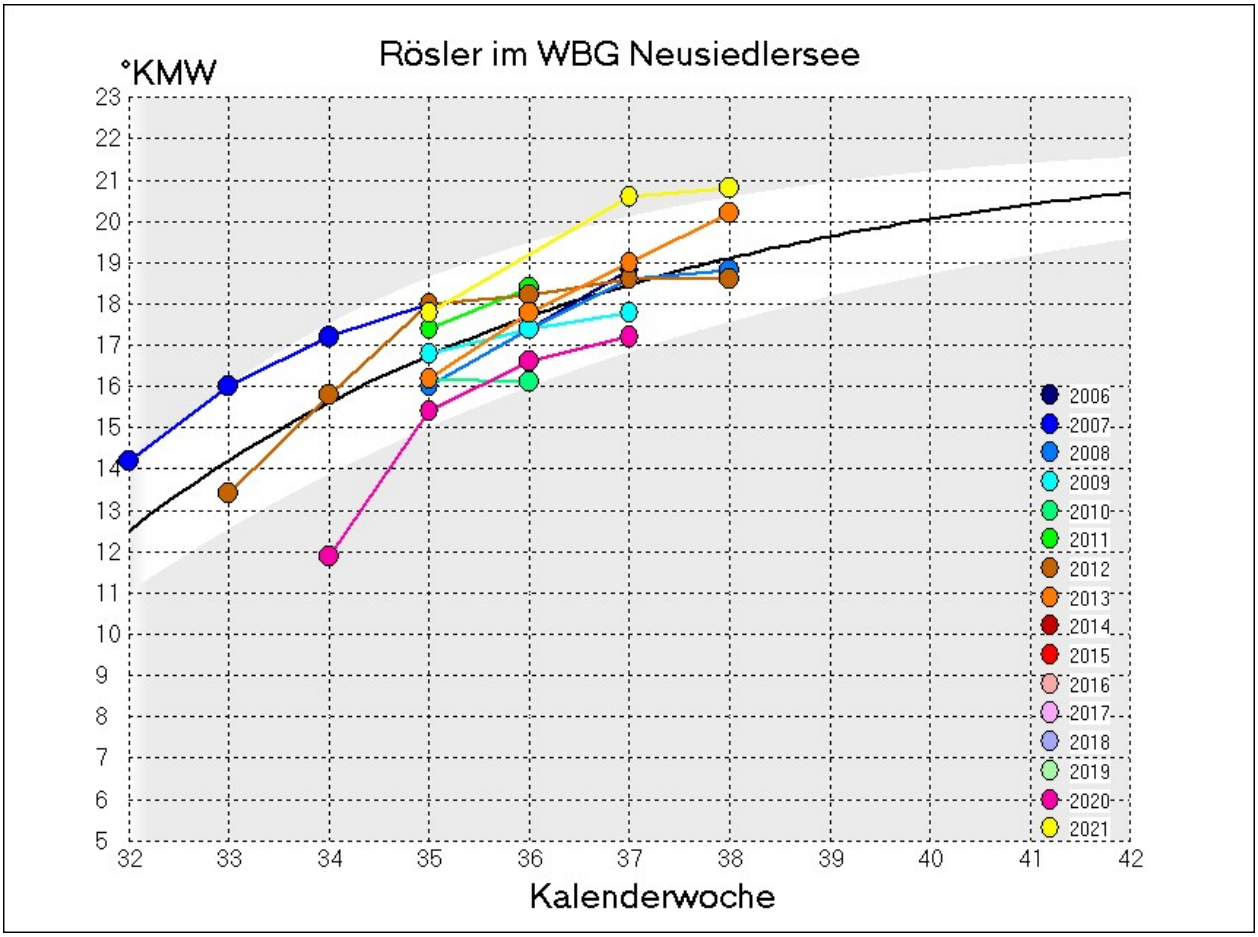


Abb. 33: *Besonders deutlicher Unterschied bei der Beerenreifung zwischen 2020 und Folgejahr bei der Sorte Rösler im WBG Neusiedlersee (St. Andrä).*

Die Beerenreifung 2021 bei der Sorte **St. Laurent** im WBG Neusiedlersee (Gols) ist insofern überraschend als sie während der gesamten Untersuchungsperiode unterdurchschnittlich bleibt und sich auch kaum von jener des Vorjahres unterscheidet.

Auch beim **Traminer** im WBG Neusiedlersee (Podersdorf) war die Gradation 2020 höher, in der 38. KW z. B. bei 19,2° KMW versus 18,6° KMW in diesem Jahr. Die Lese folgte 2020 zudem später, in der 39. Woche konnten 19,6° KMW gemessen werden. Ein Vergleichswert für diese KW fehlt hingegen 2021.

An der Probestelle in Rust erfolgte die Reife des **Weißburgunder**s 2021 sehr ähnlich wie im Vorjahr. Vor der Lese in der 40. KW wurden vergleichbare Gradationen erreicht.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Beim **Welschriesling** verlief die Reifeentwicklung zunächst verhalten, erst in der 36. KW wurden im Jahresvergleich annähernd mittlere Werte der Gradation erreicht, im Südburgenland (bei der Wetterstation Rechnitz) sogar erst eine Woche später. Danach wurde die Gradation aber in den Weinbaugebieten Neusiedlersee, NS-Hügelland und Südburgenland deutlich überdurchschnittlich. Besonders bemerkenswert ist der große Unterschied im Reifeverlauf zwischen 2020 und 2021 im Südburgenland (Abb. 34), da 2020 die Gradationswerte extrem niedrig waren.

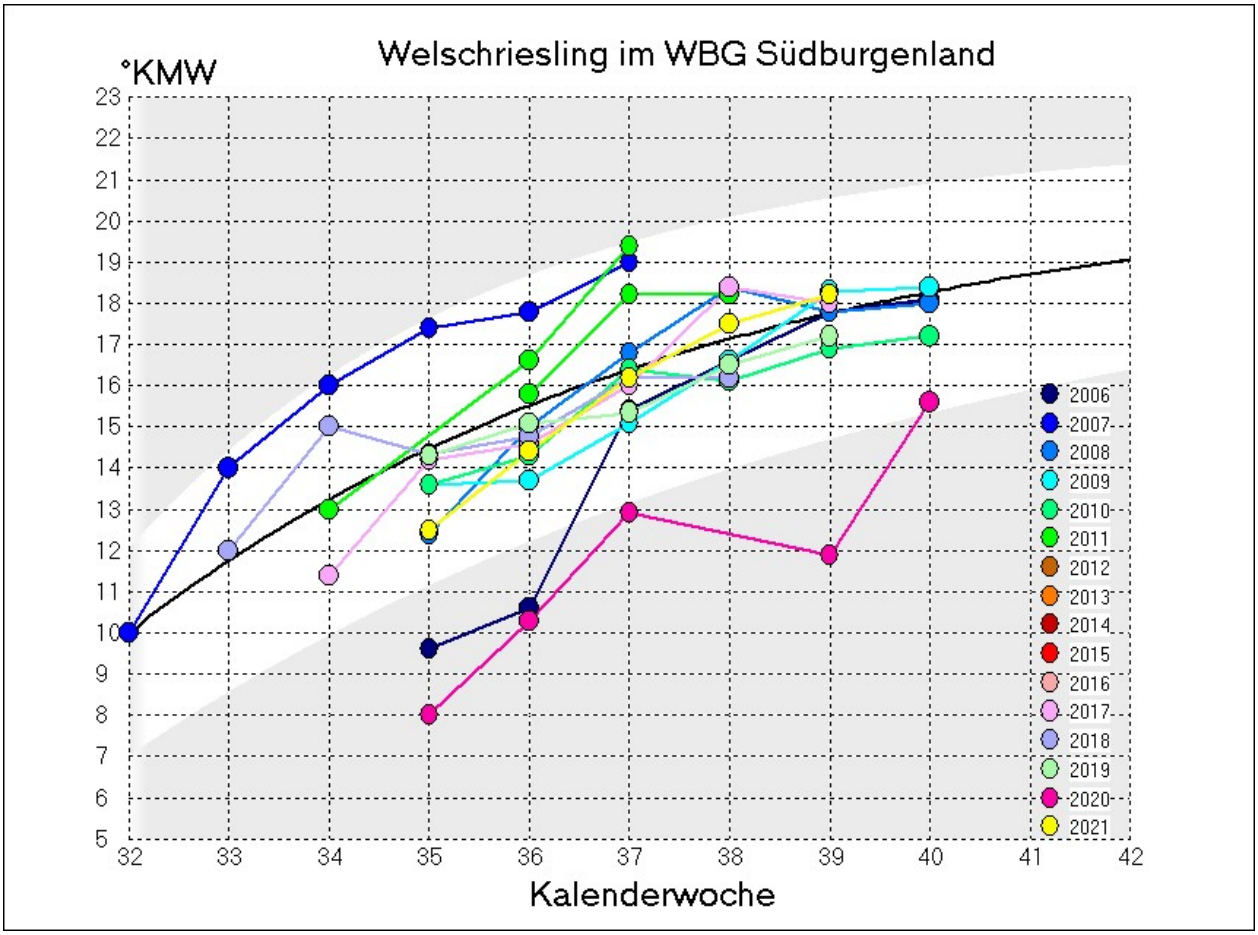


Abb. 34: *Entwicklung der Gradation im Jahr 2021 bei der Sorte Welschriesling im Südburgen-land (Rechnitz). Man vergleiche 2020 und 2021 (gleicher Standort, biologische Bewirtschaftungsform).*

Die aktuellen Reifeverlauf-Jahresvergleiche sind auf der Homepage des Bundesamtes für Weinbau unter der Adresse: https://www.bawb.at/index.php/reifeparameter/reifeverlauf-ljg/category/29-rebsorten.html abrufbar.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

9 Biodiversitätsbericht

Einleitung

Als spezifisches Ziel des ClimVino-Projekts wurde die Förderung der grenzüberschreitenden Integration funktionaler ökologischer Netzwerke und Korridore, um die Biodiversität zu erhalten und zur Stabilisierung der Ökosysteme beizutragen, formuliert. In jedem Fall setzt dieses Vorhaben voraus, dass die vorhandene Biodiversität an den Standorten der Wetterstationen und ihrer Umgebung erfasst wird. Das ist natürlich nicht in vollem Umfang möglich, aber einige Tier- oder Pflanzengruppen mit ökologischen Zeigerarten sollten untersucht werden. Da diese wegen ihrer höheren Mobilität direkt im Weingarten erhoben werden können, entschieden wir uns für drei Tiergruppen, nämlich Bodennematoden, um das subterrestrische Leben zu berücksichtigen, und zwei hochmobile Insektenordnungen, einerseits Zikaden (Auchenorrhyncha), die wir zur Gänze analysierten und die Dipteren, ein holometaboles Taxon, aus dem wir aber wegen der unglaublichen Artenmannigfaltigkeit nur einen Ausschnitt, eine bedeutende Familie, nämlich die Drosophilidae (Taufliegen), ausgewählt haben. Alle drei Gruppen haben Vertreter mit Rebbezug.

Zikaden

Die Zikaden (Auchenorrhyncha = Cicadina), auch Zirpen, ernähren sich saugend von Pflanzensäften und zählen zur Überordnung der Schnabelkerfe (Hemiptera), zu der z.B. auch die Wanzen, Blatt- Schild- Woll- und Schmierläuse gehören. Die Zikaden umfassen die Unterordnungen der Rundkopfzikaden (Cicadomorpha) und der Spitzkopfzikaden (Fulgoromorpha). Bezüglich ihrer Ernährungsweise unterscheidet man Xylem-, Phloem- und Mesenchymsauger, je nachdem, ob sie im Holzteil der Zweige, im Bastteil oder im Blattgewebe saugen. Rundkopfzikaden besitzen sägeartige Mundwerkzeuge, die wohl auch entsprechend – mit Vor- und Rückbewegungen, um den Gewebswiderstand zu überwinden – verwendet werden, während Spitzkopfzikaden Mundwerkzeuge besitzen, die an eine Schraube oder einen Bohrer erinnern; alternierende Halbdrehungen werden daher wahrscheinlich mit ihnen durchgeführt. Nur wenige Arten, wie z. B. die Grüne Rebzikade (*Empoasca vitis*), sind polyphag, d. h. besitzen viele Wirtarten, viele sind oligo- und manche sogar monophag, d. h. sie parasitieren an wenigen oder nur an einer einzigen Pflanzenart oder -gattung. Dadurch erhält man recht viel Information, wenn man das Artenspektrum des lokalen Zikadenvorkommens kennt.

- **Sammelmethode und –standorte**

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Zwölf Standorte wurden beprobt, Edelstal im Grenzbereich der Weinbaugebiete Carnuntum und Neusiedlersee, Podersdorf und Tadten aus dem WBG Neusiedlersee, Winden, Donnerskirchen-Goldberg, Mörbisch, Eisenstadt und Pöttelsdorf aus dem WBG Neusiedlersee-Hügelland, Neckenmarkt und Deutschkreutz-Hochfeld aus dem Mittelburgenland sowie Rechnitz und Heiligenbrunn aus dem Südburgenland. Gesammelt wurde ab Junibeginn (23. Kalenderwoche) bis Ende August (34. Kalenderwoche). Als Fangmethode wurden Gelbfallen gewählt, wobei zwei Stück jeweils zwischen dritten und vierten bzw. sechsten und siebenten Rebzeil-Pfosten in die Laubwand appliziert wurden, meist in jener Reihe, in der auch die Wetterstation steht. Anfangs wurden die Fallen wöchentlich, später in vierzehntägigem Abstand gewechselt.

- **Bestimmung**

Die Determination erfolgte unter dem Binokular, wobei Bestimmungsliteratur verschiedener Autoren (Remane, Wachmann, Mülethaler, Holzinger, Nickel, Kammerlander, Biedermann, Niedringhaus) verwendet wurde. Diese Literatur ermöglicht nur bei männlichen Tieren (Untersuchung des Aedeagus) eine sichere Bestimmung bis zur Art. Auch der oft schlechte Erhaltungszustand bedingte, dass bei einigen Zikadengruppen die Determination nur bis zur Gattung erfolgen konnte.

- **Ergebnisse**

Tab. 14 fasst das Ergebnis unserer Untersuchungen zusammen. Insgesamt wurden 1.288 Individuen, die zumindest 51 Arten (z. T. konnte nur die Gattung sicher ermittelt werden, daher könnten es auch mehr Spezies sein) zugeordnet wurden, im Untersuchungszeitraum gesammelt. Die meisten entstammen der Unterordnung Cicadomorpha, nur acht sind Fulgoromorpha. In Tab. 22 sind die Standorte danach sortiert, wie viele verschiedene Arten gefunden werden konnten. Demnach wies Heiligenbrunn mit 22 Arten die größte Vielfalt auf. Sie stammen aus 12 Unterfamilien, was noch ein zusätzlicher Hinweis auf Mannigfaltigkeit darstellt, da die verschiedenen Gruppen sich auch in Hinsicht auf ökologische Ansprüche zum Teil unterscheiden. Westlich und südlich des Standortes findet man kleinere Waldgebiete, im Osten Wiesen und Gärten mit relativ vielen Bäumen.

Neckenmarkt, Donnerskirchen und Eisenstadt waren ebenfalls artenreich (15 bis 17 Spezies). In Neckenmarkt befinden sich in unmittelbarer Nähe zur Wetterstation zwei größere Tümpel mit Vegetationssaum (Erlen, Weiden und Pappeln), was sicherlich einen Einfluss auf die Diversität der lokalen Zikadenfauna hat.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Tab. 14: *Taxonomische Zugehörigkeit der in den Gelbfallenfängen aufgesammelten Zikaden und die Zuordnung zu den Standorten (1: vorhanden, 0: nicht vorhanden). Blau: Anzahl der Individuen; grün: Anzahl der Standorte; gelb: Arten mit Weinbezug.*

Unterordnung	Familie	Unterfamilie	Gattung	Art	Ind.	Heiligenbrunn	Neckenmarkt	Donnerskirchen	Eisenstadt	Mörbisch	Rechnitz	Tadten	Winden	Pöttelsdorf	Deutschkreutz	Edelstal	Podersdorf	
Cicadomorpha	Aphrophoridae	Aphrophorinae	Neophilaenus	campestris	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
			Philaenus	spumarius	19	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	6
	Cicadellidae	Agalliinae	Anaceratagallia	ribauti	6	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
			Austroagallia	sinuata	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		Aphrodinae	unident	unident	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Cicadelllinae	Cicadella	viridis	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Idiocerinae	Balcanocerus	larvatus	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			unident	unident	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Virirdicerus	ustulatus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Macropsinae	Hephatus	nanus	14	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Megophthalminae	Megophthalmus	scanicus	8	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Deltocephalinae	Allygidius	atomarius	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
			Anoplotettix	fuscovenosus	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
			Balclutha	sp.	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
			Fieberiella	florii	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Hardya	tenuis	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
			Japananus	hyalinus	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
			Jassargus	obtusivalis	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
			Kybos	sp.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Macrosteles	cristatus	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
				laevis	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
				sp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Mocydia	croeca	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Neoaliturus	fenestratus	567	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	10
			Ophiola	cornicula	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Orientus	ishidae	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
			Psammotettix	confinis	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
				sp.	18	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	8
			Scaphoideus	titanus	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
		Typhlocybinae	Alebra	sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Arboridia	sp.	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
			Chlorita	paolii	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
			Edwardsiana	sp.	21	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	9
			Emelyanoviana	mollicula	8	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
			Empoasca	sp.	471	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
			Eupteryx	atropunctata	33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	11
				calcarata	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
				curtisii	4	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	4
				notata	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
			Ribautiana	sp.	8	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	5
			Typhlocyba	quercus	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Zyginella	pulchra	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
			Zyginidia	pullula	30	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	10
	Membracidae	Smiliinae	Stictocephala	bisonia	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fulgorormorpha	Cixiidae	Cixiinae	Cixius	beieri	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
				wagneri	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
			Hyalesthes	obsoletus	5	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	5
			Pentastiridius	beieri	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Delphacidae	Delphacinae	Javesella	sp.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
			Laodelphax	striatella	11	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	6
	Flatidae	Flatinae	Metcalfa	pruinosa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
					1288	22	17	16	15	11	11	11	11	10	7	7	6	

In Eisenstadt findet sich in der Nähe der Wetterstation eine Böschung mit Heckenvegetation und etwas weiter entfernt der Stadtpark, der zwar aus ökologischer Hinsicht nicht mehr so vielfältig ist wie in

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

vergangenen Jahrzehnten, aber doch noch einen einigermaßen artenreichen Baumbestand und Unterwuchs aufweist. In Donnerskirchen findet sich in Stationsnähe eine Böschung mit Heckenbewuchs. Der Neusiedlersee dürfte zu weit weg sein, um den relativ hohen Artenbestand zu erklären.

Mörbisch, Rechnitz, Tadten, Winden und Pöttelsdorf (10-11 Arten), zeigen nur eine mäßige Vielfalt, vielleicht, weil hier in der unmittelbaren Umgebung der Standorte keine Wälder existieren und Wiesenspezies seltener in der Laubwand gefangen werden. In Mörbisch befinden sich allerdings in der Nähe der Wetterstation Wiesen mit einzelnen Bäumen, in Winden der Saum der Bahntrasse und im Nordwesten etwas weiter entfernt buschige Vegetation auf einem Hügel. In Tadten sind in der Nähe nur Weingärten und Felder, so gesehen ist die Anzahl der Arten recht hoch. Sie entstammen allerdings aus nur drei Unterfamilien (Deltocephalinae, Typhlocybinae und Cixiinae). In Pöttelsdorf sind Böschungen und Hecken in der unmittelbaren Umgebung vorhanden, die geringe Artenanzahl aus fünf Unterfamilien daher eher unerwartet. Gleiches gilt für Rechnitz, wo Wiesen mit lockerem Baumbestand um den Bioweingarten vorkommen, der die Wetterstation enthält.

Als artenarm müssen die Standorte Podersdorf, Edelstal und Deutschkreutz bezeichnet werden (6 bis 7 Spezies). In Podersdorf, wo nur Äcker und andere Weingärten die Wetterstation umrahmen und in Deutschkreutz, wo das Umfeld der Wetterstation als sehr strukturarm bezeichnet werden muss, ist dies verständlich. In Edelstal ist es eher erstaunlich, da hier in nördlicher Richtung ein Wäldchen existiert. Die lokal vorhandenen Zikaden entstammen fünf verschiedenen Familien (Tab. 14).

Die abundanteste Zikadengattung war 2020 *Empoasca* (Typhlocybinae), die kleine, gelb oder grün gefärbte Arten mit guter Flugfähigkeit umfasst (Abb. 35). Sie wurde an allen 12 Standorten mit insgesamt 471 Individuen nachgewiesen. Allein 137 davon fanden sich in der 30. Kalenderwoche (Mitte Juli) in Rechnitz, in der Vorwoche 73. Die häufigste Art ist *E. pteridis*, die sich von diversen Kräutern ernährt und nach einer Mahd in großer Anzahl auf Gelbfallen aufgefunden werden kann, auch wenn diese in der Laubschicht appliziert sind. Im Gegensatz dazu ernährt sich die weniger häufige *E. vitis* von vielen verschiedenen Holzpflanzen.

Die abundanteste Einzalart war *Eupteryx atropunctata* (Typhlocybinae), die mit Ausnahme von Deutschkreutz überall gefunden wurde, allerdings mit insgesamt lediglich 33 Exemplaren (Abb. 34a). Sie lebt polyphag an verschiedenen Kräutern und ist Wärme liebend.

Ebenfalls zu den Typhlocybinae zählt *Zyginidia pullula* (Abb. 34b), die nur in Rechnitz nicht gefunden wurde. Die maximal 3 mm lange Art ernährt sich von diversen Gräsern, ist also eher eine Zikade der

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Fahrgassenbegrünung, die nur deshalb auch in der Laubwand gefangen wird, weil sie wie fast alle Typhlocybinae sehr gut fliegt.

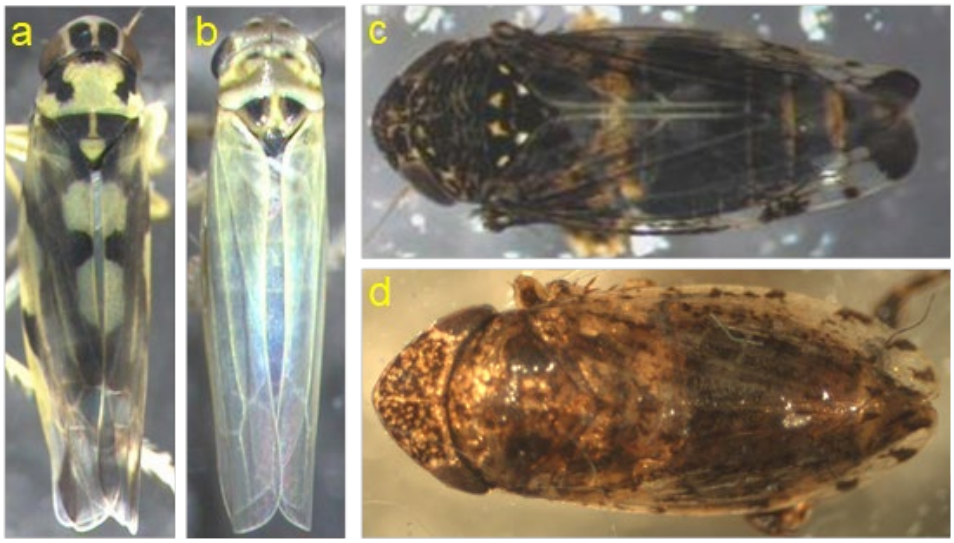


Abb. 35: *Verschiedene, meist abundante Zikadenarten; a:* Eupteryx atropunctata*, b:* Zyginidia pullula*, c:* Neoaliturus fenenstratus*, d: nicht identifizierte Aphrodinae.*

Die meisten Deltocephalinae findet man hingegen, wenn es sich um Arten handelt, die an Gräsern oder Kräutern saugen, in der Laubwand nur selten. Dies gilt jedoch nicht für *Neoaliturus fenestratus*, eine Spezies, die sich von Kräutern ernährt und dennoch mit 567 Individuen insgesamt am häufigsten gefangen wurde (Abb. 35c). In der 26. Kalenderwoche wurden allein in Heiligenbrunn 367 Fänge dieser Art gezählt. Auch in der 24. Woche war sie an diesem Standort häufig (43 Individuen) und auch in Neckenmarkt (65 Individuen) zum gleichen Zeitpunkt. Sie gehört auch zu den abundantesten Arten, da sie mit Ausnahme von Winden an allen Standorten nachgewiesen wurde.

Alle weiteren Spezies waren deutlich seltener, eine nur mit jeweils einem Exemplar in Heiligenbrunn und Neckenmarkt festgestellte Aphrodinae konnten wir sogar nie zuvor in österreichischen Weingärten feststellen. Da beide Individuen Weibchen waren, war eine Zuordnung zu einer bestimmten Gattung oder sogar Art nicht möglich. Von den Proportionen her könnte es sich um *Anoscopus* handeln, nach der Färbung am ehesten um *Stroggylocephalus*.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Einige Zikadenarten haben insofern einen Rebbezug, als sie schädlich sein können, entweder, indem sie bei Massenvermehrung direkt durch Fraß die Weinpflanze schwächen oder indem sie Krankheiten

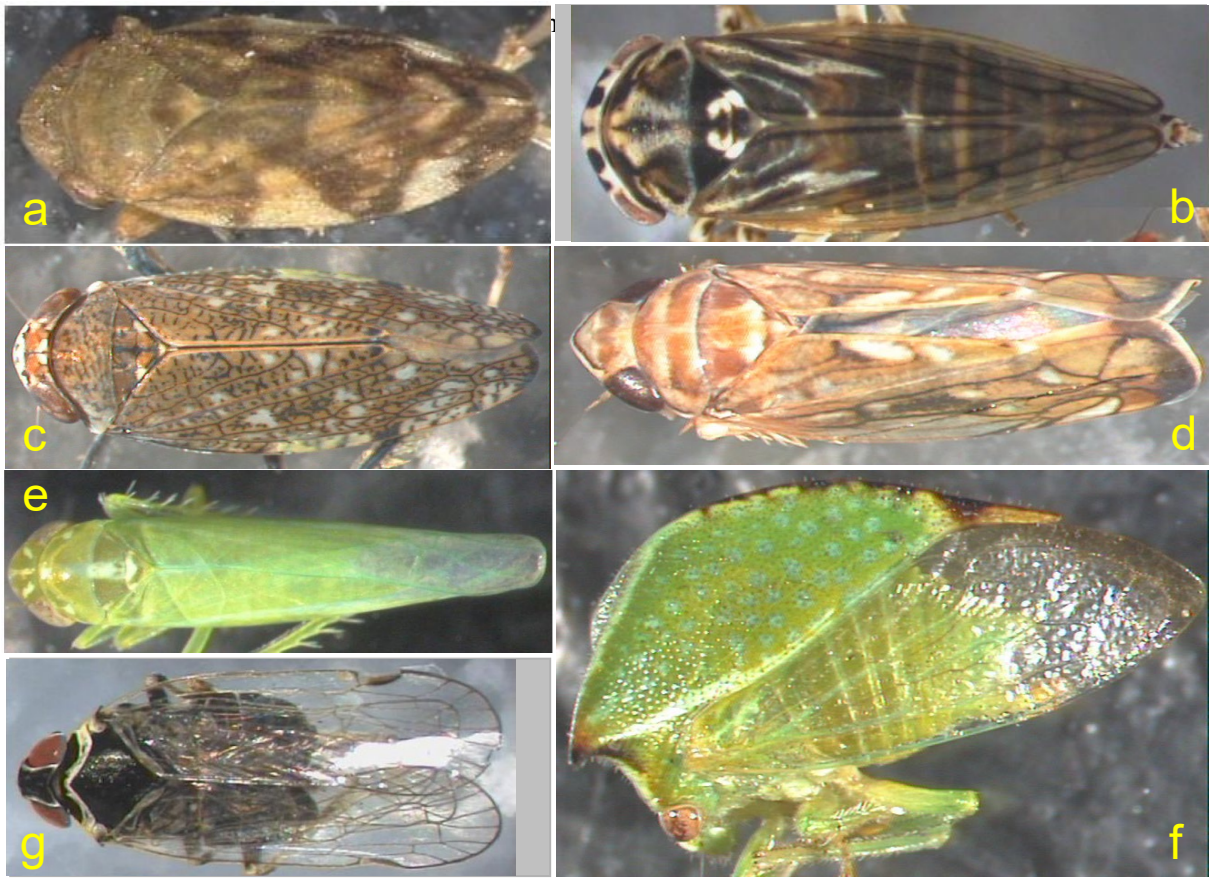


Abb. 36: *einige rebschädigende Zikaden; a:* Philaenus spumarius*, b:* Anaceratagallia ribauti*, c:* Orientus ishidae*, d:* Scaphoideus titanus*, e:* Empoasca vitis*, f:* Stictocephala bisonia*, g:* Hyalesthes obsoletus.

Am bekanntesten ist wahrscheinlich die Grüne Rebzikade (*Empoasca vitis*), die eigentlich sehr polyphag ist und daher nicht auf *Vitis vinifera* angewiesen. Es wurde bereits erwähnt, dass die Gattung *Empoasca* (Abb. 36e) an allen Standorten nachgewiesen wurde, das plötzliche, massive Auftreten ohne nennenswerte Schäden an den Blättern aber dafür spricht, dass größtenteils andere Arten, z. B. *E. pteridis* beobachtet wurden.

Ein weiterer Direktschädling ist die Membracidae *Stictocephala bisonia*, die Büffelzikade (Abb. 35f). Sie schädigt aber weniger durch Fraß als durch Oviposition. Triebe und manchmal auch Trauben können absterben, verfrühte Blattverfärbungen sorgen durch die Verwechslungsmöglichkeit mit Phytoplasmenschäden für Unruhe. Die Art ist ein polyphages Neozoon aus Nordamerika. Die Spezies

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

wurde nur in Heiligenbrunn und Neckenmarkt festgestellt, ist aber sicherlich weiter verbreitet. In anderen Untersuchungen wurde sie bis nach Neuhaus im südlichsten Burgenland und bis nach Wien nachgewiesen.

Von *Metcalfa pruinosa* (Flatinae) wurde nur ein einziges Individuum in Podersdorf in der 34. Kalenderwoche gefangen. Davor wurden Funde dieser Art in Österreich nur in Graz und Wien gemeldet, in Glashäusern, aber auch im Freien. Die Art schädigt durch Fraß und durch Honigtaubildung, der Pilzrasen von Schwärzepilzen fördert. Ob ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von *M. pruinosa* und einem Pilzbefall in einem der Wetterstation von Podersdorf benachbarten Weingarten besteht, ist unsicher. Die Zikade stammt aus Nordamerika.

Einige Pathogenüberträger sind nur potentiell schädlich, weil die Rebkrankheit, die sie übertragen, bislang in Österreich noch sehr selten oder überhaupt nicht angekommen ist. Dies gilt für die xylemsaugenden Arten *Philaenus spumarius* (Abb. 36a*), Neophilaenus campestris* (beide Aphrophorinae) und vielleicht auch *Cicadella viridis* (Cicadellinae). Zumindest die ersten beiden der aufgeführten Spezies verbreiten *Xylella fastidiosa*, ein im Xylem der Wirtspflanze parasitierendes Bakterium, das in Europa für gravierende Schäden an Ölbäumen verantwortlich ist, aber auch, allerdings in einer genetisch unterschiedlichen Variante, die Europa bereits erreicht hat, die Rebe schädigen kann. *Philaenus spumarius* ist eurytop und polyphag, wobei sie dikotyle Pflanzen bevorzugt. Sie wurde an sechs von zwölf Standorten nachgewiesen und ist im ganzen Burgenland häufig. *Neophilaenus campestris* bevorzugt Gräser und ist daher für die Rebe weniger gefährlich. Außerdem ist die Art in Weingärten seltener oder weniger bereit in die Laubwand zu gehen; wir haben sie nur in Rechnitz und Pöttelsdorf gefunden.

Ein weiteres Bakterium, C. *Phytoplasma vitis*, Erreger der Goldgelben Vergilbung (Flavescence dorée), hat ein enormes Potential zur Schädigung der Rebe, ist aber glücklicherweise in Österreich nur sehr selten, obwohl zwei der Überträger inzwischen hier weit verbreitet und gut etabliert sind. *Scaphoideus titanus* (Abb. 36d) ist insofern gefährlicher, als diese Spezies auf *Vitis*-Arten als Wirte spezialisiert ist. Sie bevorzugt allerdings amerikanische Arten und Hybride und scheint mit der europäischen Rebe, salopp gesagt, nicht vollkommen zufrieden zu sein. Vielleicht liegt es daran, dass es immer noch Bereiche gibt, z. B. östlich des Neusiedlersees, wo man sie bislang nicht antrifft. Näheres dazu, wie *S. titanus* Österreich erobert hat, findet sich im Pathogenbericht. Wir haben die Spezies nur an zwei Standorten an Gelbfallen gefunden, in Heiligenbrunn von der 30. bis zur 34. Kalenderwoche und in Mörbisch in der 34. Kalenderwoche. Sie hat sehr charakteristische Larven und ist daher bereits vor der Imaginalhäutung im Weingarten leicht aufzufinden.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

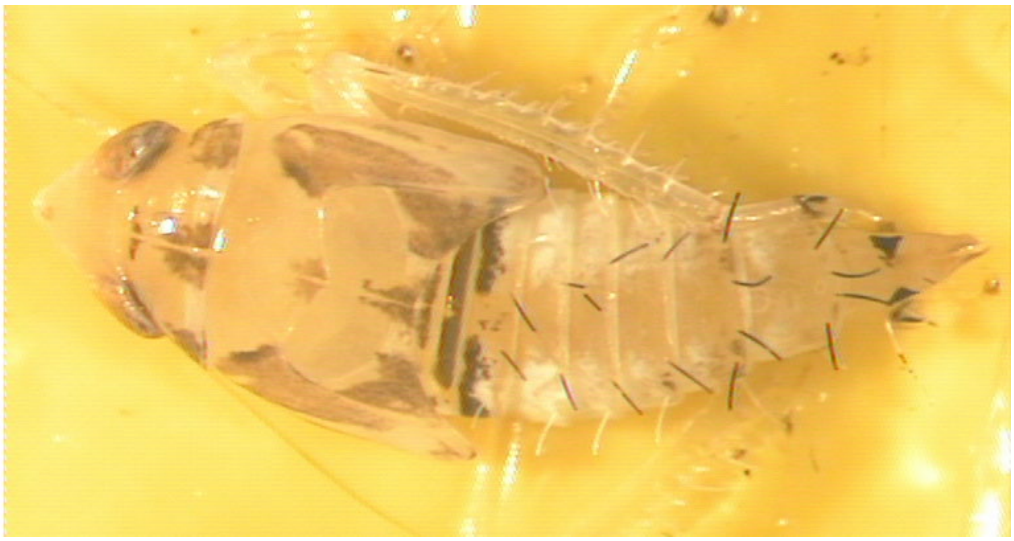


Abb. 37: *Larve von* Scaphoideus titanus.

Die ursprünglich aus Südostasien stammende Zikade *Orientus ishidae* hat sich seit ihrem Erstnachweis in Österreich ebenfalls gut etabliert und sogar schneller ausgebreitet als *S. titanus*. Auf sonnenbeschienenen Oberflächen kann man sie sogar an etwas wärmeren Wintertagen in Gärten beobachten. Sie ist polyphag an diversen Bäumen, also nicht auf *Vitis* als Nahrungsquelle angewiesen und daher durch Insektizid-Applikation im Weingarten nicht zurückzudrängen. Wir haben die Art nur an zwei Standorten und einem einzigen Termin gefunden: Jeweils in der 34. Kalenderwoche (Mitte August) in Donnerskirchen und Pöttelsdorf, Standorte, wo Bäume nicht allzu weit entfernt sind.

Von großer Bedeutung für den heimischen Weinbau ist inzwischen die Schwarzholzkrankheit, die von *Phytoplasma solani* verursacht wird und in manchen Jahren zu erheblichen Schäden führt. Wir haben drei Zikaden-Arten in den Projektweingärten festgestellt, die Vektoren dieses Pathogens sind. *Anaceratagallia ribauti* (Abb. 36b) überträgt das Pathogen zwar nicht auf *Vitis*, trägt aber dazu bei, es im Ackerwindenbestand zu verbreiten. *Hyalesthes obsoletus* überträgt *P. solani* dann von den wichtigsten Nahrungspflanzen, der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*) oder der Brenn-Nessel (*Rumex acetosa*), auf die Reben. *A. ribauti* wurde in Donnerskirchen, Heiligenbrunn und Pöttelsdorf festgestellt. Die Art ist auf sonnigen Standorten sehr weit verbreitet, gelangt aber nur selten in die Laubwand und wird daher dort auch nicht häufig gefangen. Sie war während des gesamten Untersuchungszeitraums aufzufinden. *H. obsoletus* wurde von der 25. bis 32. Kalenderwoche in Edelstal, Tadten, Winden, Donnerskirchen und Heiligenbrunn nachgewiesen.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Pentastiridius beieri überträgt ebenfalls *P. solani*, ernährt sich aber von Weiden und kommt daher selten mit Weinreben in Kontakt. Wir haben ein einziges Exemplar in Tadten in der 28. Kalenderwochen gefangen. Eine nahe verwandte Art, *P. leporinus*, überträgt Phytoplasmen auf Zuckerrüben, woraufhin die Pflanze die Zuckerproduktion reduziert. 2020 kam es offenbar im Elsass zu beträchtlichen Schäden durch dieses Pathogen und seinen Überträger.

Drosophilidae

Drosophilidae (Taufliegen) sind den meisten Menschen nur durch ihre Lästigkeit bekannt: Einige wenige Arten dieser Fliegenfamilie haben im Spätsommer und Herbst die unangenehme Eigenschaft, in alkoholischen Getränken und Fruchtsäften zu landen, sie zu verunreinigen und den Geschmack zu verderben; und in Scharen dem Biokompost zu entfleuchen, wenn man den Deckel öffnet. Wenn Jesus Christus im Neuen Testament zu den Schriftgelehrten und Pharisäern sagt: „Ihr Heuchler!“ „Ihr Schlangenbrut!“ „Die Mücken siebt ihr aus und die Kamele trinkt ihr mit!“ (Matthäus 23, Vers 24 & folgende), waren wohl Drosophila-Arten gemeint (mit den Mücken), die sicherlich schon damals die hauptsächliche Insekten-Verunreinigung darstellten, die aus dem Wein ausgesiebt werden musste.

Tatsächlich geht die Bedeutung der Drosophilidae weit darüber hinaus lästig zu sein; eine Art wurde z. B. als Modellorganismus berühmt: *Drosophila melanogaster* war wegen der Riesenchromosomen in ihrer Speicheldrüse von großer Bedeutung für die Entwicklung der Genetik und ist es heute noch, inzwischen außerdem auch für die Neurobiologie.

Die Drosophilidae sind ökologisch vielfältig, entwickeln sich z. B. in Pilzen oder sind Kommensalen in Bienenstöcken und den Brutzellen von Mörtelbienen. Die meisten Arten findet man in nicht zu trockenen Laubwäldern mit viel Unterwuchs; auch Hecken und Obstbäume, aber auch Wiesen werden von verschiedenen Spezies gerne besucht. Sie sind überaus bedeutend dadurch, dass sie Mikroorganismen verbreiten, die organische Substanzen, hauptsächlich tote Pflanzen, abbauen können. Es gibt auch viele Kulturfolger und einige Neozoen, also Einwanderer. Einer davon ist inzwischen zu einem bedeutenden Schädling in Beerenobstkulturen geworden und spielt auch eine Rolle im Weinbau. Die meisten Larven ernähren sich von Hefen und Bakterien, weshalb das Weibchen, wenn es auf reife Früchte Eier legt, das Substrat gleichzeitig mit Hefen und Bakterien beimpft, die es an Tarsen und Rüssel mitträgt. Mikroorganismen als Nahrung finden sich nicht nur auf Früchten, sondern auch in Komposthaufen, faulenden Pflanzenteilen, moderndem Holz, unter Baumrinde, Saftflüssen, Hutpilzen, etc. Überall dort kann man auch Taufliegen-Larven finden.

Auch die Imagines leben von Hefen und anderen Mikroorganismen, daneben aber auch von Zucker.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

- **Sammelmethode und –standorte**

Die gleichen zwölf Standorte wurden beprobt, an denen auch Zikaden gesammelt wurden. (Edelstal, Podersdorf, Tadten, Winden, Donnerskirchen-Goldberg, Mörbisch, Eisenstadt, Pöttelsdorf, Neckenmarkt, Deutschkreutz-Hochfeld, Rechnitz und Heiligenbrunn). Gesammelt wurde ab Maibeginn (19. Kalenderwoche) bis Mitte Oktober (42. Kalenderwoche). Als Fangmethode wurden modifizierte 250 ml Kunststofflaschen verwendet, in deren oberem Drittel ungefähr 2 mm durchmessende Löcher gebohrt worden waren. Diese Einschlupflöcher wurden klein gehalten, um den Beifang zu minimieren.

Zur Herstellung der Lockflüssigkeit wurde Traubensaft mit einem Hefegemisch (*Saccharomyces spp.*) bei Raumtemperatur beimpft. Nach der Phase der intensivsten Vergärung wurde nochmals zu gleichen Teilen Traubensaft und Wein beigefügt, bis die Quantität der doppelten Ausgangsmenge entsprach.

Die Fallen wurden zwischen dritten und vierten Rebzeil-Pfosten in die Laubwand appliziert, meist in jener Reihe, in der auch die Wetterstation steht. Die Fallen wurden wöchentlich gewechselt.

- **Bestimmung**

Die Determination erfolgte unter dem Binokular, wobei Bestimmungsliteratur von Bächli & Burla sowie von Markow & O'Grady verwendet wurde. Bis auf *Drosophila melanogaster* und *D. simulans*, bei denen die Weibchen morphologisch nicht unterschieden werden können, erfolgte die Bestimmung bis zur Art.

- **Ergebnisse**

Die Resultate unserer Untersuchungen sind in den Tab.n 15a und 15b zusammengefasst. Insgesamt wurden 27 Arten aus den sechs Gattungen *Amiota, Cacoxenus, Chymomyza, Drosophila, Gitona* und *Scaptomyza* gefangen. Die meisten Spezies entstammen dem Genus *Drosophila* (18 Arten), deren Subadulti in vergärenden Fruchtsäften vorkommen. Von *Amiota*, deren Weibchen die Eier in Saftflüsse von Bäumen legen, wurden vier Spezies gefunden, von *Scaptomyza*, deren Larven überwiegend Minierer sind, zwei, von den drei restlichen Gattungen jeweils eine. *Cacoxenus*-Larven entwickeln sich in Bienenzellen, *Chymomyza* findet sich an frisch gespaltenem Holz und Rindenstücken und *Gitona* entwickelt sich in Blütenköpfen von Disteln und Lauch.

Insgesamt wurden 11.356 Taufliegen gefangen, die meisten davon (über zweitausend) am Standort Winden nördlich des Neusiedlersees. Mörbisch, westlich des gleichen Sees gelegen, verzeichnete die

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

zweitmeisten Fänge, während die Standorte östlich des Sees, Tadten und Podersdorf die geringsten Gesamtindividuen-Mengen aufzuweisen hatten. Es wurde bereits darauf hingewiesen dass die Landschaft um die Fallenstandorte hier von einer gewissen Uniformität geprägt ist. Dies gilt auch für das Umfeld der Falle in Deutschkreutz, die demgemäß auch die nächstgeringste Fangzahl zeigte, doch liegt sie überraschend deutlich höher als in Tadten und Podersdorf.

Weniger ausgeprägt ist der Unterschied, wenn man die ökologisch relevantere Anzahl der Spezies, die an einem Standort gefunden wurden, vergleicht. Man würde annehmen, dass hier die Standorte in hügeligem, abwechslungsreichem Gelände mit Wald im Hintergrund und Hecken in der Nähe, am besten abschneiden. Das ist überwiegend auch der Fall: So wurden in Edelstal und Rechnitz 16 Arten registriert, aber diese Anzahl wurde auch in Tadten erreicht, obwohl hier insgesamt bloß 130 Individuen gefangen werden konnten, in Rechnitz hingegen fast neunmal so viele. In Winden, Mörbisch und Eisenstadt wurden 15 Spezies festgestellt. Die wenigsten Arten wurden in Pöttelsdorf gefunden, was ebenfalls unerwartet ist, da auch hier die Gegend recht vielfältig und abwechslungsreich ist und einigermaßen viele Individuen gefangen wurden.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Tab. 15: *Drosophildae-Arten versus Standorte; in der oberen Tab. (15a) nach Gesamt-Individuenanzahl geordnet, in der unteren (15b) nach Anzahl der Arten bzw. Standorte (1: vorhanden, 0: nicht vorhanden).*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

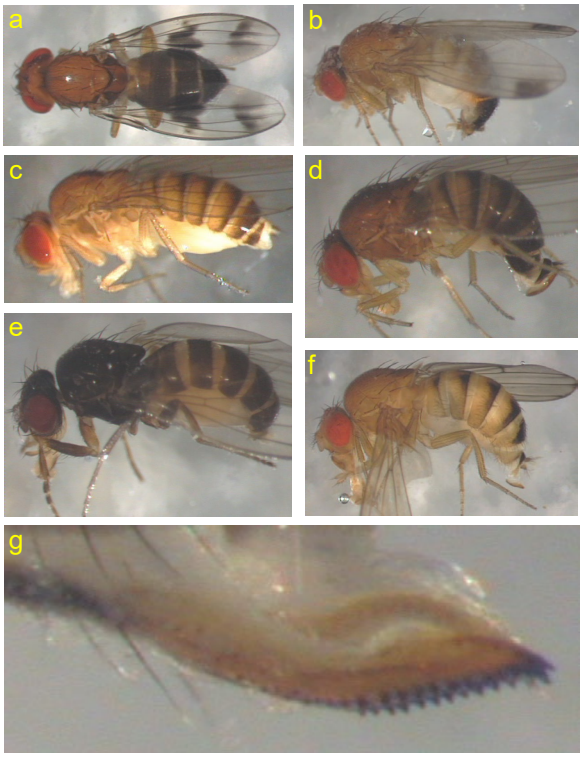
Arten	Winden	Mörbisch	Necken-markt	Rechnitz	Pöttels-dorf	Eisen-stadt	Donners-kirchen	Heiligen-brunn	Edelstal	Deutsch-kreutz	Tadten	Poders-dorf	Alle
Drosophila suzukii	1086	598	900	616	808	653	556	707	230	322	24	27	6527
Drosophila subobscura	322	388	100	198	201	205	140	123	199	48	42	46	2012
D. melanogaster & simulans	438	429	251	32	90	135	262	56	83	146	40	17	1979
Scaptomyza pallida	6	6	2	179	0	1	1	2	1	9	2	0	209
Drosophila testacea	90	13	17	15	1	2	0	6	5	5	5	8	167
Drosophila phalerata	73	24	4	13	0	2	7	1	11	2	1	1	139
Chymomyza amoena	3	4	2	15	5	1	1	29	2	1	2	1	66
Drosophila immigrans	10	8	3	18	3	2	1	2	4	0	3	0	54
Drosophila limbata	0	1	0	41	0	0	1	2	0	2	1	0	48
Drosophila tristis	4	10	2	1	0	3	0	0	10	4	2	0	36
Drosophila obscura	6	5	4	2	5	4	0	0	3	0	1	0	30
Drosophila rufifrons	2	2	0	0	0	1	0	0	6	0	1	2	14
Drosophila hydei	1	7	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	13
Drosophila kuntzei	2	0	2	2	0	1	1	0	2	0	1	1	12
Gitona distigma	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Amiota alboguttata	0	0	3	0	1	0	0	0	5	1	0	0	10
Drosophila transversa	2	0	0	1	2	1	3	0	1	0	0	0	10
Amiota semivirgo	0	2	0	1	0	0	0	1	1	2	0	0	7
Scaptomyza flava	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
Drosophila confusa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
Drosophila helvetica	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Amiota basdeni	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Amiota variegata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cacoxenus indagator	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Drosophila buschkii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Drosophila funebris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Summe	2049	1504	1290	1136	1116	1014	975	929	564	544	130	105	11356

Arten	Edelstal	Rechnitz	Tadten	Winden	Mörbisch	Eisen-stadt	Necken-markt	Donners-kirchen	Deutsch-kreutz	Poders-dorf	Heiligen-brunn	Pöttels-dorf	Alle
Drosophila suzukii	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Drosophila subobscura	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
D. melanogaster & simulans	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Chymomyza amoena	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Drosophila testacea	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	11
Drosophila phalerata	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11
Scaptomyza pallida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	10
Drosophila immigrans	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	10
Drosophila kuntzei	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	8
Drosophila tristis	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	8
Drosophila obscura	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	8
Drosophila rufifrons	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	6
Drosophila limbata	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	6
Drosophila transversa	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	6
Amiota semivirgo	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	5
Drosophila hydei	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4
Amiota alboguttata	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	4
Gitona distigma	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Scaptomyza flava	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Drosophila confusa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Drosophila helvetica	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Amiota basdeni	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Amiota variegata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Cacoxenus indagator	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Drosophila buschkii	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Drosophila funebris	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Summe	16	16	16	15	15	15	12	12	12	10	10	9	

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Auch in Heiligenbrunn und Podersdorf konnten nur wenige Arten entdeckt werden, was für Podersdorf wegen der insgesamt geringen Fangzahl erwartet werden konnte.

Mehr als die Hälfte aller gefangenen Individuen (6.527) gehören zu einer einzigen Art, der Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*), die auch an allen Standorten nachgewiesen wurde. Das ist insofern nicht erstaunlich, als sie zu den wenigen Spezies mit eindeutigem Rebbezug zählt. Sie ist eine ursprünglich südostasiatische Taufliege, die erstmals 2011 in der Schweiz, in Deutschland und auch in Österreich festgestellt worden war. Hier etablierte sie sich rasch und wird nun in allen daraufhin untersuchten Bundesländern angetroffen. Die großräumige Verbreitung erfolgte vermutlich durch den Import befallener Früchte. Von der Europäischen und Mediterranen Pflanzenschutzorganisation (EPPO) wurde *D. suzukii* als ein Schadorganismus eingestuft, „mit einem großen Potential zur Pflanzenschädigung im europäischen Obst- und Weinbau." Die Weibchen verfügen über einen kräftigen, stark gezähnten Legebohrer, mit dem sie zur Eiablage die Frucht- und Beerenhaut reifer Früchte anritzen können (Abb. 38g).



Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 38: *Verschiedene Taufliegenarten: a)* Chymomyza amoena, *b)* Drosophila suzukii ♂, *c)* Drosophila melanogaster/simulans, *d)* Drosophila suzukii ♀, *e)* Drosophila subobscura, *f)* Drosophila immigrans, *g)* Ovipositor von D. suzukii.

Das Fruchtfleisch dient als Madennahrung und wird innerhalb kürzester Zeit weich und vermarktungsunfähig. Im Weinbau kommt es zu Kollateralschäden durch das Eindringen von Schadpilzen und Bakterien über die Einstichstelle oder auch dadurch, dass der austretende Traubensaft andere Insekten anlockt, verschiedene Wespen und *D. melanogaster*, eine Art, die Überträger des Verursachers der Essigfäule ist. *D. melanogaster* muss in dieser Untersuchung zusammen mit *D. simulans* behandelt werden, weil sich die Weibchen der beiden nahe verwandten Spezies eidonomisch nicht hinreichend unterscheiden, um sie getrennt analysieren zu können. Beide sind nicht in der Lage, die gesunde Frucht- bzw. Beerenhaut mit dem Ovipsoitor zu durchdringen. Zusammen sind sie am dritthäufigsten und auch sie sind an allen Standorten registriert worden.

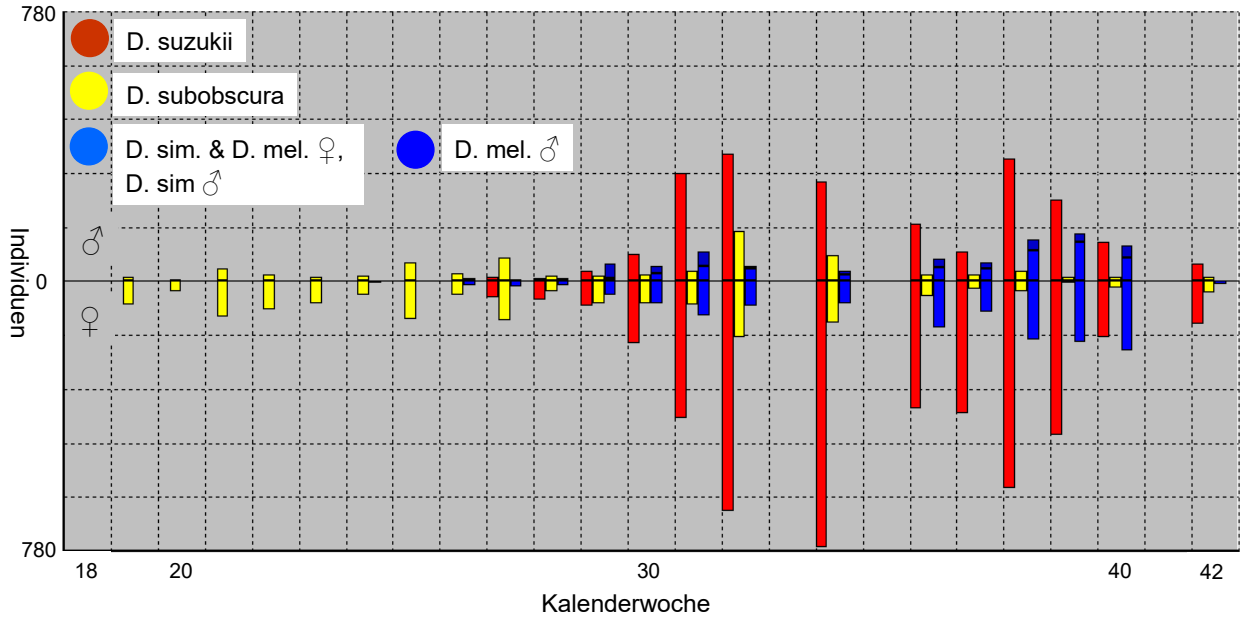


Abb. 39: *Vergleich der Entwicklung der Gesamtfangzahlen für drei bzw. vier Taufliegen-Spezies. Männchen sind von der zentralen Achse nach oben, Weibchen nach unten dargestellt.*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Nicht nur in ihrer hohen Abundanz sondern auch noch in einem weiteren Punkt stimmen *D. simulans/melanogaster* und *D. suzukii* recht gut über, nämlich in der zeitlichen Dynamik (Abb. 39). Die Arten begannen erst in der 29. Kalenderwochen häufig zu werden, d. h. Gesamt-Fangzahlen um die 100 Individuen pro Woche zu erreichen, obwohl Einzelfänge deutlich davor erfolgten, bei *D. simulans/melanogaster* ab der 20. und bei *D. suzukii* ab der 26. Woche. Die höchsten Fangzahlen werden bei Letzterer in der 34. Kalenderwoche (Mitte bis Ende August; 1083 Individuen) verzeichnet, bei Ersterer erst in der 39. (Ende September; 325 Individuen). Die unterschiedliche Ernährung der Larven vermag die zeitliche Verschiedenheit der Maxima zu erklären, an denen jedenfalls bei *D. suzukii* Weinbeeren als Nahrungsbasis kaum eine Rolle gespielt haben können. Sowohl von *D. suzukii* als auch von *D. melanogaster/simulans* wurden insgesamt und in jeder Woche mehr Weibchen als Männchen gefangen, was ein Hinweis darauf sein kann, dass das Fallensubstrat nicht nur als Nahrung attraktiv wirkte sondern auch Anlockpotential als Eiablagemedium aufwies.

Mehr Weibchen wurden im Allgemeinen auch bei *D. subobscura* gefangen, die nach *D. suzukii* die zweit-individuenreichste Art ist und an allen Standorten nachgewiesen werden konnte. In besonders hoher Abundanz findet sich *D. subobscura* allerdings nicht in Weingärten sondern an Waldrändern. Ein direkter Bezug zur Rebe kann ausgeschlossen werden. Die Anzahl der Exemplare beträgt zwar weniger als ein Drittel der *D. suzukii*-Fänge, dafür findet man sie während des gesamten Beobachtungszeitraums. Anfang August war die Art am häufigsten. Wie andere Untersuchungen gezeigt haben, kann man *D. subobscura* sogar im Winter in Fallen finden. Wenn die Außentemperaturen sehr niedrig sind, erlaubt die intensive Pigmentierung eine rasche Aufwärmung des Körpers und vielleicht aus diesem Grunde ist die Spezies sehr dunkel gefärbt (Abb. 37e). Intensive Pigmentierung ist allerdings in der Gattung *Drosophila* nicht selten. Auch *D. obscura, D. tristis* und *D. helvetica*, die alle im Rahmen dieser Untersuchung nachgewiesen werden konnten, sind fast schwarz.

Obwohl nur 66 Individuen gefangen wurden – die meisten in Heiligenbrunn und Rechnitz – ist *Chymomyza amoena* an allen Standorten nachgewiesen worden. *C. amoena* ist ein Neozoon, das ursprünglich aus Nordamerika stammt. Die Art ist offenbar etabliert ohne Schaden zu verursachen. Zwei breite, dunkle Querbänder zieren die Flügel (Abb. 37a). Wegen dieser Zeichnung ist bei sehr grober Betrachtung eine Verwechslung mit *D. suzukii*-Männchen möglich, die allerdings keine Bänder, sondern einen dunklen Fleck auf den Flügeln haben. Auch *Gitona distigma* hat Flecken auf den Flügeln. Sie ist in manchen Ländern ein Schädling an Lauch.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Die nächst-präsentesten Arten (11 Standorte) sind *D. testacea* und *D. phalerata*, die man häufig im Kompost finden kann. *D. immigrans* (10 Standorte) gilt sogar als Kulturfolger, ebenso wie *D. hydei*, wobei Letztere aber nur an vier Standorten gefunden wurde. Auch *D. buschkii* und *D. funebris*, beide nur in Tadten nachgewiesen, sind Kulturfolger.

Scaptomyza pallida ist ebenfalls weit verbreitet und wurde lediglich in Podersdorf und Pöttelsdorf nicht gefunden. Die Art ist saprophag und entwickelt sich in abgestorbenen Pflanzen. Erwähnenswert ist weiters die Gattung Amiota, von der vier Arten gefunden wurden.

Nematoden

Die Bodennematoden wurden bereits im Bericht zur Rebgesundheit besprochen, wobei natürlich Pathogenüberträger im Mittelpunkt standen. Tab. 16 zeigt eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (siehe auch Pathogenbericht).

Tab. 16: *Bodennematoden an den ClimVino-Standorten*

Ordnung	Dorylaimida						andere Dorylaimida	Rhabditida	Mononchida	Tylenchida	
Familie	Longidoridae									Criconematidae	andere
Gattung	*Xiphinema*		*Xiphinema*		*Xiphinema*						
Art	*vuittenezi*		*pachtaicum*		*index*						
Stadium	adult	juvenil	adult	juvenil	adult	juvenil					
Eltendorf				1			1				
Heiligenbrunn							22		2	1	
Moschendorf							2		1		
Welgersdorf											
Rechnitz	4	1					5		2		
Neckenmarkt							2			2	
Deutschkreuz 1			15	2			15		3		
Deutschkreutz 2			7				7		1		1
Pöttelsdorf							3	1			3
Eisenstadt										1	
Großhöflein	3	1					2				
Mörbisch	27	14					1				
Rust							2		3		
Donnerskirchen W	4	5					6				1
Donnerskirchen G	3	1		1	7	3	1		1		
Winden	18	9					2				
Jois	33	11									
Gols	1		2	1			2				
Tadten	4	2					4	1			
St. Andrä											
Podersdorf	24	4					2				
Edelstal	3	4		1			1			1	

Unter den aufgefundenen Nematoden sind die Familien Dorylaimida und Tylenchida wurzelparasitär oder saugen an Pilzhyphen, Mononchida sind räuberisch, leben primär von anderen Nematoden und gelten daher als Nützlinge, Rhabditida ernähren sich überwiegend von Protisten und kleinen

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Mehrzellern. Die Mononchida, im englischsprachigen Raum auch als „Erdtiger“ bezeichnet, sind ökologisch von besonderer Bedeutung, da sie als Räuber auf ein hinreichendes Angebot an Beutetieren, anderen Nematodenarten, angewiesen und damit Anzeiger von Vielfalt sind. Zum Fangen ihrer Beute verfügen sie im Körpervorderende über eine mundförmige Erweiterung (Buccalhöhle) mit recht unterschiedlichen Zahnbildungen, die einerseits für die Bestimmung wichtig sind, aber eigentlich Anpassungen an unterschiedliches Beutespektrum darstellen (Abb. 39b).

Abb. 39b: *Vorderende verschiedener Mononchida mit Buccalhöhle (Mundhöhle) und Zahnbildungen. Die Vertreter dieser Nematodenordnung sind überwiegend räuberisch.*

Mononchida wurden in Heiligenbrunn, Moschendorf, Rechnitz, Deutschkreutz, Rust und Donnerskirchen gefunden.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

10 Die Witterung in den Jahren 2020 und 2021 in der Weinbauregion Burgenland und ihre Bedeutung für die Mehltau-Erstinfektion der Rebe im Frühjahr

Seit Beginn des Jahres 2020 liefern 23 Wetterdatenstationen, aufgestellt in allen Weinbaugebieten des Burgenlandes, mit einer Frequenz von einer Viertelstunde (96 pro Tag bzw. 35.040 pro Jahr) Witterungsdaten zu den wichtigen Klimafaktoren bzw. „meteorologischen Elementen“: Lufttemperatur (°C), Relative Luftfeuchte (%), Blattnässe (%) und Niederschlag (mm). Abb. 1 zeigt die Standorte dieser Stationen.

Weiters liefern sie Prognosemodelle zur Infektion der Rebe mit den Pilzen „Oidium“ oder Echter Mehltau (*Erysiphe necator*: Leotiomycetes), Grauschimmel (*Botrytis cinerea*: Leotiomycetes), sowie dem Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*: Oomycetes). Die Modelle werden zusammen mit den Wetterdaten als Grafik geliefert (beispielhaft in Abb. 40 präsentiert).

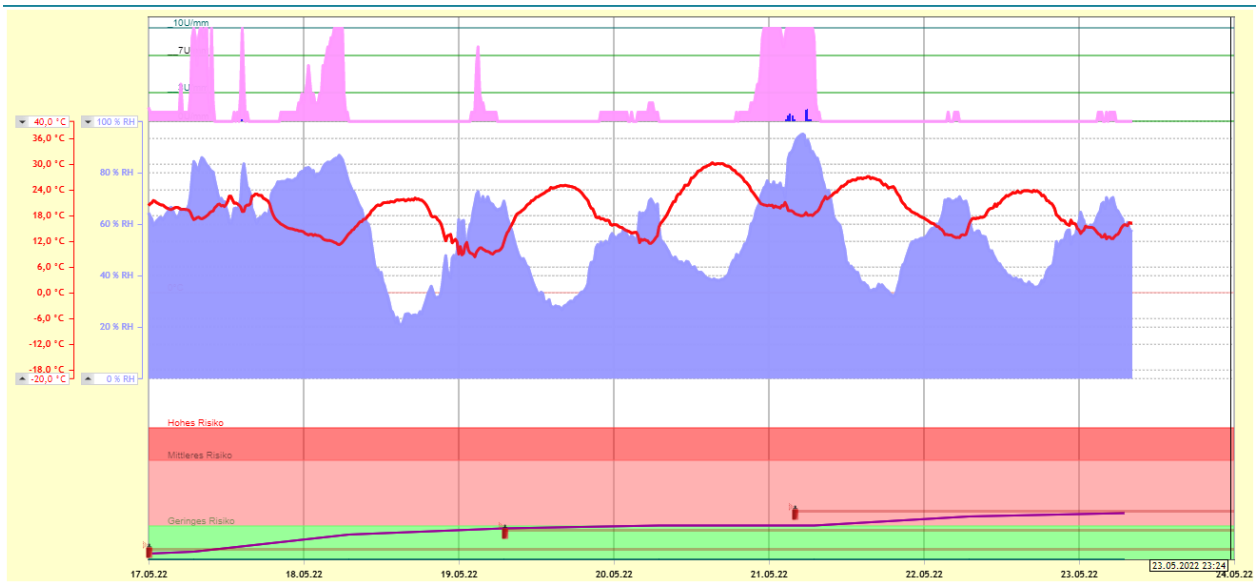


Abb. 40: *Darstellung der Wetterdaten der 12. Kalenderwoche 2022 inklusive Mehltaubefall-Risikobewertung. Wetterdatenstation Donnerskirchen-Goldberg für den angegebenen Zeitraum. Software der Firma Adcon.*

Durch die Verwendung von Wetterdaten und die Risikobewertung eine Infektion mit den Rebpathogenen soll die Häufigkeit von Behandlungsterminen herabgesetzt werden. Ein Vergleich der für die Jahre 2020 und 2021 vollständig vorliegenden Wetterdaten kann Hinweise darauf geben, welche

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

der Standorte besonders anfällig für eine rasche Pathogenentwicklung sind. Eine entsprechende Analyse für 2020 existiert bereits und ist auf unserer ClimVino-Website veröffentlicht worden.

- **Multivariater Vergleich der Witterungsdaten der Stationen**

Die Untersuchung wurde mithilfe eines multivariaten, statistischen Verfahrens, der Hauptkomponentenanalyse (PCA), durchgeführt. Je ähnlicher die Witterung, desto näher liegen die Orte in Abb. 41a und 41b beieinander. Eingangsparameter („Merkmale“) für den multivariaten Vergleich waren Mittlere Lufttemperatur, Niederschlagssumme, Mittlere relative Luftfeuchte und Blattnässe in den acht Monaten März bis Oktober 2021 (insgesamt also 32 Variablen pro Standort bzw. „Objekt“). In dieser Abbildung zeigen die vier Pfeile, die die untersuchten Klimafaktoren (meteorologischen Elemente) repräsentieren, in die Richtung, in die der Faktor zunimmt, wobei diese Darstellung stark vereinfachend ist, weil der Einfluss der Faktoren in den unterschiedlichen Monaten etwas verschieden ist und jeder Pfeil daher eigentlich acht Pfeile repräsentiert, was bei einer sorgfältigen Analyse Berücksichtigung finden muss. Als Folge positiver Korrelation zeigen die Pfeile für „Blattnässe“ und „Relative Luftfeuchte“ in eine ähnliche Richtung.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

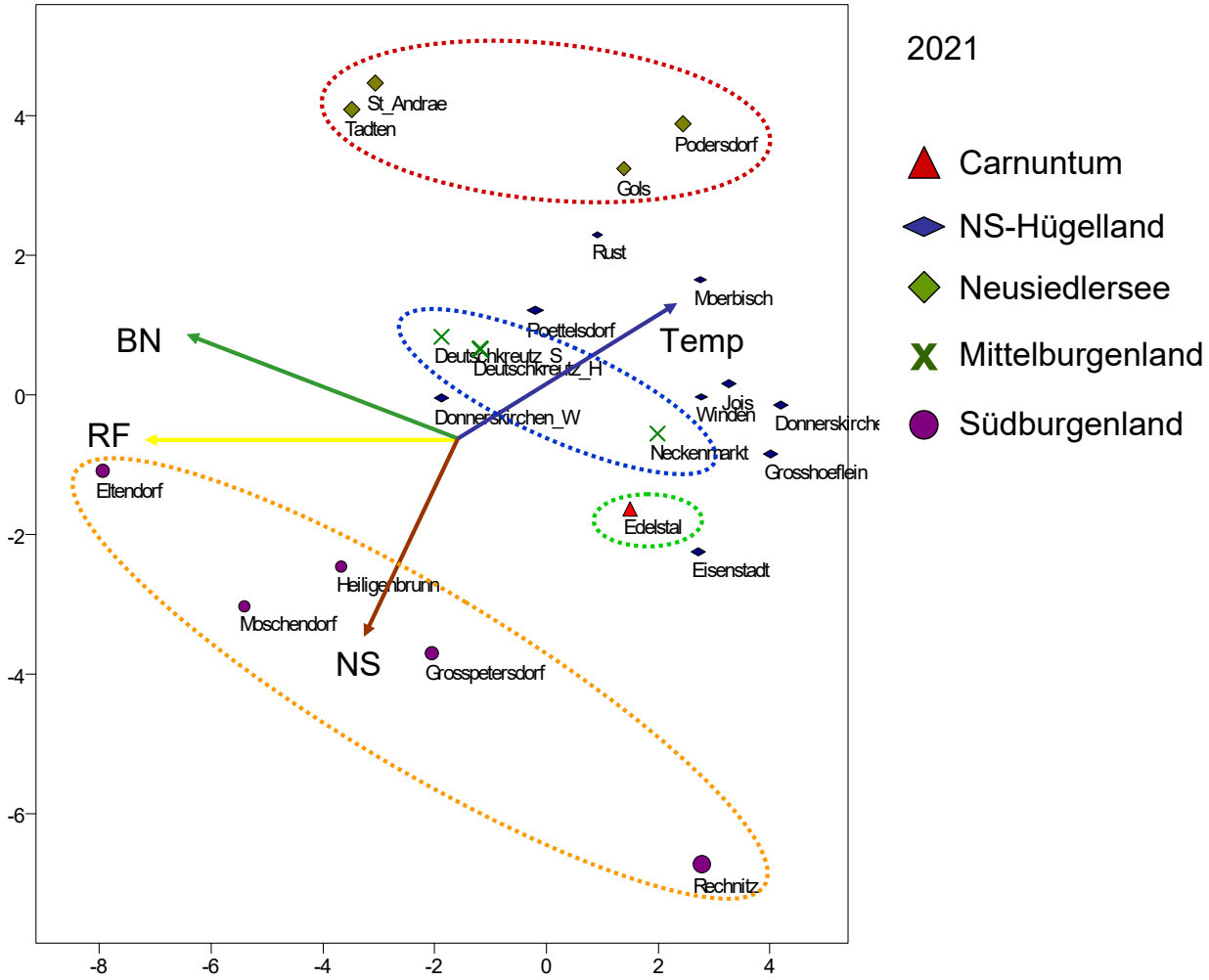


Abb. 41a: *Hauptkomponentenanalyse der Witterungsdaten der Stationen. Ähnliche Daten bedingen einen geringeren Abstand der Standorte in der Grafik. Clusterung der Standorte nach Weinbaugebiet.*

Man erkennt, dass die zweite Hauptkomponente der PCA manche Weinbaugebiete sehr gut trennt, nämlich Neusiedlersee, Mittelburgenland und Südburgenland die in der Reihenfolge in der Abbildung noch dazu ihrer Lage in Nord-Süd-Richtung entsprechen. Für Carnuntum und das klimatisch sehr vielfältige und nicht so einheitliche Weinbaugebiet Neusiedlersee-Hügelland stimmt das aber nicht. Es gibt jedenfalls aus Sicht der lokalen Witterung natürlichere Cluster (Abb. 41b) als die Weinbaugebiete.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

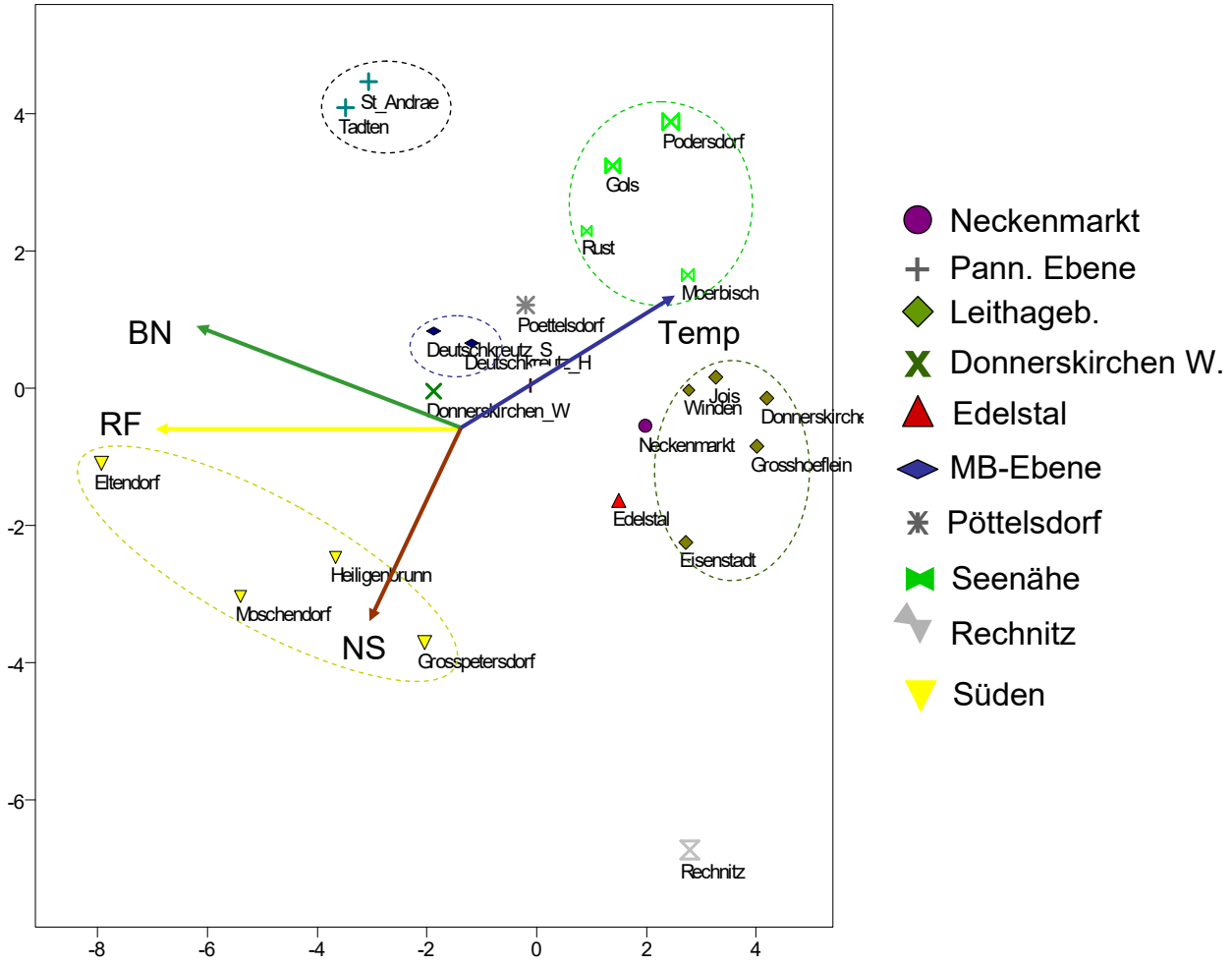


Abb. 41b: *Hauptkomponentenanalyse der Witterungsdaten der Stationen. Ähnliche Daten bedingen einen geringeren Abstand der Standorte in der Grafik. Im Gegensatz zu Abb. 41a ist die Zusammenfassung der Standorte nicht nach Weinbaugebieten erfolgt, sondern nach klimatisch-topolgischen Gesichtspunkten.*

Z. B. sind das die Pannonische Ebene (Tadten, St. Andrä), die sich vor allem durch geringe Niederschlagsmengen auszeichnet, Nähe Neusiedlersee (Podersdorf, Gols, Rust, Mörbisch), geprägt durch hohe Temperaturen bei ebenfalls wenig Niederschlag und Luftfeuchte, Leithagebirgsrand (Jois, Winden, Donnerskirchen-Goldberg, Großhöflein und Eisenstadt), wo die Temperaturen recht hoch sind und die Luftfeuchte trotz etwas mehr Regen niedrig, die Standorte im Umkreis von Deutschkreutz, mit eher mittleren Werten für alle meteorologischen Elemente, sowie die vier südlichsten Wetterdatenstationen (Großpetersdorf, Heiligenbrunn, Moschendorf und Eltendorf), die sich durch

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

verhältnismäßig hohe Niederschlagsmengen auszeichnen und bereits im Einflussgebiet des illyrischen Klimas liegen. Bei Eltendorf ist zusätzlich noch die Luftfeuchte recht hoch. In Rechnitz ist hingegen die Niederschlagsmenge sehr hoch, aber die Luftfeuchte dennoch gering, bei überdurchschnittlichen Lufttemperaturen. Donnerskirchen-Wolfsberg ähnelt den Standorten um Deutschkreutz, die zumindest die Lage in der Ebene gemeinsam haben, Edelstal hingegen Eisenstadt. Letztere sind durch die hügelige Lage verbunden. Neckenmarkt im Mittelburgenland ist durch seine Hanglage ebenfalls ein wärmerer Standort.

- **Einfluss der Klimafaktoren („meteorologischen Elemente“) auf die Standorte**

1) Temperatur

2021 mussten zwei Messfehler berücksichtigt werden (Abb. 42), einerseits falsche Messresultate im März in Podersdorf (geschätzt 1,5°C zu niedrig). Nach der Reparatur zeigte die Wetterstation wieder die korrekten Werte an.

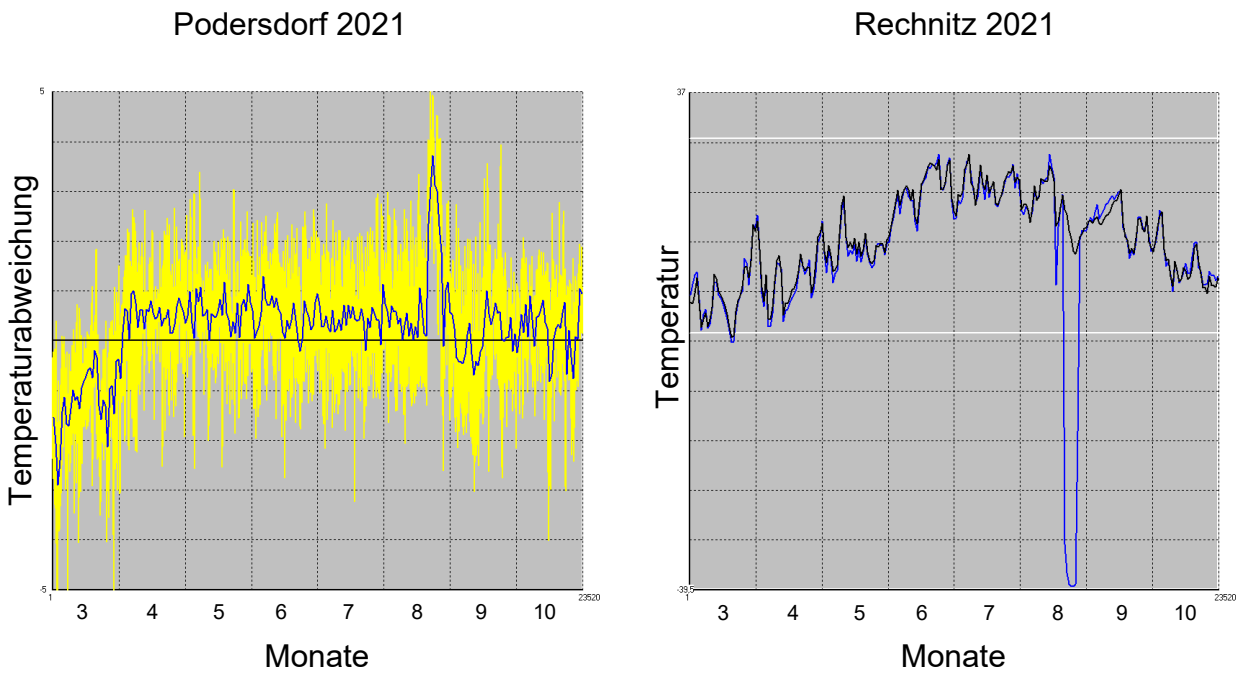


Abb. 42: *zu berücksichtigende Messfehler: links Temperaturabweichung vom Standortsmittelwert (blau: Tageswerte; gelb: Einzelwerte). Rechts: Temperatur in °C. Die weißen Linien geben den Berech von 0°C bis 30°C wieder.*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Die Daten konnten aber beim Errechnen des Monatsmittels nicht im eigentlichen Sinne korrigiert werden, weil der Zeitraum dafür zu lange war. In Rechnitz andererseits wurden im August über einen relativ kurzen Zeitraum Temperaturen von weniger als -35°C wiedergegeben, was ganz offensichtlich nicht der tatsächlichen Temperatur entsprach. Bei der Errechnung des Monatsmittels am Standort wurde dieser Zeitbereich nicht berücksichtigt. Tab. 17 stellt die Monatstemperaturen von März bis Oktober, also jenem Zeitraum, der für die Rebentwicklung besonders relevant ist, dar. Die Standorte sind nach der mittleren Temperatur im gesamten Zeitraum gereiht.

Tab. 17: *Temperaturabweichung der einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 1. März bis 31. Oktober 2021 (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Temperatur-Mittelwert für den Zeitbereich angegeben.*

Standort	3-10	3-10	3	4	5	6	7	8	9	10
Eltendorf	14,3	-0,489	-0,226	-0,304	-0,422	-0,763	-0,562	-0,393	-0,785	-0,995
Moschendorf	14,5	-0,314	-0,086	-0,167	-0,304	-0,631	-0,508	-0,293	-0,444	-0,617
Donnerskirchen_W	14,7	-0,172	-0,14	-0,139	-0,16	-0,323	-0,299	-0,293	-0,366	-0,254
Poettelsdorf	14,7	-0,18	-0,079	-0,173	-0,018	-0,304	-0,472	-0,693	-0,384	0,127
Deutschkreutz_S	14,7	-0,108	-0,359	-0,173	-0,154	-0,18	0,087	-0,293	-0,553	0,132
Rechnitz	14,7	-1,61	0,006	-0,609	-0,633	-0,352	-0,399	0,457	0,455	0,304
Grosspetersdorf	14,77	-0,175	-0,043	-0,228	-0,471	-0,404	-0,239	-0,193	0,106	-0,471
Deutschkreutz_H	14,8	-0,078	-0,074	-0,106	-0,024	-0,174	-0,151	-0,393	-0,455	0,118
Heiligenbrunn	14,8	-0,048	0,173	-0,032	-0,046	-0,265	-0,311	0,007	-0,134	-0,365
St_Andrae	14,9	0,093	-0,192	0,187	0,284	0,101	0,07	0,007	-0,265	-0,031
Tadten	14,9	0,062	-0,178	0,188	0,312	0,161	0,045	0,007	-0,48	-0,158
Eisenstadt	14,9	0,024	0,237	-0,182	-0,185	-0,156	-0,255	-0,193	0,248	0,09
Edelstal	15	0,13	-0,035	-0,202	-0,42	-0,027	0,188	0,307	0,615	0,068
Neckenmarkt	15	0,132	0,274	-0,085	0,038	0,151	-0,057	-0,193	-0,002	0,369
Gols	15,1	0,27	-0,144	0,069	0,265	0,498	0,427	0,207	0,091	0,206
Podersdorf	15,1	0,255	-1,2	0,486	0,577	0,48	0,444	0,407	0,082	0,221
Rust	15,1	0,263	0,158	0,266	0,429	0,375	0,438	0,207	-0,135	-0,252
Grosshoeflein	15,1	0,258	0,347	0,203	0,27	0,099	0,136	0,107	0,208	0,132
Jois	15,2	0,327	0,29	0,064	-0,04	0,315	0,172	0,207	0,656	0,347
Winden	15,3	0,479	0,274	0,251	0,146	0,575	0,531	0,407	0,575	0,448
Donnerskirchen_G	15,3	0,466	0,578	0,364	0,183	0,37	0,304	0,407	0,617	0,364
Moerbisch	15,3	0,414	0,424	0,321	0,375	0,454	0,411	0,207	0,349	0,214
Mittelwert	14,8	14,8	5,73	8,52	13,4	22,1	22,7	19,593	16,9	10,4

Besonders hohe Temperaturen während der gesamten Vegetationsperiode zeigten die meisten Wetterstationen an den südlichen Hängen des **Leithagebirges** und jene, die im Einflussbereich des **Neusiedlersees** gelegen sind. **Mörbisch**, in günstiger Hanglage und in Seenähe, weist besonders hohe Temperaturen auf; im Zeitraum um 0,4°C über dem Stationsdurchschnitt. Die anderen, nahe des Neusiedlersees gelegenen Standorte werden allerdings von den meisten an den Südhängen des

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Leithagebirges befindlichen übertroffen. Ausnahme ist nur die relativ hoch gelegene Station in **Eisenstadt**, die von April bis August sogar unterdurchschnittliche Temperaturen meldete. Sogar die Werte von **Neckenmarkt** (Mittelburgenland) und **Edelstal** (Carnuntum) sind im Durchschnitt im Zeitrahmen etwas höher gewesen. Von April bis August waren die Temperaturen bei den Wetterstationen der **pannonischen Ebene** hoch, aber nicht die restlichen drei Monate; insgesamt waren sie kühler als die bislang besprochenen. **Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach** und **Pöttelsdorf** zeigen geringere Temperaturen als alle anderen Standorte des Nordburgenlandes. **Rechnitz**, **Großpetersdorf**, sowie **Heiligenbrunn** (alle im Südburgenland) und die beiden Standorte um **Deutschkreutz** im Mittelburgenland zeigen vergleichsweise höhere Temperaturen. Die geringsten Temperaturwerte wurden in **Eltendorf** und **Moschendorf** (Südburgenland gemessen).

2) Relative Luftfeuchte

Wie schon Abb. 3 vermuten ließ, ist **Rechnitz** der Ort mit der geringsten relativen Luftfeuchte. Nur der Mai war verhältnismäßig feucht. Die Wetterstation liegt am Südhang des Geschriebensteins, dem mit 884 m höchstem Berg des Burgenlandes.

Tab. 18: *Abweichung der Relativen Luftfeuchte für die einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 01. März bis 31. Oktober 2021 (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Mittelwert der Relativen Luftfeuchte für den Zeitbereich angegeben.*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Standort	3-10	3-10	3	4	5	6	7	8	9	10
Rechnitz	64,5	-3,98	-4,1	-1,83	0,49	-1,14	-1,31	-11,9	-7,51	-4,53
Jois	65,5	-3	-1,59	-0,673	-1,71	-3,42	-3,7	-4,6	-5,15	-3,19
Donnerskirchen_G	65,5	-3,04	-2,42	-2,04	-2,12	-2,93	-3,52	-4,41	-4,2	-2,66
Grosshoeflein	65,7	-2,78	-1,66	-2,37	-3,75	-1,12	-2,27	-3,22	-3,45	-4,33
Podersdorf	65,8	-2,7	1,48	-1,71	-5,72	-4,19	-3,9	-3,15	-1,85	-2,54
Eisenstadt	66,7	-1,75	-1,7	-0,723	-1,67	-1,31	-2	-2,31	-2,67	-1,57
Neckenmarkt	67,3	-1,21	-1,16	-0,917	-1,35	-2,12	-1,32	-0,543	-0,341	-1,95
Moerbisch	67,5	-0,979	-0,401	-1	-2,35	-1,48	-1,43	-0,113	-0,509	-0,557
Poettelsdorf	67,5	-0,979	-0,635	-1,95	-4,12	-0,747	-0,057	1,24	0,612	-2,14
Gols	67,6	-0,897	1,95	1,06	-1,74	-3,49	-3,14	-0,542	-0,198	-1,09
Edelstal	67,8	-0,719	0,541	1,82	2,5	-0,673	-1,92	-2,59	-3,95	-1,5
Winden	67,9	-0,638	0,483	1,1	0,318	-1,54	-1,85	-1,53	-1,2	-0,881
Grosspetersdorf	68,8	0,307	-2,3	-2,76	2,87	1,98	1,55	1,78	-2,49	1,68
Donnerskirchen_W	69,3	0,8	0,763	0,389	0,296	0,963	0,382	0,724	2	0,908
Rust	69,6	1,06	1,93	0,757	-0,819	-0,105	-0,415	1,83	3,54	1,83
Deutschkreutz_H	69,6	1,12	0,8	-0,308	-0,494	0,31	1,22	3,21	3,33	0,908
St_Andrae	69,7	1,23	1,88	1,37	0,38	0,396	1,02	2,09	1,86	0,853
Tadten	71,1	2,65	3,22	2,66	0,799	0,937	2,48	3,32	4,94	2,89
Deutschkreutz_S	71,1	2,64	3,54	1,6	2,2	2,01	1,31	4,56	4,8	1,14
Heiligenbrunn	72	3,5	-0,853	1,88	4,79	4,5	6,19	4,5	2,76	4,21
Eltendorf	73,1	4,61	-0,362	1,3	4,46	6,71	6,28	5,48	5,97	7,03
Moschendorf	73,2	4,74	0,592	2,36	6,75	6,45	6,42	6,17	3,69	5,47
Mittelwert	68,5	68,5	65,1	64,1	70,1	60,2	64,5	73,7	72,2	77,6

Auch die meisten Standorte, die sich am südlichen **Leithahang** befinden, haben eine geringe Luftfeuchte, ebenso wie **Neckenmarkt**, ebenfalls ein Ort mit Hanglage. Auffällig ist der Unterschied zwischen **Jois** und dem deutlich feuchteren **Winden**. Erstaunlich ist dies deshalb, weil nur wenige hundert Meter Luftlinie die Stationen trennen.

Die Standorte in **Neusiedlersee**-Nähe streuen stark, in **Podersdorf** und **Mörbisch** ist die Luft relativ trocken, auch noch in **Gols**, aber nicht in **Rust**. Kleinräumige Bedingungen spielen hier offenbar eine bedeutende Rolle. Die Standorte der **pannonischen Ebene** weisen eine eher hohe Luftfeuchte auf, ebenso wie jene, die sich in der Nähe von **Deutschkreutz** befinden, und erwartungsgemäß die südlichsten: **Heiligenbrunn, Moschendorf** und **Eltendorf**.

3) Blattnässe

Blattnässe und relative Luftfeuchte sind stark korreliert (Abb. 41), trotzdem gibt es aber Unterschiede. Die Standorte mit der größten Blattnässe sind jene der pannonischen Ebene (**Tadten** und **St. Andrä**). Auch **Eltendorf** neigt zu einer überdurchschnittlichen Tendenz zur Bildung von Wasserfilmen auf Oberflächen, nicht aber die anderen südlichen Standorte (**Moschendorf, Großpetersdorf, Heiligenbrunn**).

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Tab. 19: *Abweichung der Blattnässe für die einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 01. März bis 31. Oktober 2021 (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Mittelwert der Blattnässe für den Zeitbereich angegeben.*

Standort	3-10	3-10	3	4	5	6	7	8	9	10
Edelstal	1,29	-0,724	-0,334	0,364	-0,064	-0,323	-0,508	-1,33	-1,67	-1,91
Eisenstadt	1,33	-0,686	-0,309	-0,259	-0,676	-0,802	-0,722	-1,15	-1,25	-0,327
Rechnitz	1,38	-0,633	1,13	0,149	-0,314	-0,596	0,028	-1,62	-1,88	-1,98
Grosshoeflein	1,39	-0,623	-0,412	-0,214	-0,722	-0,393	-0,56	-0,973	-0,951	-0,744
Winden	1,61	-0,399	-0,069	-0,139	-0,178	-0,839	-0,368	-0,316	-0,717	-0,583
Neckenmarkt	1,68	-0,333	-0,526	-0,348	-0,444	-0,609	-0,125	-0,296	0,009	-0,324
Moerbisch	1,7	-0,314	0,058	0,006	0,213	-0,466	-0,338	-0,68	-0,966	-0,355
Rust	1,73	-0,281	-0,517	-0,268	-0,299	-0,329	-0,328	-0,716	-0,429	0,63
Donnerskirchen_G	1,75	-0,268	-0,423	0,007	-0,188	-0,512	-0,443	-0,857	-0,226	0,502
Moschendorf	1,89	-0,127	-0,135	-0,174	0,719	-0,083	0,037	-0,389	-0,842	-0,167
Grosspetersdorf	1,94	-0,071	-0,039	-0,454	0,806	0,134	-0,187	0,314	-0,821	-0,349
Heiligenbrunn	1,94	-0,075	-0,298	-0,124	0,241	-0,187	-0,001	0,433	-0,369	-0,309
Deutschkreutz_S	2,01	-0,003	0,265	-0,021	0,461	-0,037	-0,121	-0,341	0,421	-0,637
Jois	2,02	0,004	0,13	0,354	-0,374	-0,406	-0,22	-0,714	0,179	1,09
Deutschkreutz_H	2,23	0,219	-0,003	-0,243	-0,026	0,335	0,306	0,684	0,784	-0,076
Podersdorf	2,24	0,23	0,251	-0,165	-0,562	0,459	-0,038	0,442	1,17	0,305
Gols	2,32	0,307	0,268	0,372	-0,195	-0,448	-0,313	0,882	0,848	1,03
Poettelsdorf	2,39	0,379	-0,021	-0,147	-0,395	0,4	0,762	1,09	0,947	0,404
Donnerskirchen_W	2,45	0,434	-0,061	0,139	0,307	0,245	0,153	0,424	1,49	0,793
Eltendorf	2,88	0,862	0,028	0,153	0,768	1,33	0,733	1,51	1,26	1,12
Tadten	2,91	0,899	0,557	0,526	0,217	1,18	0,874	1,61	1,4	0,843
St_Andrae	3,21	1,2	0,458	0,487	0,707	1,95	1,38	2	1,59	1,04
Mittelwert	2,01	2,01	1,21	1,44	2,15	1,13	1,28	2,35	2,93	3,59

Mehr als durchschnittliche Blattnässe findet sich auch noch in **Donnerskirchen-Wolfsbrunnbach, Pöttelsdorf** und bei den seenahen Standorten des Ostufers **Gols** und **Podersdorf**. **Deutschkreutz-Steinriegel** und **Jois** am Leithagebirge haben eine durchschnittliche Blattnässe, alle bislang nicht besprochenen eine unterdurchschnittliche. Insbesondere in **Edelstal**, **Eisenstadt**, **Rechnitz** und **Großhöflein** kommt es relativ selten zur Bildung von Wasserfilmen auf Oberflächen.

4) Niederschlag

Die niederschlagreichsten Standorte liegen alle im Südburgenland, nämlich **Eltendorf**, **Heiligenbrunn** und **Rechnitz**. Man erinnere sich, dass Rechnitz der Ort mit der geringsten relativen Luftfeuchte war; die beiden Faktoren korrelieren also erstaunlich wenig.

Tab. 20: *Abweichung der Niederschlagsmenge für die einzelnen Stationen vom Mittelwert aller Wetterstationen für den Zeitraum 1. März bis 31. Oktober 2021 (3-10) bzw. für die einzelnen Monate. In der untersten Zeile ist der Mittelwert der Niederschlagsmenge für den Zeitbereich angegeben.*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Standort	NS_03-10	NS_03-10	NS_03	NS_04	NS_05	NS_06	NS_07	NS_08	NS_09	NS_10
Rust	0,008	-0,006	-0,001	-0,004	-0,006	-0,004	-0,012	-0,002	-0,007	-0,008
St_Andrae	0,01	-0,005	-0,001	-0,01	-0,008	-0,004	-0,009	-0,003	-0,002	0,001
Moerbisch	0,011	-0,003	-0,001	-0,005	-0,006	-0,004	-0,007	0,003	-0,006	0,001
Gols	0,012	-0,002	-0,001	-0,001	-0,006	-0,004	-0,01	0,002	0,001	0,003
Podersdorf	0,012	-0,002	0,001	-0,006	-0,009	0	-0,01	0,003	0	0,002
Tadten	0,013	-0,001	0	-0,001	-0,005	-0,005	-0,004	0,002	0,005	0,003
Edelstal	0,014	0	-0,001	-0,002	-0,001	-0,004	-0,002	-0,002	0,01	0
Jois	0,014	0	-0,001	0,002	-0,003	0,003	-0,004	-0,004	0,001	0
Winden	0,014	0	0	0,005	0,001	0	-0,004	-0,003	0	-0,007
Poettelsdorf	0,014	0	0	-0,004	-0,004	-0,002	0,005	0,011	-0,007	0,003
Moschendorf	0,014	0	0,001	-0,004	0,01	0,008	-0,005	-0,005	-0,001	-0,002
Neckenmarkt	0,015	0,001	0,001	0,003	0,001	-0,003	0	0,004	-0,002	0,002
Deutschkreutz_S	0,015	0,001	-0,001	0,003	-0,003	-0,004	0,006	0,003	-0,003	0,002
Grosspetersdorf	0,015	0,001	0,001	-0,005	0,008	0,011	-0,008	0,004	0,001	-0,004
Donnerskirchen_G	0,016	0,001	0	0,007	0,001	-0,004	0,011	0	0,002	0
Donnerskirchen_W	0,016	0,002	0	0,012	0,005	-0,003	0,008	-0,003	0,001	0
Eisenstadt	0,016	0,002	0	0	0,004	-0,001	0,017	0,002	-0,005	0,002
Grosshoeflein	0,016	0,002	0	-0,001	0,002	-0,002	0,018	0,003	-0,006	0
Deutschkreutz_H	0,016	0,002	-0,001	0,007	-0,004	-0,004	0,015	-0,004	0,003	0,003
Rechnitz	0,016	0,002	0,001	0,004	0,007	0,008	0,002	-0,004	0,001	-0,001
Heiligenbrunn	0,016	0,002	0	0	0,009	0,011	0,001	-0,01	0,005	-0,001
Eltendorf	0,017	0,003	0	0	0,007	0,008	-0,009	0,005	0,01	0,001
Mittelwert	0,014	0,014	0,001	0,012	0,021	0,005	0,025	0,029	0,011	0,008

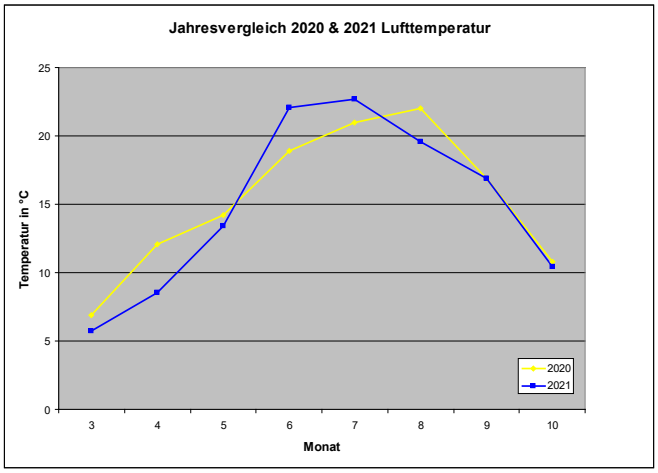
Eisenstadt und **Großhöflein**, aber auch die Standorte der Wetterstationen um **Donnerskirchen** und **Deutschkreutz** können noch als relativ regenreich gelten, ebenso wie **Großpetersdorf** und **Neckenmarkt**. **Edelstal**, **Jois**, **Winden**, **Pöttelsdorf** und **Moschendorf** liegen im Mittelfeld. Vergleichsweise regenarm sind alle Standorte östlich des Neusiedlersees, zusätzlich aber auch **Rust** und **Mörbisch** gewesen. Rust hatte sogar die geringste Menge an Niederschlägen. Man muss allerdings beachten, dass die verwendeten Ombrometer nur bei lotrechter Position perfekt arbeiten, was aber bei der Wetterstation von Rust nicht immer der Fall war.

- **Ein Vergleich der Witterung in den Jahren 2020 und 2021**

1. **Temperatur**

Der Temperaturanstieg war 2021 im Vergleich zum Vorjahr etwas verhaltener, sodass im April 2021 noch Tagesmitteltemperaturen von weniger als 10° erreicht wurden. Im Mai waren die Temperaturen vergleichbar und Juni und Juli 2021 deutlich höher (Abb. 43). Der August war hingegen 2020 wärmer. Die nächsten zwei Monate war der Verlauf dann wieder annähernd einander entsprechend.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349



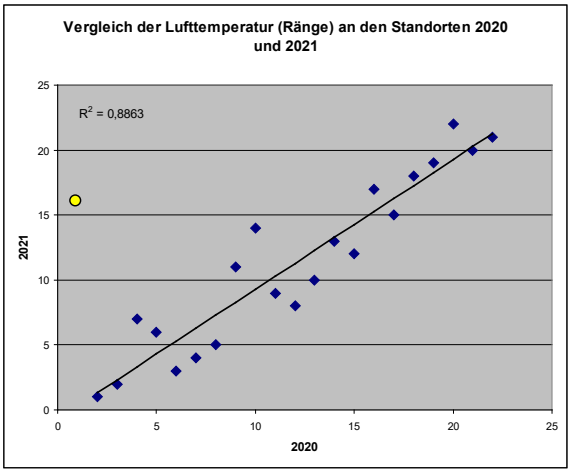


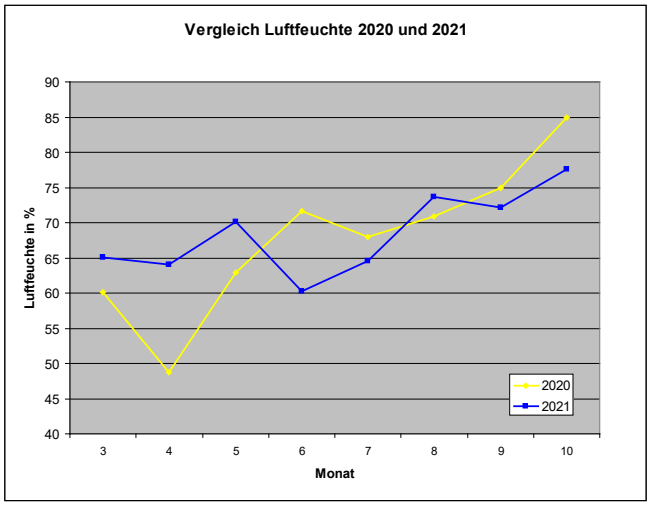
Abb. 43: *Links: Temperaturverlauf 2020 und 2021 (Mittelwert über alle Stationen). Rechts: Temperaturränge der Standorte 2020 und 2021 im Vergleich und Spearmansche Korrelation.*

Wenn man die Standorte wie in Tab. 1 nach der mittleren Temperatur im dargestellten Zeitraum sortiert, erhält man für jeden Standort für 2021 eine Rangzahl. Entsprechend kann man auch für 2020 verfahren und dann die Korrelation bestimmen. Im Falle der Temperatur und den beiden Jahren ist diese sehr hoch (Spearman-Korrelation R=0,94), was bedeutet, dass ein Ort, der 2020 z. B. zu den wärmsten gezählt hat, sich im Folgejahr im Vergleich zu den anderen ebenfalls durch hohe Temperaturen ausgezeichnet hat. Diese hohe Korrelation ergibt sich allerdings nur, wenn man Podersdorf ausschließt (gelber Punkt in der Abb. 43, rechts), was dadurch gerechtfertigt ist, dass hier die Messresultate zwischen März 2020 und März 2021 falsch waren.

2. Relative Luftfeuchte

Im Frühjahr war 2021 die relative Luftfeuchte deutlich höher, erst im Juni kehrte sich der Trend um, d. h. die Luftfeucht war 2021 niedriger. Im Sommer war der Verlauf in den beiden Jahren recht ähnlich, im Oktober waren die Werte 2020 deutlich höher, bei 85% rL. Die Luftfeuchte ist nicht unabhängig von der Temperatur, sondern nimmt bei gleicher Wassermenge mit abnehmender Temperatur zu. Das ist vor allem im Oktober deutlich zu sehen.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349



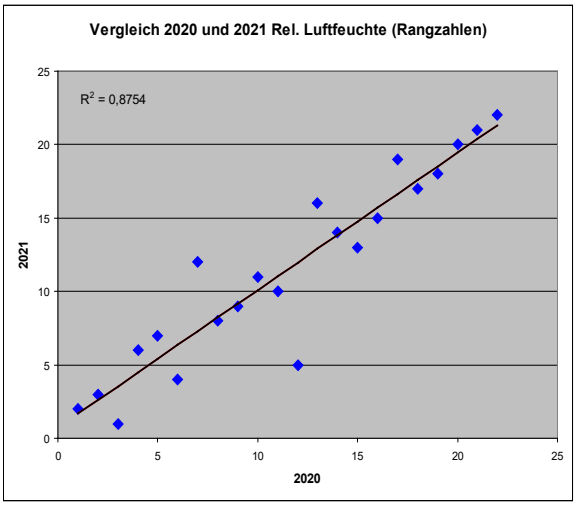
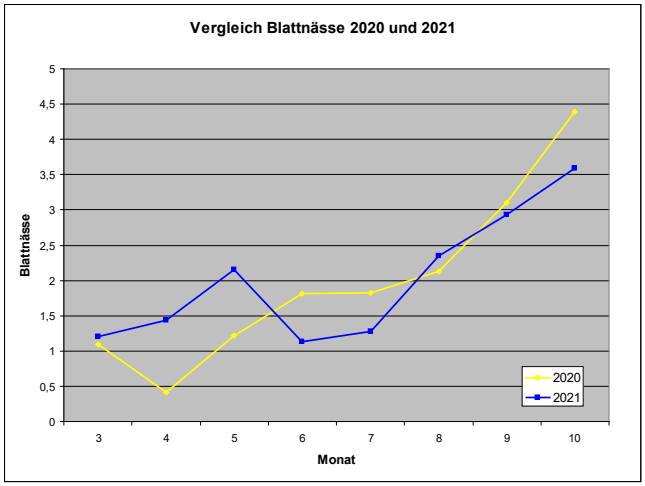


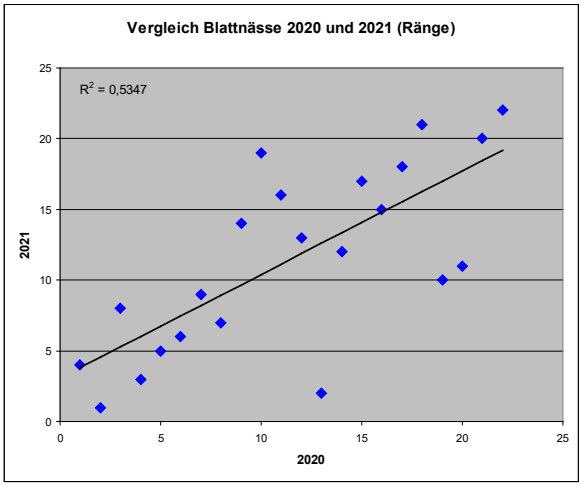
Abb. 44: *Links: Verlauf der relativen Luftfeuchte 2020 und 2021 (Mittelwert über alle Stationen). Rechts: rL-Ränge der Standorte 2020 und 2021 im Vergleich und Spearmansche Korrelation.*

Auch hier ist die Spearmansche Kortrelation zwischen den beiden Jahren mit R=0,936 sehr hoch. Die Luftfeuchte war zumindest über diese beiden Jahre in relativer Hinsicht ein stabiler Faktor. Es ist also gerechtfertigt, von einem Standort zu behaupten, er sei z. B. relativ warm oder weise eine relativ hohe Luftfeuchte auf.

3. Blattnässe

Der Verlauf der Blattnässe vergleichend für 2020 und 2021 dargestellt entspricht im Zeitraum März bis Oktober des Jahres qualitativ völlig dem der relativen Luftfeuchte, was natürlich auch physikalisch zu erwarten ist. Je höher die relative Luftfeuchte, desto höher die Tendenz des Wassers sich an Oberflächen abzuscheiden, insbesondere wenn die Flächen kühler sind als die Umgebung.





Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 45: *Links: Verlauf der Blattnässe 2020 und 2021 (Mittelwert über alle Stationen). Rechts: Rangbildung aller Standorte nach Blattnässe für 2020 und 2021 im Vergleich und Spearmansche Korrelation.*

Ein wesentlicher Unterschied zur relativen Luftfeuchte ist allerdings die bedeutend geringere Korrelation zwischen den Jahren bei der Blattnässe. Der Spearmansche Korrelationskoeffizient beträgt hier nur 0,73. Das bedeutet, dass sich die Blattnässe an einem Standort im Durchschnitt in den beiden Jahren recht verschieden verhalten hat.

4. Niederschlag

Im Frühjahr zeigt der Niederschlagsverlauf noch eine gewisse Ähnlichkeit zu dem der relativen Luftfeuchte, wenn man den Aspekt des Jahresunterschieds besonders im Auge hat.

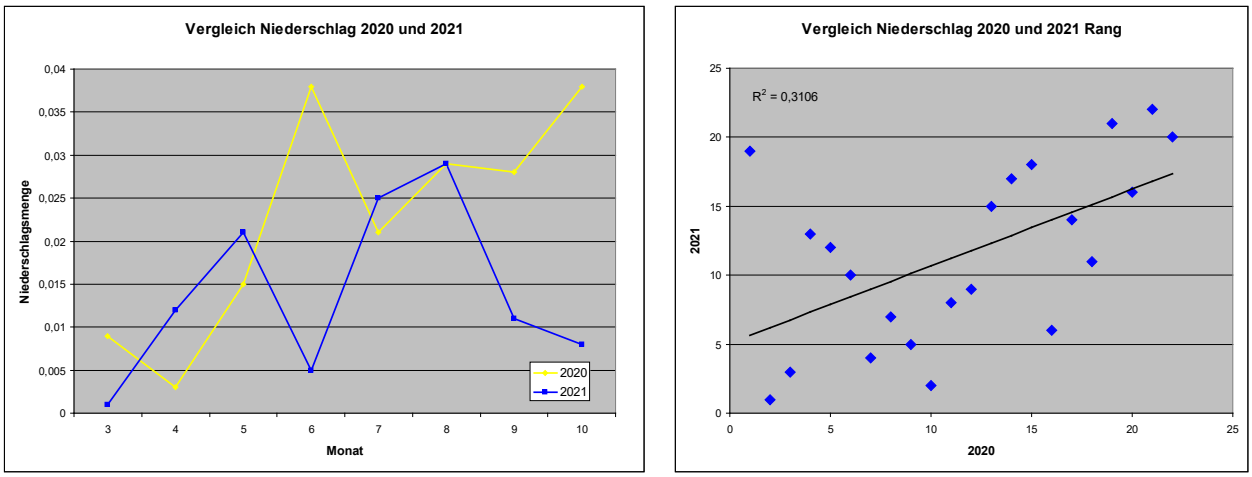


Abb. 46: *Links: Verlauf der Niederschlagsmenge 2020 und 2021 (Mittelwert über alle Stationen). Rechts: Rangbildung aller Standorte nach dem Niederschlag für 2020 und 2021 im Vergleich und Spearmansche Korrelation.*

Danach ist das allerdings nicht mehr der Fall. Die Regenmenge war 2021 im April und insbesondere im Mai höher als im Vorjahr, war dann aber im Juni sehr gering, während dieser Monat 2020 sehr niederschlagsreich war. Juli und August waren diesbezüglich ähnlich, aber ab September klappt die Schere auf, d. h. 2021 war die Regenmenge gering, während sie 2020 im Oktober wieder das Niveau vom Juni des gleichen Jahres erreicht hatte.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Beim Niederschlag ist die Spearmansche Korrelation zwischen den Jahren mit 0,55 sehr gering, d. h. ein Standort kann nicht über beide Jahre als z. B. relativ regenreich bezeichnet werden; zumindest gilt das für viele der Untersuchungsorte (Abb. 46).

Zusammenfassend kann man sagen, dass Temperatur und relative Luftfeuchte zur Charakterisierung des Standortes beitragen können, während dies für die anderen beiden Klimafaktoren viel weniger gilt. Natürlich muss diese Vermutung über viele Jahre hinweg untersucht werden, zwei sind dafür zu wenig.

- **Das Modell (Caffi et al. 2010) zur primären Mehltauinfektion der Rebe – Beschreibung und Kritik**

Wie bereits erwähnt liefern die Wetterstationen nicht nur Daten zur lokalen Witterung sondern auch den Output von Modellen zur Bewertung des Witterungseinflusses auf die Ausbreitung bestimmter Pathogene. Einer davon ist *Erysiphe necator*, der Echte Mehltau, benannt nach dem weißen Myzel auf befallenen Blättern und Beeren. Die Expertenmodelle, die die zentrale Software verwendet, gehen dabei einerseits auf Walter K. Kast (Kast-OiDiag-Modell, 1997) zurück, andererseits auf W. D. Gubler und C. Thomas, 2000.

Die Anfälligkeit hängt nicht nur vom Pathogen, sondern auch von der Rebentwicklung ab und ist in der Phase der Gescheinsstreckung, bis die Beeren Schrotkorngröße erreichen, besonders hoch. Eine gute Beurteilung des Schädigungspotentials setzt also auch eine Analyse der Rebphänologie voraus.

Kast geht davon aus, dass die Überwinterung des Pathogens überwiegend in den Rebknospen erfolgt, deren Besiedlung bereits im Mai des Vorjahres beginnt. Die Primärinfektion soll daher durch „Zeigertriebe“, die mit Myzel überwachsen sind, bzw. durch auf asexuellem Wege gebildete Sporen („Sprossungsketten“) erfolgen.

Nach 2000 setzte sich allerdings zunehmend die Erkenntnis durch, dass die Primärinfektion überwiegend durch Ascosporen bewirkt wird, die in Fruchtkörpern (Kleistothezien) überwintern. Sie werden hauptsächlich, wenn auch keineswegs ausschließlich, im Herbst gebildet, wobei unterschiedliche Auffassungen darüber existieren, ob sich der Zeitpunkt der Bildung auf jenen der Ascosporenfreisetzung auswirkt (Caffi et al. 2010 versus Moyer et al. 2014). Während sie reifen, verfärben sie sich von gelblich zu dunkelbraun. Die Kleistothezien lösen sich vom Myzel und produzieren hakenförmige Anhänge. Diejenigen, die auf Rinde landen, haben größere Überlebenschancen als auf Boden oder abgefallenen Blättern befindliche. Im Frühjahr werden die gereiften Ascosporen freigesetzt und können nun junges Rebgewebe infizieren. Dass OiDiag und andere Modelle diesen Prozess ignorieren, kann natürlich negative Konsequenzen für die Prognose der Primärinfektion haben. Ein Modell, das hier die fehlende Information liefern könnte, wurde 2010 von

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Caffi et al. entwickelt und von uns nun im Rahmen dieses Projektes zusätzlich etabliert, um sein Verhalten unter den hiesigen Witterungsbedingungen studieren zu können. Zusätzlich wurde noch ein alternatives Modell gestaltet, das sich aus der Kritik an Caffi et al. 2010 ergeben hat.

Das Modell setzt zunächst den Pool der nach dem Überwintern vorhandenen Kleistothezien auf den Wert eins (= Maximalwert). Die Anzahl der Sporenträger ist z. B. nach milden, feuchten Wintern höher, aber Caffi et al. 2010 gehen darauf nicht näher ein. Der erste Schritt, der einer Modellierung bedarf, ist die Ascosporenreifung. Sie erfolgt nach und nach und der Reifungsprozess wird von den Autoren durch eine Sättigungsfunktion, die Gompertz-Funktion, beschrieben, d. h. letztlich sind alle Sporen reif und für die Freisetzung bereit. Die Gompertz-Funktion hat die Gestalt:

1. $$y = \alpha e^{-\beta e^{-\gamma x}}$$

Dabei sind α, β und γ Konstanten mit folgenden Werten:

$\alpha = 1$;

$\beta = 1{,}95 \pm 0{,}188$;

$\gamma = 0{,}0191 \pm 0{,}00293$.

Die Zielgröße y ist der Ascosporenanteil, der für die Freisetzung bereit ist. Die zweite Variable, x, errechnet sich aus den „Gradtagen (10° oder mehr)“:

2. $$x = \sum_{doy(b)}^{t} (T_t - 10)$$

Die Schrittweite Δt ist ein Tag, T_t ist die mittlere Tagestemperatur. Die Summierung wird nur dann ausgeführt, wenn $T_t > 10°C$. Abb. 47 zeigt für den Standort Edelstal und das Jahr 2020 für die ersten sieben Monate, welche Tage diese Bedingung erfüllen.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

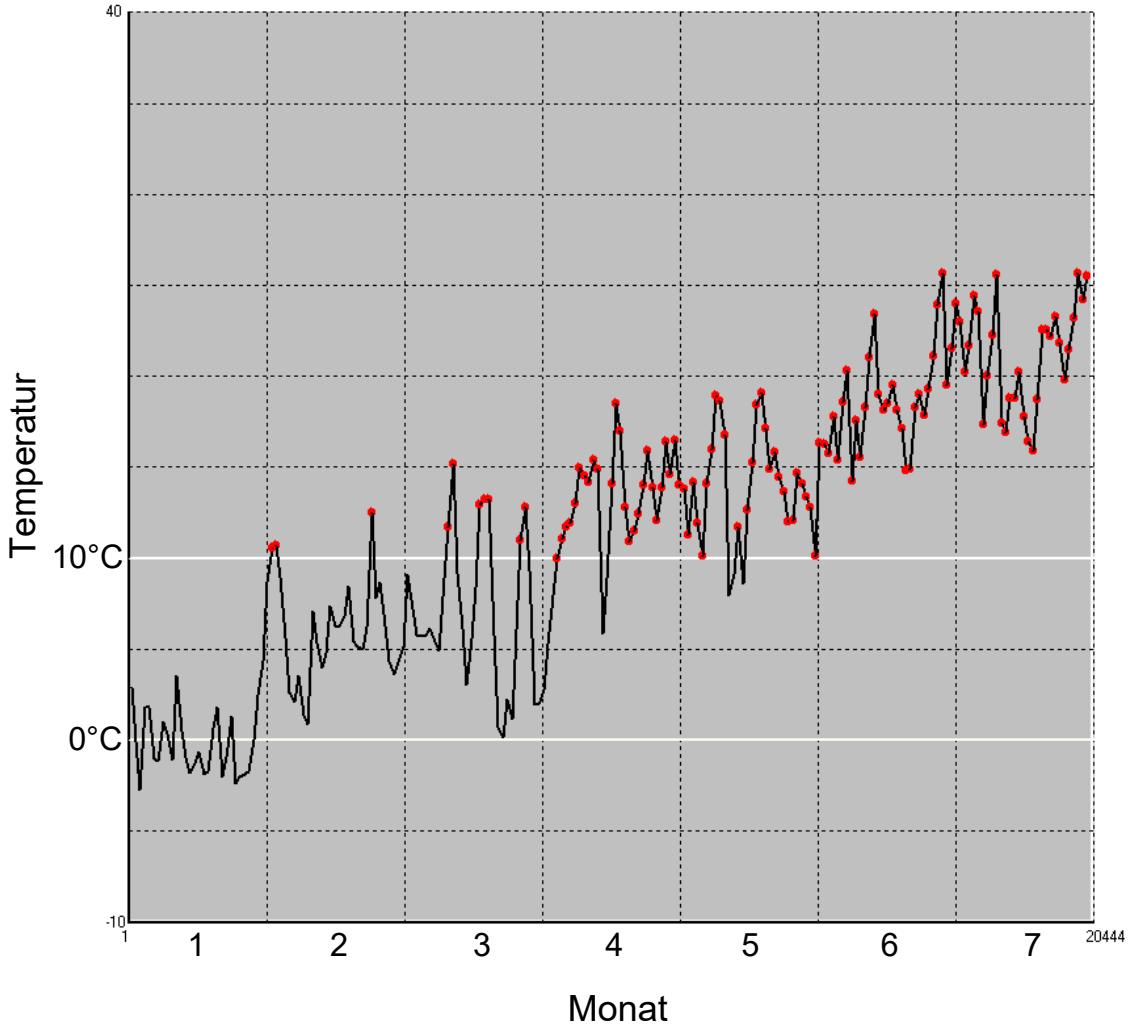


Abb. 47: *Tageslufttemperatur und Gradtage (10° oder mehr), rot markiert, für Edelstal 2020.*

doy(b) bedeutet „Day of Year (Budbreak)“, also der Tag des Jahres, an dem der Knospenaufbruch (BBCH-Stadium 7) bei der Rebe am Standort stattfindet. Die Autoren geben keine Begründung dafür, warum sie erst ab Knospenaufbruch zu zählen beginnen, aber es gibt insofern einen mathematischen Grund, als die Gompertz-Funktion, wenn man sie als Sättigungsfunktion verwendet, einen großen Nachteil hat: y nähert sich erst bei negativem x dem Nullwert. Daher kann die Zählung nicht mit Jahresanfang doy(0) beginnen, eine Nullpunktsverschiebung ist erforderlich, sodass nunmehr gilt, dass t=0 für doy(b). doy(0) wird damit negativ. Warum allerdings doy(b) verwendet wird, eine Größe, die zwar bedeutend für die Rebe ist, aber mit der Ascosporenreifung nichts zu tun hat, bleibt unerklärt. In Abb. 7 wäre doy(b) Mitte April und bis dahin würden die Gradtage (10° oder mehr) gar nicht gezählt

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

(im Alternativmodell ändern wir das; wir legen den Nullpunkt zunächst willkürlich für alle Standorte mit 15.04. fest, zählen aber die Gradtage [10° oder mehr] von Jahresbeginn an). Für das Modell Caffi et al. 2010 folgt jedenfalls, dass für doy(b), x=0 (Gl. 2) und daraus wiederum folgt:

3. $$y_{doy(b)} = \alpha e^{-\beta}$$

Konkret bedeutet das, dass laut Modell am Tag des Knospenaufbruchs stets 14% der Sporen für die Freisetzung bereit sind. Das ist natürlich unrealistisch und nach Moyer 2014 auch kein unbedeutender Fehler. Laut deren Untersuchungen sind im Staat New York manchmal zum doy(b) bereits mehr als 50% der Ascosporen freigesetzt. Um das Ausmaß des Fehlers unter den hiesigen klimatischen Bedingungen abschätzen zu können, haben wir auch das Modell Moyer et al. 2014 für dieses Projekt adaptiert.

Indem wir den Anteil der gereiften Ascosporen y kennen, könnten wir unmittelbar zur Ascosporen-Freisetzungsrate weitergehen. Caffi et al. 2010 setzen allerdings noch einen Zwischenschritt. Sie behaupten zunächst, dass sich die tägliche Ascosporenreifung aus der Ableitung von y ergibt:

4. $$y' = \beta\gamma e^{-\gamma x} y$$

Sie errechnen nun weiters die Anzahl z der reifen Ascosporen, die für die Freisetzung bereit sind, durch Summenbildung:

5. $$z = \sum_{doy(b)}^{t} y'(t)$$

Diese Vorgehensweise erscheint uns schwer nachvollziehbar. Für stetige Funktionen sind Ableitung und Integral zueinander inverse Funktionen, für diskrete Differenzen- und Summenbildung. Man kann also die tägliche Ascosporenreifung auch errechnen, indem man die Differenz y_{t+1}-y_t bildet. Summiert man diese Werte bis zu einem gewissen Tag, erhält man allerdings wieder y für diesen. Die Vorgehensweise ist also nicht sinnvoll und wird unserer Auffassung auch nicht sinnvoller, wenn man Ableitung (statt Differenz) mit Summenbildung (statt Integral) kombiniert (im alternativen Modell lassen wir daher diesen Schritt [Gl. 5] aus). Dass Gl. 5 in diesem Fall ebenfalls mit doy(b) beginnt, wird wieder nicht begründet. Es ist aber natürlich klar, dass zumindest die Infektion erst beginnen kann, wenn zugängliches Rebgewebe vorhanden ist.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Das Modell fährt fort, indem es die tägliche Ascosporen-Freisetzungsrate u nach Gl. 6 berechnet,

6. $$u = 1 - \delta e^{-\varepsilon T_t^2 B_t}$$

falls die Tagesmitteltemperatur zwischen 4°C und 30°C liegt und zudem die Tagesniederschlagssumme zumindest 2mm erreicht. Abb. 10 zeigt, an welchen Tagen dies in Edelstal 2020 in den ersten sieben Monaten der Fall war. Sonst gilt u=0, d.h. es werden keine Sporen freigesetzt. T_t ist wieder die Temperatur am Tag t und B_t die Anzahl der Stunden mit Blattnässe größer null am Tag t. Die Werte für die Konstanten sind:

$\delta = 0{,}969 \pm 0{,}024$

$\varepsilon = 0{,}0004 \pm 0{,}00003$

Im Originalmodell ändert die Anzahl der freigesetzten Ascosporen (Summe über u) nichts am Ascosporenanteil y, der für die Freisetzung bereit ist. Unserer Auffassung nach stehen die freigesetzten Ascosporen dem Pool nicht mehr zur Verfügung und es muss daher im Alternativmodell eine entsprechende Rückwirkung zur Verminderung des Pools geben.

Der nächste Schritt ist die Berechnung der Ascosporen v auf Rebgewebe:

7. $$v = uz$$

Im Alternativmodell existiert z nicht, weshalb dort statt Gl. 7 v=uy gilt.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

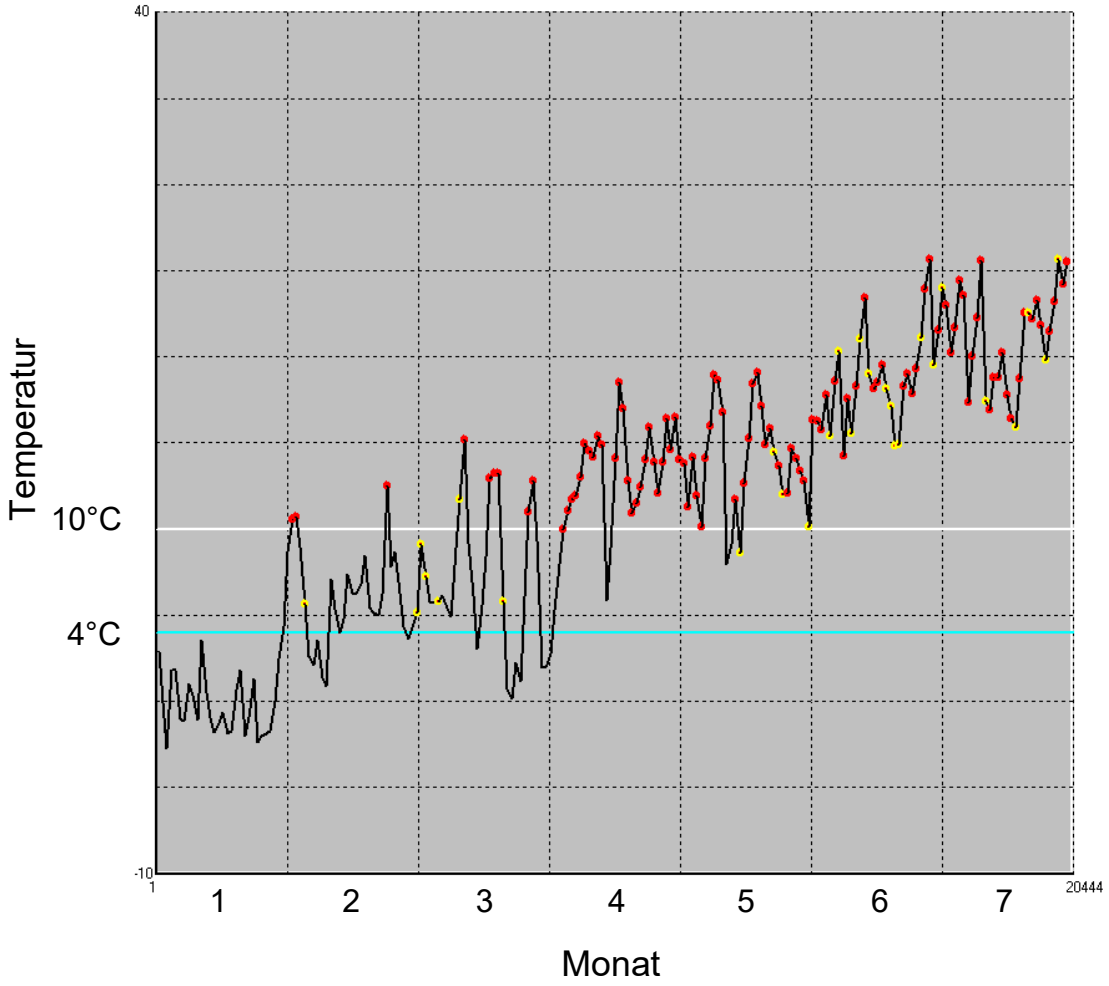


Abb. 48: *Gelb hervorgehoben: Tage mit mittlerer Lufttemperatur größer 4°C und einer Niederschlagssumme von wenigstens 2 mm (Edelstal 2020).*

Die folgenden Verlaufsschritte werden im Alternativmodell unverändert übernommen, sodass es hier ausreicht, bezüglich dieser auf die Literaturquelle zu verweisen (Caffi et al. 2010).

Von der von Temperatur und der relativen Luftfeuchte abhängigen Infektionsrate (Sporenkeimungsrate), sowie von v wird auf den Anteil der myzelbildenden („Kolonie formenden“) Ascosporen rückgeschlossen. Die keimenden Sporen bilden nun Apressorien und nach einer temperaturabhängigen „Latenzphase“ vegetative Sporen für die Sekundärinfektion. Bereits zum Zeitpunkt des Vorhandenseins von keimenden Sporen und der Apressorienbildung (oder jedenfalls kurz danach) ist es notwendig, eine Pflanzenschutzmittelbehandlung durchzuführen, sodass wir zu diesem

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Zeitpunkt die Umsetzung des Modells von Caffi et al. 2010 und auch die der Alternative abschließen und die Latenzzeit nicht mehr berechnen.

Wir können nunmehr (2022) die Modelle für unterschiedliche Modi der Primärinfektion vergleichen und an ausgewählten Standorten die Ergebnisse empirisch überprüfen. Leider ist im Projekt eine behandlungsfreie Kontrolle nicht vorgesehen, sodass eine systematische, standortsspezifische Überprüfung der Modellaussagen nicht möglich ist.

Im Anhang werden nun die Modellaussagen ausgewählter Standorte für die Jahre 2020 und 2021 grafisch dargestellt. Aufgrund des Frühjahrs-Lockdowns 2020 muss doy(b) für dieses Jahr geschätzt werden, was aufgrund der nachfolgenden Daten einigermaßen gut möglich ist (näheres dazu bei der Phänologiebeschreibung). doy(b) wird folgendermaßen definiert: erster Tag jener Kalenderwoche, in der erstmals im Jahr zumindest 20% BBCH-Stadium 7 erreicht oder überschritten haben. Caffi et al. 2010 geben diesbezüglich keine genauere Definition.

Im Anhang wird dargestellt, welche Resultate die Modelle für 2020 und 2021 liefern (Abb. 49 für Edelstal, Abb. 50 für Mörbisch). Entscheidend sind die gelben Peaks, die die keimenden Ascosporen, die anschließend auf Rebgewebe Myzel bilden, repräsentieren sollen. Nach Caffi et al. 2010 beginnt die Primärinfektion in **Edelstal** Mitte Mai und setzt sich dann fort, mit einem besonders hohen Risiko um Mitte Juni. Das Alternativmodell sieht ebenfalls Mitte Mai den Beginn des Primärinfektionsrisikos, mit einem Maximum kurz darauf und dem völligen Abklingen der Primärinfektion Mitte Juni. Im Folgejahr sehen beide Modelle schon Anfang Mai ein Primärinfektionsrisiko, das den ganzen Monat über bestehen bleibt. Im Juni ist kein Risiko gegeben, dafür aber im Juli, in höherem Ausmaß als im Mai. Das Modell von Moyes liefert die Behauptung, dass in beiden Jahren zum Zeitpunkt des Knospenaufbruchs bereits etwa 40% der Ascosporen freigesetzt worden sind.

Nach Caffi et al. 2010 besteht in **Mörbisch** im Jahr 2020 ab Mitte Mai ein kontinuierliches Primärinfektionsrisko, während es nach dem Alternativmodell bereits nach dem dritten Quartal des Mais wieder abklingt und bis Mitte Juni nicht mehr vorhanden ist. 2021 liefern beide Modelle wieder ein erhöhtes Risiko für Mai und Juli, nicht jedoch für Juni. Nach Moyes et al. 2014 sind hier zum Zeitpunkt des Knospenaufbruchs in beiden Jahren erst 25% der Ascosporen freigesetzt.

Anhang (Abb. 49 und Abb. 50)

Legende für die Modelle Caffi et al. 2010 und „Alternativ“:

Rote Linie: Proportion der Ascosporen, die bereit zur Freisetzung sind (0-1).

Weiße Linie: Ascosporen in Kleistothecien (0-1).

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Blaue Linie: Ascosporen auf Rebgewebe (0-1).

Gelbe Linie: Keimende Ascosporen (Myzelbildend).

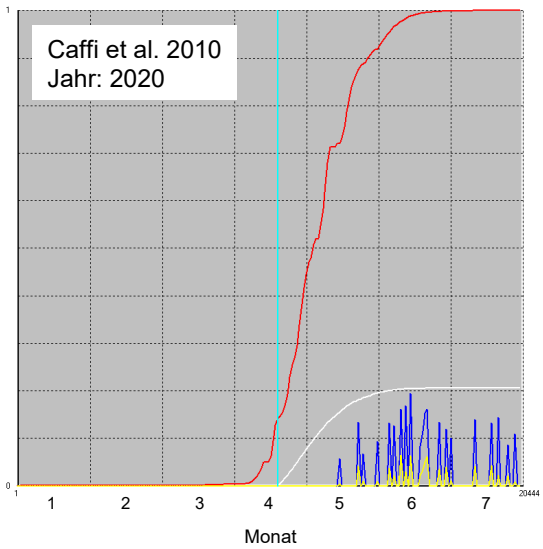
Aqua: Tag des Knospenaufbruchs im Modell Caffi et al. 2010; „Nullpunkt“ im Alternativmodell.

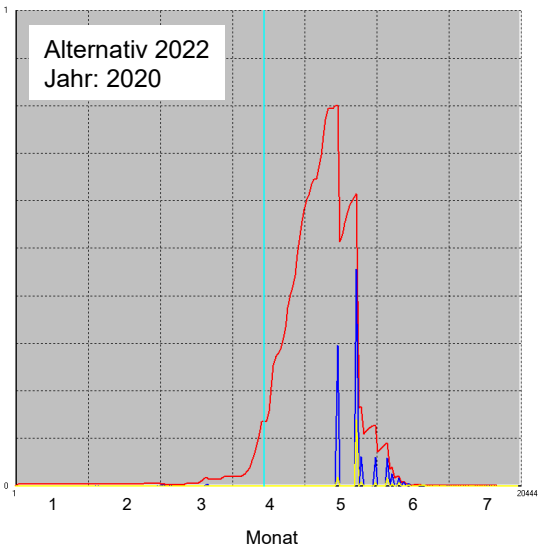
Legende für das Modell von Moyes et al. 2014

Gelbe Linie: Anteil Ascosporenfreisetzung (0-1; nicht wie fälschlich im Artikel behauptet 0-100)

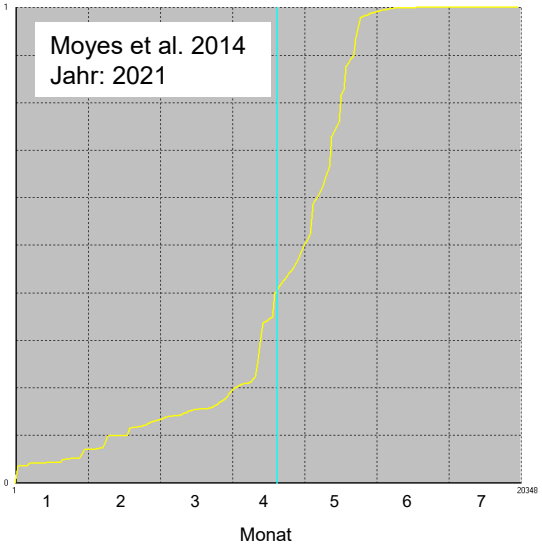
Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

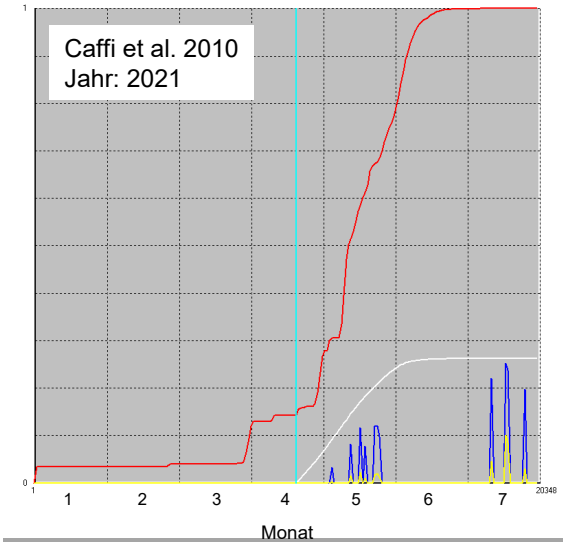
Edelstal


Caffi et al. 2010
Jahr: 2020
Monat


Alternativ 2022
Jahr: 2020
Monat

Moyes et al. 2014
Jahr: 2020
Monat


Moyes et al. 2014
Jahr: 2021
Monat


Caffi et al. 2010
Jahr: 2021
Monat

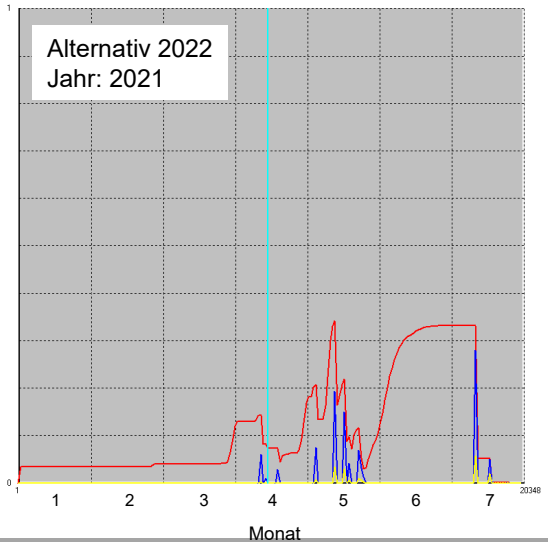
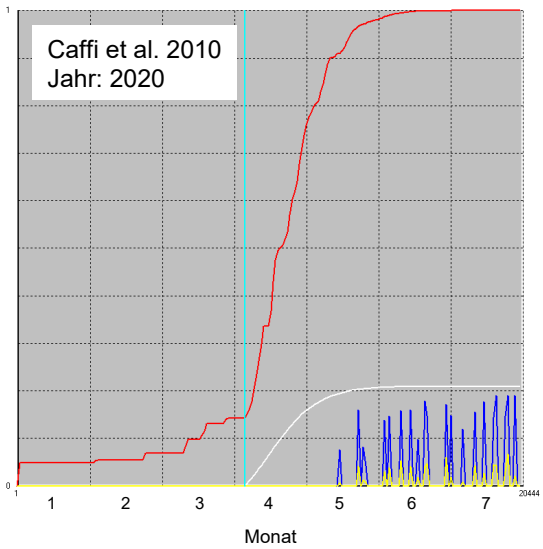
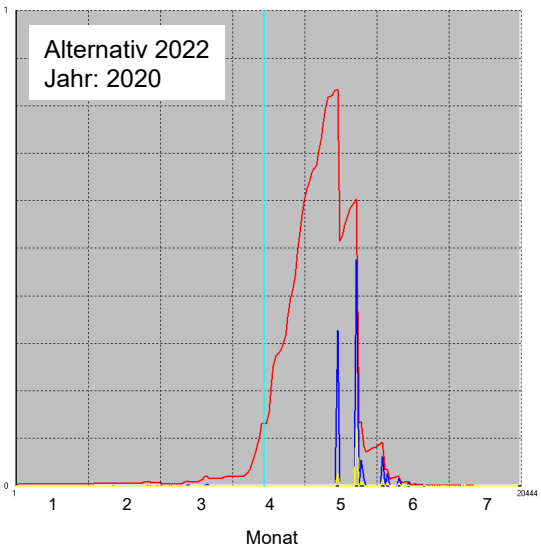

Alternativ 2022
Jahr: 2021
Monat

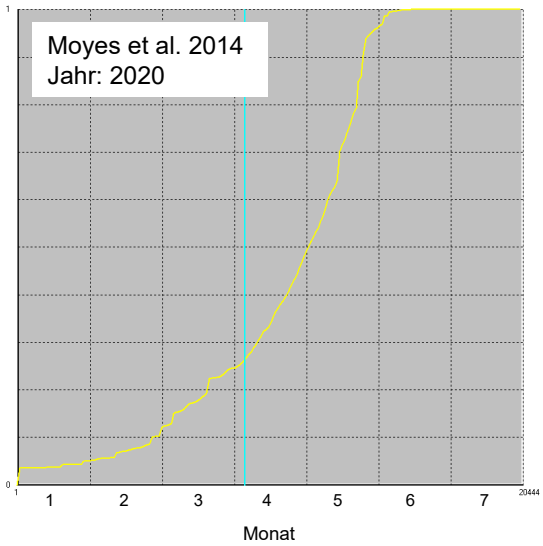
Abb. 49: *Modellresultate Edelstal 2020 und 2021.*

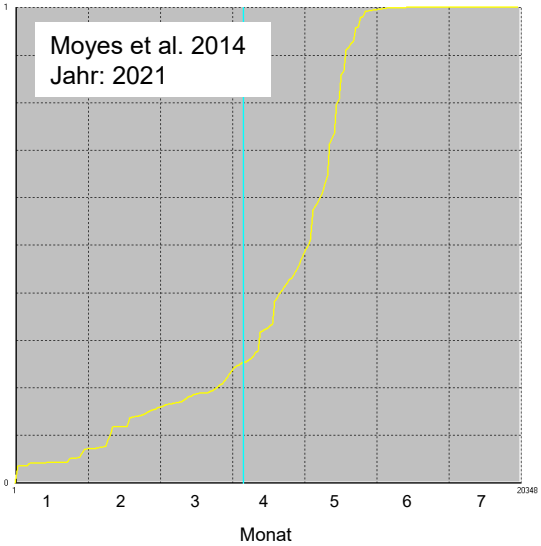
Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

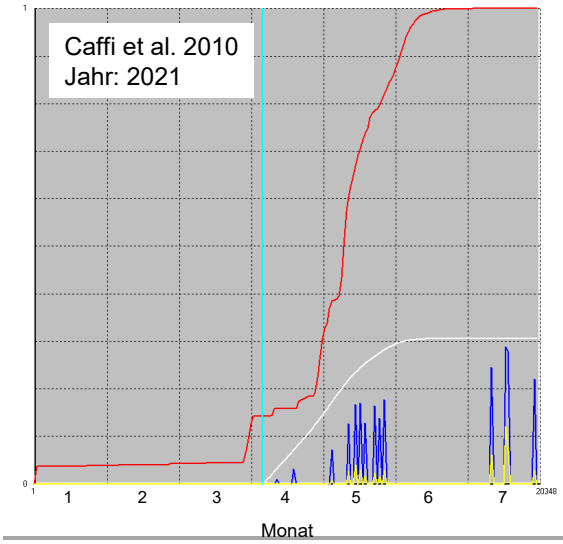
Mörbisch


Caffi et al. 2010
Jahr: 2020
Monat


Alternativ 2022
Jahr: 2020
Monat


Moyes et al. 2014
Jahr: 2020
Monat


Moyes et al. 2014
Jahr: 2021
Monat


Caffi et al. 2010
Jahr: 2021
Monat

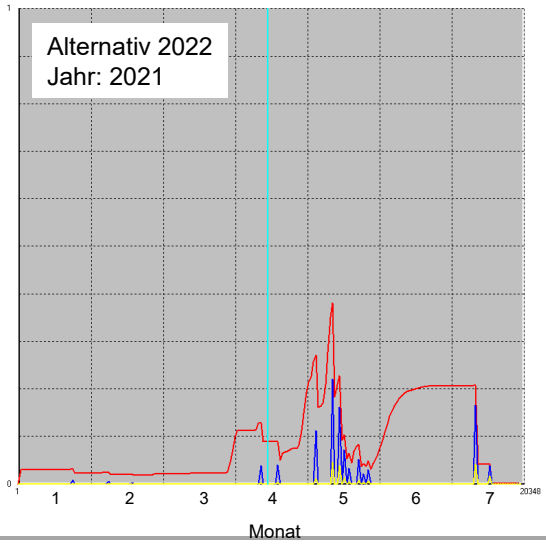

Alternativ 2022
Jahr: 2021
Monat

Abb. 50: *Modellresultate Mörbisch 2020 und 2021.*

11 Eignung von Multispektralaufnahmen (UV, Sichtbar, IR) zur Früherkennung von Reberkrankungen und Stressreaktionen von Reben im Weingarten

Ziel dieser Untersuchung ist es, die Eignung von Multispektralaufnahmen für eine Früherkennung von Reberkrankungen oder Stressreaktionen der Rebe zu untersuchen. „Früh“ definiert sich dabei als Wahrnehmung einer Schädigung, bevor dies im sichtbaren Spektrum möglich ist. Die Ausgangshypothese ist, dass es durch Erkrankung oder Stress zu einer subtilen Blattverfärbung kommt, etwa durch Zerstörung von Chlorophyll, das ihm IR-Bereich sehr stark reflektiert, oder anderen Farbpigmenten, bzw. deren Abbau. Mangold et al. 2013 schreiben dazu: „Because the difference of vegetation reflectance at VIS (visible) and NIR (near infrared) wavelengths depends strongly on chlorophyll content and plant health, it is readily possible to use red and NIR images to distinguish between healthy and unhealthy vegetation – even before such differences become apparent by eye. In fact, this method is used widely in the satellite remote sensing community to estimate vegetation health or crop water content, and to distinguish between vegetation and other land cover.“ In dieser Arbeit geht es allerdings um die Stress-Früherkennung bei einzelnen Pflanzen und auch um eine Quantifizierung bzw. eine Feststellung der Effizienz dieser Methode.

Wir haben dabei auf ein Verfahren gesetzt, das bereits bei der Entschlüsselung des Archimedes-Palimpsests erfolgreich zur Anwendung kam. Um den ursprünglichen Text wieder sichtbar zu machen, wurde eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) durchgeführt, ebenso wie im vorliegenden Beitrag. Als Quelle dienen hier Multispektralbilder wie z.B. Abb. 51.1, die mit einer Kamera aufgenommen worden waren, aus der jener Filter entfernt wurde, der lediglich sichtbares Licht (etwa 380 bis 780 nm) zum Sensor gelangen lässt. Da der Sensor bei 1000 nm besonders empfindlich ist, sind diese Bilder allerdings sehr „rotstichig“. Deshalb müssen sie zunächst skaliert werden, danach werden die Pixel in das RGB-Koordinatensystem (in dem Rot, Grün und Blau orthogonale Achsen darstellen) übertragen. Die PCA sucht nun neue orthogonale Koordinatenachsen, wobei die erste Hauptachse (PC1) so durch die Pixelwolke gelegt wird, dass entlang dieser die Varianz der Daten möglichst hoch ist. PC2 enthält ein Maximum der noch übriggebliebenen Varianz usw. Abb. 51.2 zeigt, dass PC1 (erklärt 88% der Varianz des Originals) die Bildhelligkeit darstellt. Rechnet man diese Information weg (nur PC2 und PC3), erhält man die Information, die noch in der Bildfarbe ohne Helligkeitsunterschiede enthalten ist. (Abb. 51.3).

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Man kann auch die Hauptkomponenten PC1, PC2 und PC3 farblich darstellen, dann erhält man Abb. 51.4. Die Information über die erkrankte Rebe im Vordergrund ist offenbar vor allem in der Information codiert, die PC1 enthält (blau dargestellt).

Neben dieser, von LMS-Data speziell hergestellten Software, kamen auch noch Adobe Photoshop CS und Lightroom CC zur Anwendung (Abb. 51.5). Man kann hier noch spezifischer auf die Problemstellung eingehen, um den Preis, dass man nicht genau weiß, was man eigentlich tut. Weiters kann man von der eingangs erwähnten Hypothese, dass sich ein erkranktes Blatt durch Farbstoffabbau auszeichnet, ausgehen, und spezifisch Pixel hervorheben, die sich durch „Farblosigkeit“ auszeichnen (Abb. 51.6).

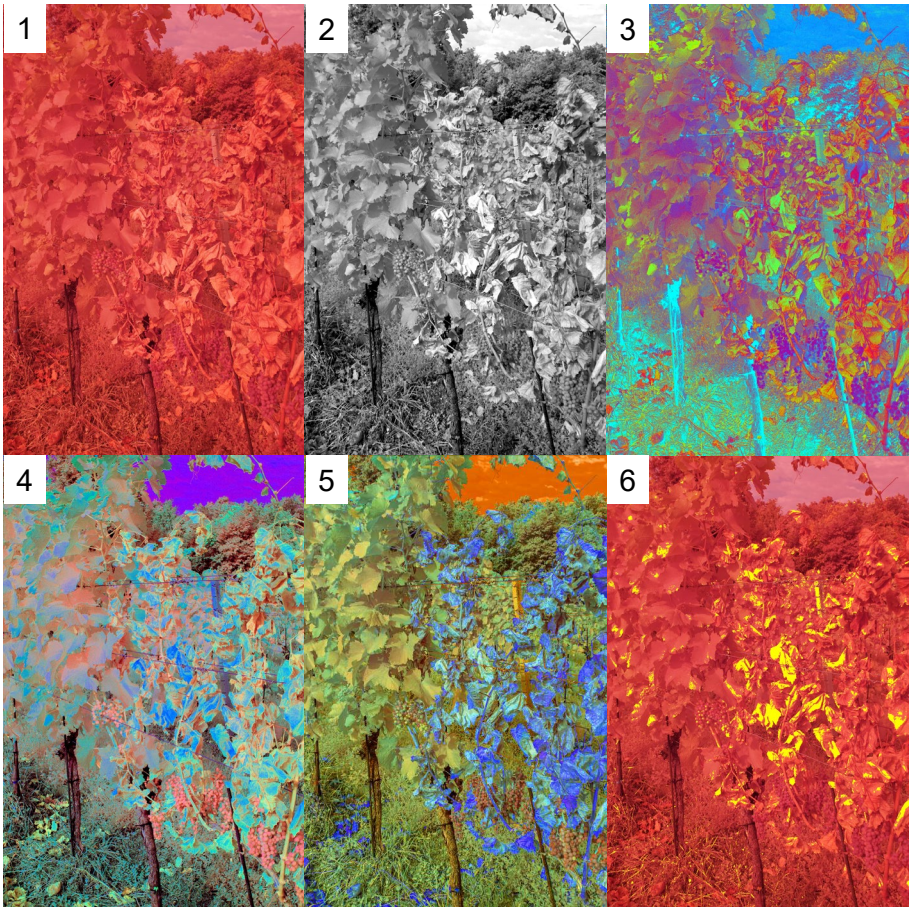


Abb. 51: *Verschiedene Bearbeitungsschritte bei der Analyse von VIS+NIR-(Multispektral)-Bildern*

Wir haben 2021 die Vitalität zahlloser Reben dokumentiert. Bei einem Teil jener, bei denen sich Erkrankungssymptome ausbildeten, wird das im Untersuchungsjahr 2022 vermutlich wieder der Fall

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

sein. Wir können dann mit unseren Verfahren Multispektralbilder und Tageslichtbilder im Hinblick auf die zentrale Fragestellung vergleichen.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

12 Multispektrale Drohnenaufnahmen von Weinbergen in der Slowakei

In der Slowakei wurde 2020 und 2021 das Scannen von Weinbergen mit UAVs (Drohnen) durchgeführt – insgesamt 6 Standorte wurden während der Vegetationsperiode regelmäßig überwacht. Multispektralbilder sind für jeden Scan verfügbar. Dank der gewonnenen Daten und individuellen Vegetationsindizes (NDVI, GNDVI, GRVI, NDRE, GSAVI) scheint diese Methode eine effektive Option zur Vorhersage einiger ausgewählter Krankheiten zu sein. Für jeden der 6 Standorte sind über die Zeit aufgenommene Multispektralbilder verfügbar (Abb. 52). Neben der sofortigen Erkennung der Pflanzengesundheit kann die multispektrale Bildgebung verwendet werden, um Pflanzenwasserstress zu erkennen, Chlorophyllgehalt und aktive Biomasse zu erkennen, Nitrate zu erkennen oder Bewässerung und Düngung zu optimieren.

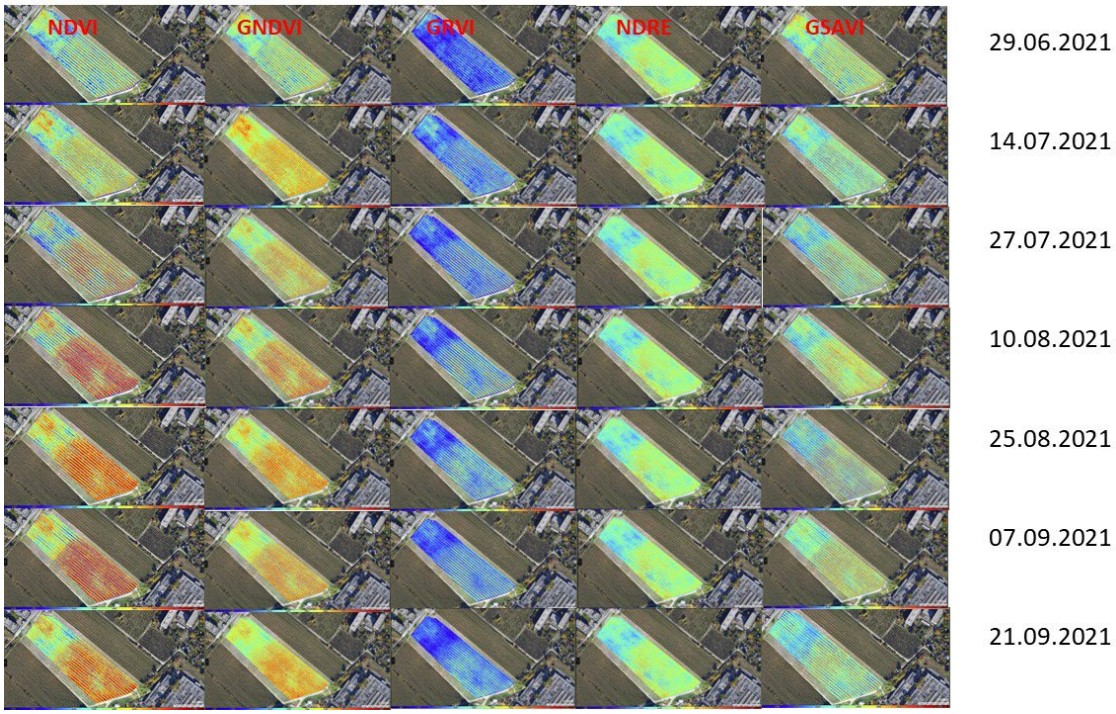


Abb. 52 Verschiedene multispektrale Bilder für einen der überwachten Standorte (speziell Bratislava – Vinohrady) während der Vegetationsperiode.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

13 Pathogenbelastung der Reben

Zu den Aufgaben des Bundesamtes für Weinbau im Rahmen des ClimVino-Projektes gehört die Untersuchung der Pathogenbelastung der Weinstöcke. Im Fokus unseres Interesses stehen vor allem jene Krankheitserreger, die nicht durch Pflanzenschutzmaßnahmen bekämpfbar sind und damit oftmals für die Rebe zu einem Dauerproblem werden oder sich letztlich sogar letal auswirken. Es sind dies **Virosen**, **Bakteriosen** und **Pilzerkrankungen des Holzes**.

Pilzparasiten von Rebblättern und -beeren sind von uns im Rahmen dieses Projektes ebenfalls untersucht worden.

Virosen in den Weingärten

Viren sind Pathogene, die sich nur innerhalb lebender Zellen vermehren können und über keinen eigenständigen Stoffwechsel verfügen. Sie bestehen aus nicht viel mehr als Erbinformation, DNA oder RNA, einzel- oder doppelsträngig, die den Stoffwechsel der Wirtszelle so umprogrammiert, dass sie Virus-Erbinformation und weitere Virus-Bestandteile erzeugt. Üblicherweise endet die Virusproduktion für die Wirtszelle letal, wenngleich gelegentlich die Erbinformation des Virus in das Genom der Zelle integriert werden kann und dort längere Zeit verbleibt, ohne Schäden zu verursachen.

Wie vermutlich alle Lebewesen kann auch die Weinrebe an Virosen erkranken, wobei bislang 55 verschiedene Virusarten von Weinreben isoliert worden sind. Es handelt sich um RNA-Viren, die sich nicht ins Wirtsgenom integrieren können. Die Gattungen Nepovirus, Closterovirus und Ampelovirus sind von wirtschaftlicher Bedeutung. Vertreter der Gattungen Maculavirus und Vitivirus sind ebenfalls weit verbreitet. Überträger sind Nematoden (für Nepoviren) oder Schildläusen (Coccidae) und Schmierläusen (Pseudococcidae), vielleicht auch Blattläuse (Aphidina).

Fünfzehn rebschädigende Viren wurden im Rahmen dieser Arbeit erfasst (Tab. 21). Der Nachweis erfolgte molekularbiologisch mittels DAS-ELISA.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Tab. 21: *Rebviren, die in dieser Arbeit Berücksichtigung fanden und deren Überträger (Abkürzungen der Virusnamen nach MENG et al. 2017)*

Gattung		Überträger	
Nepovirus:	Arabis mosaic (ArMV),	Nematode (Longidoridae)	*Xiphinema diversicaudatum*
	Grapevine fanleaf (GFLV),	Nematode (Longidoridae)	*X. index & X. italiae*
	Raspberry ringspot (RpRSV "g" & "ch"),	Nematode (Longidoridae)	*Longidorus elongatus, L. macrosoma*
	Strawberry latent ringspot (SLRSV),	Nematode (Longidoridae)	*X. diversicaudatum*
	Tobacco Ringspot (TRSV)	Nematode (Longidoridae)	*X. americanum s.l., s.s. u.a.*
	Tomato Ringspot (ToRSV "ch" & "pybm")	Nematode (Longidoridae)	*X. americanum s.l., s.s. u.a.*
Alfamovirus:	Alfalfa Mosaic (AMV)	Aphidoidea	
Closterovirus:	Grapevine leafroll associated virus GLRaV - 2	nicht bekannt	
Ampelovirus:	Grapevine leafroll associated virus GLRaV - 1, - 3, - 4	Pseudococcidae & Coccidae	*Heliococcus bohemicus, Phenacoccus aceris, Parthenolecanium corni u.a., z.T. nicht bekannt*
Maculavirus:	Grapevine fleck (GFkV).	nicht bekannt	
Vitivirus:	Grapevine virus A (GVA).	Pseudococcidae	

Von besonderer Bedeutung sind die Nepoviren, die die Rebe empfindlich schädigen und ihr Absterben bedingen können. Deshalb wurde auch das Vorkommen ihrer Vektoren – bodenlebende Nematoden der Familie Longidoridae – untersucht. Die Fadenwürmer wurden aus einer Bodentiefe von 0 cm bis 100 cm entnommen und mittels Oostenbrink-Elutriator aus der Bodenprobe extrahiert. Unter dem Mikroskop erfolgte die Bestimmung unter Zuhilfenahme biometrischer Verfahren.

In den ClimVino-Weingärten wurden Pathogene aus der Gruppe der Leafroll-Viren (rot in der folgenden Tab.), das Fleck-Virus (blau) und ein Nepovirus (grün in Tab. 21) nachgewiesen. Nepoviren verursachen schwere Schäden an der Rebe und wirken sich oft letal aus. Begleitende Untersuchungen haben gezeigt, dass das Fanleaf-Virus (GFLV) an Standorten in Gols aufzufinden ist. Die hier untersuchten Reben waren aber frei davon. Einige Weingärten nördlich des Neudsiedlersees waren hingegen befallen, besonders schwer der Merlot-Weingarten in Donnerskirchen, wo zum Untersuchungszeitpunkt alle untersuchten Reben dieses Virus in sich trugen. Einige Reben (Rheinriesling) in Jois waren ebenfalls viruspositiv und eine in Winden (Blaufränkisch).

ArMV ist im Südburgenland keineswegs selten, ein Nachweis im Rahmen dieser Erhebung erfolgte aber nicht. Die anderen Nepoviren sind in Österreich selten.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 53: *Links: Symptome der Blattrollkrankheit, die durch Vireninfektion ausgelöst wird. Rechts: Trauben eines fanleafkranken Zweigelt-Rebstockes.*

Vier Leafroll-Arten wurden untersucht, nachgewiesen konnten zwei davon werden, nämlich GLRaV I und GLRaV III. GLRaV I ist in allen Weinbaugebieten festgestellt worden und findet sich sowohl in Edelreben als auch in Reb-Interspezieshybridsorten wie Isabella und Noah. GLRaV III fand sich in Reben der Hybridsorte Concord und in vielen Edelrebsorten. Im WBG Neusiedlersee konnte die Art zwar nicht nachgewiesen werden, es ist aber aus begleitenden Untersuchungen bekannt, dass sie auch hier vorkommt.

Fleckvirus (GFkV) ist im Südburgenland an allen Standorten mit Wetterstationen festgestellt worden, also sowohl bei Edelreben als auch bei Hybriden. Daneben wurden auch noch Reben des WBG NS-Hügelland positiv getestet. GFkV ist generell nicht selten und verursacht moderate Schäden.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Tab. 22: *Rebschädigende Viren auf den ClimVino-Standorten. Die Anzahl der positiven Reben (von 15 untersuchten) ist jeweils angegeben.*

WBG	CV-Standort	Sorte	GLRaV I	GLRaV II	GLRaV III	GLRaV VI	GFkV	GFLV	GVA	ArMV	TbRSV	SLRSV
Südbgld	Eltendorf	Noah	3				4					
	Heiligenbrunn	Isabella	3				9					
	Moschendorf	Concord			2		5					
	Welgersdorf	Blaufränkisch	2				1					
	Rechnitz	Welschriesling	8		1		6					
Mittelbgld	Neckenmarkt	Cabernet Sauvignon	6				10					
	Deutschkreuz 1	Chardonnay										
	Deutschkreuz 2	Blaufränkisch	1									
NS-Hügelld	Pöttelsdorf	Blaufränkisch	1									
	Eisenstadt	Muskat Ottonel					2					
	Großhöflein	Blaufränkisch			1		1					
	Mörbisch	Blaufränkisch	9									
	Rust	Weißer Burgunder					5					
	Donnerskirchen W	Muskat Ottonel			1							
	Donnerskirchen G	Merlot	1		1			14				
	Winden	Blaufränkisch						1				
	Jois	Rheinriesling	2		1			3				
NS	Gols	St. Laurent										
	Tadten	Blaufränkisch										
	St. Andrä	Rösler										
	Podersdorf	Gewürztraminer										
	Edelstal		5									

Virusüberträger

Manche wurzelparasitäre Bodennematoden können Rebviren übertragen. Bei entsprechender Häufigkeit können auch Wurzelparasiten, die keine Krankheiten übertragen, schädlich sein. Tab. 23 zeigt die Häufigkeit der wichtigsten Bodennematoden (um die Biodiversität zu erfassen, wurden nicht nur die rebschädigenden berücksichtigt).

Tab. 23*: Bodennematoden an den ClimVino-Standorten* inklusive Virusüberträger (rot)

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Ordnung	Dorylaimida						andere Dorylaimida	Rhabditida	Mononchida	Tylenchida	
Familie	Longidoridae									Criconematidae	andere
Gattung	*Xiphinema*		*Xiphinema*		*Xiphinema*						
Art	*vuittenezi*		*pachtaicum*		*index*						
Stadium	adult	juvenil	adult	juvenil	adult	juvenil					
Eltendorf				1			1				
Heiligenbrunn							22		2	1	
Moschendorf							2		1		
Welgersdorf											
Rechnitz	4	1					5		2		
Neckenmarkt							2			2	
Deutschkreuz 1			15	2			15		3		
Deutschkreutz 2			7				7		1		1
Pöttelsdorf							3	1			3
Eisenstadt										1	
Großhöflein	3	1					2				
Mörbisch	27	14					1				
Rust							2		3		
Donnerskirchen W	4	5					6				1
Donnerskirchen G	3	1		1	7	3	1		1		
Winden	18	9					2				
Jois	33	11									
Gols	1		2	1			2				
Tadten	4	2					4	1			
St. Andrä											
Podersdorf	24	4					2				
Edelstal	3	4		1			1			1	

Unter den aufgefundenen Nematoden sind die Familien Dorylaimida und Tylenchida wurzelparasitär, Mononchida sind räuberisch, leben primär von anderen Nematoden und gelten daher als Nützlinge, Rhabditida ernähren sich überwiegend von Protisten und kleinen Mehrzellern.

Die bei weitem häufigste Art war die wurzelparasitäre *Xiphinema vuittenezi* (176 Individuen). Die Art ist zwar ein Rebparasit, überträgt aber, soweit bekannt, keine Viren. Hingegen überträgt *X. index* den Nepovirus GFLV und wurde daher auch an einem von jenen Standorten aufgefunden, an denen auch GFLV nachgewiesen werden konnte (Donnerskirchen, Goldberg). *X. index* ist die einzige virusübertragende Nematodenart, die im Untersuchungsgebiet im Rahmen der laufenden Analysen festgestellt werden konnte.

Bakteriosen in den Weingärten

- Phytoplasmen

Phytoplasmen sind sehr kleine (<1µm), zellwandfreie Bakterien, die sich, ähnlich wie Viren, in Pflanzenzellen vermehren und dort auch leben (die meisten anderen Bakterien, die pathogen sind, kommen hingegen in der Zellumgebung vor). Diese für zelluläre Organismen ungewöhnliche Lebensart machte es der Wissenschaft sehr schwer, sie zu entdecken. Zwar begann man bereits 1920 die Ursache von Aster yellows zu ergründen, einer Erkrankung, die Zierpflanzen und Obstplantagen schwer schädigen kann. Man hatte auch bald erkannt, dass sie durch phloemsaugende Insekten verbreitet wird.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Die nächsten 40 Jahre verbrachten die Wissenschaftler aber damit, nach Viren zu suchen, die die Krankheit verursachen – ohne Erfolg. 1967 gelang es Yoji Doi mithilfe des Elektronenmikroskops mykoplasmaähnliche Strukturen in erkrankten Pflanzen zu entdecken. Mykoplasmen sind Krankheitserreger bei Tieren – beim Menschen verursachen sie z. B. Atypische Lungenentzündung – und daher lag der Schluss nicht allzu fern, dass diese winzigen Bakterien Krankheiten bei Pflanzen verursachen können.

Phytoplasmen vermehren sich entweder in den Zellen des Bastteils der Leitgewebe (Phloem) oder aber innerhalb von Insekten. Nicht nur befallene Pflanzen sondern auch die übertragenden Insekten können erkranken.

Einmal in der Wirtsart angekommen, bleibt das Pathogen zwar auf die Zellen des Phloems beschränkt, bildet dort aber kleine Proteine, die in die gesamte Pflanze gelangen können und dann die Aktivität zahlreicher Pflanzengene beeinflussen. Unter den Genen, deren Aktivität vermindert wird, gehören auch etwa ein Dutzend, die das Wachstum beeinflussen: es kommt zur Ausbildung typischer Symptome, die dem Kenner verraten, dass eine Pflanze an Phytoplasmen erkrankt ist. Aber das ist natürlich nicht der eigentliche Grund, weshalb Phytoplasmen die Entwicklung ihrer Wirte beeinflussen. Man vermutet, dass sie sie auf diese Weise zwingen, mehr von jenen Substanzen zu produzieren, die sie für sich selbst brauchen. Dieser Egoismus hat Konsequenzen: eine Erkrankung an Phytoplasmen kann für den Wirt tödlich sein und zumindest eine erhebliche Beeinträchtigung der Vitalität bedeuten. Phytoplasmen sind daher wirtschaftlich enorm bedeutend.

Für die Weinrebe sind besonders zwei durch Phytoplasmen verursachte Krankheiten von Bedeutung, nämlich einerseits die Schwarzholzkrankheit der Rebe, die durch Phytoplasmen der Stolbur-Untergruppe („Candidatus Phytoplasma solani“) verursacht wird und die Goldgelbe Vergilbung (Flavescence dorée), eine Erkrankung, die eine Folge der Infektion mit Phytoplasmen der Elm Yellows - Gruppe ist.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 54: *Weingarten mit Rebsymptomen der Schwarzholzkrankheit*

Die Übertragung der Schwarzholzkrankheit erfolgt überwiegend durch die Winden-Glasflügelzikade (*Hyalesthes obsoletus*), die zu gelegentlicher Massenvermehrung neigt.

Die wichtigste Vergilbungskrankheit in Europa ist die Goldgelbe Vergilbung, deren Vektor, die Zikade *Scaphoides titanus*, ein aus Amerika stammendes Neozoon ist, das in den 1950er Jahren in Südwestfrankreich eingeschleppt wurde und sich seither in Richtung Osten und langsamer auch nach Norden hin ausbreitet. In Österreich dürfte sie erstmals 2004 von Slowenien kommend in der Umgebung von Klöch (Steiermark) aufgetreten sein. Ob sie auch an den ClimVino-Standorten vorkommt und wie häufig sie gegebenenfalls ist wird derzeit noch untersucht. Die Auswertung der Gelbfallen, die 2020 von Juni bis August in die Reblaubschicht appliziert worden waren, ist noch nicht abgeschlossen.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

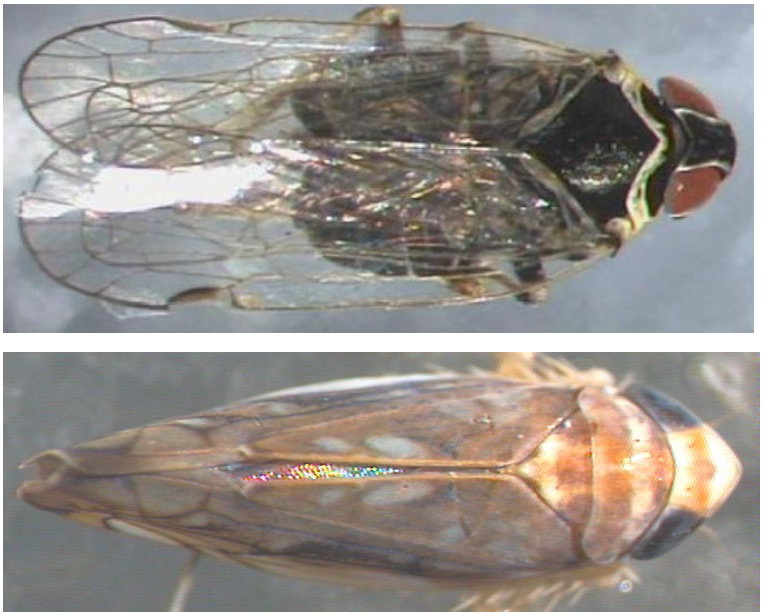


Abb. 55: *Hyalesthes obsoletus (oben) und Scaphoideus titanus (unten)*

2020 konnten waren an einigen Standorten vereinzelt Reben mit Phytoplasmen-Symptomen beobachtet werden, was allerdings nicht beweist, dass die Anzahl der erkrankten Reben tatsächlich so niedrig war, weil dieses Jahr die Symptomausprägung generell viel schwächer ausgefallen ist als z. B. im Vorjahr.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

- *Agrobacterium vitis*

Als „Mauke“ bezeichnet man Knollen- oder leistenförmige Wucherungen, bzw. tumorartige Wucherung am oberirdischen mehrjährigen Holz (seltener am einjährigen Holz) und an den Wurzeln (z. B. am Wurzelstamm von jungen Veredlungen). Derartige Schädigungen treten meistens am Stamm auf. Sie führen zu Kümmerwuchs mit chlorotischer Aufhellung des Laubes, Ertragsrückgang und bei entsprechend starker Ausprägung auch zum Absterben der Rebe. Verursacht wird die Krankheit durch ein Bakterium (*Agrobacterium vitis*).

Die Bonitierung auf die Symptome dieser Erkrankung brachte nur an wenigen Standorten vereinzelt positive Resultate.

Pilzerkrankung des Holzes: Esca

Esca ist eine Reberkrankung, die durch Holzpilze verursacht wird (*Phaeomoniella chlamydospora, Phaeoacremonium aleophilum, Fomitiporia mediterranea* und andere). Die Krankheit kann das plötzliche Absterben und Vertrocknen der Blätter und Beeren (Apoplexie) verursachen oder aber einen chronischen Verlauf nehmen. In diesem Fall treten die Symptome meist erst im Spätsommer auf: zwischen den Hauptadern der Blätter manifestieren sich zuerst meist umfangreiche chlorotische Flecken, so dass schließlich nur mehr entlang der größeren Blattadern ein schmaler grüner Streifen erhalten bleibt, der bei Weißweinsorten von einem gelben, bei Rotweinsorten von einem weinroten Saum umgeben ist. Oft schrumpfen und vertrocknen die Beeren.

Das Ergebnis der Esca-Bonitierung an den ClimVino-Standorten ist in der folgenden Tab. zusammengefasst.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

***Tab. 24**: Rebbakteriosen und Pilzerkrankungen an den ClimVino-Standorten*

WBG	CV-Standort	Sorte	Esca	Mauke	Phytoplasmen
Südbgld	Eltendorf	Noah	2	0	0
	Heiligenbrunn	Isabella	2	0	0
	Moschendorf	Concord	2	0	0
	Welgersdorf	Blaufränkisch	0	0	0
	Rechnitz	Welschriesling	5	0	0
Mittelbgld	Neckenmarkt	Cabernet Sauvignon	6	0	2
	Deutschkreuz 1	Chardonnay	0	0	0
	Deutschkreuz 2	Blaufränkisch	1	0	0
	Pöttelsdorf	Blaufränkisch	2	0	2
NS-Hügelld	Eisenstadt	Muskat Ottonel	0	0	0
	Großhöflein	Blaufränkisch	2	0	0
	Mörbisch	Blaufränkisch	0	0	1
	Rust	Weißer Burgunder	0	0	0
	Donnerskirchen W	Muskat Ottonel	0	1	3
	Donnerskirchen G	Merlot	1	0	0
	Winden	Blaufränkisch	7	0	2
	Jois	Rheinriesling	0	2	0
NS	Gols	St. Laurent	0	2	0
	Tadten	Blaufränkisch	2	0	0
	St. Andrä	Rösler	4	1	0
	Podersdorf	Gewürztraminer	12	0	3
	Edelstal	ZW, BF	3	0	0

Gemeinsam mit unserer Partnerorganisation BLT Wieselburg, HBLFA Francisco Josephinum, Isotopenanalytik, untersuchen wir, ob eine Früherkennung der Erkrankung möglich ist.

Pilzerkrankung des Blattes und der Traube (Echter- und Falscher Mehltau)

Viele Rebkrankheiten sind im Gegensatz zu den bislang besprochenen behandelbar. Deshalb bedingt die Rebpflege auch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, da Krankheitserreger und andere Schadorganismen die Weinpflanze bedrohen und Monokulturen sich ohne deren Verwendung nicht wirtschaftlich erhalten lassen. Die Witterung ist dabei für Schadpilze, die über die Luft verbreitet werden und insbesondere Blatt und Beeren empfindlich und ökonomisch bedeutend schädigen können, von sehr großer Bedeutung. Als besonders gefährlich müssen dabei jene Pilze gelten, die etwa zeitgleich mit der Reblaus aus Amerika „importiert“ wurden und gegen die die europäische Rebart *Vitis vinifera* kein hinreichendes, eigenes Schutzpotential besitzt. Ohne Pflanzenschutzmaßnahmen käme es in den meisten Jahren als Folge der Schädigung durch Echten und Falschen Mehltau zu einem vollständigen Verlust der Ernte.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Im Rahmen des Projekts soll untersucht werden, ob mithilfe von Wetterdatenstationen und Prognosemodellen für die Populations-Entwicklung der beiden Pathogene die Häufigkeit von Behandlungsterminen herabgesetzt werden kann. Die Wissenschaftler des Bundesamtes für Weinbau haben aber keinen Zugang zu den Behandlungsplänen, so dass die Auswirkung einer Änderung der Spritzmittel-Applikationsquantität nicht kontrollierbar ist. Wir haben aber an nicht behandelten, aufgelassenen Weingärten (in St. Margarethen, Mörbisch und St. Georgen) die Ausbreitung der makroskopisch sichtbaren Erkrankungssymptome dokumentiert, was einen Vergleich mit den als Behandlungsempfehlungen veröffentlichten Modell-Prognosen ermöglicht. Für die Kalkulationen der Modelle sind neben den Witterungsdaten auch noch Informationen über die aktuelle Phänologie der Reben von Bedeutung, die von uns ebenfalls erhoben wird und zukünftig zeitgerecht bekannt gegeben werden soll.

- Echter Mehltau (*Erysiphe necator*)

Makroskopisch deutlich erkennbare Symptome traten 2020 in den Kontrollweingärten erstmals Anfang Juni an Blättern und der späten Blüte auf. Ende des Monats war an den Beeren eine samtige Hyphen-„Rasen“ erkennbar (Abb. 56). Bereits Anfang August hatte sich deutliche und umfassende Schäden an den Weinbeeren ausgeprägt.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

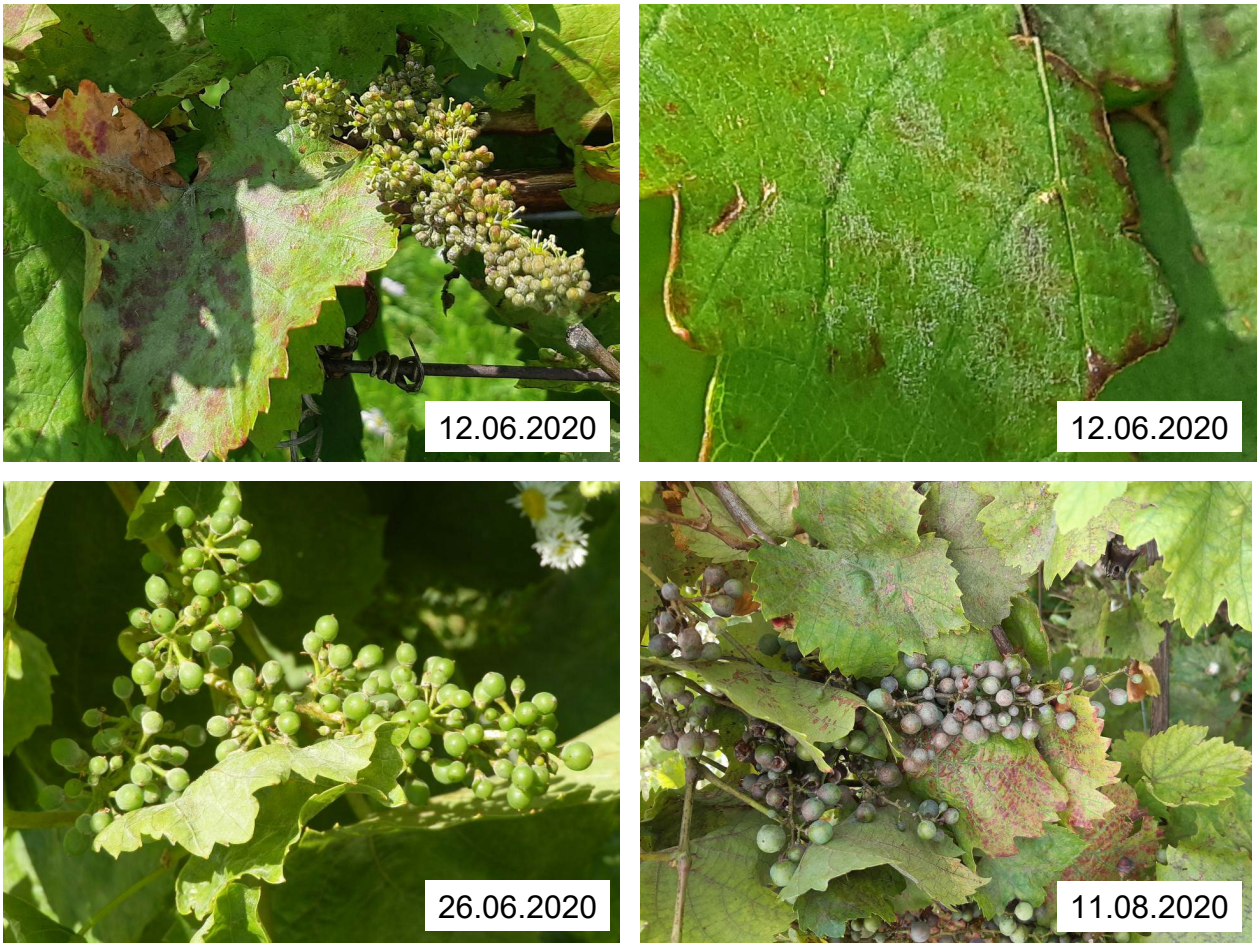


Abb. 56: *Erysiphe necator-Symptomatik in unbehandelten Kontrollweingärten*

- <u>Falscher Mehltau (Plasmopara viticola)</u>

Deutliche Symptome des Falschen Mehltaus wurden erst später im Jahr sichtbar, etwa ab Mitte Juli. Das Schadausmaß war bei den Beeren aber ebenfalls sehr hoch (Abb. 57).

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

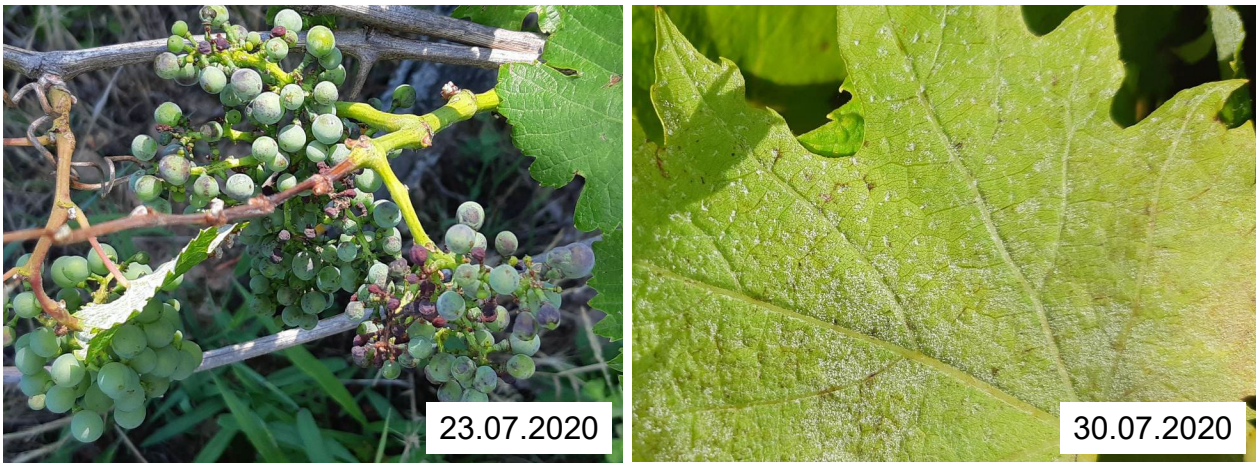


Abb. 57: *Plasmopara viticola-Symptomatik in unbehandelten Kontrollweingärten*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

14 Pathogene Belastung von Reben in der Slowakei

Viruskrankheiten der Weinrebe in der Slowakei

Die Weinrebe (Vitis vinifera L.) ist der Wirt der meisten Viren unter den Kulturpflanzen. Bis heute wurden mehr als 86 verschiedene virale und subvirale Pathogene in der Weinrebe identifiziert. Viele von ihnen sind nur für Vitis spp. spezifisch. und keine anderen Wirtspflanzen infizieren.

Viren gehören zu den kleinsten bekannten Krankheitserregern der Weinrebe. Ihre Größe wird in Nanometern (Millionstel Millimeter) angegeben. Sie bestehen aus einem Ribonukleinsäuremolekül und einer Proteinhülle (Kapsid). Die Form von Viren kann unterschiedlich sein. An Weinreben kommen fast kugelförmige, stäbchenförmige, fadenförmige und bacilloforme Viren vor. Auf einem Cluster können mehrere Arten von Viren auftreten.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

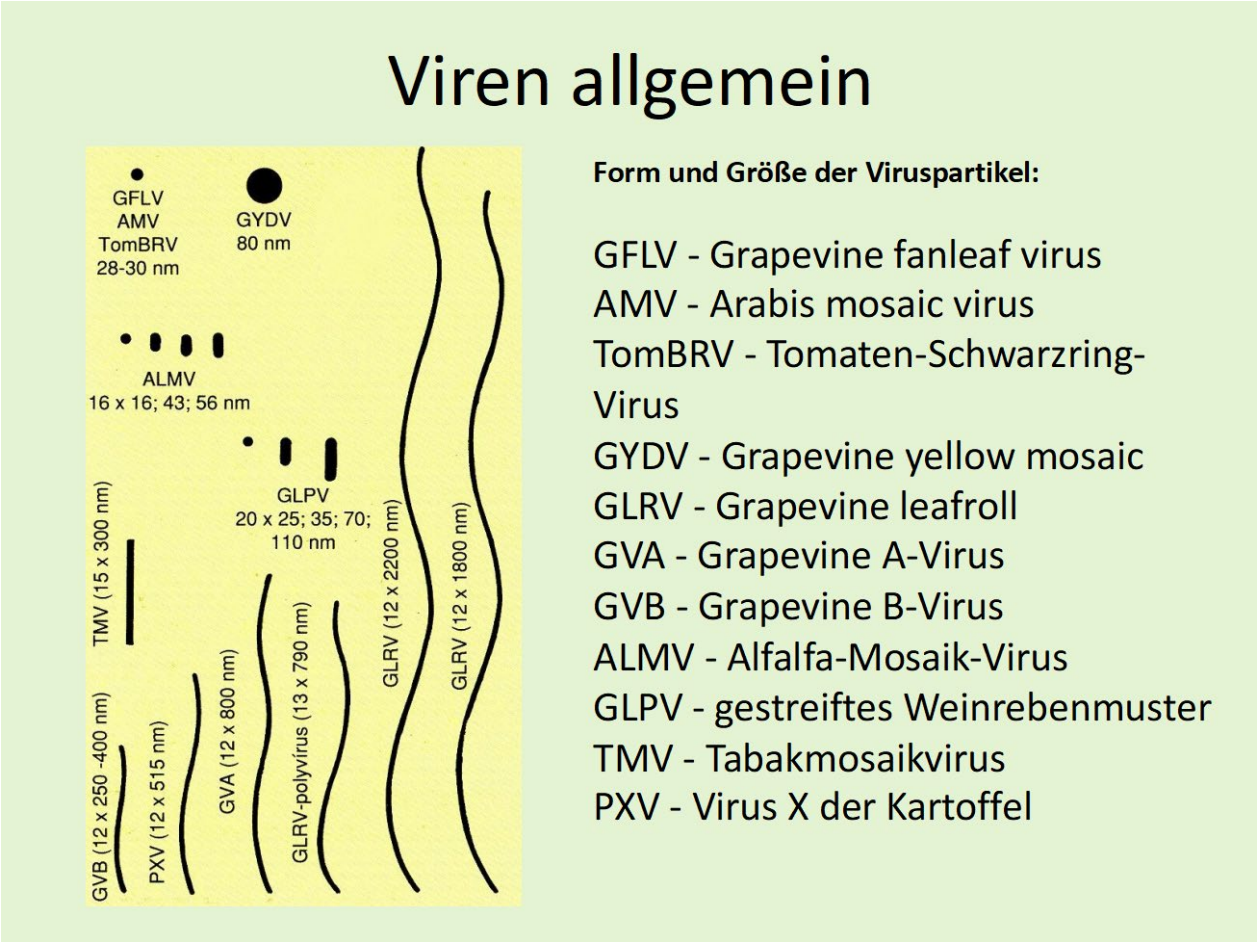


Abb. 58 *Form und Größe von Viren*

Symptome (Symptome) sind normalerweise charakteristisch für dieses Virus. Wenn die Infektion nicht latent ist, können Symptome verwendet werden, um die Ursache der Krankheit zu bestimmen.

Grapevine leafroll

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

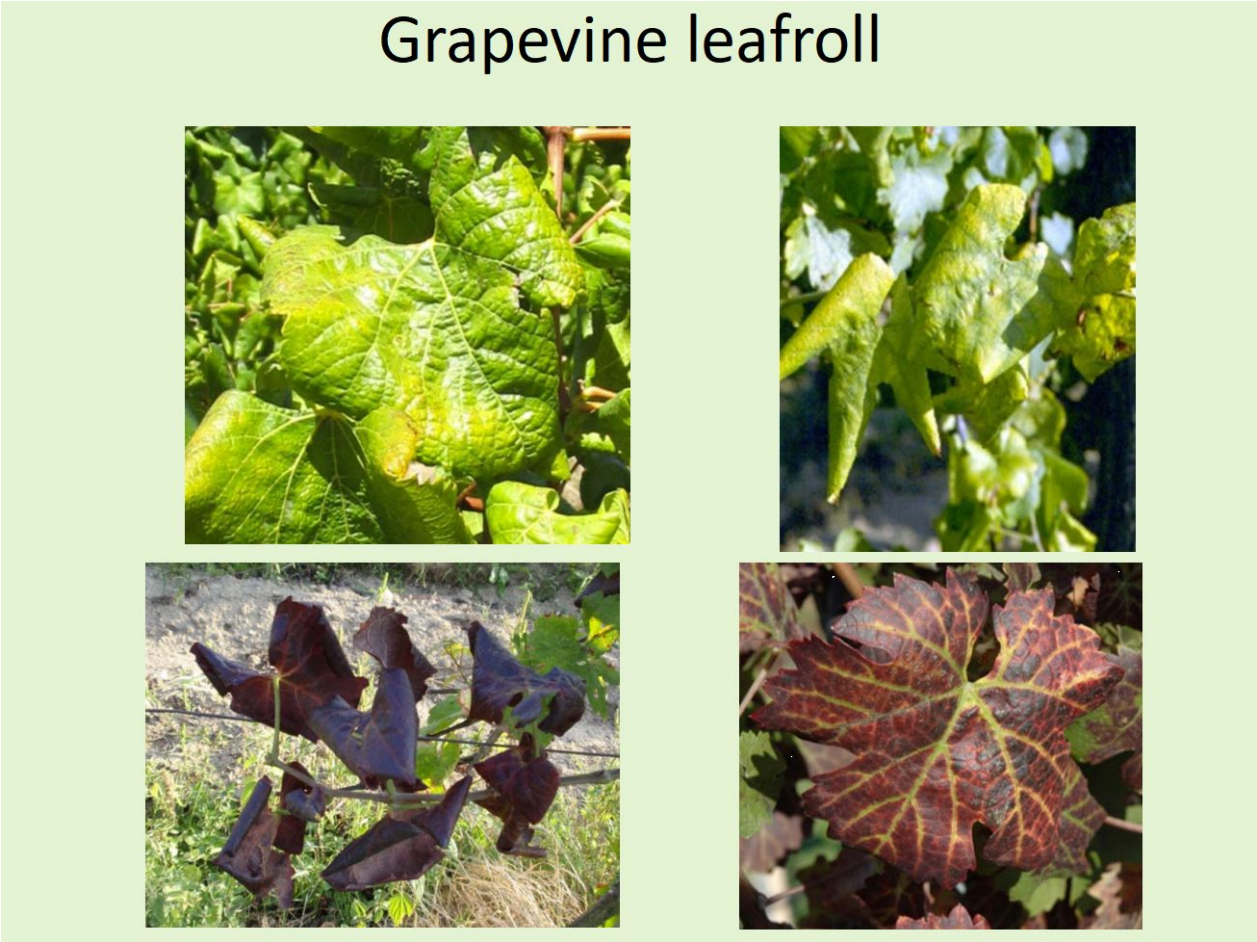


Abb. 59 *Grapevine leafroll*

Symptome: Anfangs kräuseln sich die unteren Blätter mit den Rändern nach unten. Die Rankenbildung erstreckt sich allmählich auf die jüngeren, höher liegenden Blätter. Gerollte Blätter sind rauer, stumpfer und später spröde (sie brechen und reißen beim Drücken). Sie fangen vorzeitig an zu färben. Bei weißen Sorten ist das Intervenengewebe unregelmäßig gelb gefärbt, bei blauen Sorten rot. Typisch ist eine Verfärbung des Intervenengewebes, während ein schmales Band um die Hauptvenen grün bleibt. Unterlagensorten werden meist latent befallen, d.h. j. asymptomatisch.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Zeitpunkt des Krankheitsbeginns: Charakteristisch ist ein späterer Beginn der Symptome. Bei unseren Erkrankungen treten die Symptome zunächst Ende Juni bis Anfang Juli an älteren Blättern auf, später breiten sich die Symptome auf jüngere Blätter aus und werden stärker. Sie halten bis die Blätter fallen. Die Färbung der Fahnenblätter erfolgt Ende August bis Anfang September. Dieser Zeitraum ist am besten geeignet, um kranke Pflanzen von gesunden zu unterscheiden. Gesunde Blätter sind zu diesem Zeitpunkt noch grün.

Übertragung: Der Wurm wird hauptsächlich durch Vermehrungsmaterial übertragen. In der Natur ist eine Übertragung durch Pseudococcus sp., Planococcus sp. und Parthenolecanium sp., Pulvinaria sp., Neopulvinaria sp. möglich.

Schädlichkeit: Unter unseren Bedingungen ist die Schädlichkeit der Rolle durch Viruserkrankungen am größten. Es kann Ernten um durchschnittlich 40-60 Prozent reduzieren, in extremen Fällen kann es Ernten vollständig eliminieren. In der Regel führt der Ringelwurm nicht zum Absterben von Teilen der Krone oder der gesamten Rebpflanze.

Grapevine fanleaf virus, GFLV

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

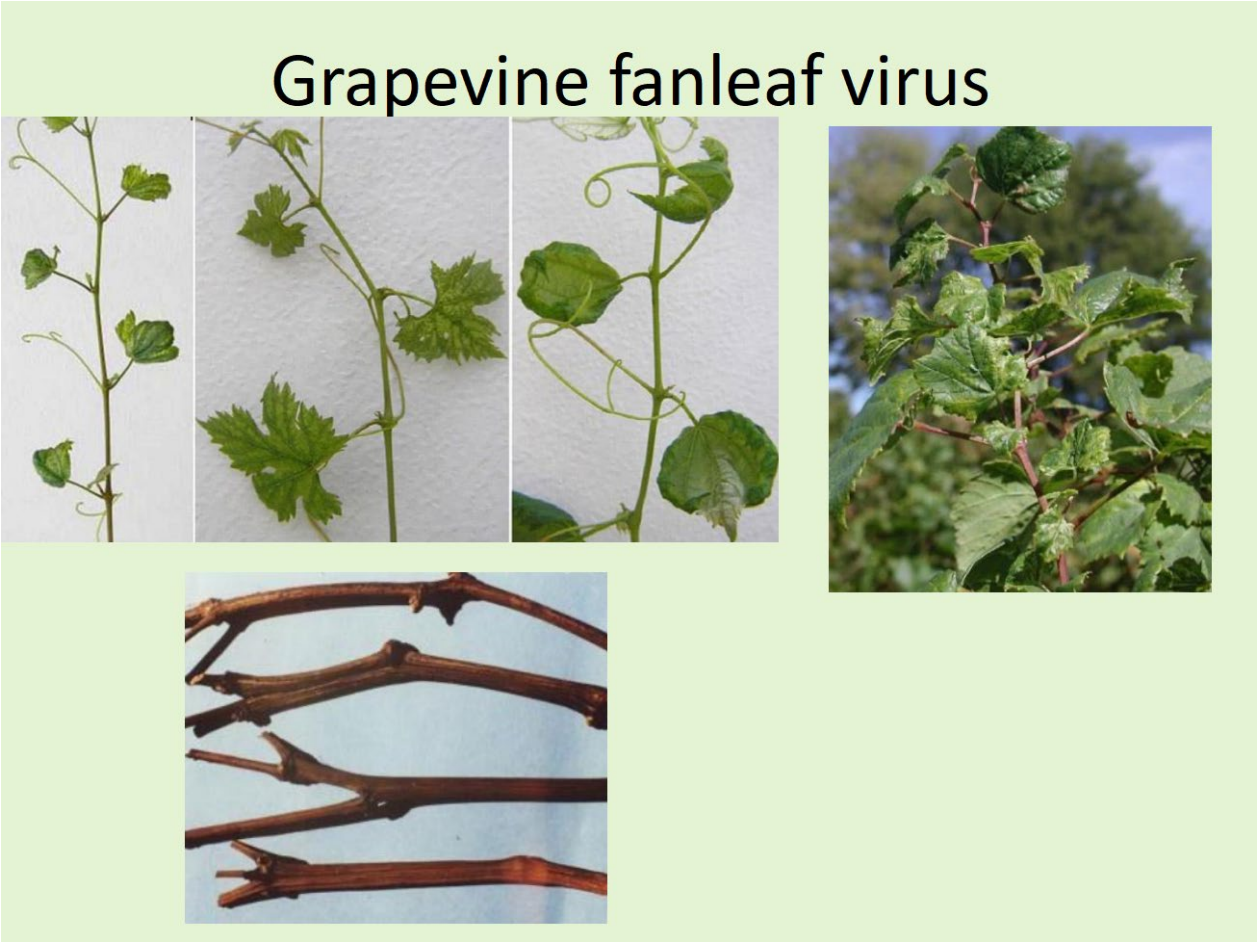


Abb. 60 *Grapevine fanleaf virus, GFLV*

Das Virus gehört zur Gruppe der infektiösen Degenerationen der Rebe. Bei unseren Verhältnissen tritt sie meist fokal im Weinberg auf (auf 5-10 Prozent des Kronendaches).

Symptome können an allen oberirdischen Organen gesehen werden. Die Blätter weisen Verformungen auf - ausgeprägte scharfe Zacken, offener Blattstielwinkel, fächerartiges Zurückziehen der Adern, Hauptader und Nebenadern bilden einen scharfen Winkel. Manchmal können Sie eine unregelmäßige Durchsichtigkeit des Gewebes zwischen den Venen sehen. Im Gegensatz zu den Schäden durch Herbizide der Art der Wachstumsstimulatoren sind die Adern viraler Blätter im Durchlicht nicht auffällig durchscheinend

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Begleiterscheinung von Roncet sind meist kurzzellige und gegabelte Triebe, zickzackförmiger Wuchs. An den Trauben kann Roncet Schauer und Erbsenbildung der Beeren verursachen.

Zeitpunkt der Manifestation der Symptome: Es ist bereits von Mai, Juni und die Symptome sind bis zum Ende der Vegetationsperiode zu sehen.

Übertragung: Roncet wird, wie alle Viruserkrankungen, hauptsächlich durch Fortpflanzungsmaterial übertragen. Im Weinberg wird dieses Virus durch den Bodennematoden Xiphinema index übertragen. Von Nematoden übertragene Viren bilden eine Gruppe von sogenannten NEPO-Viren (Nematoden-übertragene polyedrische Viren).

Schädlichkeit: Die Ertragsminderung kann je nach Befallsgrad bis zu 40 Prozent betragen. Als gravierender wird jedoch die erhebliche Beeinträchtigung der Eigenschaften der Trauben und damit auch die erhebliche Verschlechterung der Weinqualität angesehen.

Arabis mosaic virus, ArMV

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

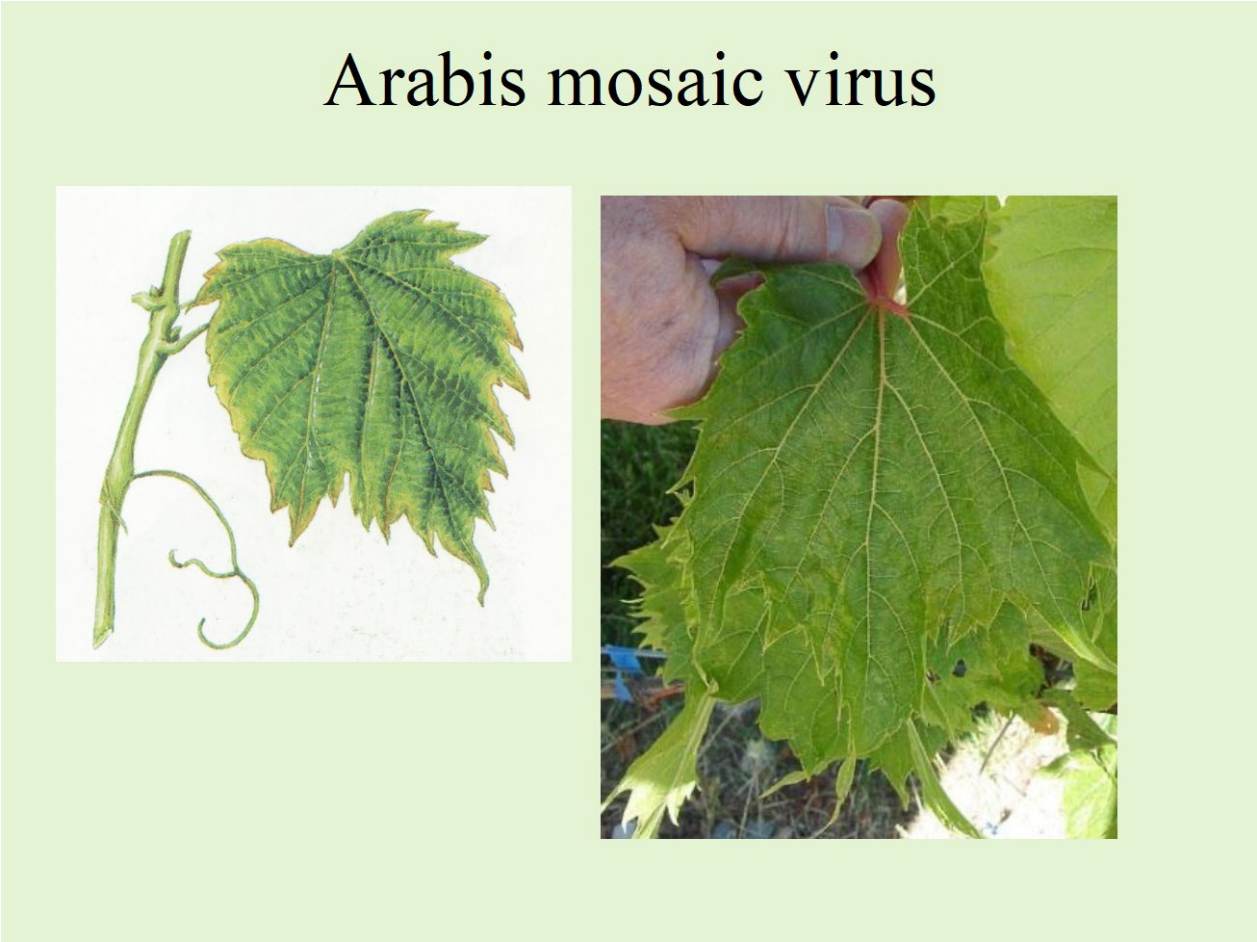


Abb. 61 *Arabis mosaic virus, ArMV*

Der Urheber ist das NEPO-Virus. Sie tritt fokal in Weinbergen auf (durchschnittlich 5-10 Prozent des Kronendaches).

Symptome: Sie sind unterschiedlich, sie treten oft latent auf. Wenn es unter unseren Bedingungen Symptome an der Rebe hervorruft, verursacht es Verformungen der Blätter, die Roncet ähneln. Der Blattstiel an den Blättern ist verbreitert, die Blätter sind fächerförmig und haben scharf zugespitzte Zacken. An den Trieben kurzzellig und doppelt geknotet. Es kann sich aber auch mit Symptomen äußern, die an gelbes Mosaik erinnern.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Datum der Manifestation der Krankheit: Von Mai, Juni bis zum Ende der Vegetationsperiode.

Übertragung: Das Arabica-Mosaikvirus wird wie alle Viruserkrankungen hauptsächlich durch Vermehrungsmaterial übertragen. Im Weinberg durch Bodennematoden Xiphinema diversicaudatum. Schädlichkeit: Auf der Stufe Roncet Ertragsminderung bis zu 40 Prozent, Verschlechterung der Weinqualität.

Grapevine yellow mosaic - chromogenic virus strains GFLV-YM

Abb. 62 *Grapevine yellow mosaic - chromogenic virus strains GFLV-YM.*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Es ist serologisch identisch mit dem Weinreben-Roncetus-Virus. Es gehört zur Gruppe der NEPO-Viren. In unserem Land tritt es selten fokal auf.

Symptome: Sie äußert sich durch Vergilbung der Blätter, meist entlang der Adern 1. und 2. Grades, deutliche Vergilbung von Teilen der Blätter, unregelmäßige gelbe Flecken, bis hin zur vollständigen Vergilbung der Blätter an einem Teil des Kronendachs oder im gesamten Pflanze. Die Form der Blätter ändert sich normalerweise nicht. Unmittelbar nach dem Austrieb der Rebe erscheinen leuchtende, markante gelbe Zeichnungen auf den entwickelten Blättern. Im fortgeschrittenen Stadium der Krankheit können sich die gesamten Blätter vergilben. Die gelben Zeichnungen sind auf den Blättern asymmetrisch, und die Verteilung der charakteristischen Blätter entlang des Stängels ist unregelmäßig, anders als z. B. durch Chlorose oder andere physiologische Vergilbung. Später ist das Wachstum begrenzt und die Stöcke können absterben.

Zeitpunkt der Krankheitsmanifestation: Unmittelbar nach dem Austrieb bleiben die Symptome auf der Kruppe bis zum Herbst, werden aber während der Vegetationsperiode allmählich abgeschwächt.

Übertragung: Gelbes Mosaik wird wie alle Viruserkrankungen hauptsächlich durch Fortpflanzungsmaterial übertragen. Im Weinberg durch Bodennematoden der Gattung Xiphinema.

Schädlichkeit: Schnelle Schwächung oder Tod des Baumes. Es ist ein sehr radikaler Stamm des GFL-Virus.

Grapevine vein banding GFLV-VB

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Grapevine vein banding

Abb. 63 *Grapevine vein banding GFLV-VB.*

Es ist serologisch identisch mit dem Weinreben-Roncetus-Virus. Das Vorkommen ist in unserem Land weniger, es tritt meistens zusammen mit Roncet auf.

Symptome: Sie erscheinen in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode auf den Blättern, mit gelben Streifen entlang der Hauptnerven, später bilden sich auch gelbe bis grünlich-gelbe Bänder entlang der Nebennerven. Die Blätter werden in der Regel nicht verformt, auch die grüne Blattfarbe bleibt erhalten. Die gelben Bänder bleiben bis zum Ende der Vegetationsperiode. Beeren fallen oft ab oder Erbsen.

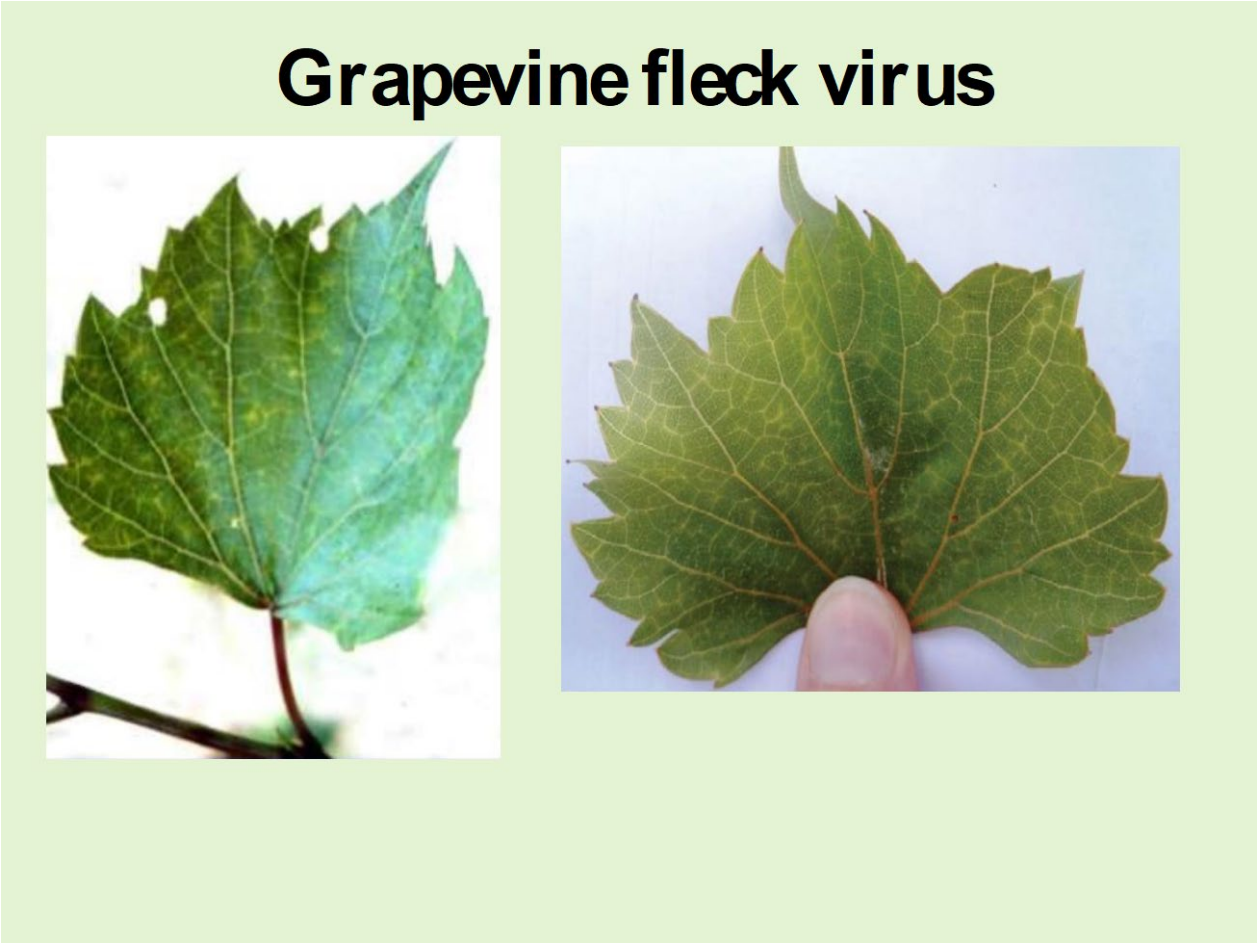
Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Zeitpunkt der Manifestation der Krankheit: Ab Beginn des Sommers entwickeln sich hauptsächlich im Sommer signifikante Symptome, die bis zum Ende der Vegetationsperiode bestehen bleiben.

Übertragung: Die Weinaderbandbildung wird, wie alle Viruserkrankungen, hauptsächlich durch Vermehrungsmaterial übertragen. Im Weinberg durch Regenwürmer.

Schädlichkeit: Äußert sich in einem Rückgang der Erträge, ähnlich dem von Roncet, der häufig einen Schauer verursacht, Erbsenbildung von Beeren.

Grapevine fleck virus, GFkV



Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 64 *Grapevine fleck virus, GFkV.*

Das Virus befindet sich im Phloem, es hat eine Kugelform. Eine sehr weit verbreitete Viruserkrankung. Da sie meist ohne Symptome verläuft, ist uns das Ausmaß der Ausbreitung nicht bekannt.

Symptome: Die Krankheit zeigt bei edlen und den meisten Unterlagensorten keine Symptome. Bei Prüfung auf den Indikator Vitis rupestris du Lot var. St. George, Symptome treten bereits im Jahr der künstlichen Infektion auf. Die Blätter sind kleiner, starr, der Blattstielwinkel ist offen, die Blattspreite entlang der Hauptader ist hyponastisch (schnelleres Wachstum der Zellen auf der Unterseite des Gewebes) nach oben gebogen, manchmal eingerollt und runzlig. Die Blätter sind gelbgrün, metallisch glänzend und auf ihnen erscheinen Flecken, so dass sich die Adern 3. und 4. Ordnung und das sie umgebende Gewebe verfärben. Im Durchlicht erscheinen sie als feine gelbgrüne Flecken im intervenalen Gewebe. Das Wachstum ist langsamer und die Triebe sind deutlich kürzer.

Zeitpunkt der Manifestation der Krankheit: Die Symptome treten im Frühjahr bei milder Witterung auf und klingen mit dem Einsetzen höherer Temperaturen ab.

Übertragung: Vermehrungsmaterial.

Schädlichkeit: Es wird erwartet, dass es ziemlich schädlich ist, insbesondere reduziert es den Zuckergehalt, das Wachstum der Triebe und verringert in Baumschulen den Ertrag erheblich.

Rugose wood complex - RW

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

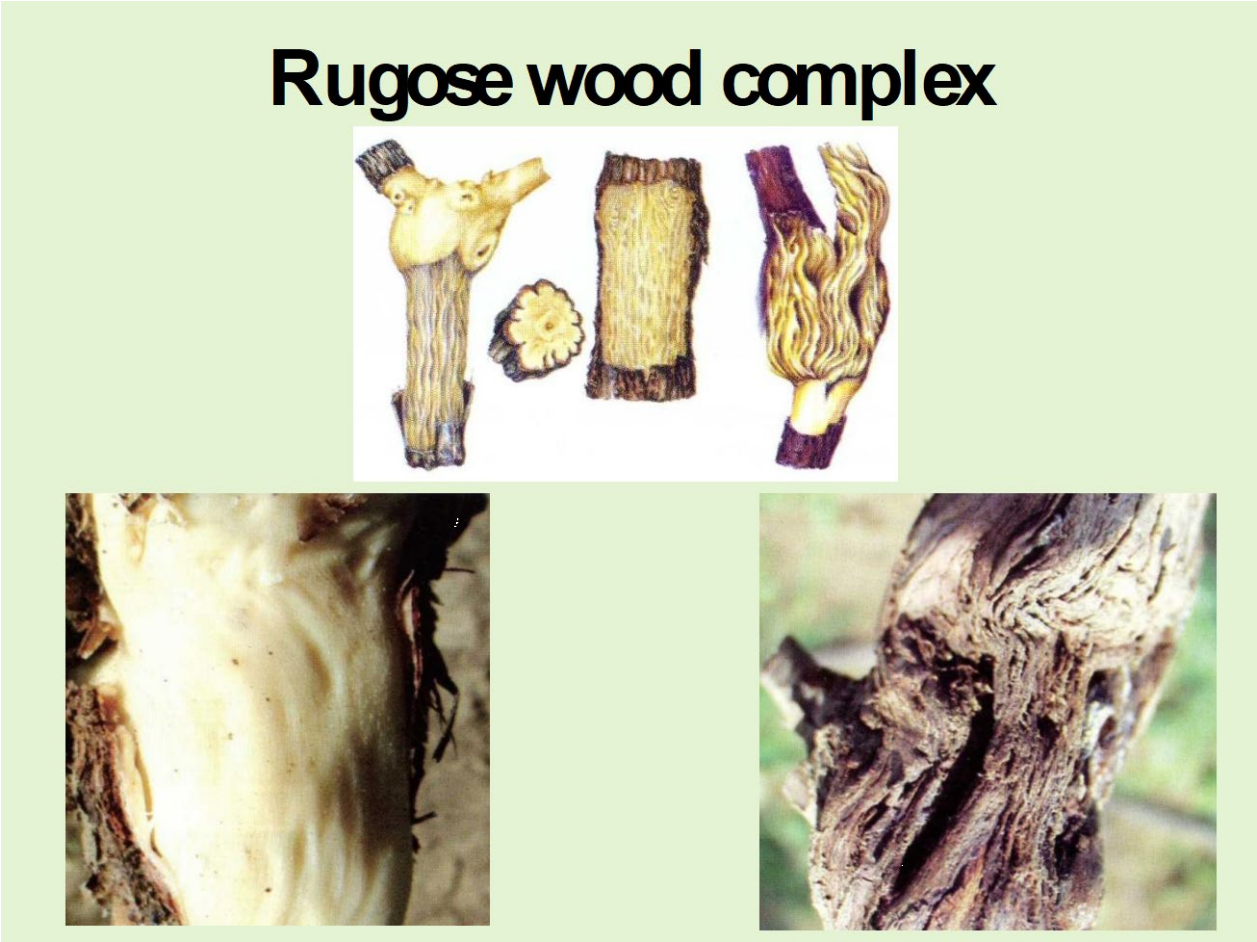


Abb. 65 *Rugose wood complex - RW.*

Ein Komplex aus mehreren Viren: Rupestris-Stammfraß - RSPaV (flache Faltenbildung des Stammes), Korkrinde - GVB, GVD (Verkorkung der Rinde), Kober-Stammassoziiertes Virus-Rillen - GVA, LN 33-Stammrillen. Die Faltenbildung des Rebholzes ist bei uns relativ weit verbreitet, sie ist eine häufige Ursache für das Absterben der Rebkronen.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Symptome: Die Krankheit ist am vorzeitigen Absterben eines Teils oder sogar des gesamten Kra zu erkennen. Bei Schlingpflanzen, die auf mittleren oder hohen Führungswegen gewachsen sind, stirbt meist plötzlich eine Schulter ab, dann die andere Schulter im selben oder im folgenden Jahr. In der Regel stirbt der Wurzelstockteil nicht zusammen mit dem edlen Teil ab und es können neue Triebe daraus wachsen. Dem Sterben geht ein kränkliches Aussehen des Kras voraus, das hellgrüne, kleinere Blätter und einen schwächeren Wuchs hat. Ein typisches Symptom ist die Runzelbildung bei altem Holz, die nach dem Entfernen der verdickten Rinde zu beobachten ist. Wenn das Holz eines gesunden Kras glatt ist, sind auf einem infizierten Kra Längsfalten unterschiedlicher Dichte und Tiefe deutlich sichtbar. Das Absterben kann entweder während der Vegetationsperiode nach plötzlichem Verwelken erfolgen, oder im Frühjahr, wenn ein Teil des Busches oder der ganze Busch keine Knospen bildet, stirbt er ab. Je nach Anfälligkeit der Rebsorte bzw. Rebsorte können die Symptome entweder an dem durch Kreuzung mit der amerikanischen Art Vitis vinifera entstandenen Teil der Unterlage oder an dem veredelten Edelteil auftreten.

Zeitpunkt der Manifestation der Krankheit: Das Absterben und damit das Warnen vor der Wirkung des Erregers kann jederzeit eintreten. Am stärksten betroffen sind Pflanzungen im Alter von 6-10 Jahren.

Übertragung: Viren, die mit dem Faltenkomplex der Weinrebe assoziiert sind, werden durch Würmer der Gattungen Planococcus und Pseudococcus übertragen.

Schädlichkeit: Es ist von Bedeutung, da dieses Virus an den Ursachen des vorzeitigen Absterbens von Reben in Weinbergen beteiligt ist.

Grapevine necrosis

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

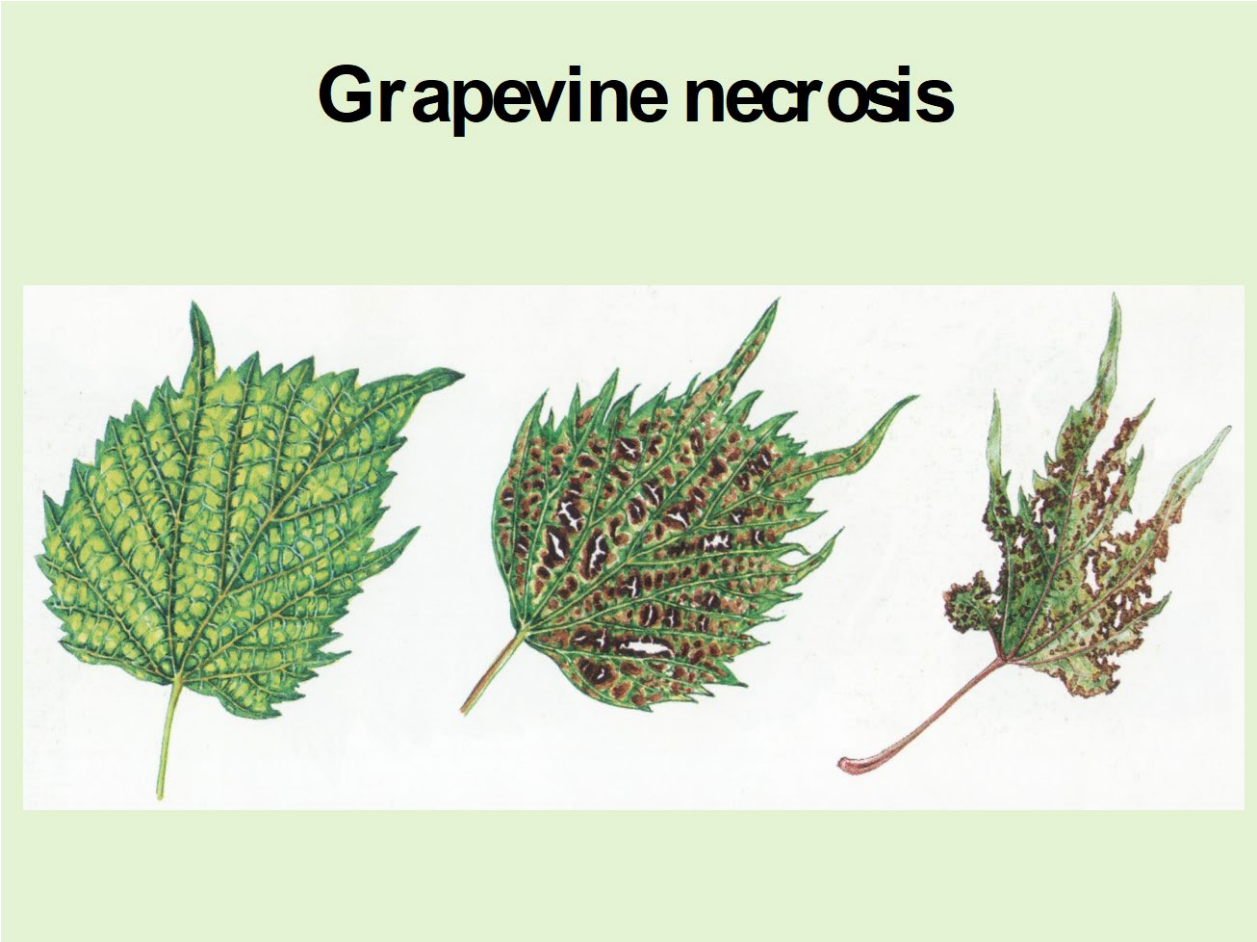


Abb. 66 *Grapevine necrosis, GN.*

Die Krankheit wird durch Rickettsien (eine kleine Bakteriumsart) verursacht und tritt hauptsächlich in Unterlagenweinbergen auf; es kann sogar dazu führen, dass das Dach stirbt.

Symptome: Die Intensität der Symptome variiert fast jedes Jahr. Die Symptome sind oft maskiert, manchmal sind sie sehr intensiv. Nasse Jahre führen zu einer größeren Inzidenz von Symptomen. Sie erscheinen in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode auf den Blättern. An den Trieben äußern sie sich durch einen abgeschwächten, oft zickzackförmigen Wuchs. Es kann sogar zum Absterben des Baumes führen.

Wir erkennen vier Stadien von Symptomen:

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

1. Asymmetrie - Blattasymmetrie, unspezifisches Stadium.

2. Verfärbung des Blattgewebes zwischen den Seitenadern nach Gelb, die Streifen um die Adern bleiben grün. Die Blätter sind normalerweise glänzend. Die Symptome sind im Durchlicht sichtbar.

3. Nekrotisierung verblasster Teile der Blattspreite mit typischen Gewebeeinrissen. Die Blätter sind deformiert, die Zähne sind schärfer, länger, die Hauptwinkel der Lappen sind spitz, der Winkel des Blattstiels ist breiter.

4. Erhebliche Wachstumsminderung, teilweise bis vollständige Sterilität bei edlen Sorten. Abdeckungen sterben oft. Wir können die Weinrebennekrose von einer durch Zinkmangel verursachten physiologischen Störung, deren Symptome sehr ähnlich sind, durch eine chemische Analyse der Blätter unterscheiden. Liegt die Zn-Konzentration in der Trockenmasse der Blätter über 25 mg/kg, spricht man von Rebennekrose.

Zeitpunkt der Manifestation der Krankheit: Ab Anfang Juli und dauert bis zum Ende der Vegetationsperiode.

Übertragen: Vermehrungsmaterial und wahrscheinlich Bodennematoden.

Schädlichkeit: Mindert den Ertrag edler Reben um durchschnittlich 30 %, Zuckergehalt um 15-20 %. Bei Wurzelstöcken reduziert es die Menge der produzierten Stecklinge.

Grapevine vein necrosis virus, GVNV

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Grapevine vein necrosis virus

Abb. 67 *Grapevine vein necrosis virus, GVNV.*

Eine sehr weit verbreitete Viruserkrankung, da sie im Weingarten symptomlos auftritt – latent, ist uns die große Verbreitung und Schädlichkeit kaum bewusst.

Symptome: Tritt bis auf den Indikator (V. rupestris x V. berlandieri R - 110) symptomlos an Reben auf. Es beginnt sich bereits Ende Mai, Anfang Juni auf den Blättern auf dem Indikator zu zeigen, so dass die Seitennerven, aber oft auch die Hauptnerven, nekrotisch, braun, schwarz werden. Es ist von beiden Seiten der Blätter sichtbar. Die Blätter werden während der Vegetationsperiode blass und fallen früher ab. An der

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Rinde sind Schwellungen zu beobachten, es können sich Längsrisse bilden, die mit Kallusgewebe überwuchert sind.

Datum der Manifestation der Krankheit: Auf dem Indikator von Ende Mai bis zum Ende der Vegetationsperiode. Übertragung: Wir kennen nur die vegetative Übertragung durch Vermehrungsmaterial.

Schädlichkeit: Sie wird bei auf empfindlicher Unterlage veredelten Sorten vermutet, indem sie den Wuchs schwächt und den Ertrag mindert.

Alfalfa mosaic virus, AlMV

Abb. 68 *Alfalfa mosaic virus, AlMV.*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Das Virus gehört zur Gattung Alfamovirus. An Weinreben kommt er selten vor, die Symptome zeigen sich nur an den Blättern. Symptome: Sie sind sehr ausgeprägt, können aber bei manchen Sorten auch unauffällig oder sogar latent auftreten. Sie erscheinen bereits im Frühjahr mit gelben Flecken auf jungen Blättern. In den Intervenenräumen befinden sich gelbe Gewebe, die oft leuchtend gelbe Bänder um die Venen bilden. Typischere Symptome entstehen im Sommer durch die Bildung von gelben Punkten, Flecken, Ringen oder deutlichen gelben Zeichnungen in verschiedenen Formen (Abb. 68).

Zeitpunkt der Manifestation der Krankheit: Ab Beginn der Vegetationsperiode und die Symptome bleiben bis zu ihrem Ende bestehen. Die gelbe Farbe der Zeichnungen verblasst im Laufe der Vegetation und ihre Aussagekraft nimmt ab. Übertragung: Blattläuse (16 Arten). Aus epidemiologischer Sicht wird das Alfalfa-Mosaikvirus trotz der Vielzahl an Vektoren nur selten auf Weinreben übertragen, da Blattläuse Weinreben als Wirtspflanze nicht mögen und nur sporadisch vorkommen. Die Übertragung erfolgt meist von anderen Pflanzen auf die Rebe (Luzerne, verschiedene Unkräuter etc.).

Schädlichkeit: Unbedeutend wegen sporadischem Auftreten.

In der Slowakei ist die Regierungsverordnung Nr. 49/2007 Slg., die die Anforderungen für das Inverkehrbringen von Vermehrungsmaterial festlegt, sieht die Verpflichtung zur Untersuchung in ausgewählten und Unterlage-Weinbergen für die Erzeugung von Original- und Basisvermehrungsmaterial und zertifiziertem Material vor für:

a) Grapevine Rosacea Virus, Arabica Mosaic Virus (infektiöser Degenerationskomplex)

b) Weinstock-Virus 1, Weinstock-Virus 3

c) Rebenfleckenvirus (nur in Unterlagenweinbergen)

Weiter, in den Einnahmen des Ministeriums der Slowakischen Republik Nr. 2366/2001-100 zur Umsetzung von §22 des Gesetzes NR SR Nr. 291/1996 Slg. über Sorten und Saatgut listet Viren und virusähnliche

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Organismen auf, auf deren Vorkommen das als "virusfreies Material" bezeichnete Vermehrungsgut der Gesundheitsklasse Virus frei - VF geprüft wird.

Durch Tests wird der Gesundheitszustand der Weinrebe auch bei einem latenten Virus festgestellt, bzw latentes Auftreten des Virus.

Für Routineuntersuchungen wird die serologische Methode ELISA (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay) eingesetzt. Zusamenfassend; man lässt einen spezifischen Antikörper auf der Oberfläche der Vertiefungen der Mikrotiterplatte adsorbieren, wäscht den überschüssigen Antikörper weg, pipettiert eine homogenisierte Probe in die Vertiefungen und lässt sie inkubieren – falls Viruspartikel in der Probe vorhanden sind , es bildet sich eine Antikörper-Antigen-Bindung, die überschüssige Probe wird weggespült, in die Vertiefungen wird ein mit einem kovalent gebundenen Enzym markierter Antikörper einpipettiert und zur Inkubation belassen - im Falle der Anwesenheit von Viruspartikeln in der Probe ein Antigen - Antikörperbindung bildet, überschüssiger Antikörper weggespült wird, das Substrat in die Vertiefungen pipettiert wird und die enzymkatalysierte Reaktion ablaufen kann - bei Anwesenheit von Viruspartikeln in der Probe verfärbt sich das Substrat gelb, falls Viruspartikel sind nicht vorhanden, das Substrat bleibt farblos. Die Färbung wird visuell und/oder photometrisch beurteilt.

Proben für die Untersuchung mit dem ELISA-Verfahren werden so entnommen und aufbereitet, dass bei Vorhandensein eines Erregers im Blut die größtmögliche Wahrscheinlichkeit besteht, dass dieser in der Probe in der höchsten Konzentration vorhanden ist. Daher ist es notwendig, den richtigen Zeitpunkt (Phänophase) - für die Probennahme, also auch für die Testung - zu wählen und den Teil der getesteten Pflanze richtig auszuwählen, in dem die Konzentration des Virus während der gegebenen Phänophase am höchsten ist. Im Fall von NEPO-Viren – Ronceta, Arabica-Mosaik, Gelbmosaik, Venensaum und andere – wird die Phänophase der Weinblüte und die jüngsten Blätter knapp unterhalb des vegetativen Höhepunkts als der geeignetste Begriff angesehen. Im Fall von Closteroviren - Zvinutka, Weinrebenvirus A - ist der am besten geeignete Begriff die Phänophase des Beginns des Erweichens der Beeren, und die am besten geeigneten Teile aus dem getesteten Kra sind ältere Blätter aus dem basalen Teil des Triebs. Im Falle des Latent-Spot-Virus (sphärisches Virus) stammt wie bei Closteroviren die wässrigste Probe aus reifen Blättern.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Das Testen auf Viruserkrankungen durch Implantation auf Weinrebenindikatoren ist eine weitere Testmethode und basiert auf der Verwendung der Virusinfektiosität. Es wird zum Testen von hauptsächlich permanent latenten Viruserkrankungen wie z. Weinmosaik und i. Das Prinzip der Methode ist die Implantation oder Veredelung eines Holzstückes oder einer Öse aus dem getesteten Kra auf einen Indikator (anfällige, garantiert virusfreie Sorte). Nach dem Pflanzen in der Versuchsgärtnerei werden die Symptome auf den Indikatorblättern visuell beurteilt.

Was die Übertragung von Viren betrifft, so ist aus praktischer Sicht die Übertragung von Viren während der Weinrebenvermehrung von größter Bedeutung. Ein systemisch mit dem Virus infizierter Busch bleibt sein ganzes Leben lang krank. Die Augenstecklinge und -grafts werden daher ebenfalls infiziert, und das Virus wird von ihnen auf die Nachkommen übertragen. Diese Übertragung muss durch Selektion verhindert werden - Auswahl gesunder Bäume für die Reproduktion (visuell, durch Testen).

Übertragung durch tierische Vektoren (Vektoren) - Wirtschaftlich wichtige Vektoren sind vor allem frei im Boden lebende exoparasitäre Nematoden, weniger bedeutend sind Würmer, Blattläuse und Blattläuse.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Abb. 69 *Virentest.*

Virustestergebnisse in der Slowakei

Alle vier überwachten Viren wurden in den getesteten Lokalitäten nachgewiesen – Coiled-Viren der Serotypen I und III (in rot in Tab. 25) sowie Nicht-Viren, insbesondere Roncet und Grapevine-Mosaik (in grün in Tab. 25). Einige Weinberge zeigten kombinierte Infektionen. Es wurden zwei Serotypen der Spirale getestet, nämlich Serotyp GLRaV I und GLRaV III. Im Gegensatz zu Nepoviren kann festgestellt werden, dass das Lockenvirus in den meisten Weinbaugebieten weit verbreitet ist. Es wurden sowohl

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

symptomatische als auch asymptomatische Proben getestet. Positive Proben wurden im folgenden Jahr nicht wiederholt, aber Proben aus einer anderen Region als im Vorjahr wurden getestet.

Tab. 25: *Viren, die Reben in ClimVino-Weinbergen schädigen. An jedem Standort ist die Anzahl der positiven Proben in einem bestimmten Jahr angegeben (MVO - Malokarpatská Weinbaugebiet; JVO - Južnoslovenská Weinbaugebiet; NVO - Nitrianska Weinbaugebiet).*

			GLRaV I			GLRaV III			GFLV			ArMV		
Rajón MVO	**Lokalita**	**Odroda/Rok**	**2020**	**2021**	**2022**	**2020**	**2021**	**2022**	**2020**	**2021**	**2022**	**2020**	**2021**	**2022**
Bratislavský	1	rôzne	8	1	6	9	2		12	13	6	16	12	
	2	Frankovka modrá	12	1	2	2	2	2	18	12		22	10	
	3	Chardonnay		2	2	2	1			3		18	4	
Pezinský	4	Merlot												
	5	Chardonnay			3		1						1	
	6	rôzne	1	1	4	7	3						9	
	7	rôzne			3	3	2					12	10	3
	8	rôzne												
	9	rôzne	1	1	6	2	2							
Modranský	10	rôzne												
	11	rôzne												
Orešanský	12	rôzne												
Hlohovecký	13	rôzne												
	14	rôzne	1		2									
	15	rôzne												
	16	rôzne												
	17	rôzne												
Skalický	18	rôzne	1		2									
	19	rôzne			1									
	20	rôzne												
Rajón JVO														
Šamorínsky	21	Veltlínske zelené			1		1							
Galantský	22	rôzne												
Rajón NVO														
Štintavský	23	rôzne												

Es zeigt sich, dass bei einer Änderung der klimatischen Bedingungen, insbesondere bei einer allmählichen Erwärmung, das Auftreten von vormals wirtschaftlich unbedeutenden Rebkrankheiten zunimmt. Fast ein Drittel der getesteten Proben wurde von einer Virusinfektion befallen. Da systemisch mit dem Virus infizierte Reben ihr ganzes Leben lang krank bleiben und in der Praxis unter Feldbedingungen nicht geheilt werden können, bleiben vorbeugende agrotechnische Maßnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung von Krankheiten bei Neupflanzungen am wichtigsten. Der Schutz der Reben vor Viruskrankheiten besteht in vorbeugenden Maßnahmen – bei der Anlage eines Weingartens eine mindestens 5-jährige Bodenruhe nach dem Rebstock einhalten, während einer Weinbaupause Getreide, Rüben oder Kartoffeln auf dem Boden anbauen, nach der Liquidation des Weingartens sorgfältig die Wurzeln entfernen, den Boden vor der Pflanzung mit geeigneten Nematiziden desinfizieren (es wird in Ausnahmefällen

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

gemacht, wenn es nicht gegen Umweltschutzvorschriften verstößt), bei Bedarf Schutz vor Insektenüberträgern und Schutz vor Unkräutern durchführen. Die wichtigste Maßnahme ist, bei der Rebenvermehrung nur gesundes Vermehrungsmaterial (Augen, Pfropfreiser, Wurzelstöcke) zu verwenden.

Ergebnisse des Phytoplasma- und Bakteriosemonitorings in der Slowakei

Im Zeitraum 2021-2022 wurden in den ClimVino-Weinbergen Proben von Reborganen (hauptsächlich Blätter) entnommen, die einer Analyse mit dem ICgene-Gerät unterzogen wurden. Wir konzentrierten uns auf die Diagnostik des Phytoplasmas Flavescence dorée und der durch den Erreger Xylella fastidiosa verursachten Bakteriose. Das Gerät kann auch Botrytis cinerea und Brettanomyces bruxellensis erkennen.

Der ICgene Analyser ist ein biomolekulares Diagnosegerät, das nach dem Prinzip der LAMP-Methode (Loop-Mediated Isotherm Amplification) arbeitet. Es ist im Grunde ein Echtzeitverstärker mit einem Fluoreszenzsensor, der in einer benutzerfreundlichen Android-Oberfläche funktioniert. Die Interpretation der Ergebnisse erfolgt automatisch, die Messdaten werden in Echtzeit angezeigt.

Im Jahr 2021 wurden fast 300 Proben entnommen und an zwei Standorten wurde auch das Phytoplasma Flavescence dorée nachgewiesen. Im folgenden Jahr wurde das Vorkommen dieses Phytoplasmas auch an einem anderen Ort bestätigt. Um die korrekte Identifizierung zu bestätigen, muss jedoch eine andere, idealerweise anerkannte Methode angewendet werden, die auch von dem betreffenden Winzer empfohlen wurde.

Die Notwendigkeit einer anderen Methode wird auch dadurch bestätigt, dass im Jahr 2022 eine entnommene Probe positiv auf das Bakterium Xylella fastidiosa getestet wurde, dies aber durch erneute Analyse ausgeschlossen wurde. Das Vorhandensein dieses Bakteriums auf dem Territorium der Slowakei wurde noch nicht bestätigt. Alle Daten sind in Tab. 26 dargestellt.

Tab. 26: *Überwachung des Vorkommens des Phytoplasmas Flavescence dorér und des Bakteriums Xylella fastidiosa in ClimVino-Weinbergen. An jedem Standort ist die Anzahl der positiven Proben in einem bestimmten Jahr angegeben (NVO - Malokarpatská Weinbaugebiet; JVO - Južnoslovenská Weinbaugebiet; NVO - Nitrianska Weinbaugebiet).*

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

			Flavescence dorée		Xylella fastidiosa	
Rajón MVO	**Lokalita**	**Odroda/Rok**	**2021**	**2022**	**2021**	**2022**
Bratislavský	1	rôzne		2		
	2	Frankovka modrá	8	12		
	3	Chardonnay	6	9		
Pezinský	4	Merlot				
	5	Chardonnay				0
	6	rôzne				
	7	rôzne				
	8	rôzne				
	9	rôzne				
Modranský	10	rôzne				
	11	rôzne				
Orešanský	12	rôzne				
Hlohovecký	13	rôzne				
	14	rôzne				
	15	rôzne				
	16	rôzne				
	17	rôzne				
Skalický	18	rôzne				
	19	rôzne				
	20	rôzne				
Rajón JVO						
Šamorínsky	21	Veltlínske zelené				
Galantský	22	rôzne				
Rajón NVO						
Šintavský	23	rôzne				

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

15 Mikrobiologisches Profil von Standorten in der Slowakei

Die Qualität von Wein ist eng mit der Qualität des Rohstoffs, der Trauben, aus denen er hergestellt wird, verbunden. Wein ist das Produkt des Zusammenwirkens mehrerer lebender Organismen. Die Kombination aus hochwertigen Rohstoffen und außergewöhnlichem Terroir, sowie durch die ehrliche Arbeit des Stoffwechsels von Mikroorganismen – Hefen und Bakterien, sowie das Können des Winzers und Önologen, lässt einen ursprünglichen Saft entstehen. Terroir ist im Wesentlichen ein expliziter Begriff, der mehrere Faktoren kombiniert, die die Qualität und Gesundheit von Trauben beeinflussen. Es geht um den Faktor Mensch und mehrere andere Einflüsse der Umgebung – in erster Linie klimatische Bedingungen (Makroklima, Mesoklima, Topoklima und Mikroklima), Bodenbeschaffenheit aus bodenkundlicher, geologischer, aber auch agronomischer Sicht und natürlich das Mikrobiom, also die Darstellung von einzelne Mikroorganismen. Bei der Weinherstellung beginnt die Mission der Mikroorganismen bereits im Weinberg, da das Mikrobiom der Vitis vinifera die endgültige Qualität der Trauben und damit des Weins beeinflussen kann. Die vielleicht wichtigste Rolle spielt S. cerevisiae insbesondere bei der Gärung von Traubenmost. Während der anaeroben Glykolyse produziert die Hefe neben Ethanol und Kohlendioxid Hunderte von Nebenmetaboliten, die die resultierende Qualität und Originalität des Weins beeinflussen. Es hängt jedoch von der gewählten Gärstrategie ab, in welcher Darstellung und in welchen Mengen der Wein diese aromaaktiven Substanzen enthält. Bakterien spielen insbesondere auch bei der Herstellung von Rotwein eine wichtige Rolle. In den letzten Jahren wurde zunehmend der unersetzliche Einfluss des Mikrobioms des Bodens diskutiert, der sich auf die Gesundheit von Pflanzen, einschließlich der Rebe, auswirkt. Das Bodenmikrobiom, in dem vor allem Bakterien vorherrschen, ist noch wenig erforscht. Die Überwachung des Einflusses der einzelnen Komponenten des Terroirs ist unter unseren (slowakischen) Bedingungen besonders wichtig, da mehrere Autoren (Van Leeuwen & Seguin, 2006; Wei et al., 2018) feststellen, dass der höchste Ausdruck des Terroirs im Weinbau erreicht wird Gebiete mit kälterem Klima.
Hefen, die für die alkoholische Gärung verantwortlich sind, können auf natürliche Weise von der Oberfläche der Trauben stammen, sekundär aus Kellereinrichtungen oder mit Hilfe von Rein- oder Mischkultur-Inokulum in den Most oder Wein gelangen (Fleet, 1993; Chavan et al., 2009; Francesca et al., 2010; Sun et al., 2017). Zu den sekundären Lebensräumen der Weinhefe gehören vor allem die Einrichtungen von Kellereien und Kellern. Vertreter solcher Hefearten, die aus natürlichen Lebensräumen stammen, finden sich in sekundären Lebensräumen. Insbesondere die Hefe Saccharomyces cerevisiae bildet einen nach wie

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

vor wichtigen Bestandteil der Hefegemeinschaft von Weingütern, Zisternen, Kellern und Flaschenweinen (Fleet, 1993; Ribéreau-Gayon, 2006).

Die Lebensgemeinschaft der Hefen in den Primärlebensräumen (Trauben, Reborgane, Boden) hängt stark von den ökologischen Gegebenheiten der Rebfläche ab. Sie ist das Ergebnis eines langfristigen Prozesses ihrer Anpassung an verschiedene abiotische Faktoren – Boden, Klima und regionale Bedingungen des Weinbaus (Cappello et al., 2004; Raspor et al., 2006). Die Höhe des atmosphärischen Wasserniederschlags, die Durchschnittstemperatur, die Sonnenscheindauer, die Traubenreife, die Sorte und damit auch das Jahr beeinflussen die Darstellung der vorherrschenden Hefearten auf Trauben und im Most (Schuller et al., 2005). Die Verbreitung der einzelnen Gattungen variiert von einer geografischen Zone zur anderen, von einem Weinberg zum anderen. Unterschiede in der Darstellung verschiedener Hefearten hängen auch mit dem Breitengrad zusammen (Lopes et al., 2002). Die Mikroflora der Rebe wird auch durch verschiedene agrotechnische und biologische Eingriffe beeinflusst – Düngung, Anwendung verschiedener Spritzmittel, Fungizide oder die Einwirkung von Schädlingen (Longo et al., 1991).

Die Hefevielfalt wurde in Weinbauregionen vieler Weinbaumächte, aber auch in Ländern, in denen der Weinbau keine lange Tradition hat, kartiert. Hefen einzelner Weinbauregionen wurden in Spanien (Blanco et al., 2008), Italien (Fay & Benavides, 2005; Francesca et al., 2010), Argentinien (Mercado et al., 2007) und Neuseeland (Goddard et al . , 2010); in Ungarn (Csoma et al., 2010), China (Sun et al., 2009; Li et al., 2010; Sun et al., 2017), Indien (Chavan et al., 2009). In den meisten dieser Studien waren Nicht-Saccharomyceten-Hefen in der Mehrheit. In einigen Fällen wurde nicht einmal eine Hefe isoliert, die zur S. cerevisiae sensu stricto-Gruppe gehört. Die Population von Nicht-Saccharomyceten-Hefen, die auf Weinrebenfrüchten vorkommen, ist variabel. Die häufigsten Gattungen sind Kloeckera, Candida, Brettanomyces, Cryptococcus, Kluyveromyces, Pichia und Rhodotorula. Capozziet al. (2015) verglichen die Darstellung einzelner Gattungen von Nicht-Saccharomyceten-Hefen aus verschiedenen Terroirs in Chile, Argentinien, Spanien und Italien (Abb. 70) und identifizierten 151 Arten verschiedener Hefen. Der Großteil (ca. 40 %) der Stämme wurde taxonomisch in die Gattung Metschinkowia eingeordnet, die Darstellung einzelner Gattungen war je nach geografischer Herkunft der Proben sehr variabel.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

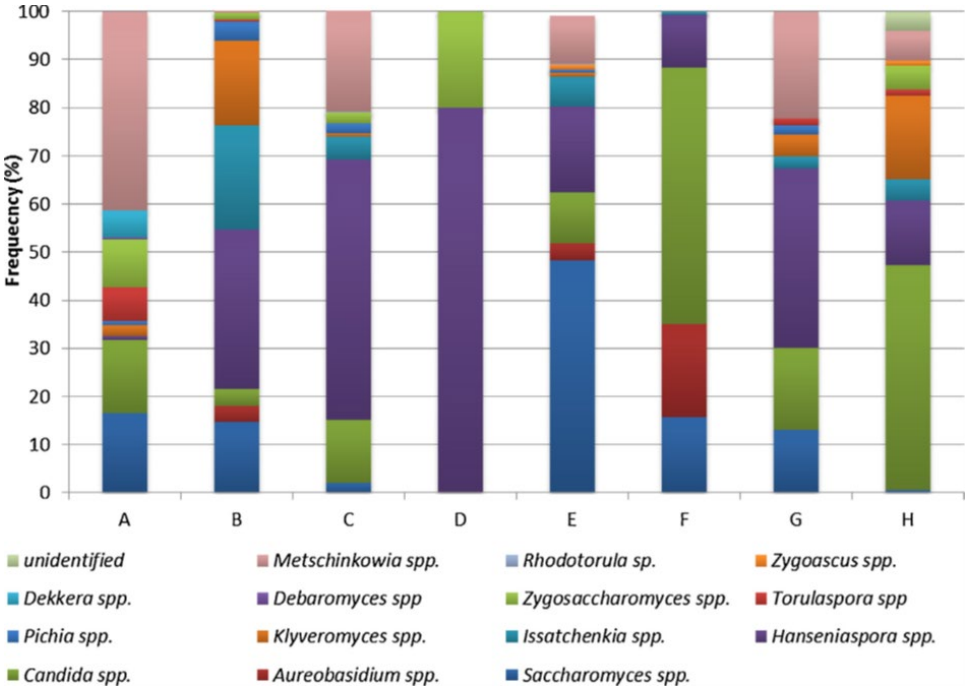


Abb. 70: *Darstellung einzelner Gattungen von Nicht-Saccharomyceten-Hefen aus verschiedenen Terroirs. (A) Region Maule (Chile), Traubensaft und Wein; (B) Region Serranía de Ronda (Spanien), Traubensaft und Wein; (C) Region „Zona Alta del Rio Mendoza" (Argentinien), Traubensaft und Wein; (D) Region Rioja (Spanien), Kellerei und Traubensaft; (E) Region Apulien (Italien), Traubensaft und Wein; (F) Region Apulien (Italien), Traubensaft; (G) Region Apulien (Italien), Trauben, Traubensaft und Wein; (H) Sizilien (Italien), Traubensaft (Capozzi et al., 2015).*

Die Aufgabe der Weinhefe besteht nicht nur darin, Kohlenhydrate in Ethanol umzuwandeln. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts behauptet Louis Pasteur, dass einzelne Hefearten einer bestimmten Region für spezifische organoleptische Eigenschaften des Weins verantwortlich sind (Pasteur, 1866). Die Rolle der Hefe in der Weinbereitung geht weit über die reine Gärdimension hinaus. Die Kenntnis des Mikrobioms der Hefe Vitis vinifera ist nicht nur aus ökologischer Sicht wichtig, sondern kann auch legal im Weinherstellungsprozess verwendet werden. Das quantitative und qualitative Vorhandensein von Hefe beeinflusst den Verlauf der Fermentation und damit maßgeblich das resultierende sensorische Profil des zukünftigen Weins (Malík et al., 1997). Ein umfassendes Bild der Ökologie der Weinhefen in der ehemaligen Tschechoslowakei wurde von Minárik (1978) entwickelt. Er klassifizierte aus natürlichen und sekundären Habitaten isolierte Hefen in sechs sporogene Gattungen (Saccharomyces, Torulaspora, Pichia,

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Hansenula, Debaryomyces, Saccharomycodes) und drei asporogene Gattungen (Torulopsis, Candida, Kloeckera). Ribéreau-Gayon et al. (2006) beschreiben 15 Hefestämme, die häufig Weinreben besiedeln. Pretorius (2016) und ähnlich Barata et al. (2012) listen mehr als 20 aus Weinreben isolierte Hefearten auf und bestätigen gleichzeitig, dass die Darstellung einzelner Hefestämme auch von der geografischen Lage abhängt (Tab. 27). Diese Hefen können Teil einer spontanen Gärung sein, sie können in einer Mischgärung verwendet werden, aber sie können auch Verunreinigungen sein, die Weinfehler verursachen.

Tab. 27: *Hefe, die während der Ernte aus Reben isoliert wird (Barata et al., 2012).*

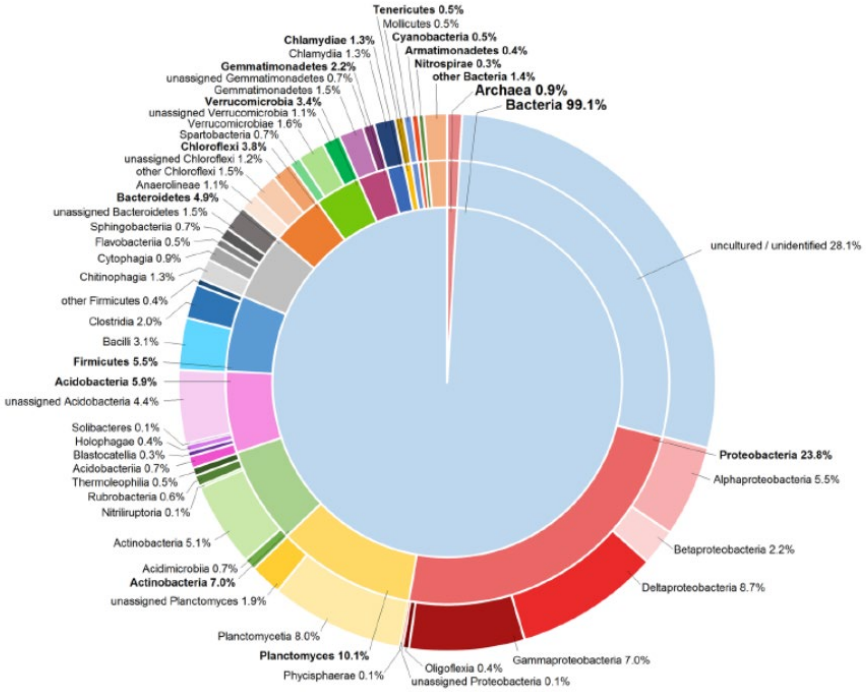
	FR	IT	ES	PO	GR	SL	CA	BR	AR	JA	AU	IN	CH
Rôzne bazidiomycéty[a]	+++	++		+++		+++	++	+	+	+++	++		+++
Aureobasidium pullulans		+++	+		+	++	++	+			+++		
Hanseniaspora spp.	++		+++		++					+		+++	+
H. uvarum		++	+++	++	+++	++	++	+++	+++	+++		+	+++
Metschnikowia spp.		++	+	+		+			+++				+
Candida spp.	+++	+		+					+	++		++	++
C. stellata/zemplinina				+	++				+				+
Debaryomyces spp.	+					+						+	
Issatchenkia spp.	+		++		+			+++	+			++	+
Kluyveromyces spp./*Lachancea* spp.	+		++										
Pichia spp.	+	+	+	+		+			++			++	++
Brettanomyces spp.		+											
Saccharomyces spp.	+	+											
S. cerevisiae			++									++	
Saccharomycopsis spp.		++											
Saccharomycodes ludwigii									+				
Torulaspora spp.			+	+									
Zygosaccharomyces spp.		+											+
Z. bailii			+										+

Legende: Daten stammen aus mehreren Studien; das Symbol + stellt die relative Darstellung der erkannten Arten dar; Länderabkürzungen: FR – Frankreich, IT – Italien, ES – Spanien, PO – Portugal, GR – Griechenland, SL – Slowenien, CA – Kanada, BR – Brasilien, AR – Argentinien, JA – Japan, AU – Australien, IN – Indien , CH – China; aCryptococcus spp., Bulleromyces spp., Sporidiobolus spp., Sporobolomyces spp., Rhodotorula spp., Trichosporon spp.

Neben Hefen sind auch Bakterien in allen Traubenmosten und Weinen vorhanden (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Je nach Stufe des Weinherstellungsprozesses und den Gärbedingungen wird auch ihre Vermehrungsfähigkeit bestimmt. Bakterien können eine Vielzahl sensorisch aktiver Substanzen verstoffwechseln. Ihr Einfluss auf die Weinqualität hängt nicht nur von Umweltfaktoren ab, die auf

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

zellulärer Ebene wirken, sondern auch von der Auswahl der am besten angepassten Bakterienarten und -



stämme.

Abb. 71: *Prozentuale Darstellung einzelner Bakteriengattungen in der Probe (Hendgen et al., 2018).*

In letzter Zeit wird zunehmend der signifikante Einfluss der Bodenbakteriengemeinschaft auf die Qualität der Trauben und damit auf den Wein diskutiert (Zarraonaindia et al. 2015). Weinreben-assoziierte Bakterien können eine spezifische Rolle bei der Produktivität und Krankheitsresistenz von Wirtspflanzen spielen. Traubenbakteriengemeinschaften haben auch das Potenzial, die organoleptischen Eigenschaften von Wein zu beeinflussen und zum regionalen Terroir beizutragen. Der Boden dient als Hauptquelle für Bakterien, die mit Weinreben in Verbindung gebracht werden. Edaphische Faktoren und weinbergsspezifische Bedingungen können das natürliche Mikrobiom der Rebe beeinflussen. Mikroorganismen sind aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeit und Plastizität sehr erfolgreiche Bodenbewohner, um mit widrigen Bedingungen fertig zu werden. Es wird allgemein angenommen, dass eine hohe Biodiversität in vielen Ökosystemen die Stabilität und Produktivität erhöht und durch Klima, Bodeneigenschaften und Landmanagement reguliert wird. Da sich die meisten Biodiversitäts- und Produktivitätsstudien auf die Pflanzenvielfalt konzentrieren, erfordert diese Beziehung ein besseres Verständnis innerhalb der Bodenmikrobenpopulationen, da Mikroorganismen eine Schlüsselrolle in vielen Schlüsselfunktionen des Ökosystems spielen, die an der

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Bodenfruchtbarkeit beteiligt sind. Der Gesundheitszustand von Pflanzen hängt vom Vorhandensein von Bodenmikroorganismen ab, die über einen Stoffwechselmechanismus verfügen, um auf Bodennährstoffe wie Stickstoff-, Phosphor- und Schwefelverbindungen zuzugreifen. Diese sind für sie meist biologisch minimal verfügbar. Mit Hunderten bis Tausenden von Taxa pro Gramm Boden hat sich gezeigt, dass die funktionelle Redundanz in der Bodenmikrobengemeinschaft hoch ist. Solche Beweise werden als äußerst relevant angesehen, um die Auswirkungen des Klimawandels und anthropogener Eingriffe auf die mikrobielle Vielfalt im Boden und folglich auf die biogeochemischen Kreisläufe des Bodens zu rechtfertigen. Einer der umfassenden Screens mikrobieller Gemeinschaften wurde von Hendgen et al. (2018), die die Mikroflora eines Versuchsweinbergs in Geisenheim, Deutschland, kartierten (Abb. 71). Er verwendete eine Identifizierung basierend auf einer 16S-rRNA-Analyse (Produkte der Polymerase-Kettenreaktion wurden unter Verwendung von Illumina MiSeq sequenziert und die Identifizierung selbst wurde basierend auf einem statistischen Vergleich der erhaltenen Daten mit Daten in der bakteriellen NCBI-Datenbank durchgeführt). Dieses Experiment umfasste auch eine bodenkundliche Analyse, die einer der Faktoren ist, die wahrscheinlich die Zusammensetzung des Bodenmikrobioms beeinflussen.

Ergebnisse mikrobiologischer Analysen in der Slowakei

Im Zeitraum 2019-2022 wurden Bodenproben und verschiedene Teile der Rebe von verschiedenen Standorten analysiert. Für die mikrobiologische Analyse wurde die Gensequenzierungsmethode MinION Nanopore 28S rRNA und 16S rRNA verwendet. Der größte Vorteil dieser Methode ist, dass sie aus einer kleinen Probenmenge umfassende Daten über das Mikrobiom gewinnen kann. Das Verfahren ist auch in der Lage, nicht kultivierbare Mikroorganismen in der Probe nachzuweisen, die bisher mit herkömmlichen Methoden nicht identifiziert werden konnten.

Sowohl Hefe als auch Bakterien wurden in allen Proben identifiziert. Abbildung 72 zeigt einen Vergleich der Darstellung von Hefegattungen in Bodenproben und in Traubenproben. Dass die Gattung Saccharomyces in Traubenproben prominenter vertreten ist, ist logisch und hängt mit der Kohlenhydratquelle zusammen. Interessanter ist jedoch die Tatsache, dass die Gattung Saccharomyces bei weitem nicht dominant ist.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Während die Gattungen Botrytis, Candida oder Pichia als gemeinsame Mikroflora gelten, sind die Gattungen Malassezia, Thermothelomyces, Sugiyamaella oder Ermothecium keine typische Hefe-Mikroflora von Vitis vinifera. Ihre Rolle im Ökosystem Reben sollte daher konsequent untersucht werden.

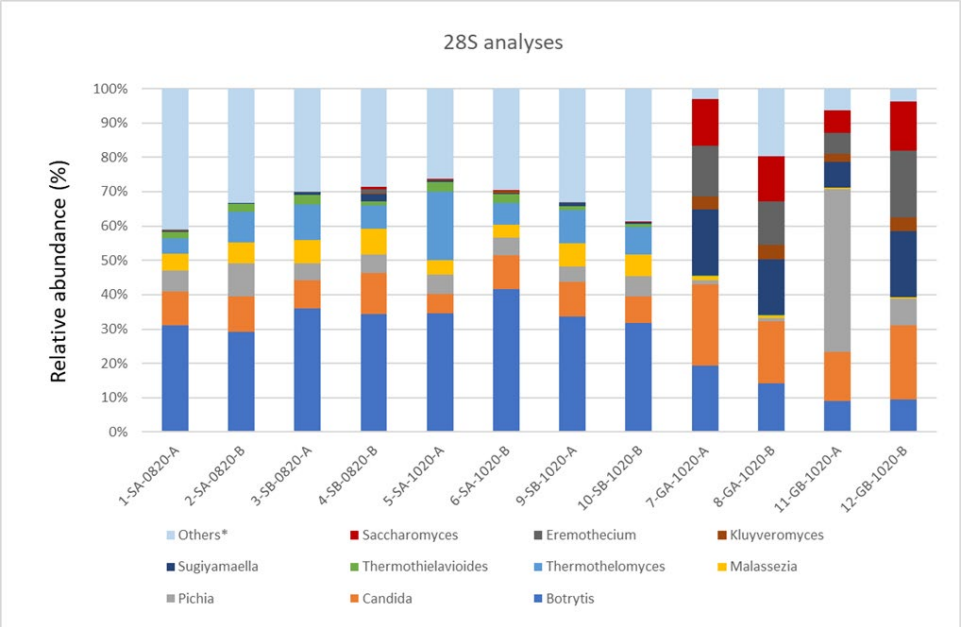


Abb. 72 *Die zehn am häufigsten identifizierten Hefegattungen in Boden- (Proben 1–6, 9, 10) und Traubenproben (Proben 7, 8, 11, 12).*

Abbildung 73 zeigt einen Vergleich der Darstellung einzelner Bakteriengattungen in Bodenproben aus Weingärten. Die Gattungen Bacillus und Nitrospira sind häufige Bodenmikrofloren, die Variabilität der Darstellung einzelner Gattungen hängt mit der Jahreszeit zusammen, in der die Proben entnommen wurden. In den Traubenproben unterschied sich die Darstellung einzelner Bakterien signifikant von den Bodenproben, es dominierten die Gattungen Gluconobacter und Acetobacter.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

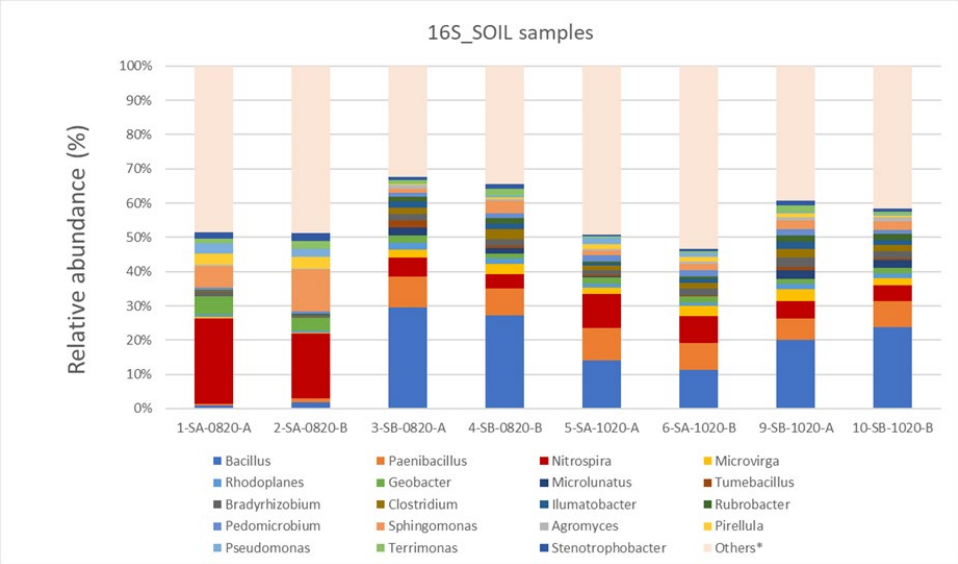


Abb. 73: *Die am häufigsten identifizierten Bakterien in Bodenproben.*

Mikrobielle Gemeinschaften sind mit Pflanzen vernetzt, spielen eine Rolle bei der Bodenproduktion, verursachen aber auch phytopathogene Krankheiten. Die Wurzel-Boden-Grenzfläche ist wahrscheinlich die wichtigste Interaktion zwischen Pflanzen und ihrer Umwelt. Bodenmikroorganismen, die die Pflanze in den Wurzeln besiedeln, können sich durch die Pflanze bewegen und den Rest des Gewebes besiedeln, eine günstige Pflanzengesundheit fördern oder verschiedene Krankheiten verursachen. Einige Studien berichten auch, dass die Mikroorganismen, die die Pflanzen besiedeln, die Produktivität der Trauben und auch die daraus resultierenden organoleptischen Eigenschaften des Weins beeinflussen könnten (Gilbert et al. 2014). Andererseits bleibt ein Aspekt der Pflanzen-Mikroorganismus-Beziehung unklar, ob Bodenmikroorganismen möglicherweise mit Nachernteprozessen wie Fermentationsprozessen, einschließlich solcher im Zusammenhang mit der Weinherstellung, in Verbindung stehen.

Bisher haben sich nur wenige Studien mit dem Zusammenhang zwischen dem Bodenmikrobiom und seinem Einfluss auf önologische Prozesse befasst (Alonso et al., 2019). Moderne molekularbiologische Methoden bieten derzeit beispiellose Möglichkeiten, mikrobielle Gemeinschaften und ihre Beziehungen zu ihrer Umgebung oder nachgelagerten Prozessen umfassend zu charakterisieren. Um die wesentliche Rolle von Mikroorganismen im gesamten Weinherstellungsprozess zu verstehen, sollten wir die Beziehung

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

zwischen den Mikrobiomen des Weinbaus und der Weinherstellung verstehen. Gleichzeitig gilt es, besonderes Augenmerk auf das Bodenmikrobiom zu richten.

16 Liste der benutzten Literatur

ALONSO, A., DE CELIS, M., RUIZ, J., VICENTE, J., NAVASCUÉS, E., ACEDO, A, ORTIZ-ÁLVAREZ, R., BELDA, I., SANTOS, A., GÓMEZ-FLECHOSO, M.Á., MARQUINA, D. 2019. Looking at the Origin: Some Insights into the General and Fermentative Microbiota of Vineyard Soils. Fermentation 5:78. DOI:10.3390/fermentation5030078.

BACKHAUS K., ERICHSON, B., PLIMKE, W. A WEIBER,R. 2016: Multivariate Analysemethoden. 14. vydanie - Springer Gabler

BAGGIOLINI, M. 1952: Stades repères de l'abricotier. Rev Romande Agric Vitic Arboric 8 :28-29.

BAGGIOLINI, M. A BAILLOD, M. 1993: Les Stades Repères de La Vigne. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture 25: 7-9.

BARATA, A., MALFEITO-FERREIRA, M., LOUREIRO. 2012. The microbial ecology of wine grape berries. Review. International Journal of Food Microbiology 153:243–259. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.11.025.

BINDI, M., MIGLIETT A, F., GOZZINI, B., ORLANDINI, S. A SEGHI, L. 1997: A simple model for simulation of growth and development in gravine (Vitis vinifera L.). 1. opis modelu. Vitis 36(2): 67-71.

BLANCO, P., VÁZQUEZ-ALÉN, M., LOSADA, A. 2008. Influence of yeast population on characteristics of the wine obtained in spontaneous and inoculated fermentations of must from Vitis vinifera Lado. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 35:183–188. DOI:10.1007/s10295-007-0282-9.

BLEYER, K., BLEYER, G., KAST, W.K., Anweendung von OiDiag 3.0 im VitimeteoOidium, Deutscher Weinbau 68(10), 32-35, 2013.

CAFFI, T., ROSSI, V., LEGLER, S.E., BUGIANI, R., A mechanistic model simulating ascosporic infections by Erysiphe necator, the powdery mildew fungus of grapevine, Plant Pathology 1-10, 2010.

CAPOZZI, V., GAROFALO, C., CHIRIATTI, M.A., GRIECOB, F.SPANOA, G. 2015. Microbial terroir and food innovation: The case of yeast biodiversity in wine, Microbiological Research 181:75–83. DOI:10.1016/j.micres.2015.10.005.

CAPPELLO, M.S., BLEVE, G., GRIECO, F., DELLAGLIO, F., ZACHEO, G. 2004. Characterization of Saccharomyces cerevisiae strains isolated from must of grape grown in experimental vineyard. Journal of Applied Microbiology 97(6):1274–1280. DOI:10.1111/j.1365-2672.2004.02412.x.

COLA, G., FAILLA, O., MAGHRADZE, D., MEGRELIDZE, L. A MARIANI, L. 2017: Grapevine phenology and climate change in Georgia, Int J Biometeorol 61(4): 761-773.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

COOMBE, B.G. 1995: Rastové štádiá viniča: prijatie systému na identifikáciu rastových štádií viniča. Australian Journal of Grape and Vine Research. https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00086.x

CSOMA, H., ZAKANY, N., CAPECE, A., ROMANO, P., SIPICZKI, M. 2010. Biological diversity of Saccharomyces yeasts of spontaneously fermenting wines in four wine regions: Comparative genotypic and phenotypic analysis. International Journal of Food Microbiology 140:239–248. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.03.024.

DE CORTAZAR-ATAURI I.G., BRISSON, N. A GAUDILLERE, J.P. 2009: Performance of several models for predicting budburst date of grapeine (Vitis vinifera L.). Int J Biometeorol 53(4): 317-326.

EICHHORN, W.K. A LORENZ, D.H. 1997: Phenological development stages of grapevine. Spravodaj Nemeckej služby ochrany rastlín. Braunschweig 29: 119-200.

FAY, C.J., BENAVIDES, J.A. 2005. Evidence for domesticated and wild populations of Saccharomyces cerevisiae. PLoS Genetics 1(1):e5. DOI:10.1371/journal.pgen.0010005.

FLEET, G.H. 1993. The microorganisms of winemaking-isolation, enumeration and identification. In: Fleet, G.H. Wine Microbiology and Biotechnology, Harwood Academic Publishers, Singapore.1–25. ISBN:978-0415278508.

FRANCESCA, N., CHUIRAZZI, M., ROMANO, R., APONTE, M., STTANNI, L., MOSCHETTI, G. 2010. Indigenous yeast communities in the enviroment of „Ravello bianco“ grape variety and their use in commercial white wine fermentation. World Journal of Microbiology and Biotechnology 26:337–351. DOI:10.1007/s11274-009-0181-5.

GILBERT, J.A., VAN DER LELIE, D., ZARRAONAINDIA, I. 2014. Microbial terroir for wine grapes. Proceedings of the National Academy of Sciences 111:5–6. DOI: 10.1073/pnas.1320471110.

GLADSTONES, J.S. 1992: Viticulture and environment: a study of the eff ects of environment on grape growing and wine qualities with emphasis on present and future areas for growing winegrapes in Australia (Vinohradníctvo a životné prostredie: štúdia vplyvu životného prostredia na pestovanie hrozna a kvalitu vína s dôrazom na súčasné a budúce oblasti pestovania viniča v Austrálii). - Adelaide: Winetitles, 1992

GLASA, M.: Identifikácia a charakterizácia vírusov viniča hroznorodého modernými biomolekulárnymi nástrojmi. Dostupné na internete:

GODDARD, M.R., ANFANG, N., TANG, R., GARDNER, R.C., JUN, C. 2010. A distinct population of Saccharomyces cerevisiae in New Zealand: evidence for local dispersal by insects and human-aided global dispersal in oak barrels. Enviromental microbiology 12(1):63–73. DOI:10.1111/j.1462-2920.2009.02035.x.

GUBLER, W.D., THOMAS, C.S., Control of Grapevine Powdery Mildew Using the UC Davis Risk Assessment Model, SARDI Research Report Series 50, 133-134, 2000.

HELMUT GANGL, H., MARTIN TIEFENBRUNNER, M., TIEFENBRUNNER, W.: A comparison of the phenology of interspecific hybrid vines of southern Burgenland with Vitis vinifera cultivars and the effect of interannual climatic variability, Mitteilungen Klosterneuburg 69 (2019): 154-173.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

HENDGEN, M., HOPPE, B., DORING, J., FRIEDEL, M., KAUER, R., FRISCH, M., DAHL, A., KELLNER, H. 2018. Effects of different management regimes on microbial biodiversity in vineyard soils. SCIENTIFIC REPOrts 8:9393. DOI:10.1038/s41598-018-27743-0.

http://kor.fapz.uniag.sk/predmety/podklady/vinic/fytoplazmy%20a%20virusy_vinic.pdf

http://www.agroporadenstvo.sk/rastlinna-vyroba-vinic-a-vino?article=2233

https://www.mpsr.sk/download.php?bulID=22

https://www.slov-lex.sk/static/pdf/2007/49/ZZ_2007_49_20200801.pdf

CHAVAN, P., MANE, S., KULKAMI, G., SHAIKH, S., GHORMADE, V., NERKAR, D.P., SCHOUCHE, Y., DESHPANDE, M.V. 2009. Natural yeast flora of different varietes of grapes used for wine making in India. Food Microbiology 26:801–808. DOI:10.1016/j.fm.2009.05.005.

JARVIS, C., BARLOW E., DARBYSHIRE, R., ECKARD, R. A GOODWIN, I. 2017: Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia (Vzťah medzi klimatickými indexmi a zrelosťou hrozna v Austrálii). Int J Biometeorol: 1-14.

JONES, G.V. A DAVIS, R.E. 2000: Klimatické vplyvy a fenológia viniča, zloženie hrozna, výroba a kvalita vína pre Bordeaux, Francúzsko. Am J Enol Viticult 51(3): 249-261.

JONES, G.V., WHITE, M.A., COOPER, O.R. A JONES, G.V., WHITE, M.A., COOPER, O.R. A JONES, G.V., WHITE, M.A., COOPER, O.R. A STORCHMANN, K. 2005: Climate change and global wine quality. Clim Change 73(3): 319-343.

KAST, W.K., Vývoj ontogenetickej odolnosti voči múčnatke v plodoch rôzne náchylných viníc (cvs. Trollinger a Lemberger). Mitteilungen Klosterneuburg 49, 186-189, 1999.

KELLER, M. 2015: Veda o viniči. Anatómia a fyziológia. - San Diego: Academic Press

KÖSE, B. 2015: Fenológia a dozrievanie odrôd Vitis vinifera L. a Vitis labrusca L. v prímorskom podnebí Samsunu v čiernomorskej oblasti Turecka. S Afr J Enol Vitic, 35(1): 90-102.

LI, S.S., CHENG, C., LI, Z., CHEN, J.Y., YAN, B., HAN, B.Z., REEVES, M. 2010. Yeast species associated with wine grapes in China. International Journal of Food and Microbiology 138:85–90. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.009.

LONGO, E., CANSADO, J., AGRELO, D., VILLA, T.G. 1991. Effect of climatic conditions on yeast diversity in grape musts from Northwest Spain. American Journal of Enology and Viticulture 42:141–144. ISSN:0002-9254.

LOPES, C.A., VAN BROOCK, M., QUEROL, A., CABALLERO, A.C. 2002. Saccharomyces cerevisiae wine yeast populations in a cold region in Argentinean Patagonia. A study at different fermentation scales. Journal of Applied Microbiology 93:608. DOI:10.1046/j.1365-2672.2002.01738.x.

LORENZ, D.H., EICHHORN, K.W., BLEIHOLDER, H., KLOSE, R., MEIER, U. AND WEBER, E. 1994: BBCH-Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien der Weinrebe, in Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen (Edt. Meier, U.). BBCH Monografi e 2. vydanie - Federálne centrum biologického výskumu pre poľnohospodárstvo a lesníctvo, 2001.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

MALÍK, F. 1997. Čisté kultúry vínnych kvasiniek v stratégii enologickej moderny. Doktorská dizertačná práca. CHTF STU, Bratislava.

MERCADO, L., DALCERO, A., MASUELLI, R., COMBINA, M. 2007. Diversity of Saccharomyces strains on grapes and winery surfaces: Analysis of their contribution to fermentative flora of Malbec wine from Mendoza (Argentina) during two consecutive years. Food Microbiology 24:403–412. DOI:10.1016/j.fm.2006.06.005.

MINÁRIK, E. 1978. Štúdium ekológie vínnych kvasiniek a kvasinkových organizmov prírodných a druhotných stanovíšť. Doktorská dizertačná práca. KVÚVV, Bratislava.

MOYER, M.M., GADOURY, D.M., WILCOX, W.F., SEEM, R.C., Release of Erysiphe necator Ascospores and Impact of Early Season Disease Pressure on Vitis vinifera fruit infectionm Am. J. Enol. Vitic. 65(3), 315-324, 2014.

NARIADENIE VLÁDY Č. 49/2007 Z.z. Dostupné na internete:

PASTEUR, L. 1866. Etudes sur le vin ses maladies causes qui les provoquent procedes naouveaux pour le conserver et pour le vieillir. Paris: Imprimeurs Imperials. 266.

PEREIRA, M.R., RIBEIRO, H., ABREU, I. , EISRAS-DIAS, J.E. A MOTA, T. 2017: Predpovedanie kvitnutia

PRETORIUS, I. S. 2016. Conducting wine symphonics with the aid of yeast genomics. Beverages 2(4):36. DOI:10.3390/beverages2040036.

RASPOR, P., MIKLIČ, M., POLANC, J., SMOLE, M., CADEŽ, N. 2006. Yeasts isolated from three varieties of grapes cultivated in different locations of the Dolenjska vine-growing region, Slovenia. International Journal of Food and Microbiology 109(1–2):97–102. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2006.01.017.

RIBÉREAU-GAYON, P., DUBOURDIEU, D., DUBÈCHE, B., LONFAUD, A. 2006. Handbook of Enology. Vol. 1. John Wiley, Chichester. ISBN:0-471-97362-9.

ROSSI, V., CAFFI, T., LEGLER, S.E., Dynamics of Ascospore Maturation and Discharge in Erysiphe necator, the Causal Agent of Grape Powdery Mildew, Phytopathology 100(12), 1321-1329, 2010.

SCHULLER, D., ALVES, H., DEQUIN, S., CASAL, M. 2005. Ecological survey of Saccharomyces cerevisiae strains from vineyards in the Vinho Verde region of Portugal. FEMS Microbiology Ecology 51:167–177. DOI:10.1016/j.femsec.2004.08.003.

SUN, H., MA, H., HAO, M., PRETORIUS, I.S., CHEN, S. 2009. Identification of yeast population dynamics of spontaneous fermentation in Beijing wine region, China. Annals of Microbiology 59:69–76. DOI: 10.1007/BF03175601.

SUN, Y., QIN, Y., PEI, Y., WANG, G., JOSEPH, C.M.L., BISSON, L.F., LIU, Y. 2017. Evaluation of chinese saccharomyces cerevisiae wine strains from different geographical origins. American Journal of Enology and Viticulture 68:73–80. DOI:10.5344/ajev.2016.16059.

TIEFENBRUNNER, M., WUKETICH, A., TIEFENBRUNNER, W., Long-term development of grape ripening in Burgenland and its dependence on different climatic factors, Mitteilungen Klosterneuburg, 69, 124-140, 2019.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

TÓTHOVÁ, M.: Virózy a fytoplazmózy na viniči. Dostupné na internete:

TROMP, J., WEBSTER, A.D. A WERTHEIM, S.J. 2005: Fundamentals of Temperate Zone Tree. - Leiden, Holandsko: Fruit Production. Backhuys

VAN LEEUWEN, C., SEGUIN, G. 2006. The concept of terroir in viticulture. Journal of Wine Research 17: 1–10 DOI:10.1080/09571260600633135.

VANEK, G. A KOL.: Vinič 2 - ochrana. Príroda : Bratislava, 1996. 1. vyd. 206 s. ISBN 80-07-00758-X.

VANEK, G.: Epidemiológia, diagnostika a liečenie vírusových chorôb viniča. Veda : Bratislava, 1992. 275 s. ISBN 80-224-0372-5.

VANEK, G.: Virózy viniča. Vinič a víno č. 3, r. 2011, roč. 11, s. 75-78. ISSN 1335-7514.

VICTOR, K.J., FENNEL, A.Y. A GRIMPLET, J. 2010: Proteomická analýza výhonkového tkaniva počas fotoperiódou indukovaného zastavenia rastu u V. riparia Michx. viniča. Proteome Sci 8

VÝNOS MP SR č. 2366/2001-100. Dostupné na internete:

WEI,Y.J., WU Y., YAN Y.,Z., ZOU, W., XUE, J., MA, W.R. 2018. High-throughput sequencing of microbial community diversity in soil, grapes, leaves, grape juice and wine of grapevine from China. PLoS ONE 13(3): e0193097. DOI:10.1371/journal.pone.0193097.

WILLIAMS, D.W., ANDRIS, H.L., BEEDE, R.H., LUVISI, D.A. A NORTON, M.V.K. 1985: Validation of a model for the growth and development of the Thompson sedless grapeine. 2 Feneológia. Am J Enol Viticult 36(4): 283-289.

WINKLER A.J., COOK, A.J., KLIEWER, W.M. A LIDER, L.A. 1974: General viticulture. - Berkely: University of California Press

ZARRAONAINDIA, I., OWENS, S.M., WEISENHORN, P., WEST, K., HAMPTON-MARCELL, J., LAX, S., BOKULICH, N.A., MILLS, D.A., MARTIN, G., TAGHAVI, S., VAN DER LELIE, D., GILBERT, J.A. 2015. The soil microbiome influences grapevine-associated microbiota. mBio 6(2):e02527–14. DOI:10.1128/mBio.02527-14.

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349

Senkungen des Risikos von Weinkrankheiten für bessere und gesündere Trauben
Projekt Climvino

Grenzüberschreitendes Kooperationsprojekt, INTERREG V-A SK-AT
Kofinanziert aus dem European Regional Development Fund

ISBN 978 - 80 - 8148 - 665- 4

Verlag: Zväz vinohradníkov a vinárov Slovenska, 2022, 143 strán

Autoren: Ing. Jaroslava Kaňuchová Pátková, PhD., Ing. Katarína Ďurčanská, PhD., Ing. Ervín Jankura, Ing. Dietmar Wippel, Ing. Richard Schonstein, DI Helmut Gangl, DI Gerhard Leitner, Dr. Wolfgang Tiefenbrunner, Claudia Hack, Andreas Probst

Forschungsinstitut für Energie und Umweltplanung, Wirtschaft und Marktanalysen GmbH
Gymnasiumstraße 42/5
A - 1180 Wien
Telefon: +43 1 4783400
Mobile: +43 664 213 6666
Mail: office@aeeg.at
Rechtsform: GesmbH
Firmenbuch: FN 56904 h
UID-Nummer: ATU60324349